Enquête

Origine - Destination 2011

La mobilité des personnes dans la région de Québec

Mars 2015

Volet

Enquête-ménages

Sommaire des résultats

RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

Société de transport de Lévis

Communauté métropolitaine de Québec

Québec

Enquête
Origine - Destination 2011
La mobilité des personnes dans la région de Québec

Mars 2015

Volet
Enquête-ménages
Sommaire des résultats

RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE

Société de transport de Lévis

Communauté métropolitaine de Québec

Québec

ISBN 978-2-550-69960-6 (version imprimée)
ISBN 978-2-550-69961-3 (PDF)
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2015

La collecte des données et l'analyse faisant l'objet du présent document ont été préparées par :

Dessau
Équipe Planification des transports et circulation

Pour le compte et sous la direction conjointe des partenaires suivants :

Ministère des Transports du Québec
Direction de la Capitale-Nationale
Direction de la Chaudière-Appalaches
Service de la modélisation des systèmes de transport

Réseau de transport de la Capitale
Direction de la planification stratégique

Société de transport de Lévis
Direction de la planification et du développement

Communauté métropolitaine de Québec

AVANT-PROPOS

Le ministère des Transports du Québec, le Réseau de transport de la Capitale, la Société de transport de Lévis et la Communauté métropolitaine de Québec se sont associés, en 2011, pour diriger la huitième enquête quinquennale sur les déplacements des personnes dans la région de Québec. Communément connue sous le nom *Enquête Origine-Destination* (ou O-D), cette étude est basée, au premier chef, sur une enquête téléphonique tenue auprès des ménages d'où le nom *Enquête-ménages*; celle-ci constitue le volet principal de l'*Enquête O-D*.

Au terme de cette enquête qui s'est déroulée du 13 septembre au 8 décembre 2011, 26 441 entrevues téléphoniques menées auprès de ménages établis à travers l'une des 41 villes et municipalités des territoires de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches couverts par l'étude ont été retenues à la suite du processus de validation des informations recueillies. Le présent rapport porte sur l'analyse de ces données.

Les partenaires du projet désirent remercier toutes les personnes qui ont accepté de participer à cette importante collecte de renseignements et qui, par le fait même, ont contribué au succès de cette enquête.

Pour les organismes responsables de la planification des systèmes de transport dans la région de Québec, la présence de systèmes de transport efficaces compte parmi les facteurs contribuant à une meilleure qualité de vie pour les résidents. La banque de données résultant de cette enquête leur permettra de mieux comprendre et d'analyser les besoins de transport de la collectivité, et de mieux orienter les actions et les politiques publiques en matière de transport durable. Ces données représentent également une information significative pour les intervenants du monde municipal, du secteur universitaire et du secteur privé qui réalisent diverses études et recherches touchant le développement urbain et l'aménagement du territoire.

UTILISATION DES DONNÉES

Le ministère des Transports du Québec, le Réseau de transport de la Capitale, la Société de transport de Lévis et la Communauté métropolitaine de Québec autorisent l'utilisation des données du présent document à des fins d'information et d'analyse. Toutefois, cette autorisation ne confère à l'utilisateur, ou à l'organisme qu'il représente, aucun titre ni intérêt relatif à ces données.

C'est à titre de service à la collectivité que les partenaires précités publient des résultats sommaires de l'*Enquête Origine-Destination* 2011. Tous les moyens possibles ont été utilisés pour assurer la qualité des données présentées. Ainsi, les partenaires ne pourront être tenus responsables des erreurs d'interprétation ou des conclusions erronées découlant de leur utilisation. L'utilisateur doit particulièrement s'assurer de la pertinence et de la justesse des calculs qu'il effectue et assumer l'entière responsabilité des résultats de ses calculs et analyses.

Toute publication des données fournies, de résultats de calculs ainsi que d'analyses ou de textes fondés sur les tableaux du présent rapport devra être accompagnée d'une mention de la source, libellée comme suit :

> Source : MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE, SOCIÉTÉ DE TRANSPORT DE LÉVIS ET COMMUNAUTÉ MÉTROPOLITAINE DE QUÉBEC (2015), Enquête Origine-Destination 2011 sur la mobilité des personnes dans la région de Québec – Sommaire de l'Enquête-ménages, 182 p.

INTRODUCTION **1**

1 PARTIE I – CARACTÉRISTIQUES DE L'ENQUÊTE **3**

1.1 Historique des enquêtes 3
1.2 Méthodologie 5
1.2.1 Plan d'échantillonnage *5*
1.2.1.1 Population 5
1.2.1.2 Territoire de l'enquête O-D de 2011 6
1.2.1.3 Base de sondage 11
1.2.1.4 Le questionnaire 11
1.2.1.5 Technique d'échantillonnage 12
1.2.1.6 Collecte des données 13
1.2.1.7 Validation des données 14
1.2.1.8 Rejet des ménages invalides 14
1.2.2 Préparation du fichier de données *15*
1.2.3 Estimation et précision *16*
1.2.4 Découpage du territoire *18*
1.2.5 Terminologie *25*
1.2.5.1 Déplacement 25
1.2.5.2 Motif 25
1.2.5.3 Période 26
1.2.5.4 Mode 26

2 PARTIE II – RÉSULTATS RELATIFS À L'ENSEMBLE DE LA POPULATION **29**

2.1 Interprétation des résultats 29
2.1.1 Interprétation des tableaux de données *29*
2.1.1.1 Statistiques sociodémographiques 30
2.1.1.2 Déplacements des résidents du secteur 31
2.1.1.3 Déplacements produits et attirés par le secteur 31
2.1.2 Interprétation des matrices de déplacements *32*
2.2 Résultats selon les secteurs géopolitiques 33
2.3 Résultats selon les secteurs municipaux 61
2.4 Matrices de déplacements 133

3 PARTIE III – RÉSULTATS RELATIFS AUX USAGERS **155**

3.1 Profil des usagers de chaque mode 155
3.1.1 Lieu de résidence des usagers *156*
3.1.2 Profil sociodémographique des usagers *156*
3.1.3 Taux de mobilité des usagers *157*
3.2 Caractéristiques des déplacements selon le mode 163
3.2.1 Mode emprunté selon le motif de déplacement *163*
3.2.2 Mode emprunté selon la période de déplacement *163*
3.2.3 Mode emprunté selon la sous-région de destination *163*
3.2.4 Principaux pôles d'attraction du territoire *164*

BIBLIOGRAPHIE **171**

Liste des tableaux

Tableau 1 – Contenu du questionnaire 12
Tableau 2 – Secteurs géopolitiques du territoire de l'enquête O-D 2011 21
Tableau 3 – Grands secteurs d'analyse du territoire de l'enquête O-D 2011 22
Tableau 4 – Répartition des usagers de chacun des modes selon leur lieu de résidence 159
Tableau 5 – Répartition des usagers de chacun des modes selon leur occupation 159
Tableau 6 – Répartition des usagers de chacun des modes selon leur sexe 160
Tableau 7 – Répartition des usagers de chacun des modes selon leur groupe d'âge 160
Tableau 8 – Proportion des usagers de chacun des modes détenant un permis de conduire ou un laissez-passer TC 160
Tableau 9 – Taux de mobilité des usagers de chacun des modes selon leur lieu de résidence 161
Tableau 10 – Répartition des déplacements de chacun des modes selon le motif de déplacement 165
Tableau 11 – Taux d'usage de chacun des modes selon le motif de déplacement 165
Tableau 12 – Répartition des usagers de chacun des modes selon la période de la journée 166
Tableau 13 – Taux d'usage de chacun des modes selon la période de la journée 166
Tableau 14 – Taux d'usage de chacun des modes selon la sous-région de destination 167
Tableau 15 – Taux d'usage de chacun des modes selon le pôle de destination 168

Liste des figures

Figure 1 – Municipalités du territoire de l'enquête O-D 2011 9
Figure 2 – Secteurs municipaux du territoire de l'enquête O-D 2011 19
Figure 3 –Grands secteurs du territoire de l'enquête O-D 2011 23
Figure 4 – Contenu des fiches-résultats 30
Figure 5 – Pôles de destination 169

Liste des annexes

Annexe 1 Liste des secteurs municipaux de l'enquête Origine-Destination 2011
Annexe 2 Outil de lecture des matrices

INTRODUCTION

Le présent document est consacré à la publication, principalement sous forme de fiches-résultats et de matrices de déplacements, des résultats sommaires de l'Enquête Origine-Destination (O-D) menée dans la grande région de Québec à l'automne 2011.

Celle-ci s'est déroulée sous la forme d'entrevues téléphoniques réalisées du 13 septembre au 8 décembre 2011 auprès d'un grand nombre de ménages habitant la région délimitée. Il s'agit d'une enquête descriptive dont l'objectif principal est de recueillir de l'information portant sur la mobilité des personnes et sur l'ensemble des déplacements qu'elles ont effectués à des fins personnelles au cours d'une journée typique de semaine. Le choix de l'automne pour la tenue de l'enquête tient au fait qu'il s'agit du moment de l'année où les réseaux de transport sont les plus fortement sollicités. De plus, cette saison se caractérise par la constance des activités et des occupations hebdomadaires des gens et, par conséquent, par la plus grande stabilité de leurs déplacements quotidiens et des mouvements de circulation.

Pour la première fois, les journées de fin de semaine ont également été couvertes par l'Enquête Origine-Destination 2011. L'échantillon de fin de semaine n'est cependant pas inclus dans les résultats sommaires du présent rapport, mais il servira ultérieurement à des fins de recherches ou d'analyses plus précises.

Au terme des appels effectués, 26 441 entrevues complétées et validées ont été retenues pour former l'échantillon final de ménages afin d'établir leurs caractéristiques de mobilité pour un jour ouvrable typique. Les principaux renseignements recueillis portent sur :

- l'origine et la destination de chaque déplacement effectué par chacun des membres du ménage contacté;
- le motif de chacun de ces déplacements;
- le ou les modes de transport utilisés à chaque occasion;
- l'heure à laquelle s'est effectué chaque déplacement.

D'autres renseignements sociodémographiques (taille du ménage, âge et sexe des personnes composant le ménage), essentiels à la pondération et à l'expansion des données, ainsi que des renseignements relatifs à l'accès à certains modes (nombre de véhicules à la disposition des membres du ménage, possession d'un permis de conduire, possession d'un laissez-passer de transport en commun) ont également été recueillis lors de l'enquête.

Compte tenu du vaste intérêt que suscite cette source d'information dans les divers milieux intéressés par la planification ou la recherche en transport ou en aménagement urbain, le ministère des Transports du Québec (MTQ), le Réseau de transport de la Capitale (RTC), la Société de transport de Lévis (STLévis) et la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) se sont associés pour produire le présent document où sont présentés en trois parties les résultats sommaires de l'Enquête Origine-Destination 2011 de la région de Québec.

La partie I, intitulée « **Caractéristiques de l'enquête** », expose, en deux sections, les aspects historique et méthodologique sous-jacents à l'enquête. La première section trace un bref historique des enquêtes origine-destination menées dans la région de Québec depuis 1977. La seconde porte sur l'élaboration du plan d'échantillonnage de l'enquête. On y trouve en outre les détails relatifs au fichier de données et au découpage analytique du territoire ainsi que la terminologie qui permettra d'interpréter correctement les résultats présentés.

La partie II, qui a pour titre « **Résultats relatifs à l'ensemble de la population** », comprend quatre sections visant à présenter les résultats de l'enquête selon différents découpages du territoire. Précédés d'une section consacrée à la façon de les lire et de les interpréter (section 2.1), les résultats sont d'abord présentés, à la section 2.2, sous forme de fiches-résultats à l'échelle des secteurs géopolitiques et des territoires desservis par les organismes de transport du territoire de l'enquête. Toujours présentée sous forme de fiches-résultats, l'information est ensuite reprise, à la section 2.3, au niveau des 69 secteurs municipaux définis. On y trouve des tableaux de données relatives aux caractéristiques de la population de chacun de ces secteurs, tant sur le plan sociodémographique que sur celui de sa mobilité. La section 2.4 contient, quant à elle, des résultats présentés sous forme de matrices de déplacements entre les différentes parties du territoire agrégé selon un découpage en 11 grands secteurs correspondant, à peu de différences près, aux arrondissements des villes de Québec et de Lévis.

Plutôt que de s'intéresser aux résultats par territoire, la partie III, intitulée « **Résultats relatifs aux usagers** », vise à caractériser les déplacements selon les différents types d'usagers qui les effectuent et les principaux modes de transport empruntés. Ainsi, il est question, à la section 3.1, du profil socio-économique et des taux de mobilité des automobilistes et des usagers du transport en commun, des utilisateurs du transport scolaire, du taxi et du traversier ainsi que des cyclistes et piétons. Quant à la section 3.2, elle porte sur les caractéristiques des déplacements propres à chacun de ces modes de transport et sur les principaux pôles de destination recensés sur le territoire de l'enquête.

Outre les résultats des nombreuses compilations présentés dans le cadre de ce document sous forme de fiches sectorielles, de tableaux et de matrices origines-destination, l'accès aux résultats agrégés de l'enquête est également possible de manière interactive, selon divers critères de sélection, sur les sites Internet du MTQ[1] et de la CMQ[2]. Ceux-ci permettent en effet d'avoir accès aux résultats sous forme de matrices origine-destination exportables pour les tableurs (i.e. en format .xlsx) compilées selon les besoins des utilisateurs en fonction des variables suivantes : découpage géographique, mode de transport utilisé, motif des déplacements et période de la journée.

[1] http://www.mtq.gouv.qc.ca

[2] http://www.cmquebec.qc.ca

Le présent document comporte également deux annexes. La première décrit l'ensemble des secteurs municipaux utilisés pour la préparation des matrices, alors que la deuxième fournit la procédure de lecture des matrices origine-destination de déplacements disponibles sur Internet.

Enfin, il est à noter qu'une deuxième publication[3] portant sur les principaux faits saillants de cette enquête, et notamment sur l'évolution de la mobilité au fil des années dans la région de Québec, est également disponible en ligne sur le site Internet du MTQ et sur celui de la CMQ.

1 PARTIE I – CARACTÉRISTIQUES DE L'ENQUÊTE

1.1 HISTORIQUE DES ENQUÊTES

L'enquête régionale sur les déplacements des personnes menée en 2011 est la huitième enquête effectuée dans la région de Québec. En matière de planification des transports, ce type d'enquête est mieux connu sous l'appellation d'« enquête origine-destination » ou, plus simplement, d'« enquête O-D ». L'une des premières enquêtes O-D réalisées à Québec a eu lieu en 1972, dans la partie nord-ouest du territoire du service local de transport en commun de l'époque, la Commission de transport de la Communauté urbaine de Québec (CTCUQ). Cette enquête avait permis d'améliorer les liaisons entre ce secteur, le boulevard Wilfrid-Hamel et Sainte-Foy, ainsi que d'établir la desserte locale dans Loretteville. Auparavant, en 1966, une enquête avait été menée auprès de 6 000 ménages de la région, dans le contexte de l'étude Vandry-Jobin (1967).

La première véritable enquête O-D à caractère régional s'est toutefois déroulée à l'automne 1977 (CTCUQ, 1978). Elle portait sur tout le territoire desservi à l'époque par la CTCUQ. La Commission de transport était alors seule à mener l'enquête. Plusieurs réalisations ont découlé de cette enquête, dont la création d'un réseau de parcours express pour les autobus, principalement à destination de la colline Parlementaire. La restructuration des parcours de la côte de Beauport et du plateau de Sainte-Foy a été effectuée à partir des résultats de cette première enquête régionale. Par la suite, toutes les enquêtes ont été menées la même année que le recensement canadien, soit en 1981, 1986, 1991, 1996, 2001, 2006 et 2011, de façon à faciliter la fusion avec certaines données qui y sont recueillies.

La seconde enquête régionale, réalisée en 1981, englobait aussi tout le territoire de la CTCUQ, auquel se sont ajoutés la municipalité de Saint-Augustin-de-Desmaures, celle de Val-Bélair et douze municipalités de la rive sud du fleuve. Toutefois, pour les ménages de la rive sud, seuls les déplacements effectués sur la rive nord étaient répertoriés. Plusieurs réalisations ont été planifiées grâce aux données provenant de l'enquête de 1981, dont les terminus de la place d'Youville, de Beauport et de Charlesbourg, construits en 1987 et 1988, ainsi que le réseau de rabattement vers ces terminus.

---

[3] Ministère des Transports du Québec, Réseau de transport de la Capitale, Société de transport de Lévis et Communauté métropolitaine de Québec (2014), Enquête Origine-Destination 2011 – La mobilité des personnes dans la région de Québec – Faits saillants de l'enquête-ménages, 46 p.

L'enquête de 1986, qui avait permis de joindre 19 500 ménages, a été la première enquête dont la saisie et l'entrevue étaient effectuées simultanément à partir de terminaux liés au système informatique de la CTCUQ. Plusieurs mécanismes de vérification ont été intégrés au système, permettant un traitement ultérieur plus rapide des données. Les résultats de cette enquête ont été utilisés dans l'étude de faisabilité d'un système de transport régional, de même que pour la préparation du plan de relance de la CTCUQ (1991b).

Puis, en 1991, le regroupement de trois municipalités pour former la municipalité de Lévis a fait en sorte que le territoire de cette quatrième enquête, bien qu'identique à celui de 1986, comportait deux municipalités en moins. Pour la première fois, tous les déplacements effectués entièrement sur la rive sud étaient également répertoriés.

De plus, des questions sur l'occupation et sur le lieu d'études ou de travail des personnes ont été incluses dans le questionnaire. Les résultats de cette enquête ont notamment été utilisés pendant les travaux de préparation du plan de transport de l'agglomération de Québec amorcés en 1993.

En fait, le caractère essentiel de cet outil de planification, autant pour les modes de transport privés que publics, a conduit, à partir de l'enquête de 1996, à la création du partenariat MTQ-RTC dans la réalisation des enquêtes O-D de la région de Québec. En 1996, cette implication du MTQ s'est notamment traduite par un élargissement considérable du territoire enquêté. De plus, sur le plan méthodologique, une plus grande exhaustivité de la collecte des chaînes de déplacements (série de déplacements successifs se faisant à l'intérieur d'un déplacement principal) a été apportée, de telle sorte qu'un plus grand nombre de déplacements, particulièrement pour des motifs « autres », tels qu'aller chercher ou reconduire un enfant à la garderie, arrêter à l'épicerie pour y faire un achat, passer chez le nettoyeur, etc., y ont été recueillis.

Dans la même foulée, l'enquête de 2001 a vu son territoire s'élargir pour inclure, à l'est, les villes de Saint-Joachim, de Saint-Ferréol-les-Neiges et de Saint-Tite-des-Caps et, à l'ouest, celles de Pont-Rouge, de Neuville et de Donnacona. Des questions relatives au stationnement et au télétravail ont été ajoutées au questionnaire d'enquête. Pour la première fois dans la région de Québec, un logiciel de saisie directe des données (SAQE), mis au point par le Service de la modélisation des systèmes de transport (SMST) du MTQ, a été utilisé par les interviewers. Les résultats de cette enquête ont largement été exploités pour diverses études d'envergure, notamment pour celles portant sur l'opportunité et la faisabilité d'un système léger sur rails (SLR) et sur le prolongement et le réaménagement de certains axes autoroutiers des rives nord et sud de la région de Québec.

Lors de l'enquête de 2006, le territoire couvert s'est agrandi davantage pour inclure, sur la rive nord, la municipalité de Lac-Sergent et, sur la rive sud, celles de Saint-Antoine-de-Tilly, de Saint-Apollinaire, de Saint-Charles-de-Bellechasse, de Saint-Michel-de-Bellechasse et de Saint-Vallier. De plus, deux grandes nouveautés ont caractérisé cette enquête. D'une part, la Société de transport de Lévis (STLévis) s'est jointe aux deux partenaires de 2001 pour apporter sa participation à la réalisation de l'enquête et permettre ainsi d'augmenter les taux d'échantillonnage visés sur la rive sud. D'autre part, les services d'une firme externe spécialisée en sondages ont été retenus pour faire les appels téléphoniques, ce qui a permis l'introduction d'un système automatisé de composition et de gestion des numéros de téléphone de l'échantillon et a conduit à une augmentation significative de la productivité et,

conséquemment, du nombre de ménages joints durant l'enquête. Tout comme l'enquête O-D de 2001, les résultats de l'enquête O-D de 2006 ont aussi été grandement exploités pour diverses études en transport dont :

- l'étude de réaménagement des échangeurs autoroutiers dans le secteur des ponts et sur l'autoroute Henri-IV (MTQ);
- l'étude de faisabilité d'un tramway à Québec et à Lévis (RTC, STLévis);
- l'étude du potentiel d'achalandage des dessertes ferroviaires et autoroutières de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ);
- la préparation du « Plan de mobilité durable » de la Ville de Québec.

En 2011, le partenariat formé pour la réalisation de l'enquête O-D s'est élargi grâce à l'ajout de la CMQ qui s'est jointe au MTQ, au RTC et à la STLévis. De plus, pour la première fois, les déplacements de fins de semaine ont également été recueillis. Utile à des fins de recherches en transport ou d'études des besoins commandées dans le cadre de projets de dessertes précises, en transport en commun, par exemple, cette information ne fait cependant pas l'objet d'analyses dans le cadre du présent document, lequel porte essentiellement sur les déplacements effectués pendant les jours ouvrables de la semaine.

Finalement, il est à noter que le territoire de l'enquête ne s'est pas agrandi en 2011 et qu'il est demeuré le même que celui de 2006. Par contre, certains secteurs ont été redessinés de manière à ce que l'échantillon recueilli représente le plus fidèlement possible la population actuelle du territoire. Parmi ces changements, les secteurs « Monseigneur-Gauthier » et « Vieux-Beauport » ont été jumelés pour ne former qu'un secteur.

1.2 MÉTHODOLOGIE

1.2.1 Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage d'une enquête précise les caractéristiques de la population auprès de laquelle on veut recueillir les données, la composition de l'échantillon ainsi que la méthode de sélection de ce dernier. D'autres éléments y sont également explicités, soit la méthode d'estimation des variables de la population à partir de l'échantillon, le questionnaire utilisé pour recueillir l'information de même que la mesure de l'erreur d'échantillonnage qui permet d'évaluer la précision des estimations.

1.2.1.1 Population

La population visée dans l'enquête O-D de 2011 comprend toutes les personnes occupant des logements privés situés sur le territoire d'enquête de la région de Québec. Ce territoire correspond à la région métropolitaine de recensement (RMR), telle qu'elle a été définie par Statistique Canada lors du recensement de 2011, à laquelle s'ajoutent les municipalités de Beaupré, de Sainte-Anne-de-Beaupré, de Saint-Tite-des-Caps, de Saint-Ferréol-les-Neiges, de Saint-Joachim, de Saint-Louis-de-Gonzague-du-Cap-Tourmente, de Neuville, de Pont-Rouge, de Donnacona et de Lac-Sergent, sur la rive nord, et celles de Saint-Antoine-de-Tilly, de Saint-Apollinaire, de Saint-Charles-de-Bellechasse, de Saint-Michel-de-Bellechasse et de Saint-Vallier, sur la rive sud.

Il est à noter que l'information relative aux déplacements des personnes de moins de 5 ans n'a pas été recueillie lors de l'enquête, car c'est généralement à partir de 5 ans que les enfants commencent à fréquenter un établissement scolaire et, par conséquent, à effectuer des déplacements sans être nécessairement accompagnés d'un adulte. Ainsi, tous les résultats liés aux variables de déplacement qui figurent dans les tableaux et les matrices origine-destination du présent document ne tiennent compte que des déplacements des personnes âgées de 5 ans et plus.

Il convient aussi de préciser que seuls les déplacements domestiques ou effectués à des fins personnelles ont fait l'objet de l'enquête, quelques soit le motif du déplacement (p. ex. magasinage, études, loisirs, etc.), y compris les déplacements d'affaires liés au travail (p. ex. se rendre à une réunion). L'enquête exclut tous les déplacements commerciaux de biens et services et ceux que les personnes ont effectués dans le cadre de leur travail ou de l'exercice de leurs fonctions (p. ex. représentants, plombiers, livreurs, chauffeurs de taxi ou d'autobus, camionneurs, policiers, ambulanciers, etc.).

1.2.1.2 Territoire de l'enquête O-D de 2011

Le territoire de l'enquête O-D de 2011 correspond aux municipalités de la région de Québec figurant sur la figure 1; ce territoire s'étend sur les rives nord et sud du fleuve Saint-Laurent. Pour des raisons de cohérence statistique, les territoires de la réserve des Hurons-Wendat de Wendake et de la municipalité de paroisse de Notre-Dame-des-Anges seront, lors des compilations de résultats, amalgamés à celui de la ville de Québec.

Ainsi, du côté nord, le territoire couvert par l'enquête O-D de 2011 englobe l'agglomération de Québec, qui correspond au territoire de l'ancienne Communauté urbaine de Québec (CUQ), ainsi que les municipalités régionales de comté (MRC) de L'Île-d'Orléans, de La Côte-de-Beaupré et de La Jacques-Cartier, de même qu'une partie de la MRC de Portneuf. Du côté sud, il comprend le territoire de la ville de Lévis, de même qu'une partie des MRC de Bellechasse, de Lotbinière et de La Nouvelle-Beauce.

Plus précisément, les municipalités visées par l'enquête de 2011 se répartissent, du côté nord, de la façon suivante :

- l'agglomération de Québec :
  - L'Ancienne-Lorette, Québec (y compris Wendake et Notre-Dame-des-Anges), Saint-Augustin-de-Desmaures;
- la MRC de La Côte-de-Beaupré :
  - Beaupré, Boischatel, Château-Richer, L'Ange-Gardien, Sainte-Anne-de-Beaupré, Saint-Ferréol-les-Neiges, Saint-Louis-de-Gonzague-du-Cap-Tourmente, Saint-Joachim, Saint-Tite-des-Caps;
- la MRC de La Jacques-Cartier :
  - Fossambault-sur-le-Lac, Lac-Beauport, Lac-Delage, Lac-Saint-Joseph, Sainte-Brigitte-de-Laval, Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier, Saint-Gabriel-de-Valcartier, Shannon, Stoneham-et-Tewkesbury;

- la MRC de L'Île-d'Orléans :
  - Sainte-Famille, Sainte-Pétronille, Saint-François, Saint-Jean, Saint-Laurent, Saint-Pierre;
- la partie suivante de la MRC de Portneuf :
  - Donnacona, Lac-Sergent, Neuville, Pont-Rouge.

FIGURE 1
MUNICIPALITÉS DU TERRITOIRE
DE L'ENQUÊTE O-D DE 2011

TERRITOIRE D'ENQUÊTE

LIMITE MUNICIPALE

N

0 10 km

MARS 2014

Du côté sud, les municipalités faisant partie du territoire couvert par l'enquête OD de 2011 sont, à l'exception de Lévis, regroupées sous trois MRC, à savoir :

- la partie suivante de la MRC de Bellechasse :
  - Beaumont, Saint-Charles-de-Bellechasse, Saint-Henri, Saint-Michel-de-Bellechasse, Saint-Vallier;
- la partie suivante de la MRC de La Nouvelle-Beauce :
  - Saint-Lambert-de-Lauzon;
- la partie suivante de la MRC de Lotbinière :
  - Saint-Antoine-de-Tilly, Saint-Apollinaire.

1.2.1.3 Base de sondage

La base de sondage utilisée pour l'enquête O-D de 2011, c'est-à-dire la liste des unités de la population, correspond aux abonnés du téléphone inscrits dans les annuaires téléphoniques. Cette base de sondage ne permet évidemment pas d'atteindre toute la population, puisqu'elle ne comprend que les ménages abonnés à un service téléphonique résidentiel à ligne terrestre, excluant ceux qui ont un numéro de téléphone confidentiel, non divulgué. Or, il est à noter que la proportion des ménages abonnés à un service de téléphonie résidentiel « terrestre » tend à diminuer depuis quelques années en raison de la popularité des services cellulaires. Cette décroissance s'est poursuivie entre 2006 et 2011[4].

Afin d'informer les gens qu'une enquête était en cours, on a préalablement mené une campagne publicitaire dans les médias écrits et électroniques. De plus, des affiches publicitaires ont été placardées sur plusieurs autobus du RTC tout au long de l'enquête.

Des moyens ont également été mis en place pour assurer la légitimité de l'enquête en cours, notamment auprès des répondants eux-mêmes qui, lors des appels téléphoniques, pouvaient s'ils le désiraient rappeler au centre d'appels pour en vérifier l'authenticité avant d'y répondre, ou demander de recevoir au préalable de l'information par la poste.

1.2.1.4 Le questionnaire

L'enquête O-D étant basée sur des entrevues téléphoniques, le questionnaire a dû être conçu de manière à servir de support interactif à la conversation entre l'enquêteur et la personne interrogée. Il devait englober, non seulement l'ensemble des variables relatives aux habitudes

---

[4] Selon l'Enquête sur le service téléphonique résidentiel réalisée annuellement par Statistique Canada*, la téléphonie cellulaire sans fil continue de gagner en popularité au Canada. Cette enquête montre qu'en 2010 au Canada, les personnes âgées de 18 à 34 ans, dans une proportion de 50 %, ne possédaient qu'un téléphone cellulaire, alors que cette proportion n'était que de 34 % en 2008. Ainsi, les personnes âgées de 18 à 34 ans possèdent de moins en moins de lignes téléphoniques résidentielles. Malgré ce fait, les techniques d'échantillonnage utilisées pour les enquêtes O-D demeurent performantes, en raison du grand nombre de ménages contactés, englobant toutes les strates d'âge et de sexe.

* STATISTIQUE CANADA. *Enquête sur le service téléphonique résidentiel,* [en ligne]. [http://www.statcan.gc.ca/daily-quotidien/110405/dq110405a-fra.htm] (page consultée le 15 avril 2014).

de déplacement des membres du ménage, mais également celles qui devaient permettre de vérifier et de pondérer les résultats obtenus auprès de l'échantillon.

Comme l'indique le tableau 1, présenté ci-après, le questionnaire de l'enquête O-D de 2011 se subdivise en trois grandes parties selon le type d'information saisi, soit les données relatives au ménage, celles qui concernent les personnes qui font partie du ménage et, enfin, les données ayant trait aux déplacements effectués par chacune des personnes composant le ménage. Rappelons que seuls les déplacements domestiques ou privés effectués par les personnes âgées de 5 ans et plus ont fait l'objet de l'enquête.

Tableau 1 – Contenu du questionnaire

MÉNAGE	PERSONNES	DÉPLACEMENTS
Lieu de résidence	Âge	Origine
Nombre de personnes	Sexe	Destination
Nombre d'automobiles	Permis de conduire	Motif
Type d'habitation	Laissez-passer de transport en commun	Heure de départ
Revenu	Occupation principale (travail, études, etc.)	Modes de transport utilisés
	Lieu habituel de travail ou d'études	Pont emprunté
	Type d'emploi	Lignes d'autobus utilisées
	Coût du stationnement au lieu habituel de travail ou d'études	Lieux de changement de mode de transport

Le questionnaire de 2011 était très similaire à celui de 2006, à l'exception de quelques questions supplémentaires visant de nouvelles analyses en lien avec la mobilité des personnes et des ménages. Les questions additionnelles portaient sur :

- le revenu total du ménage;
- le type d'habitation;
- le travail à domicile;
- les statuts (travailleur ou étudiant) à temps partiel;
- le nombre de personnes à bord du véhicule lorsque le mode du déplacement est « Auto-conducteur »;
- le type de lien (famille, travail ou autre) unissant le passager au conducteur du véhicule lorsque le mode du déplacement est « Auto-passager ».

1.2.1.5 Technique d'échantillonnage

La méthode de sélection de l'échantillon devait permettre d'obtenir une bonne représentativité de la population, et ce, non seulement à l'échelle du territoire de l'enquête, mais également à l'échelle d'un certain nombre de secteurs d'analyse. Le territoire retenu a donc été divisé en

69 strates d'échantillonnage, chacune possédant son propre taux d'échantillonnage, lequel varie entre 7 % et plus de 20 %, selon le nombre de logis et la densité de population. Ce découpage a été créé à partir de regroupements de secteurs ou subdivisions de recensement, selon la définition de Statistique Canada pour le recensement de 2011. Une firme spécialisée en échantillonnage a ensuite été chargée de créer, à partir des codes postaux, un échantillon aléatoire systématique de numéros de téléphone, à l'intérieur de chaque strate d'échantillonnage.

1.2.1.6 Collecte des données

La collecte des données a été effectuée du 13 septembre au 8 décembre 2011 par 25 interviewers qui ont réalisé des entrevues téléphoniques auprès des ménages aléatoirement sélectionnés, du lundi au vendredi, de 15 h à 21 h, ainsi que le samedi, de 11 h à 16 h.

Les appels téléphoniques duraient, en moyenne, une douzaine de minutes. La personne connaissant le mieux les déplacements effectués par les membres du ménage était invitée à répondre au questionnaire. Celle-ci devait donner, au meilleur de sa connaissance, les renseignements relatifs aux déplacements de tous les membres du ménage âgés d'au moins 5 ans. Il est à noter que les données relatives à un ménage étaient conservées dans le fichier d'enquête uniquement lorsqu'au moins 50 % des personnes du ménage âgées de 5 ans et plus avaient une mobilité connue. Les renseignements sociodémographiques sur toutes les personnes composant le ménage, y compris ceux concernant les personnes de moins de 5 ans, ont toutefois été répertoriés et utilisés lors de l'expansion des résultats.

Un ménage qui n'avait pu être joint était réintroduit dans le système, puis traité ultérieurement en fonction du code d'appel que lui avait assigné l'enquêteur. Avant de le rejeter de l'échantillon téléphonique, on tentait à nouveau de le joindre au cours de la même soirée et pendant les soirées et après-midis suivants, et ce, jusqu'à six fois. Les entrevues se déroulaient en français, ou, au besoin, en anglais. Le suivi du nombre d'entrevues complétées par strate échantillonnée permettait d'accentuer le rythme des appels lorsque des retards étaient constatés dans certains secteurs géographiques par rapport aux quotas visés, le tout afin d'assurer un progrès uniforme sur l'ensemble du territoire.

La collecte des données comportait des mécanismes de contrôle en vue d'assurer la cohérence et la qualité de l'information recueillie. Le premier de ces mécanismes entrait en jeu lors de la saisie informatique par l'enquêteur. Au moment même où se déroulait l'entrevue, le logiciel de saisie effectuait un certain nombre de vérifications logiques pour tester la cohérence des données. Aussitôt qu'une incohérence était détectée, un message apparaissait à l'écran de l'enquêteur. Celui-ci avait alors la possibilité de revenir immédiatement sur la question et de profiter ainsi de la communication en cours avec le répondant pour corriger la réponse incorrecte.

À la suite de la collecte téléphonique des données, celles-ci étaient acheminées vers des postes spécialisés en vue d'une première vérification et de la production quotidienne d'un rapport de validation des entrevues réalisées la veille. Cette étape était assurée par un logiciel de contrôle et de validation de l'échantillon qui, en outre, permettait de mesurer, chaque soir, la

productivité du centre d'appel et de vérifier systématiquement l'intégrité et l'uniformité des entrevues menées par chacun des enquêteurs.

1.2.1.7 Validation des données

Les données recueillies lors de l'enquête pouvaient, dans certains cas, comporter des omissions (valeurs manquantes) ou des incohérences plus complexes, non détectées lors de la saisie directe. Ces erreurs pouvaient survenir lorsque les répondants fournissaient des réponses incorrectes ou incomplètes aux questions ou encore lors du traitement ultérieur des réponses. Par exemple, un répondant pouvait être réticent à répondre à une question, pouvait ne pas se souvenir de l'information ou encore avoir mal compris la question. De son côté, le personnel de l'enquête pouvait reporter incorrectement des réponses ou pouvait faire d'autres types d'erreurs au cours de la saisie, par exemple sur le plan de l'interprétation des réponses.

Afin de minimiser la présence de ces inconsistances, un processus consistant à appliquer une série de règles de contrôle détaillées a été introduit. Chaque rapport d'entrevue incomplète ou incohérente a fait l'objet d'une inspection par un codificateur qui apportait, au besoin, les corrections nécessaires à l'aide du logiciel de validation des données. En dernier recours, les ménages étaient rappelés pour tenter d'obtenir l'information.

Des tests de contrôle et de validation plus poussés se sont aussi poursuivis après l'enquête afin de s'assurer de ne retenir que des enregistrements de qualité dans le processus de pondération. Les déplacements en transport en commun ont par ailleurs été soumis à un contrôle particulier portant sur la validation de la séquence déclarée des lignes d'autobus empruntées.

1.2.1.8 Rejet des ménages invalides

Le rejet d'un ménage est le résultat du processus de validation. On rejette de façon systématique et définitive les logis dont l'adresse municipale précise n'est pas reconnue, ni repérée dans les bases de données. Bien que de tels cas soient rares, ils peuvent survenir lorsqu'il y a déménagement et que l'adresse déclarée au téléphone est située en dehors du territoire d'enquête, qu'elle a été mal énoncée par le répondant ou mal saisie par l'interviewer. Dans ces cas, le logis est invalidé et exclu de l'échantillon, même si une entrevue complète a été réalisée auprès des personnes de ce ménage.

Lorsque l'adresse est confirmée et valide, chaque enregistrement relatif aux personnes du ménage enquêté est ensuite examiné. Après l'application des processus d'imputations, les personnes de 5 ans et plus du ménage pour lesquelles l'âge (ou le groupe d'âges), le genre, l'occupation, la mobilité (s'est déplacée ou non) ou la première origine des déplacements, le cas échéant, n'a pas été dévoilé (refus de répondre à l'une de ces questions, ou ne sait pas) sont invalidées et exclues de l'échantillon des personnes.

Pour les personnes du ménage dont tous les renseignements nécessaires sont obtenus et valides, chaque enregistrement relatif à leurs déplacements est ensuite vérifié. Les déplacements pour lesquels l'heure (ou le groupe d'heures) de départ, le lieu de destination, le motif ou le mode de transport est inconnu et pour lesquels les tentatives d'imputation ou de correction se sont avérées infructueuses sont invalidés et exclus de l'échantillon des

déplacements. Les personnes dont 50 % ou plus des déplacements sont ainsi invalidés se voient attribuer une mobilité inconnue.

Au final, les logis dont 50 % ou plus des personnes ont été exclues de l'échantillon des personnes ou dont la mobilité a été considérée inconnue en raison d'un manque d'information sont totalement rejetés, comme s'ils n'avaient pas participé à l'enquête.

1.2.2 Préparation du fichier de données

La préparation du fichier final de données comporte trois grandes étapes :

- la vérification des données validées;
- le géocodage des lieux géographiques;
- l'attribution à chacun d'eux d'une zone pour fins d'analyse transport (ZAT).

Bien que plusieurs opérations liées à ces trois étapes aient été automatisées, un certain nombre d'entre elles ont été effectuées manuellement pour chacune des entrevues menées à terme. La vérification des données consiste à s'assurer, d'une part, que chaque enregistrement contient une série de renseignements complets et, d'autre part, que chaque renseignement comporte une donnée acceptable et cohérente. Ainsi, dans le cas de ménages présentant toujours, à la suite des validations effectuées, un renseignement manquant ou imprécis sur une personne ou un déplacement, une imputation statistique par méthode dite déterministe[5] a été appliquée, évitant ainsi son rejet de l'échantillon. Comme autre vérification, la cohérence des données sociodémographiques a été évaluée par rapport aux données de base provenant du recensement de 2011 de Statistique Canada.

Le géocodage est le processus par lequel on attribue à chaque lieu géographique déclaré (le domicile, le lieu habituel de travail ou d'études, l'origine et la destination du déplacement et les points de jonction entre deux modes de transport empruntés) une coordonnée géographique fine[6].

Enfin, l'attribution d'une zone d'analyse transport (ZAT) est une étape nécessaire à des fins ultérieures d'exploitation des données sous une forme agrégée intermédiaire (entre une forme totalement désagrégée et le groupement en secteurs municipaux), notamment par les modèles de prévision, d'affectation et d'analyse des déplacements.

L'échantillon valide final des déplacements de semaine de l'enquête O-D de 2011 comprend au total 152 756 observations, dont 139 632 constituent des déplacements déclarés effectués par les personnes de 5 ans et plus, le reste correspondant aux enregistrements relatifs aux personnes ne s'étant pas déplacées. Ces données ont été recueillies auprès de 26 441 ménages valides, composés d'un total de 60 349 personnes.

---

[5] L'imputation déterministe consiste à corriger la donnée en inférant la valeur appropriée à partir d'une analyse des réponses à d'autres questions et des éléments d'information connus.

[6] Pour l'enquête O-D de 2011, les lieux ont été codés dans le système de projection MTM (Mercator Transverse modifiée) NAD83.

1.2.3 Estimation et précision

L'estimation est l'opération permettant d'établir la relation entre, d'une part, l'échantillon final (c'est-à-dire celui pour lequel on dispose de données complètes et valides) et, d'autre part, la population totale. En d'autres termes, l'estimation permet de tirer des conclusions sur la population à partir de l'information recueillie auprès de l'échantillon, en associant à chaque observation un « poids d'échantillonnage » correspondant au nombre d'unités qu'elle représente dans la population. Ce poids associé à un type d'observation, appelé aussi « facteur d'expansion », correspond à l'inverse de sa probabilité de sélection dans la population.

Dans chacune des strates d'échantillonnage précédemment définies, un facteur d'expansion lié aux ménages a été calculé en divisant le nombre total de ménages résidant dans la strate géographique (tels qu'ils ont été recensés par Statistique Canada en 2011) par le nombre de ménages interrogés de la même strate. Ces facteurs ont ensuite été appliqués à toutes les variables se rapportant aux ménages, ce qui a permis d'obtenir des estimations applicables à l'ensemble de la population.

De la même façon, des facteurs d'expansion liés aux personnes ont été obtenus en divisant le nombre réel de personnes d'une cohorte d'âge et de sexe résidant dans une strate géographique (selon le recensement) par le nombre de personnes interrogées appartenant à la même cohorte et à la même strate.

Enfin, le calcul de facteurs d'expansion liés aux déplacements complète l'exercice de pondération des résultats pour l'estimation des caractéristiques de mobilité des personnes et l'établissement des flux origine-destination. Ce dernier facteur d'ajustement corrige, dans chaque strate, le biais introduit par la sous-représentation de certains déplacements rejetés au cours du processus de validation et rectifie les biais liés au jour où s'est déroulée l'enquête pour que l'on puisse vraiment considérer les estimations de mobilité comme étant représentatives d'un jour ouvrable moyen. Il fait en sorte que la somme des poids des déplacements recueillis lors de chacune des cinq journées ouvrables de la semaine compte pour exactement 20 % de la somme des poids de l'échantillon total. Ainsi, seules les personnes ayant répondu « oui » ou « non » à la question sur la mobilité sont retenues à cette étape. Cela permet de leur faire porter le poids des personnes « non répondantes » faisant partie de ménages retenus.

La précision des estimations ainsi obtenues est étroitement liée à la méthode d'estimation utilisée : « La précision est une mesure de l'écart entre une estimation obtenue à partir de l'échantillon et le résultat que l'on aurait obtenu d'un recensement complet. » Les enquêtes présentent deux principaux types d'erreur, soit l'erreur d'échantillonnage et l'erreur d'observation (Satin et Shastry, 1983).

L'erreur d'échantillonnage découle du fait que seule une partie de la population est étudiée. Elle diminue de façon générale avec l'accroissement de la taille de l'échantillon, mais d'autres facteurs sont également déterminants tels que la variabilité des caractéristiques étudiées, le plan d'échantillonnage et la méthode d'estimation. Il est donc possible, en contrôlant ces facteurs dans la préparation de l'enquête, de réduire l'erreur d'échantillonnage.

Pour ce qui est de l'erreur d'observation, elle peut se produire aussi bien dans la réalisation d'une enquête que dans celle d'un recensement. Elle peut provenir de la qualité de la base de sondage, de la méthode de collecte des données, de questions déformées ou mal comprises, de réponses erronées, du refus de répondre ou encore du traitement des données. Bien qu'il soit difficile de mesurer avec précision ce type d'erreur, il existe des moyens d'en limiter l'ampleur, notamment en portant une attention particulière à la formation des enquêteurs et au contrôle de la qualité du travail aux différentes étapes de l'enquête.

En somme, les biais que peut engendrer la surreprésentation de certains segments de la population échantillonnée ont été atténués *a posteriori* par l'application de plusieurs facteurs d'ajustement au niveau des ménages, des personnes et des déplacements, selon une méthode statistique de correction et de pondération de l'échantillon reconnue et bien documentée par le MTQ[7].

Malgré toutes les précautions prises dans l'échantillon et dans la réalisation de l'enquête, il demeure important de prévenir les utilisateurs des données de la marge d'erreur possible dans les résultats, en particulier lorsque ceux-ci concernent une partie seulement du territoire soumis à l'enquête, un segment particulier de la population ou encore uniquement certains modes de transport ou motifs de déplacement. Cette mise en garde s'avère particulièrement importante pour ce qui est de la lecture des matrices origine-destination. En effet, bien qu'un nombre minimal de ménages ait été sélectionné dans chaque strate géographique du territoire retenu, et ce, pour en assurer une bonne représentativité, cette dernière n'est pas nécessairement garantie lorsque l'on ne prend en considération que des portions du territoire (ou une paire de zones origine-destination) pour lesquelles on ne dispose que de peu d'observations dans l'échantillon.

Même s'il est difficile de mesurer de façon précise l'erreur d'échantillonnage qui risque d'entacher les différentes estimations contenues dans le présent document et dans les matrices origine-destination afférentes, il est possible d'établir un seuil en deçà duquel les données obtenues par expansion risquent d'être non significatives. En effet, si l'on s'appuie sur l'hypothèse d'une distribution normale, il est généralement reconnu que les résultats doivent provenir d'un échantillon comportant un minimum de 30 observations pour être significatifs. Par conséquent, compte tenu de la valeur moyenne des facteurs d'expansion appliqués aux résultats du présent échantillon, les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

---

[7] La méthode de pondération adoptée est conforme aux recommandations proposées en 2002 par le Groupe de consultation statistique de Statistique Canada, dans le cadre de l'évaluation de la stratégie de pondération des enquêtes O-D montréalaises. Cette méthode tient compte de la relation interdépendante qui existe entre la sélection des ménages et celle des personnes participant à l'enquête. Elle tient compte également de la non-réponse au niveau des personnes et des déplacements et fait en sorte de minimiser le nombre d'éléments d'information éliminés par l'application des critères de rejet aux enregistrements.

1.2.4 Découpage du territoire

À des fins d'analyse des données, le territoire de l'enquête O-D de 2011 a été découpé en 69 secteurs municipaux (désignés SM), créés à partir de regroupements de secteurs ou de subdivisions de recensement (municipalités), tels qu'ils ont été définis par Statistique Canada.

Le découpage du territoire en secteurs municipaux est illustré à la figure 2, présentée ci-après. Il est à noter que celui-ci est propre au présent document. Toute comparaison avec des données provenant d'autres sources devra être faite en s'assurant au préalable de la correspondance entre les territoires comparés. L'annexe 1 fournit la liste des 69 secteurs municipaux et leurs liens avec les municipalités et les municipalités régionales de comté (MRC) ou territoires équivalents (TE) correspondants.

Un 70^{e} secteur, désigné par la mention « Hors territoire », figure dans les matrices origine-destination des déplacements. Il regroupe les déplacements dont l'origine ou la destination, selon le cas, est située à l'extérieur du territoire d'enquête précédemment présenté.

Afin d'élargir l'éventail des analyses faisant partie de la partie II portant sur l'ensemble de la population, les résultats sont présentés, non seulement sur la base du découpage en 69 secteurs municipaux, mais également selon 25 secteurs géopolitiques, désignés par les lettres SGP, correspondant aux principales entités géopolitiques présentes sur le territoire de l'enquête. Ces secteurs géopolitiques sont décrits dans le tableau 2, présenté après la figure 2.

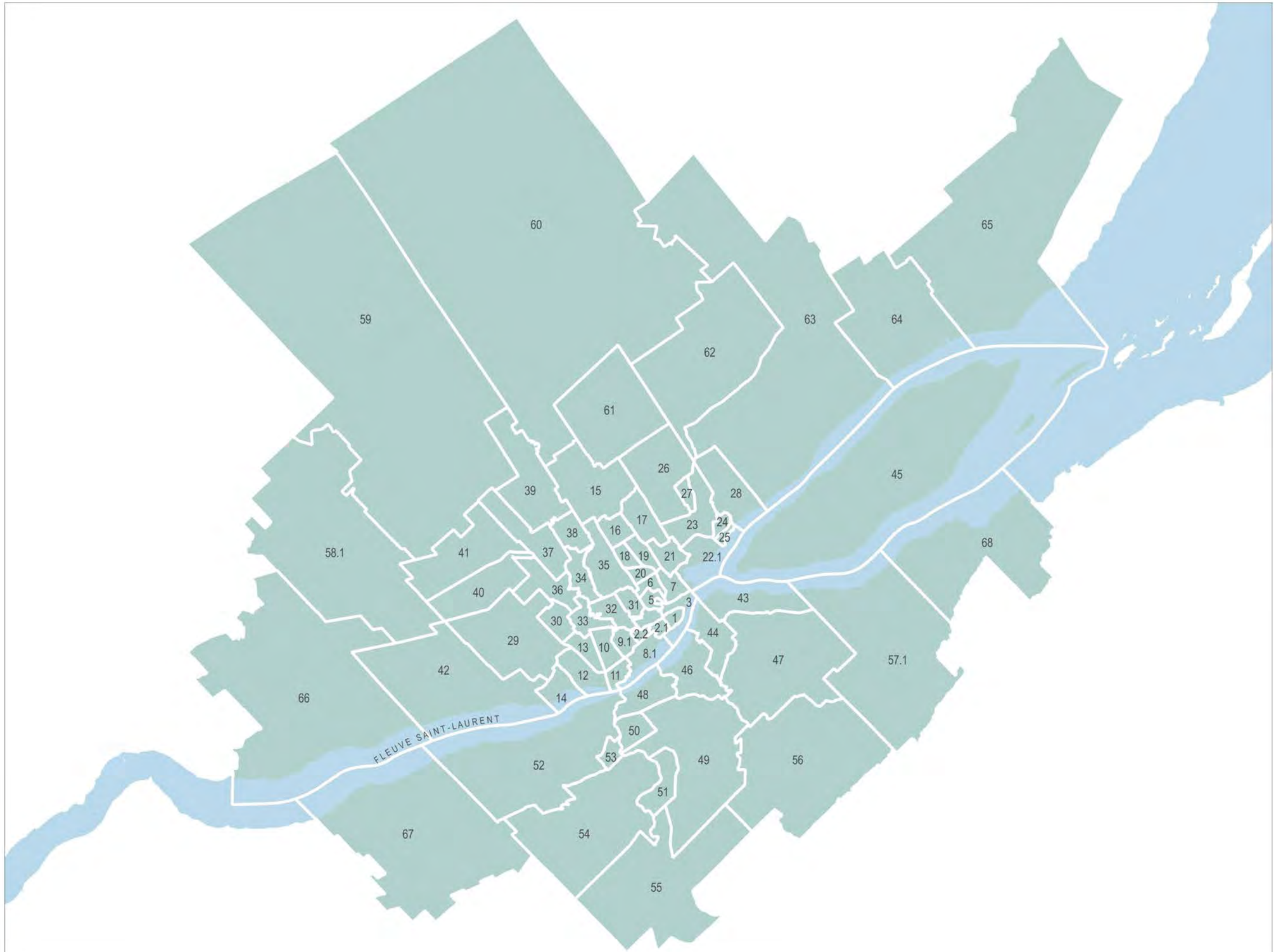


FIGURE 2
SECTEURS MUNICIPAUX DU TERRITOIRE DE L'ENQUÊTE O-D DE 2011

TERRITOIRE D'ENQUÊTE

SECTEUR MUNICIPAL

N

0 10 km

MARS 2014

Tableau 2 – Secteurs géopolitiques du territoire de l'enquête O-D 2011

SECTEUR GÉOPOLITIQUE	DESCRIPTION
SGP-1	Territoire complet de l'enquête
SGP-2	Territoire de l'enquête – Portion rive nord
SGP-3	Territoire de l'enquête – Portion rive sud
SGP-4	Territoire du Réseau de transport de la Capitale (RTC)
SGP-5	Territoire de la Société de transport de Lévis
SGP-6	Territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ)
SGP-7	Territoire de l'agglomération de Québec (ancienne CUQ)
SGP-8	Territoire de la MRC de L'Île-d'Orléans
SGP-9	Territoire de la MRC de La Côte-de-Beaupré
SGP-10	Territoire de la MRC de La Jacques-Cartier
SGP-11	Portion enquêtée de la MRC de Bellechasse
SGP-12	Portion enquêtée de la MRC de Lotbinière
SGP-13	Portion enquêtée de la MRC de la Nouvelle-Beauce
SGP-14	Portion enquêtée de la MRC de Portneuf
SGP-15	Territoire de la ville de Québec
SGP-16	Territoire de la ville de Lévis
SGP-17	Territoire de l'arrondissement Beauport (Québec)
SGP-18	Territoire de l'arrondissement Charlesbourg (Québec)
SGP-19	Territoire de l'arrondissement Les Rivières (Québec)
SGP-20	Territoire de l'arrondissement La Cité-Limoilou (Québec) – y compris Notre-Dame-des-Anges
SGP-21	Territoire de l'arrondissement La Haute-Saint-Charles (Québec) – y compris Wendake
SGP-22	Territoire de l'arrondissement Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec) – y compris L'Ancienne-Lorette et Saint-Augustin-de-Desmaures
SGP-23	Territoire de l'arrondissement Desjardins (Lévis)
SGP-24	Territoire de l'arrondissement Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)
SGP-25	Territoire de l'arrondissement Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)

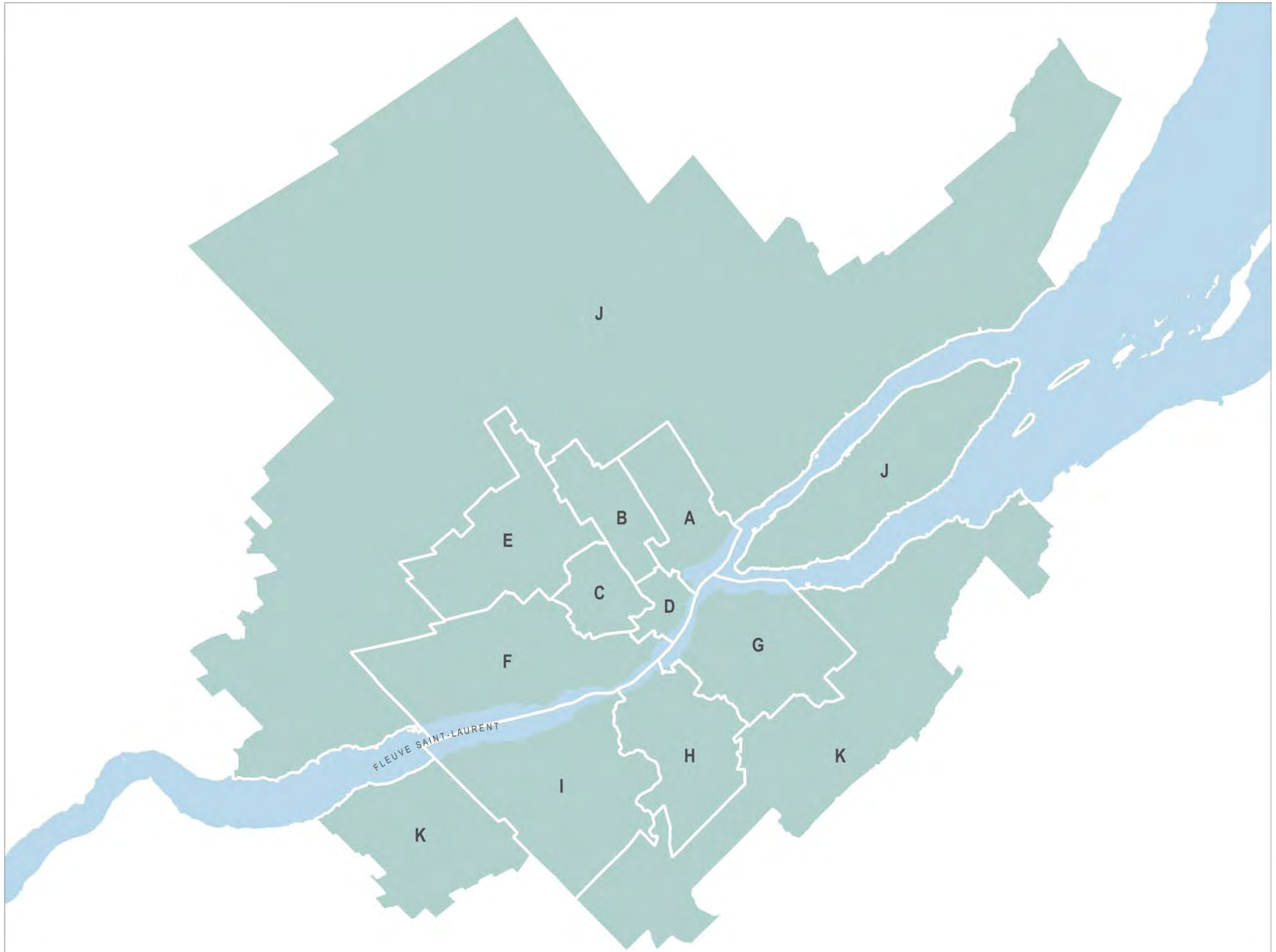
Quant aux analyses relatives aux usagers présentées dans la partie III, il a été nécessaire d'avoir recours à un découpage moins raffiné que les 69 secteurs municipaux de manière à s'assurer que les résultats obtenus soient suffisamment significatifs. Ces analyses par type d'usagers ou modes de transport font donc appel à un découpage en grands secteurs, constitué d'un groupement de secteurs municipaux qui correspondent, pour l'essentiel, aux territoires des arrondissements des villes de Québec (auxquels s'ajoutent les territoires de L'Ancienne-Lorette, de Saint-Augustin-de-Desmaures, de Wendake et de Notre-Dame-des-Anges) et de Lévis. Le territoire de l'enquête situé en périphérie de ces arrondissements a, quant à lui, été regroupé en deux autres grands secteurs, selon la rive du fleuve, appelés « couronne nord » et « couronne sud ». Enfin, une 12^{e} région, appelée « hors territoire »,

regroupant les déplacements dont l'origine ou la destination est située à l'extérieur du territoire de l'enquête O-D de 2011, complète ce découpage en grands secteurs, détaillé dans le tableau 3 et illustré à la figure 3, tous deux présentés ci-après.

Tableau 3 – Grands secteurs d'analyse du territoire de l'enquête O-D 2011

GRAND SECTEUR	DESCRIPTION
A	Beauport (ville de Québec)
B	Charlesbourg (ville de Québec)
C	Les Rivières (ville de Québec)
D	La Cité-Limoilou (ville de Québec) – y compris Notre-Dame-des-Anges
E	La Haute-Saint-Charles (ville de Québec) – y compris Wendake
F	Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (ville de Québec) – y compris L'Ancienne-Lorette et Saint-Augustin-de-Desmaures
G	Desjardins (ville de Lévis)
H	Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (ville de Lévis)
I	Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (ville de Lévis)
J	Couronne nord – y compris l'Île-d'Orléans
K	Couronne sud
X	Hors territoire

Pour réduire la taille des tableaux matriciels, ce découpage agrégé a également été utilisé pour l'extraction des matrices origine-destination présentées à la partie II du présent document ainsi que sur le site Internet du MTQ. Tout comme pour le découpage par SM, ce découpage enveloppe tout le territoire sans discontinuité (donc sans fuite), une caractéristique essentielle pour la présentation des données sous forme de matrices de déplacements origine-destination.



Origine Destination 2011

FIGURE 3
GRANDS SECTEURS DU TERRITOIRE
DE L'ENQUÊTE O-D DE 2011

TERRITOIRE D'ENQUÊTE

GRAND SECTEUR

N

0 10 km

MARS 2014

1.2.5 Terminologie

1.2.5.1 Déplacement

Le terme « déplacement », tel qu'il est employé dans le présent document, désigne l'action d'aller d'un endroit à un autre, pour un motif précis. L'« origine » du déplacement indique le lieu du point de départ et la « destination », le lieu du point d'arrivée final. Les déplacements « produits » par un secteur sont ceux dont il constitue l'origine, c'est-à-dire le point de départ. De même, les déplacements « attirés » par un secteur sont ceux dont il constitue la destination, c'est-à-dire le point d'arrivée final.

Les arrêts effectués en chemin ayant pour but de réaliser une activité distincte, telle une course au dépanneur, par exemple, déterminent chacun des déplacements différents, à l'intérieur d'une même « chaîne de déplacements ». Ainsi, chaque arrêt marque la fin d'un déplacement et, au départ, la naissance d'un nouveau. De même, le fait d'aller reconduire quelqu'un en automobile, puis de reprendre ensuite sa route vers un autre lieu, sera considéré comme deux déplacements distincts dont la destination du premier, soit le lieu de descente du passager, devient le lieu d'origine du deuxième déplacement.

L'ensemble des déplacements effectués par une personne entre le moment du départ de son domicile et le moment de son retour (au domicile) constitue une chaîne de déplacements. Une chaîne de déplacements est donc constituée au minimum de deux déplacements, dont le dernier aura pour but le retour au domicile. Plusieurs chaînes de déplacements peuvent ainsi être réalisées par une personne durant la journée, peu importe leur durée, pourvu qu'elles se concluent à chaque occasion par un retour au domicile.

Un déplacement peut aussi être réalisé au moyen d'un ou de plusieurs modes de transport différents successifs, par exemple, utilisation de l'automobile jusqu'au stationnement incitatif et utilisation de l'autobus jusqu'au lieu de travail. Ainsi, même si plus d'un mode de transport est alors emprunté, il s'agit d'un seul et même déplacement ayant pour motif de se rendre au travail. Toutefois, dans ces cas, une nuance peut être apportée lors de certaines compilations au regard des modes de transport empruntés. À cet égard, on peut consulter le point 1.2.5.4.

1.2.5.2 Motif

Le « motif » d'un déplacement est la raison principale pour laquelle le déplacement a été effectué. Pour simplifier les analyses contenues dans le présent document, les motifs déclarés par les répondants ont été regroupés en six grandes catégories, soit le travail, les études, le magasinage, le loisir, le retour au domicile et les autres motifs. Ces six catégories sont issues des regroupements des motifs suivants, tels qu'ils ont été utilisés lors de l'enquête téléphonique :

- Travail :
  - « Travail au lieu habituel de travail »;
  - « Travail à un autre lieu de travail / Rendez-vous d'affaires »;
  - « Travail sur la route ».

- Études :
  - « Études/École », peu importe le niveau (primaire, secondaire, collégial, universitaire, cours du soir, etc.). Cependant, cette catégorie exclut les cours suivis à des fins de loisir ou de sport.
- Magasinage :
  - « Magasinage et commissions » (par exemple, aller à l'épicerie, au centre commercial, au dépanneur, à la pharmacie, etc.).
- Loisir :
  - « Sortie récréative » (par exemple, aller au cinéma, à la bibliothèque, au club sportif, à la piscine publique, à l'aréna, etc.);
  - « Restaurant »;
  - « Visite d'amis/de la parenté ».
- Retour au domicile :
  - « Retour au domicile », correspondant au dernier segment d'une chaîne de déplacements.
- Autres :
  - « Reconduire quelqu'un »;
  - « Aller chercher quelqu'un »;
  - « Santé et soins personnels » (par exemple, aller à un rendez-vous à l'hôpital ou dans une clinique médicale, dentaire, d'optométrie, ou encore aller chez le coiffeur, l'esthéticienne, etc.);
  - « Autre motif ».

1.2.5.3 Période

L'heure à laquelle les déplacements ont été effectués correspond à l'heure du début du déplacement (au point de départ). L'heure de la fin du déplacement (au point d'arrivée) n'est pas une information enquêtée. Aux fins de traitement et d'analyse, les heures des déplacements sont ensuite regroupées en « périodes » de la journée, définies de la façon suivante :

- période de pointe du matin : de 6 h à 8 h 59;
- période hors pointe de jour : de 9 h à 14 h 59;
- période de pointe de l'après-midi : de 15 h à 17 h 59;
- période hors pointe de soir : de 18 h à 23 h 59;
- nuit : de minuit à 5 h 59.

Les périodes de pointe du matin et de l'après-midi ont donc une durée de trois heures chacune. Les périodes hors pointe de jour, de soir et de nuit couvrent, quant à elles, six heures chacune.

1.2.5.4 Mode

Le « mode » associé à un déplacement désigne le moyen de transport utilisé pour l'effectuer.

Un déplacement peut nécessiter l'utilisation de plus d'un mode de transport. Un déplacement comportant l'utilisation de plus d'un mode de transport est alors appelé un déplacement « multimodal ». Un déplacement sera considéré comme « bimodal » lorsqu'une personne emprunte à la fois le mode « transport en commun » (RTC, STLévis ou un service de transport public offert par une MRC) et un autre mode motorisé, ci-après défini (à l'exclusion du mode « transport adapté »).

Pour les déplacements multimodaux (y compris les déplacements bimodaux), il est nécessaire, aux fins des analyses qui suivront, de faire la distinction entre un « déplacement-personne » et un « déplacement-mode ».

Déplacement-personne

Un déplacement-personne se définit comme le fait pour une personne de se déplacer d'une origine vers une destination, pour un motif quelconque, sans égard au moyen de transport emprunté pour effectuer ce déplacement. Ainsi, un tel déplacement constituera un déplacement-personne, même si plusieurs modes de transport sont empruntés. Dans les analyses qui suivront, les résultats exprimeront des **déplacements-personnes** lorsque tous les modes seront considérés, sans distinction.

Déplacement-mode

Cependant, il est aussi possible de comptabiliser un déplacement autant de fois qu'il y a de modes de transport différents qui sont empruntés. On parle alors de déplacements-modes. Cette notion est utile pour tenir compte de tous les modes différents empruntés lors d'un déplacement multimodal . Par exemple, le déplacement d'une personne se rendant au travail en utilisant successivement son automobile, le traversier (comme piéton), puis l'autobus constituera un seul déplacement-personne, mais trois déplacements-modes. De même, un déplacement bimodal (par exemple, auto-passager et transport en commun) constitue un seul déplacement-personne, mais deux déplacements-modes. Dans les analyses qui suivront, les résultats exprimeront des **déplacements-modes** lorsqu'une sélection selon le mode sera considérée.

Il va de soi que le nombre total de déplacements-modes est toujours supérieur au nombre de déplacements-personnes. Cette distinction permet ainsi d'estimer de manière plus précise l'utilisation de chaque mode de transport et, conséquemment, d'en arriver à calculer une répartition modale vraiment représentative de la proportion des déplacements, effectués en tout ou en partie, en utilisant le mode considéré. En conséquence, dans les sections suivantes, les résultats figurant dans les tableaux de données présentées selon le mode de transport totaliseront des déplacements-modes, alors qu'ailleurs dans le document, les données feront référence aux déplacements-personnes, ce qui explique les écarts entre les deux.

Plusieurs modes de transport ont été recensés durant l'enquête. Pour simplifier les analyses, les modes utilisés par les répondants ont été regroupés en deux principales catégories, soit les déplacements motorisés et les déplacements non motorisés. En raison de sa grande diversité de modes, la catégorie « motorisés » a, de plus, été ventilée en trois sous-catégories, à savoir le mode automobile (conducteur ou passager), le mode transport en commun (RTC, STLévis ou bimodal) et les autres modes motorisés. Ces regroupements des différents modes de transport recensés au cours de l'enquête sont définis comme suit.

Motorisés

Déplacement effectué, en tout ou en partie, en utilisant les modes « automobile », « transport en commun » ou « autres motorisés », ci-après définis :

- ***Automobile*** : déplacement effectué, en tout ou en partie, en utilisant le mode « automobile », soit comme « conducteur » ou « passager ». Le terme « automobile » englobe tous les véhicules motorisés ayant servi à des fins personnelles, y compris les véhicules commerciaux (camions, camionnettes) et les motos, à l'exception des déplacements en taxi effectués à des fins commerciales (avec passagers payants);
  - conducteur : déplacement effectué, en tout ou en partie, comme conducteur du mode « automobile », précédemment défini;
  - passager : déplacement effectué, en tout ou en partie, comme passager du mode « automobile », précédemment défini.
- ***Transport en commun*** : déplacement effectué, en tout ou en partie, en utilisant le mode « transport en commun » offert par le RTC, la Société de transport de Lévis ou un service de transport public offert par une MRC. Ce mode exclut le transport adapté;
  - *RTC* : déplacement effectué, en tout ou en partie, en utilisant le mode « transport en commun » précédemment défini, comme passager à bord d'un autobus ou d'un taxibus du RTC;
  - *STLévis* : déplacement effectué, en tout ou en partie, en utilisant le mode « transport en commun » précédemment défini, comme passager à bord d'un autobus ou d'un taxibus de la Société de transport de Lévis;
  - *bimodal* : déplacement effectué en utilisant à la fois le mode « transport en commun » et un autre mode, à l'exclusion des modes « transport adapté » et « à pied »;
- ***Autres motorisés*** : déplacement effectué, en tout ou en partie, comme passager à bord du mode « autobus scolaire », « autobus interurbain », « traversier », « taxi » (à titre de passager payant), « transport adapté » ou « train ».

Non motorisés

Déplacement effectué, en tout ou en partie, en utilisant le mode « vélo » ou entièrement en marchant (mode « à pied »).

Autres

Déplacement effectué, en tout ou en partie, en utilisant un mode non décrit précédemment (avion, bateau, etc.).

2 PARTIE II – RÉSULTATS RELATIFS À L'ENSEMBLE DE LA POPULATION

2.1 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les données contenues dans la partie II du document sont relatives à l'ensemble de la population, quel que soit le mode de transport utilisé, mais ciblent différents sous-ensembles géographiques du territoire enquêté. En effet, les résultats de l'enquête y sont présentés selon deux types de découpage, d'abord à l'échelle des 25 secteurs géopolitiques (section 2.2), puis à l'échelle des 69 secteurs municipaux qui composent le territoire de l'enquête (section 2.3).

Dans les deux cas, une fiche-résultat est produite pour chacun des secteurs géopolitiques et des secteurs municipaux considérés, afin d'y synthétiser plusieurs statistiques portant sur les principales caractéristiques sociodémographiques et sur la mobilité de la population résidant dans le secteur concerné, ainsi que sur les déplacements que l'on y retrouve, qu'ils soient effectués par les résidents du secteur analysé ou non.

À la section 2.4, des matrices de déplacements origine-destination (O-D) sont présentées pour différentes combinaisons de motifs de déplacement, de périodes de la journée et de modes de transport. Afin d'alléger la taille des matrices présentées, les résultats ont été agrégés selon le découpage du territoire en grands secteurs d'analyse.

Évidemment, toutes les données relatives à un sous-ensemble géographique particulier (fiches-résultats) ou aux matrices de déplacements sont pondérées, comme l'explique le point 1.2.3, de façon à représenter l'ensemble de la population et de ses déplacements.

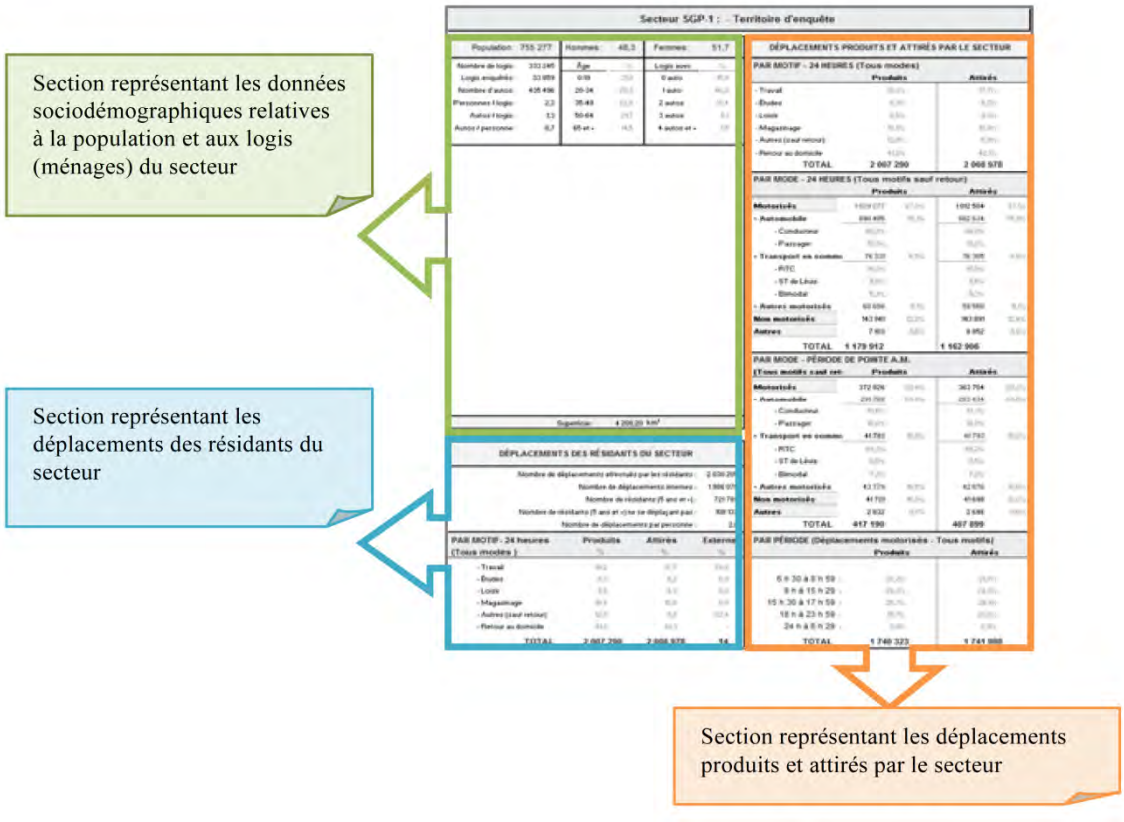
2.1.1 Interprétation des tableaux de données

Pour chacun des secteurs géopolitiques (section 2.2) ou municipaux (section 2.3), les tableaux de statistiques contenus dans les fiches-résultats comportent trois sections, illustrées à la figure 4, à savoir :

- les données sociodémographiques relatives à la population et aux logis (ménages) du secteur;
- les déplacements effectués par les résidents du secteur (âgés de 5 ans et plus);
- les déplacements produits ou attirés par le secteur.

On y trouve aussi, au centre, une carte représentant le secteur concerné de même que les principaux axes routiers qui le traversent.

Figure 4 – Contenu des fiches-résultats



2.1.1.1 *Statistiques sociodémographiques*

La première section des fiches-résultats, située dans le coin supérieur gauche, porte sur les données sociodémographiques relatives au secteur (nombre de logis, distribution des personnes selon le sexe et le groupe d'âge) ainsi que sur les statistiques relatives au parc véhiculaire (nombre total de véhicules à la disposition des résidents du secteur, distribution des logis selon le nombre de véhicules disponibles, nombre de véhicules par logis et par personne).

Les données associées aux variables « population » et « logis », ainsi que la distribution de la population selon le sexe et l'âge, sont estimées à partir de facteurs d'expansion établis selon les données officielles du recensement démographique de Statistique Canada de 2011 complétées par un estimé provenant du Registre des Indiens tenu par le Ministère des Affaires autochtones et Développement du Nord Canada pour le territoire de Wendake.

La variable « nombre d'autos » ainsi que la distribution des logis selon le nombre d'automobiles sont des estimations provenant des données de l'enquête[8]. Pour les ratios

[8] Ces nombres sont calculés à partir de la déclaration des répondants de l'enquête à la question portant sur le nombre de véhicules motorisés dont disposent les membres de leur ménage pour effectuer des déplacements. Pour des raisons méthodologiques, cette estimation du parc automobile ne peut remplacer celle de la SAAQ.

« autos/logis » et « autos/personne », les nombres de logis et de personnes proviennent des données de Statistique Canada. Il est à noter que seule la population de 16 ans et plus est prise en compte pour le calcul de l'indicateur « autos/personne ».

2.1.1.2 Déplacements des résidents du secteur

La deuxième partie, située dans le coin inférieur gauche, décrit les déplacements « tous modes » effectués par les résidents du secteur (âgés de 5 ans et plus), tout au long d'une journée ouvrable typique d'automne (24 heures). Ceux-ci sont présentés selon le motif du déplacement, déclaré par les répondants, et selon qu'il s'agit d'un déplacement produit par le secteur, attiré par celui-ci ou externe. Les déplacements externes sont ceux effectués par des résidents du secteur, mais dont l'origine et la destination sont toutes les deux extérieures au secteur en question. Pour chacune des colonnes de déplacements (produits, attirés, externes), on trouve le nombre total de déplacements ainsi que leur distribution selon le motif.

D'autres statistiques relatives aux résidents sont également fournies : le « nombre total de déplacements effectués par les résidents », le « nombre de déplacements internes » (dans le secteur), le « nombre de résidents (5 ans et plus) », le « nombre de résidents (5 ans et plus) ne se déplaçant pas » et le « nombre de déplacements par personne ». Cette dernière variable est calculée en ne considérant que les personnes âgées de 5 ans et plus, car aucun déplacement n'est recueilli pour les enfants de moins de 5 ans.

2.1.1.3 Déplacements produits et attirés par le secteur

La troisième partie des résultats, présentée à droite sur les fiches-synthèses, comprend quatre tableaux dans lesquels on présente la distribution des déplacements produits ou attirés par le secteur considéré. Les deux premières compilations concernent les déplacements effectués tout au long de la journée (sur une période de 24 heures), tandis que la troisième se rapporte uniquement aux déplacements qui ont lieu pendant la période de pointe du matin (PPAM). Enfin, la quatrième compilation est consacrée à la distribution des déplacements « motorisés » selon la période de la journée.

Dans chacun de ces quatre tableaux, les résultats sont présentés en deux colonnes, intitulées « produits » et « attirés », selon la définition donnée au point 1.2.5.1. La différence entre cette section et la précédente est que les personnes ayant effectué les déplacements ne sont pas nécessairement des résidents du secteur faisant l'objet de la fiche-résultat.

Le premier tableau, qui présente les déplacements selon le motif, concerne tous les déplacements effectués pendant une période de 24 heures, indépendamment du mode de transport utilisé. Dans les deux tableaux qui suivent, ventilés selon le mode, tous les déplacements sont considérés, sauf s'il s'agit de déplacements effectués pour le motif « retour au domicile ».

Rappelons que les résultats présentés selon les modes de transport sont l'expression de déplacements-modes, alors que ceux présentés sans égard aux modes (donc lorsque tous les modes sont considérés) sont des déplacements-personnes, comme le définit le point 1.2.5.4. Toutefois, les totaux des différents tableaux expriment toujours des déplacements-personnes. C'est pourquoi la somme des déplacements-modes présentés dans un tableau ventilé selon le mode de transport diffère du total (exprimant des déplacements-personnes) inscrit au bas de ce même tableau. La différence entre les totaux des tableaux d'une même page de données peut être due à l'inclusion ou non des « retours au domicile » ou encore à l'exclusion ou non

des déplacements non motorisés. Il est donc important de prendre connaissance des en-têtes de colonne de chacun des tableaux avant de procéder à l'analyse des résultats exposés. Rappelons aussi que le mode « à pied » ne correspond qu'aux déplacements entièrement et uniquement effectués en marchant.

2.1.2 Interprétation des matrices de déplacements

Une matrice de déplacements origine-destination est en fait un tableau permettant de quantifier les mouvements de circulation des personnes entre des secteurs d'analyse. Le format retenu ici est celui de matrices-flots de déplacements-personnes, où chaque cellule représente le flot total de déplacements (le volume enquêté pondéré) entre les différents secteurs du territoire.

Ainsi, le nombre « Fij », indiqué dans la cellule à l'intersection de la ligne « i » et de la colonne « j » de la matrice, représente le flot total de déplacements allant du secteur d'origine « i » au secteur de destination « j ». La colonne « total » inscrite au bout de chaque ligne indique le nombre total de déplacements qui proviennent de chaque secteur « i », soit ce qu'on appelle la « production » du secteur. La ligne « total » inscrite au bas de chaque colonne indique, quant à elle, le nombre total de déplacements qui s'effectuent, peu importe le lieu d'origine, vers chaque secteur « j », qu'on appelle « l'attraction ».

Les matrices de déplacements ne peuvent être produites que pour des découpages systémiques du territoire donc ne comportant pas de fuite ou de discontinuité (zones non couvertes). À cette fin, deux formats d'agrégation spatiale ont été retenus pour la présentation matricielle des résultats, soit celui en 11 grands secteurs d'analyse et celui en 69 secteurs municipaux, tels qu'ils sont présentés à la section 1.2.4. Chaque matrice contient les volumes enquêtés pondérés des déplacements effectués au cours d'une journée représentative d'un jour moyen de semaine d'automne. Chacune se distingue par le regroupement des modes de transport, des motifs et des périodes de la journée qu'elle représente.

Étant donné le nombre important de matrices origine-destination produites selon le mode, le motif et la période, ainsi que la taille de chacune d'elles (12 lignes sur 12 colonnes pour les grands secteurs et 70 lignes sur 70 colonnes pour les secteurs municipaux), seules les matrices « 24 heures » et « pointe AM » par grands secteurs sont présentées à la section 2.4.

Les matrices ont été produites pour l'une des quatre périodes suivantes, telles qu'elles sont définies au point 1.2.5.3 :

- la période de pointe du matin;
- la période de pointe de l'après-midi;
- la période hors pointe de jour;
- et pour la journée entière (24 heures).

Comptant beaucoup moins de déplacements, les résultats pour les périodes hors pointe de soir et de nuit ne sont pas présentés sous forme matricielle pour des raisons de valeur statistique. Une description détaillée des matrices disponibles est jointe à l'annexe 2.

2.2 RÉSULTATS SELON LES SECTEURS GÉOPOLITIQUES

Cette section présente, sous forme de fiches-résultats, les principales données sociodémographiques et celles sur la mobilité de la population révélées par l'enquête origine-destination de 2011, pour chacun des 25 secteurs géopolitiques définis à la partie I.

NOTES MÉTHODOLOGIQUES
1. Pour chacun des secteurs géopolitiques, un facteur d'expansion a été appliqué aux résultats présentés dans les tableaux et dans les matrices origine-destination, de façon à représenter l'ensemble de la population du secteur.
2. Compte tenu de la valeur moyenne des facteurs d'expansion appliqués aux résultats provenant de l'échantillon, tous les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.
3. Tous les résultats figurant dans les tableaux et dans les matrices origine-destination du présent document ne tiennent compte que des déplacements des personnes âgées de 5 ans et plus.

SGP 1 - Territoire complet de l'enquête

Population :	807 245	Hommes : 48,1 %		Femmes : 51,9 %	
Nombre de logis :	363 482	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	26 441	0-19	20,5	0 auto	13,3
Nombre d'autos :	502 901	20-34	20,4	1 auto	45,6
Personnes / logis :	2,22	35-49	19,9	2 autos	33,1
Autos / logis :	1,38	50-64	22,6	3 autos	6,1
Autos / personne :	0,74	65 et +	16,5	4 autos et +	1,9

Superficie : 4 205,90 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	1 936 902
Nombre de déplacements internes :	1 890 309
Nombre de résidents (5 ans et +)	764 843
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	108 354
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	18,9	18,4	16,2
- Études	7,9	7,9	1,9
- Loisir	8,7	8,5	42,2
- Magasinage	11,2	11,1	14,4
- Autres (sauf retour)	11,7	11,6	25,2
- Retour au domicile	41,5	42,6	-
Nombre de déplacements	**1 911 533**	**1 914 877**	**800**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	18,9	18,4
- Études	7,9	7,9
- Loisir	8,7	8,5
- Magasinage	11,2	11,1
- Autres (sauf retour)	11,7	11,6
- Retour au domicile	41,5	42,6
Nombre de déplacements	**1 911 533**	**1 914 877**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**1 010 839**	**90,5**	**993 437**	**90,3**
- Automobile	881 372	78,9	864 649	78,6
- Conducteur	82,2 %		82,2 %	
- Passager	17,8 %		17,8 %	
- Transport en commun	83 698	7,5	83 617	7,6
- RTC	92,2 %		92,2 %	
- ST de Lévis	8,7 %		8,7 %	
- Bimodal	7,0 %		7,0 %	
- Autres motorisés	53 894	4,8	53 173	4,8
Non motorisés	**103 177**	**9,2**	**103 181**	**9,4**
Autres	**4 249**	**0,4**	**3 891**	**0,4**
Nombre de déplacements	**1 117 334**		**1 099 686**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**427 494**	**92,1**	**417 898**	**91,9**
- Automobile	341 556	73,6	332 449	73,1
- Conducteur	82,8 %		82,5 %	
- Passager	17,3 %		17,5 %	
- Transport en commun	50 228	10,8	50 192	11,0
- RTC	90,9 %		90,9 %	
- ST de Lévis	9,9 %		9,9 %	
- Bimodal	9,2 %		9,1 %	
- Autres motorisés	41 693	9,0	41 181	9,1
Non motorisés	**35 319**	**7,6**	**35 319**	**7,8**
Autres	**1 896**	**0,4**	**1 813**	**0,4**
Nombre de déplacements	**464 207**		**454 553**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	25,7	25,1
- 9 h à 14 h 59 :	24,5	24,5
- 15 h à 17 h 59 :	30,9	31,4
- 18 h à 23 h 59 :	16,9	17,1
- 24 h à 5 h 59 :	2,0	1,9
Nombre de déplacements	**1 719 859**	**1 723 225**

SGP 2 - Territoire de l'enquête – Portion rive nord

Population :	643 135	Hommes : 48,0 %		Femmes : 52,0 %	
Nombre de logis :	295 542	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	21 362	0-19	19,7	0 auto	15,3
Nombre d'autos :	389 024	20-34	20,8	1 auto	47,0
Personnes / logis :	2,18	35-49	19,6	2 autos	30,6
Autos / logis :	1,32	50-64	22,6	3 autos	5,5
Autos / personne :	0,71	65 et +	17,3	4 autos et +	1,6

Superficie : 3 141,20 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	1 550 254
Nombre de déplacements internes :	1 492 004
Nombre de résidents (5 ans et +)	610 799
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	88 002
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	18,7	17,7	34,0
- Études	7,9	7,8	2,6
- Loisir	9,0	8,6	25,1
- Magasinage	11,4	11,4	19,4
- Autres (sauf retour)	11,8	11,7	19,0
- Retour au domicile	41,3	42,9	-
Nombre de déplacements	**1 518 614**	**1 521 304**	**2 341**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	18,3	18,9
- Études	7,6	8,0
- Loisir	8,8	8,7
- Magasinage	11,2	11,3
- Autres (sauf retour)	11,7	11,7
- Retour au domicile	42,4	41,4
Nombre de déplacements	**1 573 038**	**1 575 818**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**811 510**	**89,6**	**829 498**	**89,8**
- Automobile	701 010	77,4	715 397	77,4
- Conducteur	81,9 %		81,9 %	
- Passager	18,2 %		18,1 %	
- Transport en commun	76 589	8,5	80 242	8,7
- RTC	99,4 %		95,5 %	
- ST de Lévis	0,9 %		5,1 %	
- Bimodal	6,1 %		6,8 %	
- Autres motorisés	39 554	4,4	40 754	4,4
Non motorisés	**91 819**	**10,1**	**91 976**	**10,0**
Autres	**3 341**	**0,4**	**3 014**	**0,3**
Nombre de déplacements	**905 897**		**923 819**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**335 662**	**91,3**	**350 339**	**91,7**
- Automobile	265 420	72,2	277 081	72,5
- Conducteur	82,3 %		82,2 %	
- Passager	17,8 %		17,8 %	
- Transport en commun	45 161	12,3	48 187	12,6
- RTC	99,5 %		94,1 %	
- ST de Lévis	0,6 %		6,4 %	
- Bimodal	8,1 %		9,1 %	
- Autres motorisés	29 322	8,0	30 346	7,9
Non motorisés	**30 685**	**8,3**	**30 763**	**8,0**
Autres	**1 593**	**0,4**	**1 483**	**0,4**
Nombre de déplacements	**367 500**		**382 229**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	24,8	25,8
- 9 h à 14 h 59 :	24,6	24,7
- 15 h à 17 h 59 :	31,5	30,6
- 18 h à 23 h 59 :	17,2	17,0
- 24 h à 5 h 59 :	1,9	1,9
Nombre de déplacements	**1 403 334**	**1 406 076**

SGP 3 - Territoire de l'enquête – Portion rive sud

Population :	164 110	Hommes : 48,4 %		Femmes : 51,6 %	
Nombre de logis :	67 940	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	5 079	0-19	23,7	0 auto	4,7
Nombre d'autos :	113 878	20-34	18,9	1 auto	39,5
Personnes / logis :	2,42	35-49	21,0	2 autos	43,8
Autos / logis :	1,68	50-64	22,7	3 autos	8,9
Autos / personne :	0,85	65 et +	13,6	4 autos et +	3,1

Superficie : 1 064,70 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	386 648
Nombre de déplacements internes :	266 528
Nombre de résidents (5 ans et +)	154 044
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	20 352
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	23,0	13,6	30,9
- Études	9,8	7,7	2,9
- Loisir	8,5	6,6	24,8
- Magasinage	11,2	10,3	18,4
- Autres (sauf retour)	11,8	11,0	23,0
- Retour au domicile	35,7	50,7	-
Nombre de déplacements	**321 325**	**321 730**	**10 121**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	22,2	15,8
- Études	9,3	7,6
- Loisir	8,3	7,3
- Magasinage	10,9	10,1
- Autres (sauf retour)	11,7	11,0
- Retour au domicile	37,5	48,1
Nombre de déplacements	**338 494**	**339 059**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**199 329**	**94,3**	**163 940**	**93,2**
- Automobile	180 362	85,3	149 252	84,9
- Conducteur	83,7 %		83,5 %	
- Passager	16,4 %		16,5 %	
- Transport en commun	7 109	3,4	3 375	1,9
- RTC	15,2 %		15,2 %	
- ST de Lévis	93,6 %		94,8 %	
- Bimodal	16,4 %		11,2 %	
- Autres motorisés	14 341	6,8	12 419	7,1
Non motorisés	**11 358**	**5,4**	**11 205**	**6,4**
Autres	**908**	**0,4**	**876**	**0,5**
Nombre de déplacements	**211 438**		**175 867**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**91 832**	**95,0**	**67 559**	**93,4**
- Automobile	76 136	78,7	55 367	76,6
- Conducteur	84,6 %		84,0 %	
- Passager	15,5 %		16,1 %	
- Transport en commun	5 067	5,2	2 005	2,8
- RTC	14,9 %		15,7 %	
- ST de Lévis	92,7 %		94,1 %	
- Bimodal	18,5 %		9,5 %	
- Autres motorisés	12 372	12,8	10 835	15,0
Non motorisés	**4 634**	**4,8**	**4 556**	**6,3**
Autres	**303**	**0,3**	**330**	**0,5**
Nombre de déplacements	**96 707**		**72 324**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	29,8	22,3
- 9 h à 14 h 59 :	24,1	23,4
- 15 h à 17 h 59 :	28,2	34,6
- 18 h à 23 h 59 :	15,6	17,6
- 24 h à 5 h 59 :	2,2	2,0
Nombre de déplacements	**316 526**	**317 149**

SGP 4 - Territoire du Réseau de transport de la Capitale (RTC)

Population :	563 960	Hommes : 47,6 %		Femmes : 52,4 %	
Nombre de logis :	263 571	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	18 548	0-19	19,2	0 auto	16,7
Nombre d'autos :	332 026	20-34	21,1	1 auto	48,5
Personnes / logis :	2,14	35-49	19,3	2 autos	28,6
Autos / logis :	1,26	50-64	22,6	3 autos	4,9
Autos / personne :	0,69	65 et +	17,7	4 autos et +	1,3

Superficie : 633,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	1 376 826
Nombre de déplacements internes :	1 299 293
Nombre de résidents (5 ans et +)	536 707
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	75 825
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	18,7	17,2	37,1
- Études	7,9	7,7	2,2
- Loisir	9,1	8,6	26,0
- Magasinage	11,5	11,5	17,5
- Autres (sauf retour)	11,7	11,6	17,3
- Retour au domicile	41,1	43,4	-
Nombre de déplacements	**1 335 558**	**1 337 845**	**2 716**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	17,7	19,3
- Études	7,3	8,0
- Loisir	8,9	8,9
- Magasinage	11,3	11,8
- Autres (sauf retour)	11,6	11,9
- Retour au domicile	43,2	40,1
Nombre de déplacements	**1 444 427**	**1 447 209**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**729 054**	**88,8**	**775 175**	**89,4**
- Automobile	627 426	76,4	668 410	77,1
- Conducteur	81,6 %		81,7 %	
- Passager	18,4 %		18,3 %	
- Transport en commun	75 729	9,2	80 141	9,2
- RTC	99,6 %		95,5 %	
- ST de Lévis	0,9 %		5,1 %	
- Bimodal	5,3 %		6,8 %	
- Autres motorisés	30 736	3,7	33 362	3,8
Non motorisés	**89 405**	**10,9**	**89 425**	**10,3**
Autres	**2 982**	**0,4**	**2 714**	**0,3**
Nombre de déplacements	**820 733**		**866 684**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**295 084**	**90,6**	**325 963**	**91,4**
- Automobile	232 176	71,3	258 614	72,5
- Conducteur	81,7 %		81,8 %	
- Passager	18,3 %		18,2 %	
- Transport en commun	44 364	13,6	48 111	13,5
- RTC	99,8 %		94,1 %	
- ST de Lévis	0,7 %		6,4 %	
- Bimodal	6,8 %		9,1 %	
- Autres motorisés	22 044	6,8	24 380	6,8
Non motorisés	**29 664**	**9,1**	**29 704**	**8,3**
Autres	**1 346**	**0,4**	**1 265**	**0,4**
Nombre de déplacements	**325 696**		**356 583**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	23,9	26,2
- 9 h à 14 h 59 :	24,7	25,0
- 15 h à 17 h 59 :	32,0	29,9
- 18 h à 23 h 59 :	17,5	16,9
- 24 h à 5 h 59 :	1,8	1,9
Nombre de déplacements	**1 279 687**	**1 282 418**

SGP 5 - Territoire de la Société de transport de Lévis

Population :	144 891	Hommes : 48,2 %		Femmes : 51,8 %	
Nombre de logis :	60 134	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	4 062	0-19	23,7	0 auto	5,0
Nombre d'autos :	99 800	20-34	18,9	1 auto	40,0
Personnes / logis :	2,41	35-49	21,2	2 autos	43,3
Autos / logis :	1,66	50-64	22,8	3 autos	8,8
Autos / personne :	0,84	65 et +	13,4	4 autos et +	2,9

Superficie : 557,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	344 077
Nombre de déplacements internes :	232 363
Nombre de résidents (5 ans et +)	136 202
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	17 433
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	23,1	13,0	31,7
- Études	9,9	7,7	3,1
- Loisir	8,5	6,6	23,2
- Magasinage	11,3	10,5	18,1
- Autres (sauf retour)	11,9	11,1	23,8
- Retour au domicile	35,3	51,2	-
Nombre de déplacements	**283 459**	**283 712**	**9 268**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	21,8	15,9
- Études	9,2	7,7
- Loisir	8,2	7,5
- Magasinage	11,1	10,6
- Autres (sauf retour)	11,7	11,2
- Retour au domicile	38,0	47,1
Nombre de déplacements	**307 578**	**308 078**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**179 522**	**94,2**	**152 048**	**93,3**
- Automobile	162 255	85,2	138 723	85,1
- Conducteur	83,9 %		83,6 %	
- Passager	16,2 %		16,4 %	
- Transport en commun	7 040	3,7	3 354	2,1
- RTC	15,2 %		14,8 %	
- ST de Lévis	93,7 %		95,2 %	
- Bimodal	15,7 %		11,1 %	
- Autres motorisés	12 514	6,6	11 059	6,8
Non motorisés	**10 411**	**5,5**	**10 302**	**6,3**
Autres	**770**	**0,4**	**752**	**0,5**
Nombre de déplacements	**190 548**		**162 947**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**81 920**	**94,8**	**61 758**	**93,4**
- Automobile	67 831	78,5	50 840	76,9
- Conducteur	84,7 %		84,3 %	
- Passager	15,4 %		15,8 %	
- Transport en commun	5 008	5,8	1 984	3,0
- RTC	14,9 %		15,1 %	
- ST de Lévis	92,9 %		94,8 %	
- Bimodal	17,7 %		9,3 %	
- Autres motorisés	10 680	12,4	9 565	14,5
Non motorisés	**4 259**	**4,9**	**4 190**	**6,3**
Autres	**254**	**0,3**	**294**	**0,4**
Nombre de déplacements	**86 371**		**66 122**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	29,3	22,4
- 9 h à 14 h 59 :	24,4	23,8
- 15 h à 17 h 59 :	28,3	34,3
- 18 h à 23 h 59 :	15,8	17,5
- 24 h à 5 h 59 :	2,2	2,0
Nombre de déplacements	**287 592**	**288 143**

SGP 6 - Territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ)

Population :	759 189	Hommes : 48,0 %		Femmes : 52,0 %	
Nombre de logis :	344 042	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	24 726	0-19	20,3	0 auto	13,8
Nombre d'autos :	467 840	20-34	20,5	1 auto	46,3
Personnes / logis :	2,21	35-49	19,8	2 autos	32,2
Autos / logis :	1,36	50-64	22,6	3 autos	5,9
Autos / personne :	0,73	65 et +	16,7	4 autos et +	1,7

Superficie : 3 374,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	1 830 530
Nombre de déplacements internes :	1 784 273
Nombre de résidents (5 ans et +)	720 498
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	101 015
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	18,9	18,3	22,8
- Études	7,9	7,9	2,0
- Loisir	8,8	8,5	30,5
- Magasinage	11,2	11,2	21,5
- Autres (sauf retour)	11,7	11,6	23,2
- Retour au domicile	41,5	42,6	-
Nombre de déplacements	**1 805 375**	**1 808 662**	**766**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	18,7	18,6
- Études	7,8	7,9
- Loisir	8,7	8,6
- Magasinage	11,2	11,3
- Autres (sauf retour)	11,6	11,6
- Retour au domicile	41,9	41,9
Nombre de déplacements	**1 833 313**	**1 836 694**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**960 766**	**90,2**	**962 803**	**90,3**
- Automobile	835 864	78,5	837 709	78,5
- Conducteur	82,2 %		82,2 %	
- Passager	17,8 %		17,9 %	
- Transport en commun	83 261	7,8	83 535	7,8
- RTC	92,5 %		92,3 %	
- ST de Lévis	8,5 %		8,7 %	
- Bimodal	6,8 %		7,0 %	
- Autres motorisés	49 399	4,6	49 543	4,6
Non motorisés	**100 770**	**9,5**	**100 807**	**9,5**
Autres	**4 016**	**0,4**	**3 700**	**0,3**
Nombre de déplacements	**1 064 622**		**1 066 487**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**402 768**	**91,9**	**404 219**	**91,9**
- Automobile	320 898	73,2	321 911	73,2
- Conducteur	82,6 %		82,5 %	
- Passager	17,4 %		17,5 %	
- Transport en commun	49 845	11,4	50 111	11,4
- RTC	91,4 %		91,0 %	
- ST de Lévis	9,6 %		9,8 %	
- Bimodal	8,9 %		9,1 %	
- Autres motorisés	37 737	8,6	38 102	8,7
Non motorisés	**34 332**	**7,8**	**34 341**	**7,8**
Autres	**1 779**	**0,4**	**1 738**	**0,4**
Nombre de déplacements	**438 378**		**439 821**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	25,3	25,4
- 9 h à 14 h 59 :	24,6	24,7
- 15 h à 17 h 59 :	31,1	31,0
- 18 h à 23 h 59 :	17,0	17,0
- 24 h à 5 h 59 :	1,9	1,9
Nombre de déplacements	**1 646 431**	**1 649 826**

SGP 7 - Territoire de l'agglomération de Québec (ancienne CUQ)

Population :	553 110	Hommes : 47,6 %		Femmes : 52,4 %	
Nombre de logis :	259 688	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	18 130	0-19	19,0	0 auto	16,9
Nombre d'autos :	324 804	20-34	21,1	1 auto	48,8
Personnes / logis :	2,13	35-49	19,2	2 autos	28,2
Autos / logis :	1,25	50-64	22,7	3 autos	4,8
Autos / personne :	0,69	65 et +	17,9	4 autos et +	1,2

Superficie : 552,00 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	1 350 428
Nombre de déplacements internes :	1 273 242
Nombre de résidents (5 ans et +)	526 795
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	74 903
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	18,7	17,2	36,3
- Études	7,8	7,7	2,2
- Loisir	9,2	8,6	25,9
- Magasinage	11,6	11,6	16,7
- Autres (sauf retour)	11,7	11,5	19,0
- Retour au domicile	41,1	43,4	-
Nombre de déplacements	**1 309 266**	**1 311 605**	**2 799**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	17,6	19,4
- Études	7,3	8,0
- Loisir	8,9	8,9
- Magasinage	11,3	11,9
- Autres (sauf retour)	11,5	11,9
- Retour au domicile	43,4	39,8
Nombre de déplacements	**1 427 119**	**1 429 919**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**716 619**	**88,7**	**768 817**	**89,4**
- Automobile	616 708	76,3	662 793	77,1
- Conducteur	81,7 %		81,7 %	
- Passager	18,4 %		18,3 %	
- Transport en commun	75 248	9,3	80 125	9,3
- RTC	99,6 %		95,5 %	
- ST de Lévis	0,9 %		5,1 %	
- Bimodal	5,2 %		6,8 %	
- Autres motorisés	29 356	3,6	32 637	3,8
Non motorisés	**89 241**	**11,0**	**89 283**	**10,4**
Autres	**2 935**	**0,4**	**2 714**	**0,3**
Nombre de déplacements	**808 094**		**860 185**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**288 250**	**90,4**	**322 979**	**91,4**
- Automobile	226 630	71,1	256 198	72,5
- Conducteur	81,7 %		81,9 %	
- Passager	18,3 %		18,1 %	
- Transport en commun	44 044	13,8	48 111	13,6
- RTC	99,8 %		94,1 %	
- ST de Lévis	0,7 %		6,4 %	
- Bimodal	6,6 %		9,1 %	
- Autres motorisés	20 966	6,6	23 812	6,7
Non motorisés	**29 554**	**9,3**	**29 617**	**8,4**
Autres	**1 309**	**0,4**	**1 265**	**0,4**
Nombre de déplacements	**318 721**		**353 513**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	23,7	26,3
- 9 h à 14 h 59 :	24,8	25,1
- 15 h à 17 h 59 :	32,1	29,8
- 18 h à 23 h 59 :	17,6	16,9
- 24 h à 5 h 59 :	1,8	1,9
Nombre de déplacements	**1 262 732**	**1 265 502**

SGP 8 - Territoire de la MRC de L'Île-d'Orléans

Population :	6 715	Hommes : 49,8 %		Femmes : 50,2 %	
Nombre de logis :	2 815	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	270	0-19	18,5	0 auto	3,0
Nombre d'autos :	5 032	20-34	13,3	1 auto	37,9
Personnes / logis :	2,39	35-49	18,6	2 autos	42,8
Autos / logis :	1,79	50-64	28,2	3 autos	11,2
Autos / personne :	0,89	65 et +	21,3	4 autos et +	5,1

Superficie : 195,10 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	13 346
Nombre de déplacements internes :	3 093
Nombre de résidents (5 ans et +)	6 467
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 545
Nombre de déplacements par personne :	2,1

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	29,8	8,6	15,0
- Études	15,5	5,8	2,0
- Loisir	9,1	2,3	21,3
- Magasinage	12,4	3,7	32,7
- Autres (sauf retour)	15,0	5,3	29,0
- Retour au domicile	18,2	74,3	-
Nombre de déplacements	**7 190**	**7 264**	**1 985**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	26,4	13,8
- Études	13,4	5,1
- Loisir	7,8	6,2
- Magasinage	11,5	3,7
- Autres (sauf retour)	13,8	6,4
- Retour au domicile	27,1	64,8
Nombre de déplacements	**8 344**	**8 322**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 940**	**97,7**	**2 799**	**95,6**
- Automobile	5 154	84,7	2 422	82,7
- Conducteur	83,4 %		86,9 %	
- Passager	16,6 %		13,1 %	
- Transport en commun	82	1,4	0	0,0
- RTC	76,4 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	65,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	766	12,6	376	12,9
Non motorisés	**122**	**2,0**	**122**	**4,2**
Autres	**19**	**0,3**	**7**	**0,2**
Nombre de déplacements	**6 082**		**2 928**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**2 905**	**97,1**	**1 167**	**93,1**
- Automobile	2 243	75,0	909	72,5
- Conducteur	85,1 %		95,2 %	
- Passager	14,9 %		4,8 %	
- Transport en commun	82	2,8	0	0,0
- RTC	76,4 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	65,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	642	21,5	258	20,6
Non motorisés	**80**	**2,7**	**80**	**6,4**
Autres	**7**	**0,2**	**7**	**0,5**
Nombre de déplacements	**2 992**		**1 254**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	36,5	15,4
- 9 h à 14 h 59 :	27,5	24,6
- 15 h à 17 h 59 :	21,1	41,2
- 18 h à 23 h 59 :	11,7	17,5
- 24 h à 5 h 59 :	3,3	1,2
Nombre de déplacements	**8 099**	**8 077**

SGP 9 - Territoire de la MRC de La Côte-de-Beaupré

Population :	26 135	Hommes : 50,0 %		Femmes : 50,0 %	
Nombre de logis :	10 805	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	1 095	0-19	22,0	0 auto	4,6
Nombre d'autos :	18 976	20-34	16,0	1 auto	37,8
Personnes / logis :	2,42	35-49	21,3	2 autos	41,1
Autos / logis :	1,76	50-64	24,0	3 autos	12,0
Autos / personne :	0,87	65 et +	16,7	4 autos et +	4,4

Superficie : 647,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	56 707
Nombre de déplacements internes :	23 393
Nombre de résidents (5 ans et +)	24 624
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	4 280
Nombre de déplacements par personne :	2,3

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	25,2	9,9	18,7
- Études	11,7	6,4	2,3
- Loisir	10,0	4,8	19,3
- Magasinage	12,3	7,1	33,1
- Autres (sauf retour)	12,6	8,7	26,5
- Retour au domicile	28,2	63,1	-
Nombre de déplacements	**37 498**	**37 376**	**5 208**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	23,4	12,8
- Études	10,7	6,5
- Loisir	9,5	7,0
- Magasinage	11,6	6,8
- Autres (sauf retour)	12,3	9,6
- Retour au domicile	32,6	57,2
Nombre de déplacements	**41 366**	**41 212**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**27 218**	**97,6**	**16 988**	**96,4**
- Automobile	24 220	86,8	14 835	84,1
- Conducteur	82,2 %		82,7 %	
- Passager	17,9 %		17,4 %	
- Transport en commun	530	1,9	34	0,2
- RTC	94,3 %		78,9 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	38,6 %		51,3 %	
- Autres motorisés	2 701	9,7	2 235	12,7
Non motorisés	**577**	**2,1**	**565**	**3,2**
Autres	**139**	**0,5**	**78**	**0,4**
Nombre de déplacements	**27 898**		**17 631**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**13 087**	**97,6**	**7 178**	**95,9**
- Automobile	10 758	80,2	5 391	72,0
- Conducteur	83,8 %		83,8 %	
- Passager	16,3 %		16,3 %	
- Transport en commun	402	3,0	7	0,1
- RTC	92,5 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	46,4 %		100,0 %	
- Autres motorisés	2 122	15,8	1 872	25,0
Non motorisés	**258**	**1,9**	**241**	**3,2**
Autres	**105**	**0,8**	**66**	**0,9**
Nombre de déplacements	**13 416**		**7 486**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	33,4	19,1
- 9 h à 14 h 59 :	26,0	24,5
- 15 h à 17 h 59 :	25,1	37,3
- 18 h à 23 h 59 :	12,8	17,3
- 24 h à 5 h 59 :	2,6	1,8
Nombre de déplacements	**40 147**	**40 012**

SGP 10 - Territoire de la MRC de La Jacques-Cartier

Population :	37 871	Hommes : 51,6 %		Femmes : 48,4 %	
Nombre de logis :	14 193	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	1 387	0-19	27,5	0 auto	1,7
Nombre d'autos :	26 575	20-34	21,6	1 auto	30,0
Personnes / logis :	2,67	35-49	24,4	2 autos	54,1
Autos / logis :	1,87	50-64	18,8	3 autos	9,6
Autos / personne :	0,91	65 et +	7,7	4 autos et +	4,7

Superficie : 1 528,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	86 799
Nombre de déplacements internes :	27 989
Nombre de résidents (5 ans et +)	34 940
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	4 053
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	29,9	9,6	24,1
- Études	14,2	7,2	2,7
- Loisir	7,9	3,4	14,9
- Magasinage	8,8	3,5	30,9
- Autres (sauf retour)	15,6	9,5	27,3
- Retour au domicile	23,6	66,6	-
Nombre de déplacements	**52 322**	**52 391**	**10 074**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	25,6	17,5
- Études	11,9	7,6
- Loisir	7,2	6,1
- Magasinage	8,1	3,6
- Autres (sauf retour)	14,2	9,7
- Retour au domicile	33,1	55,5
Nombre de déplacements	**62 730**	**62 922**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**41 298**	**98,3**	**27 194**	**97,1**
- Automobile	36 442	86,8	23 460	83,8
- Conducteur	84,2 %		86,2 %	
- Passager	15,8 %		13,8 %	
- Transport en commun	538	1,3	54	0,2
- RTC	92,9 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	78,8 %		17,4 %	
- Autres motorisés	4 836	11,5	3 721	13,3
Non motorisés	**569**	**1,4**	**687**	**2,5**
Autres	**169**	**0,4**	**166**	**0,6**
Nombre de déplacements	**41 998**		**28 007**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**22 206**	**98,5**	**13 662**	**97,2**
- Automobile	18 120	80,3	10 639	75,7
- Conducteur	86,4 %		87,7 %	
- Passager	13,6 %		12,3 %	
- Transport en commun	467	2,1	40	0,3
- RTC	91,8 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	83,3 %		23,8 %	
- Autres motorisés	4 102	18,2	3 024	21,5
Non motorisés	**240**	**1,1**	**272**	**1,9**
Autres	**121**	**0,5**	**123**	**0,9**
Nombre de déplacements	**22 554**		**14 049**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	36,7	23,1
- 9 h à 14 h 59 :	20,1	17,9
- 15 h à 17 h 59 :	28,1	39,3
- 18 h à 23 h 59 :	12,9	17,1
- 24 h à 5 h 59 :	2,2	2,6
Nombre de déplacements	**61 367**	**61 559**

SGP 11 - Portion enquêtée de la MRC de Bellechasse

Population :	12 520	Hommes : 49,3 %		Femmes : 50,7 %	
Nombre de logis :	5 010	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	737	0-19	24,1	0 auto	2,2
Nombre d'autos :	9 152	20-34	18,3	1 auto	35,3
Personnes / logis :	2,50	35-49	19,9	2 autos	47,1
Autos / logis :	1,83	50-64	22,0	3 autos	10,8
Autos / personne :	0,92	65 et +	15,7	4 autos et +	4,6

Superficie : 349,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	27 665
Nombre de déplacements internes :	10 730
Nombre de résidents (5 ans et +)	11 615
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 951
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	28,7	11,0	16,3
- Études	12,2	7,2	1,7
- Loisir	9,3	3,2	25,7
- Magasinage	9,7	4,6	39,3
- Autres (sauf retour)	12,9	9,4	16,9
- Retour au domicile	27,2	64,6	-
Nombre de déplacements	**17 858**	**17 891**	**2 647**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	25,6	15,2
- Études	10,7	7,7
- Loisir	8,4	5,3
- Magasinage	9,4	4,4
- Autres (sauf retour)	12,7	10,5
- Retour au domicile	33,1	56,9
Nombre de déplacements	**20 244**	**20 324**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**12 887**	**95,2**	**8 151**	**93,0**
- Automobile	11 708	86,5	7 114	81,1
- Conducteur	82,5 %		82,3 %	
- Passager	17,7 %		17,9 %	
- Transport en commun	43	0,3	21	0,2
- RTC	17,6 %		71,6 %	
- ST de Lévis	82,4 %		28,4 %	
- Bimodal	82,4 %		28,4 %	
- Autres motorisés	1 280	9,5	1 034	11,8
Non motorisés	**558**	**4,1**	**536**	**6,1**
Autres	**95**	**0,7**	**82**	**0,9**
Nombre de déplacements	**13 540**		**8 769**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**6 578**	**96,0**	**4 181**	**94,3**
- Automobile	5 482	80,0	3 212	72,5
- Conducteur	83,8 %		80,7 %	
- Passager	16,5 %		19,7 %	
- Transport en commun	34	0,5	21	0,5
- RTC	22,3 %		71,6 %	
- ST de Lévis	77,7 %		28,4 %	
- Bimodal	77,7 %		28,4 %	
- Autres motorisés	1 155	16,9	966	21,8
Non motorisés	**224**	**3,3**	**215**	**4,9**
Autres	**49**	**0,7**	**36**	**0,8**
Nombre de déplacements	**6 851**		**4 431**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	35,3	23,0
- 9 h à 14 h 59 :	20,6	18,5
- 15 h à 17 h 59 :	28,7	39,0
- 18 h à 23 h 59 :	12,9	17,3
- 24 h à 5 h 59 :	2,5	2,1
Nombre de déplacements	**19 068**	**19 142**

SGP 12 - Portion enquêtée de la MRC de Lotbinière

Population :	6 699	Hommes : 51,0 %		Femmes : 49,0 %	
Nombre de logis :	2 796	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	280	0-19	23,1	0 auto	3,0
Nombre d'autos :	4 925	20-34	19,3	1 auto	36,5
Personnes / logis :	2,40	35-49	20,4	2 autos	48,5
Autos / logis :	1,76	50-64	23,5	3 autos	7,2
Autos / personne :	0,91	65 et +	13,6	4 autos et +	4,9

Superficie : 157,40 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	14 906
Nombre de déplacements internes :	5 732
Nombre de résidents (5 ans et +)	6 227
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	968
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	29,2	10,9	28,0
- Études	11,2	6,2	0,0
- Loisir	11,3	3,9	24,8
- Magasinage	9,9	6,8	26,0
- Autres (sauf retour)	11,7	5,9	21,2
- Retour au domicile	26,6	66,4	-
Nombre de déplacements	**9 807**	**9 818**	**1 013**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	26,9	14,0
- Études	10,3	5,8
- Loisir	10,6	5,5
- Magasinage	9,5	7,0
- Autres (sauf retour)	11,7	6,7
- Retour au domicile	31,1	61,1
Nombre de déplacements	**10 672**	**10 671**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**6 919**	**94,1**	**3 741**	**90,1**
- Automobile	6 399	87,1	3 415	82,3
- Conducteur	81,3 %		83,8 %	
- Passager	18,8 %		16,2 %	
- Transport en commun	25	0,3	0	0,0
- RTC	0,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	62,4 %		0,0 %	
- Bimodal	100,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	546	7,4	325	7,8
Non motorisés	**389**	**5,3**	**368**	**8,9**
Autres	**42**	**0,6**	**42**	**1,0**
Nombre de déplacements	**7 350**		**4 150**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**3 334**	**95,7**	**1 620**	**91,5**
- Automobile	2 823	81,0	1 315	74,3
- Conducteur	84,2 %		82,7 %	
- Passager	16,1 %		17,3 %	
- Transport en commun	25	0,7	0	0,0
- RTC	0,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	62,4 %		0,0 %	
- Bimodal	100,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	537	15,4	305	17,2
Non motorisés	**151**	**4,3**	**151**	**8,5**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**3 485**		**1 770**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	35,0	18,5
- 9 h à 14 h 59 :	22,5	21,1
- 15 h à 17 h 59 :	23,8	34,7
- 18 h à 23 h 59 :	15,3	21,6
- 24 h à 5 h 59 :	3,4	4,2
Nombre de déplacements	**9 865**	**9 864**

SGP 13 - Portion enquêtée de la MRC de la Nouvelle-Beauce

Population :	9 533	Hommes : 50,5 %		Femmes : 49,5 %	
Nombre de logis :	3 594	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	218	0-19	27,1	0 auto	3,6
Nombre d'autos :	7 347	20-34	21,3	1 auto	21,9
Personnes / logis :	2,65	35-49	23,6	2 autos	53,7
Autos / logis :	2,04	50-64	20,7	3 autos	13,2
Autos / personne :	1,00	65 et +	7,3	4 autos et +	7,6

Superficie : 106,70 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	20 826
Nombre de déplacements internes :	6 753
Nombre de résidents (5 ans et +)	8 530
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 199
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	33,9	9,1	37,1
- Études	12,8	6,9	0,0
- Loisir	8,1	2,2	24,6
- Magasinage	7,0	3,0	24,6
- Autres (sauf retour)	14,7	12,0	13,7
- Retour au domicile	23,5	66,8	-
Nombre de déplacements	**12 892**	**12 840**	**1 847**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	31,8	11,7
- Études	12,1	6,6
- Loisir	7,6	3,8
- Magasinage	6,8	3,1
- Autres (sauf retour)	14,0	12,5
- Retour au domicile	27,7	62,2
Nombre de déplacements	**13 825**	**13 786**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 831**	**98,3**	**5 042**	**96,8**
- Automobile	8 915	89,2	4 525	86,8
- Conducteur	84,9 %		85,2 %	
- Passager	15,3 %		14,8 %	
- Transport en commun	177	1,8	31	0,6
- RTC	20,2 %		0,0 %	
- ST de Lévis	89,9 %		100,0 %	
- Bimodal	20,3 %		0,0 %	
- Autres motorisés	775	7,8	486	9,3
Non motorisés	**151**	**1,5**	**151**	**2,9**
Autres	**17**	**0,2**	**17**	**0,3**
Nombre de déplacements	**9 999**		**5 210**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 600**	**98,7**	**2 527**	**97,1**
- Automobile	4 684	82,5	2 067	79,4
- Conducteur	86,7 %		83,6 %	
- Passager	13,7 %		16,4 %	
- Transport en commun	159	2,8	31	1,2
- RTC	11,2 %		0,0 %	
- ST de Lévis	100,0 %		100,0 %	
- Bimodal	11,4 %		0,0 %	
- Autres motorisés	775	13,7	429	16,5
Non motorisés	**59**	**1,0**	**59**	**2,3**
Autres	**17**	**0,3**	**17**	**0,7**
Nombre de déplacements	**5 676**		**2 603**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	42,1	19,7
- 9 h à 14 h 59 :	16,3	14,4
- 15 h à 17 h 59 :	23,2	44,9
- 18 h à 23 h 59 :	13,8	18,8
- 24 h à 5 h 59 :	4,5	2,2
Nombre de déplacements	**13 506**	**13 467**

SGP 14 - Portion enquêtée de la MRC de Portneuf

Population :	19 304	Hommes : 48,5 %		Femmes : 51,5 %	
Nombre de logis :	8 041	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	480	0-19	21,9	0 auto	7,1
Nombre d'autos :	13 637	20-34	18,1	1 auto	33,8
Personnes / logis :	2,40	35-49	20,8	2 autos	47,2
Autos / logis :	1,70	50-64	23,6	3 autos	7,8
Autos / personne :	0,86	65 et +	15,7	4 autos et +	4,0

Superficie : 217,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	42 974
Nombre de déplacements internes :	21 836
Nombre de résidents (5 ans et +)	17 973
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	3 221
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	23,0	8,8	15,1
- Études	11,5	8,7	1,1
- Loisir	9,4	5,3	21,6
- Magasinage	11,6	8,5	44,2
- Autres (sauf retour)	12,7	9,5	18,0
- Retour au domicile	31,8	59,2	-
Nombre de déplacements	**31 031**	**31 006**	**2 774**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	21,9	10,9
- Études	10,6	8,3
- Loisir	9,1	7,6
- Magasinage	11,3	8,5
- Autres (sauf retour)	12,3	9,8
- Retour au domicile	34,8	54,9
Nombre de déplacements	**33 479**	**33 444**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**20 436**	**93,6**	**13 700**	**90,9**
- Automobile	18 486	84,7	11 886	78,9
- Conducteur	83,5 %		83,8 %	
- Passager	16,6 %		16,2 %	
- Transport en commun	191	0,9	29	0,2
- RTC	70,9 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		100,0 %	
- Bimodal	70,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 894	8,7	1 784	11,8
Non motorisés	**1 309**	**6,0**	**1 320**	**8,8**
Autres	**78**	**0,4**	**49**	**0,3**
Nombre de déplacements	**21 823**		**15 069**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 214**	**93,8**	**5 352**	**90,3**
- Automobile	7 669	78,1	3 943	66,5
- Conducteur	86,1 %		84,4 %	
- Passager	14,2 %		15,6 %	
- Transport en commun	165	1,7	29	0,5
- RTC	66,4 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		100,0 %	
- Bimodal	66,4 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 489	15,2	1 380	23,3
Non motorisés	**553**	**5,6**	**553**	**9,3**
Autres	**51**	**0,5**	**22**	**0,4**
Nombre de déplacements	**9 818**		**5 927**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	30,8	19,1
- 9 h à 14 h 59 :	27,0	24,7
- 15 h à 17 h 59 :	25,7	36,9
- 18 h à 23 h 59 :	14,3	17,9
- 24 h à 5 h 59 :	2,2	1,5
Nombre de déplacements	**30 988**	**30 926**

SGP 15 - Territoire de la ville de Québec

Population :	518 090	Hommes : 47,5 %		Femmes : 52,5 %	
Nombre de logis :	246 084	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	17 221	0-19	18,6	0 auto	17,6
Nombre d'autos :	301 907	20-34	21,6	1 auto	49,3
Personnes / logis :	2,11	35-49	19,0	2 autos	27,4
Autos / logis :	1,23	50-64	22,6	3 autos	4,6
Autos / personne :	0,68	65 et +	18,2	4 autos et +	1,1

Superficie : 457,20 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	1 265 464
Nombre de déplacements internes :	1 163 570
Nombre de résidents (5 ans et +)	493 523
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	70 189
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	18,8	17,0	34,7
- Études	7,8	7,5	2,0
- Loisir	9,2	8,4	25,4
- Magasinage	11,8	11,7	17,1
- Autres (sauf retour)	11,7	11,4	20,8
- Retour au domicile	40,7	44,0	-
Nombre de déplacements	**1 211 605**	**1 213 608**	**3 820**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	17,5	19,6
- Études	7,1	8,0
- Loisir	8,8	8,9
- Magasinage	11,4	12,1
- Autres (sauf retour)	11,5	12,0
- Retour au domicile	43,7	39,3
Nombre de déplacements	**1 354 821**	**1 357 496**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**673 647**	**88,4**	**735 157**	**89,2**
- Automobile	578 574	75,9	632 092	76,7
- Conducteur	81,6 %		81,6 %	
- Passager	18,4 %		18,4 %	
- Transport en commun	73 009	9,6	79 432	9,6
- RTC	99,5 %		95,5 %	
- ST de Lévis	0,9 %		5,1 %	
- Bimodal	5,1 %		6,6 %	
- Autres motorisés	26 586	3,5	30 229	3,7
Non motorisés	**86 663**	**11,4**	**86 571**	**10,5**
Autres	**2 800**	**0,4**	**2 630**	**0,3**
Nombre de déplacements	**762 466**		**823 745**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**267 879**	**90,1**	**309 020**	**91,3**
- Automobile	210 076	70,7	244 558	72,3
- Conducteur	81,6 %		81,7 %	
- Passager	18,5 %		18,3 %	
- Transport en commun	42 264	14,2	47 659	14,1
- RTC	99,8 %		94,1 %	
- ST de Lévis	0,7 %		6,4 %	
- Bimodal	6,5 %		8,9 %	
- Autres motorisés	18 758	6,3	21 802	6,4
Non motorisés	**28 510**	**9,6**	**28 435**	**8,4**
Autres	**1 268**	**0,4**	**1 214**	**0,4**
Nombre de déplacements	**297 300**		**338 336**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	23,3	26,6
- 9 h à 14 h 59 :	24,8	25,3
- 15 h à 17 h 59 :	32,4	29,5
- 18 h à 23 h 59 :	17,6	16,8
- 24 h à 5 h 59 :	1,8	1,8
Nombre de déplacements	**1 195 459**	**1 198 140**

SGP 16 - Territoire de la ville de Lévis

Population :	135 358	Hommes : 48,0 %		Femmes : 52,0 %	
Nombre de logis :	56 540	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	3 844	0-19	23,5	0 auto	5,1
Nombre d'autos :	92 453	20-34	18,8	1 auto	41,1
Personnes / logis :	2,39	35-49	21,0	2 autos	42,6
Autos / logis :	1,64	50-64	22,9	3 autos	8,6
Autos / personne :	0,83	65 et +	13,8	4 autos et +	2,6

Superficie : 451,10 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	323 251
Nombre de déplacements internes :	218 736
Nombre de résidents (5 ans et +)	127 672
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	16 234
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	22,7	12,8	31,0
- Études	9,9	7,6	3,3
- Loisir	8,6	6,7	21,9
- Magasinage	11,6	10,8	19,1
- Autres (sauf retour)	11,8	11,0	24,7
- Retour au domicile	35,4	51,2	-
Nombre de déplacements	**266 575**	**266 856**	**8 556**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	21,3	16,1
- Études	9,1	7,7
- Loisir	8,3	7,6
- Magasinage	11,3	11,0
- Autres (sauf retour)	11,6	11,2
- Retour au domicile	38,5	46,4
Nombre de déplacements	**293 753**	**294 292**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**169 691**	**94,0**	**147 005**	**93,2**
- Automobile	153 340	84,9	134 198	85,1
- Conducteur	83,8 %		83,6 %	
- Passager	16,2 %		16,5 %	
- Transport en commun	6 863	3,8	3 323	2,1
- RTC	15,1 %		15,0 %	
- ST de Lévis	93,8 %		95,1 %	
- Bimodal	15,6 %		11,2 %	
- Autres motorisés	11 739	6,5	10 573	6,7
Non motorisés	**10 260**	**5,7**	**10 151**	**6,4**
Autres	**753**	**0,4**	**735**	**0,5**
Nombre de déplacements	**180 548**		**157 737**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**76 320**	**94,6**	**59 232**	**93,3**
- Automobile	63 147	78,3	48 774	76,8
- Conducteur	84,5 %		84,3 %	
- Passager	15,5 %		15,8 %	
- Transport en commun	4 849	6,0	1 953	3,1
- RTC	15,0 %		15,3 %	
- ST de Lévis	92,7 %		94,7 %	
- Bimodal	17,9 %		9,5 %	
- Autres motorisés	9 905	12,3	9 136	14,4
Non motorisés	**4 200**	**5,2**	**4 131**	**6,5**
Autres	**237**	**0,3**	**277**	**0,4**
Nombre de déplacements	**80 696**		**63 519**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	28,7	22,5
- 9 h à 14 h 59 :	24,8	24,3
- 15 h à 17 h 59 :	28,6	33,8
- 18 h à 23 h 59 :	15,9	17,5
- 24 h à 5 h 59 :	2,1	2,0
Nombre de déplacements	**274 085**	**274 676**

SGP 17 - Territoire de l'arrondissement de Beauport (Québec)

Population :	77 847	Hommes : 47,9 %		Femmes : 52,1 %	
Nombre de logis :	33 336	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	2 620	0-19	20,9	0 auto	10,0
Nombre d'autos :	47 981	20-34	17,2	1 auto	46,7
Personnes / logis :	2,34	35-49	20,7	2 autos	35,1
Autos / logis :	1,44	50-64	24,2	3 autos	6,4
Autos / personne :	0,73	65 et +	17,0	4 autos et +	1,8

Superficie : 78,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	187 952
Nombre de déplacements internes :	81 078
Nombre de résidents (5 ans et +)	74 359
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	10 521
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	24,5	6,8	28,2
- Études	11,4	6,8	3,1
- Loisir	10,1	5,4	21,2
- Magasinage	12,5	10,0	18,4
- Autres (sauf retour)	13,0	9,6	29,2
- Retour au domicile	28,6	61,3	-
Nombre de déplacements	**128 680**	**128 389**	**11 961**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	20,8	11,2
- Études	9,3	6,9
- Loisir	9,3	8,3
- Magasinage	11,9	12,4
- Autres (sauf retour)	12,3	11,7
- Retour au domicile	36,4	49,4
Nombre de déplacements	**159 479**	**159 420**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**94 917**	**93,5**	**74 580**	**92,5**
- Automobile	83 935	82,7	67 993	84,3
- Conducteur	80,0 %		79,3 %	
- Passager	20,0 %		20,8 %	
- Transport en commun	8 097	8,0	2 710	3,4
- RTC	99,8 %		99,6 %	
- ST de Lévis	0,2 %		0,0 %	
- Bimodal	9,0 %		8,3 %	
- Autres motorisés	3 818	3,8	4 177	5,2
Non motorisés	**6 310**	**6,2**	**5 832**	**7,2**
Autres	**308**	**0,3**	**260**	**0,3**
Nombre de déplacements	**101 487**		**80 659**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**43 229**	**94,8**	**26 712**	**92,1**
- Automobile	35 474	77,8	22 475	77,5
- Conducteur	79,0 %		76,2 %	
- Passager	21,0 %		23,8 %	
- Transport en commun	5 591	12,3	1 270	4,4
- RTC	99,8 %		99,2 %	
- ST de Lévis	0,2 %		0,0 %	
- Bimodal	11,7 %		9,8 %	
- Autres motorisés	2 998	6,6	3 151	10,9
Non motorisés	**2 291**	**5,0**	**2 196**	**7,6**
Autres	**133**	**0,3**	**110**	**0,4**
Nombre de déplacements	**45 618**		**29 005**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	30,2	19,1
- 9 h à 14 h 59 :	24,7	24,3
- 15 h à 17 h 59 :	27,3	36,8
- 18 h à 23 h 59 :	15,9	17,9
- 24 h à 5 h 59 :	1,9	1,9
Nombre de déplacements	**147 480**	**147 350**

SGP 18 - Territoire de l'arrondissement de Charlesbourg (Québec)

Population :	78 142	Hommes : 47,3 %		Femmes : 52,7 %	
Nombre de logis :	36 093	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	2 388	0-19	19,3	0 auto	11,1
Nombre d'autos :	49 091	20-34	18,8	1 auto	50,5
Personnes / logis :	2,17	35-49	19,3	2 autos	31,6
Autos / logis :	1,36	50-64	22,8	3 autos	5,1
Autos / personne :	0,74	65 et +	19,7	4 autos et +	1,5

Superficie : 66,40 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	186 802
Nombre de déplacements internes :	72 936
Nombre de résidents (5 ans et +)	74 216
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	11 272
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	24,3	5,6	27,3
- Études	10,9	7,0	1,6
- Loisir	10,5	5,1	21,4
- Magasinage	13,3	9,1	24,1
- Autres (sauf retour)	14,3	9,6	25,6
- Retour au domicile	26,8	63,7	-
Nombre de déplacements	**123 531**	**123 618**	**12 589**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	20,2	11,2
- Études	8,5	8,0
- Loisir	9,4	8,2
- Magasinage	12,3	11,5
- Autres (sauf retour)	12,8	12,1
- Retour au domicile	36,8	49,1
Nombre de déplacements	**160 090**	**160 382**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**94 775**	**93,7**	**75 106**	**92,0**
- Automobile	82 395	81,5	65 848	80,6
- Conducteur	82,3 %		82,0 %	
- Passager	17,7 %		18,0 %	
- Transport en commun	8 235	8,1	3 982	4,9
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,6 %	
- Bimodal	8,1 %		6,5 %	
- Autres motorisés	4 959	4,9	5 576	6,8
Non motorisés	**6 149**	**6,1**	**6 460**	**7,9**
Autres	**231**	**0,2**	**152**	**0,2**
Nombre de déplacements	**101 129**		**81 662**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**41 068**	**94,3**	**27 493**	**92,4**
- Automobile	32 276	74,1	21 474	72,2
- Conducteur	83,0 %		80,3 %	
- Passager	17,1 %		19,8 %	
- Transport en commun	5 848	13,4	1 879	6,3
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		1,2 %	
- Bimodal	9,6 %		9,7 %	
- Autres motorisés	3 582	8,2	4 327	14,5
Non motorisés	**2 328**	**5,3**	**2 173**	**7,3**
Autres	**172**	**0,4**	**115**	**0,4**
Nombre de déplacements	**43 555**		**29 748**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	28,6	19,7
- 9 h à 14 h 59 :	26,4	24,8
- 15 h à 17 h 59 :	26,8	35,7
- 18 h à 23 h 59 :	16,7	18,3
- 24 h à 5 h 59 :	1,6	1,5
Nombre de déplacements	**147 877**	**148 051**

SGP 19 - Territoire de l'arrondissement des Rivières (Québec)

Population :	69 477	Hommes : 47,6 %		Femmes : 52,4 %	
Nombre de logis :	32 671	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	1 934	0-19	18,6	0 auto	11,4
Nombre d'autos :	43 392	20-34	21,4	1 auto	51,5
Personnes / logis :	2,13	35-49	19,0	2 autos	31,4
Autos / logis :	1,33	50-64	22,6	3 autos	4,6
Autos / personne :	0,73	65 et +	18,5	4 autos et +	1,2

Superficie : 49,00 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	173 826
Nombre de déplacements internes :	80 546
Nombre de résidents (5 ans et +)	66 047
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	9 120
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	24,6	10,1	25,9
- Études	9,8	5,1	3,0
- Loisir	9,9	5,3	25,7
- Magasinage	14,0	12,3	13,7
- Autres (sauf retour)	12,7	7,9	31,7
- Retour au domicile	29,0	59,3	-
Nombre de déplacements	**122 744**	**122 568**	**9 060**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	15,7	25,8
- Études	5,4	4,2
- Loisir	7,8	8,5
- Magasinage	12,3	19,9
- Autres (sauf retour)	10,7	10,0
- Retour au domicile	48,0	31,6
Nombre de déplacements	**229 560**	**229 772**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**111 361**	**93,3**	**148 401**	**94,5**
- Automobile	100 271	84,0	137 456	87,5
- Conducteur	81,6 %		83,2 %	
- Passager	18,4 %		16,8 %	
- Transport en commun	8 178	6,9	6 938	4,4
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,4 %		1,1 %	
- Bimodal	6,7 %		3,4 %	
- Autres motorisés	3 443	2,9	4 335	2,8
Non motorisés	**7 323**	**6,1**	**7 860**	**5,0**
Autres	**784**	**0,7**	**885**	**0,6**
Nombre de déplacements	**119 324**		**157 058**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**39 407**	**93,4**	**56 623**	**94,7**
- Automobile	31 761	75,3	50 147	83,9
- Conducteur	82,9 %		88,0 %	
- Passager	17,1 %		12,1 %	
- Transport en commun	5 483	13,0	3 608	6,0
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		1,2 %	
- Bimodal	6,9 %		4,7 %	
- Autres motorisés	2 520	6,0	3 103	5,2
Non motorisés	**2 524**	**6,0**	**2 806**	**4,7**
Autres	**364**	**0,9**	**441**	**0,7**
Nombre de déplacements	**42 175**		**59 793**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	19,2	27,0
- 9 h à 14 h 59 :	27,3	29,1
- 15 h à 17 h 59 :	33,7	26,1
- 18 h à 23 h 59 :	18,1	15,3
- 24 h à 5 h 59 :	1,7	2,4
Nombre de déplacements	**214 596**	**214 789**

SGP 20 - Territoire de l'arrondissement de La Cité-Limoilou (Québec) – incluant Notre-Dame-des-Anges

Population :	106 490	Hommes : 47,1 %		Femmes : 52,9 %	
Nombre de logis :	61 814	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	4 515	0-19	12,1	0 auto	38,8
Nombre d'autos :	46 146	20-34	27,5	1 auto	49,6
Personnes / logis :	1,72	35-49	17,2	2 autos	10,3
Autos / logis :	0,75	50-64	22,7	3 autos	1,2
Autos / personne :	0,48	65 et +	20,4	4 autos et +	0,2

Superficie : 23,40 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	258 636
Nombre de déplacements internes :	141 268
Nombre de résidents (5 ans et +)	102 681
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	16 627
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	22,3	12,8	17,8
- Études	7,7	5,0	3,1
- Loisir	11,8	7,7	21,0
- Magasinage	14,9	9,4	38,9
- Autres (sauf retour)	11,1	8,6	19,2
- Retour au domicile	32,2	56,6	-
Nombre de déplacements	**193 942**	**194 336**	**11 625**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	15,6	27,6
- Études	4,8	7,7
- Loisir	9,0	10,6
- Magasinage	11,2	8,2
- Autres (sauf retour)	10,7	12,9
- Retour au domicile	48,6	33,0
Nombre de déplacements	**331 760**	**332 963**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**127 573**	**74,8**	**180 691**	**81,0**
- Automobile	98 928	58,0	142 557	63,9
- Conducteur	81,5 %		81,2 %	
- Passager	18,5 %		18,9 %	
- Transport en commun	26 431	15,5	37 027	16,6
- RTC	99,6 %		96,9 %	
- ST de Lévis	1,2 %		3,7 %	
- Bimodal	2,6 %		7,4 %	
- Autres motorisés	3 279	1,9	4 802	2,2
Non motorisés	**42 501**	**24,9**	**41 936**	**18,8**
Autres	**690**	**0,4**	**657**	**0,3**
Nombre de déplacements	**170 525**		**223 034**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**42 903**	**77,6**	**93 143**	**88,1**
- Automobile	29 610	53,5	68 999	65,2
- Conducteur	81,8 %		81,4 %	
- Passager	18,2 %		18,6 %	
- Transport en commun	12 482	22,6	24 334	23,0
- RTC	99,8 %		95,5 %	
- ST de Lévis	1,2 %		4,9 %	
- Bimodal	2,5 %		9,9 %	
- Autres motorisés	1 285	2,3	2 783	2,6
Non motorisés	**12 270**	**22,2**	**12 474**	**11,8**
Autres	**256**	**0,5**	**291**	**0,3**
Nombre de déplacements	**55 302**		**105 747**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	17,8	36,8
- 9 h à 14 h 59 :	22,6	23,1
- 15 h à 17 h 59 :	39,5	22,5
- 18 h à 23 h 59 :	18,0	15,7
- 24 h à 5 h 59 :	2,1	1,9
Nombre de déplacements	**256 232**	**257 601**

SGP 21 - Territoire de l'arrondissement de La Haute-Saint-Charles (Québec) – incluant Wendake

Population :	81 783	Hommes : 49,0 %		Femmes : 51,0 %	
Nombre de logis :	33 140	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	2 303	0-19	25,7	0 auto	5,7
Nombre d'autos :	53 718	20-34	20,5	1 auto	40,2
Personnes / logis :	2,47	35-49	23,3	2 autos	43,0
Autos / logis :	1,62	50-64	19,8	3 autos	8,8
Autos / personne :	0,82	65 et +	10,8	4 autos et +	2,3

Superficie : 153,00 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	194 101
Nombre de déplacements internes :	66 246
Nombre de résidents (5 ans et +)	75 925
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	9 829
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	28,0	5,7	26,2
- Études	13,6	7,8	2,5
- Loisir	9,1	4,3	18,0
- Magasinage	10,9	6,1	27,0
- Autres (sauf retour)	13,9	10,2	26,3
- Retour au domicile	24,5	66,0	-
Nombre de déplacements	**122 541**	**122 387**	**15 419**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	25,2	8,6
- Études	11,8	8,3
- Loisir	8,3	6,7
- Magasinage	10,2	6,8
- Autres (sauf retour)	13,3	12,8
- Retour au domicile	31,2	56,7
Nombre de déplacements	**142 164**	**142 308**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**92 519**	**94,6**	**56 546**	**91,8**
- Automobile	79 889	81,7	49 355	80,1
- Conducteur	82,9 %		81,4 %	
- Passager	17,1 %		18,6 %	
- Transport en commun	6 206	6,3	1 114	1,8
- RTC	99,8 %		98,5 %	
- ST de Lévis	0,6 %		2,7 %	
- Bimodal	8,6 %		9,3 %	
- Autres motorisés	6 977	7,1	6 220	10,1
Non motorisés	**5 089**	**5,2**	**4 907**	**8,0**
Autres	**179**	**0,2**	**147**	**0,2**
Nombre de déplacements	**97 779**		**61 583**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**47 777**	**95,4**	**22 739**	**91,3**
- Automobile	38 702	77,3	17 692	71,0
- Conducteur	83,2 %		76,8 %	
- Passager	16,8 %		23,2 %	
- Transport en commun	4 256	8,5	513	2,1
- RTC	99,7 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,6 %		2,6 %	
- Bimodal	12,0 %		7,6 %	
- Autres motorisés	5 344	10,7	4 584	18,4
Non motorisés	**2 203**	**4,4**	**2 071**	**8,3**
Autres	**107**	**0,2**	**95**	**0,4**
Nombre de déplacements	**50 079**		**24 905**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	37,1	18,5
- 9 h à 14 h 59 :	22,4	20,5
- 15 h à 17 h 59 :	23,5	39,7
- 18 h à 23 h 59 :	14,7	19,5
- 24 h à 5 h 59 :	2,3	1,8
Nombre de déplacements	**132 296**	**132 496**

SGP 22 - Territoire de l'arrondissement de Sainte-Foy – Sillery – Cap-Rouge (Québec) – incluant L'Ancienne-Lorette et Saint-Augustin-de-Desmaures

Population :	139 371	Hommes : 47,1 %		Femmes : 52,9 %	
Nombre de logis :	62 635	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	4 370	0-19	19,4	0 auto	11,1
Nombre d'autos :	84 478	20-34	20,0	1 auto	51,2
Personnes / logis :	2,23	35-49	17,5	2 autos	30,9
Autos / logis :	1,35	50-64	23,5	3 autos	5,5
Autos / personne :	0,71	65 et +	19,6	4 autos et +	1,2

Superficie : 190,40 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	349 111
Nombre de déplacements internes :	223 838
Nombre de résidents (5 ans et +)	133 567
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	17 533
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	19,8	9,7	34,2
- Études	10,2	8,5	1,2
- Loisir	10,7	7,3	21,4
- Magasinage	12,1	11,4	22,0
- Autres (sauf retour)	12,1	10,4	21,2
- Retour au domicile	35,0	52,8	-
Nombre de déplacements	**281 543**	**282 183**	**9 223**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	15,6	19,3
- Études	7,3	10,8
- Loisir	9,2	9,1
- Magasinage	10,6	12,2
- Autres (sauf retour)	11,2	11,9
- Retour au domicile	46,1	36,8
Nombre de déplacements	**404 066**	**405 101**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**195 474**	**89,7**	**233 492**	**91,1**
- Automobile	171 289	78,6	199 584	77,9
- Conducteur	81,6 %		81,9 %	
- Passager	18,4 %		18,2 %	
- Transport en commun	18 102	8,3	28 354	11,1
- RTC	98,9 %		91,4 %	
- ST de Lévis	1,5 %		9,1 %	
- Bimodal	3,9 %		6,6 %	
- Autres motorisés	6 881	3,2	7 528	2,9
Non motorisés	**21 869**	**10,0**	**22 287**	**8,7**
Autres	**743**	**0,3**	**614**	**0,2**
Nombre de déplacements	**217 852**		**256 188**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**73 866**	**90,1**	**96 270**	**92,3**
- Automobile	58 806	71,7	75 410	72,3
- Conducteur	80,9 %		81,6 %	
- Passager	19,1 %		18,4 %	
- Transport en commun	10 383	12,7	16 508	15,8
- RTC	99,6 %		89,5 %	
- ST de Lévis	1,0 %		10,9 %	
- Bimodal	4,9 %		8,7 %	
- Autres motorisés	5 238	6,4	5 862	5,6
Non motorisés	**7 938**	**9,7**	**7 896**	**7,6**
Autres	**277**	**0,3**	**213**	**0,2**
Nombre de déplacements	**81 993**		**104 315**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	20,9	27,0
- 9 h à 14 h 59 :	25,0	26,2
- 15 h à 17 h 59 :	33,2	28,3
- 18 h à 23 h 59 :	19,3	16,8
- 24 h à 5 h 59 :	1,6	1,7
Nombre de déplacements	**364 251**	**365 215**

SGP 23 - Territoire de l'arrondissement de Desjardins (Lévis)

Population :	54 367	Hommes : 47,0 %		Femmes : 53,0 %	
Nombre de logis :	24 188	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	1 632	0-19	20,1	0 auto	7,1
Nombre d'autos :	36 431	20-34	18,9	1 auto	48,0
Personnes / logis :	2,25	35-49	18,8	2 autos	35,5
Autos / logis :	1,51	50-64	24,0	3 autos	6,8
Autos / personne :	0,79	65 et +	18,3	4 autos et +	2,6

Superficie : 134,30 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	132 503
Nombre de déplacements internes :	88 317
Nombre de résidents (5 ans et +)	51 759
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	7 296
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	22,5	12,7	29,1
- Études	8,5	6,3	3,2
- Loisir	8,7	6,3	28,1
- Magasinage	12,9	12,1	17,2
- Autres (sauf retour)	12,2	11,0	22,3
- Retour au domicile	35,2	51,6	-
Nombre de déplacements	**108 479**	**108 554**	**3 787**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	19,3	18,5
- Études	6,9	7,8
- Loisir	7,9	7,6
- Magasinage	12,1	13,1
- Autres (sauf retour)	11,5	11,5
- Retour au domicile	42,2	41,4
Nombre de déplacements	**134 951**	**135 171**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**73 260**	**93,9**	**74 536**	**94,1**
- Automobile	66 930	85,8	68 094	86,0
- Conducteur	83,3 %		83,6 %	
- Passager	16,8 %		16,4 %	
- Transport en commun	2 966	3,8	2 326	2,9
- RTC	15,8 %		14,5 %	
- ST de Lévis	89,4 %		93,1 %	
- Bimodal	23,0 %		12,8 %	
- Autres motorisés	5 122	6,6	5 024	6,3
Non motorisés	**4 568**	**5,9**	**4 435**	**5,6**
Autres	**289**	**0,4**	**323**	**0,4**
Nombre de déplacements	**78 032**		**79 183**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**28 752**	**94,7**	**29 874**	**95,0**
- Automobile	24 185	79,7	24 831	79,0
- Conducteur	84,5 %		86,0 %	
- Passager	15,6 %		14,0 %	
- Transport en commun	1 928	6,3	1 484	4,7
- RTC	19,2 %		14,9 %	
- ST de Lévis	85,8 %		93,0 %	
- Bimodal	28,8 %		9,2 %	
- Autres motorisés	3 800	12,5	4 063	12,9
Non motorisés	**1 566**	**5,2**	**1 517**	**4,8**
Autres	**76**	**0,3**	**134**	**0,4**
Nombre de déplacements	**30 360**		**31 431**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	23,7	24,5
- 9 h à 14 h 59 :	26,5	26,9
- 15 h à 17 h 59 :	31,3	29,9
- 18 h à 23 h 59 :	16,5	16,5
- 24 h à 5 h 59 :	2,0	2,2
Nombre de déplacements	**126 239**	**126 508**

SGP 24 - Territoire de l'arrondissement des Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)

Population :	46 018	Hommes : 48,1 %		Femmes : 51,9 %	
Nombre de logis :	19 222	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	1 323	0-19	23,9	0 auto	4,7
Nombre d'autos :	32 303	20-34	19,2	1 auto	38,9
Personnes / logis :	2,39	35-49	22,0	2 autos	44,1
Autos / logis :	1,68	50-64	22,8	3 autos	9,6
Autos / personne :	0,86	65 et +	12,1	4 autos et +	2,7

Superficie : 124,60 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	109 602
Nombre de déplacements internes :	51 457
Nombre de résidents (5 ans et +)	43 567
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	5 223
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	25,6	8,2	29,5
- Études	12,4	8,0	3,3
- Loisir	9,5	5,2	19,4
- Magasinage	11,9	9,8	24,1
- Autres (sauf retour)	11,2	8,9	23,7
- Retour au domicile	29,4	59,9	-
Nombre de déplacements	**77 982**	**77 994**	**5 083**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	22,0	15,0
- Études	10,0	8,7
- Loisir	8,4	7,8
- Magasinage	11,1	10,4
- Autres (sauf retour)	10,6	10,5
- Retour au domicile	37,8	47,7
Nombre de déplacements	**97 662**	**97 853**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**56 674**	**93,2**	**47 097**	**92,0**
- Automobile	50 767	83,5	42 302	82,7
- Conducteur	85,4 %		84,2 %	
- Passager	14,7 %		15,8 %	
- Transport en commun	2 437	4,0	903	1,8
- RTC	15,7 %		16,4 %	
- ST de Lévis	97,7 %		100,0 %	
- Bimodal	7,8 %		5,3 %	
- Autres motorisés	3 715	6,1	4 018	7,9
Non motorisés	**3 853**	**6,3**	**3 861**	**7,5**
Autres	**297**	**0,5**	**258**	**0,5**
Nombre de déplacements	**60 780**		**51 172**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**26 250**	**93,9**	**19 459**	**92,0**
- Automobile	21 393	76,5	15 419	72,9
- Conducteur	86,6 %		84,1 %	
- Passager	13,5 %		16,0 %	
- Transport en commun	1 700	6,1	440	2,1
- RTC	13,3 %		17,9 %	
- ST de Lévis	96,7 %		100,0 %	
- Bimodal	9,6 %		10,9 %	
- Autres motorisés	3 375	12,1	3 701	17,5
Non motorisés	**1 616**	**5,8**	**1 620**	**7,7**
Autres	**114**	**0,4**	**94**	**0,4**
Nombre de déplacements	**27 952**		**21 146**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	29,7	22,4
- 9 h à 14 h 59 :	23,7	22,3
- 15 h à 17 h 59 :	28,2	35,3
- 18 h à 23 h 59 :	16,3	18,2
- 24 h à 5 h 59 :	2,1	1,8
Nombre de déplacements	**90 424**	**90 630**

SGP 25 - Territoire de l'arrondissement des Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)

Population :	34 972	Hommes : 49,6 %		Femmes : 50,4 %	
Nombre de logis :	13 130	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	889	0-19	28,3	0 auto	1,7
Nombre d'autos :	23 719	20-34	18,0	1 auto	31,9
Personnes / logis :	2,66	35-49	23,0	2 autos	53,5
Autos / logis :	1,81	50-64	21,4	3 autos	10,3
Autos / personne :	0,88	65 et +	9,2	4 autos et +	2,5

Superficie : 195,20 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	81 146
Nombre de déplacements internes :	29 882
Nombre de résidents (5 ans et +)	32 346
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	3 714
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	27,0	6,1	34,3
- Études	14,0	6,6	4,2
- Loisir	9,5	4,8	13,3
- Magasinage	10,2	7,4	22,9
- Autres (sauf retour)	14,2	10,9	25,1
- Retour au domicile	25,2	64,2	-
Nombre de déplacements	**52 740**	**52 788**	**5 500**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	24,5	12,5
- Études	12,3	6,0
- Loisir	8,9	7,5
- Magasinage	9,6	7,2
- Autres (sauf retour)	13,1	11,5
- Retour au domicile	31,7	55,3
Nombre de déplacements	**61 140**	**61 269**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**39 758**	**95,3**	**25 373**	**92,7**
- Automobile	35 643	85,4	23 802	86,9
- Conducteur	82,5 %		82,1 %	
- Passager	17,5 %		18,0 %	
- Transport en commun	1 461	3,5	93	0,3
- RTC	12,5 %		13,3 %	
- ST de Lévis	96,4 %		100,0 %	
- Bimodal	13,4 %		29,7 %	
- Autres motorisés	2 903	7,0	1 531	5,6
Non motorisés	**1 840**	**4,4**	**1 854**	**6,8**
Autres	**167**	**0,4**	**154**	**0,6**
Nombre de déplacements	**41 736**		**27 381**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**21 318**	**95,2**	**9 899**	**90,5**
- Automobile	17 569	78,5	8 524	77,9
- Conducteur	82,1 %		79,5 %	
- Passager	17,9 %		20,5 %	
- Transport en commun	1 221	5,5	29	0,3
- RTC	10,9 %		0,0 %	
- ST de Lévis	97,9 %		100,0 %	
- Bimodal	12,2 %		0,0 %	
- Autres motorisés	2 730	12,2	1 371	12,5
Non motorisés	**1 018**	**4,5**	**994**	**9,1**
Autres	**47**	**0,2**	**50**	**0,5**
Nombre de déplacements	**22 383**		**10 942**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	37,9	18,3
- 9 h à 14 h 59 :	22,9	21,6
- 15 h à 17 h 59 :	23,1	40,0
- 18 h à 23 h 59 :	14,0	18,4
- 24 h à 5 h 59 :	2,1	1,8
Nombre de déplacements	**57 422**	**57 537**

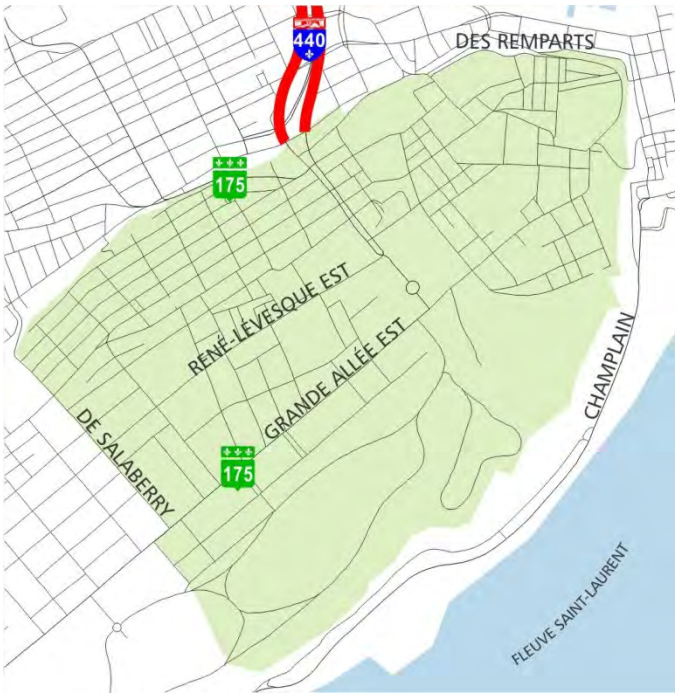
2.3 RÉSULTATS SELON LES SECTEURS MUNICIPAUX

Cette section présente, sous forme de fiches-résultats, les principales données sociodémographiques et celles sur la mobilité de la population révélées par l'enquête origine-destination de 2011, pour chacun des 69 secteurs municipaux décrits à l'annexe I.

NOTES MÉTHODOLOGIQUES
1. Pour chacun des secteurs municipaux, on a appliqué un facteur d'expansion aux résultats présentés dans les tableaux et dans les matrices origine-destination, de façon à représenter l'ensemble de la population du secteur.
2. Compte tenu de la valeur moyenne des facteurs d'expansion appliqués aux résultats provenant de l'échantillon, tous les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.
3. Tous les résultats figurant dans les tableaux et dans les matrices origine-destination du présent document ne tiennent compte que des déplacements des personnes âgées de 5 ans et plus.

SM 1 - Haute-Ville Est

Population :	12 415	Hommes : 48,0 %		Femmes : 52,0 %	
Nombre de logis :	8 000	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	600	0-19	8,8	0 auto	53,3
Nombre d'autos :	4 374	20-34	30,8	1 auto	39,7
Personnes / logis :	1,55	35-49	17,3	2 autos	6,1
Autos / logis :	0,55	50-64	22,6	3 autos	0,9
Autos / personne :	0,38	65 et +	20,5	4 autos et +	0,0



Superficie : 2,30 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	31 789
Nombre de déplacements internes :	7 724
Nombre de résidents (5 ans et +)	12 061
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 732
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	28,0	8,8	20,2
- Études	8,7	2,3	1,2
- Loisir	14,9	4,5	18,5
- Magasinage	17,5	6,7	40,6
- Autres (sauf retour)	11,8	4,6	19,4
- Retour au domicile	19,1	73,2	-
Nombre de déplacements	**17 788**	**17 999**	**3 726**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	11,6	45,1
- Études	2,7	5,0
- Loisir	7,8	11,3
- Magasinage	8,6	5,6
- Autres (sauf retour)	10,3	13,0
- Retour au domicile	59,0	19,9
Nombre de déplacements	**65 880**	**66 134**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**18 226**	**67,5**	**44 093**	**83,3**
- Automobile	13 813	51,2	30 865	58,3
- Conducteur	81,0 %		77,5 %	
- Passager	19,0 %		22,5 %	
- Transport en commun	4 136	15,3	13 609	25,7
- RTC	98,3 %		95,5 %	
- ST de Lévis	1,7 %		4,9 %	
- Bimodal	6,3 %		11,3 %	
- Autres motorisés	627	2,3	1 601	3,0
Non motorisés	**8 664**	**32,1**	**8 794**	**16,6**
Autres	**134**	**0,5**	**161**	**0,3**
Nombre de déplacements	**26 998**		**52 962**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 327**	**72,8**	**26 676**	**90,0**
- Automobile	3 724	50,9	17 012	57,4
- Conducteur	83,3 %		77,6 %	
- Passager	16,7 %		22,5 %	
- Transport en commun	1 406	19,2	10 375	35,0
- RTC	98,1 %		94,2 %	
- ST de Lévis	1,9 %		6,0 %	
- Bimodal	3,1 %		13,9 %	
- Autres motorisés	269	3,7	1 004	3,4
Non motorisés	**1 923**	**26,3**	**2 918**	**9,8**
Autres	**80**	**1,1**	**93**	**0,3**
Nombre de déplacements	**7 313**		**29 626**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	11,5	52,0
- 9 h à 14 h 59 :	15,5	18,3
- 15 h à 17 h 59 :	51,9	14,8
- 18 h à 23 h 59 :	18,6	13,0
- 24 h à 5 h 59 :	2,5	1,9
Nombre de déplacements	**51 112**	**51 723**

SM 2.1 - Haute-Ville Ouest (Montcalm)

Population :	15 745	Hommes : 42,8 %		Femmes : 57,2 %	
Nombre de logis :	9 130	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	637	0-19	10,3	0 auto	34,1
Nombre d'autos :	7 156	20-34	25,2	1 auto	55,1
Personnes / logis :	1,72	35-49	13,6	2 autos	9,3
Autos / logis :	0,78	50-64	25,1	3 autos	1,1
Autos / personne :	0,49	65 et +	25,9	4 autos et +	0,3

Superficie : 2,10 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	39 149
Nombre de déplacements internes :	8 342
Nombre de résidents (5 ans et +)	15 344
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 266
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	27,0	4,0	19,2
- Études	9,9	1,7	3,0
- Loisir	15,6	4,2	22,5
- Magasinage	19,1	10,3	29,6
- Autres (sauf retour)	10,8	4,0	25,7
- Retour au domicile	17,5	75,8	-
Nombre de déplacements	**21 866**	**21 917**	**3 709**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	17,7	20,8
- Études	5,5	6,2
- Loisir	10,7	11,1
- Magasinage	13,3	12,3
- Autres (sauf retour)	10,0	10,8
- Retour au domicile	42,8	38,8
Nombre de déplacements	**42 641**	**42 785**

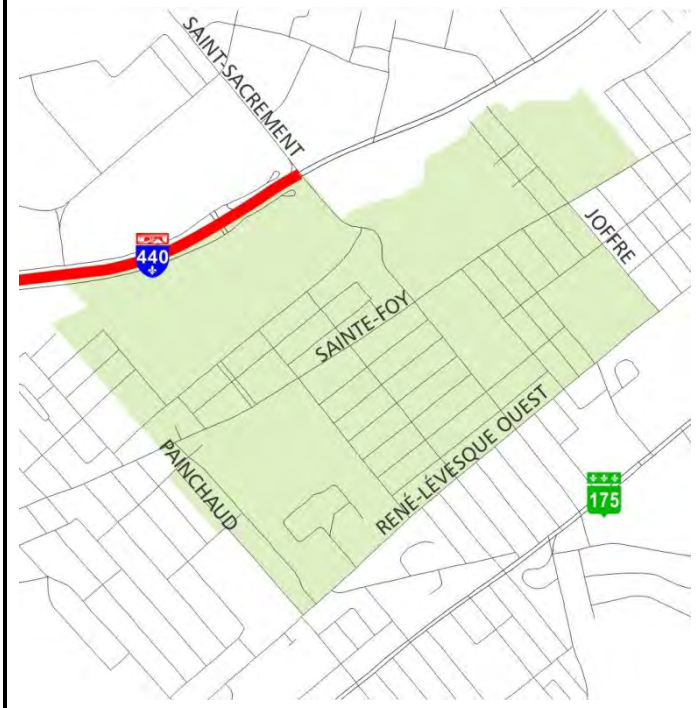
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**17 316**	**71,0**	**19 584**	**74,8**
- Automobile	12 942	53,1	15 466	59,1
- Conducteur	82,5 %		81,0 %	
- Passager	17,5 %		19,0 %	
- Transport en commun	4 146	17,0	4 021	15,4
- RTC	100,0 %		98,2 %	
- ST de Lévis	0,3 %		2,4 %	
- Bimodal	1,8 %		6,9 %	
- Autres motorisés	353	1,4	409	1,6
Non motorisés	**7 041**	**28,9**	**6 610**	**25,3**
Autres	**54**	**0,2**	**38**	**0,1**
Nombre de déplacements	**24 391**		**26 175**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 463**	**73,4**	**9 764**	**88,6**
- Automobile	3 726	50,1	7 300	66,2
- Conducteur	83,3 %		78,3 %	
- Passager	16,7 %		21,7 %	
- Transport en commun	1 689	22,7	2 426	22,0
- RTC	100,0 %		97,1 %	
- ST de Lévis	0,8 %		4,1 %	
- Bimodal	2,3 %		9,7 %	
- Autres motorisés	121	1,6	307	2,8
Non motorisés	**1 979**	**26,6**	**1 292**	**11,7**
Autres	**10**	**0,1**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**7 442**		**11 019**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	18,5	32,1
- 9 h à 14 h 59 :	25,9	22,8
- 15 h à 17 h 59 :	36,9	24,1
- 18 h à 23 h 59 :	17,4	19,3
- 24 h à 5 h 59 :	1,4	1,6
Nombre de déplacements	**30 519**	**30 845**

SM 2.2 - Haute-Ville Ouest (Saint-Sacrement)

Population :	7 495	Hommes : 40,3 %		Femmes : 59,7 %	
Nombre de logis :	4 135	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	316	0-19	10,4	0 auto	35,4
Nombre d'autos :	3 286	20-34	21,6	1 auto	51,6
Personnes / logis :	1,81	35-49	13,3	2 autos	11,3
Autos / logis :	0,79	50-64	22,3	3 autos	1,8
Autos / personne :	0,47	65 et +	32,5	4 autos et +	0,0



Superficie : 1,60 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	18 686
Nombre de déplacements internes :	3 808
Nombre de résidents (5 ans et +)	7 297
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 253
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	22,6	3,1	16,4
- Études	11,3	4,9	3,7
- Loisir	15,4	4,3	17,5
- Magasinage	19,3	4,0	45,0
- Autres (sauf retour)	13,8	4,9	17,4
- Retour au domicile	17,6	78,9	-
Nombre de déplacements	**10 171**	**10 118**	**2 205**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	11,3	18,3
- Études	4,5	22,7
- Loisir	8,1	8,4
- Magasinage	10,5	3,7
- Autres (sauf retour)	10,2	21,4
- Retour au domicile	55,4	25,5
Nombre de déplacements	**31 315**	**31 290**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**11 488**	**82,2**	**20 369**	**87,4**
- Automobile	9 065	64,9	15 715	67,4
- Conducteur	82,1 %		78,7 %	
- Passager	18,2 %		21,3 %	
- Transport en commun	2 220	15,9	4 425	19,0
- RTC	98,7 %		95,1 %	
- ST de Lévis	2,8 %		6,2 %	
- Bimodal	2,9 %		6,5 %	
- Autres motorisés	277	2,0	504	2,2
Non motorisés	**2 444**	**17,5**	**2 920**	**12,5**
Autres	**50**	**0,4**	**77**	**0,3**
Nombre de déplacements	**13 971**		**23 310**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**3 512**	**80,2**	**10 819**	**88,7**
- Automobile	2 554	58,3	7 955	65,2
- Conducteur	84,2 %		74,7 %	
- Passager	16,2 %		25,3 %	
- Transport en commun	894	20,4	2 769	22,7
- RTC	100,0 %		93,2 %	
- ST de Lévis	0,0 %		6,8 %	
- Bimodal	0,0 %		8,5 %	
- Autres motorisés	64	1,5	320	2,6
Non motorisés	**868**	**19,8**	**1 380**	**11,3**
Autres	**11**	**0,3**	**30**	**0,2**
Nombre de déplacements	**4 380**		**12 199**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	14,8	41,4
- 9 h à 14 h 59 :	27,3	27,0
- 15 h à 17 h 59 :	39,6	18,4
- 18 h à 23 h 59 :	16,9	12,1
- 24 h à 5 h 59 :	1,4	1,2
Nombre de déplacements	**26 265**	**26 353**

SM 3 - Basse-Ville Est

Population :	9 880	Hommes : 52,3 %		Femmes : 47,7 %	
Nombre de logis :	6 430	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	492	0-19	8,3	0 auto	48,4
Nombre d'autos :	3 962	20-34	30,4	1 auto	42,7
Personnes / logis :	1,54	35-49	19,8	2 autos	7,7
Autos / logis :	0,62	50-64	26,7	3 autos	1,2
Autos / personne :	0,43	65 et +	14,9	4 autos et +	0,0

Superficie : 2,90 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	25 255
Nombre de déplacements internes :	8 160
Nombre de résidents (5 ans et +)	9 672
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 373
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	30,3	12,2	11,1
- Études	6,2	1,9	5,2
- Loisir	14,3	6,1	26,5
- Magasinage	15,4	7,7	36,1
- Autres (sauf retour)	10,3	3,4	21,1
- Retour au domicile	23,4	68,6	-
Nombre de déplacements	**15 491**	**15 632**	**2 292**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	13,7	43,4
- Études	2,5	3,1
- Loisir	8,5	13,5
- Magasinage	9,4	8,1
- Autres (sauf retour)	10,1	10,2
- Retour au domicile	55,8	21,8
Nombre de déplacements	**48 782**	**49 098**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**14 310**	**66,3**	**29 097**	**75,8**
- Automobile	11 133	51,6	22 577	58,8
- Conducteur	83,7 %		83,6 %	
- Passager	16,5 %		16,4 %	
- Transport en commun	2 796	13,0	6 471	16,9
- RTC	100,0 %		96,8 %	
- ST de Lévis	1,8 %		4,1 %	
- Bimodal	3,3 %		7,2 %	
- Autres motorisés	528	2,4	845	2,2
Non motorisés	**7 168**	**33,2**	**9 189**	**23,9**
Autres	**115**	**0,5**	**103**	**0,3**
Nombre de déplacements	**21 581**		**38 377**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**3 896**	**69,0**	**16 877**	**86,9**
- Automobile	2 535	44,9	12 764	65,7
- Conducteur	85,2 %		86,0 %	
- Passager	14,8 %		14,0 %	
- Transport en commun	1 208	21,4	4 251	21,9
- RTC	100,0 %		95,2 %	
- ST de Lévis	2,0 %		5,5 %	
- Bimodal	3,2 %		8,8 %	
- Autres motorisés	191	3,4	411	2,1
Non motorisés	**1 731**	**30,7**	**2 510**	**12,9**
Autres	**29**	**0,5**	**55**	**0,3**
Nombre de déplacements	**5 644**		**19 430**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	11,9	48,6
- 9 h à 14 h 59 :	18,3	21,3
- 15 h à 17 h 59 :	48,0	16,4
- 18 h à 23 h 59 :	19,6	12,3
- 24 h à 5 h 59 :	2,2	1,4
Nombre de déplacements	**35 238**	**35 089**

SM 4 - Basse-Ville Ouest

Population :	15 845	Hommes : 49,5 %		Femmes : 50,5 %	
Nombre de logis :	9 100	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	678	0-19	12,5	0 auto	40,7
Nombre d'autos :	6 573	20-34	29,0	1 auto	47,7
Personnes / logis :	1,74	35-49	19,2	2 autos	10,5
Autos / logis :	0,72	50-64	22,1	3 autos	0,8
Autos / personne :	0,46	65 et +	17,1	4 autos et +	0,2

Superficie : 3,10 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	36 571
Nombre de déplacements internes :	7 702
Nombre de résidents (5 ans et +)	15 257
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 946
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	30,3	5,7	18,5
- Études	10,4	2,1	4,5
- Loisir	13,1	4,0	23,1
- Magasinage	15,3	7,7	32,3
- Autres (sauf retour)	13,7	3,9	21,6
- Retour au domicile	17,2	76,7	-
Nombre de déplacements	**20 378**	**20 318**	**3 578**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	20,4	21,5
- Études	6,4	3,3
- Loisir	10,5	9,8
- Magasinage	13,0	10,4
- Autres (sauf retour)	12,6	9,8
- Retour au domicile	37,1	45,3
Nombre de déplacements	**34 399**	**34 419**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**15 907**	**73,6**	**14 907**	**79,2**
- Automobile	12 550	58,0	13 426	71,3
- Conducteur	81,3 %		84,9 %	
- Passager	18,7 %		15,1 %	
- Transport en commun	3 022	14,0	1 223	6,5
- RTC	99,6 %		99,4 %	
- ST de Lévis	1,7 %		1,9 %	
- Bimodal	1,6 %		2,5 %	
- Autres motorisés	422	2,0	327	1,7
Non motorisés	**5 687**	**26,3**	**3 852**	**20,5**
Autres	**48**	**0,2**	**77**	**0,4**
Nombre de déplacements	**21 621**		**18 830**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 571**	**75,4**	**6 651**	**87,2**
- Automobile	3 791	51,3	6 075	79,7
- Conducteur	83,5 %		89,3 %	
- Passager	16,5 %		10,7 %	
- Transport en commun	1 673	22,6	505	6,6
- RTC	100,0 %		98,6 %	
- ST de Lévis	2,5 %		4,7 %	
- Bimodal	2,2 %		6,1 %	
- Autres motorisés	145	2,0	134	1,8
Non motorisés	**1 819**	**24,6**	**940**	**12,3**
Autres	**21**	**0,3**	**40**	**0,5**
Nombre de déplacements	**7 390**		**7 625**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	22,7	27,4
- 9 h à 14 h 59 :	24,8	24,1
- 15 h à 17 h 59 :	33,3	28,5
- 18 h à 23 h 59 :	16,7	17,9
- 24 h à 5 h 59 :	2,5	2,1
Nombre de déplacements	**25 516**	**25 447**

SM 5 - Vieux-Limoilou

Population :	9 770	Hommes : 46,5 %		Femmes : 53,5 %	
Nombre de logis :	5 395	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	424	0-19	12,1	0 auto	32,4
Nombre d'autos :	4 443	20-34	24,0	1 auto	55,4
Personnes / logis :	1,81	35-49	17,6	2 autos	10,9
Autos / logis :	0,82	50-64	22,7	3 autos	1,0
Autos / personne :	0,51	65 et +	23,6	4 autos et +	0,3

Superficie : 3,00 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	22 765
Nombre de déplacements internes :	3 895
Nombre de résidents (5 ans et +)	9 348
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 646
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	31,0	4,8	27,8
- Études	9,8	2,4	1,3
- Loisir	12,8	3,1	20,7
- Magasinage	15,4	6,5	24,2
- Autres (sauf retour)	15,2	3,1	26,0
- Retour au domicile	15,8	80,1	-
Nombre de déplacements	**11 961**	**11 903**	**2 796**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	12,7	22,7
- Études	3,6	7,4
- Loisir	7,5	11,7
- Magasinage	10,8	20,5
- Autres (sauf retour)	10,3	13,3
- Retour au domicile	55,1	24,4
Nombre de déplacements	**39 223**	**39 223**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**14 262**	**80,9**	**26 452**	**89,2**
- Automobile	12 005	68,1	22 858	77,1
- Conducteur	82,4 %		79,5 %	
- Passager	17,6 %		20,5 %	
- Transport en commun	1 921	10,9	2 705	9,1
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		1,2 %	
- Bimodal	0,4 %		0,4 %	
- Autres motorisés	352	2,0	943	3,2
Non motorisés	**3 264**	**18,5**	**3 140**	**10,6**
Autres	**170**	**1,0**	**104**	**0,4**
Nombre de déplacements	**17 626**		**29 664**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**4 069**	**78,2**	**9 600**	**90,1**
- Automobile	3 099	59,6	7 733	72,6
- Conducteur	83,6 %		84,4 %	
- Passager	16,4 %		15,6 %	
- Transport en commun	893	17,2	1 417	13,3
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		2,4 %	
- Bimodal	0,9 %		0,8 %	
- Autres motorisés	95	1,8	503	4,7
Non motorisés	**1 110**	**21,3**	**1 058**	**9,9**
Autres	**53**	**1,0**	**15**	**0,1**
Nombre de déplacements	**5 202**		**10 657**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	13,9	29,5
- 9 h à 14 h 59 :	29,1	34,1
- 15 h à 17 h 59 :	36,1	20,4
- 18 h à 23 h 59 :	19,1	14,5
- 24 h à 5 h 59 :	1,8	1,5
Nombre de déplacements	**33 140**	**33 271**

SM 6 - Lairet

Population :	18 685	Hommes : 47,6 %		Femmes : 52,4 %	
Nombre de logis :	10 700	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	763	0-19	13,3	0 auto	30,0
Nombre d'autos :	9 352	20-34	27,5	1 auto	55,4
Personnes / logis :	1,75	35-49	17,3	2 autos	12,4
Autos / logis :	0,87	50-64	22,2	3 autos	1,8
Autos / personne :	0,56	65 et +	19,7	4 autos et +	0,4

Superficie : 3,20 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	44 701
Nombre de déplacements internes :	8 959
Nombre de résidents (5 ans et +)	18 002
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 914
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	29,3	3,0	19,3
- Études	9,9	5,3	0,7
- Loisir	12,9	2,4	25,0
- Magasinage	18,3	6,5	35,6
- Autres (sauf retour)	12,9	4,8	19,4
- Retour au domicile	16,7	78,1	-
Nombre de déplacements	**24 723**	**24 864**	**4 074**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	20,0	9,7
- Études	6,4	15,7
- Loisir	9,4	8,0
- Magasinage	13,5	8,1
- Autres (sauf retour)	10,7	11,3
- Retour au domicile	40,0	47,2
Nombre de déplacements	**40 775**	**41 098**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**20 061**	**82,0**	**16 925**	**78,0**
- Automobile	15 781	64,5	13 438	62,0
- Conducteur	79,5 %		79,4 %	
- Passager	20,5 %		20,6 %	
- Transport en commun	4 064	16,6	3 336	15,4
- RTC	100,0 %		99,6 %	
- ST de Lévis	0,9 %		0,9 %	
- Bimodal	1,5 %		2,1 %	
- Autres motorisés	315	1,3	243	1,1
Non motorisés	**4 380**	**17,9**	**4 703**	**21,7**
Autres	**55**	**0,2**	**62**	**0,3**
Nombre de déplacements	**24 466**		**21 690**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**8 275**	**84,9**	**7 737**	**82,5**
- Automobile	5 770	59,2	5 693	60,7
- Conducteur	82,6 %		78,6 %	
- Passager	17,4 %		21,4 %	
- Transport en commun	2 419	24,8	1 999	21,3
- RTC	100,0 %		99,3 %	
- ST de Lévis	0,8 %		0,8 %	
- Bimodal	2,4 %		3,0 %	
- Autres motorisés	172	1,8	105	1,1
Non motorisés	**1 487**	**15,3**	**1 612**	**17,2**
Autres	**12**	**0,1**	**30**	**0,3**
Nombre de déplacements	**9 744**		**9 378**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	26,7	24,7
- 9 h à 14 h 59 :	25,0	22,9
- 15 h à 17 h 59 :	27,9	31,1
- 18 h à 23 h 59 :	18,6	18,9
- 24 h à 5 h 59 :	1,8	2,5
Nombre de déplacements	**32 017**	**32 380**

SM 7 - Maizerets

Population :	18 235	Hommes : 47,7 %		Femmes : 52,3 %	
Nombre de logis :	9 955	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	689	0-19	16,2	0 auto	35,0
Nombre d'autos :	8 047	20-34	27,3	1 auto	50,9
Personnes / logis :	1,83	35-49	18,1	2 autos	12,7
Autos / logis :	0,81	50-64	21,5	3 autos	1,2
Autos / personne :	0,50	65 et +	16,9	4 autos et +	0,2

Superficie : 5,20 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	43 588
Nombre de déplacements internes :	7 881
Nombre de résidents (5 ans et +)	17 266
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 781
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	27,3	3,7	20,7
- Études	12,8	2,8	4,5
- Loisir	13,2	3,4	21,8
- Magasinage	16,9	5,5	25,6
- Autres (sauf retour)	14,2	5,8	27,4
- Retour au domicile	15,7	78,8	-
Nombre de déplacements	**23 349**	**23 316**	**4 805**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	17,6	19,1
- Études	7,5	2,1
- Loisir	10,2	10,7
- Magasinage	13,0	9,5
- Autres (sauf retour)	11,9	13,6
- Retour au domicile	39,8	45,2
Nombre de déplacements	**40 610**	**40 715**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**20 070**	**82,1**	**19 058**	**85,3**
- Automobile	15 496	63,4	16 848	75,4
- Conducteur	79,9 %		84,1 %	
- Passager	20,2 %		15,9 %	
- Transport en commun	4 293	17,6	2 004	9,0
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,6 %		0,0 %	
- Bimodal	2,7 %		3,4 %	
- Autres motorisés	470	1,9	316	1,4
Non motorisés	**4 299**	**17,6**	**3 228**	**14,5**
Autres	**114**	**0,5**	**61**	**0,3**
Nombre de déplacements	**24 434**		**22 331**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 548**	**83,6**	**6 892**	**88,8**
- Automobile	5 046	55,9	6 132	79,0
- Conducteur	75,1 %		87,8 %	
- Passager	24,9 %		12,2 %	
- Transport en commun	2 427	26,9	734	9,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	1,0 %		0,0 %	
- Bimodal	4,8 %		5,7 %	
- Autres motorisés	250	2,8	80	1,0
Non motorisés	**1 448**	**16,0**	**859**	**11,1**
Autres	**41**	**0,5**	**29**	**0,4**
Nombre de déplacements	**9 030**		**7 764**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	23,4	21,7
- 9 h à 14 h 59 :	25,4	26,7
- 15 h à 17 h 59 :	31,2	30,1
- 18 h à 23 h 59 :	17,5	19,1
- 24 h à 5 h 59 :	2,4	2,4
Nombre de déplacements	**33 485**	**33 526**

SM 8.1 - Sillery

Population :	12 050	Hommes : 44,0 %		Femmes : 56,0 %	
Nombre de logis :	4 905	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	330	0-19	18,3	0 auto	12,8
Nombre d'autos :	6 179	20-34	14,7	1 auto	52,9
Personnes / logis :	2,46	35-49	16,6	2 autos	30,7
Autos / logis :	1,26	50-64	24,9	3 autos	3,2
Autos / personne :	0,59	65 et +	25,5	4 autos et +	0,3

Superficie : 6,20 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	32 697
Nombre de déplacements internes :	7 445
Nombre de résidents (5 ans et +)	11 681
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 261
Nombre de déplacements par personne :	2,8

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	23,8	3,6	24,7
- Études	12,5	3,0	4,0
- Loisir	12,4	2,7	10,4
- Magasinage	15,8	9,0	29,1
- Autres (sauf retour)	17,0	8,1	31,8
- Retour au domicile	18,6	73,7	-
Nombre de déplacements	**18 693**	**18 711**	**2 738**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	16,1	18,3
- Études	6,8	8,1
- Loisir	9,0	9,4
- Magasinage	11,6	9,9
- Autres (sauf retour)	14,1	16,6
- Retour au domicile	42,4	37,7
Nombre de déplacements	**36 447**	**36 579**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**17 814**	**84,9**	**20 185**	**88,6**
- Automobile	16 135	76,9	18 175	79,8
- Conducteur	79,9 %		77,5 %	
- Passager	20,1 %		22,5 %	
- Transport en commun	1 476	7,0	1 780	7,8
- RTC	99,2 %		91,4 %	
- ST de Lévis	1,8 %		8,6 %	
- Bimodal	3,6 %		5,5 %	
- Autres motorisés	256	1,2	328	1,4
Non motorisés	**3 167**	**15,1**	**2 600**	**11,4**
Autres	**54**	**0,3**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**20 981**		**22 785**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**6 725**	**83,8**	**10 000**	**92,6**
- Automobile	5 689	70,8	8 569	79,4
- Conducteur	78,0 %		70,8 %	
- Passager	22,0 %		29,2 %	
- Transport en commun	904	11,3	1 233	11,4
- RTC	100,0 %		87,6 %	
- ST de Lévis	1,6 %		12,4 %	
- Bimodal	4,3 %		6,8 %	
- Autres motorisés	172	2,1	283	2,6
Non motorisés	**1 304**	**16,2**	**798**	**7,4**
Autres	**18**	**0,2**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**8 030**		**10 798**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	22,4	32,5
- 9 h à 14 h 59 :	23,3	22,0
- 15 h à 17 h 59 :	38,0	28,8
- 18 h à 23 h 59 :	15,3	15,7
- 24 h à 5 h 59 :	0,9	0,9
Nombre de déplacements	**31 213**	**31 359**

SM 9.1 - Cité Universitaire

Population :	8 620	Hommes : 48,5 %		Femmes : 51,5 %	
Nombre de logis :	4 815	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	302	0-19	11,7	0 auto	28,5
Nombre d'autos :	4 379	20-34	50,9	1 auto	54,4
Personnes / logis :	1,79	35-49	9,0	2 autos	14,8
Autos / logis :	0,91	50-64	12,6	3 autos	2,3
Autos / personne :	0,55	65 et +	15,8	4 autos et +	0,0

Superficie : 4,40 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	20 042
Nombre de déplacements internes :	6 166
Nombre de résidents (5 ans et +)	8 350
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 340
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	21,9	5,8	14,9
- Études	20,1	12,3	5,3
- Loisir	14,1	5,0	22,3
- Magasinage	13,1	4,4	33,8
- Autres (sauf retour)	8,6	2,2	23,7
- Retour au domicile	22,1	70,2	-
Nombre de déplacements	**12 261**	**12 341**	**1 605**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	8,8	25,2
- Études	4,7	37,4
- Loisir	6,7	11,1
- Magasinage	5,9	2,8
- Autres (sauf retour)	7,8	9,7
- Retour au domicile	66,1	13,6
Nombre de déplacements	**63 058**	**63 511**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**17 088**	**80,0**	**48 704**	**88,8**
- Automobile	14 083	66,0	35 035	63,9
- Conducteur	83,0 %		82,6 %	
- Passager	17,0 %		17,4 %	
- Transport en commun	2 671	12,5	14 235	26,0
- RTC	96,3 %		88,7 %	
- ST de Lévis	3,7 %		11,6 %	
- Bimodal	2,8 %		6,9 %	
- Autres motorisés	425	2,0	468	0,9
Non motorisés	**4 223**	**19,8**	**6 067**	**11,1**
Autres	**89**	**0,4**	**206**	**0,4**
Nombre de déplacements	**21 354**		**54 842**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**4 155**	**74,7**	**24 876**	**90,2**
- Automobile	3 183	57,2	16 774	60,8
- Conducteur	79,8 %		81,3 %	
- Passager	20,2 %		18,7 %	
- Transport en commun	734	13,2	8 689	31,5
- RTC	100,0 %		87,4 %	
- ST de Lévis	0,0 %		12,7 %	
- Bimodal	0,0 %		8,3 %	
- Autres motorisés	238	4,3	176	0,6
Non motorisés	**1 395**	**25,1**	**2 670**	**9,7**
Autres	**14**	**0,3**	**80**	**0,3**
Nombre de déplacements	**5 564**		**27 588**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	8,2	45,5
- 9 h à 14 h 59 :	20,6	25,7
- 15 h à 17 h 59 :	41,3	14,7
- 18 h à 23 h 59 :	27,8	12,7
- 24 h à 5 h 59 :	2,1	1,4
Nombre de déplacements	**54 302**	**54 895**

SM 10 - Sainte-Foy Centre-Nord

Population :	11 010	Hommes : 44,1 %		Femmes : 55,9 %	
Nombre de logis :	5 790	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	457	0-19	12,4	0 auto	19,8
Nombre d'autos :	5 930	20-34	25,1	1 auto	60,5
Personnes / logis :	1,90	35-49	12,2	2 autos	17,8
Autos / logis :	1,02	50-64	18,8	3 autos	1,3
Autos / personne :	0,58	65 et +	31,6	4 autos et +	0,6

Superficie : 6,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	27 570
Nombre de déplacements internes :	8 462
Nombre de résidents (5 ans et +)	10 743
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 580
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	21,5	5,8	18,2
- Études	11,1	3,1	3,8
- Loisir	15,3	4,2	26,8
- Magasinage	15,8	12,0	23,3
- Autres (sauf retour)	13,5	5,7	27,9
- Retour au domicile	22,7	69,2	-
Nombre de déplacements	**17 029**	**17 030**	**1 973**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	9,3	32,2
- Études	3,2	5,2
- Loisir	8,1	9,5
- Magasinage	10,1	23,7
- Autres (sauf retour)	10,0	13,6
- Retour au domicile	59,3	15,8
Nombre de déplacements	**74 759**	**74 818**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**26 365**	**86,7**	**58 359**	**92,6**
- Automobile	23 936	78,7	50 317	79,8
- Conducteur	84,1 %		83,2 %	
- Passager	16,0 %		16,8 %	
- Transport en commun	2 027	6,7	6 700	10,6
- RTC	96,7 %		94,5 %	
- ST de Lévis	3,3 %		6,0 %	
- Bimodal	3,4 %		3,6 %	
- Autres motorisés	480	1,6	1 602	2,5
Non motorisés	**3 912**	**12,9**	**4 497**	**7,1**
Autres	**158**	**0,5**	**219**	**0,3**
Nombre de déplacements	**30 419**		**63 031**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 333**	**80,4**	**23 491**	**94,4**
- Automobile	4 480	67,5	19 095	76,7
- Conducteur	84,6 %		87,1 %	
- Passager	15,7 %		12,9 %	
- Transport en commun	635	9,6	3 309	13,3
- RTC	92,8 %		94,2 %	
- ST de Lévis	7,2 %		6,2 %	
- Bimodal	4,5 %		5,0 %	
- Autres motorisés	247	3,7	1 253	5,0
Non motorisés	**1 257**	**19,0**	**1 324**	**5,3**
Autres	**43**	**0,6**	**78**	**0,3**
Nombre de déplacements	**6 633**		**24 883**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	8,5	34,9
- 9 h à 14 h 59 :	26,3	34,0
- 15 h à 17 h 59 :	44,8	17,4
- 18 h à 23 h 59 :	19,1	12,0
- 24 h à 5 h 59 :	1,3	1,7
Nombre de déplacements	**67 850**	**67 663**

SM 11 - Sainte-Foy Centre-Sud

Population :	8 860	Hommes : 47,0 %		Femmes : 53,0 %	
Nombre de logis :	3 820	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	280	0-19	19,5	0 auto	9,2
Nombre d'autos :	4 952	20-34	16,1	1 auto	56,7
Personnes / logis :	2,32	35-49	16,5	2 autos	29,6
Autos / logis :	1,30	50-64	24,3	3 autos	4,1
Autos / personne :	0,65	65 et +	23,6	4 autos et +	0,3

Superficie : 3,90 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	23 122
Nombre de déplacements internes :	3 396
Nombre de résidents (5 ans et +)	8 487
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 020
Nombre de déplacements par personne :	2,7

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	24,7	2,2	31,6
- Études	15,0	2,5	0,4
- Loisir	14,8	1,4	19,8
- Magasinage	16,6	5,6	23,1
- Autres (sauf retour)	15,4	5,9	25,1
- Retour au domicile	13,6	82,3	-
Nombre de déplacements	**12 176**	**12 169**	**2 173**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	13,6	30,2
- Études	6,7	4,2
- Loisir	8,7	8,3
- Magasinage	11,3	5,4
- Autres (sauf retour)	11,7	17,6
- Retour au domicile	48,0	34,3
Nombre de déplacements	**29 165**	**29 234**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**13 285**	**87,6**	**17 764**	**92,5**
- Automobile	11 915	78,6	15 503	80,7
- Conducteur	79,3 %		83,3 %	
- Passager	20,7 %		16,8 %	
- Transport en commun	1 175	7,8	2 069	10,8
- RTC	98,8 %		87,8 %	
- ST de Lévis	2,3 %		12,8 %	
- Bimodal	3,5 %		7,4 %	
- Autres motorisés	236	1,6	362	1,9
Non motorisés	**1 818**	**12,0**	**1 408**	**7,3**
Autres	**84**	**0,6**	**41**	**0,2**
Nombre de déplacements	**15 164**		**19 214**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**4 282**	**82,7**	**8 792**	**93,9**
- Automobile	3 513	67,8	7 380	78,8
- Conducteur	77,0 %		84,5 %	
- Passager	23,0 %		15,5 %	
- Transport en commun	590	11,4	1 271	13,6
- RTC	100,0 %		82,7 %	
- ST de Lévis	2,2 %		18,3 %	
- Bimodal	3,9 %		8,8 %	
- Autres motorisés	202	3,9	252	2,7
Non motorisés	**868**	**16,8**	**563**	**6,0**
Autres	**38**	**0,7**	**9**	**0,1**
Nombre de déplacements	**5 178**		**9 364**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	17,2	33,9
- 9 h à 14 h 59 :	23,8	23,3
- 15 h à 17 h 59 :	38,0	24,6
- 18 h à 23 h 59 :	19,2	16,9
- 24 h à 5 h 59 :	1,8	1,2
Nombre de déplacements	**26 170**	**26 186**

SM 12 - Pointe-de-Sainte-Foy

Population :	23 370	Hommes : 44,7 %		Femmes : 55,3 %	
Nombre de logis :	12 260	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	917	0-19	14,0	0 auto	14,0
Nombre d'autos :	14 422	20-34	18,5	1 auto	59,4
Personnes / logis :	1,91	35-49	14,4	2 autos	22,6
Autos / logis :	1,18	50-64	23,9	3 autos	3,4
Autos / personne :	0,69	65 et +	29,3	4 autos et +	0,7

Superficie : 9,70 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	57 903
Nombre de déplacements internes :	10 483
Nombre de résidents (5 ans et +)	22 577
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	3 242
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	24,5	3,9	21,3
- Études	10,6	3,0	1,8
- Loisir	14,8	1,9	22,6
- Magasinage	17,3	7,0	31,0
- Autres (sauf retour)	16,2	5,0	23,2
- Retour au domicile	16,5	79,2	-
Nombre de déplacements	**31 183**	**31 352**	**5 851**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	19,0	16,3
- Études	7,8	5,3
- Loisir	12,2	5,9
- Magasinage	13,7	6,4
- Autres (sauf retour)	14,2	9,4
- Retour au domicile	33,1	56,7
Nombre de déplacements	**43 468**	**43 812**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**26 025**	**89,6**	**16 433**	**86,5**
- Automobile	22 180	76,3	13 665	72,0
- Conducteur	82,2 %		81,3 %	
- Passager	17,8 %		18,7 %	
- Transport en commun	3 430	11,8	2 208	11,6
- RTC	100,0 %		97,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		5,0 %	
- Bimodal	1,6 %		10,0 %	
- Autres motorisés	495	1,7	781	4,1
Non motorisés	**3 033**	**10,4**	**2 545**	**13,4**
Autres	**29**	**0,1**	**12**	**0,1**
Nombre de déplacements	**29 062**		**18 989**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**10 231**	**90,9**	**7 998**	**90,7**
- Automobile	7 892	70,1	5 920	67,2
- Conducteur	82,0 %		78,9 %	
- Passager	18,0 %		21,1 %	
- Transport en commun	2 010	17,9	1 598	18,1
- RTC	100,0 %		95,9 %	
- ST de Lévis	0,0 %		7,0 %	
- Bimodal	1,6 %		13,8 %	
- Autres motorisés	384	3,4	701	8,0
Non motorisés	**1 040**	**9,2**	**817**	**9,3**
Autres	**14**	**0,1**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**11 258**		**8 815**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	27,4	22,1
- 9 h à 14 h 59 :	26,7	22,5
- 15 h à 17 h 59 :	30,1	36,2
- 18 h à 23 h 59 :	14,7	17,8
- 24 h à 5 h 59 :	1,0	1,4
Nombre de déplacements	**38 089**	**38 423**

SM 13 - Quatre-Bourgeois

Population :	12 045	Hommes : 48,1 %		Femmes : 51,9 %	
Nombre de logis :	6 230	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	435	0-19	16,3	0 auto	14,7
Nombre d'autos :	6 940	20-34	32,0	1 auto	61,9
Personnes / logis :	1,93	35-49	15,2	2 autos	21,1
Autos / logis :	1,11	50-64	20,3	3 autos	1,7
Autos / personne :	0,66	65 et +	16,3	4 autos et +	0,6

Superficie : 6,30 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	30 379
Nombre de déplacements internes :	5 041
Nombre de résidents (5 ans et +)	11 581
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 513
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	30,2	3,5	25,9
- Études	13,9	2,0	2,8
- Loisir	12,5	2,0	21,3
- Magasinage	15,0	8,0	22,9
- Autres (sauf retour)	14,1	3,5	27,1
- Retour au domicile	14,3	80,9	-
Nombre de déplacements	**16 231**	**16 175**	**3 014**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	17,8	15,9
- Études	7,4	1,4
- Loisir	8,8	7,6
- Magasinage	13,4	24,2
- Autres (sauf retour)	11,3	9,3
- Retour au domicile	41,3	41,6
Nombre de déplacements	**31 485**	**31 463**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**16 575**	**89,7**	**16 865**	**91,8**
- Automobile	13 888	75,1	16 230	88,3
- Conducteur	81,4 %		83,2 %	
- Passager	18,6 %		16,8 %	
- Transport en commun	2 523	13,6	540	2,9
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	1,1 %		0,0 %	
- Bimodal	2,6 %		0,0 %	
- Autres motorisés	237	1,3	94	0,5
Non motorisés	**1 875**	**10,1**	**1 507**	**8,2**
Autres	**44**	**0,2**	**14**	**0,1**
Nombre de déplacements	**18 483**		**18 375**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**6 067**	**90,3**	**4 225**	**90,8**
- Automobile	4 249	63,2	4 020	86,4
- Conducteur	77,9 %		88,2 %	
- Passager	22,1 %		11,9 %	
- Transport en commun	1 677	25,0	132	2,8
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,8 %		0,0 %	
- Bimodal	2,8 %		0,0 %	
- Autres motorisés	188	2,8	73	1,6
Non motorisés	**641**	**9,5**	**430**	**9,2**
Autres	**11**	**0,2**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**6 719**		**4 655**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	22,1	15,9
- 9 h à 14 h 59 :	32,2	32,4
- 15 h à 17 h 59 :	26,5	31,3
- 18 h à 23 h 59 :	17,7	18,1
- 24 h à 5 h 59 :	1,5	2,4
Nombre de déplacements	**28 290**	**28 283**

SM 14 - Cap-Rouge

Population :	13 175	Hommes : 47,4 %		Femmes : 52,6 %	
Nombre de logis :	5 255	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	356	0-19	22,7	0 auto	1,3
Nombre d'autos :	8 796	20-34	14,4	1 auto	41,2
Personnes / logis :	2,51	35-49	17,8	2 autos	48,0
Autos / logis :	1,67	50-64	30,4	3 autos	8,2
Autos / personne :	0,81	65 et +	14,7	4 autos et +	1,4

Superficie : 6,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	34 933
Nombre de déplacements internes :	5 378
Nombre de résidents (5 ans et +)	12 624
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 250
Nombre de déplacements par personne :	2,8

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	26,0	1,5	26,0
- Études	16,1	3,6	1,5
- Loisir	14,3	3,0	15,4
- Magasinage	13,3	4,4	28,9
- Autres (sauf retour)	16,2	6,1	28,3
- Retour au domicile	14,2	81,5	-
Nombre de déplacements	**18 248**	**18 253**	**3 810**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	22,3	5,6
- Études	13,2	4,4
- Loisir	12,7	7,2
- Magasinage	11,7	5,7
- Autres (sauf retour)	14,1	11,7
- Retour au domicile	26,0	65,5
Nombre de déplacements	**22 666**	**22 717**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**16 214**	**96,7**	**7 361**	**93,8**
- Automobile	14 091	84,0	6 722	85,7
- Conducteur	79,3 %		82,4 %	
- Passager	20,7 %		17,6 %	
- Transport en commun	1 451	8,6	184	2,4
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	6,7 %		0,0 %	
- Autres motorisés	798	4,8	454	5,8
Non motorisés	**561**	**3,3**	**484**	**6,2**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**16 776**		**7 845**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 854**	**97,0**	**2 471**	**95,3**
- Automobile	6 082	75,1	2 001	77,2
- Conducteur	78,0 %		74,4 %	
- Passager	22,0 %		25,6 %	
- Transport en commun	1 197	14,8	66	2,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	7,1 %		0,0 %	
- Autres motorisés	688	8,5	404	15,6
Non motorisés	**243**	**3,0**	**121**	**4,7**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**8 097**		**2 592**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	36,8	12,6
- 9 h à 14 h 59 :	23,5	21,6
- 15 h à 17 h 59 :	22,8	42,5
- 18 h à 23 h 59 :	15,6	21,6
- 24 h à 5 h 59 :	1,2	1,7
Nombre de déplacements	**21 597**	**21 616**

SM 15 - Notre-Dame-des-Laurentides

Population :	14 098	Hommes : 48,2 %		Femmes : 51,8 %	
Nombre de logis :	5 898	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	375	0-19	23,2	0 auto	5,5
Nombre d'autos :	9 632	20-34	20,8	1 auto	40,4
Personnes / logis :	2,39	35-49	22,4	2 autos	42,5
Autos / logis :	1,63	50-64	22,0	3 autos	9,2
Autos / personne :	0,84	65 et +	11,6	4 autos et +	2,4

Superficie : 36,60 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	32 841
Nombre de déplacements internes :	5 862
Nombre de résidents (5 ans et +)	13 380
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 029
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	30,7	4,7	25,0
- Études	16,6	6,8	1,6
- Loisir	11,0	1,6	15,5
- Magasinage	11,1	3,0	25,7
- Autres (sauf retour)	16,0	6,3	32,2
- Retour au domicile	14,7	77,6	-
Nombre de déplacements	**17 460**	**17 205**	**4 038**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	24,0	13,5
- Études	11,9	8,2
- Loisir	9,4	5,2
- Magasinage	9,9	6,7
- Autres (sauf retour)	13,8	11,6
- Retour au domicile	31,1	54,8
Nombre de déplacements	**24 661**	**24 386**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**16 723**	**98,4**	**10 798**	**97,9**
- Automobile	14 499	85,3	9 321	84,5
- Conducteur	84,3 %		86,3 %	
- Passager	15,8 %		14,0 %	
- Transport en commun	1 259	7,4	245	2,2
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	20,4 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 223	7,2	1 259	11,4
Non motorisés	**234**	**1,4**	**201**	**1,8**
Autres	**31**	**0,2**	**28**	**0,3**
Nombre de déplacements	**16 989**		**11 027**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**8 372**	**98,3**	**4 814**	**97,8**
- Automobile	6 700	78,7	3 770	76,5
- Conducteur	83,2 %		84,1 %	
- Passager	17,1 %		16,5 %	
- Transport en commun	982	11,5	113	2,3
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	24,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	935	11,0	945	19,2
Non motorisés	**109**	**1,3**	**83**	**1,7**
Autres	**31**	**0,4**	**28**	**0,6**
Nombre de déplacements	**8 513**		**4 925**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	35,5	21,6
- 9 h à 14 h 59 :	21,1	21,3
- 15 h à 17 h 59 :	26,1	36,9
- 18 h à 23 h 59 :	15,4	18,0
- 24 h à 5 h 59 :	1,9	2,1
Nombre de déplacements	**24 148**	**23 836**

SM 16 - Orsainville

Population :	14 236	Hommes : 48,3 %		Femmes : 51,7 %	
Nombre de logis :	6 248	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	395	0-19	21,1	0 auto	10,4
Nombre d'autos :	8 795	20-34	18,0	1 auto	50,8
Personnes / logis :	2,28	35-49	19,7	2 autos	30,3
Autos / logis :	1,41	50-64	23,2	3 autos	5,8
Autos / personne :	0,73	65 et +	18,0	4 autos et +	2,7

Superficie : 6,70 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	33 922
Nombre de déplacements internes :	6 762
Nombre de résidents (5 ans et +)	13 475
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 884
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	28,3	3,2	24,9
- Études	13,8	4,6	3,4
- Loisir	11,0	1,5	18,0
- Magasinage	13,4	6,9	20,2
- Autres (sauf retour)	15,9	7,1	33,5
- Retour au domicile	17,5	76,7	-
Nombre de déplacements	**18 359**	**18 498**	**3 827**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	21,6	8,0
- Études	9,5	6,4
- Loisir	8,9	6,9
- Magasinage	11,8	12,7
- Autres (sauf retour)	14,0	14,9
- Retour au domicile	34,2	51,2
Nombre de déplacements	**27 631**	**27 761**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**16 955**	**93,2**	**12 687**	**93,6**
- Automobile	15 050	82,7	11 694	86,3
- Conducteur	81,2 %		79,8 %	
- Passager	18,8 %		20,2 %	
- Transport en commun	1 218	6,7	172	1,3
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	5,6 %		14,7 %	
- Autres motorisés	755	4,1	846	6,2
Non motorisés	**1 195**	**6,6**	**856**	**6,3**
Autres	**45**	**0,2**	**11**	**0,1**
Nombre de déplacements	**18 194**		**13 554**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**8 018**	**93,1**	**4 179**	**91,9**
- Automobile	6 451	74,9	3 407	74,9
- Conducteur	81,4 %		78,7 %	
- Passager	18,6 %		21,3 %	
- Transport en commun	955	11,1	63	1,4
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	7,1 %		0,0 %	
- Autres motorisés	680	7,9	709	15,6
Non motorisés	**579**	**6,7**	**367**	**8,1**
Autres	**12**	**0,1**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**8 609**		**4 546**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	32,6	17,7
- 9 h à 14 h 59 :	25,9	24,5
- 15 h à 17 h 59 :	24,5	37,6
- 18 h à 23 h 59 :	15,4	19,1
- 24 h à 5 h 59 :	1,6	1,1
Nombre de déplacements	**25 573**	**25 766**

SM 17 - Charlesbourg Est

Population :	12 939	Hommes : 47,4 %		Femmes : 52,6 %	
Nombre de logis :	5 544	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	358	0-19	23,6	0 auto	3,9
Nombre d'autos :	8 614	20-34	15,9	1 auto	47,1
Personnes / logis :	2,33	35-49	23,4	2 autos	40,7
Autos / logis :	1,55	50-64	25,5	3 autos	6,2
Autos / personne :	0,82	65 et +	11,7	4 autos et +	2,0

Superficie : 11,90 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	32 197
Nombre de déplacements internes :	4 822
Nombre de résidents (5 ans et +)	12 190
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 439
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	30,1	3,2	26,0
- Études	16,3	4,9	0,7
- Loisir	11,5	0,9	20,7
- Magasinage	11,1	2,7	22,7
- Autres (sauf retour)	17,5	7,5	30,0
- Retour au domicile	13,4	80,7	-
Nombre de déplacements	**16 442**	**16 661**	**3 915**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	22,1	6,9
- Études	11,4	10,8
- Loisir	9,2	5,9
- Magasinage	10,3	8,7
- Autres (sauf retour)	13,8	11,5
- Retour au domicile	33,1	56,2
Nombre de déplacements	**23 670**	**23 914**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**15 318**	**96,8**	**9 811**	**93,8**
- Automobile	13 408	84,7	8 344	79,7
- Conducteur	81,6 %		82,0 %	
- Passager	18,4 %		18,0 %	
- Transport en commun	1 018	6,4	310	3,0
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	11,7 %		6,0 %	
- Autres motorisés	1 107	7,0	1 175	11,2
Non motorisés	**501**	**3,2**	**642**	**6,1**
Autres	**11**	**0,1**	**11**	**0,1**
Nombre de déplacements	**15 830**		**10 463**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 791**	**96,9**	**3 974**	**91,1**
- Automobile	6 262	77,9	2 778	63,7
- Conducteur	81,8 %		72,1 %	
- Passager	18,2 %		27,9 %	
- Transport en commun	853	10,6	241	5,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	12,6 %		7,7 %	
- Autres motorisés	831	10,3	974	22,3
Non motorisés	**238**	**3,0**	**376**	**8,6**
Autres	**11**	**0,1**	**11**	**0,2**
Nombre de déplacements	**8 039**		**4 361**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	35,5	18,9
- 9 h à 14 h 59 :	21,1	18,9
- 15 h à 17 h 59 :	25,7	40,0
- 18 h à 23 h 59 :	16,2	21,0
- 24 h à 5 h 59 :	1,4	1,2
Nombre de déplacements	**22 532**	**22 728**

SM 18 - Charlesbourg (Trait-Carré)

Population :	9 500	Hommes : 46,9 %		Femmes : 53,1 %	
Nombre de logis :	4 280	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	283	0-19	17,1	0 auto	9,6
Nombre d'autos :	5 835	20-34	14,5	1 auto	51,5
Personnes / logis :	2,22	35-49	17,5	2 autos	34,4
Autos / logis :	1,36	50-64	23,2	3 autos	3,6
Autos / personne :	0,69	65 et +	27,7	4 autos et +	1,0

Superficie : 3,60 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	24 496
Nombre de déplacements internes :	1 976
Nombre de résidents (5 ans et +)	9 019
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 272
Nombre de déplacements par personne :	2,7

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	30,1	2,4	17,4
- Études	11,2	2,2	0,0
- Loisir	15,4	2,0	20,6
- Magasinage	20,3	1,7	40,3
- Autres (sauf retour)	15,5	2,8	21,7
- Retour au domicile	7,6	88,9	-
Nombre de déplacements	**11 722**	**11 697**	**3 052**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	20,2	13,9
- Études	7,0	5,2
- Loisir	11,3	9,5
- Magasinage	15,8	4,2
- Autres (sauf retour)	13,3	13,3
- Retour au domicile	32,4	53,8
Nombre de déplacements	**19 289**	**19 316**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**12 277**	**94,2**	**8 188**	**91,8**
- Automobile	10 883	83,5	7 451	83,6
- Conducteur	82,8 %		82,8 %	
- Passager	17,2 %		17,3 %	
- Transport en commun	920	7,1	587	6,6
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	8,6 %		3,0 %	
- Autres motorisés	585	4,5	169	1,9
Non motorisés	**744**	**5,7**	**724**	**8,1**
Autres	**29**	**0,2**	**29**	**0,3**
Nombre de déplacements	**13 037**		**8 916**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**4 558**	**95,2**	**3 261**	**94,6**
- Automobile	3 505	73,2	2 826	82,0
- Conducteur	84,1 %		81,5 %	
- Passager	15,9 %		18,5 %	
- Transport en commun	709	14,8	306	8,9
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	9,5 %		0,0 %	
- Autres motorisés	443	9,2	129	3,7
Non motorisés	**228**	**4,8**	**185**	**5,4**
Autres	**13**	**0,3**	**13**	**0,4**
Nombre de déplacements	**4 786**		**3 446**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	26,2	19,3
- 9 h à 14 h 59 :	28,8	25,9
- 15 h à 17 h 59 :	25,6	35,6
- 18 h à 23 h 59 :	17,6	17,6
- 24 h à 5 h 59 :	1,9	1,6
Nombre de déplacements	**17 876**	**17 868**

SM 19 - Henri-Bourassa Est

Population :	15 490	Hommes : 47,0 %		Femmes : 53,0 %	
Nombre de logis :	7 496	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	531	0-19	17,7	0 auto	10,6
Nombre d'autos :	9 704	20-34	18,0	1 auto	55,9
Personnes / logis :	2,07	35-49	17,6	2 autos	28,0
Autos / logis :	1,29	50-64	23,4	3 autos	4,7
Autos / personne :	0,72	65 et +	23,3	4 autos et +	0,8

Superficie : 5,00 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	38 559
Nombre de déplacements internes :	8 509
Nombre de résidents (5 ans et +)	14 777
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 174
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	25,6	2,2	22,4
- Études	12,9	6,2	0,4
- Loisir	12,6	3,3	23,7
- Magasinage	15,1	5,4	32,3
- Autres (sauf retour)	15,4	7,0	21,1
- Retour au domicile	18,4	76,0	-
Nombre de déplacements	**21 789**	**21 845**	**3 421**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	16,4	9,8
- Études	7,2	12,5
- Loisir	8,8	10,6
- Magasinage	11,9	14,0
- Autres (sauf retour)	11,5	11,3
- Retour au domicile	44,1	41,7
Nombre de déplacements	**39 595**	**39 809**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**19 802**	**89,5**	**20 634**	**88,9**
- Automobile	16 934	76,6	17 387	74,9
- Conducteur	83,1 %		81,4 %	
- Passager	16,9 %		18,6 %	
- Transport en commun	2 366	10,7	1 617	7,0
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		1,4 %	
- Bimodal	4,2 %		7,9 %	
- Autres motorisés	602	2,7	1 762	7,6
Non motorisés	**2 285**	**10,3**	**2 565**	**11,1**
Autres	**28**	**0,1**	**28**	**0,1**
Nombre de déplacements	**22 115**		**23 207**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 472**	**89,2**	**7 176**	**89,3**
- Automobile	5 694	68,0	5 138	63,9
- Conducteur	84,5 %		80,9 %	
- Passager	15,5 %		19,1 %	
- Transport en commun	1 530	18,3	774	9,6
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		2,8 %	
- Bimodal	2,9 %		12,2 %	
- Autres motorisés	292	3,5	1 339	16,7
Non motorisés	**877**	**10,5**	**854**	**10,6**
Autres	**28**	**0,3**	**28**	**0,3**
Nombre de déplacements	**8 376**		**8 037**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	22,0	21,4
- 9 h à 14 h 59 :	28,8	27,9
- 15 h à 17 h 59 :	29,6	31,9
- 18 h à 23 h 59 :	18,3	17,8
- 24 h à 5 h 59 :	1,2	1,1
Nombre de déplacements	**34 927**	**35 129**

SM 20 - Charlesbourg Sud

Population :	12 220	Hommes : 45,3 %		Femmes : 54,7 %	
Nombre de logis :	6 720	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	453	0-19	12,4	0 auto	24,9
Nombre d'autos :	6 573	20-34	25,0	1 auto	55,2
Personnes / logis :	1,82	35-49	15,0	2 autos	18,1
Autos / logis :	0,98	50-64	19,1	3 autos	1,4
Autos / personne :	0,60	65 et +	28,4	4 autos et +	0,4

Superficie : 2,70 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	25 643
Nombre de déplacements internes :	4 923
Nombre de résidents (5 ans et +)	11 703
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 540
Nombre de déplacements par personne :	2,2

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	29,4	4,3	23,8
- Études	9,3	1,9	2,2
- Loisir	11,5	2,1	20,4
- Magasinage	18,0	9,5	18,6
- Autres (sauf retour)	15,0	3,6	35,0
- Retour au domicile	16,9	78,5	-
Nombre de déplacements	**14 265**	**14 178**	**2 123**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	17,9	16,1
- Études	5,0	1,9
- Loisir	8,9	9,3
- Magasinage	15,2	21,7
- Autres (sauf retour)	10,5	10,3
- Retour au domicile	42,4	40,7
Nombre de déplacements	**27 364**	**27 343**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**14 367**	**91,2**	**14 444**	**89,1**
- Automobile	12 129	77,0	13 045	80,4
- Conducteur	80,1 %		81,6 %	
- Passager	19,9 %		18,4 %	
- Transport en commun	1 613	10,2	1 114	6,9
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	2,8 %		6,2 %	
- Autres motorisés	689	4,4	365	2,2
Non motorisés	**1 308**	**8,3**	**1 736**	**10,7**
Autres	**87**	**0,6**	**46**	**0,3**
Nombre de déplacements	**15 750**		**16 216**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 076**	**92,6**	**4 261**	**92,5**
- Automobile	3 791	69,1	3 711	80,6
- Conducteur	83,3 %		82,3 %	
- Passager	16,7 %		17,7 %	
- Transport en commun	911	16,6	398	8,6
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	3,1 %		17,2 %	
- Autres motorisés	403	7,3	232	5,0
Non motorisés	**331**	**6,0**	**309**	**6,7**
Autres	**77**	**1,4**	**36**	**0,8**
Nombre de déplacements	**5 484**		**4 606**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	21,3	18,1
- 9 h à 14 h 59 :	32,0	30,5
- 15 h à 17 h 59 :	28,7	33,3
- 18 h à 23 h 59 :	16,5	16,2
- 24 h à 5 h 59 :	1,5	1,9
Nombre de déplacements	**24 569**	**24 528**

SM 21 - Giffard

Population :	12 410	Hommes : 43,8 %		Femmes : 56,2 %	
Nombre de logis :	6 177	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	448	0-19	12,5	0 auto	20,4
Nombre d'autos :	6 669	20-34	15,8	1 auto	54,9
Personnes / logis :	2,01	35-49	15,8	2 autos	21,5
Autos / logis :	1,08	50-64	22,8	3 autos	2,8
Autos / personne :	0,59	65 et +	33,1	4 autos et +	0,4

Superficie : 7,20 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	29 139
Nombre de déplacements internes :	5 291
Nombre de résidents (5 ans et +)	12 108
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 330
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	25,9	3,6	21,8
- Études	10,9	3,4	1,1
- Loisir	14,1	1,8	25,8
- Magasinage	20,3	8,8	27,3
- Autres (sauf retour)	13,6	3,8	23,9
- Retour au domicile	15,2	78,5	-
Nombre de déplacements	**15 926**	**15 789**	**2 715**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	15,0	16,5
- Études	5,3	5,6
- Loisir	8,7	9,9
- Magasinage	14,1	19,7
- Autres (sauf retour)	10,7	12,0
- Retour au domicile	46,2	36,3
Nombre de déplacements	**34 142**	**34 139**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**16 932**	**92,2**	**19 943**	**91,7**
- Automobile	15 359	83,6	18 193	83,7
- Conducteur	81,9 %		81,6 %	
- Passager	18,1 %		18,4 %	
- Transport en commun	1 285	7,0	839	3,9
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	10,1 %		8,7 %	
- Autres motorisés	444	2,4	1 001	4,6
Non motorisés	**1 403**	**7,6**	**1 740**	**8,0**
Autres	**38**	**0,2**	**56**	**0,3**
Nombre de déplacements	**18 363**		**21 739**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 608**	**94,7**	**6 416**	**93,3**
- Automobile	4 734	79,9	5 458	79,4
- Conducteur	82,9 %		85,7 %	
- Passager	17,1 %		14,3 %	
- Transport en commun	721	12,2	299	4,3
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	18,0 %		9,7 %	
- Autres motorisés	308	5,2	689	10,0
Non motorisés	**296**	**5,0**	**413**	**6,0**
Autres	**20**	**0,3**	**47**	**0,7**
Nombre de déplacements	**5 924**		**6 877**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	18,8	21,4
- 9 h à 14 h 59 :	30,0	31,8
- 15 h à 17 h 59 :	33,1	28,6
- 18 h à 23 h 59 :	16,2	16,5
- 24 h à 5 h 59 :	2,0	1,7
Nombre de déplacements	**31 163**	**31 182**

SM 22.1 - Monseigneur-Gauthier – Vieux-Beauport

Population :	18 335	Hommes : 46,5 %		Femmes : 53,5 %	
Nombre de logis :	8 835	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	645	0-19	17,0	0 auto	13,9
Nombre d'autos :	11 180	20-34	18,1	1 auto	53,7
Personnes / logis :	2,08	35-49	17,9	2 autos	26,2
Autos / logis :	1,27	50-64	24,4	3 autos	4,7
Autos / personne :	0,70	65 et +	22,6	4 autos et +	1,5

Superficie : 8,40 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	45 043
Nombre de déplacements internes :	8 567
Nombre de résidents (5 ans et +)	17 544
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 764
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	25,3	3,4	23,6
- Études	11,9	5,4	0,9
- Loisir	13,2	2,5	18,0
- Magasinage	16,9	4,7	29,7
- Autres (sauf retour)	16,0	6,2	27,7
- Retour au domicile	16,6	77,8	-
Nombre de déplacements	**24 346**	**24 247**	**5 017**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	18,6	10,8
- Études	7,6	11,4
- Loisir	10,3	9,6
- Magasinage	12,4	5,4
- Autres (sauf retour)	12,6	14,3
- Retour au domicile	38,4	48,5
Nombre de déplacements	**38 911**	**38 929**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**22 202**	**92,7**	**18 780**	**93,6**
- Automobile	19 499	81,4	16 277	81,1
- Conducteur	79,1 %		75,0 %	
- Passager	20,9 %		25,0 %	
- Transport en commun	2 284	9,5	1 152	5,7
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	6,7 %		5,1 %	
- Autres motorisés	600	2,5	1 435	7,2
Non motorisés	**1 682**	**7,0**	**1 256**	**6,3**
Autres	**80**	**0,3**	**40**	**0,2**
Nombre de déplacements	**23 950**		**20 063**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 491**	**93,5**	**8 334**	**92,6**
- Automobile	7 723	76,1	6 516	72,4
- Conducteur	77,6 %		66,0 %	
- Passager	22,4 %		34,0 %	
- Transport en commun	1 450	14,3	680	7,6
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	9,4 %		3,9 %	
- Autres motorisés	470	4,6	1 189	13,2
Non motorisés	**635**	**6,3**	**664**	**7,4**
Autres	**24**	**0,2**	**13**	**0,1**
Nombre de déplacements	**10 150**		**8 997**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	27,3	24,1
- 9 h à 14 h 59 :	23,9	22,1
- 15 h à 17 h 59 :	30,9	34,9
- 18 h à 23 h 59 :	16,1	17,1
- 24 h à 5 h 59 :	1,7	1,8
Nombre de déplacements	**35 949**	**35 918**

SM 23 - Seigneuriale Sud

Population :	20 780	Hommes : 49,4 %		Femmes : 50,6 %	
Nombre de logis :	7 798	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	478	0-19	25,8	0 auto	2,0
Nombre d'autos :	13 458	20-34	17,0	1 auto	37,1
Personnes / logis :	2,66	35-49	23,5	2 autos	49,8
Autos / logis :	1,73	50-64	26,0	3 autos	9,1
Autos / personne :	0,79	65 et +	7,7	4 autos et +	2,0

Superficie : 16,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	50 714
Nombre de déplacements internes :	9 906
Nombre de résidents (5 ans et +)	19 736
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 116
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	33,4	5,4	30,5
- Études	16,3	3,5	3,7
- Loisir	9,3	2,2	14,4
- Magasinage	9,4	5,2	19,3
- Autres (sauf retour)	14,7	6,3	32,1
- Retour au domicile	17,0	77,4	-
Nombre de déplacements	**27 637**	**27 540**	**5 443**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	21,9	13,6
- Études	9,8	3,5
- Loisir	7,9	7,0
- Magasinage	10,8	20,0
- Autres (sauf retour)	11,7	10,6
- Retour au domicile	37,8	45,3
Nombre de déplacements	**46 949**	**47 011**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**27 720**	**94,9**	**24 274**	**94,4**
- Automobile	24 752	84,7	23 460	91,3
- Conducteur	80,3 %		82,0 %	
- Passager	19,8 %		18,0 %	
- Transport en commun	1 862	6,4	527	2,1
- RTC	100,0 %		98,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	11,7 %		12,3 %	
- Autres motorisés	1 429	4,9	366	1,4
Non motorisés	**1 391**	**4,8**	**1 332**	**5,2**
Autres	**106**	**0,4**	**100**	**0,4**
Nombre de déplacements	**29 212**		**25 707**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**13 350**	**95,6**	**7 745**	**93,6**
- Automobile	11 125	79,7	7 253	87,7
- Conducteur	78,2 %		81,7 %	
- Passager	21,8 %		18,3 %	
- Transport en commun	1 449	10,4	248	3,0
- RTC	100,0 %		95,7 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	14,0 %		16,4 %	
- Autres motorisés	1 072	7,7	284	3,4
Non motorisés	**583**	**4,2**	**513**	**6,2**
Autres	**32**	**0,2**	**14**	**0,2**
Nombre de déplacements	**13 960**		**8 272**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	31,2	18,4
- 9 h à 14 h 59 :	24,3	23,8
- 15 h à 17 h 59 :	26,5	38,0
- 18 h à 23 h 59 :	16,4	17,8
- 24 h à 5 h 59 :	1,6	1,9
Nombre de déplacements	**44 246**	**44 265**

SM 24 - Courville

Population :	6 685	Hommes : 48,0 %		Femmes : 52,0 %	
Nombre de logis :	2 912	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	284	0-19	18,7	0 auto	13,7
Nombre d'autos :	3 864	20-34	16,5	1 auto	47,9
Personnes / logis :	2,30	35-49	19,1	2 autos	33,1
Autos / logis :	1,33	50-64	23,9	3 autos	3,1
Autos / personne :	0,66	65 et +	21,9	4 autos et +	2,2

Superficie : 2,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	15 478
Nombre de déplacements internes :	2 353
Nombre de résidents (5 ans et +)	6 410
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 042
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	28,4	3,2	25,7
- Études	14,0	6,3	3,3
- Loisir	12,1	2,3	16,7
- Magasinage	15,7	1,1	28,1
- Autres (sauf retour)	16,1	3,8	26,2
- Retour au domicile	13,7	83,3	-
Nombre de déplacements	**7 993**	**7 987**	**1 850**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	20,5	9,7
- Études	9,1	16,0
- Loisir	9,8	6,7
- Magasinage	12,1	2,1
- Autres (sauf retour)	13,0	12,5
- Retour au domicile	35,6	53,0
Nombre de déplacements	**12 541**	**12 548**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 283**	**90,2**	**4 955**	**84,0**
- Automobile	6 416	79,4	3 664	62,1
- Conducteur	81,5 %		83,0 %	
- Passager	18,7 %		17,0 %	
- Transport en commun	686	8,5	187	3,2
- RTC	98,2 %		100,0 %	
- ST de Lévis	1,8 %		0,0 %	
- Bimodal	1,8 %		14,9 %	
- Autres motorisés	240	3,0	1 155	19,6
Non motorisés	**783**	**9,7**	**931**	**15,8**
Autres	**12**	**0,2**	**12**	**0,2**
Nombre de déplacements	**8 078**		**5 898**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**3 198**	**92,4**	**2 291**	**86,3**
- Automobile	2 629	76,0	1 425	53,7
- Conducteur	83,5 %		81,8 %	
- Passager	16,9 %		18,2 %	
- Transport en commun	437	12,6	95	3,6
- RTC	97,2 %		100,0 %	
- ST de Lévis	2,8 %		0,0 %	
- Bimodal	2,8 %		29,3 %	
- Autres motorisés	191	5,5	821	31,0
Non motorisés	**250**	**7,2**	**350**	**13,2**
Autres	**12**	**0,4**	**12**	**0,5**
Nombre de déplacements	**3 461**		**2 653**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	30,7	22,0
- 9 h à 14 h 59 :	24,1	26,6
- 15 h à 17 h 59 :	30,7	34,1
- 18 h à 23 h 59 :	12,9	16,0
- 24 h à 5 h 59 :	1,7	1,4
Nombre de déplacements	**10 797**	**10 825**

SM 25 - Montmorency

Population :	2 390	Hommes : 49,2 %		Femmes : 50,8 %	
Nombre de logis :	1 305	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	227	0-19	15,9	0 auto	18,3
Nombre d'autos :	1 340	20-34	18,8	1 auto	62,6
Personnes / logis :	1,83	35-49	18,8	2 autos	17,2
Autos / logis :	1,03	50-64	23,6	3 autos	1,9
Autos / personne :	0,64	65 et +	22,8	4 autos et +	0,0

Superficie : 1,40 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	5 646
Nombre de déplacements internes :	961
Nombre de résidents (5 ans et +)	2 302
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	436
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	31,3	5,3	11,6
- Études	9,5	3,4	1,1
- Loisir	14,2	2,6	27,4
- Magasinage	17,6	3,2	48,0
- Autres (sauf retour)	13,2	6,0	11,9
- Retour au domicile	14,2	79,5	-
Nombre de déplacements	**2 936**	**2 896**	**774**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	21,4	12,1
- Études	6,2	4,0
- Loisir	10,9	12,9
- Magasinage	13,4	8,4
- Autres (sauf retour)	10,5	12,5
- Retour au domicile	37,7	50,1
Nombre de déplacements	**4 686**	**4 595**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**2 633**	**90,2**	**2 023**	**88,3**
- Automobile	2 349	80,5	1 863	81,3
- Conducteur	79,3 %		75,5 %	
- Passager	20,7 %		24,5 %	
- Transport en commun	214	7,3	77	3,4
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	15,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	101	3,5	96	4,2
Non motorisés	**286**	**9,8**	**269**	**11,7**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**2 918**		**2 292**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**1 065**	**94,1**	**674**	**90,3**
- Automobile	898	79,4	579	77,5
- Conducteur	82,9 %		81,7 %	
- Passager	17,1 %		18,3 %	
- Transport en commun	117	10,4	21	2,8
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	27,4 %		0,0 %	
- Autres motorisés	81	7,2	88	11,7
Non motorisés	**67**	**5,9**	**72**	**9,7**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**1 132**		**746**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	26,9	18,3
- 9 h à 14 h 59 :	27,2	25,6
- 15 h à 17 h 59 :	21,7	32,3
- 18 h à 23 h 59 :	20,7	21,9
- 24 h à 5 h 59 :	3,4	2,0
Nombre de déplacements	**4 138**	**4 053**

SM 26 - Sainte-Thérèse-de-Lisieux Ouest

Population :	10 465	Hommes : 49,7 %		Femmes : 50,3 %	
Nombre de logis :	3 705	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	280	0-19	28,0	0 auto	1,4
Nombre d'autos :	6 881	20-34	16,6	1 auto	33,2
Personnes / logis :	2,82	35-49	25,4	2 autos	49,6
Autos / logis :	1,86	50-64	22,9	3 autos	12,1
Autos / personne :	0,83	65 et +	7,1	4 autos et +	3,6

Superficie : 36,10 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	25 815
Nombre de déplacements internes :	3 035
Nombre de résidents (5 ans et +)	9 849
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 032
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	34,0	3,1	22,6
- Études	19,9	3,4	4,5
- Loisir	11,5	1,8	16,8
- Magasinage	8,3	3,0	23,0
- Autres (sauf retour)	15,9	5,4	33,1
- Retour au domicile	10,4	83,3	-
Nombre de déplacements	**12 677**	**12 617**	**3 556**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	28,1	7,1
- Études	16,1	4,5
- Loisir	10,0	7,6
- Magasinage	8,5	4,7
- Autres (sauf retour)	13,9	10,9
- Retour au domicile	23,5	65,2
Nombre de déplacements	**16 107**	**16 128**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**11 895**	**96,5**	**5 160**	**91,8**
- Automobile	10 042	81,5	4 964	88,3
- Conducteur	79,1 %		77,3 %	
- Passager	20,9 %		22,7 %	
- Transport en commun	1 297	10,5	80	1,4
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	11,2 %		0,0 %	
- Autres motorisés	689	5,6	116	2,1
Non motorisés	**400**	**3,2**	**416**	**7,4**
Autres	**56**	**0,5**	**43**	**0,8**
Nombre de déplacements	**12 323**		**5 620**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**6 989**	**96,7**	**1 785**	**87,2**
- Automobile	5 476	75,8	1 723	84,2
- Conducteur	77,4 %		70,7 %	
- Passager	22,6 %		29,3 %	
- Transport en commun	995	13,8	16	0,8
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	11,1 %		0,0 %	
- Autres motorisés	615	8,5	46	2,2
Non motorisés	**232**	**3,2**	**238**	**11,6**
Autres	**37**	**0,5**	**24**	**1,2**
Nombre de déplacements	**7 228**		**2 047**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	46,3	13,2
- 9 h à 14 h 59 :	18,2	16,0
- 15 h à 17 h 59 :	18,3	48,8
- 18 h à 23 h 59 :	15,1	20,0
- 24 h à 5 h 59 :	2,1	2,0
Nombre de déplacements	**15 321**	**15 325**

SM 27 - Sainte-Thérèse-de-Lisieux Est

Population :	6 875	Hommes : 50,3 %		Femmes : 49,7 %	
Nombre de logis :	2 675	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	263	0-19	24,9	0 auto	1,9
Nombre d'autos :	4 618	20-34	18,8	1 auto	41,8
Personnes / logis :	2,57	35-49	23,3	2 autos	43,0
Autos / logis :	1,73	50-64	23,2	3 autos	9,5
Autos / personne :	0,84	65 et +	9,9	4 autos et +	3,8

Superficie : 3,20 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	16 309
Nombre de déplacements internes :	881
Nombre de résidents (5 ans et +)	6 502
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	834
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	35,7	1,8	23,4
- Études	19,0	2,0	2,3
- Loisir	12,0	0,7	24,8
- Magasinage	10,9	0,4	22,9
- Autres (sauf retour)	17,6	3,7	26,7
- Retour au domicile	4,7	91,5	-
Nombre de déplacements	**7 486**	**7 456**	**2 249**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	31,6	4,6
- Études	16,9	2,3
- Loisir	11,1	4,2
- Magasinage	10,7	3,1
- Autres (sauf retour)	16,7	6,7
- Retour au domicile	13,0	79,0
Nombre de déplacements	**8 632**	**8 626**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 081**	**94,3**	**1 661**	**91,9**
- Automobile	6 286	83,7	1 607	88,9
- Conducteur	78,8 %		72,7 %	
- Passager	21,2 %		27,3 %	
- Transport en commun	531	7,1	13	0,7
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	7,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	315	4,2	40	2,2
Non motorisés	**414**	**5,5**	**138**	**7,7**
Autres	**16**	**0,2**	**8**	**0,4**
Nombre de déplacements	**7 511**		**1 807**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**3 626**	**93,9**	**657**	**91,9**
- Automobile	2 988	77,4	622	87,1
- Conducteur	78,2 %		62,6 %	
- Passager	21,8 %		37,4 %	
- Transport en commun	422	10,9	0	0,0
- RTC	100,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	6,5 %		0,0 %	
- Autres motorisés	260	6,7	35	4,9
Non motorisés	**228**	**5,9**	**58**	**8,1**
Autres	**8**	**0,2**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**3 862**		**714**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	45,2	9,3
- 9 h à 14 h 59 :	19,7	18,4
- 15 h à 17 h 59 :	17,0	47,0
- 18 h à 23 h 59 :	14,5	22,5
- 24 h à 5 h 59 :	3,6	2,8
Nombre de déplacements	**8 064**	**8 060**

SM 28 - Boischatel

Population :	6 450	Hommes : 48,4 %		Femmes : 51,6 %	
Nombre de logis :	2 330	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	266	0-19	27,7	0 auto	3,2
Nombre d'autos :	4 286	20-34	16,8	1 auto	28,5
Personnes / logis :	2,77	35-49	23,7	2 autos	53,5
Autos / logis :	1,84	50-64	21,6	3 autos	11,0
Autos / personne :	0,86	65 et +	10,2	4 autos et +	3,8

Superficie : 20,90 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	16 150
Nombre de déplacements internes :	2 548
Nombre de résidents (5 ans et +)	5 943
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	559
Nombre de déplacements par personne :	2,7

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	28,4	3,6	22,5
- Études	17,0	5,6	2,1
- Loisir	11,0	1,1	17,6
- Magasinage	11,9	1,5	24,6
- Autres (sauf retour)	17,6	9,7	33,2
- Retour au domicile	14,1	78,6	-
Nombre de déplacements	**8 292**	**8 237**	**2 169**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	25,0	8,3
- Études	14,4	4,8
- Loisir	9,9	5,6
- Magasinage	11,4	2,3
- Autres (sauf retour)	15,7	12,9
- Retour au domicile	23,5	66,0
Nombre de déplacements	**9 863**	**9 812**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 432**	**98,5**	**3 281**	**98,3**
- Automobile	6 336	84,0	2 934	87,9
- Conducteur	78,4 %		79,2 %	
- Passager	21,7 %		20,8 %	
- Transport en commun	352	4,7	17	0,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	14,6 %		0,0 %	
- Autres motorisés	812	10,8	330	9,9
Non motorisés	**72**	**0,9**	**56**	**1,7**
Autres	**46**	**0,6**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**7 543**		**3 337**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**3 928**	**98,4**	**1 456**	**98,3**
- Automobile	3 168	79,4	1 207	81,5
- Conducteur	78,8 %		78,9 %	
- Passager	21,5 %		21,1 %	
- Transport en commun	232	5,8	0	0,0
- RTC	100,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	17,5 %		0,0 %	
- Autres motorisés	578	14,5	249	16,8
Non motorisés	**33**	**0,8**	**25**	**1,7**
Autres	**38**	**0,9**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**3 992**		**1 481**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	41,1	16,2
- 9 h à 14 h 59 :	23,7	21,8
- 15 h à 17 h 59 :	21,1	41,6
- 18 h à 23 h 59 :	11,9	19,1
- 24 h à 5 h 59 :	2,1	1,3
Nombre de déplacements	**9 695**	**9 664**

SM 29 - Quartier Laurentien – Champigny

Population :	15 380	Hommes : 49,4 %		Femmes : 50,6 %	
Nombre de logis :	6 096	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	392	0-19	24,3	0 auto	2,2
Nombre d'autos :	10 184	20-34	14,7	1 auto	44,3
Personnes / logis :	2,52	35-49	22,6	2 autos	39,9
Autos / logis :	1,67	50-64	27,0	3 autos	11,9
Autos / personne :	0,80	65 et +	11,4	4 autos et +	1,7

Superficie : 53,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	37 663
Nombre de déplacements internes :	6 617
Nombre de résidents (5 ans et +)	14 411
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 659
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	32,2	2,7	27,8
- Études	15,9	4,1	3,5
- Loisir	11,6	1,9	21,0
- Magasinage	12,0	7,2	24,9
- Autres (sauf retour)	12,4	4,8	22,8
- Retour au domicile	15,8	79,3	-
Nombre de déplacements	**20 163**	**20 084**	**4 033**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	18,7	11,7
- Études	8,4	5,0
- Loisir	8,3	11,8
- Magasinage	12,0	20,0
- Autres (sauf retour)	9,6	11,2
- Retour au domicile	43,0	40,3
Nombre de déplacements	**39 756**	**39 541**

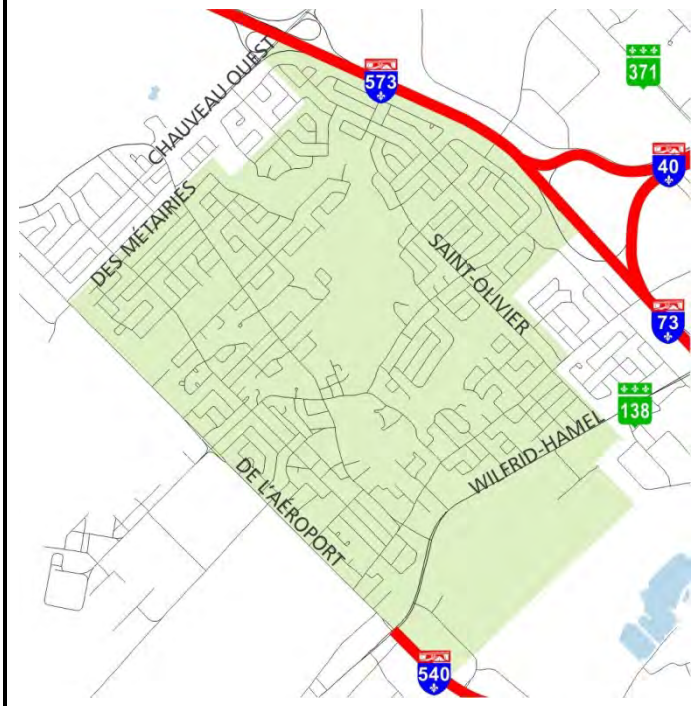
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**21 753**	**95,9**	**22 730**	**96,2**
- Automobile	19 531	86,1	21 430	90,7
- Conducteur	80,8 %		78,5 %	
- Passager	19,2 %		21,5 %	
- Transport en commun	1 140	5,0	259	1,1
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	7,3 %		10,3 %	
- Autres motorisés	1 165	5,1	1 106	4,7
Non motorisés	**766**	**3,4**	**817**	**3,5**
Autres	**161**	**0,7**	**70**	**0,3**
Nombre de déplacements	**22 680**		**23 617**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 201**	**96,9**	**5 921**	**96,6**
- Automobile	7 538	79,4	5 121	83,5
- Conducteur	80,8 %		78,1 %	
- Passager	19,2 %		21,9 %	
- Transport en commun	854	9,0	65	1,1
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	9,8 %		0,0 %	
- Autres motorisés	893	9,4	773	12,6
Non motorisés	**200**	**2,1**	**198**	**3,2**
Autres	**96**	**1,0**	**13**	**0,2**
Nombre de déplacements	**9 498**		**6 131**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	24,6	15,9
- 9 h à 14 h 59 :	26,9	27,5
- 15 h à 17 h 59 :	26,3	34,4
- 18 h à 23 h 59 :	19,5	20,1
- 24 h à 5 h 59 :	2,7	2,1
Nombre de déplacements	**38 083**	**38 003**

SM 30 - L'Ancienne-Lorette

Population :	16 750	Hommes : 48,0 %		Femmes : 52,0 %	
Nombre de logis :	7 070	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	469	0-19	22,2	0 auto	7,7
Nombre d'autos :	11 008	20-34	15,2	1 auto	41,3
Personnes / logis :	2,37	35-49	21,4	2 autos	40,7
Autos / logis :	1,56	50-64	23,7	3 autos	8,4
Autos / personne :	0,79	65 et +	17,5	4 autos et +	1,9



Superficie : 7,60 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	41 893
Nombre de déplacements internes :	10 973
Nombre de résidents (5 ans et +)	15 994
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 231
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	25,9	3,0	28,9
- Études	14,0	6,9	3,8
- Loisir	13,6	4,9	15,6
- Magasinage	12,0	5,3	26,5
- Autres (sauf retour)	13,9	6,6	25,3
- Retour au domicile	20,6	73,2	-
Nombre de déplacements	**24 688**	**24 642**	**3 536**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	20,5	11,1
- Études	10,2	7,2
- Loisir	11,3	8,6
- Magasinage	12,1	10,7
- Autres (sauf retour)	11,7	9,6
- Retour au domicile	34,2	52,8
Nombre de déplacements	**34 091**	**34 169**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**20 801**	**92,7**	**14 515**	**90,0**
- Automobile	18 777	83,7	13 216	81,9
- Conducteur	81,6 %		83,6 %	
- Passager	18,4 %		16,5 %	
- Transport en commun	1 219	5,4	386	2,4
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	9,3 %		3,4 %	
- Autres motorisés	918	4,1	926	5,7
Non motorisés	**1 610**	**7,2**	**1 595**	**9,9**
Autres	**18**	**0,1**	**18**	**0,1**
Nombre de déplacements	**22 429**		**16 128**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 069**	**93,9**	**5 026**	**88,8**
- Automobile	7 674	79,5	4 133	73,1
- Conducteur	84,4 %		87,5 %	
- Passager	15,6 %		12,5 %	
- Transport en commun	854	8,8	200	3,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	13,3 %		6,6 %	
- Autres motorisés	654	6,8	706	12,5
Non motorisés	**582**	**6,0**	**628**	**11,1**
Autres	**4**	**0,0**	**4**	**0,1**
Nombre de déplacements	**9 655**		**5 658**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	29,9	17,1
- 9 h à 14 h 59 :	26,8	24,2
- 15 h à 17 h 59 :	23,3	35,5
- 18 h à 23 h 59 :	18,0	20,6
- 24 h à 5 h 59 :	2,0	2,6
Nombre de déplacements	**31 147**	**31 182**

SM 31 - Vanier

Population :	12 205	Hommes : 45,9 %		Femmes : 54,1 %	
Nombre de logis :	6 245	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	394	0-19	14,9	0 auto	20,5
Nombre d'autos :	6 577	20-34	18,7	1 auto	57,6
Personnes / logis :	1,95	35-49	16,7	2 autos	19,0
Autos / logis :	1,05	50-64	23,1	3 autos	2,1
Autos / personne :	0,60	65 et +	26,5	4 autos et +	0,9

Superficie : 4,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	27 561
Nombre de déplacements internes :	7 412
Nombre de résidents (5 ans et +)	11 751
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 262
Nombre de déplacements par personne :	2,3

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	27,1	6,3	27,9
- Études	10,0	5,7	1,7
- Loisir	13,0	4,2	23,1
- Magasinage	19,3	6,8	18,8
- Autres (sauf retour)	10,7	4,4	28,6
- Retour au domicile	19,8	72,5	-
Nombre de déplacements	**16 484**	**16 402**	**2 088**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	15,6	26,8
- Études	4,9	4,6
- Loisir	9,2	10,0
- Magasinage	14,5	13,8
- Autres (sauf retour)	9,1	10,7
- Retour au domicile	46,7	34,2
Nombre de déplacements	**34 811**	**34 801**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**16 464**	**88,8**	**20 921**	**91,3**
- Automobile	15 162	81,8	19 771	86,3
- Conducteur	81,4 %		85,2 %	
- Passager	18,6 %		14,9 %	
- Transport en commun	997	5,4	861	3,8
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	2,1 %		1,4 %	
- Bimodal	3,5 %		0,0 %	
- Autres motorisés	339	1,8	301	1,3
Non motorisés	**2 051**	**11,1**	**1 962**	**8,6**
Autres	**35**	**0,2**	**36**	**0,2**
Nombre de déplacements	**18 538**		**22 908**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 048**	**87,5**	**8 471**	**92,0**
- Automobile	4 197	72,8	7 790	84,6
- Conducteur	82,4 %		90,3 %	
- Passager	17,6 %		9,7 %	
- Transport en commun	613	10,6	497	5,4
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	2,2 %		0,0 %	
- Autres motorisés	251	4,3	183	2,0
Non motorisés	**712**	**12,3**	**730**	**7,9**
Autres	**9**	**0,2**	**9**	**0,1**
Nombre de déplacements	**5 769**		**9 211**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	17,2	28,5
- 9 h à 14 h 59 :	28,1	28,7
- 15 h à 17 h 59 :	32,7	24,9
- 18 h à 23 h 59 :	20,0	15,2
- 24 h à 5 h 59 :	2,0	2,7
Nombre de déplacements	**31 042**	**30 962**

SM 32 - Duberger

Population :	13 490	Hommes : 47,0 %		Femmes : 53,0 %	
Nombre de logis :	6 060	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	413	0-19	20,5	0 auto	12,2
Nombre d'autos :	8 120	20-34	25,5	1 auto	49,3
Personnes / logis :	2,23	35-49	19,2	2 autos	32,7
Autos / logis :	1,34	50-64	18,6	3 autos	4,5
Autos / personne :	0,72	65 et +	16,3	4 autos et +	1,3

Superficie : 7,90 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	34 846
Nombre de déplacements internes :	8 010
Nombre de résidents (5 ans et +)	12 662
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 765
Nombre de déplacements par personne :	2,8

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	29,4	3,1	24,4
- Études	12,2	6,6	2,0
- Loisir	11,7	2,1	22,3
- Magasinage	13,3	6,6	23,4
- Autres (sauf retour)	14,8	7,8	27,8
- Retour au domicile	18,6	73,8	-
Nombre de déplacements	**19 715**	**19 635**	**3 507**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	21,0	17,8
- Études	7,9	9,1
- Loisir	9,5	6,4
- Magasinage	11,0	9,0
- Autres (sauf retour)	12,0	11,4
- Retour au domicile	38,6	46,3
Nombre de déplacements	**31 228**	**31 271**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**17 629**	**92,0**	**15 367**	**91,6**
- Automobile	15 364	80,1	13 283	79,2
- Conducteur	81,1 %		81,8 %	
- Passager	19,0 %		18,4 %	
- Transport en commun	1 851	9,7	1 303	7,8
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	4,9 %		3,3 %	
- Autres motorisés	490	2,6	824	4,9
Non motorisés	**1 530**	**8,0**	**1 384**	**8,2**
Autres	**41**	**0,2**	**46**	**0,3**
Nombre de déplacements	**19 172**		**16 780**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 405**	**91,4**	**6 833**	**91,8**
- Automobile	5 978	73,8	5 328	71,6
- Conducteur	80,5 %		81,7 %	
- Passager	19,7 %		18,9 %	
- Transport en commun	1 085	13,4	835	11,2
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	3,0 %		5,1 %	
- Autres motorisés	374	4,6	712	9,6
Non motorisés	**700**	**8,6**	**612**	**8,2**
Autres	**13**	**0,2**	**19**	**0,3**
Nombre de déplacements	**8 105**		**7 447**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	27,0	24,5
- 9 h à 14 h 59 :	23,0	21,8
- 15 h à 17 h 59 :	32,2	33,1
- 18 h à 23 h 59 :	16,1	17,7
- 24 h à 5 h 59 :	1,8	2,9
Nombre de déplacements	**28 375**	**28 481**

SM 33 - Les Saules

Population :	11 435	Hommes : 48,7 %		Femmes : 51,3 %	
Nombre de logis :	5 435	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	362	0-19	17,5	0 auto	12,3
Nombre d'autos :	7 294	20-34	22,7	1 auto	48,9
Personnes / logis :	2,10	35-49	17,9	2 autos	32,0
Autos / logis :	1,34	50-64	23,1	3 autos	6,0
Autos / personne :	0,75	65 et +	18,8	4 autos et +	0,8

Superficie : 7,30 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	28 126
Nombre de déplacements internes :	4 974
Nombre de résidents (5 ans et +)	10 853
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 444
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	30,4	3,8	24,8
- Études	13,1	4,4	0,5
- Loisir	11,9	2,9	19,8
- Magasinage	15,0	4,2	36,5
- Autres (sauf retour)	15,1	5,1	18,4
- Retour au domicile	14,6	79,4	-
Nombre de déplacements	**15 271**	**15 267**	**2 562**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	17,7	31,6
- Études	6,9	3,1
- Loisir	8,2	8,8
- Magasinage	10,9	6,9
- Autres (sauf retour)	12,0	10,9
- Retour au domicile	44,4	38,7
Nombre de déplacements	**31 219**	**31 305**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**16 310**	**93,9**	**18 110**	**94,4**
- Automobile	14 296	82,3	16 779	87,5
- Conducteur	82,4 %		87,5 %	
- Passager	17,7 %		12,5 %	
- Transport en commun	1 645	9,5	820	4,3
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	8,5 %		1,4 %	
- Autres motorisés	507	2,9	522	2,7
Non motorisés	**979**	**5,6**	**975**	**5,1**
Autres	**85**	**0,5**	**104**	**0,5**
Nombre de déplacements	**17 373**		**19 176**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**6 230**	**93,5**	**8 531**	**94,8**
- Automobile	4 852	72,8	7 772	86,3
- Conducteur	82,7 %		90,9 %	
- Passager	17,3 %		9,1 %	
- Transport en commun	1 158	17,4	429	4,8
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	7,8 %		0,0 %	
- Autres motorisés	311	4,7	331	3,7
Non motorisés	**381**	**5,7**	**398**	**4,4**
Autres	**52**	**0,8**	**85**	**0,9**
Nombre de déplacements	**6 663**		**9 001**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	22,3	30,2
- 9 h à 14 h 59 :	24,8	23,0
- 15 h à 17 h 59 :	34,6	28,5
- 18 h à 23 h 59 :	15,9	14,9
- 24 h à 5 h 59 :	2,3	3,3
Nombre de déplacements	**29 196**	**29 214**

SM 34 - Neufchâtel Est

Population :	17 705	Hommes : 49,5 %		Femmes : 50,5 %	
Nombre de logis :	7 525	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	337	0-19	23,7	0 auto	5,7
Nombre d'autos :	11 634	20-34	21,6	1 auto	42,0
Personnes / logis :	2,35	35-49	22,9	2 autos	45,7
Autos / logis :	1,55	50-64	20,5	3 autos	5,2
Autos / personne :	0,81	65 et +	11,3	4 autos et +	1,3

Superficie : 8,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	44 730
Nombre de déplacements internes :	8 008
Nombre de résidents (5 ans et +)	16 597
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 051
Nombre de déplacements par personne :	2,7

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	31,2	2,5	23,4
- Études	15,3	6,2	2,9
- Loisir	9,7	1,4	18,6
- Magasinage	9,7	2,9	23,6
- Autres (sauf retour)	18,5	9,1	31,5
- Retour au domicile	15,6	77,8	-
Nombre de déplacements	**23 710**	**23 631**	**5 397**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	23,6	11,5
- Études	10,5	9,2
- Loisir	7,6	5,0
- Magasinage	9,0	6,8
- Autres (sauf retour)	15,8	14,7
- Retour au domicile	33,5	52,8
Nombre de déplacements	**34 886**	**34 802**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**22 254**	**96,0**	**15 359**	**93,6**
- Automobile	19 416	83,7	13 418	81,8
- Conducteur	80,9 %		78,6 %	
- Passager	19,1 %		21,4 %	
- Transport en commun	1 764	7,6	408	2,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	8,8 %		17,5 %	
- Autres motorisés	1 229	5,3	1 651	10,1
Non motorisés	**918**	**4,0**	**999**	**6,1**
Autres	**48**	**0,2**	**53**	**0,3**
Nombre de déplacements	**23 191**		**16 411**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**11 311**	**96,1**	**7 555**	**93,6**
- Automobile	9 108	77,4	5 919	73,3
- Conducteur	81,2 %		73,0 %	
- Passager	18,8 %		27,0 %	
- Transport en commun	1 426	12,1	280	3,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	9,0 %		25,5 %	
- Autres motorisés	905	7,7	1 475	18,3
Non motorisés	**467**	**4,0**	**464**	**5,8**
Autres	**25**	**0,2**	**53**	**0,7**
Nombre de déplacements	**11 773**		**8 072**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	35,7	24,4
- 9 h à 14 h 59 :	21,6	18,7
- 15 h à 17 h 59 :	27,7	38,1
- 18 h à 23 h 59 :	13,0	17,5
- 24 h à 5 h 59 :	1,9	1,4
Nombre de déplacements	**32 981**	**32 839**

SM 35 - Lebourgneuf

Population :	13 255	Hommes : 47,4 %		Femmes : 52,6 %	
Nombre de logis :	6 405	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	318	0-19	15,5	0 auto	6,0
Nombre d'autos :	9 194	20-34	20,3	1 auto	53,2
Personnes / logis :	2,07	35-49	18,3	2 autos	33,4
Autos / logis :	1,44	50-64	26,4	3 autos	6,0
Autos / personne :	0,78	65 et +	19,5	4 autos et +	1,4

Superficie : 17,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	34 491
Nombre de déplacements internes :	9 437
Nombre de résidents (5 ans et +)	12 714
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 438
Nombre de déplacements par personne :	2,7

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	29,2	6,1	22,5
- Études	9,4	2,1	1,2
- Loisir	10,6	3,9	24,5
- Magasinage	18,5	13,8	25,5
- Autres (sauf retour)	11,4	4,8	26,2
- Retour au domicile	20,9	69,3	-
Nombre de déplacements	**20 407**	**20 485**	**3 036**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	12,6	28,0
- Études	3,1	0,9
- Loisir	6,8	8,7
- Magasinage	15,1	34,3
- Autres (sauf retour)	8,5	7,0
- Retour au domicile	53,9	21,1
Nombre de déplacements	**67 079**	**67 316**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**29 384**	**95,1**	**51 489**	**96,9**
- Automobile	27 320	88,4	48 888	92,0
- Conducteur	82,4 %		83,0 %	
- Passager	17,6 %		17,0 %	
- Transport en commun	1 319	4,3	2 140	4,0
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	1,2 %		1,6 %	
- Bimodal	8,9 %		3,8 %	
- Autres motorisés	859	2,8	560	1,1
Non motorisés	**1 106**	**3,6**	**1 122**	**2,1**
Autres	**481**	**1,6**	**541**	**1,0**
Nombre de déplacements	**30 904**		**53 120**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**8 169**	**96,1**	**15 552**	**97,4**
- Automobile	6 626	78,0	14 351	89,9
- Conducteur	87,8 %		91,8 %	
- Passager	12,2 %		8,2 %	
- Transport en commun	925	10,9	967	6,1
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		1,4 %	
- Bimodal	11,0 %		5,9 %	
- Autres motorisés	702	8,3	291	1,8
Non motorisés	**152**	**1,8**	**207**	**1,3**
Autres	**245**	**2,9**	**235**	**1,5**
Nombre de déplacements	**8 498**		**15 963**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	13,3	24,1
- 9 h à 14 h 59 :	31,3	36,6
- 15 h à 17 h 59 :	33,1	21,7
- 18 h à 23 h 59 :	21,1	15,1
- 24 h à 5 h 59 :	1,3	2,4
Nombre de déplacements	**64 655**	**64 956**

SM 36 - Neufchâtel Ouest

Population :	14 960	Hommes : 48,9 %		Femmes : 51,1 %	
Nombre de logis :	6 325	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	482	0-19	22,9	0 auto	6,0
Nombre d'autos :	9 786	20-34	19,2	1 auto	47,4
Personnes / logis :	2,37	35-49	21,4	2 autos	34,7
Autos / logis :	1,55	50-64	23,3	3 autos	9,7
Autos / personne :	0,78	65 et +	13,2	4 autos et +	2,2

Superficie : 15,20 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	35 681
Nombre de déplacements internes :	7 433
Nombre de résidents (5 ans et +)	14 054
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 612
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	30,8	4,1	26,2
- Études	14,5	5,5	4,4
- Loisir	12,4	2,9	17,9
- Magasinage	13,1	6,5	21,3
- Autres (sauf retour)	12,7	5,1	30,2
- Retour au domicile	16,5	75,9	-
Nombre de déplacements	**20 147**	**19 910**	**3 056**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	19,9	12,8
- Études	8,9	8,9
- Loisir	9,1	9,5
- Magasinage	11,5	15,7
- Autres (sauf retour)	10,7	10,0
- Retour au domicile	39,9	43,1
Nombre de déplacements	**35 249**	**35 043**

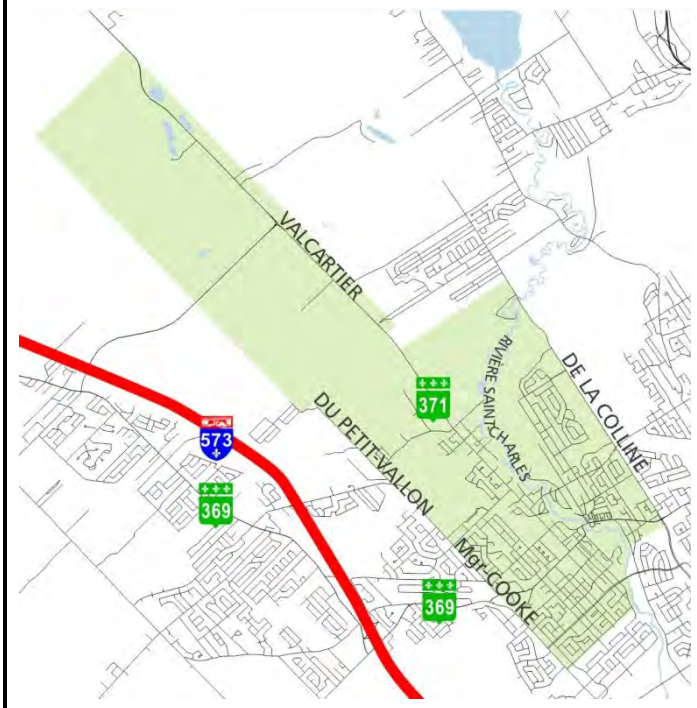
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**19 871**	**93,9**	**18 526**	**92,9**
- Automobile	17 155	81,0	16 524	82,9
- Conducteur	82,7 %		81,5 %	
- Passager	17,3 %		18,5 %	
- Transport en commun	1 713	8,1	471	2,4
- RTC	100,0 %		96,4 %	
- ST de Lévis	0,0 %		6,5 %	
- Bimodal	7,4 %		11,8 %	
- Autres motorisés	1 147	5,4	1 598	8,0
Non motorisés	**1 236**	**5,8**	**1 321**	**6,6**
Autres	**69**	**0,3**	**86**	**0,4**
Nombre de déplacements	**21 168**		**19 932**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**8 743**	**94,9**	**6 540**	**93,1**
- Automobile	6 881	74,7	5 110	72,7
- Conducteur	82,8 %		79,7 %	
- Passager	17,2 %		20,3 %	
- Transport en commun	1 171	12,7	201	2,9
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		6,7 %	
- Bimodal	10,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	835	9,1	1 241	17,7
Non motorisés	**453**	**4,9**	**466**	**6,6**
Autres	**22**	**0,2**	**22**	**0,3**
Nombre de déplacements	**9 210**		**7 028**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	27,5	20,7
- 9 h à 14 h 59 :	27,3	25,2
- 15 h à 17 h 59 :	26,5	33,4
- 18 h à 23 h 59 :	16,6	18,9
- 24 h à 5 h 59 :	2,1	1,9
Nombre de déplacements	**32 904**	**32 689**

SM 37 - Loretteville – Neufchâtel Nord – Wendake

Population :	17 340	Hommes : 47,7 %		Femmes : 52,3 %	
Nombre de logis :	7 592	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	522	0-19	22,5	0 auto	13,5
Nombre d'autos :	10 190	20-34	19,0	1 auto	46,8
Personnes / logis :	2,28	35-49	19,1	2 autos	33,6
Autos / logis :	1,34	50-64	21,1	3 autos	4,8
Autos / personne :	0,71	65 et +	18,2	4 autos et +	1,3



Superficie : 21,70 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	42 015
Nombre de déplacements internes :	9 640
Nombre de résidents (5 ans et +)	16 377
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 409
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	25,7	4,8	22,0
- Études	14,7	5,7	2,1
- Loisir	11,7	3,5	16,5
- Magasinage	14,9	5,9	32,9
- Autres (sauf retour)	14,6	6,1	26,5
- Retour au domicile	18,4	73,9	-
Nombre de déplacements	**23 541**	**23 515**	**4 599**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	19,6	10,9
- Études	10,1	9,3
- Loisir	8,9	8,4
- Magasinage	12,2	8,1
- Autres (sauf retour)	12,0	13,8
- Retour au domicile	37,2	49,5
Nombre de déplacements	**35 112**	**35 097**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**20 302**	**92,0**	**16 121**	**90,9**
- Automobile	17 650	80,0	14 065	79,3
- Conducteur	81,0 %		80,8 %	
- Passager	19,0 %		19,2 %	
- Transport en commun	1 773	8,0	442	2,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,9 %		0,0 %	
- Bimodal	7,6 %		6,0 %	
- Autres motorisés	1 014	4,6	1 654	9,3
Non motorisés	**1 673**	**7,6**	**1 552**	**8,8**
Autres	**85**	**0,4**	**56**	**0,3**
Nombre de déplacements	**22 059**		**17 729**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**8 989**	**91,9**	**6 365**	**89,5**
- Automobile	7 300	74,7	4 738	66,6
- Conducteur	80,5 %		77,3 %	
- Passager	19,5 %		22,7 %	
- Transport en commun	1 023	10,5	278	3,9
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	1,5 %		0,0 %	
- Bimodal	13,2 %		9,5 %	
- Autres motorisés	801	8,2	1 375	19,3
Non motorisés	**721**	**7,4**	**691**	**9,7**
Autres	**68**	**0,7**	**56**	**0,8**
Nombre de déplacements	**9 778**		**7 112**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	29,1	21,4
- 9 h à 14 h 59 :	26,8	23,9
- 15 h à 17 h 59 :	25,4	33,4
- 18 h à 23 h 59 :	16,3	19,7
- 24 h à 5 h 59 :	2,5	1,6
Nombre de déplacements	**31 778**	**31 819**

SM 38 - Saint-Émile

Population :	14 285	Hommes : 50,0 %		Femmes : 50,0 %	
Nombre de logis :	5 275	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	355	0-19	29,6	0 auto	3,4
Nombre d'autos :	9 413	20-34	18,4	1 auto	34,2
Personnes / logis :	2,71	35-49	27,2	2 autos	47,2
Autos / logis :	1,78	50-64	17,4	3 autos	11,1
Autos / personne :	0,84	65 et +	7,3	4 autos et +	4,1

Superficie : 8,60 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	33 378
Nombre de déplacements internes :	7 035
Nombre de résidents (5 ans et +)	13 260
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 536
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	35,6	4,7	30,0
- Études	15,4	6,0	3,8
- Loisir	7,8	1,6	15,8
- Magasinage	8,9	3,6	20,1
- Autres (sauf retour)	15,1	9,6	30,4
- Retour au domicile	17,2	74,6	-
Nombre de déplacements	**18 315**	**18 237**	**3 861**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	31,8	7,9
- Études	13,5	5,5
- Loisir	6,9	4,6
- Magasinage	8,4	4,1
- Autres (sauf retour)	14,5	13,7
- Retour au domicile	24,9	64,3
Nombre de déplacements	**21 136**	**21 163**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**15 232**	**95,9**	**6 936**	**91,7**
- Automobile	13 173	83,0	6 453	85,3
- Conducteur	82,6 %		80,0 %	
- Passager	17,4 %		20,0 %	
- Transport en commun	983	6,2	78	1,0
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	5,7 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 132	7,1	405	5,4
Non motorisés	**631**	**4,0**	**613**	**8,1**
Autres	**13**	**0,1**	**13**	**0,2**
Nombre de déplacements	**15 875**		**7 562**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 215**	**96,6**	**2 786**	**89,6**
- Automobile	7 459	78,2	2 475	79,6
- Conducteur	83,2 %		73,4 %	
- Passager	16,8 %		26,6 %	
- Transport en commun	803	8,4	32	1,0
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	5,5 %		0,0 %	
- Autres motorisés	997	10,5	279	9,0
Non motorisés	**310**	**3,3**	**310**	**10,0**
Autres	**13**	**0,1**	**13**	**0,4**
Nombre de déplacements	**9 538**		**3 109**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	47,0	15,4
- 9 h à 14 h 59 :	16,5	16,0
- 15 h à 17 h 59 :	20,5	45,9
- 18 h à 23 h 59 :	13,7	21,1
- 24 h à 5 h 59 :	2,4	1,5
Nombre de déplacements	**19 944**	**19 947**

SM 39 - Lac-Saint-Charles

Population :	9 252	Hommes : 49,5 %		Femmes : 50,5 %	
Nombre de logis :	3 834	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	266	0-19	24,5	0 auto	2,2
Nombre d'autos :	6 714	20-34	20,3	1 auto	36,0
Personnes / logis :	2,41	35-49	23,5	2 autos	49,2
Autos / logis :	1,75	50-64	22,6	3 autos	10,1
Autos / personne :	0,91	65 et +	9,0	4 autos et +	2,5

Superficie : 35,00 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	20 492
Nombre de déplacements internes :	4 929
Nombre de résidents (5 ans et +)	8 540
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 261
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	32,3	4,8	28,4
- Études	16,4	7,9	1,5
- Loisir	7,6	2,9	13,1
- Magasinage	11,4	4,5	29,2
- Autres (sauf retour)	13,0	6,4	27,8
- Retour au domicile	19,2	73,5	-
Nombre de déplacements	**11 679**	**11 736**	**2 005**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	28,8	9,4
- Études	13,9	7,2
- Loisir	6,6	5,7
- Magasinage	10,1	5,2
- Autres (sauf retour)	13,2	10,5
- Retour au domicile	27,4	62,1
Nombre de déplacements	**13 743**	**13 885**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 581**	**96,0**	**4 844**	**92,0**
- Automobile	8 108	81,2	4 161	79,1
- Conducteur	85,1 %		86,3 %	
- Passager	14,9 %		13,7 %	
- Transport en commun	529	5,3	24	0,4
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	2,4 %		0,0 %	
- Bimodal	20,7 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 052	10,5	673	12,8
Non motorisés	**402**	**4,0**	**419**	**8,0**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**9 983**		**5 263**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 127**	**96,8**	**2 130**	**92,7**
- Automobile	4 137	78,1	1 691	73,6
- Conducteur	86,9 %		84,1 %	
- Passager	13,1 %		15,9 %	
- Transport en commun	363	6,9	11	0,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	30,2 %		0,0 %	
- Autres motorisés	737	13,9	428	18,6
Non motorisés	**168**	**3,2**	**168**	**7,3**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**5 295**		**2 298**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	41,0	17,9
- 9 h à 14 h 59 :	21,4	18,8
- 15 h à 17 h 59 :	21,3	41,9
- 18 h à 23 h 59 :	12,5	19,4
- 24 h à 5 h 59 :	3,8	2,0
Nombre de déplacements	**12 916**	**13 044**

SM 40 - Val-Bélair (Bélair)

Population :	16 020	Hommes : 49,1 %		Femmes : 50,9 %	
Nombre de logis :	6 168	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	396	0-19	28,8	0 auto	2,0
Nombre d'autos :	10 784	20-34	23,9	1 auto	36,4
Personnes / logis :	2,60	35-49	25,0	2 autos	49,5
Autos / logis :	1,75	50-64	16,3	3 autos	9,8
Autos / personne :	0,87	65 et +	5,9	4 autos et +	2,3

Superficie : 27,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR	
Nombre de déplacements effectués par les résidents :	39 422
Nombre de déplacements internes :	11 547
Nombre de résidents (5 ans et +)	14 556
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 537
Nombre de déplacements par personne :	2,7

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	29,2	5,3	24,3
- Études	14,9	8,3	3,0
- Loisir	9,3	2,7	21,3
- Magasinage	8,6	4,9	24,0
- Autres (sauf retour)	15,7	9,6	27,3
- Retour au domicile	22,3	69,2	-
Nombre de déplacements	**23 562**	**23 638**	**3 768**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	24,4	7,6
- Études	11,9	8,8
- Loisir	7,9	7,0
- Magasinage	8,4	7,8
- Autres (sauf retour)	14,1	14,0
- Retour au domicile	33,2	54,8
Nombre de déplacements	**29 743**	**29 864**

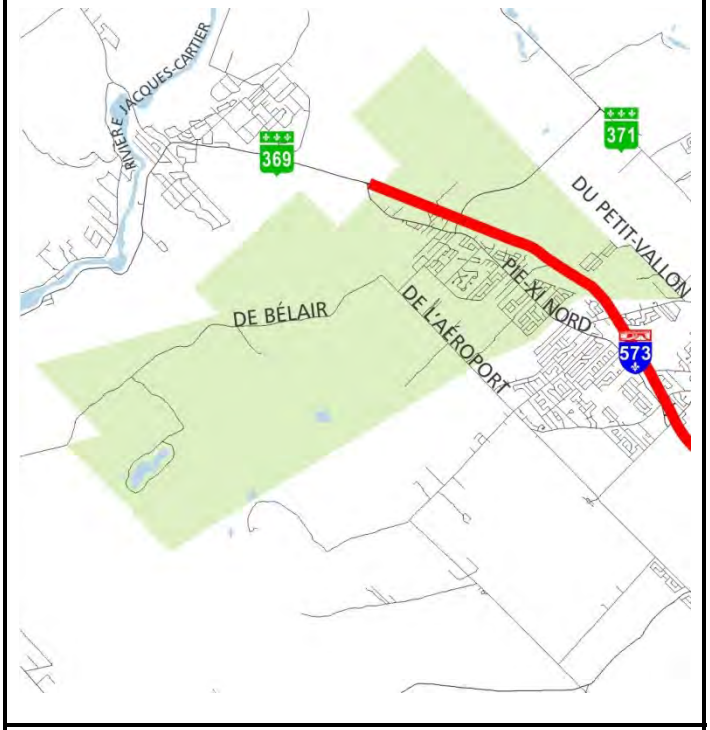
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**18 804**	**94,7**	**12 499**	**92,5**
- Automobile	16 666	83,9	10 886	80,6
- Conducteur	82,4 %		79,8 %	
- Passager	17,6 %		20,2 %	
- Transport en commun	947	4,8	168	1,2
- RTC	98,8 %		100,0 %	
- ST de Lévis	1,2 %		0,0 %	
- Bimodal	10,1 %		14,2 %	
- Autres motorisés	1 286	6,5	1 469	10,9
Non motorisés	**1 038**	**5,2**	**1 012**	**7,5**
Autres	**12**	**0,1**	**12**	**0,1**
Nombre de déplacements	**19 855**		**13 506**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**10 035**	**95,6**	**4 694**	**91,1**
- Automobile	8 548	81,4	3 651	70,9
- Conducteur	81,6 %		76,1 %	
- Passager	18,4 %		23,9 %	
- Transport en commun	599	5,7	58	1,1
- RTC	98,1 %		100,0 %	
- ST de Lévis	1,9 %		0,0 %	
- Bimodal	13,3 %		0,0 %	
- Autres motorisés	968	9,2	985	19,1
Non motorisés	**464**	**4,4**	**459**	**8,9**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**10 498**		**5 153**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	37,3	18,5
- 9 h à 14 h 59 :	19,9	20,1
- 15 h à 17 h 59 :	24,9	40,1
- 18 h à 23 h 59 :	16,0	19,2
- 24 h à 5 h 59 :	1,9	2,0
Nombre de déplacements	**27 732**	**27 839**

SM 41 - Val-Bélair (Val-Saint-Michel)

Population :	9 275	Hommes : 49,4 %		Femmes : 50,6 %	
Nombre de logis :	3 706	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	294	0-19	26,8	0 auto	2,6
Nombre d'autos :	6 200	20-34	21,8	1 auto	39,9
Personnes / logis :	2,50	35-49	24,6	2 autos	46,9
Autos / logis :	1,67	50-64	18,2	3 autos	8,8
Autos / personne :	0,86	65 et +	8,5	4 autos et +	1,8



Superficie : 42,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	22 179
Nombre de déplacements internes :	3 591
Nombre de résidents (5 ans et +)	8 599
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 253
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	32,0	2,4	21,5
- Études	17,3	5,5	2,9
- Loisir	10,4	1,3	12,6
- Magasinage	10,3	4,5	27,2
- Autres (sauf retour)	16,2	7,3	35,8
- Retour au domicile	13,9	79,0	-
Nombre de déplacements	**11 745**	**11 693**	**2 332**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	28,6	5,4
- Études	14,8	4,9
- Loisir	9,4	4,3
- Magasinage	9,8	6,1
- Autres (sauf retour)	15,1	11,8
- Retour au domicile	22,3	67,5
Nombre de déplacements	**13 740**	**13 684**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**10 428**	**97,7**	**4 217**	**94,9**
- Automobile	8 665	81,2	3 765	84,7
- Conducteur	84,6 %		85,8 %	
- Passager	15,4 %		14,2 %	
- Transport en commun	479	4,5	47	1,1
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	2,5 %		26,0 %	
- Autres motorisés	1 296	12,1	418	9,4
Non motorisés	**223**	**2,1**	**215**	**4,8**
Autres	**22**	**0,2**	**13**	**0,3**
Nombre de déplacements	**10 673**		**4 445**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 636**	**98,5**	**1 720**	**96,2**
- Automobile	4 304	75,3	1 459	81,6
- Conducteur	85,5 %		79,0 %	
- Passager	14,5 %		21,0 %	
- Transport en commun	381	6,7	0	0,0
- RTC	100,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	3,2 %		0,0 %	
- Autres motorisés	963	16,8	261	14,6
Non motorisés	**71**	**1,2**	**55**	**3,1**
Autres	**13**	**0,2**	**13**	**0,7**
Nombre de déplacements	**5 720**		**1 788**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	43,1	14,2
- 9 h à 14 h 59 :	22,9	21,5
- 15 h à 17 h 59 :	19,2	44,9
- 18 h à 23 h 59 :	12,7	17,2
- 24 h à 5 h 59 :	2,1	2,2
Nombre de déplacements	**13 282**	**13 270**

SM 42 - Saint-Augustin-de-Desmaures

Population :	18 135	Hommes : 49,9 %		Femmes : 50,1 %	
Nombre de logis :	6 440	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	434	0-19	27,5	0 auto	1,4
Nombre d'autos :	11 754	20-34	14,9	1 auto	35,6
Personnes / logis :	2,82	35-49	22,9	2 autos	48,0
Autos / logis :	1,83	50-64	24,2	3 autos	10,5
Autos / personne :	0,82	65 et +	10,4	4 autos et +	4,4

Superficie : 85,90 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	43 001
Nombre de déplacements internes :	13 421
Nombre de résidents (5 ans et +)	17 143
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 437
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	27,5	6,0	26,2
- Études	16,5	7,1	2,3
- Loisir	10,8	4,3	23,8
- Magasinage	8,7	5,0	23,5
- Autres (sauf retour)	14,3	9,2	24,1
- Retour au domicile	22,2	68,3	-
Nombre de déplacements	**26 173**	**26 235**	**4 014**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	20,9	17,9
- Études	11,8	9,8
- Loisir	8,9	7,9
- Magasinage	7,9	5,2
- Autres (sauf retour)	12,5	10,2
- Retour au domicile	38,0	49,0
Nombre de déplacements	**36 477**	**36 610**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**21 625**	**95,6**	**17 671**	**94,6**
- Automobile	18 818	83,2	16 047	85,9
- Conducteur	83,9 %		85,0 %	
- Passager	16,1 %		15,0 %	
- Transport en commun	983	4,3	287	1,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	1,7 %		4,2 %	
- Bimodal	4,6 %		45,3 %	
- Autres motorisés	1 870	8,3	1 467	7,9
Non motorisés	**914**	**4,0**	**949**	**5,1**
Autres	**129**	**0,6**	**78**	**0,4**
Nombre de déplacements	**22 611**		**18 681**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**11 160**	**96,4**	**8 424**	**94,4**
- Automobile	8 732	75,4	7 033	78,8
- Conducteur	83,1 %		83,9 %	
- Passager	16,9 %		16,1 %	
- Transport en commun	902	7,8	233	2,6
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	1,8 %		0,0 %	
- Bimodal	5,0 %		55,9 %	
- Autres motorisés	1 572	13,6	1 288	14,4
Non motorisés	**407**	**3,5**	**458**	**5,1**
Autres	**49**	**0,4**	**59**	**0,7**
Nombre de déplacements	**11 582**		**8 925**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	33,0	25,0
- 9 h à 14 h 59 :	19,7	18,0
- 15 h à 17 h 59 :	28,4	35,3
- 18 h à 23 h 59 :	17,1	19,1
- 24 h à 5 h 59 :	1,7	2,5
Nombre de déplacements	**34 597**	**34 718**

SM 43 - Lauzon

Population :	17 280	Hommes : 46,9 %		Femmes : 53,1 %	
Nombre de logis :	7 815	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	497	0-19	19,5	0 auto	7,9
Nombre d'autos :	11 558	20-34	18,9	1 auto	49,3
Personnes / logis :	2,21	35-49	18,1	2 autos	33,7
Autos / logis :	1,48	50-64	25,9	3 autos	6,6
Autos / personne :	0,77	65 et +	17,6	4 autos et +	2,5

Superficie : 17,60 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	41 929
Nombre de déplacements internes :	9 462
Nombre de résidents (5 ans et +)	16 359
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 107
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	30,2	7,2	15,0
- Études	12,1	4,2	3,9
- Loisir	10,6	2,9	19,8
- Magasinage	15,2	4,9	36,9
- Autres (sauf retour)	14,4	7,0	24,5
- Retour au domicile	17,6	73,9	-
Nombre de déplacements	**23 883**	**23 805**	**3 703**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	23,6	14,9
- Études	9,2	9,4
- Loisir	8,6	5,9
- Magasinage	12,8	6,3
- Autres (sauf retour)	12,8	9,3
- Retour au domicile	32,9	54,1
Nombre de déplacements	**32 454**	**32 494**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**20 349**	**93,5**	**13 811**	**92,6**
- Automobile	18 405	84,5	12 568	84,3
- Conducteur	82,5 %		84,0 %	
- Passager	17,5 %		16,0 %	
- Transport en commun	1 287	5,9	806	5,4
- RTC	15,9 %		8,1 %	
- ST de Lévis	93,3 %		100,0 %	
- Bimodal	22,2 %		6,7 %	
- Autres motorisés	1 397	6,4	548	3,7
Non motorisés	**1 403**	**6,4**	**1 069**	**7,2**
Autres	**33**	**0,2**	**33**	**0,2**
Nombre de déplacements	**21 770**		**14 914**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**8 359**	**93,0**	**6 217**	**93,3**
- Automobile	7 037	78,3	5 394	81,0
- Conducteur	83,2 %		85,7 %	
- Passager	17,0 %		14,3 %	
- Transport en commun	780	8,7	495	7,4
- RTC	21,5 %		9,0 %	
- ST de Lévis	89,0 %		100,0 %	
- Bimodal	29,7 %		6,6 %	
- Autres motorisés	1 058	11,8	406	6,1
Non motorisés	**620**	**6,9**	**438**	**6,6**
Autres	**5**	**0,1**	**5**	**0,1**
Nombre de déplacements	**8 984**		**6 660**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	29,0	22,1
- 9 h à 14 h 59 :	25,8	23,4
- 15 h à 17 h 59 :	27,3	33,3
- 18 h à 23 h 59 :	15,8	19,0
- 24 h à 5 h 59 :	2,1	2,3
Nombre de déplacements	**30 013**	**30 053**

SM 44 - Lévis Centre

Population :	16 310	Hommes : 44,2 %		Femmes : 55,8 %	
Nombre de logis :	7 650	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	488	0-19	16,1	0 auto	12,4
Nombre d'autos :	9 810	20-34	17,9	1 auto	55,5
Personnes / logis :	2,13	35-49	15,8	2 autos	25,7
Autos / logis :	1,28	50-64	22,8	3 autos	4,5
Autos / personne :	0,68	65 et +	27,4	4 autos et +	1,8

Superficie : 14,10 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	37 970
Nombre de déplacements internes :	19 266
Nombre de résidents (5 ans et +)	15 870
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	2 857
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	22,7	9,7	31,9
- Études	8,7	4,6	2,7
- Loisir	10,0	5,3	28,3
- Magasinage	15,8	13,8	13,9
- Autres (sauf retour)	11,3	7,8	23,1
- Retour au domicile	31,5	58,8	-
Nombre de déplacements	**27 754**	**27 711**	**1 771**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	12,6	23,6
- Études	4,0	9,1
- Loisir	6,7	9,5
- Magasinage	12,6	20,2
- Autres (sauf retour)	9,5	12,9
- Retour au domicile	54,6	24,8
Nombre de déplacements	**65 686**	**65 783**

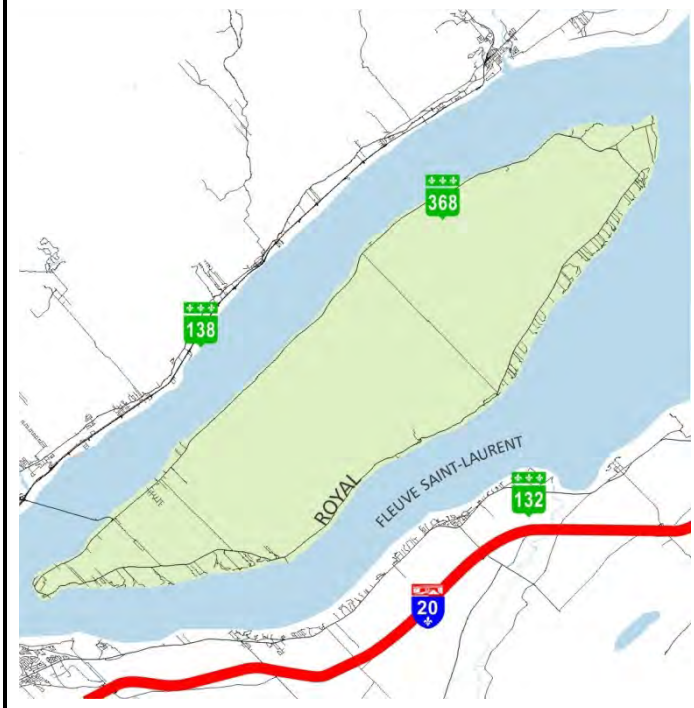
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**27 206**	**91,3**	**46 632**	**94,2**
- Automobile	25 384	85,2	42 420	85,7
- Conducteur	82,9 %		83,9 %	
- Passager	17,1 %		16,1 %	
- Transport en commun	1 008	3,4	1 385	2,8
- RTC	19,2 %		17,5 %	
- ST de Lévis	84,2 %		88,3 %	
- Bimodal	28,3 %		14,9 %	
- Autres motorisés	1 532	5,1	3 559	7,2
Non motorisés	**2 522**	**8,5**	**2 797**	**5,7**
Autres	**122**	**0,4**	**164**	**0,3**
Nombre de déplacements	**29 802**		**49 482**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 965**	**90,6**	**17 744**	**95,3**
- Automobile	6 764	76,9	14 271	76,6
- Conducteur	84,2 %		87,9 %	
- Passager	15,8 %		12,2 %	
- Transport en commun	668	7,6	924	5,0
- RTC	20,9 %		17,7 %	
- ST de Lévis	81,4 %		88,8 %	
- Bimodal	32,0 %		11,3 %	
- Autres motorisés	925	10,5	2 960	15,9
Non motorisés	**815**	**9,3**	**932**	**5,0**
Autres	**26**	**0,3**	**46**	**0,2**
Nombre de déplacements	**8 791**		**18 628**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	14,0	29,6
- 9 h à 14 h 59 :	28,9	31,9
- 15 h à 17 h 59 :	37,4	22,5
- 18 h à 23 h 59 :	17,9	14,2
- 24 h à 5 h 59 :	1,8	1,8
Nombre de déplacements	**60 718**	**60 850**

SM 45 - L'Île-d'Orléans

Population :	6 715	Hommes : 49,8 %		Femmes : 50,2 %	
Nombre de logis :	2 815	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	270	0-19	18,5	0 auto	3,0
Nombre d'autos :	5 032	20-34	13,3	1 auto	37,9
Personnes / logis :	2,39	35-49	18,6	2 autos	42,8
Autos / logis :	1,79	50-64	28,2	3 autos	11,2
Autos / personne :	0,89	65 et +	21,3	4 autos et +	5,1



Superficie : 194,10 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	13 346
Nombre de déplacements internes :	3 093
Nombre de résidents (5 ans et +)	6 467
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 545
Nombre de déplacements par personne :	2,1

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	29,8	8,6	15,0
- Études	15,5	5,8	2,0
- Loisir	9,1	2,3	21,3
- Magasinage	12,4	3,7	32,7
- Autres (sauf retour)	15,0	5,3	29,0
- Retour au domicile	18,2	74,3	-
Nombre de déplacements	**7 190**	**7 264**	**1 985**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	26,4	13,8
- Études	13,4	5,1
- Loisir	7,8	6,2
- Magasinage	11,5	3,7
- Autres (sauf retour)	13,8	6,4
- Retour au domicile	27,1	64,8
Nombre de déplacements	**8 344**	**8 322**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 940**	**97,7**	**2 799**	**95,6**
- Automobile	5 154	84,7	2 422	82,7
- Conducteur	83,4 %		86,9 %	
- Passager	16,6 %		13,1 %	
- Transport en commun	82	1,4	0	0,0
- RTC	76,4 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	65,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	766	12,6	376	12,9
Non motorisés	**122**	**2,0**	**122**	**4,2**
Autres	**19**	**0,3**	**7**	**0,2**
Nombre de déplacements	**6 082**		**2 928**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**2 905**	**97,1**	**1 167**	**93,1**
- Automobile	2 243	75,0	909	72,5
- Conducteur	85,1 %		95,2 %	
- Passager	14,9 %		4,8 %	
- Transport en commun	82	2,8	0	0,0
- RTC	76,4 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	65,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	642	21,5	258	20,6
Non motorisés	**80**	**2,7**	**80**	**6,4**
Autres	**7**	**0,2**	**7**	**0,5**
Nombre de déplacements	**2 992**		**1 254**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	36,5	15,4
- 9 h à 14 h 59 :	27,5	24,6
- 15 h à 17 h 59 :	21,1	41,2
- 18 h à 23 h 59 :	11,7	17,5
- 24 h à 5 h 59 :	3,3	1,2
Nombre de déplacements	**8 099**	**8 077**

SM 46 - Saint-Romuald Est

Population :	13 720	Hommes : 48,3 %		Femmes : 51,7 %	
Nombre de logis :	6 005	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	415	0-19	21,8	0 auto	2,6
Nombre d'autos :	9 820	20-34	19,8	1 auto	45,7
Personnes / logis :	2,28	35-49	21,0	2 autos	40,3
Autos / logis :	1,64	50-64	23,8	3 autos	8,9
Autos / personne :	0,87	65 et +	13,5	4 autos et +	2,5

Superficie : 18,60 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	34 535
Nombre de déplacements internes :	5 653
Nombre de résidents (5 ans et +)	12 817
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 688
Nombre de déplacements par personne :	2,7

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	33,0	4,2	26,9
- Études	11,9	4,2	4,2
- Loisir	12,1	1,4	15,7
- Magasinage	13,2	3,6	27,2
- Autres (sauf retour)	16,0	8,1	26,1
- Retour au domicile	13,7	78,5	-
Nombre de déplacements	**18 162**	**18 190**	**3 836**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	27,0	14,3
- Études	9,2	3,8
- Loisir	10,4	4,5
- Magasinage	12,1	7,3
- Autres (sauf retour)	14,2	10,6
- Retour au domicile	27,1	59,5
Nombre de déplacements	**23 880**	**23 994**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**16 942**	**97,4**	**9 308**	**95,7**
- Automobile	15 317	88,0	8 699	89,5
- Conducteur	84,5 %		85,1 %	
- Passager	15,5 %		14,9 %	
- Transport en commun	555	3,2	99	1,0
- RTC	15,4 %		13,4 %	
- ST de Lévis	90,3 %		100,0 %	
- Bimodal	14,6 %		22,3 %	
- Autres motorisés	1 283	7,4	551	5,7
Non motorisés	**428**	**2,5**	**320**	**3,3**
Autres	**51**	**0,3**	**94**	**1,0**
Nombre de déplacements	**17 401**		**9 721**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 879**	**98,8**	**4 122**	**96,3**
- Automobile	6 685	83,8	3 683	86,0
- Conducteur	85,1 %		84,4 %	
- Passager	14,9 %		15,6 %	
- Transport en commun	381	4,8	44	1,0
- RTC	19,3 %		30,1 %	
- ST de Lévis	85,8 %		100,0 %	
- Bimodal	21,2 %		0,0 %	
- Autres motorisés	978	12,3	401	9,4
Non motorisés	**77**	**1,0**	**94**	**2,2**
Autres	**37**	**0,5**	**66**	**1,5**
Nombre de déplacements	**7 973**		**4 282**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	34,7	18,8
- 9 h à 14 h 59 :	24,1	22,0
- 15 h à 17 h 59 :	25,0	38,6
- 18 h à 23 h 59 :	14,6	18,0
- 24 h à 5 h 59 :	1,6	2,7
Nombre de déplacements	**23 095**	**23 198**

SM 47 - Pintendre – Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy

Population :	7 880	Hommes : 50,9 %		Femmes : 49,1 %	
Nombre de logis :	3 040	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	254	0-19	26,6	0 auto	0,9
Nombre d'autos :	5 864	20-34	19,7	1 auto	28,2
Personnes / logis :	2,59	35-49	23,5	2 autos	55,1
Autos / logis :	1,93	50-64	22,0	3 autos	10,9
Autos / personne :	0,93	65 et +	8,2	4 autos et +	4,9

Superficie : 89,70 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	20 112
Nombre de déplacements internes :	4 704
Nombre de résidents (5 ans et +)	7 468
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	667
Nombre de déplacements par personne :	2,7

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	34,5	5,6	27,4
- Études	13,9	5,5	1,8
- Loisir	9,9	2,5	19,0
- Magasinage	8,3	2,4	32,2
- Autres (sauf retour)	15,1	9,4	19,6
- Retour au domicile	18,2	74,5	-
Nombre de déplacements	**11 543**	**11 607**	**1 666**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	28,8	10,9
- Études	11,2	4,9
- Loisir	8,6	7,5
- Magasinage	8,5	4,5
- Autres (sauf retour)	13,0	11,9
- Retour au domicile	29,9	60,4
Nombre de déplacements	**14 312**	**14 320**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 723**	**96,9**	**5 362**	**94,6**
- Automobile	8 743	87,2	4 984	87,9
- Conducteur	83,5 %		78,6 %	
- Passager	16,5 %		21,4 %	
- Transport en commun	148	1,5	36	0,6
- RTC	10,6 %		42,1 %	
- ST de Lévis	89,4 %		100,0 %	
- Bimodal	19,8 %		42,1 %	
- Autres motorisés	920	9,2	366	6,5
Non motorisés	**226**	**2,3**	**276**	**4,9**
Autres	**83**	**0,8**	**31**	**0,6**
Nombre de déplacements	**10 032**		**5 669**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 007**	**98,5**	**2 132**	**96,3**
- Automobile	4 127	81,2	1 824	82,4
- Conducteur	86,0 %		76,9 %	
- Passager	14,0 %		23,1 %	
- Transport en commun	118	2,3	21	1,0
- RTC	7,3 %		0,0 %	
- ST de Lévis	92,7 %		100,0 %	
- Bimodal	24,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	850	16,7	297	13,4
Non motorisés	**66**	**1,3**	**66**	**3,0**
Autres	**9**	**0,2**	**16**	**0,7**
Nombre de déplacements	**5 082**		**2 214**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	37,6	17,0
- 9 h à 14 h 59 :	20,8	20,2
- 15 h à 17 h 59 :	23,9	42,2
- 18 h à 23 h 59 :	14,6	17,9
- 24 h à 5 h 59 :	3,2	2,7
Nombre de déplacements	**13 768**	**13 801**

SM 48 - Saint-Romuald Ouest

Population :	11 730	Hommes : 46,7 %		Femmes : 53,3 %	
Nombre de logis :	5 590	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	369	0-19	18,1	0 auto	6,4
Nombre d'autos :	8 139	20-34	19,9	1 auto	51,5
Personnes / logis :	2,10	35-49	19,5	2 autos	34,3
Autos / logis :	1,46	50-64	24,0	3 autos	6,1
Autos / personne :	0,80	65 et +	18,5	4 autos et +	1,7

Superficie : 12,40 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	27 413
Nombre de déplacements internes :	9 847
Nombre de résidents (5 ans et +)	11 168
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 615
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	26,3	7,7	30,6
- Études	12,2	6,0	0,0
- Loisir	11,7	4,0	15,6
- Magasinage	15,3	12,0	29,5
- Autres (sauf retour)	10,4	5,2	24,3
- Retour au domicile	24,2	65,1	-
Nombre de déplacements	**17 699**	**17 731**	**1 829**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	16,7	22,1
- Études	6,6	9,9
- Loisir	8,3	8,3
- Magasinage	12,6	17,0
- Autres (sauf retour)	9,1	9,7
- Retour au domicile	46,6	33,1
Nombre de déplacements	**34 615**	**34 816**

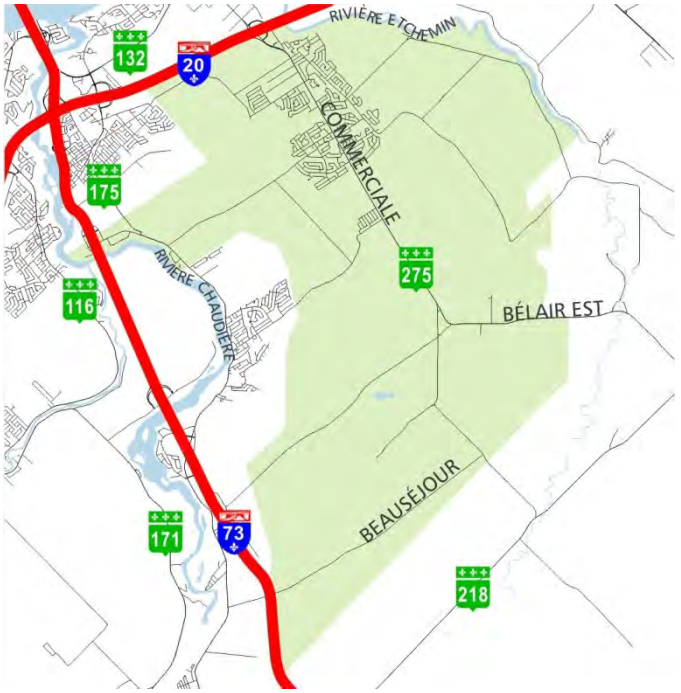
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**17 190**	**93,0**	**22 059**	**94,7**
- Automobile	15 449	83,6	19 765	84,9
- Conducteur	87,4 %		86,1 %	
- Passager	12,6 %		13,9 %	
- Transport en commun	940	5,1	671	2,9
- RTC	21,1 %		17,6 %	
- ST de Lévis	98,4 %		100,0 %	
- Bimodal	7,2 %		3,1 %	
- Autres motorisés	901	4,9	1 668	7,2
Non motorisés	**1 136**	**6,1**	**1 123**	**4,8**
Autres	**162**	**0,9**	**109**	**0,5**
Nombre de déplacements	**18 478**		**23 282**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**6 503**	**94,3**	**9 028**	**95,9**
- Automobile	5 212	75,6	7 120	75,6
- Conducteur	90,6 %		87,0 %	
- Passager	9,4 %		13,0 %	
- Transport en commun	594	8,6	360	3,8
- RTC	19,2 %		17,3 %	
- ST de Lévis	97,5 %		100,0 %	
- Bimodal	11,5 %		5,8 %	
- Autres motorisés	796	11,5	1 579	16,8
Non motorisés	**343**	**5,0**	**358**	**3,8**
Autres	**61**	**0,9**	**39**	**0,4**
Nombre de déplacements	**6 897**		**9 415**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	20,6	28,0
- 9 h à 14 h 59 :	26,4	26,9
- 15 h à 17 h 59 :	34,5	27,0
- 18 h à 23 h 59 :	17,0	16,6
- 24 h à 5 h 59 :	1,5	1,5
Nombre de déplacements	**32 591**	**32 833**

SM 49 - Saint-Jean-Chrysostome

Population :	15 237	Hommes : 50,4 %		Femmes : 49,6 %	
Nombre de logis :	5 587	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	389	0-19	26,8	0 auto	1,4
Nombre d'autos :	10 706	20-34	17,0	1 auto	26,5
Personnes / logis :	2,73	35-49	23,9	2 autos	55,9
Autos / logis :	1,92	50-64	24,7	3 autos	12,7
Autos / personne :	0,87	65 et +	7,7	4 autos et +	3,6



Superficie : 85,20 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	37 223
Nombre de déplacements internes :	12 256
Nombre de résidents (5 ans et +)	14 612
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 452
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	28,6	6,2	24,1
- Études	15,4	7,7	4,7
- Loisir	8,7	2,8	15,9
- Magasinage	11,4	7,4	26,6
- Autres (sauf retour)	12,4	8,3	28,7
- Retour au domicile	23,5	67,6	-
Nombre de déplacements	**23 460**	**23 482**	**2 537**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	25,5	11,2
- Études	13,2	7,5
- Loisir	7,8	5,2
- Magasinage	10,4	8,0
- Autres (sauf retour)	11,5	11,0
- Retour au domicile	31,6	57,2
Nombre de déplacements	**27 678**	**27 771**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**17 713**	**93,5**	**10 636**	**89,5**
- Automobile	15 839	83,6	9 856	82,9
- Conducteur	83,6 %		82,0 %	
- Passager	16,4 %		18,1 %	
- Transport en commun	618	3,3	76	0,6
- RTC	7,9 %		0,0 %	
- ST de Lévis	97,8 %		100,0 %	
- Bimodal	3,8 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 279	6,8	716	6,0
Non motorisés	**1 197**	**6,3**	**1 194**	**10,0**
Autres	**33**	**0,2**	**57**	**0,5**
Nombre de déplacements	**18 943**		**11 887**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 019**	**93,8**	**4 252**	**87,3**
- Automobile	7 315	76,1	3 578	73,5
- Conducteur	84,8 %		81,3 %	
- Passager	15,2 %		19,0 %	
- Transport en commun	476	5,0	10	0,2
- RTC	5,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	97,2 %		100,0 %	
- Bimodal	5,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 252	13,0	664	13,6
Non motorisés	**581**	**6,0**	**589**	**12,1**
Autres	**16**	**0,2**	**28**	**0,6**
Nombre de déplacements	**9 615**		**4 868**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	36,3	17,7
- 9 h à 14 h 59 :	22,0	19,0
- 15 h à 17 h 59 :	23,5	41,4
- 18 h à 23 h 59 :	15,6	19,9
- 24 h à 5 h 59 :	2,7	2,1
Nombre de déplacements	**25 291**	**25 386**

SM 50 - Charny

Population :	10 060	Hommes : 45,8 %		Femmes : 54,2 %	
Nombre de logis :	4 665	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	332	0-19	18,9	0 auto	8,0
Nombre d'autos :	7 154	20-34	21,6	1 auto	44,8
Personnes / logis :	2,16	35-49	18,2	2 autos	37,4
Autos / logis :	1,53	50-64	24,8	3 autos	7,9
Autos / personne :	0,82	65 et +	16,5	4 autos et +	1,9

Superficie : 7,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	23 831
Nombre de déplacements internes :	6 258
Nombre de résidents (5 ans et +)	9 637
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 395
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	31,5	4,2	27,6
- Études	12,2	5,2	0,8
- Loisir	11,8	4,9	16,8
- Magasinage	12,7	5,7	27,3
- Autres (sauf retour)	11,4	6,6	27,5
- Retour au domicile	20,4	73,3	-
Nombre de déplacements	**14 336**	**14 182**	**1 571**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	23,3	12,1
- Études	8,1	8,5
- Loisir	8,6	12,9
- Magasinage	11,0	6,8
- Autres (sauf retour)	9,6	12,0
- Retour au domicile	39,4	47,7
Nombre de déplacements	**21 942**	**21 792**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**12 226**	**92,0**	**10 317**	**90,6**
- Automobile	10 995	82,7	9 024	79,2
- Conducteur	85,8 %		84,5 %	
- Passager	14,3 %		15,5 %	
- Transport en commun	581	4,4	123	1,1
- RTC	10,3 %		11,1 %	
- ST de Lévis	98,2 %		100,0 %	
- Bimodal	5,0 %		21,9 %	
- Autres motorisés	679	5,1	1 213	10,7
Non motorisés	**1 013**	**7,6**	**1 026**	**9,0**
Autres	**57**	**0,4**	**47**	**0,4**
Nombre de déplacements	**13 296**		**11 391**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 317**	**92,8**	**3 970**	**91,1**
- Automobile	4 464	77,9	2 922	67,1
- Conducteur	87,1 %		87,1 %	
- Passager	13,1 %		12,9 %	
- Transport en commun	379	6,6	54	1,2
- RTC	6,1 %		0,0 %	
- ST de Lévis	97,3 %		100,0 %	
- Bimodal	7,6 %		50,3 %	
- Autres motorisés	503	8,8	1 038	23,8
Non motorisés	**394**	**6,9**	**376**	**8,6**
Autres	**20**	**0,4**	**10**	**0,2**
Nombre de déplacements	**5 731**		**4 357**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	27,0	20,9
- 9 h à 14 h 59 :	23,8	22,9
- 15 h à 17 h 59 :	27,5	34,6
- 18 h à 23 h 59 :	19,4	19,5
- 24 h à 5 h 59 :	2,3	2,0
Nombre de déplacements	**20 004**	**19 827**

SM 51 - Sainte-Hélène-de-Breakeyville

Population :	8 168	Hommes : 48,5 %		Femmes : 51,5 %	
Nombre de logis :	3 058	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	211	0-19	32,9	0 auto	2,6
Nombre d'autos :	5 683	20-34	19,0	1 auto	30,3
Personnes / logis :	2,67	35-49	26,8	2 autos	51,9
Autos / logis :	1,86	50-64	15,1	3 autos	11,1
Autos / personne :	0,96	65 et +	6,2	4 autos et +	4,2

Superficie : 10,90 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	19 093
Nombre de déplacements internes :	4 606
Nombre de résidents (5 ans et +)	7 395
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	738
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	28,3	3,4	30,8
- Études	18,2	9,2	4,3
- Loisir	9,8	2,3	21,2
- Magasinage	8,9	2,8	23,5
- Autres (sauf retour)	16,1	8,4	20,1
- Retour au domicile	18,8	74,0	-
Nombre de déplacements	**10 883**	**10 858**	**1 958**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	25,9	7,4
- Études	16,4	8,7
- Loisir	9,1	3,9
- Magasinage	8,8	4,1
- Autres (sauf retour)	15,1	9,2
- Retour au domicile	24,6	66,7
Nombre de déplacements	**12 022**	**12 039**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**8 559**	**94,4**	**3 507**	**87,5**
- Automobile	7 541	83,2	3 080	76,8
- Conducteur	84,7 %		77,2 %	
- Passager	15,4 %		22,8 %	
- Transport en commun	267	2,9	34	0,8
- RTC	16,8 %		48,6 %	
- ST de Lévis	93,5 %		100,0 %	
- Bimodal	25,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	844	9,3	421	10,5
Non motorisés	**496**	**5,5**	**491**	**12,2**
Autres	**45**	**0,5**	**45**	**1,1**
Nombre de déplacements	**9 066**		**4 009**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**4 946**	**94,5**	**1 867**	**86,7**
- Automobile	3 966	75,8	1 457	67,7
- Conducteur	84,1 %		69,0 %	
- Passager	16,1 %		31,0 %	
- Transport en commun	231	4,4	16	0,8
- RTC	19,4 %		100,0 %	
- ST de Lévis	92,5 %		100,0 %	
- Bimodal	18,3 %		0,0 %	
- Autres motorisés	814	15,6	421	19,5
Non motorisés	**286**	**5,5**	**286**	**13,3**
Autres	**17**	**0,3**	**17**	**0,8**
Nombre de déplacements	**5 232**		**2 153**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	45,3	18,4
- 9 h à 14 h 59 :	19,8	16,0
- 15 h à 17 h 59 :	21,3	45,7
- 18 h à 23 h 59 :	11,0	18,5
- 24 h à 5 h 59 :	2,6	1,4
Nombre de déplacements	**11 160**	**11 177**

SM 52 - Saint-Nicolas

Population :	17 574	Hommes : 50,8 %		Femmes : 49,2 %	
Nombre de logis :	6 663	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	461	0-19	27,5	0 auto	1,4
Nombre d'autos :	11 898	20-34	18,6	1 auto	33,8
Personnes / logis :	2,64	35-49	22,0	2 autos	52,9
Autos / logis :	1,79	50-64	21,6	3 autos	9,5
Autos / personne :	0,87	65 et +	10,3	4 autos et +	2,5

Superficie : 94,60 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	41 488
Nombre de déplacements internes :	12 423
Nombre de résidents (5 ans et +)	16 294
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 869
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	26,6	5,0	32,1
- Études	14,1	5,8	2,7
- Loisir	10,8	4,7	15,0
- Magasinage	12,9	8,8	21,4
- Autres (sauf retour)	13,4	8,1	28,8
- Retour au domicile	22,3	67,6	-
Nombre de déplacements	**25 093**	**25 087**	**3 732**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	22,2	16,3
- Études	10,7	4,9
- Loisir	9,0	8,8
- Magasinage	11,1	9,7
- Autres (sauf retour)	11,7	10,1
- Retour au domicile	35,2	50,2
Nombre de déplacements	**33 734**	**33 803**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**21 089**	**96,5**	**16 004**	**95,0**
- Automobile	19 018	87,0	15 097	89,6
- Conducteur	82,8 %		83,2 %	
- Passager	17,2 %		16,8 %	
- Transport en commun	709	3,2	58	0,3
- RTC	12,3 %		0,0 %	
- ST de Lévis	96,3 %		100,0 %	
- Bimodal	15,4 %		27,0 %	
- Autres motorisés	1 497	6,8	877	5,2
Non motorisés	**703**	**3,2**	**760**	**4,5**
Autres	**95**	**0,4**	**86**	**0,5**
Nombre de déplacements	**21 857**		**16 850**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**10 600**	**96,8**	**6 099**	**94,5**
- Automobile	8 731	79,7	5 338	82,7
- Conducteur	82,4 %		82,1 %	
- Passager	17,6 %		17,9 %	
- Transport en commun	604	5,5	18	0,3
- RTC	10,2 %		0,0 %	
- ST de Lévis	98,0 %		100,0 %	
- Bimodal	15,8 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 386	12,6	756	11,7
Non motorisés	**307**	**2,8**	**308**	**4,8**
Autres	**47**	**0,4**	**50**	**0,8**
Nombre de déplacements	**10 954**		**6 457**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	33,6	20,1
- 9 h à 14 h 59 :	25,6	24,6
- 15 h à 17 h 59 :	24,9	36,4
- 18 h à 23 h 59 :	13,7	16,9
- 24 h à 5 h 59 :	2,1	2,0
Nombre de déplacements	**32 261**	**32 315**

SM 53 - Saint-Rédempteur

Population :	10 736	Hommes : 48,8 %		Femmes : 51,2 %	
Nombre de logis :	3 917	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	273	0-19	29,3	0 auto	1,3
Nombre d'autos :	7 001	20-34	17,8	1 auto	31,4
Personnes / logis :	2,74	35-49	24,9	2 autos	56,0
Autos / logis :	1,79	50-64	21,2	3 autos	9,9
Autos / personne :	0,86	65 et +	6,8	4 autos et +	1,4

Superficie : 3,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	24 822
Nombre de déplacements internes :	5 157
Nombre de résidents (5 ans et +)	9 934
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	921
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	31,3	3,0	37,3
- Études	17,2	7,2	5,1
- Loisir	9,0	1,1	15,1
- Magasinage	7,9	2,0	21,3
- Autres (sauf retour)	17,5	10,8	21,3
- Retour au domicile	17,1	75,8	-
Nombre de déplacements	**13 848**	**13 886**	**2 244**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	29,2	4,0
- Études	15,4	7,0
- Loisir	8,7	4,6
- Magasinage	7,9	3,6
- Autres (sauf retour)	16,4	12,8
- Retour au domicile	22,4	68,1
Nombre de déplacements	**15 408**	**15 460**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**11 182**	**93,5**	**4 198**	**85,1**
- Automobile	9 962	83,3	3 944	80,0
- Conducteur	81,9 %		76,2 %	
- Passager	18,1 %		24,1 %	
- Transport en commun	474	4,0	35	0,7
- RTC	20,3 %		35,5 %	
- ST de Lévis	94,4 %		100,0 %	
- Bimodal	6,2 %		34,1 %	
- Autres motorisés	802	6,7	244	4,9
Non motorisés	**747**	**6,2**	**693**	**14,0**
Autres	**34**	**0,3**	**43**	**0,9**
Nombre de déplacements	**11 963**		**4 933**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**6 906**	**93,9**	**1 665**	**80,2**
- Automobile	5 793	78,8	1 462	70,5
- Conducteur	80,6 %		66,6 %	
- Passager	19,4 %		33,4 %	
- Transport en commun	404	5,5	11	0,5
- RTC	17,8 %		0,0 %	
- ST de Lévis	96,5 %		100,0 %	
- Bimodal	4,2 %		0,0 %	
- Autres motorisés	753	10,2	206	9,9
Non motorisés	**447**	**6,1**	**410**	**19,8**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**7 353**		**2 075**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	49,7	12,7
- 9 h à 14 h 59 :	15,9	15,7
- 15 h à 17 h 59 :	19,6	50,0
- 18 h à 23 h 59 :	12,9	20,6
- 24 h à 5 h 59 :	2,0	1,1
Nombre de déplacements	**13 949**	**14 000**

SM 54 - Saint-Étienne-de-Lauzon

Population :	6 647	Hommes : 47,8 %		Femmes : 52,2 %	
Nombre de logis :	2 541	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	154	0-19	28,8	0 auto	3,4
Nombre d'autos :	4 802	20-34	16,8	1 auto	27,9
Personnes / logis :	2,62	35-49	22,7	2 autos	51,3
Autos / logis :	1,89	50-64	21,3	3 autos	13,1
Autos / personne :	0,95	65 et +	10,4	4 autos et +	4,3

Superficie : 95,40 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	14 801
Nombre de déplacements internes :	5 167
Nombre de résidents (5 ans et +)	6 103
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	917
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	29,6	5,8	27,3
- Études	15,2	9,3	5,5
- Loisir	9,6	3,1	7,6
- Magasinage	7,9	4,8	27,9
- Autres (sauf retour)	14,2	9,8	31,7
- Retour au domicile	23,5	67,2	-
Nombre de déplacements	**9 548**	**9 523**	**896**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	24,8	12,8
- Études	12,4	8,0
- Loisir	8,7	7,6
- Magasinage	7,2	4,7
- Autres (sauf retour)	12,8	13,6
- Retour au domicile	34,1	53,3
Nombre de déplacements	**11 986**	**11 994**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 476**	**94,6**	**5 171**	**92,4**
- Automobile	6 652	84,2	4 761	85,0
- Conducteur	82,5 %		83,4 %	
- Passager	17,5 %		16,6 %	
- Transport en commun	278	3,5	0	0,0
- RTC	0,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	100,0 %		0,0 %	
- Bimodal	20,8 %		0,0 %	
- Autres motorisés	604	7,6	410	7,3
Non motorisés	**390**	**4,9**	**402**	**7,2**
Autres	**39**	**0,5**	**25**	**0,4**
Nombre de déplacements	**7 904**		**5 598**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**3 812**	**93,5**	**2 134**	**88,5**
- Automobile	3 045	74,7	1 724	71,5
- Conducteur	83,8 %		82,6 %	
- Passager	16,2 %		17,4 %	
- Transport en commun	213	5,2	0	0,0
- RTC	0,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	100,0 %		0,0 %	
- Bimodal	17,5 %		0,0 %	
- Autres motorisés	592	14,5	410	17,0
Non motorisés	**264**	**6,5**	**276**	**11,5**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**4 076**		**2 410**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	35,8	20,0
- 9 h à 14 h 59 :	23,5	20,4
- 15 h à 17 h 59 :	22,4	37,9
- 18 h à 23 h 59 :	16,3	19,8
- 24 h à 5 h 59 :	2,0	1,9
Nombre de déplacements	**11 201**	**11 210**

SM 55 - Saint-Lambert-de-Lauzon

Population :	9 533	Hommes : 50,5 %		Femmes : 49,5 %	
Nombre de logis :	3 594	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	218	0-19	27,1	0 auto	3,6
Nombre d'autos :	7 347	20-34	21,3	1 auto	21,9
Personnes / logis :	2,65	35-49	23,6	2 autos	53,7
Autos / logis :	2,04	50-64	20,7	3 autos	13,2
Autos / personne :	1,00	65 et +	7,3	4 autos et +	7,6

Superficie : 106,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	20 826
Nombre de déplacements internes :	6 753
Nombre de résidents (5 ans et +)	8 530
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 199
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	33,9	9,1	37,1
- Études	12,8	6,9	0,0
- Loisir	8,1	2,2	24,6
- Magasinage	7,0	3,0	24,6
- Autres (sauf retour)	14,7	12,0	13,7
- Retour au domicile	23,5	66,8	-
Nombre de déplacements	**12 892**	**12 840**	**1 847**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	31,8	11,7
- Études	12,1	6,6
- Loisir	7,6	3,8
- Magasinage	6,8	3,1
- Autres (sauf retour)	14,0	12,5
- Retour au domicile	27,7	62,2
Nombre de déplacements	**13 825**	**13 786**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 831**	**98,3**	**5 042**	**96,8**
- Automobile	8 915	89,2	4 525	86,8
- Conducteur	84,9 %		85,2 %	
- Passager	15,3 %		14,8 %	
- Transport en commun	177	1,8	31	0,6
- RTC	20,2 %		0,0 %	
- ST de Lévis	89,9 %		100,0 %	
- Bimodal	20,3 %		0,0 %	
- Autres motorisés	775	7,8	486	9,3
Non motorisés	**151**	**1,5**	**151**	**2,9**
Autres	**17**	**0,2**	**17**	**0,3**
Nombre de déplacements	**9 999**		**5 210**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 600**	**98,7**	**2 527**	**97,1**
- Automobile	4 684	82,5	2 067	79,4
- Conducteur	86,7 %		83,6 %	
- Passager	13,7 %		16,4 %	
- Transport en commun	159	2,8	31	1,2
- RTC	11,2 %		0,0 %	
- ST de Lévis	100,0 %		100,0 %	
- Bimodal	11,4 %		0,0 %	
- Autres motorisés	775	13,7	429	16,5
Non motorisés	**59**	**1,0**	**59**	**2,3**
Autres	**17**	**0,3**	**17**	**0,7**
Nombre de déplacements	**5 676**		**2 603**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	42,1	19,7
- 9 h à 14 h 59 :	16,3	14,4
- 15 h à 17 h 59 :	23,2	44,9
- 18 h à 23 h 59 :	13,8	18,8
- 24 h à 5 h 59 :	4,5	2,2
Nombre de déplacements	**13 506**	**13 467**

SM 56 - Saint-Henri

Population :	4 783	Hommes : 49,0 %		Femmes : 51,0 %	
Nombre de logis :	1 766	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	238	0-19	26,7	0 auto	2,3
Nombre d'autos :	3 372	20-34	22,1	1 auto	28,7
Personnes / logis :	2,71	35-49	23,2	2 autos	52,6
Autos / logis :	1,91	50-64	18,1	3 autos	10,5
Autos / personne :	0,90	65 et +	9,9	4 autos et +	5,9

Superficie : 123,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	10 989
Nombre de déplacements internes :	4 420
Nombre de résidents (5 ans et +)	4 367
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	577
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	31,8	13,8	19,4
- Études	12,5	6,1	2,1
- Loisir	8,1	1,7	25,6
- Magasinage	7,8	4,8	34,1
- Autres (sauf retour)	13,0	10,0	18,8
- Retour au domicile	26,8	63,6	-
Nombre de déplacements	**7 304**	**7 270**	**834**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	27,8	20,0
- Études	10,7	5,7
- Loisir	7,2	4,3
- Magasinage	7,4	4,7
- Autres (sauf retour)	12,5	11,0
- Retour au domicile	34,3	54,4
Nombre de déplacements	**8 540**	**8 505**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 471**	**97,5**	**3 741**	**96,4**
- Automobile	4 905	87,4	3 404	87,7
- Conducteur	84,0 %		85,2 %	
- Passager	16,0 %		14,8 %	
- Transport en commun	24	0,4	6	0,2
- RTC	0,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	100,0 %		100,0 %	
- Bimodal	100,0 %		100,0 %	
- Autres motorisés	590	10,5	337	8,7
Non motorisés	**97**	**1,7**	**97**	**2,5**
Autres	**44**	**0,8**	**44**	**1,1**
Nombre de déplacements	**5 611**		**3 881**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**2 856**	**98,3**	**1 903**	**97,5**
- Automobile	2 328	80,1	1 597	81,8
- Conducteur	85,6 %		84,0 %	
- Passager	14,4 %		16,0 %	
- Transport en commun	15	0,5	6	0,3
- RTC	0,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	100,0 %		100,0 %	
- Bimodal	100,0 %		100,0 %	
- Autres motorisés	536	18,5	306	15,7
Non motorisés	**21**	**0,7**	**21**	**1,1**
Autres	**28**	**1,0**	**28**	**1,4**
Nombre de déplacements	**2 905**		**1 952**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	35,0	24,1
- 9 h à 14 h 59 :	16,9	15,7
- 15 h à 17 h 59 :	31,0	39,2
- 18 h à 23 h 59 :	14,3	18,3
- 24 h à 5 h 59 :	2,8	2,7
Nombre de déplacements	**8 337**	**8 302**

SM 57.1 - Beaumont – Saint-Charles-de-Bellechasse

Population :	4 857	Hommes : 50,8 %		Femmes : 49,2 %	
Nombre de logis :	2 069	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	269	0-19	22,7	0 auto	2,3
Nombre d'autos :	3 657	20-34	17,9	1 auto	39,1
Personnes / logis :	2,35	35-49	17,0	2 autos	44,2
Autos / logis :	1,77	50-64	23,8	3 autos	10,5
Autos / personne :	0,94	65 et +	18,7	4 autos et +	3,9

Superficie : 139,00 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	10 098
Nombre de déplacements internes :	3 384
Nombre de résidents (5 ans et +)	4 538
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	908
Nombre de déplacements par personne :	2,2

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	28,9	8,0	16,1
- Études	13,8	9,0	2,2
- Loisir	10,4	3,3	21,9
- Magasinage	9,4	3,5	41,6
- Autres (sauf retour)	12,2	8,1	18,2
- Retour au domicile	25,4	68,1	-
Nombre de déplacements	**6 197**	**6 183**	**1 101**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	24,8	12,6
- Études	11,7	8,2
- Loisir	9,0	6,7
- Magasinage	9,6	3,8
- Autres (sauf retour)	12,3	11,3
- Retour au domicile	32,6	57,4
Nombre de déplacements	**7 330**	**7 337**

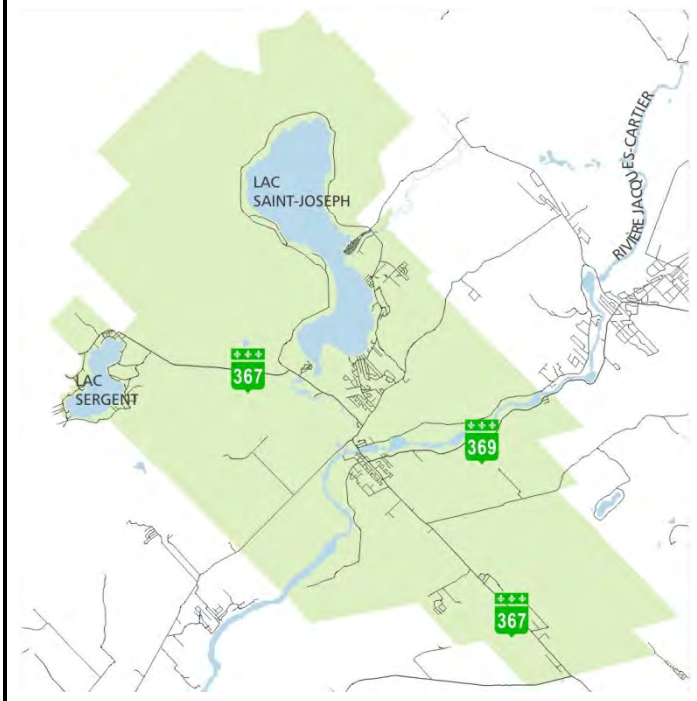
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**4 629**	**93,6**	**2 824**	**90,4**
- Automobile	4 210	85,2	2 476	79,2
- Conducteur	82,7 %		79,3 %	
- Passager	17,9 %		21,1 %	
- Transport en commun	15	0,3	0	0,0
- RTC	50,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	50,0 %		0,0 %	
- Bimodal	50,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	442	8,9	360	11,5
Non motorisés	**293**	**5,9**	**293**	**9,4**
Autres	**21**	**0,4**	**8**	**0,2**
Nombre de déplacements	**4 943**		**3 124**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**2 412**	**94,3**	**1 422**	**91,4**
- Automobile	2 020	78,9	1 101	70,8
- Conducteur	82,4 %		75,7 %	
- Passager	18,4 %		25,2 %	
- Transport en commun	15	0,6	0	0,0
- RTC	50,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	50,0 %		0,0 %	
- Bimodal	50,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	409	16,0	333	21,4
Non motorisés	**126**	**4,9**	**126**	**8,1**
Autres	**21**	**0,8**	**8**	**0,5**
Nombre de déplacements	**2 559**		**1 555**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	37,0	22,3
- 9 h à 14 h 59 :	21,7	19,9
- 15 h à 17 h 59 :	26,3	40,8
- 18 h à 23 h 59 :	12,4	15,4
- 24 h à 5 h 59 :	2,6	1,7
Nombre de déplacements	**6 726**	**6 728**

SM 58.1 - Lac-Saint-Joseph – Fossambault-sur-le-Lac – Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier – Lac-Sergent

Population :	8 885	Hommes : 52,1 %		Femmes : 47,9 %	
Nombre de logis :	3 555	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	290	0-19	23,9	0 auto	1,2
Nombre d'autos :	6 405	20-34	21,0	1 auto	31,9
Personnes / logis :	2,50	35-49	22,4	2 autos	57,2
Autos / logis :	1,80	50-64	21,8	3 autos	6,3
Autos / personne :	0,89	65 et +	10,9	4 autos et +	3,3



Superficie : 169,30 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	20 572
Nombre de déplacements internes :	6 421
Nombre de résidents (5 ans et +)	8 164
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 085
Nombre de déplacements par personne :	2,5

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	28,8	6,1	15,9
- Études	12,5	5,7	3,6
- Loisir	10,7	4,8	18,9
- Magasinage	11,1	7,6	32,4
- Autres (sauf retour)	14,0	8,1	29,2
- Retour au domicile	22,8	67,9	-
Nombre de déplacements	**12 363**	**12 359**	**2 271**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	27,3	9,2
- Études	11,8	5,6
- Loisir	10,1	5,8
- Magasinage	10,6	7,7
- Autres (sauf retour)	13,3	8,5
- Retour au domicile	27,0	63,1
Nombre de déplacements	**13 287**	**13 287**

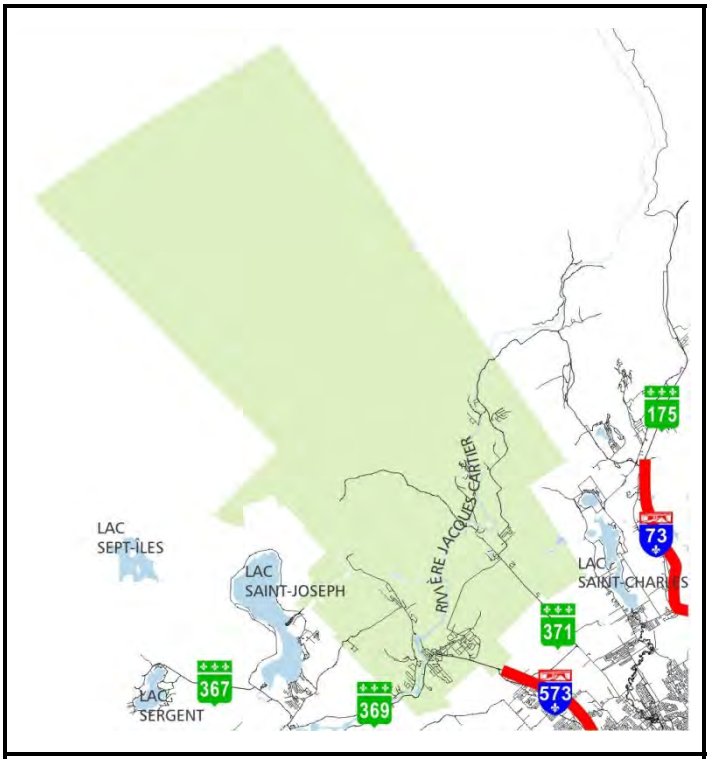
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 438**	**97,3**	**4 570**	**93,3**
- Automobile	8 486	87,4	4 026	82,2
- Conducteur	83,9 %		84,7 %	
- Passager	16,1 %		15,3 %	
- Transport en commun	41	0,4	0	0,0
- RTC	100,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	100,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	964	9,9	544	11,1
Non motorisés	**254**	**2,6**	**286**	**5,8**
Autres	**12**	**0,1**	**41**	**0,8**
Nombre de déplacements	**9 704**		**4 898**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**4 526**	**98,2**	**1 677**	**93,5**
- Automobile	3 737	81,1	1 252	69,8
- Conducteur	89,0 %		87,9 %	
- Passager	11,0 %		12,1 %	
- Transport en commun	41	0,9	0	0,0
- RTC	100,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	100,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	799	17,3	425	23,7
Non motorisés	**70**	**1,5**	**75**	**4,2**
Autres	**12**	**0,3**	**41**	**2,3**
Nombre de déplacements	**4 608**		**1 793**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	36,0	14,2
- 9 h à 14 h 59 :	25,1	23,3
- 15 h à 17 h 59 :	21,4	39,8
- 18 h à 23 h 59 :	14,7	20,6
- 24 h à 5 h 59 :	2,7	2,1
Nombre de déplacements	**12 762**	**12 761**

SM 59 - Saint-Gabriel-de-Valcartier – Shannon

Population :	8 045	Hommes : 51,1 %		Femmes : 48,9 %	
Nombre de logis :	2 795	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	276	0-19	31,8	0 auto	0,8
Nombre d'autos :	5 474	20-34	27,6	1 auto	27,3
Personnes / logis :	2,88	35-49	23,8	2 autos	54,7
Autos / logis :	1,96	50-64	11,9	3 autos	11,7
Autos / personne :	0,93	65 et +	4,9	4 autos et +	5,5



Superficie : 509,60 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	19 181
Nombre de déplacements internes :	7 226
Nombre de résidents (5 ans et +)	7 259
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	805
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	28,6	13,6	26,2
- Études	14,6	8,0	3,1
- Loisir	6,6	2,4	12,9
- Magasinage	7,4	1,2	32,3
- Autres (sauf retour)	16,7	10,6	25,5
- Retour au domicile	26,1	64,2	-
Nombre de déplacements	**12 176**	**12 238**	**1 993**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	18,8	34,3
- Études	9,1	10,9
- Loisir	5,0	4,8
- Magasinage	6,1	1,0
- Autres (sauf retour)	13,9	9,8
- Retour au domicile	47,2	39,2
Nombre de déplacements	**19 858**	**20 030**

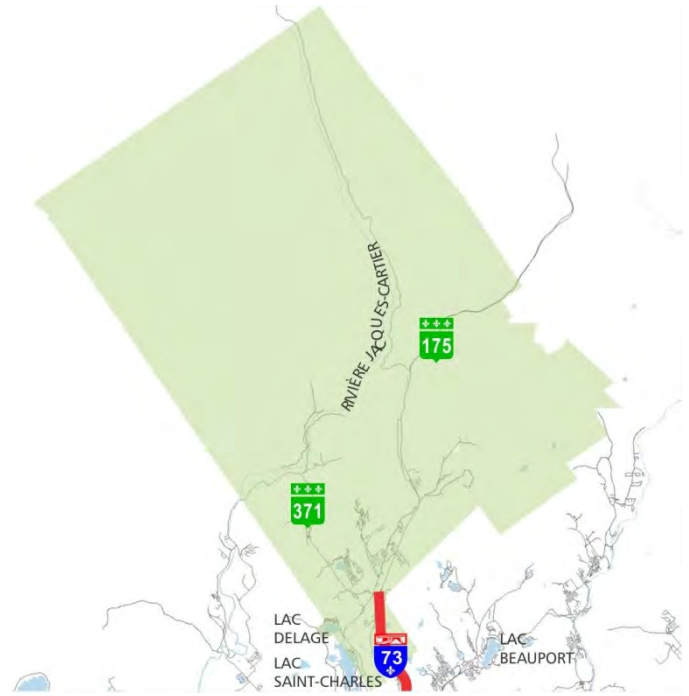
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**10 310**	**98,3**	**11 968**	**98,3**
- Automobile	9 231	88,0	10 342	85,0
- Conducteur	83,4 %		88,6 %	
- Passager	16,6 %		11,4 %	
- Transport en commun	206	2,0	30	0,2
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	69,4 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 026	9,8	1 616	13,3
Non motorisés	**136**	**1,3**	**169**	**1,4**
Autres	**40**	**0,4**	**35**	**0,3**
Nombre de déplacements	**10 487**		**12 172**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 311**	**98,0**	**7 618**	**98,4**
- Automobile	4 455	82,2	6 256	80,8
- Conducteur	85,6 %		89,4 %	
- Passager	14,4 %		10,6 %	
- Transport en commun	156	2,9	30	0,4
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	76,2 %		0,0 %	
- Autres motorisés	829	15,3	1 353	17,5
Non motorisés	**94**	**1,7**	**123**	**1,6**
Autres	**13**	**0,2**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**5 419**		**7 742**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	28,0	39,6
- 9 h à 14 h 59 :	17,4	14,7
- 15 h à 17 h 59 :	43,0	28,6
- 18 h à 23 h 59 :	10,3	12,6
- 24 h à 5 h 59 :	1,3	4,5
Nombre de déplacements	**19 473**	**19 645**

SM 60 - Stoneham-et-Tewkesbury – Lac Delage

Population :	8 375	Hommes : 52,5 %		Femmes : 47,5 %	
Nombre de logis :	3 089	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	296	0-19	25,5	0 auto	1,9
Nombre d'autos :	5 577	20-34	19,4	1 auto	32,9
Personnes / logis :	2,71	35-49	25,6	2 autos	51,2
Autos / logis :	1,81	50-64	21,0	3 autos	11,5
Autos / personne :	0,85	65 et +	8,5	4 autos et +	2,6



Superficie : 680,50 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	18 427
Nombre de déplacements internes :	5 191
Nombre de résidents (5 ans et +)	7 831
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	981
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	30,0	7,2	22,0
- Études	15,1	7,9	3,2
- Loisir	7,2	3,2	14,0
- Magasinage	9,4	4,7	31,0
- Autres (sauf retour)	16,1	7,9	30,0
- Retour au domicile	22,1	69,1	-
Nombre de déplacements	**10 579**	**10 610**	**2 428**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	27,6	8,8
- Études	13,8	7,4
- Loisir	7,2	6,6
- Magasinage	9,5	5,4
- Autres (sauf retour)	14,8	8,8
- Retour au domicile	27,1	63,0
Nombre de déplacements	**11 632**	**11 631**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**8 400**	**99,1**	**4 222**	**98,2**
- Automobile	7 334	86,5	3 540	82,3
- Conducteur	83,0 %		84,0 %	
- Passager	17,0 %		16,3 %	
- Transport en commun	161	1,9	0	0,0
- RTC	95,1 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	92,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 064	12,5	682	15,9
Non motorisés	**30**	**0,4**	**37**	**0,9**
Autres	**49**	**0,6**	**49**	**1,1**
Nombre de déplacements	**8 479**		**4 301**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**4 671**	**98,9**	**1 630**	**96,9**
- Automobile	3 741	79,2	1 061	63,1
- Conducteur	86,3 %		84,2 %	
- Passager	13,7 %		15,8 %	
- Transport en commun	150	3,2	0	0,0
- RTC	94,8 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	92,4 %		0,0 %	
- Autres motorisés	927	19,6	569	33,8
Non motorisés	**10**	**0,2**	**17**	**1,0**
Autres	**42**	**0,9**	**42**	**2,5**
Nombre de déplacements	**4 723**		**1 682**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	41,0	15,1
- 9 h à 14 h 59 :	20,5	19,9
- 15 h à 17 h 59 :	22,7	46,2
- 18 h à 23 h 59 :	13,4	17,3
- 24 h à 5 h 59 :	2,4	1,5
Nombre de déplacements	**11 524**	**11 523**

SM 61 - Lac-Beauport

Population :	7 290	Hommes : 50,6 %		Femmes : 49,4 %	
Nombre de logis :	2 615	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	268	0-19	30,2	0 auto	0,7
Nombre d'autos :	5 289	20-34	13,1	1 auto	22,8
Personnes / logis :	2,79	35-49	28,7	2 autos	59,3
Autos / logis :	2,02	50-64	21,1	3 autos	10,1
Autos / personne :	0,95	65 et +	7,0	4 autos et +	7,1

Superficie : 62,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	17 555
Nombre de déplacements internes :	3 565
Nombre de résidents (5 ans et +)	6 870
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	589
Nombre de déplacements par personne :	2,6

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	32,8	5,3	28,4
- Études	17,2	7,3	1,2
- Loisir	8,9	2,8	13,4
- Magasinage	9,3	1,4	33,6
- Autres (sauf retour)	14,5	9,2	23,4
- Retour au domicile	17,3	74,0	-
Nombre de déplacements	**9 390**	**9 376**	**2 354**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	27,3	11,3
- Études	14,2	6,3
- Loisir	8,5	8,9
- Magasinage	8,5	2,3
- Autres (sauf retour)	13,1	10,7
- Retour au domicile	28,4	60,5
Nombre de déplacements	**11 411**	**11 462**

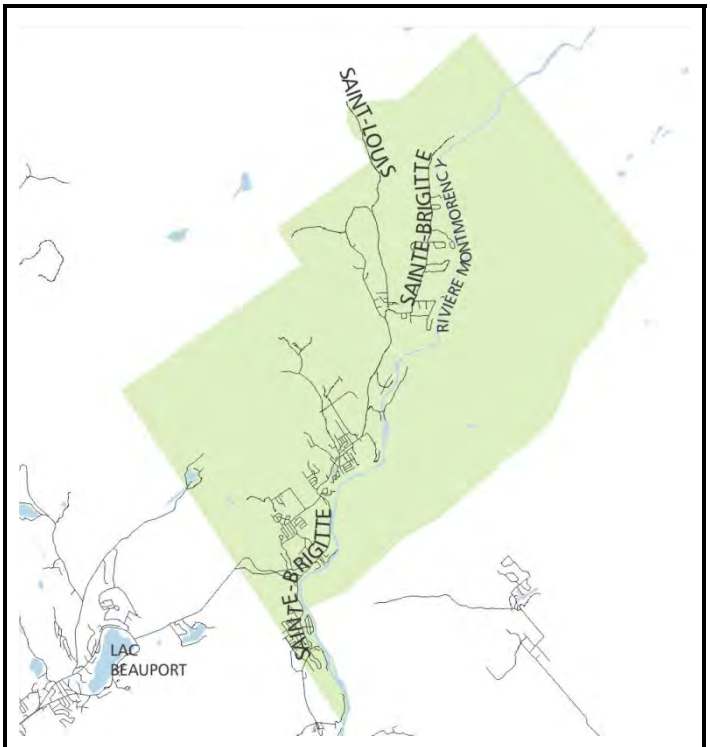
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**8 098**	**99,1**	**4 438**	**98,1**
- Automobile	6 923	84,7	3 788	83,7
- Conducteur	85,4 %		85,6 %	
- Passager	14,6 %		14,4 %	
- Transport en commun	65	0,8	24	0,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	72,1 %		39,4 %	
- Autres motorisés	1 180	14,4	646	14,3
Non motorisés	**69**	**0,8**	**104**	**2,3**
Autres	**28**	**0,3**	**14**	**0,3**
Nombre de déplacements	**8 170**		**4 524**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**4 553**	**99,1**	**1 776**	**97,6**
- Automobile	3 572	77,7	1 292	71,0
- Conducteur	85,8 %		83,5 %	
- Passager	14,2 %		16,5 %	
- Transport en commun	55	1,2	9	0,5
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	85,2 %		100,0 %	
- Autres motorisés	996	21,7	495	27,2
Non motorisés	**29**	**0,6**	**29**	**1,6**
Autres	**14**	**0,3**	**14**	**0,8**
Nombre de déplacements	**4 597**		**1 819**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	40,7	16,3
- 9 h à 14 h 59 :	20,1	16,6
- 15 h à 17 h 59 :	21,9	45,4
- 18 h à 23 h 59 :	15,1	20,5
- 24 h à 5 h 59 :	2,2	1,2
Nombre de déplacements	**11 254**	**11 318**

SM 62 - Sainte-Brigitte-de-Laval

Population :	5 680	Hommes : 51,1 %		Femmes : 48,9 %	
Nombre de logis :	2 295	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	270	0-19	26,0	0 auto	4,1
Nombre d'autos :	4 186	20-34	27,3	1 auto	34,2
Personnes / logis :	2,47	35-49	20,9	2 autos	46,2
Autos / logis :	1,82	50-64	18,8	3 autos	9,4
Autos / personne :	0,96	65 et +	7,0	4 autos et +	6,1



Superficie : 111,00 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	11 763
Nombre de déplacements internes :	2 617
Nombre de résidents (5 ans et +)	5 208
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	676
Nombre de déplacements par personne :	2,3

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	36,4	7,7	29,1
- Études	14,8	4,2	1,6
- Loisir	6,6	2,3	14,0
- Magasinage	7,4	1,6	23,7
- Autres (sauf retour)	17,9	10,8	31,6
- Retour au domicile	16,9	73,3	-
Nombre de déplacements	**6 425**	**6 402**	**1 553**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	35,0	8,6
- Études	13,9	3,9
- Loisir	6,5	5,4
- Magasinage	7,0	1,9
- Autres (sauf retour)	16,9	11,6
- Retour au domicile	20,7	68,6
Nombre de déplacements	**6 858**	**6 848**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 332**	**98,0**	**2 037**	**94,6**
- Automobile	4 711	86,6	1 804	83,8
- Conducteur	85,6 %		81,5 %	
- Passager	14,4 %		18,5 %	
- Transport en commun	97	1,8	0	0,0
- RTC	68,5 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	77,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	642	11,8	233	10,8
Non motorisés	**81**	**1,5**	**90**	**4,2**
Autres	**39**	**0,7**	**25**	**1,2**
Nombre de déplacements	**5 439**		**2 153**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**3 259**	**98,1**	**957**	**94,8**
- Automobile	2 691	81,0	774	76,7
- Conducteur	85,1 %		86,2 %	
- Passager	14,9 %		13,8 %	
- Transport en commun	97	2,9	0	0,0
- RTC	68,5 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	77,9 %		0,0 %	
- Autres motorisés	590	17,7	183	18,1
Non motorisés	**37**	**1,1**	**28**	**2,7**
Autres	**39**	**1,2**	**25**	**2,5**
Nombre de déplacements	**3 322**		**1 010**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	49,4	15,4
- 9 h à 14 h 59 :	18,5	16,3
- 15 h à 17 h 59 :	16,6	48,6
- 18 h à 23 h 59 :	11,7	17,5
- 24 h à 5 h 59 :	3,7	2,2
Nombre de déplacements	**6 670**	**6 649**

SM 63 - L'Ange-Gardien – Château-Richer

Population :	7 505	Hommes : 50,6 %		Femmes : 49,4 %	
Nombre de logis :	3 145	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	280	0-19	21,1	0 auto	3,6
Nombre d'autos :	5 516	20-34	18,5	1 auto	39,1
Personnes / logis :	2,39	35-49	21,6	2 autos	41,6
Autos / logis :	1,75	50-64	23,1	3 autos	11,4
Autos / personne :	0,88	65 et +	15,8	4 autos et +	4,3

Superficie : 284,10 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	15 459
Nombre de déplacements internes :	2 951
Nombre de résidents (5 ans et +)	6 959
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 252
Nombre de déplacements par personne :	2,2

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	33,1	6,8	18,6
- Études	13,2	4,4	0,8
- Loisir	11,8	1,1	14,9
- Magasinage	12,8	3,4	36,1
- Autres (sauf retour)	13,8	5,7	29,5
- Retour au domicile	15,3	78,6	-
Nombre de déplacements	**8 352**	**8 326**	**1 712**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	28,6	14,4
- Études	11,4	3,8
- Loisir	10,4	5,1
- Magasinage	10,9	3,5
- Autres (sauf retour)	12,6	6,8
- Retour au domicile	26,1	66,5
Nombre de déplacements	**9 861**	**9 838**

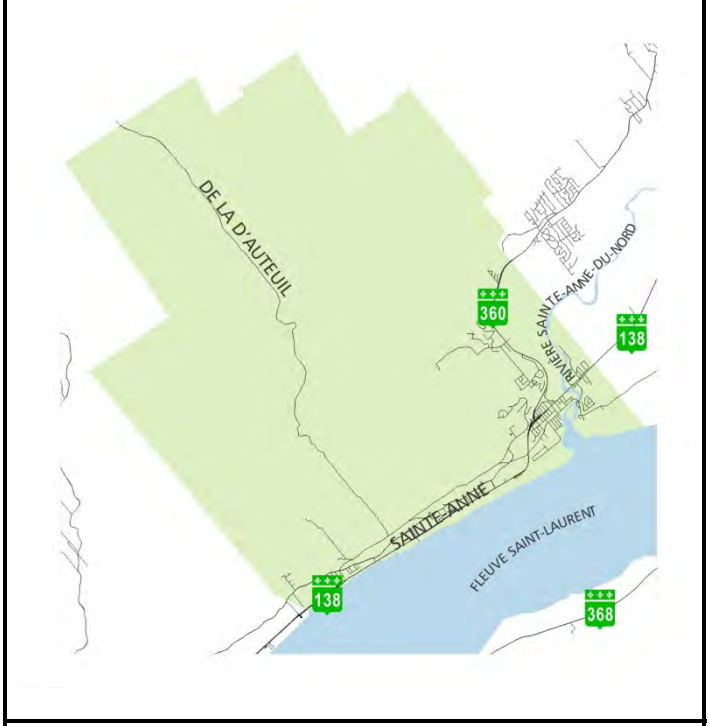
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 213**	**99,0**	**3 216**	**97,7**
- Automobile	6 382	87,6	2 872	87,2
- Conducteur	84,8 %		86,8 %	
- Passager	15,2 %		13,2 %	
- Transport en commun	96	1,3	10	0,3
- RTC	100,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	100,0 %		100,0 %	
- Autres motorisés	822	11,3	344	10,4
Non motorisés	**45**	**0,6**	**45**	**1,4**
Autres	**35**	**0,5**	**31**	**0,9**
Nombre de déplacements	**7 284**		**3 292**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**3 858**	**99,7**	**1 613**	**98,1**
- Automobile	3 134	81,0	1 330	80,9
- Conducteur	87,8 %		91,1 %	
- Passager	12,2 %		8,9 %	
- Transport en commun	96	2,5	0	0,0
- RTC	100,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	100,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	715	18,5	283	17,2
Non motorisés	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Autres	**22**	**0,6**	**31**	**1,9**
Nombre de déplacements	**3 870**		**1 644**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	40,4	18,4
- 9 h à 14 h 59 :	22,6	21,2
- 15 h à 17 h 59 :	23,6	42,1
- 18 h à 23 h 59 :	10,5	16,4
- 24 h à 5 h 59 :	2,9	1,9
Nombre de déplacements	**9 715**	**9 691**

SM 64 - Sainte-Anne-de-Beaupré – Beaupré

Population :	6 280	Hommes : 49,0 %		Femmes : 51,0 %	
Nombre de logis :	2 745	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	271	0-19	18,1	0 auto	8,1
Nombre d'autos :	4 441	20-34	14,3	1 auto	45,6
Personnes / logis :	2,29	35-49	18,9	2 autos	29,1
Autos / logis :	1,62	50-64	25,2	3 autos	13,1
Autos / personne :	0,80	65 et +	23,6	4 autos et +	4,2



Superficie : 84,80 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	12 807
Nombre de déplacements internes :	6 055
Nombre de résidents (5 ans et +)	6 053
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 305
Nombre de déplacements par personne :	2,1

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	23,0	9,1	25,6
- Études	10,7	6,3	1,1
- Loisir	12,2	6,6	23,2
- Magasinage	13,4	9,3	44,9
- Autres (sauf retour)	10,3	6,7	5,2
- Retour au domicile	30,4	61,9	-
Nombre de déplacements	**9 018**	**9 046**	**798**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	16,5	15,8
- Études	7,0	10,4
- Loisir	9,4	8,7
- Magasinage	10,8	13,8
- Autres (sauf retour)	9,5	10,9
- Retour au domicile	46,8	40,3
Nombre de déplacements	**13 849**	**13 871**

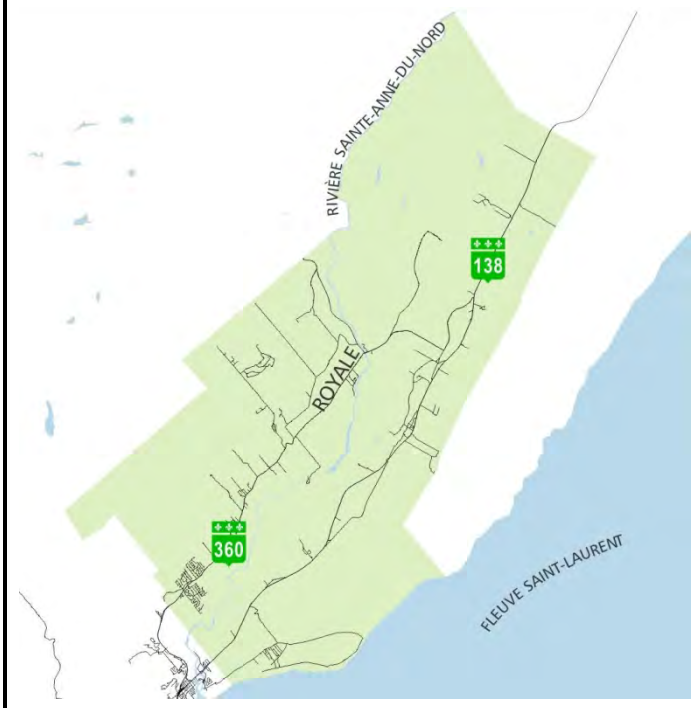
PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**7 030**	**95,3**	**7 948**	**96,0**
- Automobile	6 476	87,8	6 732	81,4
- Conducteur	84,1 %		82,4 %	
- Passager	16,0 %		17,8 %	
- Transport en commun	39	0,5	7	0,1
- RTC	100,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	76,1 %		100,0 %	
- Autres motorisés	552	7,5	1 315	15,9
Non motorisés	**301**	**4,1**	**285**	**3,4**
Autres	**42**	**0,6**	**42**	**0,5**
Nombre de déplacements	**7 373**		**8 275**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**2 693**	**94,5**	**3 188**	**95,8**
- Automobile	2 293	80,4	2 134	64,1
- Conducteur	85,9 %		80,9 %	
- Passager	14,1 %		19,5 %	
- Transport en commun	39	1,4	7	0,2
- RTC	100,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	76,1 %		100,0 %	
- Autres motorisés	399	14,0	1 138	34,2
Non motorisés	**127**	**4,5**	**111**	**3,3**
Autres	**30**	**1,1**	**30**	**0,9**
Nombre de déplacements	**2 850**		**3 329**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	21,5	24,8
- 9 h à 14 h 59 :	29,8	28,4
- 15 h à 17 h 59 :	31,0	29,4
- 18 h à 23 h 59 :	15,6	15,4
- 24 h à 5 h 59 :	2,0	2,0
Nombre de déplacements	**13 275**	**13 297**

SM 65 - Saint-Joachim – Saint-Ferréol-les-Neiges – Saint-Tite-des-Caps

Population :	5 900	Hommes : 51,9 %		Femmes : 48,1 %	
Nombre de logis :	2 585	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	278	0-19	21,2	0 auto	3,5
Nombre d'autos :	4 734	20-34	13,7	1 auto	36,4
Personnes / logis :	2,28	35-49	20,9	2 autos	42,0
Autos / logis :	1,83	50-64	26,6	3 autos	12,6
Autos / personne :	0,96	65 et +	17,5	4 autos et +	5,4



Superficie : 258,10 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	12 291
Nombre de déplacements internes :	2 931
Nombre de résidents (5 ans et +)	5 668
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	1 164
Nombre de déplacements par personne :	2,2

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	30,3	7,5	13,5
- Études	12,9	5,3	4,3
- Loisir	8,3	4,0	21,5
- Magasinage	14,8	3,5	33,5
- Autres (sauf retour)	13,6	5,1	27,2
- Retour au domicile	20,1	74,6	-
Nombre de déplacements	**6 774**	**6 655**	**1 793**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	26,9	11,0
- Études	11,5	5,2
- Loisir	8,0	8,2
- Magasinage	14,3	4,4
- Autres (sauf retour)	12,4	6,7
- Retour au domicile	26,9	64,6
Nombre de déplacements	**7 794**	**7 691**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**5 543**	**97,3**	**2 543**	**93,3**
- Automobile	5 025	88,2	2 297	84,3
- Conducteur	81,3 %		83,0 %	
- Passager	18,9 %		17,0 %	
- Transport en commun	42	0,7	0	0,0
- RTC	28,1 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	64,1 %		0,0 %	
- Autres motorisés	516	9,0	246	9,0
Non motorisés	**159**	**2,8**	**178**	**6,5**
Autres	**16**	**0,3**	**5**	**0,2**
Nombre de déplacements	**5 699**		**2 726**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**2 609**	**96,5**	**921**	**89,3**
- Automobile	2 164	80,0	720	69,7
- Conducteur	82,9 %		87,2 %	
- Passager	17,1 %		12,8 %	
- Transport en commun	35	1,3	0	0,0
- RTC	13,2 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		0,0 %	
- Bimodal	56,6 %		0,0 %	
- Autres motorisés	431	15,9	201	19,5
Non motorisés	**98**	**3,6**	**106**	**10,2**
Autres	**16**	**0,6**	**5**	**0,5**
Nombre de déplacements	**2 704**		**1 032**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	35,3	13,5
- 9 h à 14 h 59 :	26,7	25,6
- 15 h à 17 h 59 :	21,9	39,8
- 18 h à 23 h 59 :	12,1	19,3
- 24 h à 5 h 59 :	4,0	1,7
Nombre de déplacements	**7 462**	**7 360**

SM 66 - Donnacona – Neuville – Pont-Rouge

Population :	18 900	Hommes : 48,6 %		Femmes : 51,4 %	
Nombre de logis :	7 885	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	467	0-19	21,9	0 auto	7,3
Nombre d'autos :	13 281	20-34	18,3	1 auto	34,0
Personnes / logis :	2,40	35-49	20,7	2 autos	47,1
Autos / logis :	1,68	50-64	23,4	3 autos	7,7
Autos / personne :	0,86	65 et +	15,7	4 autos et +	4,0

Superficie : 215,00 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	42 276
Nombre de déplacements internes :	21 836
Nombre de résidents (5 ans et +)	17 581
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	3 138
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	23,1	8,9	15,3
- Études	11,3	8,8	1,2
- Loisir	9,3	5,3	22,5
- Magasinage	11,3	8,6	43,2
- Autres (sauf retour)	12,8	9,6	17,9
- Retour au domicile	32,1	58,8	-
Nombre de déplacements	**30 737**	**30 682**	**2 665**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	21,9	11,0
- Études	10,5	8,4
- Loisir	9,0	7,6
- Magasinage	11,1	8,6
- Autres (sauf retour)	12,4	9,8
- Retour au domicile	35,1	54,6
Nombre de déplacements	**33 159**	**33 076**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**20 141**	**93,6**	**13 655**	**90,9**
- Automobile	18 231	84,7	11 842	78,8
- Conducteur	83,6 %		83,7 %	
- Passager	16,5 %		16,3 %	
- Transport en commun	159	0,7	29	0,2
- RTC	65,1 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		100,0 %	
- Bimodal	65,1 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 855	8,6	1 784	11,9
Non motorisés	**1 309**	**6,1**	**1 320**	**8,8**
Autres	**78**	**0,4**	**49**	**0,3**
Nombre de déplacements	**21 529**		**15 024**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**9 086**	**93,8**	**5 352**	**90,3**
- Automobile	7 581	78,2	3 943	66,5
- Conducteur	86,1 %		84,4 %	
- Passager	14,2 %		15,6 %	
- Transport en commun	133	1,4	29	0,5
- RTC	58,3 %		0,0 %	
- ST de Lévis	0,0 %		100,0 %	
- Bimodal	58,3 %		0,0 %	
- Autres motorisés	1 450	15,0	1 380	23,3
Non motorisés	**553**	**5,7**	**553**	**9,3**
Autres	**51**	**0,5**	**22**	**0,4**
Nombre de déplacements	**9 690**		**5 927**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	30,7	19,3
- 9 h à 14 h 59 :	26,8	24,6
- 15 h à 17 h 59 :	25,9	36,7
- 18 h à 23 h 59 :	14,4	17,8
- 24 h à 5 h 59 :	2,2	1,5
Nombre de déplacements	**30 669**	**30 586**

SM 67 - Saint-Antoine-de-Tilly – Saint-Apollinaire

Population :	6 715	Hommes : 51,1 %		Femmes : 48,9 %	
Nombre de logis :	2 805	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	281	0-19	23,1	0 auto	2,9
Nombre d'autos :	4 943	20-34	19,3	1 auto	36,4
Personnes / logis :	2,39	35-49	20,4	2 autos	48,7
Autos / logis :	1,76	50-64	23,7	3 autos	7,1
Autos / personne :	0,91	65 et +	13,6	4 autos et +	4,9

Superficie : 157,70 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	14 941
Nombre de déplacements internes :	5 732
Nombre de résidents (5 ans et +)	6 242
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	976
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	29,2	10,8	27,7
- Études	11,2	6,2	0,0
- Loisir	11,3	3,9	24,5
- Magasinage	10,0	6,8	26,8
- Autres (sauf retour)	11,7	5,8	20,9
- Retour au domicile	26,6	66,5	-
Nombre de déplacements	**9 819**	**9 829**	**1 025**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	26,8	14,0
- Études	10,3	5,8
- Loisir	10,6	5,4
- Magasinage	9,6	7,0
- Autres (sauf retour)	11,6	6,6
- Retour au domicile	31,1	61,1
Nombre de déplacements	**10 684**	**10 683**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**6 931**	**94,1**	**3 741**	**90,1**
- Automobile	6 410	87,1	3 415	82,3
- Conducteur	81,3 %		83,8 %	
- Passager	18,8 %		16,2 %	
- Transport en commun	25	0,3	0	0,0
- RTC	0,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	62,4 %		0,0 %	
- Bimodal	100,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	546	7,4	325	7,8
Non motorisés	**389**	**5,3**	**368**	**8,9**
Autres	**42**	**0,6**	**42**	**1,0**
Nombre de déplacements	**7 362**		**4 150**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**3 334**	**95,7**	**1 620**	**91,5**
- Automobile	2 823	81,0	1 315	74,3
- Conducteur	84,2 %		82,7 %	
- Passager	16,1 %		17,3 %	
- Transport en commun	25	0,7	0	0,0
- RTC	0,0 %		0,0 %	
- ST de Lévis	62,4 %		0,0 %	
- Bimodal	100,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	537	15,4	305	17,2
Non motorisés	**151**	**4,3**	**151**	**8,5**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**3 485**		**1 770**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	35,0	18,4
- 9 h à 14 h 59 :	22,6	21,2
- 15 h à 17 h 59 :	23,7	34,6
- 18 h à 23 h 59 :	15,3	21,6
- 24 h à 5 h 59 :	3,4	4,2
Nombre de déplacements	**9 877**	**9 876**

SM 68 - Saint-Michel-de-Bellechasse – Saint-Vallier

Population :	2 880	Hommes : 47,2 %		Femmes : 52,8 %	
Nombre de logis :	1 175	Âge	%	Logis avec	%
Logis enquêtés :	230	0-19	22,2	0 auto	2,1
Nombre d'autos :	2 124	20-34	12,8	1 auto	38,2
Personnes / logis :	2,45	35-49	19,3	2 autos	44,0
Autos / logis :	1,81	50-64	25,3	3 autos	11,5
Autos / personne :	0,90	65 et +	20,3	4 autos et +	4,2

Superficie : 88,40 km^2

DÉPLACEMENTS DES RÉSIDENTS DU SECTEUR

Nombre de déplacements effectués par les résidents :	6 578
Nombre de déplacements internes :	1 892
Nombre de résidents (5 ans et +)	2 710
Nombre de résidents (5 ans et +) ne se déplaçant pas :	466
Nombre de déplacements par personne :	2,4

Par Motif – 24 Heures (Tous modes)	Produits %	Attirés %	Externes %
- Travail	26,3	7,6	12,2
- Études	10,6	5,8	0,6
- Loisir	11,2	2,7	28,9
- Magasinage	14,8	5,4	38,8
- Autres (sauf retour)	14,2	7,8	19,5
- Retour au domicile	22,9	70,7	-
Nombre de déplacements	**3 799**	**3 843**	**828**

DÉPLACEMENTS PRODUITS ET ATTIRÉS PAR LE SECTEUR

PAR MOTIF – 24 HEURES (Tous modes)	Produits %	Attirés %
- Travail	23,0	10,4
- Études	9,2	11,0
- Loisir	9,9	4,9
- Magasinage	12,8	4,8
- Autres (sauf retour)	13,6	8,3
- Retour au domicile	31,6	60,6
Nombre de déplacements	**4 398**	**4 483**

PAR MODE – 24 HEURES (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**2 810**	**93,4**	**1 587**	**90,0**
- Automobile	2 617	87,0	1 235	70,0
- Conducteur	79,6 %		80,3 %	
- Passager	20,4 %		19,7 %	
- Transport en commun	4	0,1	15	0,9
- RTC	0,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	100,0 %		0,0 %	
- Bimodal	100,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	248	8,2	337	19,1
Non motorisés	**168**	**5,6**	**146**	**8,3**
Autres	**31**	**1,0**	**31**	**1,8**
Nombre de déplacements	**3 009**		**1 764**	

PAR MODE – PPAM (Tous motifs sauf retour)	Produits	%	Attirés	%
Motorisés	**1 317**	**94,5**	**856**	**92,7**
- Automobile	1 142	81,9	514	55,7
- Conducteur	82,5 %		81,1 %	
- Passager	17,5 %		18,9 %	
- Transport en commun	4	0,3	15	1,6
- RTC	0,0 %		100,0 %	
- ST de Lévis	100,0 %		0,0 %	
- Bimodal	100,0 %		0,0 %	
- Autres motorisés	209	15,0	326	35,3
Non motorisés	**77**	**5,5**	**68**	**7,3**
Autres	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**
Nombre de déplacements	**1 394**		**924**	

PAR PÉRIODE (Dépl. motorisés - Tous motifs)	Produits %	Attirés %
- 6 h à 8 h 59 :	32,9	21,8
- 9 h à 14 h 59 :	26,4	22,0
- 15 h à 17 h 59 :	27,9	35,9
- 18 h à 23 h 59 :	11,2	18,6
- 24 h à 5 h 59 :	1,6	1,7
Nombre de déplacements	**4 029**	**4 126**

2.4 MATRICES DE DÉPLACEMENTS

Cette section permet de consulter, sous la forme de matrices origine-destination, les déplacements entre les différentes parties du territoire agrégées selon le découpage en onze grands secteurs d'analyse définis à la partie I.

NOTES MÉTHODOLOGIQUES
1. Pour chacun des grands secteurs d'analyse, on a appliqué un facteur d'expansion aux résultats présentés dans les tableaux et dans les matrices origine-destination, de façon à représenter l'ensemble de la population du secteur.
2. Contrairement à toutes les autres matrices qui utilisent des déplacements-modes, les matrices avec « MODE=Tous » expriment des déplacements-personnes.
3. Compte tenu de la valeur moyenne des facteurs d'expansion appliqués aux résultats provenant de l'échantillon, tous les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.
4. Tous les résultats figurant dans les tableaux et dans les matrices origine-destination du présent document ne tiennent compte que des déplacements des personnes âgées de 5 ans et plus.

MOTIF : Travail		MODE : Tous						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	8 970	1 775	5 053	10 401	410	4 386	298	187	128	1 344	30	260	33 243
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	1 716	7 316	6 034	9 771	691	4 482	355	249	184	1 043	36	422	32 300
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	939	1 508	14 624	9 010	1 005	6 546	728	224	168	606	58	622	36 037
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 691	2 204	6 539	28 360	658	9 150	658	528	313	705	64	724	51 593
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	1 050	1 506	8 438	6 402	7 024	7 016	529	386	222	2 708	54	432	35 768
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	893	1 435	8 563	14 555	914	30 109	1 653	1 150	695	1 339	140	1 484	62 930
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	176	123	1 047	2 322	140	2 283	14 208	2 700	757	150	592	1 571	26 067
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	232	185	2 000	2 188	224	3 875	3 172	6 664	1 049	229	447	1 267	21 533
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	157	226	1 584	2 111	143	3 402	1 237	1 367	3 355	224	338	807	14 952
Couronne nord	**J**	1 916	1 622	4 577	5 942	994	5 269	276	199	260	12 591	54	1 559	35 258
Couronne sud	**K**	107	40	722	794	40	1 435	1 740	912	522	80	4 366	1 698	12 456
Hors territoire	**X**	14	25	110	134	12	193	151	86	21	26	34	130	936
TOTAL		17 862	17 963	59 290	91 989	12 254	78 147	25 005	14 654	7 674	21 046	6 213	10 977	363 074

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Études		MODE : Tous						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	8 792	1 194	245	2 340	108	1 952	46	14	-	106	-	30	14 828
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	416	8 700	379	2 009	93	1 743	83	21	-	211	-	-	13 655
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	27	271	6 306	1 827	1 178	2 597	110	19	-	94	-	50	12 480
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	251	534	466	9 910	123	4 552	162	-	-	65	-	9	16 070
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	74	871	1 213	1 783	9 451	2 679	76	52	-	582	-	12	16 792
Arr. Sainte–Foy-Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	94	230	334	4 170	104	24 212	334	65	-	134	9	-	29 685
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	10	20	28	405	17	1 151	6 810	574	74	-	219	64	9 372
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	16	37	38	609	41	1 437	1 239	6 216	104	23	-	-	9 760
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	73	51	517	80	1 349	895	888	3 457	46	134	-	7 490
Couronne nord	**J**	1 375	921	512	1 817	599	1 693	107	21	13	9 391	10	95	16 555
Couronne sud	**K**	-	20	41	226	-	255	726	594	40	-	2 726	315	4 942
Hors territoire	**X**	-	-	-	45	-	25	-	-	-	-	-	15	85
TOTAL		11 055	12 873	9 613	25 656	11 795	43 646	10 586	8 464	3 688	10 653	3 096	591	151 715

MOTIF : Loisir		MODE : Tous					PÉRIODE : 24 heures							
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	7 127	1 252	862	2 687	374	1 099	108	115	68	928	13	189	14 821
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	1 316	6 348	1 660	2 782	646	1 057	82	145	23	612	42	284	14 997
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	859	1 140	7 993	3 096	1 529	2 283	155	132	40	307	15	323	17 871
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 713	2 126	2 856	16 402	460	4 752	176	172	93	633	71	548	30 003
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	167	561	2 175	1 274	4 966	1 580	45	127	74	498	40	352	11 859
Arr. Sainte–Foy-Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	480	687	2 802	6 067	919	22 653	354	589	524	868	181	1 038	37 165
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	67	104	200	370	89	618	7 135	1 000	305	86	335	354	10 662
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	29	123	150	497	43	729	1 086	4 261	686	12	114	507	8 237
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	134	50	139	303	51	561	381	770	2 438	35	133	434	5 426
Couronne nord	**J**	1 232	608	622	1 489	503	1 142	22	70	37	5 784	14	607	12 131
Couronne sud	**K**	20	65	88	108	10	189	633	210	276	25	1 210	1 048	3 880
Hors territoire	**X**	29	11	25	88	11	94	88	41	17	30	19	338	792
TOTAL		13 174	13 074	19 572	35 163	9 602	36 758	10 264	7 633	4 579	9 817	2 187	6 021	167 844

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Magasinage		MODE : Tous					PÉRIODE : 24 heures							
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	12 286	1 036	2 903	1 999	30	553	63	26	-	120	-	-	19 017
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	1 434	10 682	5 018	1 320	302	727	20	60	9	112	-	51	19 735
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	1 093	1 646	18 612	1 876	1 589	2 951	153	109	16	259	-	24	28 328
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	2 145	3 005	7 305	18 368	306	5 445	171	116	129	149	-	114	37 252
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	272	678	5 243	518	6 238	1 314	50	-	17	95	-	17	14 442
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	626	344	3 652	2 271	592	33 849	279	547	310	366	69	20	42 923
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	27	109	314	92	24	656	14 078	759	124	50	66	96	16 394
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	57	45	136	64	-	1 209	1 553	7 329	359	22	50	46	10 871
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	26	35	171	177	16	853	269	875	3 322	-	97	-	5 842
Couronne nord	**J**	1 849	704	2 182	503	540	1 401	34	39	31	6 975	5	353	14 615
Couronne sud	**K**	24	36	101	108		413	886	259	68	7	1 745	205	3 854
Hors territoire	**X**	4	78	66	69	39	238	171	24	30	63	43	116	940
TOTAL		19 844	18 399	45 704	27 364	9 674	49 610	17 728	10 143	4 415	8 218	2 074	1 042	214 214

MOTIF : Autres motifs		MODE : Tous						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	10 707	1 583	994	3 727	458	1 179	82	32	54	706	34	21	19 578
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	1 619	9 877	2 165	3 483	963	1 298	96	120	55	563	12	189	20 441
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	898	1 815	9 521	4 523	2 819	3 835	128	224	225	488	10	124	24 609
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	2 567	2 669	3 022	18 932	1 056	5 278	183	335	200	1 032	51	280	35 605
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	597	1 123	2 989	1 809	9 755	1 876	37	113	44	431	21	121	18 917
Arr. Sainte–Foy-Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	657	942	2 762	6 804	1 565	28 978	675	675	559	806	242	483	45 149
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	90	31	146	371	61	661	11 520	1 434	343	-	535	344	15 537
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	27	47	119	285	131	1 025	1 488	6 050	610	96	224	279	10 380
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	88	63	203	379	56	1 298	330	714	4 596	15	82	203	8 026
Couronne nord	**J**	1 412	1 195	808	2 137	1 319	2 025	55	-	-	9 584	-	709	19 244
Couronne sud	**K**	23	-	62	266	12	253	806	411	310	34	3 142	439	5 757
Hors territoire	**X**	41	9	87	145	63	322	200	170	29	147	208	202	1 622
TOTAL		18 725	19 353	22 879	42 862	18 259	48 028	15 600	10 279	7 026	13 900	4 561	3 393	224 864

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous		MODE : Automobile						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	67 046	10 401	10 872	19 391	2 839	8 773	764	690	525	9 215	169	479	131 164
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	10 317	56 563	16 837	18 934	6 213	9 250	920	824	575	6 233	271	925	127 862
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	10 696	17 296	73 192	26 351	22 252	26 730	2 478	2 663	2 241	8 847	1 018	1 042	194 807
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	19 494	19 022	26 279	60 819	9 788	35 382	3 345	3 495	3 216	11 972	1 410	1 378	195 598
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	2 984	5 674	21 237	10 541	48 540	14 241	847	990	616	6 760	173	914	113 518
Arr. Sainte–Foy-Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	8 607	9 355	27 157	35 561	14 127	174 563	6 411	8 662	7 462	13 144	2 699	2 740	310 488
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	752	945	2 331	3 499	951	6 599	76 268	11 614	3 384	687	5 471	2 350	114 851
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	607	898	2 704	3 341	949	8 635	11 664	40 638	5 636	576	2 656	2 091	80 396
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	550	506	2 257	3 316	593	7 389	3 440	5 626	24 668	615	1 817	1 408	52 187
Couronne nord	**J**	8 768	5 743	9 263	12 297	6 652	13 274	755	597	622	62 187	250	3 211	123 620
Couronne sud	**K**	212	228	1 086	1 549	143	2 790	5 341	2 647	1 730	242	18 864	3 467	38 299
Hors territoire	**X**	776	1 259	1 283	1 975	1 063	3 527	2 567	2 229	1 477	3 358	3 657	773	23 945
TOTAL		130 810	127 889	194 499	197 573	114 110	311 153	114 802	80 675	52 152	123 838	38 456	20 778	1 506 734

MOTIF : Tous		MODE : Conducteur						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	51 075	8 319	9 115	15 474	2 370	7 460	693	602	383	7 372	163	440	103 465
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	8 410	44 396	14 125	15 545	5 183	8 034	736	713	547	5 222	225	809	103 946
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	8 917	14 471	58 505	21 480	18 142	22 575	2 163	2 534	1 989	7 590	905	813	160 082
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	15 384	15 756	21 517	47 501	8 054	28 585	2 929	3 025	2 717	9 780	1 209	1 068	157 525
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	2 460	4 823	17 613	8 728	37 759	12 172	782	882	477	5 950	173	779	92 598
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	7 378	8 211	23 095	28 272	12 045	137 199	5 605	7 565	6 432	11 058	2 259	2 140	251 261
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	717	790	2 065	2 979	873	5 682	61 764	10 164	2 997	616	4 418	2 019	95 084
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	548	763	2 565	2 928	865	7 586	10 247	32 665	4 876	490	2 223	1 928	67 681
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	392	479	1 984	2 770	440	6 346	3 119	4 873	18 848	570	1 527	1 142	42 490
Couronne nord	**J**	7 048	4 904	7 843	9 965	5 894	11 354	649	534	571	50 619	220	2 801	102 403
Couronne sud	**K**	206	181	942	1 318	143	2 402	4 370	2 215	1 448	190	15 262	2 801	31 477
Hors territoire	**X**	458	998	985	1 360	841	2 778	2 167	1 988	1 167	2 838	2 894	514	18 989
TOTAL		102 994	104 090	160 353	158 319	92 610	252 173	95 222	67 760	42 453	102 296	31 477	17 254	1 227 001

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous		MODE : Transport en commun						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	2 195	567	440	4 800	114	1 793	12	15	-	59	-	-	9 995
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	632	2 449	678	5 052	336	1 973	39	-	22	39	-	-	11 219
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	409	602	3 483	5 207	1 073	2 665	100	12	29	83	-	31	13 694
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	4 808	4 990	5 147	23 058	2 348	14 356	549	688	454	760	49	14	57 220
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	86	331	1 247	2 448	832	1 946	57	13	-	29	-	-	6 988
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	1 818	2 074	2 569	14 173	1 819	17 353	851	812	891	320	108	36	42 824
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	12	24	85	577	57	867	2 521	513	70	-	37	-	4 763
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	12	685	26	947	427	900	55	38	31	-	3 123
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	22	29	475	-	826	119	25	14	-	-	-	1 510
Couronne nord	**J**	98	49	45	776	8	391	-	29	-	7	-	-	1 402
Couronne sud	**K**	-	-	-	72	-	108	39	51	-	-	12	-	283
Hors territoire	**X**	-	-	13	41	-	53	-	-	-	-	-	-	106
TOTAL		10 056	11 106	13 748	57 364	6 614	43 278	4 714	3 059	1 535	1 335	237	81	153 128

MOTIF : Tous		MODE : Bimodal						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	76	14	23	453	28	170	12	-	-	-	-	-	777
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	58	35	27	310	33	245	24	-	-	39	-	-	772
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	11	32	20	227	19	228	87	-	-	8	-	18	650
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	459	278	119	132	259	331	426	100	63	455	31	14	2 666
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	-	14	31	257	41	196	12	-	-	-	-	-	549
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	118	237	145	417	137	279	208	23	88	193	36	18	1 899
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	12	24	50	427	12	256	43	21	-	-	-	-	845
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	-	124	-	93	21	-	-	9	-	-	247
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	-	-	114	-	82	-	-	-	-	-	-	196
Couronne nord	**J**	14	41	8	479	-	279	-	-	-	7	-	-	828
Couronne sud	**K**	-	-	-	54	-	36	-	-	-	-	12	-	103
Hors territoire	**X**	-	-	-	41	-	35	-	-	-	-	-	-	76
TOTAL		748	674	423	3 035	529	2 229	833	144	151	712	79	50	9 607

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous		MODE : Motorisés						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	74 085	11 618	11 467	23 986	2 954	10 451	781	705	525	10 241	169	499	147 480
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	11 617	65 751	17 862	24 028	6 945	11 068	963	833	635	6 958	271	945	147 877
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	11 205	18 310	80 362	31 771	24 460	29 521	2 655	2 686	2 282	9 243	1 023	1 076	214 596
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	24 067	24 126	31 761	85 962	12 134	50 254	4 233	4 327	3 688	12 555	1 466	1 659	256 232
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	3 099	6 436	23 757	12 916	58 403	16 296	901	1 019	630	7 721	185	933	132 296
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	10 391	11 265	29 959	50 022	16 088	202 169	7 233	9 567	8 464	13 437	2 780	2 875	364 251
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	781	1 007	2 508	4 206	1 004	7 325	83 598	12 810	3 980	687	5 928	2 405	126 239
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	607	907	2 727	4 140	992	9 648	12 842	46 469	6 431	605	2 965	2 091	90 424
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	550	580	2 298	3 756	593	8 296	4 104	6 380	26 908	629	1 885	1 444	57 422
Couronne nord	**J**	9 959	6 553	9 662	12 855	7 657	13 538	755	626	636	74 783	273	3 305	140 601
Couronne sud	**K**	212	228	1 091	1 597	155	2 861	5 862	2 978	1 827	255	21 685	3 689	42 440
Hors territoire	**X**	776	1 269	1 336	2 362	1 111	3 788	2 582	2 229	1 531	3 459	3 845	800	25 090
TOTAL		147 350	148 051	214 789	257 601	132 496	365 215	126 508	90 630	57 537	140 574	42 474	21 723	1 744 949

MOTIF : Tous		MODE : Non motorisés							PÉRIODE : 24 heures					
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	10 372	175	17	1 013	-	7	-	-	-	57	-	-	11 640
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	146	10 176	158	1 371	40	76	-	-	-	12	-	-	11 980
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	31	207	11 668	1 378	512	259	40	-	-	25	-	-	14 120
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 064	1 385	1 378	67 914	36	2 832	125	37	26	95	-	-	74 892
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	-	52	545	31	8 933	52	8	-	-	12	-	-	9 634
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	-	76	333	2 739	35	35 960	20	-	24	13	-	-	39 200
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	-	40	162	25	20	8 137	75	14	-	9	-	8 482
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	12	10	13	-	105	6 730	59	-	10	-	6 939
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	-	-	26	-	24	-	59	3 454	-	-	-	3 563
Couronne nord	**J**	64	25	-	79	12	32	-	-	-	4 683	-	-	4 895
Couronne sud	**K**	-	-	-	-	-	-	22	10	-	-	2 074	12	2 116
Hors territoire	**X**	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	12	-	28
TOTAL		11 677	12 096	14 151	74 723	9 607	39 279	8 457	6 911	3 577	4 897	2 104	12	187 490

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Automobile							PÉRIODE : 24 heures					
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	38 526	5 960	9 476	16 249	1 368	7 496	580	374	250	3 099	77	479	83 935
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	5 941	32 621	14 267	14 538	2 586	7 574	624	597	271	2 361	91	925	82 395
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	3 709	5 961	46 316	16 435	6 926	15 797	1 194	708	448	1 651	83	1 042	100 271
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	7 164	8 097	16 663	38 787	2 393	18 977	1 120	1 004	700	2 459	186	1 378	98 928
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	2 045	4 051	18 018	9 470	27 379	12 410	701	665	357	3 777	103	914	79 889
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	2 634	3 313	17 031	25 130	4 013	104 291	3 138	2 922	2 054	3 390	632	2 740	171 289
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	369	370	1 616	2 884	313	4 675	45 075	5 967	1 477	286	1 547	2 350	66 930
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	361	427	2 381	2 882	397	7 312	7 654	23 449	2 665	352	797	2 091	50 767
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	405	374	2 107	3 035	346	6 508	2 480	3 889	14 043	319	727	1 408	35 643
Couronne nord	**J**	6 575	4 388	8 323	11 344	3 447	11 279	493	329	328	34 512	72	3 211	84 302
Couronne sud	**K**	173	161	1 010	1 454	61	2 474	4 440	2 077	1 136	133	10 435	3 467	27 022
Hors territoire	**X**	89	123	248	350	125	790	594	321	73	266	303	773	4 055
TOTAL		67 993	65 848	137 456	142 557	49 355	199 584	68 094	42 302	23 802	52 604	15 054	20 778	885 427

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Conducteur						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	29 767	4 857	7 996	13 021	1 107	6 341	530	325	203	2 518	71	440	67 176
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	4 801	25 954	12 014	12 036	2 120	6 559	533	507	255	2 142	76	809	67 803
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	2 982	5 008	37 191	13 484	5 690	13 097	1 027	637	423	1 432	83	813	81 865
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	5 853	6 788	13 656	30 981	2 052	15 589	994	896	627	2 019	145	1 068	80 669
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	1 695	3 481	14 970	7 837	21 675	10 630	651	593	294	3 492	103	779	66 202
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	2 318	3 007	14 947	20 126	3 530	82 949	2 867	2 620	1 798	3 025	520	2 140	139 848
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	348	302	1 418	2 439	296	3 921	36 788	5 333	1 340	215	1 323	2 019	55 742
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	350	386	2 256	2 518	374	6 395	6 729	19 047	2 344	319	703	1 928	43 349
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	278	362	1 859	2 534	246	5 527	2 267	3 402	10 913	290	585	1 142	29 406
Couronne nord	**J**	5 249	3 666	7 043	9 211	2 911	9 567	469	300	294	28 743	72	2 801	70 325
Couronne sud	**K**	173	115	866	1 241	61	2 146	3 598	1 714	982	111	8 626	2 801	22 434
Hors territoire	**X**	72	79	203	263	111	647	500	263	65	253	264	514	3 234
TOTAL		53 887	54 004	114 419	115 691	40 173	163 368	56 953	35 638	19 538	44 558	12 571	17 254	728 054

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Transport en commun						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	1 221	374	407	4 303	12	1 768	12	-	-	-	-	-	8 097
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	208	1 377	544	4 199	48	1 845	13	-	-	-	-	-	8 235
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	71	210	1 867	3 352	302	2 268	69	-	-	7	-	31	8 178
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	919	1 384	2 289	13 155	174	8 160	141	147	28	20	-	14	26 431
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	73	269	1 009	2 393	501	1 900	40	13	-	8	-	-	6 206
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	120	288	683	7 239	38	9 388	171	81	12	46	-	36	18 102
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	11	52	464	17	815	1 423	158	11	-	15	-	2 966
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	12	610	13	918	321	460	43	29	31	-	2 437
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	22	29	475	-	815	96	25	-	-	-	-	1 461
Couronne nord	**J**	98	49	45	766	8	368	-	-	-	7	-	-	1 341
Couronne sud	**K**	-	-	-	72	-	108	39	20	-	-	6	-	245
Hors territoire	**X**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		2 710	3 982	6 938	37 027	1 114	28 354	2 326	903	93	117	52	81	83 698

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Bimodal					PÉRIODE : 24 heures							
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	54	14	23	453	-	170	12	-	-	-	-	-	726
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	44	35	27	310	11	229	13	-	-	-	-	-	669
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	-	-	20	212	-	228	69	-	-	-	-	18	548
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	99	81	28	81	64	150	120	27	-	20	-	14	700
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	-	14	31	257	28	196	12	-	-	-	-	-	536
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	14	62	80	337	-	147	43	-	12	-	-	18	713
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	11	17	348	-	256	28	21	-	-	-	-	681
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	-	97	-	93	-	-	-	-	-	-	190
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	-	-	114	-	82	-	-	-	-	-	-	196
Couronne nord	**J**	14	41	8	470	-	279	-	-	-	7	-	-	818
Couronne sud	**K**	-	-	-	54	-	36	-	-	-	-	6	-	97
Hors territoire	**X**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		224	257	234	2 734	103	1 866	298	48	28	27	6	50	5 874

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Motorisés					PÉRIODE : 24 heures							
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	42 328	6 758	10 018	20 323	1 380	9 149	597	374	250	3 163	77	499	94 917
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	6 385	37 592	15 139	18 693	2 667	9 227	637	597	271	2 529	91	945	94 775
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	3 801	6 252	50 292	19 742	7 877	18 074	1 273	708	448	1 735	83	1 076	111 361
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	8 048	9 602	19 174	53 245	2 587	27 374	1 339	1 124	712	2 522	186	1 659	127 573
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	2 148	4 705	19 672	11 755	32 728	14 397	737	678	357	4 294	115	933	92 519
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	2 741	3 591	17 860	32 489	4 063	119 347	3 296	3 017	2 054	3 499	641	2 875	195 474
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	369	386	1 735	3 464	330	5 349	49 252	6 382	1 555	286	1 746	2 405	73 260
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	361	437	2 403	3 633	426	8 267	8 479	26 601	2 761	381	835	2 091	56 674
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	405	448	2 148	3 475	346	7 404	3 078	4 590	15 317	319	784	1 444	39 758
Couronne nord	**J**	7 733	5 049	8 656	11 888	3 955	11 521	493	329	341	41 539	82	3 305	94 892
Couronne sud	**K**	173	161	1 015	1 502	61	2 545	4 761	2 377	1 214	146	11 992	3 689	29 638
Hors territoire	**X**	89	123	288	481	125	839	594	321	92	266	303	800	4 321
TOTAL		74 580	75 106	148 401	180 691	56 546	233 492	74 536	47 097	25 373	60 680	16 934	21 723	1 015 161

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Non motorisés						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	5 375	82	17	807	-	7	-	-	-	24	-	-	6 310
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	98	5 229	93	660	17	40	-	-	-	12	-	-	6 149
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	15	114	6 198	584	242	125	25	-	-	20	-	-	7 323
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	319	954	945	38 324	16	1 785	39	27	14	78	-	-	42 501
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	-	35	362	31	4 589	52	8	-	-	12	-	-	5 089
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	-	46	219	1 360	13	20 218	-	-	-	13	-	-	21 869
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	-	15	131	17	20	4 310	61	14	-	-	-	4 568
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	12	10	13	-	31	3 740	47	-	-	-	3 853
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	-	-	12	-	24	-	24	1 780	-	-	-	1 840
Couronne nord	**J**	25	-	-	17	-	-	-	-	-	2 536	-	-	2 578
Couronne sud	**K**	-	-	-	-	-	-	22	10	-	-	1 055	12	1 097
Hors territoire	**X**	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	16
TOTAL		5 832	6 460	7 860	41 936	4 907	22 287	4 435	3 861	1 854	2 693	1 055	12	103 193

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous		MODE : Tous						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	84 686	11 811	11 507	25 024	2 967	10 471	781	705	525	10 334	169	499	159 479
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	11 781	76 054	18 044	25 410	6 997	11 183	963	833	635	6 970	271	945	160 088
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	11 252	18 555	92 649	33 183	24 983	29 834	2 655	2 686	2 282	9 313	1 023	1 143	229 559
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	25 163	25 492	33 188	154 434	12 171	53 165	4 293	4 374	3 723	12 617	1 466	1 675	331 761
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	3 112	6 499	24 326	12 965	67 487	16 365	901	1 019	630	7 741	185	933	142 164
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	10 400	11 381	30 326	52 792	16 158	238 393	7 253	9 577	8 523	13 460	2 780	3 025	404 067
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	781	1 007	2 508	4 311	1 004	7 345	91 971	12 937	4 028	687	5 945	2 430	134 954
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	607	907	2 767	4 151	1 005	9 657	12 975	53 427	6 489	605	2 974	2 098	97 664
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	550	580	2 298	3 790	593	8 355	4 138	6 439	30 432	635	1 885	1 444	61 139
Couronne nord	**J**	10 052	6 578	9 707	12 917	7 677	13 580	755	626	636	79 797	273	3 324	145 922
Couronne sud	**K**	212	228	1 091	1 597	155	2 861	5 891	2 987	1 827	255	23 930	3 706	44 742
Hors territoire	**X**	824	1 288	1 361	2 389	1 111	3 892	2 597	2 242	1 538	3 459	3 868	800	25 369
TOTAL		159 420	160 380	229 771	332 964	142 308	405 101	135 174	97 854	61 268	145 874	44 768	22 025	1 936 907

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Tous						PÉRIODE : 24 heures						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	47 882	6 840	10 058	21 154	1 380	9 169	597	374	250	3 205	77	499	101 487
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	6 502	42 922	15 256	19 364	2 696	9 306	637	597	271	2 541	91	945	101 129
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	3 816	6 380	57 056	20 331	8 119	18 213	1 273	708	448	1 755	83	1 143	119 324
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	8 368	10 537	20 188	91 971	2 602	29 177	1 349	1 151	735	2 584	186	1 675	170 525
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	2 161	4 740	20 058	11 786	37 435	14 465	737	678	357	4 314	115	933	97 779
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	2 750	3 638	18 113	33 866	4 094	139 802	3 296	3 027	2 089	3 512	641	3 025	217 852
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	369	386	1 735	3 560	330	5 369	53 752	6 466	1 603	286	1 746	2 430	78 032
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	361	437	2 443	3 643	439	8 276	8 538	30 521	2 808	381	835	2 098	60 780
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	405	448	2 148	3 487	346	7 463	3 111	4 614	17 167	319	784	1 444	41 736
Couronne nord	**J**	7 784	5 049	8 701	11 888	3 955	11 531	493	329	341	44 325	82	3 324	97 802
Couronne sud	**K**	173	161	1 015	1 502	61	2 545	4 791	2 386	1 214	146	13 188	3 706	30 889
Hors territoire	**X**	89	123	288	481	125	872	610	321	98	266	303	800	4 376
TOTAL		80 659	81 662	157 058	223 034	61 583	256 188	79 183	51 172	27 381	63 634	18 130	22 025	1 121 710

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Travail		MODE : Tous						PÉRIODE : Pointe AM						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	5 560	1 357	3 685	8 407	300	3 309	280	167	49	1 054	26	124	24 319
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	1 278	4 328	4 412	7 859	431	3 525	225	194	126	806	36	340	23 562
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	668	1 061	9 286	6 854	593	4 678	587	120	77	389	46	282	24 640
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 095	1 377	4 374	17 610	495	6 311	453	400	163	414	23	454	33 169
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	847	1 088	6 112	5 513	4 532	5 508	426	327	106	2 087	42	282	26 871
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	626	1 034	6 368	11 426	545	18 715	1 285	817	377	1 027	120	815	43 152
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	117	110	670	1 765	113	1 585	8 542	1 719	473	85	462	1 197	16 838
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	146	116	1 630	1 846	163	2 957	2 392	4 122	699	131	390	977	15 570
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	123	198	1 307	1 768	143	2 766	977	1 025	1 996	176	223	653	11 354
Couronne nord	**J**	1 454	1 146	3 497	4 933	799	3 967	184	131	150	8 108	32	1 091	25 492
Couronne sud	**K**	45	12	491	645	12	1 064	1 364	648	371	25	2 672	1 235	8 583
Hors territoire	**X**	14	-	-	40	-	50	47	16	-	-	10	39	216
TOTAL		11 975	11 827	41 833	68 667	8 127	54 434	16 762	9 686	4 585	14 303	4 082	7 488	253 768

MOTIF : Études		MODE : Tous					PÉRIODE : Pointe AM							
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	6 804	997	232	1 859	108	1 258	46	14	-	96	-	30	11 444
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	346	6 814	329	1 574	80	1 263	35	21	-	196	-	-	10 657
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	13	238	5 093	1 438	829	1 715	71	-	-	94	-	18	9 510
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	175	404	353	7 350	114	2 368	50	-	-	50	-	-	10 863
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	74	725	1 105	1 408	7 546	1 909	76	25	-	493	-	12	13 374
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	30	216	277	3 036	75	18 428	102	39	-	94	9	-	22 305
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	10	20	12	317	-	717	5 550	507	59	-	219	37	7 447
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	16	28	38	473	41	1 021	1 031	5 183	77	23	-	-	7 930
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	73	51	402	80	990	753	839	3 127	46	76	-	6 439
Couronne nord	**J**	1 162	829	487	1 467	527	1 163	54	9	-	7 769	10	95	13 571
Couronne sud	**K**	-	-	41	131	-	201	696	588	40	-	2 508	279	4 485
Hors territoire	**X**	-	-	-	14	-	-		-	-	-	-	-	14
TOTAL		8 630	10 344	8 018	19 468	9 400	31 034	8 463	7 225	3 302	8 861	2 821	472	118 038

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Loisir		MODE : Tous					PÉRIODE : Pointe AM							
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	568	74	73	307	14	175	30	-	52	110	13	11	1 427
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	146	588	155	133	64	52	11	29	-	12	-	76	1 264
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	22	42	510	132	51	142	56	-	-	28	-	90	1 073
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	97	66	270	952	19	306	-	9	8	63	-	64	1 853
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	-	17	294	104	321	99	-	-	-	22	15	51	921
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	55	50	279	280	29	1 908	-	53	-	105	-	282	3 042
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	-	27	31	6	56	458	168	61	30	43	57	936
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	14	14	-	62	94	345	39	-	23	76	667
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	-	12	65	-	37	12	112	116	18	-	168	539
Couronne nord	**J**	178	60	69	92	22	139	-	14	-	501	14	57	1 147
Couronne sud	**K**	10	-	31	6	-	14	62	74	83	-	123	93	496
Hors territoire	**X**	-	-	-	46	-	12	-	16	-	-	-	5	79
TOTAL		1 075	897	1 732	2 163	526	3 001	724	820	359	888	231	1 030	13 444

MOTIF : Magasinage		MODE : Tous						PÉRIODE : Pointe AM						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	527	16	79	67	30	16	-	-	-	-	-	-	733
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	87	210	177	14	-	53	-	-	-	30	-	-	570
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	-	76	603	60	45	43	-	-	-	10	-	-	838
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	56	123	294	607	-	113	-	-	-	41	-	14	1 248
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	37	59	291	38	296	82	-	-	-	13	-	-	816
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	-	9	30	67	29	779	-	12	-	11	-	-	936
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	-	-	13	-	-	584	21	-	-	-	35	653
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	14	-	13	-	-	46	38	286	-	-	-	-	398
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	-	14	58	-	56	-	74	229	-	-	-	431
Couronne nord	**J**	176	95	140	75	29	95	-	12	-	376	-	59	1 057
Couronne sud	**K**	-	-	-	19	-	17	103	9	10	7	113	14	291
Hors territoire	**X**	897	587	1 641	1 017	429	1 300	725	412	238	488	113	122	7 970
TOTAL		1 793	1 174	3 282	2 035	858	2 601	1 450	824	476	976	226	244	15 939

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Autres motifs		MODE : Tous						PÉRIODE : Pointe AM						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	4 630	611	250	1 481	165	415	10	-	10	107	14	-	7 694
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	475	3 946	617	1 307	342	545	24	65	14	119	12	36	7 502
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	54	194	3 071	1 347	458	883	-	22	19	55	-	12	6 115
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	322	317	492	5 848	85	890	24	17	-	85	-	89	8 169
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	249	466	1 089	841	4 649	679	-	48	-	30	21	25	8 096
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	65	114	587	2 080	163	9 232	103	21	29	61	-	104	12 557
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	22	-	-	84	-	113	3 641	373	62	-	97	94	4 486
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	13	21	11	119	-	383	585	2 015	80	39	41	83	3 387
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	18	-	56	218	26	667	73	290	2 154	-	28	90	3 620
Couronne nord	**J**	574	425	359	1 024	536	664	19	-	-	3 659	-	252	7 512
Couronne sud	**K**	7	-	15	71	-	73	278	153	88	22	1 345	104	2 157
Hors territoire	**X**	-	-	22	14	-	-	-	-	-	-	-	-	37
TOTAL		6 429	6 093	6 569	14 433	6 423	14 545	4 757	3 004	2 458	4 176	1 559	888	71 333

MOTIF : Tous		MODE : Automobile						PÉRIODE : Pointe AM						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	14 095	2 464	4 054	9 044	672	4 164	350	197	110	1 367	67	165	36 749
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	2 140	11 322	5 149	7 562	922	4 104	281	309	140	1 040	49	451	33 470
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	835	1 607	14 285	7 252	1 642	5 982	667	190	96	547	58	377	33 540
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 594	1 829	4 523	15 114	789	5 840	399	390	233	775	23	529	32 038
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	1 155	1 963	7 717	6 078	12 314	6 949	471	400	145	2 317	78	370	39 958
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	859	1 407	7 196	11 731	886	33 549	1 450	967	434	1 393	148	1 137	61 157
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	159	130	658	1 692	172	2 071	15 033	2 603	642	138	698	1 391	25 385
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	190	164	1 667	1 801	190	3 832	3 464	8 040	861	164	450	1 135	21 959
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	141	198	1 411	2 097	249	3 716	1 273	1 723	5 744	259	355	875	18 041
Couronne nord	**J**	2 655	1 985	4 229	7 145	1 535	5 874	257	166	150	14 302	61	1 461	39 820
Couronne sud	**K**	62	12	574	825	12	1 297	2 210	1 172	513	54	5 115	1 502	13 346
Hors territoire	**X**	25	57	75	234	11	216	91	96	47	175	43	44	1 113
TOTAL		23 909	23 137	51 538	70 575	19 394	77 596	25 947	16 253	9 114	22 532	7 145	9 437	356 578

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous		MODE : Conducteur						PÉRIODE : Pointe AM						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	10 031	1 968	3 764	7 221	510	3 627	338	183	90	1 242	61	165	29 201
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	1 783	8 553	4 659	6 423	749	3 600	258	273	140	971	49	441	27 899
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	826	1 468	11 667	6 086	1 357	4 913	629	176	71	504	58	307	28 063
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 294	1 648	4 037	11 737	717	4 923	381	363	222	698	23	418	26 461
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	988	1 681	6 733	5 186	9 174	6 070	460	375	145	2 195	78	321	33 407
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	792	1 248	6 696	9 436	763	25 665	1 429	891	434	1 304	148	1 024	49 830
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	138	119	639	1 465	172	1 746	12 351	2 340	555	106	637	1 289	21 557
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	179	164	1 589	1 577	190	3 429	3 167	6 333	795	141	415	1 092	19 072
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	141	198	1 313	1 743	159	2 990	1 201	1 602	4 251	241	278	764	14 880
Couronne nord	**J**	2 210	1 684	3 734	5 860	1 442	5 217	251	151	134	12 012	61	1 408	34 165
Couronne sud	**K**	62	12	524	738	12	1 196	1 878	976	461	54	4 086	1 366	11 364
Hors territoire	**X**	20	48	63	145	11	190	82	96	24	158	43	44	923
TOTAL		18 464	18 791	45 420	57 616	15 256	63 567	22 423	13 760	7 321	19 627	5 936	8 639	296 821

MOTIF : Tous		MODE : Transport en commun							PÉRIODE : Pointe AM					
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	721	232	186	3 325	12	1 107	12	-	-	-	-	-	5 596
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	123	772	268	3 195	34	1 488	13	-	-	-	-	-	5 893
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	13	100	1 122	2 638	194	1 458	33	-	-	-	-	18	5 576
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	305	495	1 080	6 623	49	3 894	88	76	-	9	-	-	12 620
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	38	154	580	1 972	243	1 245	40	-	-	8	-	-	4 280
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	14	107	339	4 682	48	5 129	64	39	-	22	-	18	10 462
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	11	31	398	-	533	895	35	11	-	15	-	1 928
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	-	518	13	583	236	271	18	29	31	-	1 700
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	22	29	437	-	669	63	-	-	-	-	-	1 221
Couronne nord	**J**	62	49	20	644	-	336	-	-	-	7	-	-	1 117
Couronne sud	**K**	-	-	-	72	-	81	39	20	-	-	6	-	218
Hors territoire	**X**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		1 275	1 942	3 655	24 504	594	16 524	1 484	440	29	76	52	36	50 611

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous		MODE : Bimodal							PÉRIODE : Pointe AM					
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	54	14	23	423	-	125	12	-	-	-	-	-	652
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	44	17	27	249	11	199	13	-	-	-	-	-	559
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	-	-	20	184	-	122	33	-	-	-	-	18	377
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	13	38	17	65	-	80	67	27	-	9	-	-	317
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	-	14	19	241	28	196	12	-	-	-	-	-	509
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	-	47	39	277	-	147	-	-	-	-	-	-	511
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	11	17	313	-	193	-	21	-	-	-	-	556
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	-	97	-	66	-	-	-	-	-	-	163
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	-	-	100	-	49	-	-	-	-	-	-	149
Couronne nord	**J**	14	41	8	415	-	255	-	-	-	7	-	-	740
Couronne sud	**K**	-	-	-	54	-	10	-	-	-	-	6	-	70
Hors territoire	**X**	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		124	182	170	2 418	39	1 443	137	48	-	17	6	18	4 602

MOTIF : Tous		MODE : Motorisés							PÉRIODE : Pointe AM					
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	16 804	3 109	4 351	12 061	684	5 185	366	197	110	1 422	67	165	44 523
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	2 381	14 798	5 625	10 683	974	5 393	295	309	140	1 209	49	451	42 307
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	848	1 789	16 961	9 834	2 281	7 494	724	190	96	624	58	377	41 278
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 902	2 383	5 665	22 275	873	9 725	543	439	233	811	23	621	45 495
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	1 222	2 429	8 858	7 934	16 086	8 280	508	400	145	2 746	78	370	49 057
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	872	1 506	7 588	16 348	946	43 322	1 515	1 020	434	1 426	157	1 176	76 309
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	159	130	708	2 140	172	2 471	18 180	2 878	668	138	889	1 420	29 953
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	190	164	1 678	2 442	220	4 470	4 169	10 754	921	193	481	1 135	26 816
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	141	271	1 452	2 499	249	4 487	1 838	2 373	6 955	259	355	911	21 789
Couronne nord	**J**	3 557	2 572	4 520	7 591	2 013	6 059	257	166	150	19 951	71	1 536	48 442
Couronne sud	**K**	62	12	578	872	12	1 368	2 521	1 471	592	54	6 608	1 719	15 869
Hors territoire	**X**	25	57	75	234	11	229	91	96	65	175	43	44	1 145
TOTAL		28 163	29 219	58 061	94 914	24 522	98 484	31 006	20 293	10 508	29 009	8 878	9 926	442 983

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous		MODE : Non motorisés							PÉRIODE : Pointe AM					
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	2 301	42	-	139	-	-	-	-	-	5	-	-	2 488
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	23	2 094	73	268	-	40	-	-	-	-	-	-	2 498
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	15	-	2 165	293	68	96	25	-	-	-	-	-	2 662
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	51	177	424	11 736	-	638	45	-	-	33	-	-	13 104
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	-	20	120	10	2 144	10	8	-	-	12	-	-	2 324
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	-	12	124	704	-	7 599	-	-	-	-	-	-	8 438
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	-	15	90	-	-	1 526	31	-	-	-	-	1 662
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	-	10	-	-	17	1 694	-	-	-	-	1 721
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	-	-	12	-	13	-	-	1 060	-	-	-	1 084
Couronne nord	**J**	18	-	-	17	-	-	-	-	-	1 166	-	-	1 201
Couronne sud	**K**	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	428	-	438
Hors territoire	**X**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		2 407	2 345	2 920	13 279	2 211	8 396	1 629	1 726	1 060	1 216	428	-	37 618

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Automobile					PÉRIODE : Pointe AM							
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	13 224	2 367	4 014	8 963	604	4 153	350	181	110	1 289	54	165	35 474
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	2 050	10 419	5 116	7 523	853	4 091	281	309	140	994	49	451	32 276
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	729	1 425	13 562	7 050	1 325	5 853	657	142	96	500	46	377	31 761
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 401	1 609	4 245	14 139	643	5 491	399	377	171	583	23	529	29 610
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	1 140	1 870	7 630	6 036	11 466	6 935	466	400	106	2 204	78	370	38 702
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	753	1 313	7 030	11 614	811	32 073	1 425	878	387	1 266	120	1 137	58 806
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	149	130	658	1 692	119	2 071	14 133	2 469	630	115	629	1 391	24 185
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	190	164	1 667	1 801	174	3 832	3 405	7 603	836	164	421	1 135	21 393
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	141	198	1 399	2 097	249	3 716	1 251	1 691	5 386	240	328	875	17 569
Couronne nord	**J**	2 623	1 968	4 229	7 145	1 435	5 835	257	166	150	13 475	45	1 461	38 790
Couronne sud	**K**	62	12	574	825	12	1 297	2 176	1 172	513	54	4 791	1 502	12 988
Hors territoire	**X**	14	-	22	115		62	31	32	-	-	10	44	330
TOTAL		22 475	21 474	50 147	68 999	17 692	75 410	24 831	15 419	8 524	20 883	6 594	9 437	341 886

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Conducteur					PÉRIODE : Pointe AM							
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	9 243	1 871	3 724	7 148	443	3 627	338	167	90	1 163	47	165	28 027
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	1 692	7 714	4 626	6 384	691	3 588	258	273	140	936	49	441	26 791
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	720	1 286	10 973	5 884	1 050	4 793	619	129	71	457	46	307	26 333
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 100	1 440	3 806	10 824	572	4 640	381	350	171	506	23	418	24 232
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	973	1 604	6 647	5 144	8 341	6 056	454	375	106	2 082	78	321	32 182
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	686	1 166	6 530	9 336	688	24 261	1 403	815	387	1 176	120	1 024	47 593
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	128	119	639	1 465	119	1 746	11 509	2 219	542	83	568	1 289	20 428
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	179	164	1 589	1 577	174	3 429	3 108	5 911	770	141	386	1 092	18 521
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	141	198	1 301	1 743	159	2 990	1 179	1 570	3 905	222	250	764	14 421
Couronne nord	**J**	2 178	1 668	3 734	5 860	1 343	5 178	251	151	134	11 229	45	1 408	33 180
Couronne sud	**K**	62	12	524	738	12	1 196	1 844	976	461	54	3 783	1 366	11 028
Hors territoire	**X**	14	-	10	77	-	62	22	32	-	-	10	44	271
TOTAL		17 118	17 242	44 105	56 180	13 591	61 566	21 365	12 968	6 778	18 049	5 407	8 639	283 007

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Transport en commun							PÉRIODE : Pointe AM					
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	716	232	186	3 325	12	1 107	12	-	-	-	-	-	5 591
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	123	736	268	3 185	34	1 488	13	-	-	-	-	-	5 848
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	13	90	1 122	2 592	158	1 458	33	-	-	-	-	18	5 483
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	305	478	1 068	6 544	34	3 878	88	76	-	9	-	-	12 482
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	38	154	556	1 972	243	1 245	40	-	-	8	-	-	4 256
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	14	107	327	4 647	17	5 129	64	39	-	22	-	18	10 383
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	11	31	398	-	533	895	35	11	-	15	-	1 928
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	-	518	13	583	236	271	18	29	31	-	1 700
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	22	29	437	-	669	63	-	-	-	-	-	1 221
Couronne nord	**J**	62	49	20	644	-	336	-	-	-	7	-	-	1 117
Couronne sud	**K**	-	-	-	72	-	81	39	20	-	-	6	-	218
Hors territoire	**X**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		1 270	1 879	3 608	24 334	513	16 508	1 484	440	29	76	52	36	50 228

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Bimodal							PÉRIODE : Pointe AM					
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	54	14	23	423	-	125	12	-	-	-	-	-	652
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	44	17	27	249	11	199	13	-	-	-	-	-	559
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	-	-	20	184	-	122	33	-	-	-	-	18	377
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	13	38	17	65	-	80	67	27	-	9	-	-	317
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	-	14	19	241	28	196	12	-	-	-	-	-	509
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	-	47	39	277	-	147	-	-	-	-	-	-	511
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	11	17	313	-	193	-	21	-	-	-	-	556
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	-	97	-	66	-	-	-	-	-	-	163
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	-	-	100	-	49	-	-	-	-	-	-	149
Couronne nord	**J**	14	41	8	415	-	255	-	-	-	7	-	-	740
Couronne sud	**K**	-	-	-	54	-	10	-	-	-	-	6	-	70
Hors territoire	**X**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		124	182	170	2 418	39	1 443	137	48	-	17	6	18	4 602

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Motorisés						PÉRIODE : Pointe AM						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	15 916	3 012	4 311	11 980	617	5 173	366	181	110	1 344	54	165	43 229
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	2 290	13 859	5 592	10 634	905	5 381	295	309	140	1 163	49	451	41 068
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	742	1 596	16 238	9 586	1 928	7 365	714	142	96	577	46	377	39 407
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 708	2 146	5 376	21 211	713	9 360	527	426	171	620	23	621	42 903
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	1 207	2 336	8 747	7 893	15 238	8 267	502	400	106	2 633	78	370	47 777
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	767	1 412	7 411	16 180	840	41 846	1 489	930	387	1 298	129	1 176	73 866
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	149	130	708	2 140	119	2 471	17 280	2 744	655	115	820	1 420	28 752
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	190	164	1 678	2 442	204	4 470	4 110	10 316	895	193	453	1 135	26 250
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	141	271	1 440	2 499	249	4 487	1 816	2 341	6 596	240	328	911	21 318
Couronne nord	**J**	3 526	2 555	4 520	7 591	1 914	6 020	257	166	150	19 124	55	1 536	47 412
Couronne sud	**K**	62	12	578	872	12	1 368	2 487	1 471	592	54	6 284	1 719	15 512
Hors territoire	**X**	14	-	22	115	-	62	31	32	-	-	10	44	330
TOTAL		26 712	27 493	56 623	93 143	22 739	96 270	29 874	19 459	9 899	27 360	8 327	9 926	427 824

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Non motorisés						PÉRIODE : Pointe AM						
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	2 104	42	-	139	-	-	-	-	-	5	-	-	2 291
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	23	1 939	73	253	-	40	-	-	-	-	-	-	2 328
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	15	-	2 066	273	48	96	25	-	-	-	-	-	2 524
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	36	160	424	10 979	-	609	29	-	-	33	-	-	12 270
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	-	20	120	10	2 023	10	8	-	-	12	-	-	2 203
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	-	12	108	690	-	7 128	-	-	-	-	-	-	7 938
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	-	-	15	90	-	-	1 430	31	-	-	-	-	1 566
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	-	-	-	10	-	-	17	1 589	-	-	-	-	1 616
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	-	-	-	12	-	13	-	-	994	-	-	-	1 018
Couronne nord	**J**	18	-	-	17	-	-	-	-	-	1 096	-	-	1 131
Couronne sud	**K**	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	425	-	434
Hors territoire	**X**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		2 196	2 173	2 806	12 474	2 071	7 896	1 517	1 620	994	1 146	425	-	35 319

MOTIF : Tous		MODE : Tous					PÉRIODE : Pointe AM							
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	19 175	3 152	4 359	12 202	684	5 185	366	197	110	1 446	67	165	47 108
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	2 423	16 979	5 722	10 951	986	5 451	295	309	140	1 209	49	451	44 963
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	863	1 804	19 385	10 098	2 349	7 590	724	190	96	633	58	402	44 193
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 952	2 541	6 073	34 187	873	10 381	543	439	233	845	23	621	58 710
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	1 222	2 449	9 002	7 945	18 313	8 290	508	400	145	2 758	78	370	51 480
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	881	1 517	7 734	17 069	946	51 023	1 515	1 029	452	1 426	157	1 200	84 950
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	159	130	708	2 210	172	2 471	19 770	2 921	668	138	889	1 420	31 656
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	190	164	1 706	2 453	220	4 470	4 200	12 493	921	193	481	1 135	28 624
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	141	271	1 452	2 510	249	4 516	1 838	2 373	8 045	259	355	911	22 921
Couronne nord	**J**	3 575	2 572	4 552	7 591	2 013	6 069	257	166	150	21 309	71	1 555	49 879
Couronne sud	**K**	62	12	578	872	12	1 368	2 537	1 471	592	54	7 089	1 725	16 373
Hors territoire	**X**	25	75	75	234	11	229	106	96	65	175	43	44	1 179
TOTAL		30 668	31 665	61 346	108 322	26 828	107 042	32 659	22 085	11 617	30 444	9 360	10 000	482 036

NOTE : Les volumes de déplacements inférieurs à 415 pourraient ne pas être significatifs.

MOTIF : Tous sauf retour		MODE : Tous					PÉRIODE : Pointe AM							
Grands secteurs		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	**TOTAL**
Arr. Beauport (Québec)	**A**	18 089	3 054	4 319	12 121	617	5 173	366	181	110	1 367	54	165	45 618
Arr. Charlesbourg (Québec)	**B**	2 332	15 886	5 689	10 886	917	5 438	295	309	140	1 163	49	451	43 555
Arr. Les Rivières (Québec)	**C**	757	1 611	18 563	9 830	1 976	7 461	714	142	96	577	46	402	42 175
Arr. La Cité-Limoilou (Québec)	**D**	1 744	2 286	5 783	32 366	713	9 988	527	426	171	653	23	621	55 302
Arr. La Haute-Saint-Charles (Québec)	**E**	1 207	2 356	8 891	7 904	17 344	8 276	502	400	106	2 645	78	370	50 079
Arr. Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	**F**	776	1 423	7 541	16 888	840	49 062	1 489	940	406	1 298	129	1 200	81 993
Arr. Desjardins (Lévis)	**G**	149	130	708	2 210	119	2 471	18 775	2 787	655	115	820	1 420	30 360
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	**H**	190	164	1 706	2 453	204	4 470	4 141	11 950	895	193	453	1 135	27 952
Arr. Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	**I**	141	271	1 440	2 510	249	4 516	1 816	2 341	7 621	240	328	911	22 383
Couronne nord	**J**	3 543	2 555	4 552	7 591	1 914	6 029	257	166	150	20 412	55	1 555	48 779
Couronne sud	**K**	62	12	578	872	12	1 368	2 503	1 471	592	54	6 762	1 725	16 011
Hors territoire	**X**	14		22	115		62	47	32			10	44	346
TOTAL		29 005	29 748	59 793	105 747	24 905	104 315	31 431	21 146	10 942	28 717	8 805	10 000	464 553

3 PARTIE III – RÉSULTATS RELATIFS AUX USAGERS

3.1 PROFIL DES USAGERS DE CHAQUE MODE

Cette section donne un aperçu du profil des usagers, selon le mode de transport qu'ils utilisent. Les personnes ayant déclaré plus d'un mode pour réaliser leurs déplacements durant la journée ou ayant utilisé plusieurs modes de suite lors d'un déplacement (déplacement multimodal) sont considérées comme des usagers de chacun des modes empruntés. Une même personne peut donc être considérée comme utilisant plusieurs modes différents et se retrouver ainsi sous plus d'une catégorie d'usagers à l'intérieur des compilations. Une personne ne sera cependant comptée qu'une seule fois par mode, peu importe le nombre de déplacements qu'elle aura effectués en utilisant ce mode de transport.

Comme le définit le point 1.2.5.4, les différents types d'usagers examinés sont les suivants :

- conducteurs d'une automobile;
- passagers d'une automobile;
- usagers du Réseau de transport de la Capitale;
- usagers de la Société de transport de Lévis;
- passagers d'un autobus scolaire;
- passagers (commerciaux) d'un taxi;
- usagers du traversier;
- usagers du vélo;
- marcheurs (personnes n'ayant utilisé aucun autre mode de transport pour effectuer le déplacement).

Pour chacun de ces types d'usagers, les principales caractéristiques présentées sont les suivantes :

- lieu de résidence;
- occupation;
- âge et sexe;
- possession d'un permis de conduire;
- possession d'un laissez-passer de transport en commun;
- taux de mobilité quotidien (des usagers et de la population totale de 5 ans et plus).

Afin de bien interpréter les tableaux, il faut savoir que les proportions représentées dans les tableaux 4 à 8 sont calculées à partir du nombre d'usagers total par mode de transport, indiqué sur la dernière ligne (Total usagers). Ainsi, chaque colonne totalise 100 %.

La dernière colonne des tableaux 4 à 7 (Total population) totalise, quant à elle, le nombre de personnes s'étant déplacées, sans égard aux modes empruntés, selon les différentes caractéristiques présentées (lieu de résidence, occupation, sexe, âge, détention d'un permis de conduire, détention d'un laissez-passer de TC). Ainsi, les usagers des modes non présentés sont également inclus dans le calcul du total. Il est à souligner que toute personne s'étant déplacée ne sera comptabilisée qu'une seule fois dans le total, peu importe le nombre

de déplacements qu'elle a effectués et le nombre de modes de transport différents qu'elle a utilisés. Il est à noter qu'à la dernière colonne du tableau 9, la population totale de 5 ans et plus (mobile et non mobile) a été considérée pour le calcul des taux de mobilité par sous-région.

3.1.1 Lieu de résidence des usagers

Le tableau 4 présente la répartition des usagers de chacun des modes, selon les grands secteurs de résidence. On remarque que la presque totalité des usagers du RTC (96,0 %) habitent dans l'agglomération de Québec. Le même constat est observé sur la rive sud où 91,5 % des usagers de la STLévis habitent la ville de Lévis.

On observe également que la majorité (60,5 %) des usagers du traversier reliant Québec et Lévis sont des résidents de la ville de Lévis, soit pratiquement le double de ceux résidant dans l'agglomération de Québec (33,7 %). Les résidents de l'agglomération de Québec comptent par contre pour la très grande majorité (plus de 80 %) des usagers des modes actifs (marche et vélo) ainsi que du taxi. De leur côté, les couronnes se démarquent surtout par leur usage du transport scolaire; la part des usagers y est en effet beaucoup plus élevée (27,5 %) que leur part démographique (14,2 % de la population de la région[9]).

3.1.2 Profil sociodémographique des usagers

Les tableaux 5, 6, 7 et 8 dressent un portrait sommaire du profil sociodémographique des usagers des différents modes de transport.

Le tableau 5 présente la répartition des usagers selon leur occupation, telle qu'elle a été déclarée au moment de l'enquête. On y constate que les travailleurs constituent la majorité des conducteurs d'automobile (69,5 %), des utilisateurs du taxi (52,7 %), des usagers du traversier (75,4 %) ainsi que des cyclistes (57,6 %). Les travailleurs dominent aussi parmi la clientèle du RTC (47,1 %), devant les étudiants (40,6 %), alors que l'inverse est observé pour la STLévis, dont la majorité des usagers sont des étudiants (55,7 %), suivis des travailleurs (37,7 %).

Le tableau 6 illustre la répartition des usagers des différents modes selon leur sexe. On remarque une nette prépondérance de la clientèle masculine chez les usagers du vélo (72,4 %). À l'inverse, on constate qu'un plus grand nombre de femmes sont des passagères d'une automobile (62,6 %), des utilisatrices du transport en commun (54,2 % pour la STLévis et 57,9 % pour le RTC) ou des adeptes de la marche (56,3 %).

Le tableau 7 fait état de la répartition des usagers de chaque mode, selon leur groupe d'âge. On constate que les 5 à 19 ans représentent une grande proportion des passagers du mode automobile (42,0 %), des marcheurs (27,5 %) et, bien sûr, des usagers de l'autobus scolaire (98,2 %). La clientèle des sociétés de transport est également plutôt jeune; en effet, autour de 60 % de cette clientèle a moins de 35 ans. En fait, pour la STLévis, 38,8 % des usagers ont moins de 20 ans et, pour le RTC, 23,8 % de la clientèle est dans cette même catégorie d'âge.

[9] Enquête Origine-Destination 2011 sur la mobilité des personnes dans la région de Québec – Faits saillants de l'enquête-ménages, p. 5.

Quant au vélo, son usage culmine auprès des 20 à 34 ans (34,8 %) et diminue ensuite progressivement avec l'âge des usagers.

Enfin, le tableau 8 présente la proportion des usagers de chacun des modes de transport détenant un permis de conduire ou un laissez-passer de transport en commun[10]. On remarque que les plus faibles taux de possession d'un permis de conduire se retrouvent, respectivement, chez les usagers des modes autobus scolaire (6 %), chez les passagers d'une automobile (52 %), chez les adeptes de la marche (57 %), ainsi que chez les utilisateurs du RTC (63 %), du taxi (64 %) et de la STLévis (66 %). C'est donc dire que les deux tiers des usagers des transports collectifs peuvent être considérés comme n'ayant pas le choix d'utiliser un mode alternatif à l'auto-solo pour se déplacer (usagers captifs).

En ce qui a trait à la possession d'un laissez-passer du transport en commun, on constate que 87 % des usagers du RTC et que 91 % de ceux de la STLévis en ont un et qu'ils peuvent donc être considérés comme des usagers réguliers de ce service. Entre 10 % et 15 % des usagers sont plutôt des utilisateurs occasionnels. De même, on note qu'une part significative des usagers du traversier (58 %), du taxi (29 %), des cyclistes (27 %) et des marcheurs (26 %) détiennent également un laissez-passer du transport en commun et qu'à ce titre, ils sont sans doute également des utilisateurs réguliers du transport en commun.

3.1.3 Taux de mobilité des usagers

Le tableau 9 présente le taux de mobilité des usagers d'un mode particulier, calculé d'après le nombre total de déplacements journaliers empruntant ce mode (déplacements-modes selon la définition du point 1.2.5.4) divisé par l'ensemble des usagers de ce mode, selon leur lieu de résidence. La colonne « Taux mobilité population » représente, quant à elle, le taux de mobilité de la population totale (mobile ou non) âgée de 5 ans et plus de chaque sous-région, sans égard au mode de transport utilisé. Cet indicateur fait plutôt appel aux déplacements-personnes (également définis au point 1.2.5.4) puisqu'une personne n'y est comptée qu'une seule fois, peu importe le nombre de déplacements qu'elle a effectués et le nombre de modes de transport qu'elle a utilisés.

En outre, on constate que les usagers des modes automobile (conducteur), vélo et marche ont les taux de mobilité les plus élevés, soit, respectivement, 3,04, 2,35 et 2,35). À l'inverse, les usagers du taxi et du traversier effectuent le moins de déplacements par ces modes en moyenne sur une base quotidienne, soit, respectivement, 1,36 et 1,74). Étant nettement sous la barre de deux déplacements par jour, ces modes transportent donc un grand nombre d'usagers dont la chaîne de déplacements fait nécessairement entrer en jeu l'utilisation d'autres modes de transport pour assurer le mouvement inverse de l'aller ou du retour. On retrouve également sous la barre des deux déplacements par jour les usagers de la STLévis, qui effectuent en moyenne 1,89 déplacement par jour à bord des autobus de la STLévis.

---

[10] Le laissez-passer devait être valide au moment de l'enquête. Sont inclus ceux du RTC, de la STLévis (y compris ceux de l'entreprise Autocars des Chutes), de la CMQ (métropolitain), de la STQ (traverse Québec-Lévis) ainsi que ceux offerts par une MRC (La Jacques-Cartier / La Côte-de-Beaupré / L'Île-d'Orléans / Portneuf / Lotbinière).

Enfin, pour l'ensemble de la population mobile (usagers d'un mode ou l'autre), on observe une mobilité moyenne plus faible chez les personnes habitant dans les couronnes par rapport à ceux habitant dans l'agglomération de Québec et dans la ville de Lévis.

Tableau 4 – Répartition des usagers de chacun des modes selon leur lieu de résidence

Sous-région de résidence	Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Total population
Beauport (Québec)	9,7 %	10,8 %	11,5 %	0,1 %	8,3 %	5,4 %	5,9 %	5,5 %	7,1 %		77 846
Charlesbourg (Québec)	9,8 %	9,7 %	11,5 %	0,2 %	8,8 %	8,7 %	4,9 %	5,9 %	6,8 %		78 141
Les Rivières (Québec)	8,9 %	9,2 %	10,6 %	0,6 %	6,0 %	6,7 %	3,4 %	7,7 %	7,9 %		69 477
La Cité-Limoilou (Québec)	8,7 %	10,7 %	30,9 %	2,5 %	1,5 %	36,4 %	18,2 %	37,6 %	37,2 %		106 489
La Haute-Saint-Charles (Québec)	10,7 %	9,9 %	8,9 %	0,6 %	13,2 %	3,9 %	0,8 %	3,9 %	5,7 %		81 787
Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	17,2 %	18,9 %	22,5 %	1,5 %	12,8 %	22,4 %	0,5 %	26,5 %	20,5 %		139 370
Sous-total de l'agglomération de Québec	65,1 %	69,2 %	96,0 %	5,5 %	50,5 %	83,5 %	33,7 %	87,0 %	85,1 %		553 109
Desjardins (Lévis)	7,4 %	6,9 %	0,8 %	35,7 %	7,1 %	7,4 %	55,3 %	2,8 %	5,0 %		54 368
Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	6,6 %	5,4 %	0,7 %	34,7 %	8,1 %	1,3 %	4,3 %	3,0 %	3,7 %		46 016
Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	4,7 %	4,2 %	0,3 %	21,1 %	6,8 %	2,5 %	0,9 %	2,5 %	2,0 %		34 972
Sous-total de la ville de Lévis	18,7 %	16,5 %	1,9 %	91,5 %	22,0 %	11,1 %	60,5 %	8,4 %	10,8 %		135 356
Couronne nord	12,2 %	10,9 %	2,1 %	0,1 %	21,6 %	4,3 %	2,1 %	3,3 %	2,8 %		90 028
Couronne sud	3,9 %	3,4 %	0,1 %	2,9 %	5,9 %	1,1 %	3,7 %	1,3 %	1,2 %		28 755
Sous-total des couronnes	16,2 %	14,4 %	2,2 %	3,0 %	27,5 %	5,4 %	5,8 %	4,6 %	4,1 %		118 782
Total usagers	403 751	127 637	70 667	7 127	41 268	3 659	2 661	7 583	72 293		807 247

Tableau 5 – Répartition des usagers de chacun des modes selon leur occupation

Occupation	Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Total population
Travailleurs	69,5 %	30,1 %	47,1 %	37,7 %	0,8 %	52,7 %	75,4 %	57,6 %	37,2 %		383 754
Étudiants	7,2 %	46,4 %	40,6 %	55,7 %	98,5 %	13,4 %	12,8 %	31,6 %	34,7 %		162 972
Retraités	19,7 %	19,6 %	9,5 %	4,1 %	0,6 %	27,8 %	11,7 %	7,2 %	22,3 %		180 187
À domicile	2,7 %	2,9 %	2,2 %	1,1 %	0,0 %	5,0 %	0,0 %	3,3 %	4,8 %		28 965
Autres	0,9 %	1,1 %	0,5 %	1,4 %	0,0 %	1,1 %	0,0 %	0,3 %	1,0 %		51 370
Total usagers	403 751	127 637	70 667	7 127	41 268	3 659	2 661	7 583	72 293		807 247

Tableau 6 – Répartition des usagers de chacun des modes selon leur sexe

Sexe	Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Total population
Homme	52,8 %	37,4 %	42,1 %	45,8 %	51,4 %	48,8 %	52,8 %	72,4 %	43,7 %		388 004
Femme	47,2 %	62,6 %	57,9 %	54,2 %	48,6 %	51,2 %	47,2 %	27,6 %	56,3 %		419 243
Total usagers	403 751	127 637	70 667	7 127	41 268	3 659	2 661	7 583	72 293		807 247

Tableau 7 – Répartition des usagers de chacun des modes selon leur groupe d'âge

Groupe d'âge	Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Total population
19 ans et moins	2,7 %	42,0 %	23,8 %	38,8 %	98,2 %	9,8 %	9,4 %	17,5 %	27,5 %		165 755
20 à 34 ans	25,5 %	16,2 %	34,5 %	29,8 %	0,5 %	20,2 %	26,5 %	34,8 %	20,6 %		164 688
35 à 49 ans	29,7 %	11,8 %	17,0 %	12,8 %	0,3 %	20,8 %	26,7 %	24,0 %	15,3 %		160 811
50 à 64 ans	28,3 %	16,0 %	17,4 %	16,2 %	0,4 %	27,1 %	30,6 %	19,0 %	21,0 %		182 676
65 ans et plus	13,9 %	14,1 %	7,3 %	2,5 %	0,7 %	22,0 %	6,7 %	4,7 %	15,6 %		133 318
Total usagers	403 751	127 637	70 667	7 127	41 268	3 659	2 661	7 583	72 293		807 247

Tableau 8 – Proportion des usagers de chacun des modes détenant un permis de conduire ou un laissez-passer TC

Détenteur	Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Proportion population
Permis de conduire	100 %	52 %	63 %	66 %	6 %	64 %	88 %	73 %	57 %		74 %
Laissez-passer TC	7 %	19 %	87 %	91 %	10 %	29 %	58 %	27 %	26 %		16 %
Total usagers	403 751	127 637	70 667	7 127	41 268	3 659	2 661	7 583	72 293		807 247

Tableau 9 – Taux de mobilité des usagers de chacun des modes selon leur lieu de résidence

Sous-région de résidence	Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Taux mobilité population
Beauport (Québec)	3,12	2,24	1,97	2,63	1,75	1,41	1,77	2,48	2,24		2,53
Charlesbourg (Québec)	3,10	2,21	1,93	1,07	2,06	1,31	1,71	2,17	2,27		2,52
Les Rivières (Québec)	3,14	2,23	2,02	1,43	2,11	1,47	1,74	2,24	2,23		2,63
La Cité-Limoilou (Québec)	3,00	2,09	2,09	1,91	1,80	1,37	1,67	2,43	2,51		2,52
La Haute-Saint-Charles (Québec)	3,03	2,24	1,94	1,65	2,31	1,36	1,31	2,63	2,25		2,56
Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	3,10	2,16	1,99	2,21	1,92	1,30	2,03	2,34	2,24		2,61
Sous-total de l'agglomération de Québec	3,08	2,19	2,01	1,91	2,04	1,35	1,70	2,38	2,36		2,56
Desjardins (Lévis)	3,09	2,19	1,49	1,91	1,93	1,59	1,76	2,23	2,27		2,56
Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	2,91	2,07	1,53	1,85	1,93	1,07	1,61	2,57	2,36		2,52
Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	2,99	2,27	1,55	1,91	1,81	1,04	1,06	2,00	2,29		2,51
Sous-total de la ville de Lévis	3,00	2,17	1,52	1,89	1,89	1,40	1,74	2,28	2,30		2,53
Couronne nord	2,90	2,23	1,78	1,86	1,95	1,36	1,52	1,97	2,23		2,38
Couronne sud	2,90	2,28	1,57	1,90	1,86	1,40	2,25	1,88	2,33		2,40
Sous-total des couronnes	2,90	2,24	1,77	1,90	1,93	1,37	1,99	1,95	2,26		2,38
Taux de mobilité par type d'usager	3,04	2,20	2,00	1,89	1,98	1,36	1,74	2,35	2,35		2,53

3.2 CARACTÉRISTIQUES DES DÉPLACEMENTS SELON LE MODE

Cette section présente, pour chacun des modes de transport décrits à la section précédente, le nombre de déplacements-modes (selon la description du point 1.2.5.4) répartis selon les caractéristiques des déplacements qui leur sont propres.

Les quatre aspects suivants sont analysés :

- la répartition des déplacements par mode selon leur motif;
- la répartition des déplacements par mode selon la période de la journée;
- le taux d'usage de chacun des modes selon le grand secteur de destination;
- l'attraction exercée par les principaux pôles de destination du territoire.

Afin de bien interpréter les tableaux, il faut savoir que les proportions représentées dans les tableaux 11, 13 et 14 sont calculées à partir du nombre total de déplacements-modes, par catégorie de motif, période de la journée ou sous-région de destination, respectivement. Les déplacements présentés sont compilés sur la base d'une journée entière et ils comprennent les retours au domicile, sauf dans le tableau 15. En effet, l'analyse des pôles de destination du territoire exclut les déplacements ayant comme motif le retour au domicile de manière à caractériser les principaux secteurs générateurs de déplacements sur la base véritable des activités qui y sont pratiquées.

Il est à noter également que la dernière colonne des tableaux 10 à 15, soit « Total déplac-pers », est indépendante des données précédentes et montre la répartition des déplacements-personnes (selon la définition du point 1.2.5.4) d'après les différentes catégories analysées. Dans ce cas, un déplacement ne sera compté qu'une seule fois, peu importe le nombre de modes de transport qui ont été utilisés pour effectuer ce déplacement.

3.2.1 Mode emprunté selon le motif de déplacement

Les tableaux 10 et 11 illustrent, respectivement, en valeurs absolues et en pourcentages, pour chaque motif de déplacement, la répartition des déplacements de chacun des modes selon leur motif. On y constate que l'usage de l'automobile (conducteur) domine très largement pour tous les motifs de déplacement, à l'exception du motif « études », pour lequel les principaux modes empruntés sont, dans l'ordre, l'autobus scolaire, l'automobile (passager), le transport en commun (RTC et STLévis additionnés) et la marche.

3.2.2 Mode emprunté selon la période de déplacement

Les tableaux 12 et 13 illustrent, respectivement, en valeurs absolues et en pourcentages, la répartition des déplacements de chaque mode selon la période de la journée. On remarque une plus forte prépondérance de la voiture (conducteur) la nuit, une plus grande proportion des déplacements à pied durant le jour et une plus forte proportion de passagers automobile le soir. On distingue aussi que les parts modales du transport en commun (RTC ou STLévis) sont plus fortes durant les périodes de pointe.

3.2.3 Mode emprunté selon la sous-région de destination

Le tableau 14 indique, pour chaque grand secteur, le taux d'usage de tous les modes, calculé selon le nombre de déplacements-modes qui ont chacun de ces grands secteurs comme destination (excluant les retours au domicile). On y observe que l'arrondissement La Cité–Limoilou présente un taux d'usage de l'automobile (46,8 %) significativement plus faible que

partout ailleurs sur le territoire de l'enquête, et ce, au profit des modes à pied (20,1 %), RTC (16,6 %) et vélo (2,0 %), qui y sont beaucoup plus populaires que dans les autres sous-régions. À l'inverse, l'arrondissement Les Rivières présente le taux d'usage de l'automobile le plus élevé de l'agglomération de Québec, et ce, à la hauteur de ceux observés sur le territoire de la rive sud et des couronnes (autour de 70 %).

3.2.4 Principaux pôles d'attraction du territoire

Les plus importants pôles d'attraction des déplacements présents sur l'ensemble du territoire couvert par l'enquête origine-destination de 2011 ont été définis à partir d'une compilation du nombre de déplacements-personnes dont ils sont la destination, tous motifs confondus, à l'exclusion du retour au domicile qui, en soi, ne correspond pas à la réalisation d'une activité principale. Les déplacements effectués à l'heure du midi, même s'ils sont faits à pied et près des lieux d'emploi ou d'études, sont inclus dans le traitement puisqu'ils contribuent à l'affirmation des pôles, notamment en traduisant la présence typique de plus nombreux restaurants et services dans ces secteurs plus achalandés.

Les pôles d'attraction (ou de destination) ont été définis à partir d'un découpage du territoire en près de 800 ZAT, qui constituent une représentation plus fine du territoire que lors des analyses précédentes. En plus d'être compatible avec les découpages précédents (SM et grands secteurs), le découpage en ZAT s'appuie sur une logique liée à l'utilisation du sol, à l'accessibilité, aux contraintes physiques et naturelles du territoire et à l'homogénéité des activités présentes. Il permet donc de définir, avec une certaine précision, les « pôles d'activités » présents, *a priori*, dans la région.

Sur la base de l'ensemble des déplacements (tous modes, tous motifs – sauf le retour au domicile) ayant comme destination chacune des ZAT regroupées en pôles, les principaux secteurs générateurs de déplacements sur le territoire ont ainsi pu être confirmés. La figure 5 montre les 18 pôles d'attraction les plus importants, obtenus d'après le nombre total de déplacements-personnes ayant ces pôles comme destination au cours d'une journée moyenne de semaine de l'automne 2011. Dans le tableau 15, ceux-ci sont examinés en fonction du mode de transport emprunté. Il est à noter que les proportions représentées dans le tableau 15 sont calculées à partir du nombre total de déplacements-modes par pôle de destination.

Tableau 10 – Répartition des déplacements de chacun des modes selon le motif de déplacement

Motifs	Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Total déplac-pers
Travail	282 193	20 255	32 843	2 704	834	876	1 751	4 239	18 682		363 074
Études	23 018	35 149	23 814	3 572	42 159	112	187	2 160	23 238		151 715
Magasinage	146 331	33 329	7 029	329	70	242	85	1 326	25 364		214 214
Restaurant	22 114	9 440	880	35	12	75	72	158	3 857		36 678
Sortie récréative	49 404	19 050	4 062	193	553	371	166	852	8 211		83 267
Visite d'amis, de la parenté	31 633	8 687	3 240	200	357	141	125	359	3 183		47 899
Santé et soins personnels	19 275	6 131	1 785	51	-	409	34	11	1 653		29 837
Reconduire quelqu'un	64 805	5 854	310	-	49	14	11	211	2 314		73 596
Chercher quelqu'un	64 166	6 363	837	39	25	10	69	154	2 728		74 069
Retour au domicile	498 947	122 594	63 924	6 157	36 732	2 298	2 009	8 133	76 164		815 197
Autre	25 115	13 426	2 395	192	764	426	115	239	4 254		47 361
Total déplacements-modes	1 227 001	280 276	141 119	13 473	81 555	4 972	4 624	17 842	169 648		1 936 907

Tableau 11 – Taux d'usage de chacun des modes selon le motif de déplacement

Motifs	Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Total déplac-pers
Travail	76,6 %	5,5 %	8,9 %	0,7 %	0,2 %	0,2 %	0,5 %	1,2 %	5,1 %		363 074
Études	14,9 %	22,7 %	15,4 %	2,3 %	27,3 %	0,1 %	0,1 %	1,4 %	15,0 %		151 715
Magasinage	68,2 %	15,5 %	3,3 %	0,2 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,6 %	11,8 %		214 214
Restaurant	60,1 %	25,7 %	2,4 %	0,1 %	0,0 %	0,2 %	0,2 %	0,4 %	10,5 %		36 678
Sortie récréative	59,1 %	22,8 %	4,9 %	0,2 %	0,7 %	0,4 %	0,2 %	1,0 %	9,8 %		83 267
Visite d'amis, de la parenté	65,7 %	18,0 %	6,7 %	0,4 %	0,7 %	0,3 %	0,3 %	0,7 %	6,6 %		47 899
Santé et soins personnels	64,4 %	20,5 %	6,0 %	0,2 %	0,0 %	1,4 %	0,1 %	0,0 %	5,5 %		29 837
Reconduire quelqu'un	88,0 %	8,0 %	0,4 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	3,1 %		73 596
Chercher quelqu'un	86,2 %	8,6 %	1,1 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %	3,7 %		74 069
Retour au domicile	60,6 %	14,9 %	7,8 %	0,7 %	4,5 %	0,3 %	0,2 %	1,0 %	9,3 %		815 197
Autre	52,6 %	28,1 %	5,0 %	0,4 %	1,6 %	0,9 %	0,2 %	0,5 %	8,9 %		47 361
Total déplacements-modes	1 226 988	280 276	141 119	13 473	81 555	4 972	4 624	17 842	169 631		1 936 907

Tableau 12 – Répartition des usagers de chacun des modes selon la période de la journée

Période	Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Total déplac-pers
6 h à 8 h 59	296 821	59 928	46 059	4 987	37 307	901	1 660	4 829	32 789		482 036
9 h à 14 h 59	321 520	61 572	29 327	2 336	10 773	1 581	688	4 332	61 636		495 034
15 h à 17 h 59	368 973	88 110	48 393	4 627	33 175	987	1 668	5 681	50 545		599 990
18 h à 23 h 59	211 613	66 596	15 854	1 463	271	905	502	2 685	23 239		323 365
24 h à 5 h 59	28 074	4 071	1 486	59	29	598	107	314	1 440		36 482
Total déplacements-modes	1 227 001	280 276	141 119	13 473	81 555	4 972	4 624	17 842	169 648		1 936 907

Tableau 13 – Taux d'usage de chacun des modes selon la période de la journée

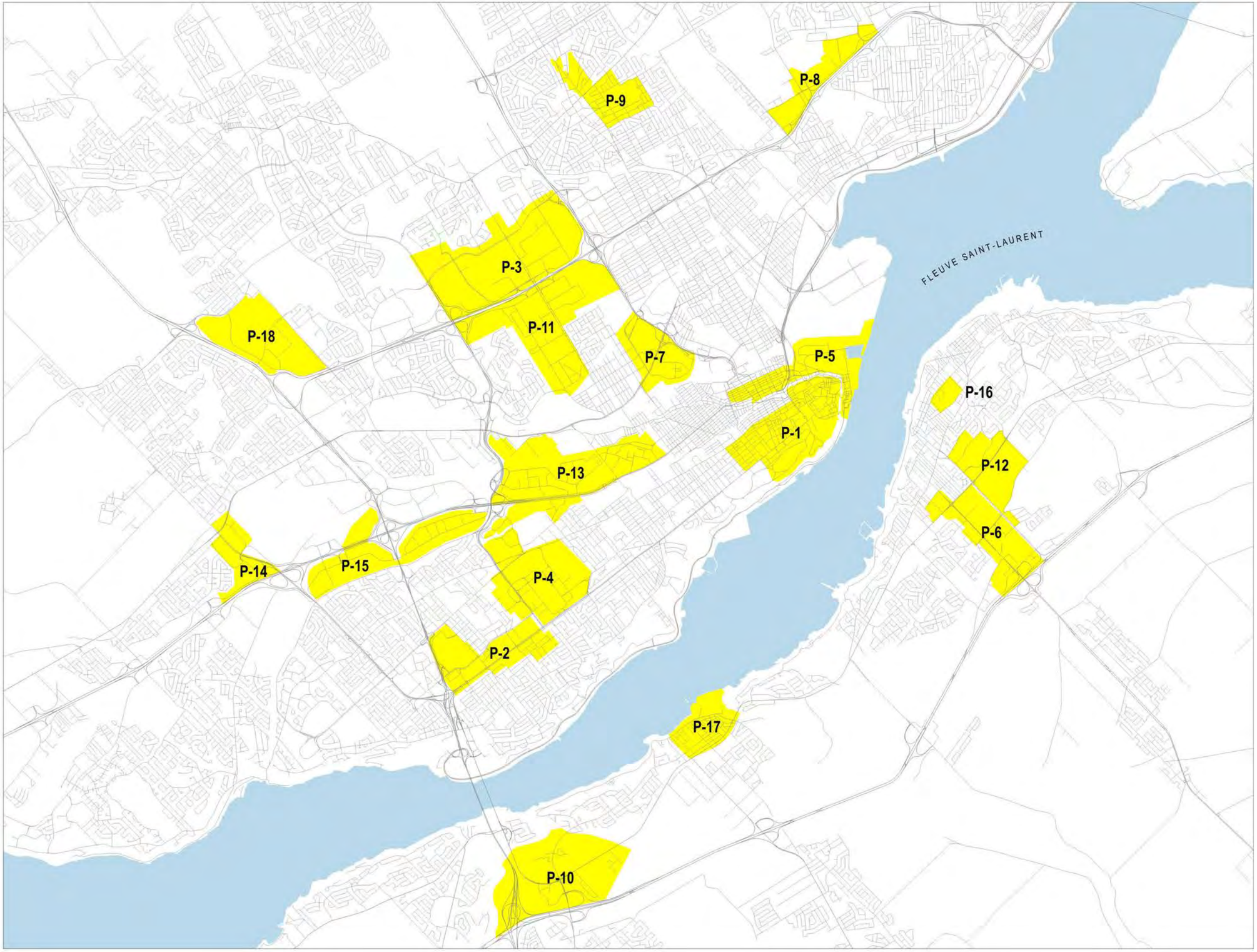
Période	Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Total déplac-pers
6 h à 8 h 59	60,7 %	12,2 %	9,4 %	1,0 %	7,6 %	0,2 %	0,3 %	1,0 %	6,7 %		482 036
9 h à 14 h 59	64,6 %	12,4 %	5,9 %	0,5 %	2,2 %	0,3 %	0,1 %	0,9 %	12,4 %		495 034
15 h à 17 h 59	60,9 %	14,5 %	8,0 %	0,8 %	5,5 %	0,2 %	0,3 %	0,9 %	8,3 %		599 990
18 h à 23 h 59	65,1 %	20,5 %	4,9 %	0,5 %	0,1 %	0,3 %	0,2 %	0,8 %	7,2 %		323 365
24 h à 5 h 59	76,0 %	11,0 %	4,0 %	0,2 %	0,1 %	1,6 %	0,3 %	0,9 %	3,9 %		36 482
Total déplacements-modes	1 226 988	280 276	141 119	13 473	81 555	4 972	4 624	17 842	169 631		1 936 907

Tableau 14 – Taux d'usage de chacun des modes selon la sous-région de destination

Sous-région de destination	Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Total déplac-pers
Beauport (Québec)	64,2 %	17,3 %	6,3 %	0,0 %	4,0 %	0,2 %	0,1 %	0,5 %	6,7 %		159 420
Charlesbourg (Québec)	64,5 %	14,8 %	6,9 %	0,0 %	5,2 %	0,2 %	0,1 %	0,5 %	7,0 %		160 380
Les Rivières (Québec)	69,5 %	14,8 %	6,0 %	0,0 %	2,5 %	0,2 %	0,1 %	0,7 %	5,4 %		229 771
La Cité-Limoilou (Québec)	46,8 %	11,6 %	16,6 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	2,0 %	20,1 %		332 964
La Haute-Saint-Charles (Québec)	64,8 %	15,0 %	4,6 %	0,0 %	8,2 %	0,1 %	0,0 %	0,4 %	6,3 %		142 308
Sainte-Foy–Sillery–Cap-Rouge (Québec)	61,8 %	14,5 %	10,0 %	0,7 %	2,7 %	0,3 %	0,0 %	1,3 %	8,4 %		405 101
Sous-total de l'agglomération de Québec	60,4 %	14,3 %	9,6 %	0,3 %	3,1 %	0,3 %	0,2 %	1,1 %	10,1 %		1 429 945
Desjardins (Lévis)	69,0 %	14,2 %	0,5 %	3,2 %	4,5 %	0,3 %	1,6 %	0,3 %	5,8 %		135 174
Les Chutes-de-la-Chaudière-Est (Lévis)	68,7 %	13,1 %	0,5 %	3,0 %	6,9 %	0,1 %	0,1 %	0,6 %	6,4 %		97 854
Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (Lévis)	68,9 %	15,8 %	0,2 %	2,5 %	6,2 %	0,1 %	0,0 %	0,6 %	5,2 %		61 268
Sous-total de la ville de Lévis	68,9 %	14,2 %	0,5 %	3,0 %	5,6 %	0,2 %	0,8 %	0,5 %	5,9 %		294 296
Couronne nord	69,6 %	14,7 %	0,8 %	0,0 %	10,6 %	0,1 %	0,0 %	0,4 %	2,9 %		145 874
Couronne sud	69,9 %	15,5 %	0,1 %	0,4 %	8,4 %	0,1 %	0,2 %	0,4 %	4,3 %		44 768
Sous-total des couronnes	69,7 %	14,9 %	0,6 %	0,1 %	10,1 %	0,1 %	0,1 %	0,4 %	3,2 %		190 642
Hors territoire	77,1 %	16,1 %	0,4 %	0,0 %	1,7 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %		22 025
Total déplacements-modes	1 227 001	280 276	141 119	13 473	81 555	4 972	4 624	17 842	169 648		1 936 907

Tableau 15 – Taux d'usage de chacun des modes selon le pôle de destination

Pôle de destination		Auto Cond.	Auto Pass.	RTC	STLévis	Autobus Scolaire	Taxi	Travers.	Vélo	Marche		Total déplac-pers
P1	Colline Parlementaire	40,3 %	11,5 %	23,6 %	1,3 %	0,5 %	0,9 %	0,9 %	1,3 %	21,3 %		60 750
P2	Plateau Centre de Sainte-Foy	63,6 %	13,9 %	12,3 %	1,3 %	1,7 %	0,4 %	0,0 %	0,4 %	6,8 %		52 284
P3	Secteur Lebourgneuf	75,4 %	16,2 %	4,6 %	0,1 %	0,3 %	0,2 %	0,0 %	0,2 %	2,1 %		46 294
P4	Université Laval/Cégep de Sainte-Foy	47,4 %	10,7 %	27,3 %	3,9 %	0,5 %	0,1 %	0,0 %	3,1 %	8,7 %		46 178
P5	Saint-Roch/Vieux-Port	44,1 %	9,0 %	18,4 %	1,0 %	0,2 %	0,4 %	1,1 %	2,2 %	24,4 %		31 536
P6	Lévis centre/Président-Kennedy/Alphonse-Desjardins	75,5 %	16,5 %	0,3 %	2,2 %	0,0 %	0,4 %	0,6 %	0,2 %	4,7 %		20 345
P7	Secteur boul. Wilfrid-Hamel	65,8 %	16,9 %	6,5 %	0,1 %	0,0 %	0,4 %	0,1 %	1,3 %	7,1 %		17 202
P8	Méga Centre Beauport	72,8 %	19,7 %	2,2 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,3 %	4,3 %		15 544
P9	Trait-Carré/Charlesbourg/Cégep Limoilou campus de Charlesbourg	57,9 %	12,9 %	9,8 %	0,1 %	6,8 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	11,8 %		14 651
P10	Méga Centre Rive-Sud	76,2 %	12,5 %	0,6 %	3,8 %	5,4 %	0,2 %	0,0 %	0,2 %	1,6 %		10 863
P11	Vanier/Parc industriel Cardinal/Pierre-Bertrand/Marais	84,9 %	10,6 %	2,8 %	0,1 %	0,3 %	0,3 %	0,1 %	0,7 %	0,1 %		10 695
P12	Mouvement Desjardins/UQAR	69,7 %	7,9 %	2,0 %	4,2 %	10,3 %	0,0 %	2,3 %	0,0 %	4,3 %		10 421
P13	Parc industriel Jean-Talon/Parc industriel Duberger	81,4 %	8,8 %	4,9 %	0,1 %	0,4 %	0,2 %	0,3 %	1,5 %	1,6 %		10 064
P14	Méga Centre Duplessis	73,2 %	22,4 %	1,0 %	0,0 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,2 %	2,5 %		9 873
P15	Parc industriel Colbert	79,6 %	15,8 %	1,7 %	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	0,4 %		7 594
P16	Hôtel-Dieu de Lévis/Collège de Lévis	61,2 %	12,4 %	1,5 %	4,5 %	12,2 %	0,2 %	2,2 %	0,6 %	6,5 %		6 783
P17	Hôtel de ville de Lévis boul. de la Rive-Sud/Juvénat Notre-Dame	58,7 %	12,6 %	1,5 %	5,4 %	9,5 %	0,4 %	0,1 %	1,2 %	11,8 %		6 697
P18	Parc industriel Armand-Viau	77,5 %	15,2 %	2,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,2 %	3,6 %		5 491
Total déplacements-modes		251 459	55 099	51 604	6 257	6 602	1 487	1 763	4 654	41 692		383 265



Origine Destination 2011

FIGURE 5
PÔLES DE DESTINATION

PÔLE DE DESTINATION

N

0 2 km

FÉVRIER 2015

BIBLIOGRAPHIE

COCHRAN, William G. *Sampling Techniques,* Third Edition, Toronto, John Wiley & Sons, 1977, 428 p.

COMMISSION DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE QUÉBEC. *Enquête Origine-Destination 1977,* Québec, CTCUQ, 1978, 171 p.

COMMISSION DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE QUÉBEC. *Enquête Origine-Destination 1981*, Québec, CTCUQ, 1981, 68 p.

COMMISSION DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE QUÉBEC. *Enquête Origine-Destination 1986*, Québec, CTCUQ, Direction de la planification, 1986, 103 p.

COMMISSION DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE QUÉBEC. *Enquête origine-destination 1991*, Québec, Direction recherche et marketing, CTCUQ, 1991, 89 p.

COMMISSION DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE QUÉBEC. *Plan d'action 1991-1992-1993 « Pour la relance du transport en commun dans la région de Québec »*, 1991b, 115 p.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC. *Outil de consultation – Enquêtes origine-destination – Agglomération de Québec,* Montréal, 1996, 29 p.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC ET RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE. *Mobilité des personnes dans l'agglomération de Québec – Sommaire des résultats de l'enquête origine-destination 2001*, Bibliothèque nationale du Québec, 2002, 179 p.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC ET SOCIÉTÉ DE TRANSPORT DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE QUÉBEC. *Mobilité des personnes dans l'agglomération de Québec – Sommaire des résultats de l'enquête origine-destination 1996*, Bibliothèque nationale du Québec, 1998, 163 p.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, RÉSEAU DE TRANSPORT DE LA CAPITALE ET SOCIÉTÉ DE TRANSPORT DE LÉVIS. *La mobilité des personnes dans la région de Québec – Sommaire des résultats de l'enquête origine-destination 2006*, 2008, 181 p.

SATIN, A, et W. SHASTRY. *L'échantillonnage : un guide non mathématique*, Ottawa, Statistique Canada, Secrétariat de l'activité statistique fédérale et Division des méthodes de recensement et d'enquêtes-ménages, 1983.

VANDRY & JOBIN – DE LEUW & ASSOC. *Plan de circulation et de transport – Région métropolitaine de Québec, Volume I – Les enquêtes 1967,* sous le contrôle technique du ministère de la Voirie, pour la Commission d'aménagement de Québec et avec la collaboration de la Ville de Québec et des municipalités de la région, 1967.

Annexe 1 Liste des secteurs municipaux de l'enquête Origine-Destination 2011

Liste des secteurs municipaux de l'enquête Origine-Destination 2011

Secteur Municipal	Description	Municipalité (2011)	MRC ou Territoire équivalent (TE)
1	Haute-Ville Est	Québec	Agglomération de Québec
2.1	Haute-Ville Ouest (Montcalm)	Québec	Agglomération de Québec
2.2	Haute-Ville Ouest (Saint-Sacrement)	Québec	Agglomération de Québec
3	Basse-Ville Est	Québec	Agglomération de Québec
4	Basse-Ville Ouest	Québec	Agglomération de Québec
5	Vieux-Limoilou	Québec	Agglomération de Québec
6	Lairet	Québec	Agglomération de Québec
7	Maizerets	Québec	Agglomération de Québec
8.1	Sillery	Québec	Agglomération de Québec
9.1	Cité-Universitaire	Québec	Agglomération de Québec
10	Sainte-Foy Centre-Nord	Québec	Agglomération de Québec
11	Sainte-Foy Centre-Sud	Québec	Agglomération de Québec
12	Pointe-de-Sainte-Foy	Québec	Agglomération de Québec
13	Quatre-Bourgeois	Québec	Agglomération de Québec
14	Cap-Rouge	Québec	Agglomération de Québec
15	Notre-Dame-des-Laurentides	Québec	Agglomération de Québec
16	Orsainville	Québec	Agglomération de Québec
17	Charlesbourg Est	Québec	Agglomération de Québec
18	Charlesbourg (Trait-Carré)	Québec	Agglomération de Québec
19	Henri-Bourassa Est	Québec	Agglomération de Québec
20	Charlesbourg Sud	Québec	Agglomération de Québec
21	Giffard	Québec	Agglomération de Québec
22.1	Monseigneur-Gauthier – Vieux-Beauport	Québec	Agglomération de Québec
23	Seigneuriale Sud	Québec	Agglomération de Québec
24	Courville	Québec	Agglomération de Québec
25	Montmorency	Québec	Agglomération de Québec
26	Sainte-Thérèse-de-Lisieux Ouest	Québec	Agglomération de Québec
27	Sainte-Thérèse-de-Lisieux Est	Québec	Agglomération de Québec
28	Boischatel	Boischatel	MRC de La Côte-de-Beaupré
29	Quartier Laurentien – Champigny	Québec	Agglomération de Québec
30	L'Ancienne-Lorette	L'Ancienne-Lorette	Agglomération de Québec
31	Vanier	Québec	Agglomération de Québec
32	Duberger	Québec	Agglomération de Québec
33	Les Saules	Québec	Agglomération de Québec
34	Neufchâtel Est	Québec	Agglomération de Québec
35	Lebourgneuf	Québec	Agglomération de Québec
36	Neufchâtel Ouest	Québec	Agglomération de Québec
37	Loretteville – Neufchâtel Nord – Wendake	Québec – Wendake	Agglomération de Québec (sauf Wendake)
38	Saint-Émile	Québec	Agglomération de Québec
39	Lac-Saint-Charles	Québec	Agglomération de Québec
40	Val-Bélair (Bélair)	Québec	Agglomération de Québec
41	Val-Bélair (Val-Saint-Michel)	Québec	Agglomération de Québec
42	Saint-Augustin-de-Desmaures	Saint-Augustin-de-Desmaures	Agglomération de Québec
43	Lauzon	Lévis	Lévis

Secteur Municipal	Description	Municipalité (2011)	MRC ou Territoire équivalent (TE)
44	Lévis Centre	Lévis	Lévis
45	L'Île-d'Orléans	Saint-Jean, Sainte-Pétronille, Saint-Laurent, Saint-Pierre, Sainte-Famille, Saint-François	MRC de L'Île-d'Orléans
46	Saint-Romuald Est	Lévis	Lévis
47	Pintendre – Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	Lévis	Lévis
48	Saint-Romuald Ouest	Lévis	Lévis
49	Saint-Jean-Chrysostome	Lévis	Lévis
50	Charny	Lévis	Lévis
51	Sainte-Hélène-de-Breakeyville	Lévis	Lévis
52	Saint-Nicolas	Lévis	Lévis
53	Saint-Rédempteur	Lévis	Lévis
54	Saint-Étienne-de-Lauzon	Lévis	Lévis
55	Saint-Lambert-de-Lauzon	Saint-Lambert-de-Lauzon	MRC de La Nouvelle-Beauce
56	Saint-Henri	Saint-Henri	MRC de Bellechasse
57.1	Beaumont – Saint-Charles-de-Bellechasse	Beaumont – Saint-Charles-de-Bellechasse	MRC de Bellechasse
58.1	Lac-Saint-Joseph – Fossambault-sur-le-Lac – Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier – Lac-Sergent	Lac-Saint-Joseph – Fossambault-sur-le-Lac – Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier – Lac-Sergent	MRC de La Jacques-Cartier (à l'exception du Lac-Sergent)
59	Saint-Gabriel-de-Valcartier – Shannon	Saint-Gabriel-de-Valcartier – Shannon	MRC de La Jacques-Cartier
60	Stoneham-et-Tewkesbury – Lac-Delage	Stoneham-et-Tewkesbury – Lac-Delage	MRC de La Jacques-Cartier
61	Lac-Beauport	Lac-Beauport	MRC de La Jacques-Cartier
62	Sainte-Brigitte-de-Laval	Sainte-Brigitte-de-Laval	MRC de La Jacques-Cartier
63	L'Ange-Gardien – Château-Richer	L'Ange-Gardien – Château-Richer	MRC de La Côte-de-Beaupré
64	Sainte-Anne-de-Beaupré – Beaupré	Sainte-Anne-de-Beaupré – Beaupré	MRC de La Côte-de-Beaupré
65	Saint-Joachim – Saint-Ferréol-les-Neiges – Saint-Tite-des-Caps	Saint-Joachim – Saint-Ferréol-les-Neiges – Saint-Tite-des-Caps	MRC de La Côte-de-Beaupré
66	Donnacona – Neuville – Pont-Rouge	Donnacona – Neuville – Pont-Rouge	MRC de Portneuf
67	Saint-Antoine-de-Tilly – Saint-Apollinaire	Saint-Antoine-de-Tilly – Saint-Apollinaire	MRC de Lotbinière
68	Saint-Michel-de-Bellechasse – Saint-Vallier	Saint-Michel-de-Bellechasse – Saint-Vallier	MRC de Bellechasse
69	Hors territoire		

Annexe 2 Outil de lecture des matrices

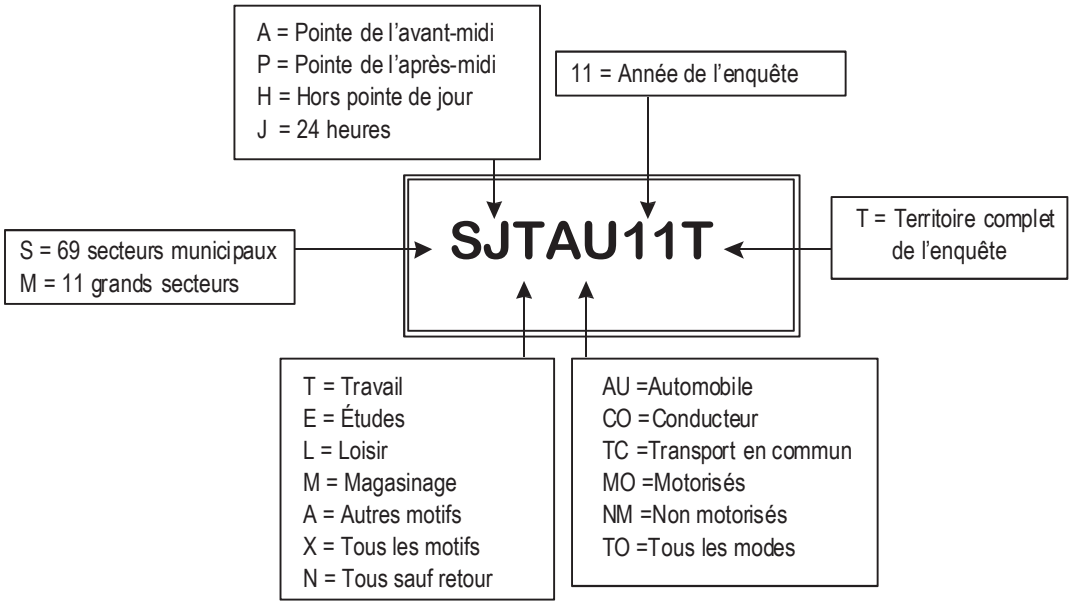
Lecture des matrices

Les sites Internet du MTQ[1] et de la CMQ[2] permettent de consulter les matrices origine-destination relatives aux déplacements des personnes entre les 69 secteurs municipaux (fichiers commençant par la lettre S) et entre les 11 grands secteurs correspondant à des regroupements de secteurs municipaux (fichiers commençant par la lettre M).

Les fichiers des matrices disponibles ont été regroupés selon les agrégations territoriales et les périodes de la journée suivantes :

Agrégation	Période
Secteur municipal (S)	Pointe de l'avant-midi (A)
Grand secteur (M)	Pointe de l'après-midi (P)
	Hors pointe de jour (H)
	24 heures (J)

Ces matrices peuvent être lues aisément à partir du logiciel Excel. Chaque fichier correspond à une matrice origine-destination distincte qui respecte la structure de nomenclature suivante :



Ainsi, la matrice « SATAU11T » affiche, sur la base des secteurs municipaux, les déplacements effectués durant la période de pointe de l'avant-midi, pour le motif Travail, utilisant en tout ou en partie le mode Automobile, pour tout le territoire de l'enquête OD de 2011 de la région de Québec.

---

[1] www.mtq.gouv.qc.ca

[2] www.cmquebec.qc.ca

Transports
Québec

Communauté
métropolitaine
de Québec

Société de
transport
de Lévis

RTC
RÉSEAU DE TRANSPORT
DE LA CAPITALE

Transports, Mobilité durable et Électrification des transports Québec

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
LE GÉNIE EN PREMIÈRE CLASSE

Étude de faisabilité technique et des coûts sur le cycle de vie d'un tunnel entre les villes de Lévis et de Québec

Rapport final

2016-04-11

Transports, Mobilité durable et Électrification des transports Québec

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
LE GÉNIE EN PREMIÈRE CLASSE

Dossier : 6605-15-AH01 **Projet P5039**

Étude de faisabilité technique et des coûts sur le cycle de vie d'un tunnel entre les villes de Lévis et de Québec

Rapport final

2016-04-11

Révision éditoriale

2016-09-12

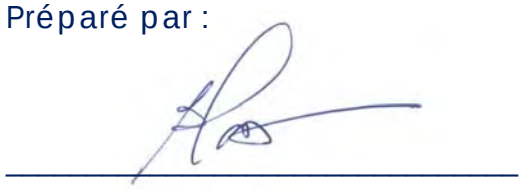
Transports, Mobilité durable et Électrification des transports Québec

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
LE GÉNIE EN PREMIÈRE CLASSE

Étude de faisabilité technique et des coûts sur le cycle de vie d'un tunnel entre les villes de Lévis et de Québec

Rapport final

Préparé par :



Bruno Massicotte, ing., Ph.D.
Professeur titulaire

Le Ministère n'assume aucune responsabilité quant aux erreurs linguistiques que ce rapport, rédigé par un tiers, pourrait contenir.

SOMMAIRE

Le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec (MTMDET) a retenu les services de l'École Polytechnique de Montréal pour réaliser un mandat d'expertise visant à déterminer la faisabilité technique d'un tunnel sous le fleuve entre Québec et Lévis, et d'en estimer les coûts sur le cycle de vie à l'étape de préfaisabilité. Le mandat se concentre spécifiquement sur la faisabilité technique d'un tunnel sous le fleuve en présence de différents types de sols rencontrés, de la sensibilité de l'ouvrage en cas de séisme majeur et des coûts associés à la méthode d'excavation et aux dispositions constructives particulières nécessaires, sur la base des connaissances actuelles.

L'étude arrive à la conclusion qu'un tel projet est faisable techniquement, que les coûts de construction s'élèveraient à près de 4.0G$ alors que les coûts totaux sur un cycle de vie de 100 ans sont évalués à environ 6.3G$ ($2016). Toutefois le manque d'information sur la nature des sols ne permet pas de conclure de manière définitive sur la solution technique devant être retenue.

À ce stade des études, seul le tracé sous le fleuve passant à l'ouest de la pointe de l'île d'Orléans a été retenu afin de compléter la ceinture périphérique autour des grandes villes des deux rives rejoignant l'autoroute A40 à l'autoroute A20. Rive nord, le tracé débute au niveau de l'échangeur des autoroutes 40/440 à Beauport passant à l'extrémité ouest de l'Île-d'Orléans à une profondeur d'environ 75 m pour émerger au sud de la route 132 à l'est de la route Lallemand assurant un raccordement avec l'autoroute 20 proche de l'échangeur Lallemand. D'une distance en tunnel d'environ 7.8 km, le choix d'un tunnel foré par un tunnelier s'avère la meilleure stratégie en tenant compte des critères géologiques et géotechniques du sol traversé, des exigences environnementales, des coûts et des délais.

Dans l'éventualité où le Gouvernement du Québec décidait de compléter les études de préfaisabilité, les étapes suivantes devraient être suivies :

1. réalisation d'investigations géotechniques visant à bien cartographier la nature des sols, la profondeur du roc et la mesure des propriétés des dépôts meubles et du roc sur le site;
2. détermination de l'amplitude du séisme de conception et évaluation du comportement du tunnel dans la zone des dépôts meubles dans l'éventualité d'un tel séisme;
3. réalisation d'une analyse exhaustive de la planification des transports;
4. établissement des besoins relativement à la configuration des voies et leur usage prévisible pour la moitié du cycle de vie;
5. évaluation des besoins en ventilation et systèmes de sécurité pour les usagers;
6. réalisation d'analyses plus raffinées de la circulation dans les échangeurs;
7. mise à jour du tracé et de la section du tunnel, de la localisation et de la géométrie des échangeurs.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE I

1 INTRODUCTION 1

1.1 Contexte de l'étude 1

1.2 Historique des liens routiers à Québec 1

1.3 Description du projet 3
1.3.1 Localisation 3
1.3.2 Choix du tracé 3
1.3.3 Exigences 4
1.3.4 Contraintes 5
1.3.5 Section type analysée 6

1.4 Mandat 7

1.5 Portée du présent rapport 8

1.6 Réalisation du mandat 10
1.6.1 Méthodologie 10
1.6.2 Choix des experts 10

1.7 Organisation du rapport 11

2 CONDITIONS GÉOLOGIQUES ET GÉOTECHNIQUES 12

2.1 Introduction 12

2.2 Informations géotechniques disponibles 12

2.3 Caractéristiques du site 14
2.3.1 Topographie et bathymétrie 14
2.3.2 Profils longitudinaux 15
2.3.3 Dépôts meubles 17
2.3.4 Socle rocheux et failles 19
2.3.5 Interprétation géologique 23

2.4 Comportement en cas de séisme majeur 24
2.4.1 Exigences de conception parasismique 24
2.4.2 Magnitude de conception 24
2.4.3 Modes de rupture et stabilité sismique du tunnel 26
2.4.4 Potentiel de liquéfaction des sols 26
2.4.5 Projets de tunnel avec des conditions géotechniques similaires 27
2.4.6 Mitigation des effets de la liquéfaction 28
2.4.7 Sommaire 29

3 CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL 31

3.1 Introduction 31

3.2 Description de l'ouvrage souterrain 32
3.2.1 Section transversale 33
3.2.2 Tracé en plan – Alignement horizontal 37
3.2.3 Profil en long – Alignement vertical 39
3.2.4 Capacité pratique d'une chaussée du tunnel 40
3.2.5 Axes d'optimisation de la section 41

3.3 Construction 46
3.3.1 Méthode d'excavation et construction 46
3.3.2 Structures de génie civil 49
3.3.3 Ventilation temporaire 54
3.3.4 Puits de ventilation intermédiaire 54
3.3.5 Gestion des déblais 55
3.3.6 Planning prévisionnel des travaux 55

3.4 Exigences opérationnelles et de sécurité 56
3.4.1 Approche intégrée 56
3.4.2 Classification du tunnel et exigence de sécurité 60
3.4.3 Ventilation 63
3.4.4 Système de signalisation et comportement humain 68
3.4.5 Infiltration d'eau souterraine et système de drainage 70
3.4.6 Éclairage – Visibilité 71
3.4.7 Système de données et de contrôle 72

3.4.8 Alimentation électrique 72
3.4.9 Contexte climatique québécois 72

3.5 Aspects environnementaux 73

4 ÉVALUATION DES COÛTS 74

4.1 Coûts de construction 74
4.1.1 Généralités 74
4.1.2 Travaux d'excavation et de soutènement 74
4.1.3 Structure du tunnel 78
4.1.4 Systèmes mécaniques et électriques 80
4.1.5 Aménagements routiers 81
4.1.6 Autres coûts 84
4.1.7 Sommaire des coûts 85
4.1.8 Comparaison avec les coûts d'autres tunnels 87

4.2 Coûts annuels 89
4.2.1 Coûts d'opération 89
4.2.2 Coûts de maintenance 89

4.3 Coûts sur le cycle de vie 91
4.3.1 Principes 91
4.3.2 Coûts du projet 92

5 ÉVALUATION DU CONCEPT PROPOSÉ 93

5.1 Risques de construction d'un tunnel 93
5.1.1 Risques de variation des coûts de construction 93
5.1.2 Risques de variation des coûts d'opération 93

5.2 Études géotechniques additionnelles 94
5.2.1 Situation 94
5.2.2 Investigations géotechniques 95
5.2.3 Comportement sismique des sols liquéfiables 96
5.2.4 Mitigation de l'effet des séismes 96

5.3 Études techniques additionnelles....97
5.3.1 Besoins et critères de conception....97
5.3.2 Tracé....99
5.3.3 Comportement d'un tunnel dans un sol lors d'un séisme majeur....99
5.3.4 Ventilation....100
5.3.5 Sécurité des usagers....100
5.3.6 Conditions d'opération....100
5.4 Échéancier....101
6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS....102
6.1 Conclusions....102
6.2 Recomandations....103
ANNEXE 1 – LISTE DES DOCUMENTS CONSULTÉS....104
ANNEXE 2 – HYPOTHÈSES DE CALCUL DES COÛTS DU TUNNEL....109

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

L'historique du développement des liens routiers entre les rives sud et nord à Québec présenté dans la section suivante permet de situer cette étude dans le continuum des études et projets réalisés afin d'assurer la fluidité de la circulation dans la région de Québec. Le rapport permet d'actualiser l'ensemble des études réalisées depuis presqu'un demi-siècle sur l'élaboration d'un troisième lien entre Québec et Lévis à la lumière des informations récentes disponibles sur la particularité du site et des avancées technologiques récentes.

Dans le contexte spécifique du développement d'un troisième lien routier, l'étude présentée dans ce rapport répond à la question de la faisabilité technique de la construction d'un tunnel autoroutier et établit le coût sur le cycle de vie de l'ouvrage projeté en fonction des paramètres et données disponibles. Toutefois, dû aux caractéristiques particulières des sols à traverser et aux conditions géologiques du site, ce rapport identifie les éléments techniques non disponibles qui sont requis pour apporter une réponse complète afin d'évaluer l'ensemble des défis que le projet comporte, et ce, afin de diminuer les incertitudes et de s'assurer de faire une évaluation juste des coûts.

Dans un tel contexte, la présente étude doit être considérée comme une étape des études de préfaisabilité d'un projet d'une telle envergure. Pour la suite, des investigations sur le terrain, des analyses additionnelles et une définition plus raffinée des besoins seront nécessaires.

1.2 HISTORIQUE DES LIENS ROUTIERS À QUÉBEC

Dans la région de Québec, les seuls liens routiers permettant la traversée entre la rive nord et sud du fleuve St-Laurent se situent au même endroit, là où les deux rives sont les plus proches, créant un goulot d'étranglement d'une circulation convergente. Le premier lien inter-rives a été rendu possible à la suite de la construction du pont de Québec en 1917. Suite à la seconde guerre mondiale, la forte expansion démographique et le développement considérable de la circulation automobile dans la région de Québec ont conduit très rapidement à envisager une deuxième liaison inter-rives.

En 1964, le gouvernement annonce l'aménagement d'une nouvelle liaison entre la rive nord et sud par la construction d'un pont suspendu connexe au premier pour désengorger le pont de Québec. En 1968, alors que le processus de construction du pont Frontenac (rebaptisé Pierre-Laporte) a démarré, la firme de génie-conseil Vandry-Jobin remet un ambitieux plan de circulation et de transport de la région métropolitaine de Québec à la Commission d'aménagement de Québec et au ministère de la Voirie (actuellement MTMDET) pour fournir des solutions aux problèmes de congestion grandissante. Plusieurs

autoroutes présentes actuellement dans la région métropolitaine de Québec ont été le fruit de ces recommandations.

En 1979, la firme Vandry-Jobin remet à nouveau un rapport d'étude plus détaillé sur les possibilités d'un lien inter-rives. Plusieurs solutions tunnels y sont présentées, dont toutes passent par l'Île-d'Orléans. Dans le cadre de leur étude, des forages furent exécutés dans le chenal de l'Île-d'Orléans à l'extrémité ouest de l'île.

Vingt plus tard, en 1999, la firme de génie-conseil Tecsult remet un rapport d'étude de préfaisabilité d'un nouveau lien sous-fluvial commandé par le Comité du lien sous-fluvial à l'est de Lévis-Québec. Aucun nouveau forage n'est effectué lors de cette étude basée uniquement sur l'ensemble des données collectées et disponibles de l'époque. Le mandat consistait à actualiser le concept en fonction des dernières connaissances et technologies disponibles à la fin du XX^{ème} siècle dans le domaine des tunnels. La solution proposée consistait en un tunnel bitubes forés (diamètre de forage de 11 m) au tunnelier sur une longueur de 7.1 km reliant Beauport à l'est de Lévis en passant par la pointe de l'Île-d'Orléans. Sur la base des connaissances de l'époque, Tecsult estime le coût global de réalisation (tunnel, portails, et nouveaux échangeurs) à 750 M$$_{1999}$, en notant que ce coût représente une limite inférieure compte tenu du manque d'information sur la géologie du site.

Aucune étude des coûts du cycle de vie de la solution n'avait été proposée. Tecsult note que le coût unitaire dans les sols meubles pourrait aller jusqu'au double de cette évaluation. De surcroît, le degré de raffinement de l'analyse des coûts présentée n'est pas suffisamment raffiné pour fournir un bon indicatif du coût global vu la complexité du projet. En effet, le calcul du coût a été déduit de la simple comparaison des coûts au mètre linéaire de deux tunnels réalisés dans le monde à l'aide d'un tunnelier à cette époque. Sur ces deux tunnels, seul le Tunnel de Caluire (1999, Lyon, France) est un lien routier sous-fluvial. Cependant, la longueur forée sous-fluviale du tunnel de Caluire est inférieure à 10% de la longueur totale du tunnel et se situe dans une zone de sismicité faible. Or dans le cas d'un tunnel Québec-Lévis au moins un tiers du tracé s'effectue dans des dépôts meubles sous fluviaux dans une zone à sismicité modérée. Depuis la publication de ce rapport, aucune autre étude n'a été entreprise spécifiquement sur un nouveau lien Québec-Lévis.

Dans les dernières 15 années, de nouvelles investigations géologiques et géotechniques ont été effectuées dans le cadre des études pour le remplacement du pont de l'Île-d'Orléans dans des zones situées plus en l'aval de l'axe du tunnel considéré. Plusieurs forages ont été exécutés entre 2002 et 2012, alors que des relevés de géophysique sismique-réfraction localisés essentiellement dans l'axe du pont actuel (Long, 2011a et 2011b) ont été réalisés. Ces investigations ont permis d'obtenir diverses informations sur les différentes couches de dépôts meubles, ainsi que sur la profondeur et caractéristiques du socle rocheux. Les rapports d'étude de LeBœuf (2003, 2006 et 2009) contiennent également des informations géotechniques en relation avec le potentiel de liquéfaction du sol. Des études complémentaires réalisées par le MTQ par Pelletier et Desgagnés (2011 et 2012) présentent un bilan des conditions géotechniques du site.

Alors qu'à la fin du XX^{ème} siècle, il n'était pas encore envisageable de pouvoir réaliser un tunnel foré de 15 m de diamètre, la technologie des tunneliers a franchi un nouveau cap depuis le début du XXI^{ème}. Actuellement, on compte dans le monde une quinzaine de

tunnels forés au tunnelier de diamètre égal ou supérieur à 15 m, construits ou en cours de construction. La technologie des tunneliers a grandement évolué. Il est maintenant possible de forer de gros diamètres dans un sol meuble ou dans des sols variables, malgré la présence de fortes pressions hydrostatiques, tout en garantissant un niveau de sécurité accrue par le développement de systèmes de contrôle et des processus de consolidation des sols de plus en plus sophistiqués.

Les études réalisées dans ce projet ont amené le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec (Ministère) à retenir les services du professeur Bruno Massicotte de l'École Polytechnique de Montréal pour réaliser un mandat d'expertise visant à actualiser la dernière étude réalisée par la firme Tecsult en 1999 du lien sous-fluvial entre Beauport et l'est de Lévis. Cette nouvelle étude se concentre sur la faisabilité technique d'un tunnel foré devant traverser des failles géologiques et une zone de sable liquéfiable en cas d'un séisme majeur prévisible pour ce site. Une étude du coût sur le cycle de vie sera présentée selon la section transversale retenue.

1.3 DESCRIPTION DU PROJET

1.3.1 LOCALISATION

Ce choix de localisation permet de créer une ceinture périphérique entre les autoroutes 20 et 40 pour mieux répartir le flux de circulation inter-rives. Il est essentiel que ce nouveau lien se raccorde directement aux autoroutes existantes, tel que déjà mentionné dans l'étude de Vandry-Jobin (1968). Les possibilités de raccordement restent cependant limitées pour garantir que la circulation reste fluide aux deux extrémités du nouveau lien.

1.3.2 CHOIX DU TRACÉ

En 1999, le Comité du lien sous fluvial à l'est de Lévis-Québec confie le mandat d'étude du concept d'un tunnel à la firme d'ingénieurs Tecsult, la dernière étude sur cette option. L'axe retenu dans leur rapport consiste en un tunnel qui relie la rive nord au niveau de l'échangeur des autoroutes 40/440 à Beauport, qui passe sous la pointe ouest de l'Île-d'Orléans pour rejoindre la rive sud selon deux options : à l'est de la route Lallemand, assurant un raccordement avec l'autoroute 20 à l'échangeur Lallemand, ou plus à l'ouest pour atteindre la rue Monseigneur Bourget. Pour la présente étude, l'option d'un tunnel émergeant au niveau de la route Lallemand a été retenue par le Ministère.

Dans la présente étude différents tracés ont été regardés et plusieurs alternatives seraient envisageables dans le secteur à l'est des villes. Néanmoins, à ce stade de l'étude et selon les informations disponibles, il s'est avéré que la solution la plus avantageuse vis-à-vis de la faisabilité technique, de la fonctionnalité et des coûts s'avère être le tracé rejoignant l'échangeur de la 40/440 à l'autoroute 20 proche de l'échangeur Lallemand.

L'étude du lien sous-fluvial se concentre donc sur un seul tracé montré sur la Figure 1.1 avec l'entrée du tunnel rive nord au niveau de l'échangeur des autoroutes 40/440 à Beauport passant à l'ouest de la pointe de l'Île-d'Orléans pour ressortir au sud de la route 132 à l'est de la route Lallemand pour se raccorder avec l'autoroute 20 aux environs de l'échangeur Lallemand.

Figure 1.1 : Localisation du tracé considéré (MTMDET, 2016)

1.3.3 EXIGENCES

Les exigences du MTMDET pour élaborer une solution de lien sous-fluvial sont les suivantes :

- un lien connecté directement au réseau d'autoroute existant;
- une durée de vie minimale de 100 ans;
- une vitesse affichée à 70 km/h;
- une largeur de voies de 3.7 m;
- un accotement ou bande d'arrêt d'urgence de 3 m à droite de la chaussée;
- un accotement minimum de 0.7 m à gauche de la chaussée;
- un minimum de deux voies dans chaque direction;
- l'accès aux camions avec une hauteur libre de 5.5 m;
- l'interdiction du transport des matières dangereuses vu les risques associés dans les tunnels et la disponibilité à proximité de routes alternatives;
- une performance minimale au feu de 200 MW;
- une performance sismique équivalente à celle des ponts essentiels.

La Figure 1.2 illustre le gabarit autoroutier requis par le MTMDET pour la conception transversale du tunnel.

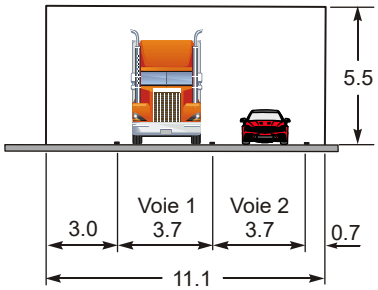


Figure 1.2 : Exigence du MTMDET du gabarit autoroutier requis

1.3.4 CONTRAINTES

Au stade de cette étude, l'ensemble des contraintes n'a pas encore été entièrement défini. Un tel projet nécessite obligatoirement une étude d'impacts environnementaux devant répondre aux exigences fédérales et provinciales. Néanmoins, l'option d'un tunnel foré limite quasiment tout impact sur les milieux naturels sensibles, excepté dans les zones de portails aux extrémités. Sur la base des connaissances actuelles, une première liste des contraintes liées à ce projet d'envergure peut être établie :

- s'adapter aux spécificités géologiques locales (failles, sables liquéfiables, etc.);
- intégrer le risque sismique en utilisant un spectre de calcul pour un séisme majeur pour une récurrence moyenne de 2475 ans (correspondant à une probabilité de dépassement de 2% en 50 ans) en considérant la possibilité de liquéfaction des sables présents;
- minimiser tout impact sur les milieux naturels sensibles;
- limiter les expropriations et les acquisitions foncières;
- assurer le maintien de la circulation sur les axes majeurs du réseau autoroutier durant la phase de construction;
- minimiser l'impact sur le milieu environnant durant la construction;
- garantir l'exploitation de la voie maritime du fleuve Saint-Laurent sans perturbations majeures.

1.3.5 SECTION TYPE ANALYSÉE

Selon les exigences du gabarit des voies définies par le Ministère (Figure 1.2), la section transversale type considérée à cette étape, correspond à deux tubes d'un diamètre extérieur de 15.1 m (Figure 1.3) interconnectés par des galeries d'évacuation des passagers tous les 500 m (Figure 1.4) et d'une galerie d'accès aux véhicules d'urgence à mi-parcours (Figure 1.5).

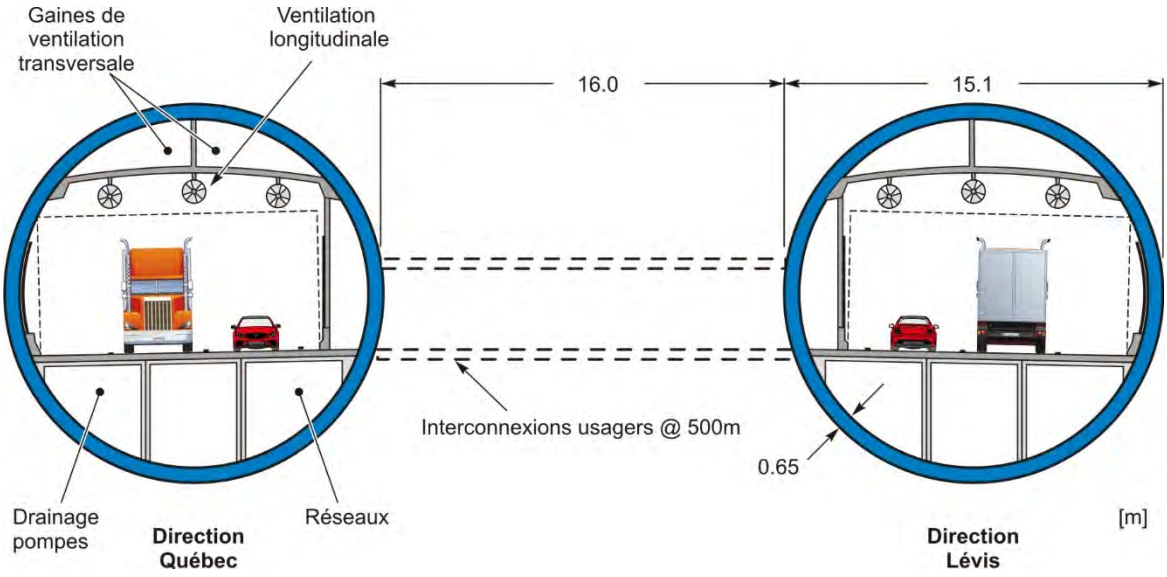


Figure 1.3 : Tunnel à deux tubes de 15.1 m de diamètre

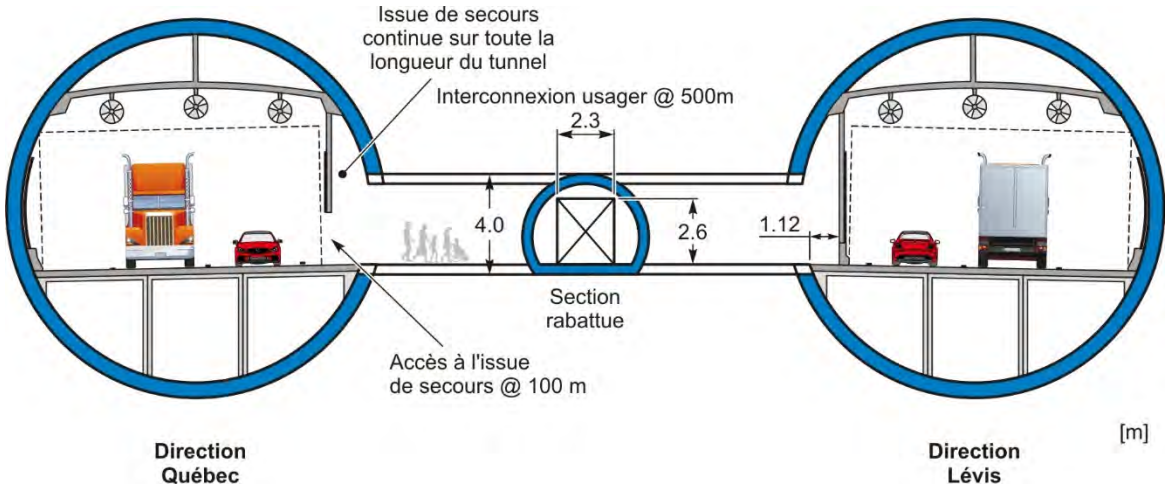


Figure 1.4 : Interconnexions usagers et issues de secours

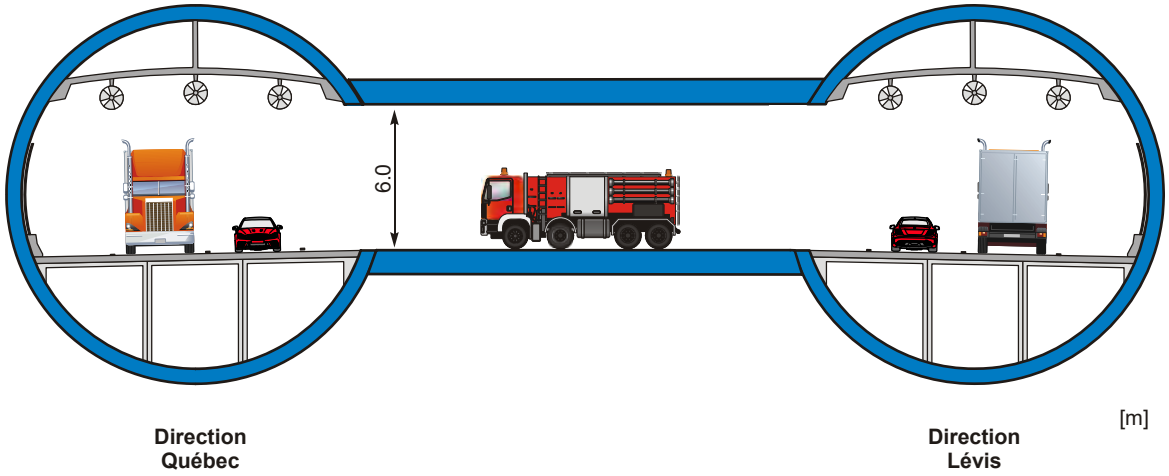


Figure 1.5 : Interconnexion technique à mi-parcours

1.4 MANDAT

Le mandat confié au professeur Massicotte de l'École Polytechnique de Montréal s'intitule *Étude de faisabilité technique et des coûts sur le cycle de vie d'un tunnel devant constituer le troisième lien entre les rives nord et du sud du fleuve Saint-Laurent, dans les villes de Lévis et de Québec*. L'objectif principal de l'étude de faisabilité technique demandée est de confirmer la viabilité de construire un lien direct sous-fluvial entre Québec et Lévis et de fournir aux décideurs de nouveaux éléments pour la structuration future du territoire de la CMQ.

Le mandat consiste à analyser les données géologiques et géotechniques existantes du site pour savoir si la construction d'un tunnel foré est techniquement réalisable sachant que le tracé devra traverser des failles géologiques et une zone de sable liquéfiable en cas d'un séisme majeur prévisible dans la région. L'une des problématiques majeures du mandat concerne l'impact que pourrait avoir un séisme majeur sur la stabilité de ce tunnel.

Le mandat vise aussi à évaluer les coûts de construction estimés à l'étape de préfaisabilité et d'effectuer une étude des coûts sur un cycle de vie de 100 ans (construction, exploitation, entretien de l'infrastructure).

Le mandat vise aussi, à faire des recommandations diverses (retour d'expérience, stratégie, sécurité, ventilation, incendie) afin de guider le Ministère dans les décisions qu'il aura à prendre pour la poursuite du dossier.

1.5 PORTÉE DU PRÉSENT RAPPORT

Au terme de la présente étude, le Ministère aura en main les informations nécessaires pour savoir si la construction d'un tunnel est techniquement viable et appréhender les défis technologiques associés. L'option suggérée (tracé, sections-type) répond aux exigences du Ministère exprimées dans le mandat et a été conçue en fonction du degré de connaissance actuel du sol traversé par le tunnel. Il devra être considéré que l'option choisie devra faire l'objet d'études additionnelles visant à optimiser la solution et les critères de conception à la lumière des futures investigations géotechniques le long du tracé retenu.

Cette étude se positionne en amont d'une étude de préfaisabilité détaillée, en se concentrant uniquement sur les contraintes techniques à surmonter pour la réalisation d'un lien sous-fluvial. Le Tableau 1.1 situe la présente étude dans le cheminement du développement du projet avant d'atteindre la phase de plans et soumission.

Tableau 1.1 : Étapes de réalisation d'un troisième lien routier à Québec

Phase études – Précision ±20 à 50%			
Étapes	**Description**	**Objectifs / Précision**	**Troisième lien**
Études conceptuelles	Considération de différentes variantes et options (ponts, tunnels, etc.).	Établir le besoin. Définir les contraintes propres au site. Coûts approximatifs.	Vandry-Jobin 1968 Vandry-Jobin 1979 Tecsult 1999
Études de préfaisabilité	Considération d'un nombre restreint d'options.	Établir la faisabilité technique. Identifier les contraintes et options. Coûts évalués à ±40%	Ce mandat (2016)
		Établir les paramètres de conception. Définir les besoins. Coûts évalués à ±30%.	Investigations in situ et études additionnelles tel que recommandé dans ce mandat.
Décision	Arrêt ou poursuite.	Décision fondée sur les coûts et les besoins.	Choix du tracé.
Phase avant-projet – Précision ±10 à 20%			
Étapes	**Description**	**Objectifs / Précision**	**Troisième lien**
Études de faisabilité	Raffinement des études techniques. Études environnementales. Étude des besoins en transports. Identification des modes de construction et financement.	Raffiner l'option retenue afin de réduire les incertitudes. S'assurer que le projet rencontre toutes les exigences sociales et environnementales. Coûts évalués à ±15%.	Investigations terrain détaillées. Conception préliminaire du tunnel (structure, ventilation, évaluation des risques, approche intégrée de la sécurité, validation de la nécessité d'un puits d'accès, etc.) Conception préliminaire des accès (route, échangeurs, etc.)
Décision	Autorisations gouvernementales.	Démarrage du projet. Acquisitions et permis.	Sites associés au tunnel, puits d'accès et raccordement au réseau routier Site de dépôt des déblais
Phase projet – Précision ±5 à 15%			
Étapes	**Description**	**Objectifs / Précision**	**Troisième lien**
Plans et devis	Préparation des documents d'appel d'offres, variable selon le mode de construction retenu.	Coût évalués à ±10%.	- Lancement des appels d'offres.

1.6 RÉALISATION DU MANDAT

1.6.1 MÉTHODOLOGIE

Pour réaliser le mandat d'expertise qui lui a été confié, l'École Polytechnique a fait appel à des experts spécialisés en tunnels, aléa sismique, géotechnique, géologie et liquéfaction des sols. Les mandataires ont eu accès aux études antérieures d'un tunnel sous-fluvial ainsi que les études menées dans le cadre du remplacement du pont de l'Île-d'Orléans. Les mandataires ont consulté la documentation technique et normative pertinente à la réalisation de leur mandat respectif. Un mandat de portée élargie a d'abord été confié à un premier expert puis un mandat plus spécifique a ensuite été confié à un second expert. Chacun des mandataires travaillait de manière indépendante. Durant la réalisation de ce mandat d'expertise, de nombreux échanges ont eu lieu entre l'École Polytechnique et chacun des mandataires. Ceci a permis la rédaction de rapports qui répondent aux objectifs visés.

Une partie du mandat a également été réalisée par le pôle d'expertise en SCSG du MTMDET, notamment pour l'élaboration du tracé, le développement des échangeurs sud et nord et l'évaluation des coûts pour les portions des aménagements excluant la partie en tunnel.

Il n'existe au Canada aucune norme régissant la construction ou l'exploitation de tunnels. Pour la rédaction du présent rapport, l'École Polytechnique s'est donc appuyée sur les rapports produits par les différents experts, la documentation technique associée au projet, les récentes normes et recommandations internationales, et les récentes avancées technologiques utilisées dans la construction des tunnels à travers le monde.

1.6.2 CHOIX DES EXPERTS

Une partie du mandat a été confiée à André J. Rancourt, ingénieur géologue, spécialiste en tunnels du bureau d'experts *GeoSys*. Son mandat consistait à revoir les hypothèses de conception du tunnel, particulièrement en regard de la présence des différents types de sol pour un tunnel foré et de la problématique de la liquéfaction des dépôts meubles. L'expertise amenée par André Rancourt visait d'abord à consolider les aspects géotechniques du forage d'un tunnel dans les conditions particulières du site et à évaluer les coûts associés à la méthode d'excavation. Son expertise a également permis d'avoir un regard indépendant sur les études géotechniques existantes afin d'identifier leurs limites et, au besoin, de faire des recommandations sur la nature des informations additionnelles nécessaires pour la conception de l'ouvrage projeté. Pour l'évaluation des coûts de construction, André Rancourt s'est adjoint un spécialiste de l'évaluation des coûts de tunnels forés par tunnelier.

Un mandat plus spécifique a été confié à Denis LeBœuf, Professeur titulaire au département de génie civil de l'Université de Laval, spécialiste du comportement et analyse des structures géotechniques sous sollicitations dynamiques. Le professeur LeBœuf avait pour mandat d'étudier l'impact que pourrait avoir un séisme majeur sur la stabilité du tunnel. Son expertise visait à définir spécifiquement la problématique de stabilité sismique d'un tunnel dans une

partie alluvionnaire potentiellement liquéfiable (tronçon nord sous le chenal de l'Île-d'Orléans). Ce spécialiste possède une forte expertise des connaissances géologiques et géotechniques de la zone d'étude du projet de tunnel de par ses récents travaux d'expertise effectués sur la description des caractéristiques géotechniques et stabilité sismiques du pont de l'Île-d'Orléans (LeBœuf, 2003, 2006 et 2009). Au terme de son mandat, M. LeBœuf devait formuler son avis sur la possibilité de construire un tunnel dans des sols potentiellement liquéfiables et fournir les recommandations nécessaires pour en assurer sa stabilité à partir des informations disponibles au stade d'une étude de faisabilité technique.

1.7 ORGANISATION DU RAPPORT

Le rapport présente d'abord, au chapitre 2, une revue des aspects géologiques et géotechniques de la zone environnant les tracés du tunnel. Une revue des études récentes effectuées dans le cadre du projet de remplacement du pont de l'Île-d'Orléans permet de mettre en perspective les différents enjeux et contraintes propres au site et aux options très préliminaires envisagées, notamment quant au risque de liquéfaction dans l'éventualité d'un séisme majeur. Le chapitre 3 présente les caractéristiques du tunnel, à savoir la description globale, la phase de construction et les recommandations nécessaires pour prévoir une exploitation et une maintenance efficaces tout en garantissant un niveau de sécurité optimal. Le chapitre 4 présente les coûts de construction et les coûts sur le cycle de vie. Le chapitre 5 porte un regard critique sur les choix qui ont été faits et explore des pistes d'optimisation. Les conclusions et recommandations sont données au chapitre 6. Les annexes présentent les détails des coûts avec la justification de ceux-ci, ainsi que la liste des documents consultés spécifiquement pour la réalisation de ce mandat.

2 CONDITIONS GÉOLOGIQUES ET GÉOTECHNIQUES

2.1 INTRODUCTION

Plusieurs études ont été réalisées dans les dernières années sur les conditions géologiques du site. Ces études se divisent en deux catégories : la détermination des caractéristiques physiques du site et le comportement en cas de séisme. Ce chapitre, principalement tiré des rapports de Rancourt (2016) et de LeBœuf (2016) qui portent sur le projet actuel, résume également les conclusions des différentes études antérieures qui ont pour plusieurs été réalisées pour l'étude du site du pont de l'Île-d'Orléans.

2.2 INFORMATIONS GÉOTECHNIQUES DISPONIBLES

Les informations géotechniques disponibles proviennent des campagnes réalisées en 1978 et 1979 et entre 2001 et 2012. Des informations complémentaires proviennent des cartes géologiques publiées par le ministère des Ressources naturelles. Ces campagnes comptent un total de 30 forages ainsi que des relevés de géophysique sismique-réfraction localisés essentiellement dans l'axe du pont actuel.

Les études de LeBœuf (2006a et b), de LeBœuf et Talbot (2006), et de LeBœuf et Chaallal (2009) constituent un travail exhaustif et riche en informations sur le comportement sismique des fondations du pont existant qu'il est possible d'extrapoler de façon préliminaire au droit du tunnel projeté. Les études complémentaires réalisées par le MTQ par Pelletier et Desgagnés (2011 et 2012) présentent un bilan des conditions géotechniques du site.

Les forages les plus proches de l'axe du tunnel ont été réalisés en 1978 et 1979 par le MTQ et sont présentés dans le rapport de Vandry-Jobin (1979). La Figure 2.1 montre la localisation des forages de 1978, 2001, 2004 et 2008 dans le sillon le long de l'axe du pont actuel.

Figure 2.1 : Localisation des forages près de l'axe du tracé du tunnel (Rancourt, 2016)

En 2011, des nouveaux relevés de géophysique sismique-réfraction ont été réalisés afin notamment d'obtenir une approximation du niveau du socle rocheux (Long, 2011).

Des forages ont été réalisés en 2012, toujours dans le cadre du remplacement du pont de l'île d'Orléans, permettant d'obtenir des informations au niveau du roc, notamment vers le sud. Les forages pertinents à l'étude sont localisés au sud de l'axe du pont (Figure 2.1) ou soit au nord du pont. Aucun forage n'est disponible dans le chenal sud.

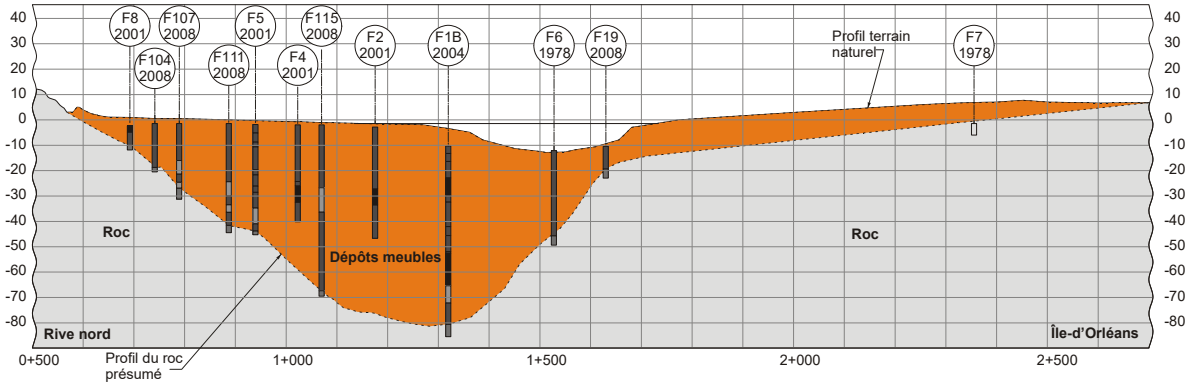


Figure 2.2 : Localisation des forages et profil du sillon dans l'axe du pont de l'Île-d'Orléans tiré des données transmises par le MTQ de1978 à 2012 (Adapté de Rancourt 2016)

2.3 CARACTÉRISTIQUES DU SITE

2.3.1 TOPOGRAPHIE ET BATHYMÉTRIE

Le tunnel est localisé dans la vallée du fleuve St-Laurent juste en aval de la ville de Québec. Cette vallée est bordée au nord et au sud par des escarpements atteignant des hauteurs entre 150 m et 200 m. Au droit du tunnel projeté, le fleuve a une largeur de plus de 5000 m dont 30 % de cette largeur correspond aux battures. Le terrain s'élève rapidement au nord et au sud, alors qu'au centre le terrain reste relativement bas sur la pointe ouest de l'île.

Selon les cartes bathymétriques et, notamment la carte marine du service hydrographique du Canada (2012), le chenal nord est très serré, avec une largeur d'à peine 200 à 300 m, alors qu'il atteint une largeur de 500 m au sud. Tel qu'illustré sur la Figure 2.3 adaptée des données transmises par le MTMDET (2016), le chenal nord présente une profondeur maximale d'environ ±5.5 m (profondeur à marée basse) alors que le chenal sud atteint plus de 30 m de profondeur. Les courbes bathymétriques donnent une bonne indication du niveau des dépôts meubles.

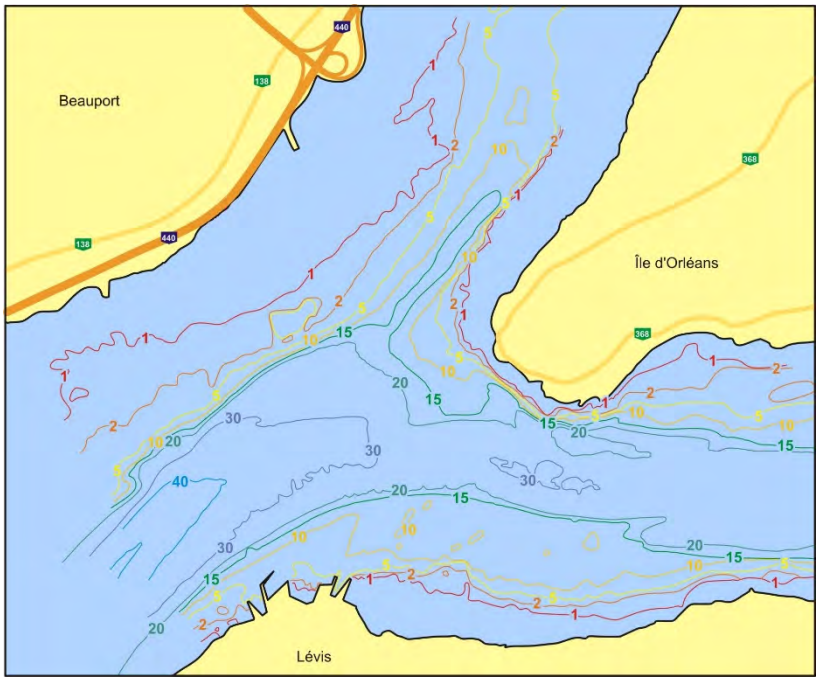


Figure 2.3 : Courbes bathymétriques en aval de Québec
(adapté des données transmises par le MTMDET)

2.3.2 PROFILS LONGITUDINAUX

Le profil longitudinal, adapté de Tecsult (1999) par le MTMDET est montré sur la Figure 2.4. Les données de la profondeur du roc est approximative mais fort probablement assez près de la réalité vu les forages du côté nord et les relevés de sismique-réfraction réalisés en 1978 (Vandry-Jobin, 1979).

Le tracé du tunnel traverse ainsi trois sections types, une section en roc, une section variable selon l'avancement, avec du roc au plancher et des sols en voûte, et une section entièrement en sols.

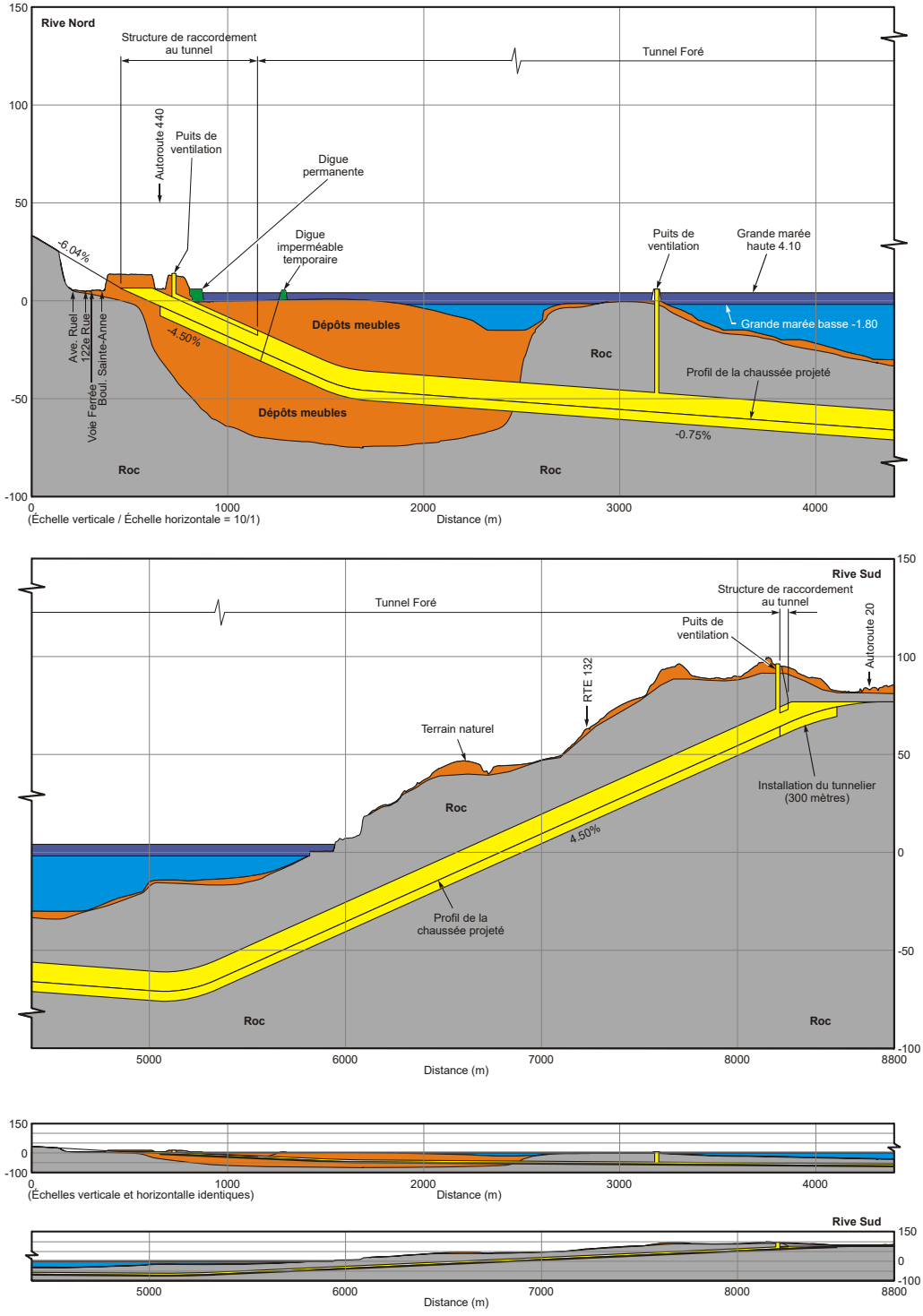


Figure 2.4 : Profil longitudinal

2.3.3 DÉPÔTS MEUBLES

Les forages réalisés par le Ministère entre 1978 et 2012 ont révélé la présence de dépôts meubles composés principalement de couches de sable de compacité fortement variable. Long (2011) indique que les dépôts des couches inférieures (profondeur supérieure à 30 m) seraient préglaciaires et montreraient une plus grande compacité. Cette hypothèse est supportée par les données obtenues dans les forages à des profondeurs supérieures à 30 m. La Figure 2.5 présente la cartographie des dépôts de surface du secteur du tunnel. La Figure 2.5 montre notamment la présence d'affleurements rocheux le long de la rive sud, dans le secteur de la pointe ouest de l'Île-d'Orléans. À l'inverse sur la rive nord, le socle rocheux se situe à une profondeur d'environ 30 m au niveau de l'autoroute 440 (Tecsult, 1999).

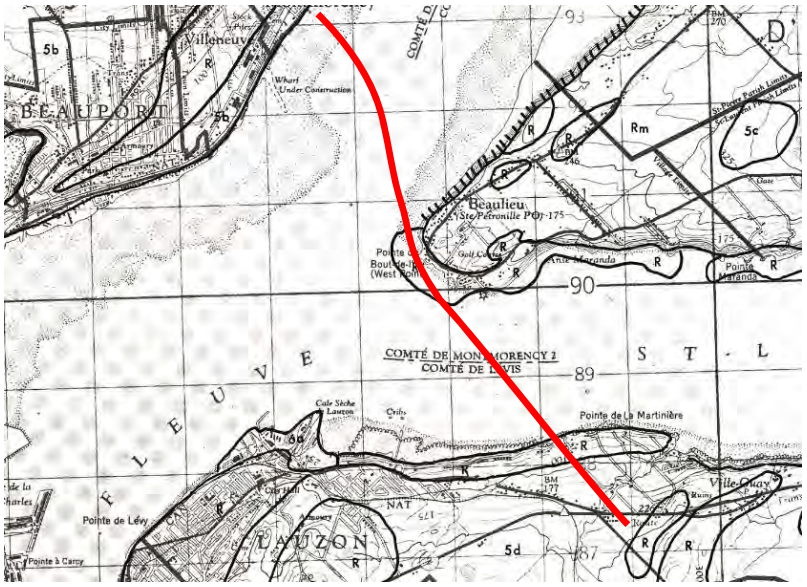


Figure 2.5 : Cartographie des dépôts de surface (adapté de Rancourt, 2016)

Selon Rancourt (2016), les dépôts pulvérulents sont des sables gris présentant de 1 à 22 % de particules fines. Les teneurs en eau varient entre 9 % et 27 % alors que les indices de pénétration sont présentés à la Figure 2.6. On remarque la présence de couches lâches en profondeur jusqu'à plus de 40 m.

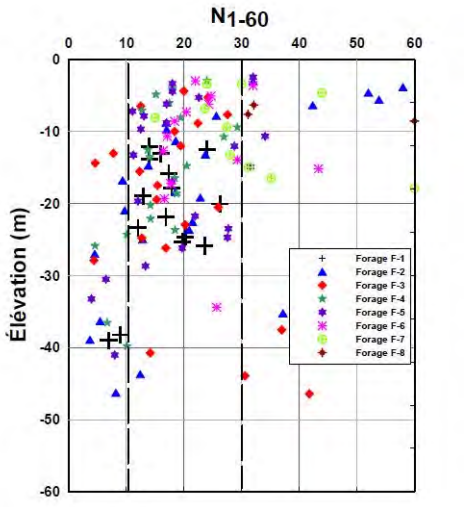


Figure 2.6 : Indices de pénétration pour les forages
au droit du pont de l'Île-d'Orléans (LeBœuf et Talbot, 2006)

Le Tableau 2.1 résume les résultats des paramètres géotechniques pour les sols cohésifs provenant de l'étude de Rancourt (2016). Le tableau sépare les paramètres au-dessus de 30 m de profondeur de ceux qui sont en-dessous de 30 m de profondeur. Il s'agit de dépôts d'argiles silteuses grises contenus dans les sables. Les couches supérieures de matériaux cohésifs sont des argiles de haute plasticité (CH) de consistance ferme à raide, alors que les couches inférieures sont des argiles de moyenne plasticité (CL) surconsolidées de consistance très raide à dure. Les couches supérieures présentent des teneurs en eau naturelle au-dessus de la limite liquide, ce qui représente une plasticité très élevée.

La Figure 2.7 montre la moyenne des limites d'Atterberg concernant les sols cohérents. On constate que les sols des couches supérieures présentent une plus grande plasticité que les sols des couches inférieures. Les couches inférieures moins plastiques devraient généralement être plus denses et plus résistantes, et donc fournir un meilleur appui pour le tunnel.

Tableau 2.1 : Résumé des paramètres pour les sols cohésifs (Rancourt, 2016)

Paramètre	Couches supérieures (0 – 30 m)	Couches inférieures (> 30 m)	Commentaires
Limite liquide (LL) (%)	61	34	
Limite plastique (PL) (%)	26	19	
Indice plasticité (PI)	35	15	Couches supérieurs CH Couches inférieures CL
Indice de liquidité (LI)	1	0.6	
Teneur en eau (%)	63	28	Couches supérieurs proche de la limite de liquidité
Résistance C_u (kPa)	± 50	140 - 240	
Résistance remaniée C_{ur} (kPa)	8 - 9	50 – 80	
Sensibilité	5	3	
Masse volumique (kg/m^3)	1600 - 1700	1900 - 2000	
Réserve de surconsolidation σ'_p-σ'_{vo} (kPa)	30 - 140	40 - 140	Surconsolidée

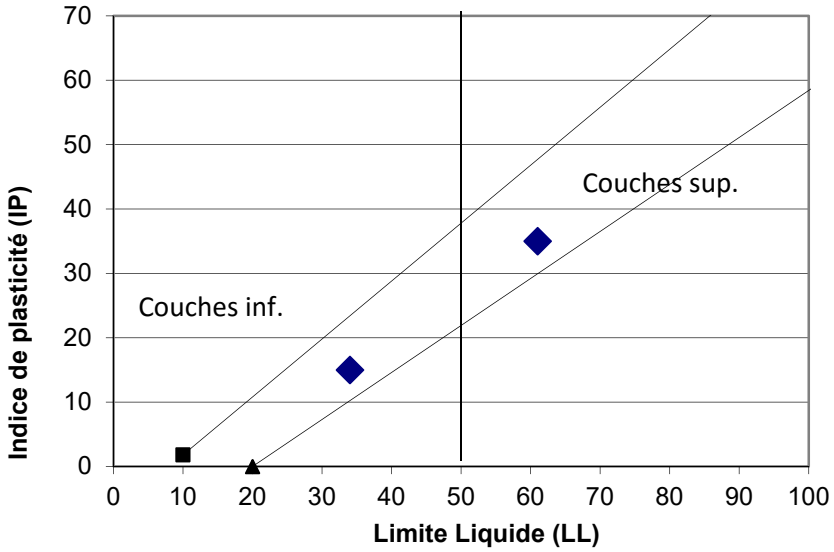


Figure 2.7 : Diagramme de plasticité (Rancourt, 2016)

2.3.4 SOCLE ROCHEUX ET FAILLES

Le socle rocheux est près de la surface au niveau de la pointe ouest de l'île et sur la rive sud du fleuve. Dans le chenal nord, le socle rocheux s'enfonce rapidement jusqu'à une profondeur de plus de 80 m en raison de la présence d'un profond sillon correspondant à la ligne de Logan, alors que pour le chenal sud le roc reste près du fond du fleuve.

Le tunnel à l'étude traverse plusieurs formations sédimentaires d'âge Ordovicienne (voir Figure 2.8). Sur la rive nord le portail est d'abord excavé dans des dépôts meubles qui comblent le sillon dans le bras nord. Le tunnelier percera donc des dépôts meubles sur une longueur estimé à ± 800 m. Ensuite le tunnelier devrait percer le roc au environ de la ligne de Logan et rencontrer des calcaires argileux de la formation de la Ville de Québec (Ovg).

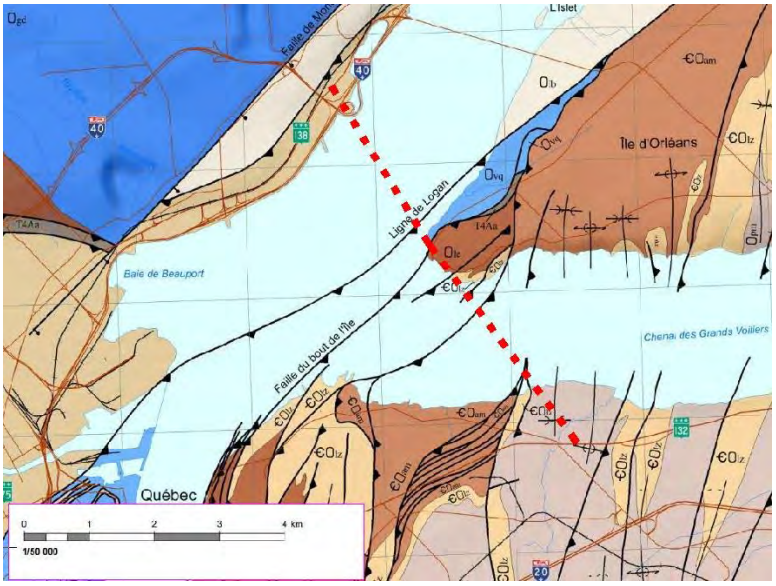


Figure 2.8 : Géologie régionale (tiré de MRNQ, 2012)

Plus loin, la faille de bout de l'île sera traversée et forme le contact avec les schistes argileux de la formation de Lévis (Ole). Une fois le secteur de l'île passé, le tunnel traversera des schistes gris et verts et des grès de la formation de Lauzon (€Olz) et de la

formation de l'anse à Maranda (ЄOam). Finalement, la sortie du tunnel au sud devra être située dans des schistes rouges de la formation de la Pointe de la Martinière (ЄOpm). Le roc dans la région du tunnel est fortement tectonisé en raison des nombreuses failles présentes dans la région. La Figure 2.8 présente la cartographie géologique régionale tirée de Ressources Naturelles Québec, 2012.

Le tunnel est localisé dans les roches sédimentaires des Basses Terres du Saint-Laurent. Ces roches sont pincées au nord par les roches du Bouclier Canadien et au sud par les roches des Appalaches. On note également que la partie sud de l'Île-d'Orléans est caractérisée par la rencontre de plusieurs failles de chevauchement (dont la faille ou ligne de Logan) et que la rive nord est découpée par une série de failles normales. Il est supposé que la faille de Logan est reliée avec la présence d'un profond sillon dans le chenal nord (Figure 2.9). Selon Rancourt (2016) il a été démontré que la faille de Logan ainsi que les autres failles du secteur sont des failles de chevauchement subhorizontales.

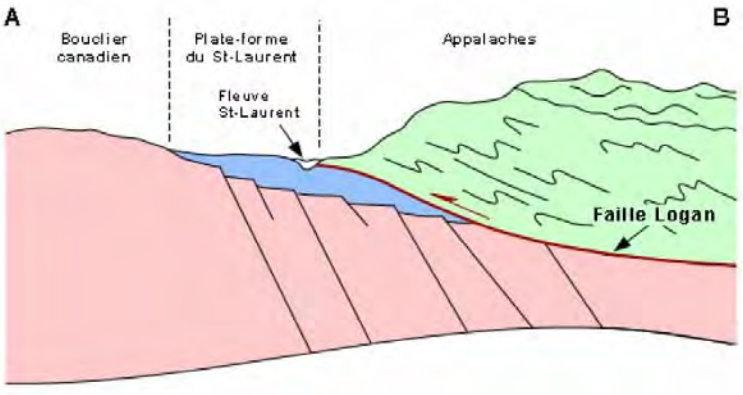


Figure 2.9 : Section géologique typique de la région (Bourque)

La séismicité de la région est essentiellement due à l'impact météoritique de Charlevoix et au relèvement isostatique du bouclier Canadien associé à cette structure régionale et n'est pas reliée à la présence de failles. En effet, l'ensemble des failles de chevauchement situées sur le profil du tunnel sont inactives et aucun tectonisme n'est présent dans ces failles. On considère toutefois que le massif rocheux est de mauvaise à très mauvaise qualité à l'approche et au droit des failles.

Certains forages ont percé le roc sur une longueur variant de 6 à 8 m. Des RQD (Rock Quality Designation) ont été mesurés sur les carottes et les valeurs de RQD sont compilées dans l'histogramme montré sur la Figure 2.10. On constate que les valeurs de RQD suivent une distribution à peu près uniforme, donc avec des valeurs bien distribuées entre 0 % et 100 %. On note également qu'il n'y a pas de 100 %, la valeur maximale étant de 93 %, ce qui indique un espacement entre les fractures et joints relativement faible et donc une fracturation assez intense.

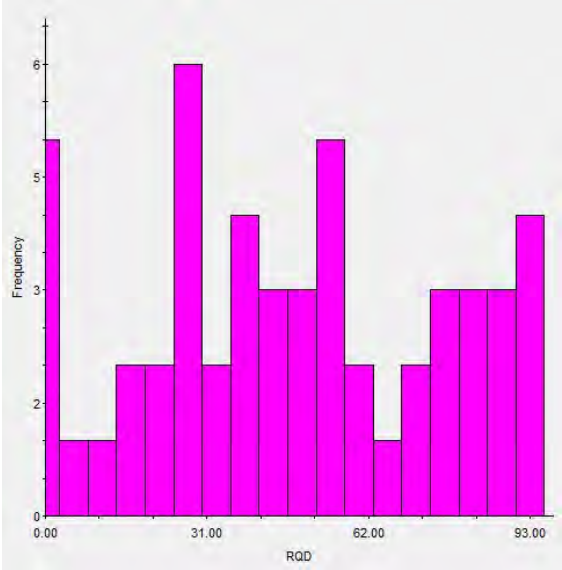


Figure 2.10 : Histogramme des valeurs de RQD (tiré de Rancourt, 2016)

Donc sur la base de ces résultats, une classification du massif rocheux a été réalisée et les résultats sont présentés au Tableau 2.2. Selon les valeurs dans le tableau, le massif rocheux est considéré comme étant en moyenne de mauvaise qualité. Cependant la qualité varie de très mauvaise à moyennement bonne.

Tableau 2.2 : Résumé des paramètres pour le massif rocheux (Rancourt, 2016)

Paramètre	Plage de valeurs	Valeur moyenne	Commentaire
RQD(1) (%)	0 - 93	47	Qualité mauvaise à bonne
RMR(2) (%)	25 - 49		Qualité mauvaise à moyenne
Q(3)	0.06 - 3	1 - 2	Qualité très mauvaise à mauvaise
m_b(4)	0.7 – 1.6		
s(4)	0.0002 – 0.003		
Masse volumique (kN/m^3)	25		
Module élastique E (GPa)	2 – 10		
Coefficient de Poisson		0.2	

(1) RQD : Rock Quality Designation;
(2) RMR : Rock Mass Rating;
(3) Q : Indice de qualité selon Barton et al. 1974;
(4) m_b et s : Constantes qui dépendent de la composition, de la structure et des conditions géo-mécaniques des massifs rocheux.

2.3.5 INTERPRÉTATION GÉOLOGIQUE

La Figure 2.11 présente une interprétation de la géologie au droit du pont de l'Île-d'Orléans en utilisant les forages. Toutefois, étant donné le manque d'information disponible sur le tracé du tunnel, il est supposé dans cette étude que l'interprétation géologique présente à la Figure 2.11 peut être transposée au droit du tunnel pour des fins d'estimation dans la section nord du tracé. Dans ce sillon, on note la présence de deux importantes couches de matériaux cohésifs (en gris), le trait rouge correspond à la limite des dépôts préglaciaires tels qu'interprété par Long (2011). On note que des couches lâches sont également présentes en-dessous de cette limite. Il est supposé que le profond sillon identifié à cet endroit correspond à la présence de roc altéré relié avec la faille de Logan.

Enfin, il convient de noter que les forages ont été pris dans l'axe du pont actuel. Les résultats présentés ont donc été obtenus d'une interprétation des données de ces forages et ils ont par conséquent été considérés valides pour le tracé du tunnel faute d'informations plus exactes. Des forages additionnels devront être réalisés selon l'option retenue par le Ministère.

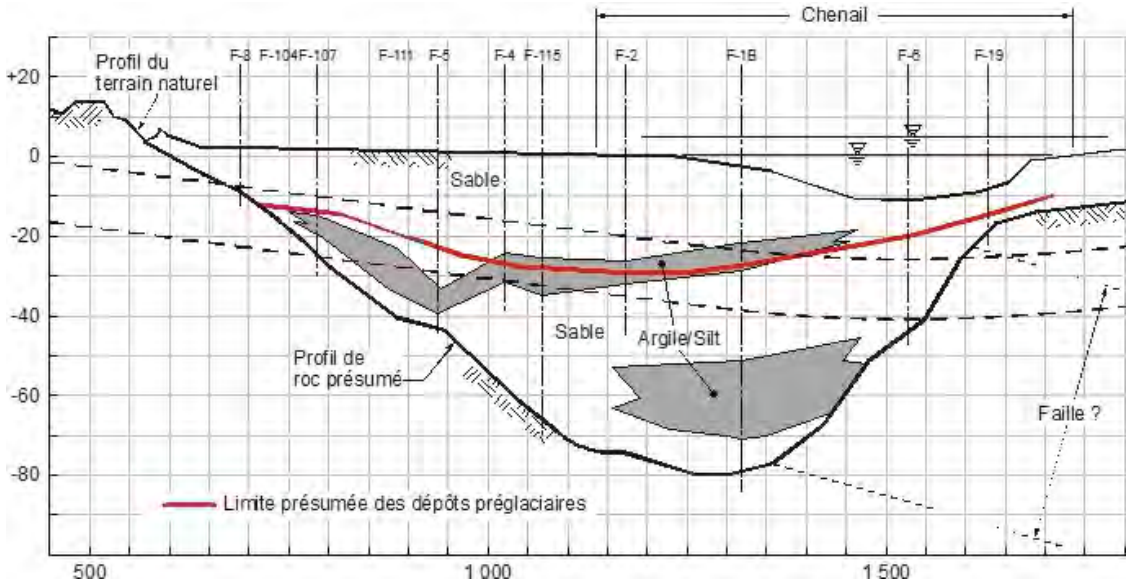


Figure 2.11 : Profil longitudinal partiel du sillon du chenal nord avec interprétation géologique dans l'axe du pont (tiré de Rancourt, 2016)

2.4 COMPORTEMENT EN CAS DE SÉISME MAJEUR

2.4.1 EXIGENCES DE CONCEPTION PARASISMIQUE

Pour la conception parasismique des ponts, le code CSA-S6-14 identifie trois niveaux de conception selon la condition du pont suite à un séisme majeur. La catégorie la plus élevée, pont essentiel, exige que l'ouvrage puisse être utilisable immédiatement après un séisme majeur, condition applicable au tunnel considéré dans cette étude (LeBœuf, 2016). Selon le code, une période de retour de 2475 ans correspondant à une probabilité de dépassement de 2% sur 50 ans doit être retenue dans ce cas. Ceci correspond également aux exigences du Code national du bâtiment du Canada (2015).

2.4.2 MAGNITUDE DE CONCEPTION

Les magnitudes des séismes de conception sont obtenues à partir d'analyses de désagrégation qui considèrent selon une approche probabiliste des séismes de différentes intensités survenant à des distances variables de l'ouvrage. De nombreuses hypothèses et modèles ont été proposés au fil des ans.

La région est bien connue pour sa forte sismicité avec des accélérations au roc de l'ordre de 0.3 g selon la Commission Géologique du Canada (probabilité de dépassement de 2% en 50 ans). La rupture des matériaux meubles dans le sillon nord est donc un aspect fondamental de la conception d'un tunnel traversant ces dépôts (Rancourt, 2016). À titre indicatif, la Figure 2.12 présente la comparaison des spectres de conception obtenus selon deux approches (CNBC 2010 et 2015).

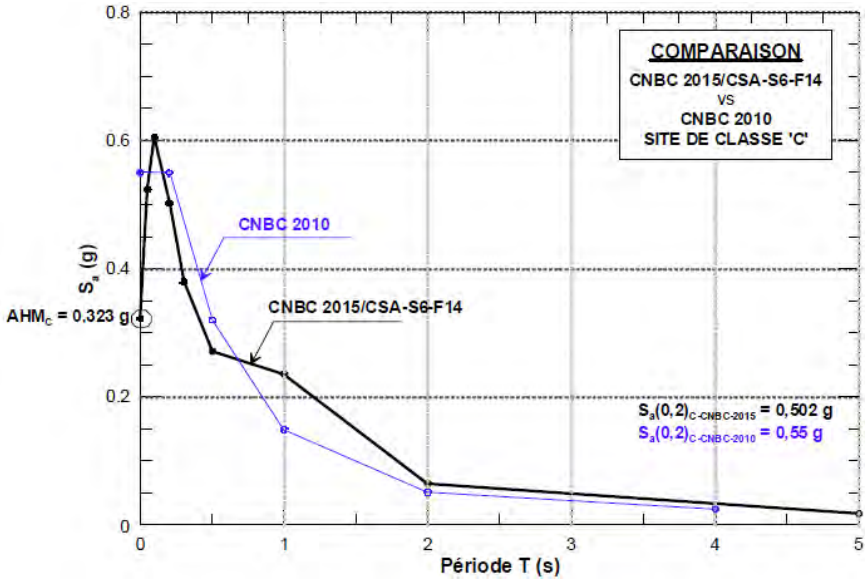


Figure 2.12 : Spectres de conception (tiré de LeBœuf, 2016)

Selon les études réalisées pour le Ministère, entre 2003 et 2009, les sols entre l'Île-d'Orléans et la rive nord présenteraient un risque élevé de liquéfaction dans l'éventualité d'un séisme majeur. Toutefois, l'évolution récente des connaissances en sismicité et les données nouvellement disponibles pour la vallée du Saint-Laurent amènent à reconsidérer l'intensité des séismes sur le site considéré. En effet, les relevés in situ additionnels (Long 2011), les essais de densification des sols (LeBœuf et Chaallal, 2009), les méthodes d'analyse plus raffinées (LeBœuf 2006), une meilleure appréciation de l'intensité sismique (Atkinson et Boore, 2006) et l'historique de liquéfaction dans les dernières 10 000 années (Tuttle et Atkinson, 2010) permettent de jeter un regard nouveau sur la problématique de la liquéfaction propre à ce site.

L'étude de LeBœuf (2016) indique que la magnitude de conception présente une grande variabilité selon le modèle retenu, conduisant à des magnitudes allant de 6.9 (CNBC, 2015) à 7.6 (CNBC, 2010) pour le site du tunnel, selon l'échelle de la magnitude du moment sismique, M_w. Cet écart est considérable. Ce point nécessitera un examen approfondi à une étape subséquente afin de déterminer l'approche devant être retenue pour le site du tunnel. Cette étude pourrait également être utile pour la conception d'autres grands ouvrages construits dans le secteur. Bien que des études récentes tendent à démontrer que l'intensité devant être considérée pour ce site pourrait être moindre que celle utilisée jusqu'à maintenant, il faut conserver à l'esprit la grande incertitude sur la magnitude des séismes dans l'est du continent vu leur longue période de récurrence. Il ne faut donc pas écarter la probabilité qu'un séisme majeur puisse engendrer la liquéfaction des sols, en particulier dans les couches supérieures.

2.4.3 MODES DE RUPTURE ET STABILITÉ SISMIQUE DU TUNNEL

Ce tunnel sera une structure relativement longue (plusieurs kilomètres) et les mouvements sismiques varieront de façon importante tout le long de la structure. Ces variations seront amplifiées par la nature différente des conditions géologiques rencontrées au long de son implantation (LeBœuf, 2016). Les matériaux meubles situés dans la partie nord du tracé du tunnel seront affectés à divers degrés dans l'éventualité d'un séisme majeur. La rupture des matériaux meubles est donc un aspect fondamental de la conception d'un tunnel sur ce site (Rancourt, 2016).

Selon LeBœuf (2016), les modes de rupture suivants doivent être considérés pour le tunnel :

- soulèvement ou rupture inversée du tunnel dû à la flottaison suite à la liquéfaction;
- plastification et rupture du revêtement par augmentation de la pression latérale des terres suite à la liquéfaction;
- déformations permanentes latérales suite à des instabilités de talus (lateral spreading) causées par la liquéfaction du sol;
- déformation permanentes causées par des tassements différentiels du sol de support durant et après le séisme;
- déformations cycliques transitoires.

Étant donné la nature des séismes dans la région du projet (par relèvement isostatique) la rupture par faille tectonique n'est pas considérée, selon Rancourt (2016). Cependant des tassements de couches moins denses pourraient entraîner des failles normales dans les sols. Les glissements de terrain ou instabilité de talus ne sont pas problématiques dans le cas du présent projet car ils affecteraient surtout les couches supérieures. Ces mouvements pourraient toutefois affecter le portail du côté nord. Ainsi la liquéfaction est le mode de rupture le plus probable dans les sols granulaire lâche sur ce site.

2.4.4 POTENTIEL DE LIQUÉFACTION DES SOLS

Selon ce que rapporte LeBœuf (2016), la liquéfaction des sols est un phénomène dans lequel un sol non cohésif sous la nappe phréatique perd une portion importante de sa capacité portante. Ce phénomène est causé par la tendance de certains sols pulvérulents de se compacter ce qui entraîne l'augmentation des pressions interstitielles et conséquemment une réduction de la résistance du sol.

LeBœuf (2016) indique que des études sur le terrain ont montré que les manifestations du phénomène de la liquéfaction peuvent être observées jusqu'à des profondeurs de l'ordre de 30 m. Toutefois, les abaques utilisées dans l'évaluation empirique du potentiel de liquéfaction n'ont été validées que sur des cas allant jusqu'à une profondeur de 15 m environ, ce qui limite leur domaine d'utilisation.

La question de la profondeur de la liquéfaction a été étudiée par le US Army Corps of Engineers au début des années 2000 (Steedman, 2002). Ces travaux ainsi que ceux d'autres chercheurs, tendent à démontrer que le potentiel de génération des surpressions interstitielles d'un sable saturé et contractant demeure élevé même à des pressions de confinement élevées. Les essais de liquéfaction faits à la centrifugeuse sont aussi arrivés à la même conclusion. Le problème de la profondeur maximum d'occurrence de la liquéfaction demeure une question ouverte en géotechnique mais il est raisonnable de supposer que les sols sableux en profondeur pourront être affectés lors de l'événement sismique de conception.

LeBœuf (2016) conclut qu'il est donc raisonnable de supposer, à ce stade-ci, qu'à des pressions effectives élevées (supérieures à 300 kPa), donc à des profondeurs élevées, que le phénomène de mobilité cyclique, associée à des surpressions interstitielles élevées, surviendra et entraînera des désordres potentiels dans la structure même si les risques de soulèvement et de rupture inversée de capacité portante diminuent avec la profondeur.

De plus LeBœuf (2016) indique, sur la base des indices de pénétration standard (*N*) relevés dans le rapport de Vandry-Jobin (1978), que les conclusions relatives au potentiel de liquéfaction des sédiments auxquelles sont arrivés LeBœuf (2003, 2006 et 2009) et Desgagnés et Pelletier (2011) (i.e. les zones sableuses sont liquéfiables) peuvent aussi s'appliquer à la portion nord du tunnel sous le chenal du fleuve Saint-Laurent.

Règle générale les effets potentiels de la liquéfaction des sols entourant les tunnels dans le cas d'un séisme majeur sont l'augmentation des contraintes sur le revêtement, la flottation et les déplacements permanents. Selon LeBœuf (2016) le tunnel sera affecté par la liquéfaction des sols jusqu'à une profondeur de 20 à 30 m environ. Pour les profondeurs supérieures à 30 m, le tunnel risque cependant d'être affecté par la mobilité cyclique, des déformations transitoires et par des tassements différentiels de l'ordre de 300 mm tel que prédit par LeBœuf (2016).

2.4.5 PROJETS DE TUNNEL AVEC DES CONDITIONS GÉOTECHNIQUES SIMILAIRES

Quelques projets de tunnels routiers ont été construits à l'échelle mondiale dans des conditions géotechniques impliquant des sols liquéfiables en zones sismiques similaires à celles prévalant pour le projet considéré dans la présente étude. Quelques-uns de ces projets sont décrits brièvement ici.

Les tunnels routiers de George-Massey à Vancouver (1959) et le tunnel ferroviaire BART à San Francisco (1974) sont les deux cas qui ont été le mieux étudiés. Le plus grand tunnel foré du monde (diamètre de forage 14.1 m) dans les années 90, traverse la baie de Tokyo sur 9.5 km à une profondeur de ±40 m dans une zone à forte sismicité et dans des sols de faible qualité. Les argiles molles présentes dans le sol traversé ont été améliorées efficacement par injection ciment (Tatsuoka 2000). Plus récemment, toujours en Asie, plusieurs réalisations de tunnels construits dans des zones à forte sismicité avec des sols potentiellement liquéfiables ont été construites ces quinze dernières années.

Certaines sections de tunnels du Taipei Rapid Tansit Systems à Taiwan construit à la fin des années 90 traversent des sols meubles liquéfiables (Chou, 2001) à multiples reprises. Ce tunnel est composé deux tubes forées de 6.1 m de diamètre extérieur à l'aide de voussoirs préfabriqués. Une épaisseur de sol de 10 à 20 m au-dessus du tunnel est présente.

Le tunnel autoroutier Shanghai Changjiang sous la rivière Yangtze est composé deux tubes forées de 15 m de diamètre extérieur faits de voussoirs préfabriqués de 0.65 m d'épaisseur. Long de 7.5 km, le tunnel passe sous des épaisseurs de sol jusqu'à 65 m. La quasi-totalité du tunnel traverse des conditions géologiques défavorables, tel que des sols liquéfiables, des silts sableux avec des pressions hydrostatiques jusqu'à 650 kPa. Construit dans une zone à risque sismique, le tunnel a été dimensionné pour résister à un séisme de magnitude 7. (Huang, 2008).

Plusieurs autres tunnels autoroutier en Chine ont de grands diamètres semblables à celui du tunnel autoroutier Shanghai Changjiang et traversent des rivières dans des conditions de sols mous (sable fin, silt, argile, etc.) avec la présence de zones potentiellement liquéfiables et devant résister à un séisme majeur de magnitude 6 à 7 (Tunneltalk, 2015, Herrenknecht, 2015) : le tunnel Nanjing sous la rivière Yangtze (3.7 km, D_{ext} 14.5 m) et le tunnel à Hangzhou sous la rivière Qianjiang (6.5 km, D_{ext} 15.4 m).

Deux tunnels majeurs reliant l'Europe à l'Asie sous le détroit de Bosphore en Turquie sont situés dans une zone à forte sismicité (magnitude supérieure à 7) à proximité du système de failles actives dans la mer de Marmara et traversent des sols meubles alluvionnaires. Le tunnel ferroviaire de Marmaray, construit en 2009, traverse sous le Bosphore sur une longueur de 1.4 km. Il a été réalisé par caissons immergés déposés dans une tranchée à 58 m de profondeur. Le tunnel autoroutier Eurasie en cours de construction a une longueur de 5.4 km et traverse le Bosphore. Ce tunnel autoroutier à deux étages avec deux voies de circulation à chaque niveau est réalisé avec un tunnelier de diamètre 13.7 m. Le profil en long effectue des transitions entre le socle rocheux (grès) et la zone alluvionnaire, sensible à la liquéfaction en cas de séisme majeur. Le tunnel traverse cette dernière à de fortes profondeurs, entre 60 et 90 m environ et doit faire face à de fortes pressions hydrostatiques. Le point bas du tunnel se situe à 106 m. Le tunnel est conçu pour une magnitude de 7.5 et repousse les limites de la construction souterraine sous fluviale dans une zone sismique active.

2.4.6 MITIGATION DES EFFETS DE LA LIQUÉFACTION

Plusieurs approches peuvent être adoptées pour réduire les effets de la liquéfaction. Pour les besoins de la présente étude, Rancourt (2016) a considéré que les sols au-dessus de 20 m de profondeur seraient densifiés par la méthode de vibro-compactage (ou vibro-flottation). Ceci s'applique sur une longueur relativement courte du portail nord car, tel qu'illustré sur la Figure 2.4, la zone liquéfiable sera en grande partie excavée pour la construction de la structure de raccordement au tunnel. La densification pour des profondeurs jusqu'à 20 m a également été recommandée par LeBœuf (2016).

Rancourt suppose pour les profondeurs supérieures à 20 m que les sols ne seront pas densifiés mais que le revêtement du tunnel ne pourrait subir la déformation associée aux tassements différentiels estimés à 300 mm par LeBœuf (2016). Il recommande donc le traitement des sols

sous le tunnel dans la section des dépôts meubles seulement. Le traitement préconisé est l'injection de coulis de ciment sous pression dans des trous disposés radialement sous le tunnel tel que montré sur la Figure 2.13. Chaque trou forme un pilier d'environ 2.5 m de diamètre et de 8 m de long. Les piliers sont agencés en éventail formant une assise consolidée et non liquéfiable pour le revêtement. Chaque éventail est espacés de 10 m ce qui représente un ratio d'injection d'environ 25% mesuré dans le sens du tunnel. Un traitement similaire a été recommandé pour un tunnel dans des sols liquéfiables de Taiwan.

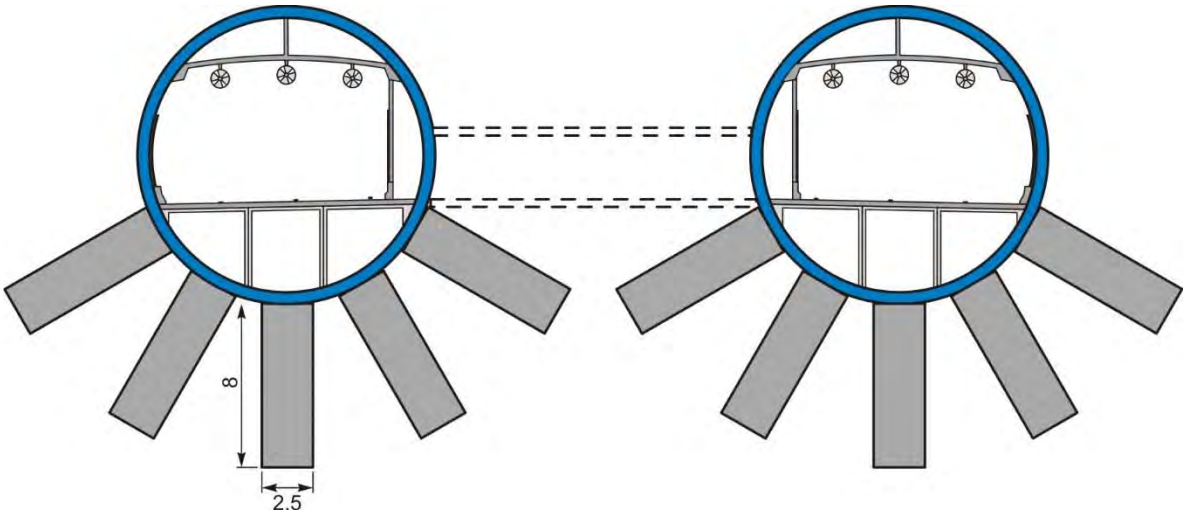


Figure 2.13 : Consolidation des sols par injection (tiré de Rancourt, 2016)

Enfin, Rancourt (2016) et LeBœuf (2016) recommandent que soit réalisée une étude d'évaluation de l'ovalisation et des déformations transitoires axiales et transversales du tunnel lorsque des données géotechniques seront disponibles le long du tracé. Il est également recommandé de procéder à des études dynamiques pour vérifier le comportement dynamique des sols situés à plus de 20 m de profondeur. Notamment de vérifier la possibilité de diminuer les déformations permanentes en localisant le tunnel sous les couches plus denses, voire non liquéfiables.

2.4.7 SOMMAIRE

Généralement, les effets de la liquéfaction des sols dans le cas d'un tunnel peuvent amener une augmentation des contraintes sur le revêtement, le flottement du tunnel et des déplacements permanents. Dans le cas présent, les experts (LeBœuf, Rancourt, Pelletier et Desgagnés) indiquent que ces risques sont faibles ou gérables. En effet, l'ensemble des avis indique que seules les couches supérieures, sur une profondeur de moins que 20 m, présentent un potentiel de liquéfaction pour un séisme de très grande intensité.

Il ressort de l'avis des experts que le risque de flottement causé par la liquéfaction ne doit pas être considéré comme critique. Cependant, ces experts sont d'avis que le tunnel pourrait subir des déplacements importants. Sur le site actuel, la saturation du sol dans les zones où ces déplacements risquent de se produire exige de s'assurer que l'intégrité du tunnel sera maintenue dans l'éventualité d'un séisme de très grande intensité. Les dernières expertises indiquent que cette situation est gérable mais requiert des investigations et études additionnelles afin de bien identifier les défis et les coûts associés.

3 CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL

3.1 INTRODUCTION

Le choix d'un tunnel routier par rapport à un ouvrage en surface est généralement considéré comme un moyen viable de minimiser potentiellement les impacts environnementaux tels que la congestion, la qualité de l'air, la pollution sonore, l'intrusion visuelle ou la perturbation des écosystèmes. Néanmoins un tunnel est un investissement conséquent qui n'est réalisé que s'il est réellement nécessaire. Pour un gestionnaire d'ouvrage, un tel projet, dans un pays où la tradition de construction et d'exploitation de tunnels est peu présente, ne doit être pas être pensée pour résoudre les problématiques de transport d'aujourd'hui, mais bien ceux imaginés à long terme. La mutation des types et modes de transport commence. La conception du tunnel devrait donc tenir compte des prévisions de la demande en transport et en mobilité à plusieurs horizons temporels pour s'assurer qu'une optimisation de la section-type pendant toute la durée d'exploitation soit garantie.

Ce chapitre présente, à l'étape de faisabilité technique, les premiers détails de conception, de construction et d'opération d'un tunnel comportant une partie forée avec tunnelier et des ouvrages de raccordement à chacune des extrémités. Le critère de largeur des voies de circulation, des accotements et du type de véhicules autorisés ont été déterminés par le MTMDET. Le tunnel respecte les principales exigences des normes ou recommandations internationales ainsi que la dernière édition du code CSA-S6 (CSA, 2014) et les exigences spécifiques du Ministère lorsqu'applicables.

Ce chapitre s'appuie en partie sur le rapport d'étude remis par Rancourt (2016) dans le cadre de son mandat. Ce chapitre rapporte également certaines recommandations spécifiques pertinentes mentionnées lors de l'étude de faisabilité d'une option tunnel pour le remplacement du pont Champlain (BCDE, 2011a et b).

Il n'existe au Canada aucune réglementation ou norme visant la conception des tunnels. On doit donc s'en remettre aux règles et critères développés dans d'autres pays, en particulier en Europe et aux États-Unis.

Dans le cadre des tunnels routiers, les critères géométriques de la section transversale des tunnels varient selon les pays, tout comme les exigences et réglementations en matière de sécurité. La mise en commun des expériences acquises dans le domaine des tunnels à travers le monde constitue la mission première du comité des tunnels routiers de l'Association mondiale de la route (AIPCR), grâce à la publication de plusieurs rapports de recommandations techniques. En novembre 2015, l'AIPCR a mis en ligne une encyclopédie électronique, appelée « Manuel AIPCR des tunnels routiers » (AIPCR, 2015) qui traite de tous les aspects liés à l'utilisation des tunnels routiers, tels que la géométrie, les équipements et leur maintenance, l'exploitation, la sécurité et l'environnement, synthétisant les divers rapports publiés depuis une vingtaine d'années. Il est à noter que ces recommandations sont largement suivies au niveau mondial et peuvent figurer sous forme de clauses contractuelles dans les exigences techniques de conception et d'exploitation d'un projet de tunnel. Ainsi, plusieurs recommandations relevées dans ces publications seront soulignées dans chacune des sections de ce chapitre.

Dans le contexte nord-américain avec des gabarits routiers qui diffèrent généralement des standards européens pour les tunnels routiers, deux rapports d'études récents ont été consultés (FHWA, 2009; NFPA 2014). Dans son manuel des tunnels routiers, l'AIPCR (2015) présente les tunnels comme des systèmes complexes ayant dans certains pays, une image des hauts risques et de coûts élevés. Les principaux éléments à considérer lors de la conception d'un tunnel routier sont les suivants :

- le volume de voitures;
- la ventilation;
- le système d'évacuation des personnes;
- la longueur et la pente du tunnel;
- les réseaux et les équipements;
- les méthodes de construction et les conditions géologiques.

Tous ces éléments ont un effet direct sur les coûts, notamment les incertitudes reliées à la complexité des sols. La mise en œuvre de toutes les investigations nécessaires pour lever le maximum d'incertitudes géologiques et géotechniques minimisera les risques techniques à affronter en phase de construction pouvant fortement impacter la prévision des coûts de génie civil et les échéanciers. Lorsque les inconnues sur les caractéristiques du sol seront levées lors d'études ultérieures, une étude de risques, de leur gravité et leur occurrence tant en phase de construction que d'exploitation devra être réalisée. De plus, l'environnement socio-économique entourant le projet peut avoir un effet considérable sur les coûts directs.

3.2 DESCRIPTION DE L'OUVRAGE SOUTERRAIN

La prise en compte, dès les études préliminaires du projet, des grands enjeux relatifs aux différents aspects énoncés en introduction constituent une approche efficace pour résoudre ce système complexe, dont de nombreux paramètres sont interdépendants et de nombreuses interactions sont circulaires. Dans la présente section, seule la conception du tunnel sous le seul aspect de la section type, du tracé en plan et du profil en long est abordée. La justification et l'incorporation des systèmes d'exploitation et de sécurité proposées sera traitée à la section 3.4. À ce stade encore très préliminaire, de nombreux paramètres restent encore indéterminés ou variables. Dès les prochaines étapes du projet, l'assistance d'une expertise extérieure spécialisée sur les grands enjeux propres aux domaines des tunnels, tel que la ventilation, la sécurité dans un environnement confiné et les conditions d'exploitation serait un facteur de succès. Cela permettrait de contribuer à l'optimisation technique et économique du projet en répondant aux problèmes autres que l'aspect du tracé, de la géologie et du génie civil. Les principales caractéristiques de conception sont résumées au Tableau 3.1.

Tableau 3.1 : Caractéristiques du tunnel

Paramètre	Sélection
Densité de circulation (DJMA)	25 000
Type de tunnel	Interurbain
Vitesse de conception	80 km/h (vitesse affichée de 70 km/h)
Voie de circulation	11.1 m comprenant 2 voies de 3.7 m de large et accotements de 3.0 m et 0.7 m
Hauteur libre	5.5 m
Méthode de construction	Tunnelier
Longueurs	Longueur totale du tunnel : 7.80 km comprenant une partie forée au tunnelier de ± 7.05 km et des tranchées couvertes d'approche de ± 0.75 km au total pour les deux extrémités
Ventilation	Longitudinale avec gaines d'extraction transversale
Conditions hydrogéologiques	Sous le niveau de la mer (±70 m max.)
Conditions géologiques traversée	70-80% - socle rocheux : roche sédimentaire, schiste avec inter-lits de grès
	20-30% - dépôts meubles dépôts alluvionnaires composés en grande majorité de matériaux pulvérulents de composition sableuse avec présence de lits silteux et argileux

3.2.1 SECTION TRANSVERSALE

À ce stade de l'étude de faisabilité technique, la section type est composée de deux tubes de diamètre extérieur de 15.1 m interconnectés par des galeries d'accès à intervalles réguliers. La coupe type proposée pour le tunnel est montrée sur la Figure 3.1.

Chaque tube est dédié à un sens de circulation et comporte deux voies de circulation. En première hypothèse, l'épaisseur des voussoirs préfabriqués est fixée à 0.65 m. Le diamètre intérieur du tunnel est de 13.8 m. Au niveau de la dalle de circulation, la section comporte (Figure 1.2) :

- une chaussée, à deux voies de circulation de 3.7 m chacune;
- une zone hors chaussée à gauche composée :

- d'un accotement de largeur de 0.7 m;
- d'un parapet de sécurité en béton de protection.

- une zone hors chaussée à droite composée :
  - d'une bande d'arrêt d'urgence de 3.0 m de large;
  - d'un parapet de sécurité en béton de protection;

- une issue de secours de 1.12 m de large conduisant aux galeries d'interconnexion.

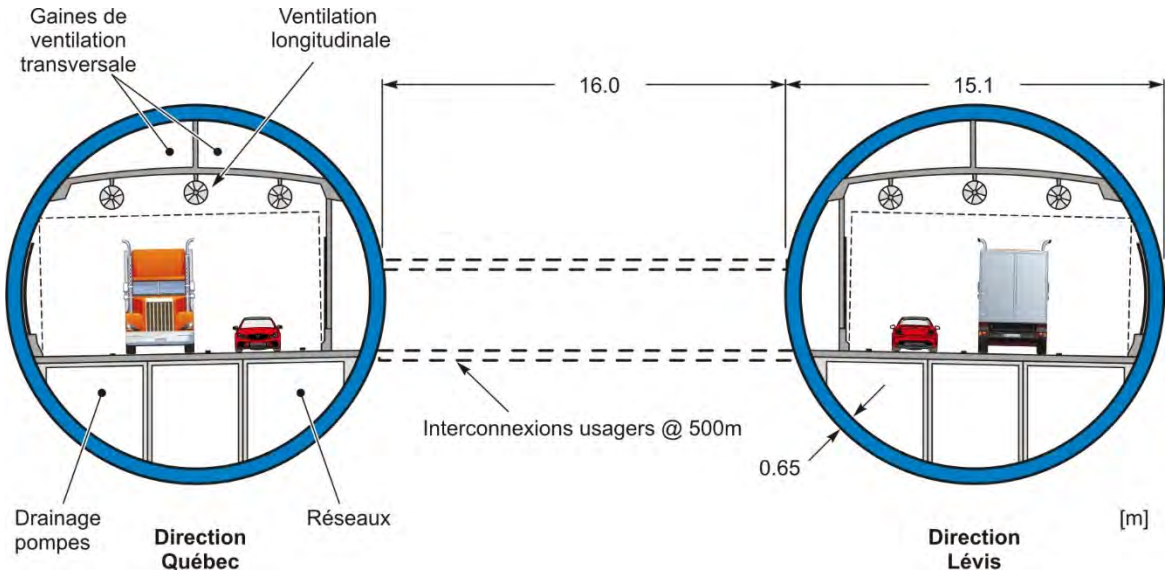


Figure 3.1 : Section type du tunnel

Il a été décidé de ne pas disposer de trottoirs de part et d'autre de la chaussée, tel que recommandé aux Pays-Bas et en Suède (AIPCR 2001). La largeur des accotements à gauche et à droite serviront de voies d'accès aux piétons en cas d'accident ou d'incendie. De plus, ne pas disposer de trottoir, facilite l'accès aux issues de secours pour les usagers handicapés et facilite l'entretien de la chaussée.

L'exigence du gabarit de 5.5 m de hauteur requis par le Ministère est considérée comme étant la hauteur libre dans le tunnel (somme du gabarit maximal des poids lourds autorisés et de la distance de confort à l'objet). Une marge supplémentaire d'environ 0.3 à 0.4 m est souvent conseillée avec les premiers éléments d'exploitation, tel que les panneaux de signalisation, d'éclairage, la ventilation ainsi que la prise en compte des éventuels défauts construction ou resurfaçage sans avoir scarifié la couche précédente d'enrobage.

Un devers de la chaussé limité à 2% est à prévoir pour la collecte des eaux, où autres produits déversés sur la chaussée en cas d'incident. Aucune transition de devers de la chaussée n'est

à prévoir, ce qui simplifie le réseau d'assainissement dans chaque tube. Les caniveaux de récupération des eaux ont été compris dans la largeur de l'accotement aux points bas transversalement au droit de la glissière en béton. Les eaux usées sont canalisées dans la partie inférieure du tunnel et collectées aux points bas du profil en long pour être relevées par un système de pompes aux deux extrémités de chaque tube. Pour faciliter la maintenance des parapets en béton suite à une collision majeure, un système de parapets préfabriqués pourrait être regardé.

Les équipements de signalisation et sécurité seront placées selon leur fonction au-dessus des voies de circulation et sur les sections latérales des parois du tunnel dans les espaces hors-chaussée. Le système de ventilation longitudinal, utilisé en conditions d'opération normales, et les gaines de désenfumage, requises en cas d'incendie, se situent en partie supérieure de la voûte au-dessus de la chaussée.

Une distance de 16 m sépare les deux tubes. Des galeries d'interconnexion entre les tubes pour l'évacuation des usagers et l'accès du personnel d'urgence sont prévues tous les 500 m, tel que montré sur la Figure 3.2. Un total d'environ 15 galeries est requis, dont 2 à 4 unités devront être excavées dans les dépôts meubles du chenal nord. Pour ces dernières, une consolidation des sols au moyen d'injections de béton à haute énergie ou de congélation des sols devra être prévue préalablement à l'excavation des galeries, une fois les deux tubes réalisés. Elles ont une forme en D, d'une largeur et hauteur maximale de 4 m environ. Leur accès s'effectue par l'intermédiaire de l'issue de secours longitudinale, dont la tenue au feu est de 2 heures. Les portes d'accès à l'issue de secours sont espacées tous les 100 m. Ces structures sont requises, car elles constituent le seul accès à une zone sécuritaire pour les usagers en cas d'incendie.

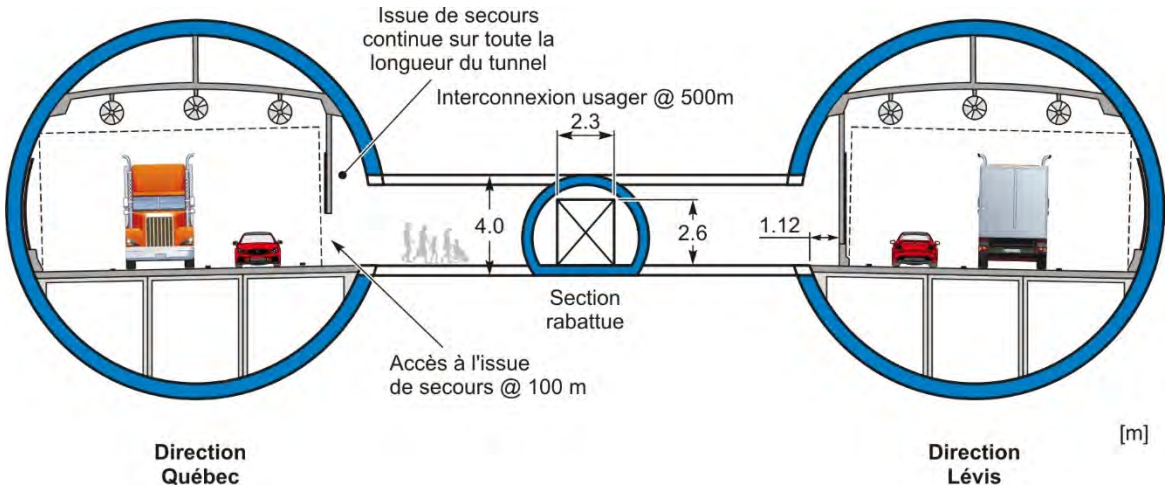


Figure 3.2 : Interconnexions et issues de secours

À ce stade de l'étude, une galerie d'interconnexion pour véhicule d'intervention est prévue à mi-distance du tracé. La dimension de cette galerie est montrée sur la Figure 3.3. Elle a une forme en D, d'une largeur de 10 m et de 16 m de long. La hauteur maximale intérieure est de 6 m, comme illustré sur la Figure 3.4. Cette galerie serait située dans le roc.

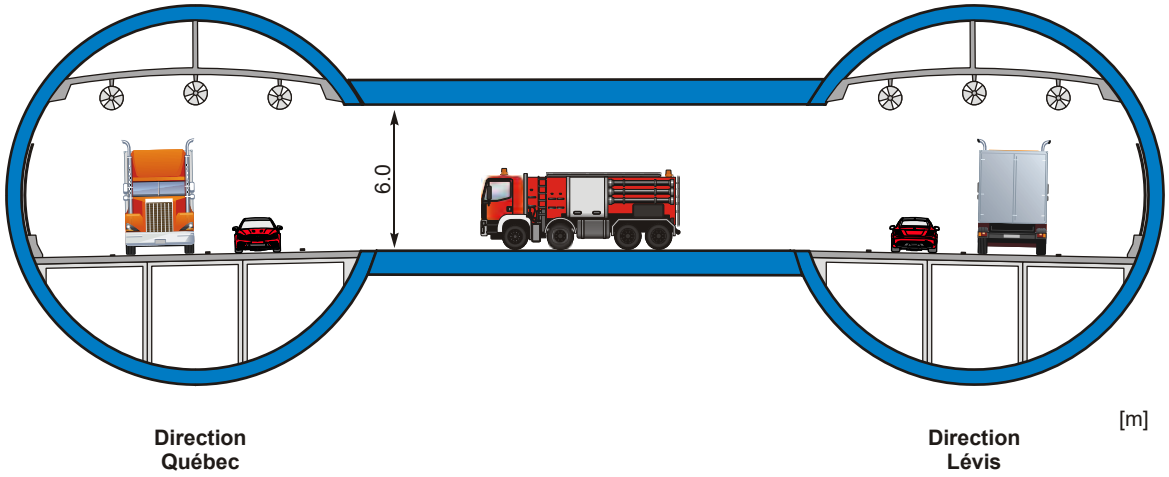


Figure 3.3 : Interconnexion technique à mi-parcours

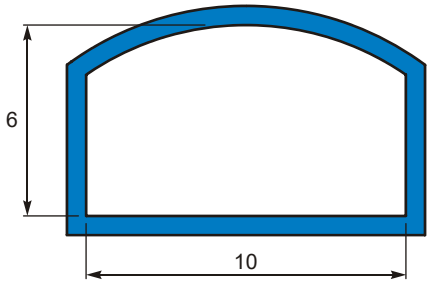


Figure 3.4 : Section typique de la galerie d'interconnexion pour véhicules d'intervention

Avec un diamètre de forage D_f autour de 15.4 m de diamètre, l'ouvrage projeté entre dans la catégorie des mégaprojets de tunnels. Toutefois la technique retenue a été éprouvée avec succès dans divers projets internationaux, en présence de conditions géotechniques difficiles, de grandes distances de forage, sous de fortes pressions hydrostatiques, etc., tout en garantissant un niveau de sécurité et fiabilité de construction. À l'heure actuelle, le plus gros diamètre de forage au tunnelier, en cours de réalisation, est le tunnelier Bertha de 17.4 m conçu par Hitachi Zosen dans le cadre du remplacement l'autoroute surélevée Alaskan Way à Seattle. Cependant, la grande majorité des mégaprojets de tunnels autoroutiers à travers le monde se concentre sur des diamètres de forage D_f autour de 15 m

depuis une dizaine d'années. Les projets du tunnel de Shanghai Changjiang sous rivières (D_f = 15.43 m), du tunnel de l'autoroute M30 à Madrid (D_f =15.2 m) et du tunnel autoroutier Galleria Sparvo en Italie (D_f = 15.6 m) en sont quelques exemples.

3.2.2 TRACÉ EN PLAN – ALIGNEMENT HORIZONTAL

Le choix du tracé établi par le MTMDET a pour objectif principal de permettre une ceinture périphérique de la CMQ en reliant les rives nord et sud du fleuve à l'est des villes de Québec et Lévis. Ce lien doit être conçu pour relier directement le système autoroutier. Le tracé a été décrit sommairement à la section 1.3.2. Une description détaillée du tracé, des structures de raccordement, et des portails est présentée dans cette section. Le tracé a été considéré en maintenant un couvert de sol équivalent à 15 m au-dessus de son extrados aux extrémités, soit environ une fois son diamètre. Combiné au choix des rampes d'accès au tunnel, cela fixe la position du point d'attaque du tunnelier, appelé le tympan. Le tympan est une paroi en béton réalisée au droit du point d'attaque et du point de sortie du tunnelier. Au niveau du point d'attaque, le tunnelier est assemblé au droit de cette paroi en béton qui sera forée du diamètre du tunnelier dès le début d'avancement du forage.

La coordination du tracé en plan avec le choix du profil en long doit faire l'objet d'un soin particulier dans un tunnel pour favoriser le niveau de confort et de sécurité des automobilistes. L'effet visuel des changements de pentes en profil en long, notamment aux points hauts, est caractérisé par un champ visuel limité et l'éblouissement des dispositifs d'éclairage (AIPCR, 2015). Le rayon de courbure minimum en plan a été fixé à 2 800 m pour permettre une distance de visibilité d'anticipation dans le tunnel pour une vitesse affichée de 70 km/h.

Le tracé est présenté sur la Figure 3.5. La longueur du tunnel foré est de de 7 055 m environ entre le point d'entrée et sortie du tunnelier, et un total de 750 m de raccordement construit en tranchée couverte, auquel s'ajoute des parties à ciel ouvert et des échangeurs de raccordement. Le tracé est en « S » pour assurer un raccordement tangent rive nord avec l'autoroute 40 dont la pente est prononcé (> 5%).

Figure 3.5 : Vue en plan du tracé du tunnel (fond de plan tiré de Google Maps)

Côté rive sud, la position du point d'attaque du tunnelier se situe à environ un kilomètre au sud de la route 132. Entre le point de raccordement à l'Autoroute 20 et le point d'entrée du tunnelier, ce tronçon est réalisé en tranché ouverte sur les premiers 400 m, puis passe ensuite en tranchée couverte sur environ 50 m.

À ce stade, un puits de ventilation intermédiaire est considéré. Il est situé en retrait des berges de l'Île-d'Orléans dans le fleuve St-Laurent. Ce puits est combiné à une unité de ventilation qui permet d'assurer un meilleur renouvellement de l'air frais dans le tunnel et un point intermédiaire d'extraction des fumées en cas d'incendie. Il offre un potentiel d'optimisation de la ventilation et des gaines d'extraction de la fumée en cas d'incendie. Cette unité devra faire l'objet d'une réflexion architecturale pour s'intégrer dans le paysage de la pointe de l'île. Elle pourra être accessible aux citoyens et constituer un lieu d'accès pour offrir un point de vue du la ville de Québec.

Côté rive nord, le tunnel émerge sur les berges du Saint-Laurent avec une pente de la rampe d'accès à 5%, le forage du tunnel ressort à environ 400 m des berges. Une digue temporaire dans le chenal nord du fleuve Saint-Laurent est nécessaire durant la phase de construction pour créer une enceinte étanche. Cette enceinte, d'une élévation d'environ 6 m, soit 2 m au-dessus du niveau de référence du fleuve garantit un travail au sec pour :

- la construction du tympan ;
- la construction de la partir souterrain en tranchée couverte se raccordant aux derniers voussoirs du tunnel ;
- la construction de l'unité de ventilation.

De manière courante, les unités de ventilation sont situées aux deux extrémités du tunnel au-dessus de la zone en tranchée couverte.

3.2.3 PROFIL EN LONG – ALIGNEMENT VERTICAL

Le profil a été établi en supposant une épaisseur de sol minimale équivalente à 15 m, soit environ une fois le diamètre du tunnel au-dessus de son extrados aux deux extrémités. Le recouvrement minimum sous fluvial déjà réalisé est d'un demi diamètre lors du projet du 4ème tunnel sous l'Elbe en Allemagne avec un tunnelier de 14.2 m.

Le profil du socle rocheux proposé est très approximatif. Il a été élaboré par extrapolation des données de forages disponibles. Pour la partie dans le chenal nord, les profils sont basés sur trois forages ayant atteint le roc (Vandry-Jobin, 1979) dans le prolongement de l'autoroute 40 située approximativement entre 100 et 200 m du tracé suggéré. Ces données doivent donc être considérées avec la plus grande précaution et devront bien entendu être précisées à la suite des études d'investigation géologiques et géotechniques requises à l'étape de préfaisabilité. Des modifications du profil en long et des pentes pourront en découler. L'AIPCR (2015) note que sur l'ensemble des tunnels routiers à volume de trafic élevés, ceux avec des profils longitudinaux descendants présentent un taux d'accident supérieur en raison de l'influence de la vitesse. Le profil longitudinal du tunnel est esquissé sur la Figure 3.6.

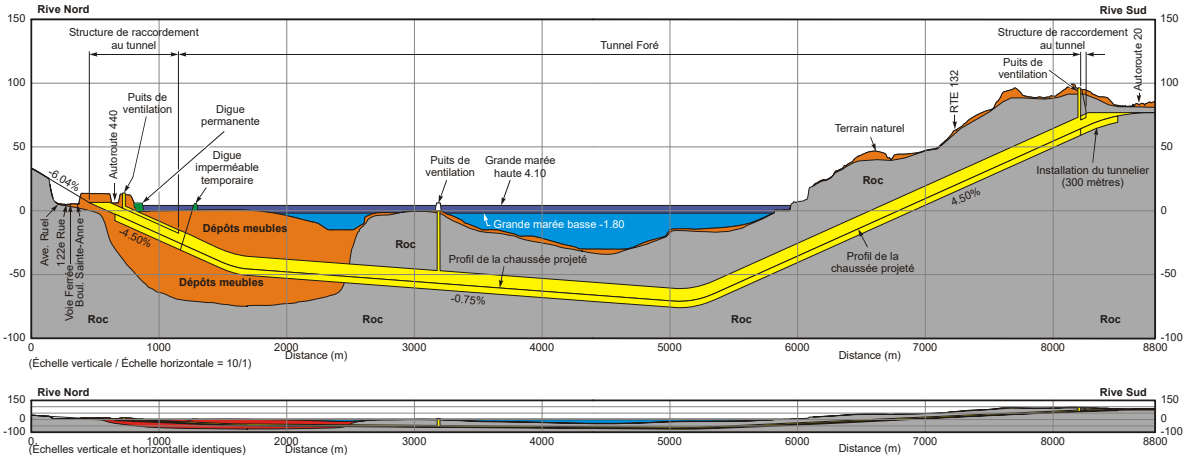


Figure 3.6 : Profil longitudinal du tunnel dans le site (adapté de MTMDET 2016)

Le profil en long est essentiellement conditionné par les contraintes suivantes :

- le fond du lit du fleuve Saint-Laurent;
- la zone de dépôts meubles potentiellement liquéfiables en cas de séisme majeur;
- la maximisation de la phase forée avec le tunnelier dans le socle rocheux;
- une pente maximale de 4.5% dans le tunnel.

La rampe d'accès rive nord a une pente de 4.5% qui se prolonge dans la zone forée au tunnelier. Ensuite une pente de 0.75% rejoint progressivement le niveau de plus bas du profil pour remonter avec une pente de 4.5% pour rejoindre le portail sud. Le point bas du tunnel est situé à une profondeur de -70 m environ, dans l'axe du chenal sud. Le point bas, se situant dans le roc, n'implique pas nécessairement que le forage s'effectuera avec 7 bars de pression hydraulique en tête de l'outil de coupe. Les études hydrologiques requises dans les prochaines étapes permettront d'avoir une estimation de pressions hydrauliques rencontrées. Avec des pentes supérieures à 3% et des rampes relativement longues, la capacité pratique de la chaussée en présence de camion est nettement diminuée.

3.2.4 CAPACITÉ PRATIQUE D'UNE CHAUSSÉE DU TUNNEL

Cette section est tirée du calcul de capacité pratique présenté dans le rapport de l'AIPCR (2001). La capacité théorique d'un tronçon routier est l'intensité maximale du trafic par heure. La capacité théorique est d'environ 2200 véhicules par heure et par voies (véh/h.v). Ce chiffre n'est par un maximum absolu, mais est fondé sur une répétabilité raisonnable.

La capacité pratique, C_p d'un tronçon de chaussée se calcule donc en fonction de la capacité théorique et des divers facteurs : la largeur de voie et des zones hors chaussées, le

pourcentage de poids lourds, et le type d'automobiliste (familiers ou non à emprunter un tunnel). Elle est calculée comme suit :

$$C_p = 2\,200 \times N \times C_l \times C_{pl} \times C_c$$

Dans le cas du présent tunnel, avec une largeur de voie supérieure à 3.6 m et une distance minimale entre la route et le premier obstacle de 0.7 m pour la voie de gauche, le coefficient d'ajustement, C_l est de 0.97.

Le coefficient de poids lourd C_{pl} est différent selon la pente et la longueur de la pente pour rejoindre les extrémités. Le Tableau 3.2 résume les différentes valeurs en considérant une proportion de poids lourds correspondant à 10% du trafic total. Selon les premières hypothèses sur le profil en long, le coefficient poids lourd minimal est autour de 0.65. Le coefficient de correction C_c est estimé à 90%, considérant que 10% des automobilistes empruntant le tunnel ne sont pas des usagers familiers du tunnel.

Tableau 3.2 : Coefficient de poids lourd

Rampe	Pente (%)	Longueur (km)	C_{pl}
Portail nord	4.5	1.15	0.71
Rampe intermédiaire	0.75	3.50	0.95
Rampe	4.5	3.15	0.65

À ce stade de l'étude en considérant deux voies de circulation, la capacité pratique de l'ensemble de la chaussée dans un sens est d'environ 2486 véh/h pour les deux voies dans chacune des directions. Ainsi, la capacité pratique de la chaussée est réduite de 43.5% par rapport à la capacité théorique de deux voies. Cette forte chute de rendement est liée directement à la grande longueur de rampe et à leur forte déclivité.

3.2.5 AXES D'OPTIMISATION DE LA SECTION

La tendance actuelle des tunnels autoroutiers en zone urbaine s'oriente majoritairement sur des sections transversales de grand diamètre. Un tunnel peut être conçu pour accommoder tous types de catégorie de routes, de tailles de véhicules et de types de matières transportées. Cependant ces choix fondamentaux impactent fortement les coûts de construction et d'exploitation. La section proposée répond aux premières exigences du MTMDET selon les critères de classification standard d'une autoroute. Dans le contexte du présent tunnel d'une grande longueur forée au tunnelier traversant des alluvions sableux saturés avec la présence de lits silteux et argileux, chaque 0.5 m de réduction sur le diamètre extérieur se chiffre en dizaines de millions de dollars d'économie. Les expériences similaires

dans le monde montrent que les gros diamètres de tunnels urbains (± 15 m) sont sélectionnés pour accommoder 3 voies de circulation, avec par conséquent des accotements réduits à leur maximum afin de répondre à un fort taux d'accroissement du trafic routier dans la zone concernée (Madrid, Shanghai, Nanjing, Auckland). Selon les besoins, le niveau inférieur à la dalle de roulement a été conçu, pour une voie de circulation des véhicules de secours (tunnel de Madrid), ou en prévision d'un train de passagers (tunnels de Shanghai et de Nanjing).

Dans le présent projet, la largeur des voies permet l'aménagement éventuel d'une troisième voie réservée au transport en commun. L'optimisation du diamètre du tube doit être vue comme l'un des éléments clefs de la conception. Le choix définitif de la section transversale doit forcément passer par un processus itératif. Ainsi la section pourra être optimisée dans les étapes subséquentes du projet en modifiant la largeur des voies, les largeurs d'accotements et la hauteur libre. Il n'y a pas uniquement une seule solution viable, mais un nombre réduit de solutions optimales. Quelques axes d'optimisation sont présentés ci-dessous.

Hauteur libre

Au stade de l'étude de faisabilité du remplacement du pont Champlain, la hauteur libre retenue pour le passage des camions de l'option tunnel avait été fixée à 5.0 m. Pour une autoroute en tunnel, la norme AASTHO (2004) recommande une hauteur libre de 4.9 m (Figure 3.7). Il est à noter de plus que la hauteur libre du tunnel Louis-H. La Fontaine est de 4.4 m pour la voie centrale et 4.2 m pour les voies de droite et gauche. Il paraît nécessaire dans les prochaines étapes du projet, de confirmer la nécessité d'un gabarit de 5.5 m, sachant qu'un itinéraire alternatif (Pont Pierre-Laporte) reste existant pour les véhicules de grands gabarits.

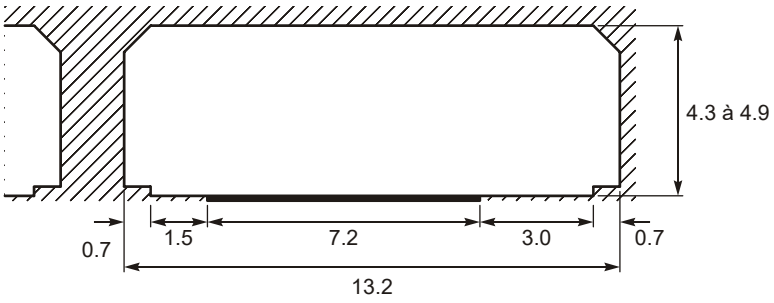


Figure 3.7 : Gabarit routier souhaitable pour un tunnel routier à deux voies selon le code AASHTO (2004)

Il est donc primordial que le gabarit routier et le type de véhicules autorisés, sélectionnés par le propriétaire d'ouvrage, découle d'une étude approfondie du types de densité de circulation dans le secteur et des routes alternatives existantes pouvant être définies pour

certains types de véhicules. Il apparaît, à ce stade de l'étude, que les largeurs hors chaussées pourraient être optimisées. Si la bande d'arrêt d'urgence devait être conservée, sa hauteur libre pourrait être variable pour réduire l'emprise du gabarit.

Il convient toutefois de noter que dans la configuration à deux tubes c'est davantage la largeur des voies qui dicte le diamètre du tunnel plutôt que la hauteur libre. Dans une configuration à un seul tube à deux niveaux, le choix du gabarit pour la hauteur libre serait plus critique.

Largeur hors chaussée

Les largeurs hors chaussée de chaque côté dans un tunnel routier peuvent comprendre des accotements, des bandes d'arrêt d'urgences, des trottoirs et des glissières. Si un consensus d'une voie circulation autoroutière unidirectionnelle entre 3.5 et 3.75 m semble exister pour divers pays pour assurer une voie confortable, idéale et qui offre une capacité de trafic optimale dans un tunnel (AIPCR, 2001 ; AASHTO, 2004), les dimensions et les critères relatifs aux éléments de la zone hors chaussée varient énormément d'un pays à l'autre.

Le rapport de la FHWA (2009) recommande dans la phase d'avant-projet d'un tunnel de considérer la réduction de certaines des réglementations de l'ASSHTO (2004) présentées à la Figure 3.8, en particulier au niveau des accotements. La conservation des largeurs standards d'accotement, certes souhaitable, conduira à une augmentation considérable du coût de construction de l'ouvrage. La Figure 3.8 présente une section type recommandée pour un tunnel unidirectionnel à deux voies, avec des accotements à droite et à gauche de la chaussée de 1.2 et 0.6 m.

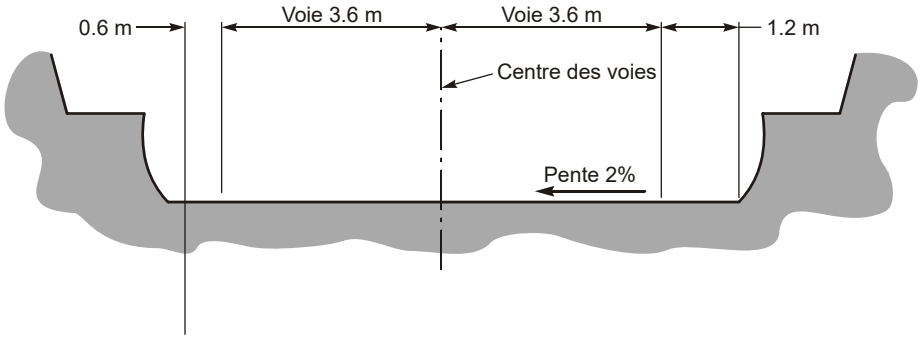


Figure 3.8 : Section typique d'un tunnel routier à deux voies (FHWA, 2009)

Pour des raisons de viabilité économique, l'ensemble des tunnels routiers de gros diamètre ne sont pas équipés de bandes d'arrêt d'urgence ou de refuges. Ils ne permettent donc pas à un véhicule de stationner sur l'accotement adjacent à la voie de circulation, sans qu'il occupe une partie de la voie et gêne la circulation, bien que cela puisse entraîner la formation de ralentissements selon l'intensité du trafic, en cas de panne de véhicules ou

d'incidents divers nécessitant l'arrêt d'un véhicule (AIPCR, 2001). Il est estimé qu'une largeur de 2.0 m est nécessaire pour qu'une voiture particulière puisse se stationner sans gêner la circulation. Les directives françaises déconseillent de définir une largeur d'accotement à droite de la chaussée entre 1.0 et 2.0 m afin de s'assurer que les automobilistes ne considéreront pas cette zone hors chaussée comme une bande d'arrêt d'urgence sur laquelle on peut s'arrêter en toute sécurité. Le rapport de l'AIPCR (2001) fournit un récapitulatif des largeurs hors chaussée avec ou sans bande d'arrêt d'urgence de chaque pays ayant une directive à cet égard.

La disposition de trottoirs n'est pas obligatoire selon plusieurs directives (Pays-Bas, Norvège, Suède). Les directives françaises n'exigent pas de trottoir lorsque la largeur de l'accotement est supérieure ou égale à 2 m. Même s'il existe une bande d'arrêt d'urgence, les trottoirs sont préférés aux glissières métalliques de sécurité, car ils offrent une distance de visibilité supérieure dans les virages, un espace pour les capteur et signalisation, la possibilité d'ouvrir les portes des voitures côté trottoir et un espace supplémentaire pour les câbles et conduites (AIPCR, 2001). De plus les trottoirs assurent l'ouverture des portes de secours sans gêner la circulation. De manière courante la hauteur des trottoirs est de l'ordre de 200 mm, permettant l'ouverture d'une portière de voiture. En présence ou en absence de bande d'arrêt d'urgence, les largeurs de trottoirs requises diffèrent entre les différentes directives. Globalement, la largeur est comprise entre 0.7 à 1.0 m. La norme AASHTO (2004) recommande une largeur minimale de trottoir de 0.7 m. De plus, ces trottoirs peuvent constituer une zone franchissable par les véhicules de secours, en utilisant la largeur combinée du trottoir et de l'accotement latéral pour se rendre plus rapidement à un lieu d'incident en cas de congestion.

Les parapets en béton sont préférables sur les accotements étroits, car ils ne nécessitent pas un espace important à l'arrière pour permettre sa déformation, contrairement aux glissières métalliques. Par contre, en cas d'angle d'impact important, les conséquences de la collision peuvent être graves. Dans un tunnel, la fonction des parapets est double, elle permet de remettre un véhicule dans le sens normal de la circulation tout en protégeant les voussoirs du tube de tout impact. En présence de parapets, la distance à l'objet est considérée par rapport à la base de ce dernier et la ligne de rive.

Selon l'AIPCR (2001), il est important de noter qu'une zone hors chaussée ne limite pas la capacité pratique du débit routier lorsque sa largeur est supérieure ou égale à 1.8 m. Une largeur supérieure à celle-ci peut entraîner une augmentation de la vitesse de circulation souhaitée. La réduction des zones hors chaussée a un impact faible sur la réduction de la capacité pratique du débit routier par rapport à la pente des rampes. Pour une distance à l'objet de 1.2 m, 0.6 m, et nul, le pourcentage de réduction de la capacité d'une voie est de 1%, 3%, et 8% respectivement.

En dernier lieu, il est courant d'avoir une vitesse de base dans les tunnels inférieure de 10 à 20 km/h par rapport aux vitesses des routes qu'ils relient. La diminution de la vitesse de base peut permettre une réduction de la largeur hors chaussée tout en améliorant la sécurité routière dans le tunnel.

Interconnexions

Des issues de secours sont aménagées dans tous les tunnels (à l'exception des tunnels très courts) pour permettre aux usagers de rejoindre à pied, en cas d'incendie, un espace sûr après s'être enfuis de l'espace réservé à la circulation. L'intervalle entre les issues de secours pour les usagers varie globalement entre 100 et 500 m, selon les directives du pays. La première issue de secours ne doit pas se situer à plus de 10 minutes de marche. Pour les tunnels sous fluviaux, deux types d'issues de secours existent :

- les interconnexions entre tubes ;
- les voies d'accès sous la chaussée.

Dans le cas du présent projet, en présence d'un tunnel de grand diamètre, long et dans un contexte géologique complexe au niveau du chenal nord, une comparaison succincte des deux types d'issue de secours est présentée au Tableau 3.3.

Tableau 3.3 : Comparaison du type d'issue de secours

Issue de secours	Accessibilité	Longueur de l'issue de secours	Difficulté de construction	Impact sur la structure	Espacement envisageable (m)
Tubes intercon-nectés	Bonne	Courte	Élevée	Affaiblit ponctuellement la résistance du tube	150 à 500
Accès à la sous face de la chaussée	Faible (personne à mobilité réduite)	Longue	Faible	Aucune	75 à 300

À titre indicatif, le Tableau 3.4 présente les stratégies d'évacuation des usagers adoptées dans certains tunnels à l'étranger. Il est intéressant de noter que depuis une dizaine d'années, avec le renforcement de la sécurité dans les tunnels, la distance entre deux issues de secours consécutive ne dépasse pas 300 m. À juste titre, aux États-Unis, la dernière version du code de sécurité incendie NFPA 502 (2014) limite la distance entre deux issues de secours à 300 m (1000 pieds).

Tableau 3.4 : Intervalle maximal choisi dans de divers projets

Tunnel	Longueur (km)	Interconnexions usagers (m)	Accès inférieur (m)	Pays	Année
Tokyo Bay	9.50	Aucune	300 (Toboggan)	Japon	1997
Westerschelde	6.60	250	Aucun	Pays-Bas	2002
4ème liaison sous l'Elbe	4.40	1000	Aucun	Allemagne	2003
Strenger	5.75	500	Aucun	Autriche	2004
Weser	1.60	327	Aucun	Allemagne	2004
Shanghai	7.60	830	280 (Escalier)	Chine	2009
Sparvo	2.50	300	Aucun	Italie	2014
Waterview connection	2.40	150	Aucun	Nouvelle-Zélande	En cours

Suite à une analyse de risque dans les prochaines étapes du projet, les espacements des interconnexions usagers pourront être confirmés. De plus l'intérêt de conserver une galerie d'interconnexion pour véhicules d'intervention à mi-distance devra être validé.

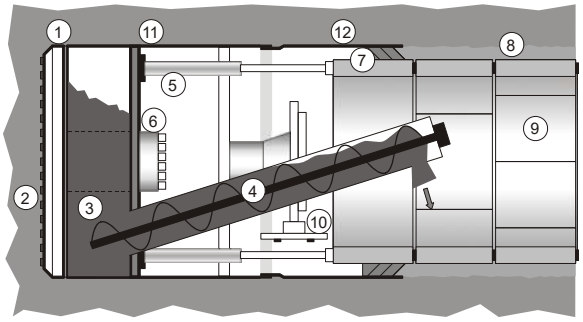
3.3 CONSTRUCTION

3.3.1 MÉTHODE D'EXCAVATION ET CONSTRUCTION

La technologie des tunneliers ou TBM (Tunnel Boring Machines) a évolué de façon très rapide depuis les années 2000. Environ une quinzaine de tunnels dans le monde ont été réalisés avec des tunneliers de diamètre aux alentours des 15 m. Le diamètre record est actuellement de 17.4 m pour un tunnelier fabriqué par Hitachi-Zosen dans le cadre du projet « Alaskan Way » à Seattle, USA. Le projet d'un tunnel traversant la rivière Neva à St-Pétersbourg, suspendu en 2012 pour des raisons financières, avait tout de même permis de valider en phase de conception le forage au tunnelier avec un diamètre de 19.25 m. Le diamètre de tunnel proposé dans la présente étude, bien que considéré comme de grande dimension, est techniquement réalisable au tunnelier.

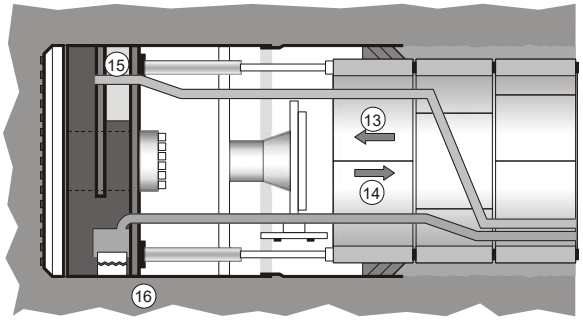
Les tunneliers modernes permettent maintenant l'excavation de plusieurs types de terrains avec la même machine, au moyen d'un compartiment pressurisé au-devant de la machine permettant de maintenir, si requis, la stabilité des sols sur le front d'avancement. Le front sera

dit *fermé* et *à pression de terre* (EPBM, « Earth Pressure Boring Machine ») si l'unique confinement est issu de la compression des déblais sur le front de taille par la machine (Figure 3.9). La pression d'opération s'élève généralement jusqu'à ±40 m d'eau, avec des maximums en cas d'urgence pouvant aller jusqu'à 100 m (tunnelier Hitachi-Zosen de Seattle). Pour le tunnel à l'étude dans ce rapport, si requis, des injections ont été prévus pour réduire les pressions d'eau au-devant de la roue d'abattage (Rancourt, 2016). Si cette pression ne suffit pas à assurer la stabilité du terrain, dans le cas de sables aquifères par exemple : on devra utiliser des tunneliers dit *fermés* à *pression de boue* (Slurry TBM ou Mixshield) qui creusent dans une chambre d'abattage remplie de bentonite mise sous pression tel qu'illustré sur la Figure 3.10. Cette dernière assure un confinement uniforme et un meilleur contrôle des pressions des terrains et de la nappe exercées sur le tunnel.



1 : Roue d'abattage
2 : Ouvertures, griffes, dents, disques coupeurs
3 : Chambre d'excavation du terrain
4 : Vis d'Archimède permettant d'extraire le terrain excavé et contrôler la pression en tête
5 : Vérin en butée sur les voussoirs posés
6 : Moteurs générant la rotation de la roue
7 : Brosse assurant l'étanchéité
8 : Injection de remplissage entre les voussoirs et le terrain
9 : Voussoirs préfabriqués
10 : Érecteur automatisé de voussoirs
11 : Bouclier métallique protégeant les hommes et la machine
12 : Jupe de protection de la pose du revêtement

Figure 3.9 : Coupe schématique d'un tunnelier à pression de terre, tiré de Martin (2012)



13 : Acheminement de la bentonite
14 : Pompage d'un mélange de terrain excavé avec la bentonite pour être filtrée et traitée, pour réacheminer la bentonite
15 : Mise sous pression de la bentonite dans la chambre d'excavation
16 : Broyage du terrain excavé

Figure 3.10 : Coupe schématique d'un tunnelier à pression de boue, tiré de Martin (2012)

La pression atmosphérique règne dans le tunnel en construction. Cependant, lorsque le tunnelier traverse des terrains meubles saturés, de très forts gradients hydrauliques s'appliquent en tête de tunnelier. Dans le cas de tunneliers fermés, les interventions sur la roue ou sur les outils de coupe devront donc être faits en hyperbare. Les développements technologiques des TBM offrent maintenant la possibilité d'un remplacement partiel des

outils de coupe sous pression atmosphérique. Ceci est réalisable à travers des espaces accessibles entre la roue de coupe et les valves de dépressurisation situées derrière les disques coupeurs.

Pour le présent projet de tunnel, dans des conditions géologiques mixtes en présence de fortes pressions hydrostatiques, l'une des deux technologies succinctement présentées devra être choisie. L'expérience acquise par les constructeurs de tunneliers pour forer des tunnels de grandes dimensions en condition sous fluviale à de grandes profondeurs (±60 m) dans des conditions géologiques difficiles confirme la faisabilité technique de réaliser le lien sous fluvial par tunnelier pour rejoindre Québec et Lévis. Le tunnelier effectuera l'excavation en une seule phase traversant des matériaux rocheux et meubles. La roue d'abattage avant sera munie à la fois d'ouvertures et de griffes pour les sols mous, et de disques coupeurs pour la roche plus dur. Une bonne prédiction géologique et l'identification des risques géotechniques sont nécessaires à l'étape de faisabilité pour définir le type de tunnelier le plus optimal pour ce projet et concevoir la roue de coupe en fonction des conditions du site.

De manière générale, un tunnelier à pression de boue est plus coûteux car il nécessite une station de traitement des boues pour séparer la bentonite des matériaux excavés. Dans le cas de forage avec un TBM, une attention particulière doit être apportée dans les sols meubles liés aux risques de collage, colmatage, de l'abrasivité du sol, la probabilité de pierres ou blocs erratiques et de la liquéfaction du sol. Dans des sols à majorité sableuse, les tunneliers à pression de boue sont souvent préférables. À l'inverse, dans des sols silteux et argileux principalement, les tunneliers à pression de terre (EPBM) sont recommandables. Cependant, il n'est pas rare que chacun des deux types présentent des avantages le long du tracé étudié et le meilleur compromis doit être trouvé.

D'expérience, une perméabilité de sol 10^{-5} m/s constitue un point frontière sur le choix du type de tunnelier (BTS/ICE 2005). Typiquement, l'utilisation d'un tunnelier à pression de terre est optimale pour des valeurs de perméabilité inférieures 10^{-5} m/s. Si la perméabilité est supérieure à cette limite en conditions sous fluviales, l'eau peut s'infiltrer dans le tunnel à travers de la roue d'abattage. Dans ce contexte, les tunneliers à pression de boues sont préférables. Les récents projets de tunnels forés au tunnelier sous fluvial ont montré une préférence des tunneliers à pression de boue (4ème tunnel sous l'Elbe, Allemagne; Shanghai-Changjiang sous le Yangtze, Chine; tunnel à Hangzhou sous le Qianjiang, Chine; tunnel Eurasie sous le Bosphore, Turquie).

L'avancement du tunnelier s'effectue par la poussée des vérins sur les voussoirs venant d'être installés. En début de creusement, le tunnelier est en buté sur un mur de réaction ou portique temporaire. Le début du forage au tunnelier semble donc plus judicieux à partir de la rive sud, dans une zone au-dessus de la nappe phréatique et où le socle rocheux est peu profond. Selon les critères de coûts et délais, une solution à un ou deux tunneliers peut être envisagée. Dans le cas d'un seul tunnelier, le forage des deux tubes peut être fait à partir du même point d'attaque dans la tranchée réalisée sur la rive sud, en ramenant l'ensemble du tunnelier sur un système de rail une fois le premier tube complété. Une autre solution consiste à effectuer une rotation du tunnelier du côté nord par un démantèlement partiel des éléments du tunnelier une fois le premier forage complété. Le tunnelier fore ensuite le deuxième tube en direction inverse.

Le Tableau 3.5 présente les critères de conception du tunnelier. Deux diamètres typiques sont présentés, le diamètre de la tête de coupe et le diamètre extérieur du revêtement. Il y a généralement un jeu de 0.3 à 0.5 m entre le rayon de coupe et le diamètre extérieur du revêtement. L'anneau qui résulte de la différence de diamètres est par la suite injecté de coulis de ciment.

Tableau 3.5 : Critères de conception du tunnelier

Critères de conception	
Énergie (kWh) (80%)	6400
Longueur forée (m)	14100
Taux d'avancement (m/j)	15
Durée (jours)	940
Diamètre de la tête (m)	15.4
Diamètre extérieur du revêtement (m)	15.1

3.3.2 STRUCTURES DE GÉNIE CIVIL

Revêtement du tunnel

Avec la technique de forage par tunnelier, le revêtement privilégié est composé de voussoirs préfabriqués en béton armé. Ils assurent le fait d'avoir une section parfaitement circulaire, avec un grand contrôle qualité des voussoirs et une pose simplifiée par un système d'érecteur automatisé dans le train du tunnelier. La pose des voussoirs est effectuée en toute sécurité sous la protection du bouclier métallique. La Figure 3.11 montre un exemple d'agencement de voussoirs en anneaux pour un tunnel.

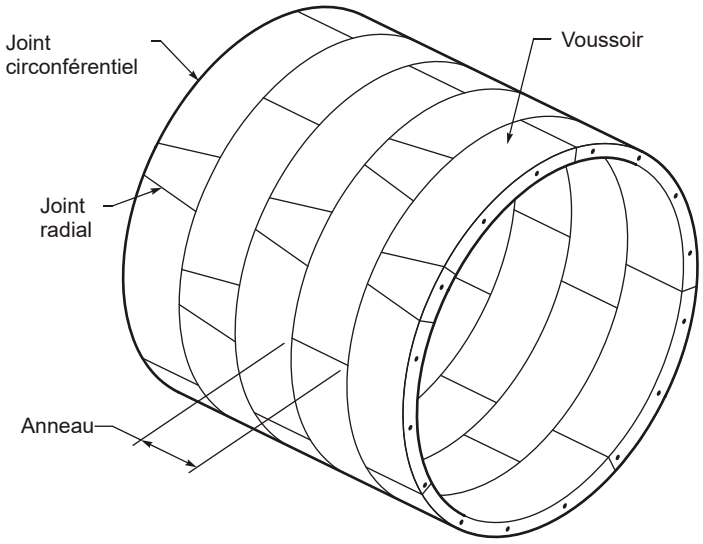


Figure 3.11 : Exemple de voussoirs montés en anneau, adapté de FHWA (2009)

L'acheminement des voussoirs au train du tunnelier s'effectue par camion. Le nombre de voussoirs constituant un anneau est déterminé en fonction de plusieurs facteurs, notamment du fait qu'un nombre de voussoirs plus grand induit de plus grandes déformations, ce qui diminue les moments en flexion. Inversement un moins grand nombre de voussoirs rend le revêtement plus rigide, ce qui diminue les déplacements et augmente les moments. La méthode de mise en place et les limites de transport des pièces peuvent également influencer la dimension et le nombre de voussoirs (Rancourt, 2016). Le Tableau 3.6 résume les caractéristiques et le nombre de voussoirs pour un tube.

Tableau 3.6 : Caractéristiques et le nombre de voussoirs

Diamètre externe (m)	Épaisseur des voussoirs (m)	Largeur des voussoirs (m)	Nb. de voussoirs	Nb. de voussoirs clés
15.1	0.65	2.0	9	1

C'est l'ensemble de ces anneaux mis bout à bout qui constitue le revêtement structural du tunnel. Dans l'épaisseur des voussoirs, une clef de cisaillement circonférentielle en béton est conçue. Pour chaque anneau, c'est le dernier voussoir (voussoir de clef) qui assure son clavetage. Pour permettre de respecter les courbes du tracé et du profil en long, la longueur des voussoirs dans ces zones ne sont pas constantes. Les voussoirs sont boulonnés radialement et longitudinalement. Des goupilles de cisaillement seront rajoutées dans les zones de transition de terrain, pour la traversée de sols meubles et dans les zones d'interconnexion pour renforcer la résistance au cisaillement.

L'étanchéité entre les voussoirs et les anneaux successifs est assurée par des joints transversaux et circonférentiel, installés au préalable sur chaque voussoir. Ils sont comprimés radialement lors du serrage des boulons, et longitudinalement lors de la poussée du tunnel. De plus, un critère de perméabilité devra être défini dans les prochaines études pour minimiser tout transfert provenant de l'extérieur au travers des voussoirs en béton.

Les surfaces intérieures du tunnel pourraient être partiellement recouvertes de panneaux de revêtement préfabriqué recouvert d'un fini blanc. Ce fini de protection ignifuge à base de résine époxy serait appliqué sur les panneaux pour améliorer la sécurité et faciliter la maintenance. Ce fini intérieur permettrait d'ajouter une couche d'isolation thermique en présence d'un incendie, et ainsi augmenter la durée de résistance au feu des voussoirs. De plus, un fini de couleur claire, assure une meilleure efficacité de l'éclairage et de la visibilité pour les automobilistes. Pour le gestionnaire de l'ouvrage il constitue une surface plus facile à nettoyer et peuvent être remplacés aisément.

Chargement transféré sur le revêtement

Selon Rancourt (2016), un tunnel peut être considéré comme étant peu profond lorsque l'épaisseur des dépôts meubles au-dessus de la voûte est généralement moins de deux fois le diamètre du tunnel. Dans ce cas, il est recommandé de considérer le plein chargement gravitaire (Gruebl, 2012). Cette charge maximale en considérant le point le plus profond du tunnel est d'environ 500 kPa à la voûte et 770 kPa au radier. Il est également recommandé, à titre préliminaire, de prendre $k_0 = 1$ comme coefficient de contrainte latérale. Un certain nombre de méthodes permettent une réduction des charges due à la formation d'une arche au-dessus du tunnel. Toutefois les méthodes applicables donnent des valeurs essentiellement les mêmes que pour les dépôts meubles.

Interconnexions – Issues de secours

Des galeries d'interconnexion ont été prévues entre les tubes à tous les 500 m. Ces structures sont requises pour permettre l'évacuation d'un tube dans le cas d'un incendie. La géométrie sélectionnée permet d'assurer l'évacuation des usagers et offre l'accès aux équipes d'intervention. La Figure 3.12 montre l'exemple d'une réalisation d'interconnexion entre deux tubes pour le passage d'usagers seulement.

Figure 3.12 : Exemple de creusement d'interconnexion pour usager
Tunnel Waterview – Auckland, NZ (NTZA, 2015)

L'issue de secours longitudinale conduisant aux interconnexions est séparée de la chaussée par une paroi en béton armée. Cette structure doit garantir une tenue au feu de 2h pour garantir une évacuation sécuritaire des usagers en cas d'incendie.

Portails d'extrémités

Le raccordement au tunnel se fait au moyen de deux portails situés à chaque extrémité du tunnel. Ce tronçon en déblai, pour rejoindre le point d'entrée/sortie du tunnelier forme la transition graduelle entre l'accès autoroutier à ciel ouvert puis une zone en tranchée couverte. Une seconde transition conduit du portail à la section courante du tunnel. Selon Rancourt (2016), la profondeur des excavations des raccordements doit être suffisante pour permettre de dégager un couvert de 1.6 à 2 fois le diamètre du tunnel dans un sol mou alors qu'une épaisseur égale au diamètre du tunnel est acceptable dans le roc. Pour ce projet un couvert de 15 m a été considéré du côté sud et environ 25 m du côté nord.

La largeur excavée du raccordement est de 50 m pour tenir compte de la présence de deux tunnels espacés de 16 m. Une structure de béton, incluant une dalle et des murs, est prévue pour permettre le lancement du tunnelier. Également une paroi moulée de types pieux sécants avec des tirants d'ancrage est prévus dans la partie supérieure de la structure de raccordement pour soutenir de façon temporaire les sols meubles. Le Tableau 3.7 suivant présente les caractéristiques des structures de raccordement.

Tableau 3.7 : Caractéristiques des structures de raccordement

Paramètre	
Nombre	2
Longueur totale (m)	750
Profondeur (m)	±35
Largeur (m)	50
Pente (%)	4.5 à 5.0
Épaisseur du couvert de sol/ros en surface (m)	25

Il a été supposé qu'il y aura un espace suffisant au niveau des raccordements pour installer l'ensemble des équipements requis pour l'installation et l'opération du tunnelier. Un exemple de portail d'extrémité est montré sur la Figure 3.13 suivant l'avancement des travaux. L'hypothèse d'un espace suffisant convient bien à la rive sud mais pourrait être plus difficile à rencontrer du côté de la rive nord.

a) Excavation de la tranchée et construction des tympans

(c) Début de poussage sur un portique métallique de butée

(b) Mise en position du tunnelier sur le tympan

(d) Construction de l'unité de ventilation

Figure 3.13 : Exemple de portail d'extrémité
Tunnel Waterview – Auckland, NZ (NTZA, 2015)

3.3.3 VENTILATION TEMPORAIRE

La ventilation des tunnels pendant leur construction a pour but de diluer et d'évacuer les gaz nocifs issus du fonctionnement des moteurs et des engins utilisés. Pour les travaux d'excavation du tunnel, le besoin en volume d'air frais est de 50 m³/sec, selon la section 8.3 du Code de sécurité pour les travaux de construction (ASP, 2011). La solution retenue consiste à installer une conduite souple d'environ 2 m de diamètre munie d'un extracteur de 330 kW avec un facteur d'efficacité de 80 % prolongés jusqu'au tympan.

3.3.4 PUITS DE VENTILATION INTERMÉDIAIRE

Pour les besoin de la présente étude nous avons considéré un puits de ventilation, situé dans le fleuve près de la pointe ouest de l'Île-d'Orléans, ayant une profondeur d'environ 45 m et

un diamètre externe de 8 m. La partie supérieure dans les dépôts meubles a été estimée à 15 m de profondeur et requiert une paroi de type pieux sécant comme soutènement temporaire pour l'excavation. La partie basse du puits est en roc et est excavée au moyen de la méthode de forages et de sautage jusqu'au niveau du tunnel.

3.3.5 GESTION DES DÉBLAIS

Selon Rancourt (2016) l'excavation produira environ 3 600 000 m³ de déblai avec environ 75 % de roc et le reste de dépôts meubles. La portion roc sera de granulométrie inférieure à 50 mm et peut être utilisée comme matériaux de remblai. La portion dépôts meubles ainsi que la portion roc/dépôts meubles ne peut être réutilisée en raison de l'état liquide des sols et de la teneur possible en argile. Les matériaux de déblai sont traités pour récupérer les boues de forage.

3.3.6 PLANNING PRÉVISIONNEL DES TRAVAUX

Selon le rapport de Rancourt (2016), le taux d'avancement du percement peut varier généralement entre 10 m / jour et 20 m /jour. Toutefois pour les fins de l'estimation un avancement moyen de 15 m/j a été prévu. Il a été supposé que l'excavation et le bétonnage du raccordement de départ nécessitent environ 12 à 13 mois. Le délai de livraison du tunnelier est de 18 mois.

Le taux d'avancement est largement influencé par le type de terrains traversés par le tunnelier. Dans le cas de sols hétérogènes, le Tableau 3.8 présente les particularités d'opérations en fonction du type de terrain pour un tunnelier mixte.

Tableau 3.8 : Particularités concernant la performance des tunneliers

Type de matériaux	Pourcentage de la longueur du tunnel (%)	Particularités d'opération du TBM
Roche	75	Performance des couteaux dicte l'avancement Le front d'attaque est stable
Sols meubles	20	Excavation facile des sols Support du front d'attaque en même temps que l'on excave
Roche/Sols	5	Performance des couteaux dicte l'avancement Support du front d'attaque en même temps que l'on excave L'effort sur les couteaux pas uniformes, impacts, usure rapide

3.4 EXIGENCES OPÉRATIONNELLES ET DE SÉCURITÉ

3.4.1 APPROCHE INTÉGRÉE

Suite à plusieurs catastrophes survenues dans des tunnels routiers en Europe dans les années 2000 (Tunnel du Mont-Blanc, France 1999; Tunnel des Tauern, Autriche, 1999; Tunnel du Saint-Gothard, Suisse), la sécurité des tunnels a été fortement renforcée en Europe. Plusieurs projets de recherches ont été financés par l'Union Européenne (DARTS, FIT, UPTUN, SafeTunnel, Safe T, SIRTAKI) pour apporter des solutions et stratégies d'amélioration de la sécurité. Ces événements ont conduit à l'élaboration d'une Directive Européenne 2004/54/CE (UE, 2004), qui prescrit un niveau minimum de dispositions à mettre en place pour assurer la sécurité des usagers dans les tunnels transeuropéens de plus de 500 m. De plus à la suite de ces événements, de nombreux pays Européens ont renforcé leur propre directive nationale sur les systèmes d'exploitation et de sécurité. En 2005, trois institutions américaines FHWA, AASHTO et NCHRP ont effectué un programme d'audit des procédures et systèmes de sécurité récemment mis en place en Europe (FHWA, 2006) dans l'objectif d'effectuer à leur tour, une mise à jour des réglementations et recommandations en termes de sécurité dans les tunnels aux États-Unis. Suite à cette investigation, il a été décidé de créer un comité technique (T-20) dans l'AASHTO pour œuvrer dans la production d'une norme et recommandations dédiées aux domaines de la mise en sécurité des tunnels futurs (routiers, ferroviaires, et piétons) et existants. Aux États-Unis, la protection et les systèmes de sécurités incendies des tunnels routiers sont régis par la *National Fire Protection Association*, NFPA 502.

De l'ensemble de ces projets, il est ressorti clairement le besoin d'une approche intégrée pour la sécurité des tunnels routiers dont le rapport de l'AIPCR (2007) dresse les principes généraux. Tel que spécifié dans leur rapport, une approche globale est nécessaire pour tenir compte de tous les aspects du système composé de l'infrastructure, de l'exploitation, des

services de secours, du type d'usagers et des véhicules. Tenir compte d'une approche intégrée de la sécurité dès la phase de conception du présent projet de tunnel Québec-Lévis, faciliterait l'optimisation de sa conception, mais avant tout augmenterait significativement le niveau de sécurité apporté aux usagers.

Les incidents et accidents ne sont pas plus fréquents dans les tunnels routiers que sur un réseau à ciel ouvert. Par contre, les conséquences d'accidents graves, en particulier suite à un départ d'incendie, sont plus sévères étant dans un environnement confiné. Néanmoins, un niveau de sécurité comparable à celui d'une route à ciel ouvert peut être obtenu par une approche intégrée dès la conception et durant l'exploitation du tunnel. Selon l'AIPCR (2007), tous les aspects pertinents de la sécurité des tunnels, tels que réglementations, mesures de sécurité relatives à l'infrastructure et à l'exploitation, évaluation de la sécurité, expériences d'exploitation de ce type d'ouvrage, gestion de la sécurité et plan d'intervention doivent être pris en considération de manière globale. Les objectifs principaux de la sécurité du tunnel consistent à (AIPCR, 2007) :

- prévenir les événements critiques susceptibles de mettre en danger la vie humaine, l'environnement et les installations des tunnels;
- réduire les conséquences des accidents, tels que les incendies, en réunissant les conditions préalables.

Ainsi, la réduction des conséquences implique entre autres :

- de faciliter l'auto-sauvetage des personnes impliquées en leur permettant d'évacuer rapidement dans un milieu sûr;
- de permettre aux usagers de la route d'intervenir immédiatement pour prévenir des conséquences plus graves et d'évacuer rapidement dans un milieu sûr;
- d'assurer que le système de ventilation permette une adaptation rapide en fonction des besoins;
- d'assurer les communications avec les usagers, la supervision et les équipes de secours;
- de garantir une action efficace de la part des services de secours, sur la base de plans d'interventions clairement définis;
- de protéger l'environnement;
- de limiter les dégâts structuraux et d'exploitation.

Dans son rapport, l'AIPCR illustre la sécurité intégrée comme pouvant être représentée par un « cercle de la sécurité » partant de la prévention jusqu'à la pro-action suite à un accident survenu ou évité de justesse (Figure 3.14). Il se traduit donc par une évaluation périodique des éléments de la séquence.

Figure 3.14 : Le cercle de la sécurité, tiré de l'AIPCR (2007)

Durant les études de faisabilité, une étude de sécurité intégrée devra mettre l'accent sur les différents champs d'application impactant la sécurité du tunnel, tel que montré sur la Figure 3.15. À ce stade de l'étude, la présente section se concentre principalement sur les installations mécaniques et électriques à installer lors de la phase de construction du tunnel pour s'assurer que le tunnel soit opérationnel et sécuritaire selon la dernière version du code de la NFPA 502 (NFPA, 2014).

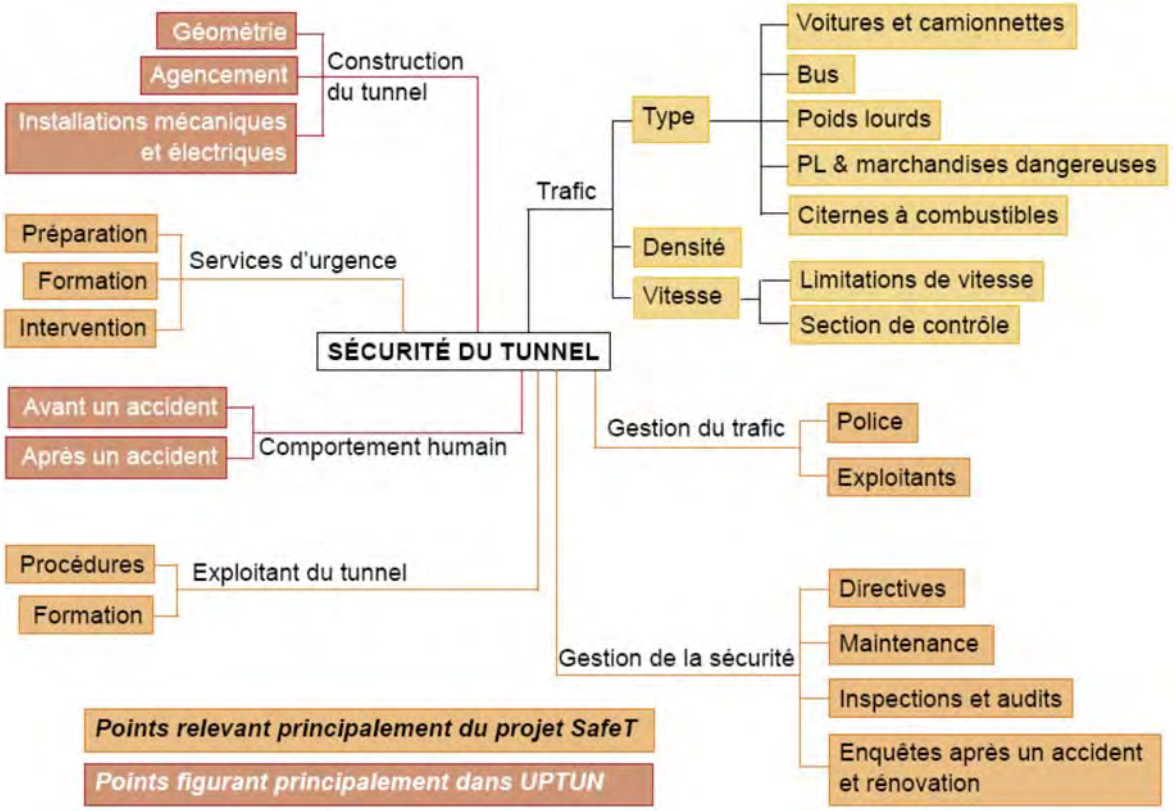


Figure 3.15 : Champ d'application à étudier dans une approche intégrée (tiré de l'AIPCR 2007)

Le Québec ne disposant d'aucune réglementation relative aux tunnels, la Directive Européenne 2004/54/CE, les recommandations du manuel des tunnels routier l'AIPCR (2015), ainsi que la norme NFPA 502 (2014) constituent des références pertinentes pour définir les exigences opérationnelles et de sécurité.

Il sera essentiel dès les études de faisabilité d'accorder une attention toute particulière à l'optimisation de la section transversale selon un choix et agencement judicieux des différents systèmes d'exploitation et de sécurité. Ces systèmes devront être conçus pour être parfaitement fonctionnel, mais devront aussi être pensés pour assurer une inspection et une maintenance aisées. De plus, l'accès à la structure des voussoirs pour inspection devra être pris en considération lors des détails de conception des systèmes d'exploitation.

De plus, dans les longs tunnels urbains, il est important de limiter autant que possible la congestion, pour limiter le nombre total de personnes pouvant être impliquées dans des situations d'urgence.

3.4.2 CLASSIFICATION DU TUNNEL ET EXIGENCE DE SÉCURITÉ

L'AIPCR (1995) présente la classification des tunnels basée sur leur exploitation afin d'établir des règles cohérentes, sûres et économiques pour l'équipement, l'entretien et la rénovation des tunnels routier. Selon les pays, la classification est basée suivant différents facteurs présentés ci-dessous par ordre d'importance :

- longueur du tunnel;
- volume du trafic;
- circulation uni- ou bidirectionnelle;
- tunnels urbains ou interurbains;
- tunnels au-dessus ou au-dessous du niveau de la mer.

Avec un tunnel de près de 8 km, un débit journalier estimé de 25 000 véhicules/jour en zone urbaine avec la possibilité d'atteindre en période de pointe un débit horaire proche de 1250 véhicules/voie, la majorité des classifications des différents pays placent le niveau de service à assurer pour le tunnel Québec-Lévis à son maximum.

Les principaux objectifs de maîtrise des incendies et des fumées sont les suivants (par ordre décroissant) :

- sauvegarder les personnes en leur permettant de sortir par leurs propres moyens;
- permettre les opérations de secours et de lutte contre l'incendie;
- éviter les explosions;
- limiter les dommages sur la structure et les équipements du tunnel.

Les principales causes d'incendies dans les tunnels impliquent les véhicules qui l'empruntent et qui prennent feu sans cause extérieure (défauts électriques, surchauffe des freins des poids lourds ou autres défauts). Bien moins fréquentes sont les collisions, les défauts d'équipement dans le tunnel ou les travaux d'entretien.

Du point de vue de la sécurité en cas d'incendie, les critères suivants doivent être appliqués lors de la conception :

- contrôler de la propagation de la fumée en maintenant le plus longtemps possible les personnes dans une zone libre de toute fumée;
- permettre dans tous les cas aux usagers de pouvoir atteindre un lieu sûr en un temps et une distance suffisamment courts;
- assurer que le système de ventilation puisse maintenir les ouvrages non touchés par l'incendie libres de toute fumée (sortie de secours, deuxième tube, etc.);

- assurer que le système de ventilation soit capable d'offrir de bonnes conditions pour la lutte contre l'incendie;

- éviter en cas d'incendie d'essence les explosions secondaires dues à une combustion incomplète en assurant que le système de ventilation fournisse suffisamment d'air pour une combustion ou dilution complète des gaz explosifs et en assurant que le système de drainage soit capable de réduire la zone d'évaporation de l'essence.

Chaque pays définit en fonction du niveau de service fourni des recommandations concernant l'installation des équipements de sécurité. Typiquement pour le présent projet de tunnel, il est à envisager un service d'aide à l'usager, des équipements télécommandés et une présence humaine. Dans le cadre de ce projet, les équipements suivants devront être prévus.

1. Système de détection incendie :

    - un système de détection, d'identification, et de localisation d'un incendie dans le tunnel;
    - boutons poussoirs d'alarme;
    - système capable de détecter automatiquement l'incendie et la présence de fumée;
    - un poste de contrôle avec une présence humaine 24h/24, 7j/7 et surveillance TV;
    - panneaux à messages variables;
    - une signalisation de fermeture du tunnel;
    - des barrières physiques aux portails;
    - un système de communication:
        - usager/exploitant par des postes d'appel d'urgence;
        - exploitant/usager par un système de radio-retransmission et possiblement des haut-parleurs.

2. Système de protection incendie pour les usagers :
    - extincteurs portatifs;
    - système de ventilation d'urgence;
    - système de drainage efficace;
    - détection des hydrocarbures.

3. Système de protection incendie pour les services de secours :
    - alimentation en eau sous pression en conformité avec les exigences des équipes de secours;

- points de connexion à l'alimentation en eau à intervalle régulier pour les lances des équipes de secours.

4. Système d'évacuation :
   - des issues de secours (résistance au feu 2h);
   - des panneaux indiquant les sortie de secours les plus proches;
   - un éclairage d'urgence et feux clignotant indiquant les chemins d'accès à la sortie de secours la plus proche.

5. Système électrique d'urgence pour la ventilation, l'éclairage d'urgence, les téléphones d'urgences, etc.

6. Plan d'intervention clairement défini entre l'exploitant et les différents services de secours.

Les intervalles de distance des systèmes de protection varient entre les différentes normes et recommandations de chaque pays. Ils pourront être définis à la suite d'une analyse de risques et selon les recommandations de la NFPA (2014), une fois le tracé en plan et profil en long fixé.

L'utilisation internationale des couleurs orange pour signaler les postes de secours, rouge pour le matériel de lutte contre les incendies, et vert pour les issues de secours est recommandée. Les postes de secours (téléphone d'urgence) et les issues de secours (Figure 3.16) peuvent être rendus encore plus facilement reconnaissables lorsqu'ils ont une forme bien visible et pourront ainsi être identifiés clairement par les usagers quotidiens AIPCR (2008a).

Figure 3.16 : Exemple issue de secours du tunnel du mont-blanc (FHWA 2009)

L'expérience et les travaux expérimentaux ont montré que les usagers des tunnels ont besoin de messages clairs et concis pour abandonner leur véhicule rapidement et se diriger immédiatement vers l'issue de secours du tunnel la plus proche. L'alerte d'évacuation devrait provenir de plusieurs canaux (visuels, sonores, etc.).

L'utilisation des extincteurs dans les tunnels routiers présente certains inconvénients, tel que mentionné dans le rapport l'AIPCR (2008a). En effet, de nombreux usagers des tunnels ne savent pas utiliser des extincteurs ou l'usager ne peut parvenir à éteindre l'incendie avec la simple utilisation d'extincteurs. Un temps précieux pendant lequel un appel d'urgence pourrait être envoyé ou l'évacuation du tunnel engagé peut être perdu. Toutefois les statistiques montrent qu'au moins 60% des incendies sont éteints à l'aide d'extincteurs.

3.4.3 VENTILATION

Généralité

Dans le cas de tunnel long et urbain, la ventilation doit être prise en considération dès le début de l'analyse de la section transversale avec une base d'hypothèses préliminaires. Le choix et la conception d'un système de ventilation dépendent des facteurs suivants selon l'AIPCR (2011a, 2012) :

- la longueur du tunnel et le nombre de tubes;
- la localisation du tunnel, urbain ou en rase campagne;
- le besoin d'air frais dans des conditions normales et exceptionnelles de circulation;
- la pollution admissible de l'air autour des têtes de tunnel;
- les considérations de sécurité en cas d'incendie.

La stratégie de ventilation nécessite une étude toute particulière due à la complexité du tunnel qui présente une grande longueur (> 3 km), une géométrie non rectiligne avec plusieurs changements de pente, un grand diamètre et qui se situe en zone urbaine avec un risque de congestion. Le dimensionnement du système de ventilation sort du cadre de ce mandat. Néanmoins, sachant que le choix du système de ventilation a un fort impact sur la conception de la section type, une analyse de la ventilation a été réalisée par similitude avec des projets majeurs existants. Sachant que le tracé du profil en long n'est qu'une esquisse à ce stade, ne connaissant pas précisément la profondeur du socle rocheux, les besoins en ventilation seront amenés à évoluer en conséquence.

Les systèmes de ventilation dans un tunnel sont l'une des sources principales de consommation d'énergie. Une attention toute particulière devra être apportée dès la phase des études de préfaisabilité pour s'assurer que les systèmes dimensionnés soient optimisés. La robustesse, la fiabilité, l'adaptabilité, la longévité et l'optimisation de la consommation en énergie consitituent des critères de qualités majeurs auxquels doit satisfaire une installation de ventillation (AIPCR, 2015).

L'installation de ventilation doit avant tout répondre à des besoins relatifs aux conditions de santé et d'hygiène dans les conditions normales d'exploitation et à des objectifs de sécurité en cas d'incendie (AIPCR, 2015).

D'un point de vue global, la ventilation doit permettre :

- en condition normale de :
  - contrôler la qualité de l'air;
  - contrôler le courant d'air longitudinal;
- en condition d'incendie de :
  - garantir la sécurité en amont et dans les issues de secours;
  - cantonner et évacuer les fumées et calories;
  - éviter la propagation des fumées vers des espaces sains;
  - garantir la visibilité dans le tunnel.

De par sa longueur et sa situation en zone urbaine, la ventilation naturelle du tunnel est interdite. Un système de ventilation mécanique est obligatoire pour assurer la ventilation sanitaire à l'intérieur de l'ouvrage.

Deux systèmes principalement de ventilation mécanique existent. Ils sont basés sur la direction du courant d'air dans l'espace de circulation. La ventilation longitudinale est parallèle à l'axe du tunnel, tandis que la ventilation transversale est perpendiculaire à cet axe et reste dans le plan d'un profil en travers. La disposition retenue devra être validée et précisée à l'étape de faisabilité. Le système de ventilation doit être conçu pour permettre de changer rapidement de mode d'opération (modulation d'intensité, arrêt, inversement, etc.). Différents scénarios de ventilation doivent être prévus définissant la direction de ventilation selon la position du feu et la direction d'évacuation des personnes.

À ce stade de l'étude, la ventilation ne constitue pas un point pouvant remettre en cause la faisabilité technique de l'ouvrage. Avec deux voies de circulation, un diamètre du tube important ainsi que la possibilité de disposer d'un puits de ventilation intermédiaire, l'espace requis dans la section transversale proposée est suffisante pour intégrer un système de ventilation opérationnel.

Le système de ventilation sera complété au minimum par deux unités de ventilation situées aux extrémités du tunnel dans la zone des portails, tel qu'illustré sur la Figure 3.13 . Si la nécessité d'un puits de ventilation intermédiaire se confirme, une troisième unité devra être présente au niveau de ce dernier, soit à l'ouest des berges de la pointe de l'Île-d'Orléans.

Critère de dimensionnement en condition sanitaire

Le dimensionnement de la ventilation en condition sanitaire dépend des valeurs maximales autorisées de monoxyde de carbone (CO), d'oxydes d'azote (NO_2) ainsi que l'opacité de l'air, définie par le coefficient d'extinction, *K*, exprimé en 1/m. L'extinction est définie comme la perte d'intensité lumineuse après avoir parcouru une certaine distance dans l'air. Ainsi, plus, le coefficient d'extinction est grand, plus la visibilité est réduite par la diffusion et l'absorption de la lumière par les particules en suspension dans l'air. Sur la base des recommandations de l'AIPCR (2012), les seuils de polluant admissibles dans le tunnel en condition de trafic fluide et en condition de trafic congestionné exceptionnellement sur toutes les voies sont fournis au Tableau 3.9. Ces valeurs limites ou seuils de conception doivent être respectés sur toute la longueur du tunnel et à tout moment.

Tableau 3.9 : Critère de dimensionnement en condition sanitaire

Situation du trafic	CO (ppm)	NO_2 (ppm)	Coefficient d'extinction K (m^{-1})
Trafic de pointe fluide 50 -100 km/h	70 ppm	1 ppm	0.005
Trafic congestionné exceptionnel avec arrêt sur toutes les voies	100 ppm	1.5 ppm	0.009

Le volume requis d'air frais pour une situation donnée de circulation dans le tunnel dépend du nombre de véhicules se trouvant dans le tunnel, de l'émission moyenne par véhicule et de la concentration admissible pour le type de pollution considéré. Le sens de la circulation, unidirectionnel dans ce cas, joue un rôle dans les possibilités de stratégie de ventilation.

Critère en condition d'incendie

Le tunnel est considéré comme étant interdit au transport de matières dangereuses. En condition d'incendie, la ventilation est dimensionnée selon la puissance totale de l'incendie de dimensionnement exprimé en MW. La NFPA 502 fournit les intervalles de puissances pour différents types de véhicules, tel que présenté au Tableau 3.10. Il est intéressant de noter que la puissance dégagée pour un poids lourd peut varier de 70 à 200 MW. Le choix de l'incendie de dimensionnement, doit donc se faire à partir d'une évaluation de la probabilité de période de retour d'un incendie avec le niveau de puissance considérée pour le tunnel considéré.

Dans l'étude de faisabilité de la solution tunnel pour le remplacement du pont Champlain (BCDE, 2011b), la puissance de dimensionnement utilisée a été de 50 MW, valeur inférieure au minimum de la norme américaine pour un poids lourds. Aux États-Unis, la puissance

généralement adoptée est de 100 MW pour l'incendie de dimensionnement sans transport de matières dangereuses. Une récente note technique réalisée par la firme Atkins (2015) dans le cadre de l'étude du projet de l'autoroute à tranchée couverte I-70 dans le Colorado, indique que cette valeur devrait être revue à la hausse pour la conception. L'analyse de la probabilité d'incendie du tunnel à tranchée couverte I-70, basée sur le programme de recherche DART (2004), montre que le dimensionnement pour un incendie de 150 MW se révèle être suffisant pour couvrir 99.9% des incendies pouvant se produire dans ce tunnel. Leur étude conclut qu'une bonne pratique serait globalement de considérer un incendie de dimensionnement d'une puissance de 150 MW pour ce type de tunnel autoroutier.

Il apparaît une nette différence entre les deux hypothèses de dimensionnement des deux études de tunnel à tranchée couverte discutée précédemment. L'incendie de dimensionnement n'est pas le pire feu possible qui pourrait se produire, mais bien une base pour la conception garantissant un niveau de risque acceptable. À ce stade de l'étude une puissance de 100 MW pourrait être considérée. Néanmoins, elle constitue un critère qui devra être confirmé avant l'étude de faisabilité. Enfin il est important de noter que la congestion dans les tunnels urbains doit être évitée au maximum pour limiter le nombre de personnes impliquées dans des situations d'urgence.

Tableau 3.10 : Valeurs types de puissances incendies NFPA 502 (2014)

Véhicules	Puissance dégagée (MW)	Durée au pic (min)
1 voiture	5-10	0-30
2-4 voitures	10-20	13-55
1 autobus	20-30	7-10
1 Poids lourds	70-200	10-18
1 Poids lourds avec matières dangereuses	200-300	-

Choix du système de ventilation

La ventilation retenue est de type longitudinal avec gaine d'extraction transversale. Ce système insuffle un jet d'air à l'intérieur du tunnel au moyen d'accélérateur placé dans la voûte supérieure du tunnel. L'air pur pénètre dans le tunnel par l'entrée et est progressivement poussé jusqu'à la sortie. L'air à la sortie se retrouve fortement pollué. Les accélérateurs peuvent travailler dans les deux directions.

Ce nouveau lien interurbain peut être soumis à une congestion récurrente aux heures de pointes. Une gaine d'extraction des fumées est indispensable pour extraire les fumées en cas d'incendie. Elle garantit une extraction des fumées au plus proche du lieu de l'incendie

par l'activation de trappes d'extraction motorisées et télécommandées et assure la sécurité des usagers en cours d'évacuation. Les fumées captées sont ensuite extraites aux unités de ventilation, soit aux extrémités du tunnel, soit au puits de ventilation.

Dans le cas d'incendie, la première phase consiste à obtenir une vitesse faible au droit de l'incendie, ce qui implique des vitesses convergentes vers l'incendie de part et d'autre de l'incendie, tel qu'illustré sur la Figure 3.17. Ensuite, uniquement lorsque toutes les personnes présentes dans le tunnel sont évacuées, la ventilation passe en mode désenfumage pour aider les services de secours à approcher au plus près de l'incendie, comme montré sur la Figure 3.18.

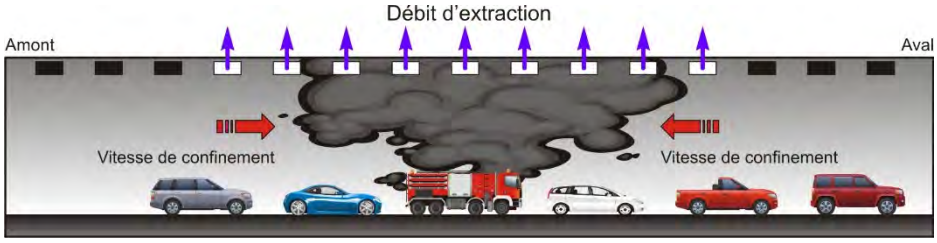


Figure 3.17 : Ventilation en phase 1

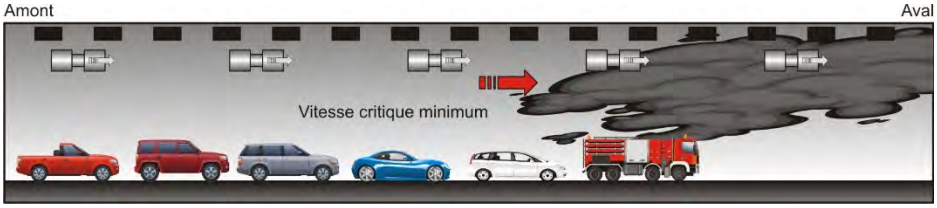


Figure 3.18 : Ventilation en phase 2

La section hydraulique moyenne est de 88 m². Le choix du diamètre des accélérateurs, leur nombre et la section de la gaine d'extraction est basé selon la solution du tunnel de Shanghai Changjiang sous la rivière Yangtze (Huang 2008) qui présente plusieurs similitudes (longueur du tracé, section hydraulique). La différence principale se situe au niveau du nombre de voies de circulation. Le tunnel de Shanghai représente un cas d'étude conservateur, car le tunnel possède 3 voies de circulation, ce qui augmente les besoins en débit d'air en condition normale, par rapport au besoin du présent projet considéré à deux voies.

Des accélérateurs de 1 m de diamètre sont considérés. Un total de 72 accélérateurs montés en batterie de trois accélérateurs est requis. À partir de cette conception, l'espace disponible pour la gaine de désenfumage est de 12 m².

Avec un système de ventilation longitudinal, la concentration croît avec la distance à la tête. Pour maintenir le niveau de polluant en dessous d'un certain seuil, la vitesse de l'air nécessaire croît donc elle aussi avec la longueur du tunnel. Dans un tunnel long, la vitesse peut donc atteindre des valeurs élevées. Pour permettre la présence de piétons en toute sécurité sur la chaussée, et aussi afin de ne pas rendre impossible l'action des systèmes de désenfumage en cas d'incendie, il est nécessaire de limiter la vitesse de l'air en exploitation courante à des valeurs inférieures à 10 m/s, selon le CETU (2003). Il devra être vérifié en phase de faisabilité s'il est nécessaire et optimal d'avoir un puits de ventilation intermédiaire pour l'extraction d'air vicié en cas de congestion ou de rejet de fumée en cas d'incendie.

Galeries d'évacuation

Les zones d'évacuation des usagers (issues de secours et galeries d'interconnexion) doivent rester libres de fumée en tout temps. Une surpression de l'ordre de 50 Pa devra être assurée pour empêcher la pénétration des fumées lors de l'ouverture des portes d'accès en cas d'incendie. L'utilisation de portes coulissantes pourra être préférée pour faciliter l'ouverture des portes d'évacuation dans le cas de différences de pression importante, entre le tube et les galeries d'évacuation. À chaque point d'entrée dans les issues de secours, une vitesse de courant d'air de l'ordre de 1 m/s doit être présente.

Traitement de l'air en tête de tunnel

Aucune installation de traitement de l'air rejeté à partir des puits d'extraction n'a été considérée à ce stade d'étude. Leur exploitation et maintenance sont très coûteuses et énergivores pour les résultats escomptés. L'AIPCR (2015) rapporte que l'installation de systèmes de traitement de l'air rejeté au niveau des puits de ventilation fait l'objet de demandes récurrentes de la part des groupes de défense de riverains dans les zones urbaines. Néanmoins, on mentionne que de nombreux systèmes installés depuis une dizaine d'année dans certains tunnels ne sont plus en fonctionnement. Le faible rapport efficacité/coût est lié à la réduction importante des émissions de pollution à la source des véhicules modernes et la difficulté de traiter des concentrations très faibles de polluants dans des volumes d'air très importants.

3.4.4 SYSTÈME DE SIGNALISATION ET COMPORTEMENT HUMAIN

Bien que la ventilation constitue l'un des éléments essentiels pour assurer la santé, le confort et la sécurité des usagers dans un tunnel, il est important de rappeler qu'elle ne constitue que l'un des maillons du système intégré, dont les usagers, les opérateurs, et les moyens d'intervention et de secours constituent les éléments les plus importants par leur comportement, leur compétence et leur capacité d'action.

Les automobilistes Québécois ne possèdent pas une grande expérience des longs tunnels autoroutiers et ces équipements constituent un milieu relativement méconnu,

comparativement à des pays comme la Norvège ou la Suisse. Les trois tunnels majeurs de la province se situent à Montréal. Les tunnels Ville-Marie et Viger, dont la longueur cumulée est de 6.8 km et le tunnel Louis-Hippolyte Lafontaine d'une longueur de 1.4 km. Aucun tunnel foré au tunnelier de grande longueur n'est présent dans la province. Ce projet constituera donc une grande nouveauté de sensation de conduite dans la région de Québec. Le comportement humain est un facteur à ne pas négliger lors de la conception et mise en place des différents systèmes de signalisation. S'il est courant pour la population d'effectuer des exercices d'évacuation de bâtiment pour simuler un cas d'incendie, il en sera tout autrement dans l'évacuation de ce tunnel de grande longueur. La recherche des issues de secours sera beaucoup moins naturelle.

Il a pu être constaté que les usagers ont tendance à sous-estimer le danger que peuvent représenter des fumées par un foyer situé à plusieurs centaines de mètres de distance, dont on ne perçoit pas la chaleur rayonnée et qui est même parfois invisible (Mos, 2005). De plus l'analyse des événements réels ont montré que les dispositifs de sécurité en tunnel sont assez mal connus par la population et identifiables par les usagers, notamment au niveau des issues de secours. Par conséquent, il se peut qu'un usager non sensibilisé à la sécurité en tunnel routier ne parvienne pas à rejoindre une sortie de secours en cas d'incendie et de présence de fumée diminuant la visibilité. Un rapport complet de l'AIPCR présente les facteurs humains et la sécurité dans des tunnels routiers du point de vue des usagers (AIPCR, 2008). Un principe de base recommandé par l'AIPCR consiste à préférer, autant que possible, des solutions simples et intuitives, conformes tant que possible à la pratique en vigueur à l'air libre. De telles approches garantissent la mise en œuvre de mesures censées être bien comprises et adoptées par les usagers.

De plus il est primordial de sensibiliser les conducteurs aux règles de base à adopter dans un tunnel routier. L'AIPCR a publié récemment un rapport (AIPCR 2011b) en distinguant le comportement des conducteurs dans des conditions normales, des incidents mineurs (congestion, panne, etc.) et les événements majeurs (accidents impliquant plusieurs voitures, incendie, etc.). Le rapport montre qu'il est primordial d'éduquer au maximum les automobilistes sur la sécurité dans un tunnel à partir de différents moyens de diffusion de l'information et de communication sur la sécurité dans le tunnel pourront être faits de diverses manières. Avec la construction de ce projet de tunnel majeur, le Ministère devra mettre en place plusieurs campagnes d'information, et ce, dès les phases de construction. En Suisse, par exemple, il est courant d'inaugurer l'ouverture d'un tunnel par une journée spéciale « porte ouverte » aux usagers non motorisés pour faire une visite du tunnel, et permet de découvrir l'ensemble des systèmes de sécurité présent dans le tunnel.

Dans le tunnel, il est important que les automobilistes puissent se localiser, et en particulier sachent à quelle distance de la sortie ils se trouvent. Pour des tunnels de plus de 3000 m, il est recommandé d'indiquer aux automobilistes tous les 1000 m la distance restant à parcourir (AIPCR, 2001).

S'il est décidé de réduire la largeur des accotements dans le tunnel et aux approches, ces rétrécissements devront être mis en place bien avant les portails du tunnel pour assurer une transition aussi progressive que possible. L'AIPCR recommande d'effectuer ces rétrécissements à 150 m minimum de la tête du tunnel. Pour éviter tout dommage aux systèmes d'exploitation (ventilation, panneau de signalisation, etc.), des portiques de gabarit autorisé précédant l'entrée du tunnel devront être installés. Un itinéraire de déviation

fléché devra être envisagé pour les véhicules hors-gabarit ou transportant des matières dangereuses.

L'AIPCR (2015) recommande fortement d'instaurer une barrière aux entrées en cas d'incendie. En effet, les caméras de surveillance en Europe ont filmé à plusieurs reprises, et ce pour des cas d'incendies réels, des véhicules qui s'introduisent dans le tunnel malgré le système de signalisation indiquant la fermeture du tunnel en raison d'un incendie.

3.4.5 INFILTRATION D'EAU SOUTERRAINE ET SYSTÈME DE DRAINAGE

L'eau est le principal ennemi des tunnels situés sous la nappe phréatique. Il est primordial pour un propriétaire et gestionnaire de tunnel que l'ouvrage soit le plus imperméable possible surtout dans le cas d'une traversée sous-fluviale. Pour ce genre de structures, l'étanchéité absolue n'est généralement pas réalisable. Le béton normal n'étant pas parfaitement imperméable, l'eau souterraine sature progressivement le béton et finit par percoler à travers le revêtement. Les sels minéraux dissous dans l'eau diffusent donc à travers le béton et favorisent sa dégradation (Rancourt, 2016).

Les exemples présentés dans la littérature démontrent que pour le cas d'un revêtement de voussoirs de béton armé, les dommages observés sont souvent le résultat d'une eau souterraine riche en chlore. Le chlore produit une réaction électrolytique avec l'acier ce qui accélère la corrosion de l'armature. La corrosion de l'acier peut engendrer l'éclatement du béton et la perte de capacité structurale. Les problématiques reliées à l'eau que l'on voit apparaître pendant la vie d'un tunnel sont difficilement prévisibles à l'étape de la conception. À la conception, il est possible d'améliorer l'étanchéité des voussoirs en assurant un bon système de joints et une bonne injection derrière le joint (Rancourt, 2016). Par exemple à la demande explicite du maître d'œuvre, de façon à augmenter l'étanchéité à long terme, les joints d'étanchéités des voussoirs du tunnel prévu d'Orlovski ont été doublés, alors que généralement un seul joint d'étanchéité est suffisant (Gruebl, 2012).

Il est également possible d'appliquer un enduit protecteur sur la face extérieure des voussoirs pour réduire, voire empêcher, l'eau de pénétrer dans le revêtement. Aussi, il est possible d'utiliser un enduit pour les aciers d'armature qui empêcherait la corrosion à long terme (Rancourt, 2016). L'utilisation des bétons fibrés ultra-performants est une avenue une avenue à considérer pour assurer l'étanchéité et la longévité des ouvrages en béton (Massicotte, 2015).

Aucun suintement ne peut être accepté en tout point du tunnel. Les avancées technologiques des produits d'étanchéités ont facilité la mise en place de critères stricts sur l'infiltration d'eau permise. D'après les critères fixés dans différents projets à travers le monde, l'ITA (International Tunneling Association) recommande de limiter les infiltrations d'eau à 0.08 l/m^2/jour. Le dimensionnement du système d'étanchéité pourra être défini dès qu'une meilleure connaissance des conditions géologiques et hydrogéologiques de la zone seront atteintes.

Un système de drainage des eaux est prévu sur toute la longueur du tunnel. Ce système permet de collecter l'eau de ruissellement provenant des véhicules, les liquides de nettoyage utilisés en maintenance, toute infiltration d'eau dans le tunnel ainsi que l'eau utilisée par les pompiers en cas d'incendie. Des pompes sont installées aux points bas du profil en long du tunnel. En plus des exigences conventionnelles, il devra être confirmé ultérieurement, la nécessité d'avoir un système de drainage permettant une évacuation rapide et à haute capacité de tout liquide inflammable en cas d'incendie, minimisant la durée et l'expansion d'un incendie, sachant qu'aucun transport de matière dangereuses n'est permise.

Un système de collecte des eaux aux extrémités du tunnel devra être présent pour stopper l'entrée des eaux de pluie et de ruissellement. Enfin la période de retour de la pluie de dimensionnement devra être définie lors des prochaines étapes du projet.

3.4.6 ÉCLAIRAGE – VISIBILITÉ

L'éclairage est un outil fondamental pour assurer le confort et la sécurité des usagers du tunnel. Son optimisation selon le type d'éclairage (rendement) choisi combiné aux surfaces claires des parois intérieures du tunnel permet de minimiser les coûts de consommation électrique. Dans un tunnel, l'effet d'éblouissement par les luminaires doit être minimal pour ne pas gêner le confort de conduite. Trois systèmes d'éclairage sont prévus.

- Un éclairage de base présent sur toute la longueur du tunnel et allumé en permanence. Ce système d'éclairage sera positionné au-dessus de la chaussée ou sur les côtés des murs latéraux.

- Un éclairage de renforcement situé aux deux extrémités du tunnel avant de rejoindre la partie du portail à ciel ouvert. Ce système d'éclairage intégré dans le même alignement que l'éclairage de base permet de réguler le flux lumineux à l'entrée et à la sortie du tunnel. Il permet aux conducteurs de s'adapter à la luminosité extérieure ou intérieure.

- Un éclairage d'urgence connecté sur le système électrique de secours. Ce système d'éclairage offrira aux usagers une visibilité minimale leur permettant d'identifier le chemin d'accès aux issues de secours et les issues de secours elle-même.

L'éclairage de base sera assuré dans le tunnel par un éclairage symétrique et à contre-flux à partir de tubes fluorescents. Les lampes à vapeur de sodium haute pression seront utilisées pour l'éclairage de renforcement. Les lampes LED commencent à faire leur apparition dans les tunnels, comme éclairage de base. Selon une note du CETU (2011), ce système d'éclairage est quasi équivalent en termes de consommation électrique que la plus part des solutions couramment employées en tunnel. Cependant, leur durée de vie annoncée par les fabricants est de 2 à 3 fois plus important. Il sera donc intéressant de surveiller les progrès techniques des LED dans les tunnels.

3.4.7 SYSTÈME DE DONNÉES ET DE CONTRÔLE

Il s'agit du « système nerveux » et du « cerveau » du tunnel, comme le défini l'AIPCR (2015). Dans son manuel routier, l'AIPCR recommande à l'exploitant de définir clairement les exigences techniques du système de supervision et de contrôle. Il doit faire l'objet d'une analyse très attentive.

L'ensemble des équipements dans un tunnel ont un rôle vital pour les usagers en cas d'incident. Il est donc primordial que l'exploitant les surveille en permanence pour connaître leur état (état de marche ou défaut) et connaissent la durée de fonctionnement de chacun d'entre eux.

3.4.8 ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

La grande majorité des systèmes d'exploitation et de sécurité requièrent une alimentation électrique. Cette alimentation doit être fiable, redondante et protégé. Deux types d'alimentation sont prévus pour ce tunnel : une alimentation électrique en phase d'exploitation de l'ouvrage et une alimentation de secours en cas de panne du système primaire. Il est recommandé de prendre en considération dès la phase de conception du projet les besoins en énergie, car l'exploitation d'un tunnel est relativement énergivore (ventilation, éclairage). Les ventilateurs, tout comme la signalisation lumineuse d'urgence, doivent être connectés au système d'alimentation électrique d'urgence en cas de panne du système primaire.

Tout risque de propagation de feu au travers des câbles d'alimentation électrique doit être éliminé. Il est recommandé de positionner les câbles d'alimentation électrique dans un compartiment résistant au feu.

3.4.9 CONTEXTE CLIMATIQUE QUÉBÉCOIS

Dans un contexte climatique québécois, le risque de formation de glace aux deux extrémités du tunnel devra être pris en considération. Cela affecte tant l'eau amenée de l'extérieur par les véhicules que l'eau d'infiltration. De plus, l'effet des sels de déverglaçage transportés par les véhicules à l'intérieur du tunnel devra être pris en considération avec une vision de développement durable. L'utilisation de matériaux à grande durabilité pour les surfaces exposées pourrait s'avérer un choix judicieux qui minimisera les coûts d'entretien. Le nettoyage annuel des surfaces et éléments exposés devrait également être considéré.

3.5 ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

La conception d'un projet d'une telle ampleur requiert l'identification des enjeux environnementaux. L'évaluation de ces impacts environnementaux dépasse le cadre de ce mandat. Néanmoins, il est important de rappeler que la réalisation d'un troisième lien entre Québec et Lévis par un tunnel foré au tunnelier réduit énormément les activités de construction en milieu aquatique. Elle représente la meilleure stratégie de construction dans le dessein de limiter potentiellement l'impact environnemental, tel que l'intrusion visuelle indésirée, la perturbation des écosystèmes présents dans le fleuve, pollution sonore, etc. La zone la plus impactée dans ce projet sera dans la zone de batture rive nord où sera construite une digue temporaire pour la réalisation du portail d'accès au tunnel. Cette intervention constituera un empiétement sur le milieu aquatique. Le deuxième impact à considérer pourrait être au niveau de la construction d'un puit de ventilation et possiblement une unité de ventilation à l'extrémité ouest de l'Île-d'Orléans dans le fleuve St-Laurent.

Bien que les critères environnementaux aient évolué depuis les années 2000, la section du rapport de Tecsult (1999) traitant de la démarche et actions en matière d'environnement reste applicable à ce stade de l'étude et ces critères devront être mis à jour lors des prochaines étapes du projet. Tecsult présente sommairement un portrait du milieu dans lequel doit s'intégrer le projet, les principaux enjeux environnementaux et la problématique environnementale du tunnel foré. La portée et les objectifs des différentes études requises sont ensuite présentés. Tel que mentionné par Tecsult (1999), à l'étape de l'étude de faisabilité, l'évaluation environnementale a pour objectif d'apporter des éléments de discussion qui pourront permettre de bonifier le projet en tenant compte de certains éléments environnementaux. À la fin de l'étude de faisabilité, la connaissance du milieu doit être suffisante pour permettre une consultation préliminaire des citoyens de la CMQ destinée à identifier les perceptions de la population vis-à-vis de ce nouveau projet. Ensuite à l'étape de l'avant-projet, les études environnementales sont réalisées pour répondre aux exigences fédérales et provinciales afin d'obtenir les diverses autorisations.

Il sera à prévoir durant toute la phase de creusement du tunnel, une augmentation du trafic de camions chargés de déblai sur le réseau routier entre les accès du chantier et les zones de dépôt des terres. Des équipements de nettoyage des roues des camions devront être mis en place. Dans le cas d'un tunnel foré, le choix du point de départ de creusement fixera les lieux de dépôt des terres pour éviter le passage des camions sur l'un des deux ponts.

À ce stade de l'étude de faisabilité technique, il peut être conclu que les conséquences du projet de construction tunnel foré sous le fleuve Saint-Laurent minimise fortement les impacts environnementaux et ne semble pas constituer une problématique ou un défi majeur au développement du projet.

4 ÉVALUATION DES COÛTS

4.1 COÛTS DE CONSTRUCTION

4.1.1 GÉNÉRALITÉS

Cette section présente le détail des hypothèses de calcul des coûts tel qu'élaboré par Rancourt (2016) et le MTMDET (2016) avec des ajustements apportés selon notre jugement lorsque requis. Les coûts de construction sont divisés en cinq catégories : les travaux d'excavation et de soutènement, la structure du tunnel, les systèmes mécaniques et électriques, les aménagements routiers et les autres coûts.

4.1.2 TRAVAUX D'EXCAVATION ET DE SOUTÈNEMENT

EXCAVATION PAR TUNNELIER

La longueur forée par tunnelier est de deux fois 7.05 km, soit 14.1 km. Les coûts et l'échéancier ont été évalués en considérant que la même machine serait utilisée, dans les deux cas avec un départ du côté sud. Ce choix a été fait en considérant que les conditions de terrain pour initier le forage sont plus favorables du côté sud vu la présence de roc alors que le traitement des boues et le transport des déblais seraient facilités si réalisé au même endroit.

Le suivi de plusieurs chantiers récents montre que plusieurs machines ont eu plusieurs vies ce qui rend possible l'achat d'une machine reconditionnée ou encore la revente de celle-ci après les travaux. Selon Rancourt (2016), le tunnelier peut soit être acheté neuf ou bien reconditionné. Les machines reconditionnées sont généralement 30 % moins dispendieuses. Également, un montant de rachat est inclus dans le prix puisque c'est toujours la politique des fournisseurs de reprendre la machine à la fin (environ 10 %). Pour ce projet, le coût de l'équipement neuf est de 90 M$. Bien que le déboursé réel puisse être inférieur, le plein montant sans escompte a été retenu dans ce rapport vu le caractère incertain du rachat. De plus, la spécialité de ces équipements fait qu'ils sont généralement fabriqués à l'étranger et sont donc plus sujets aux variations des taux de change.

Les coûts d'opération du tunnelier sont intégrés dans le coût unitaire des déblais de première classe pour le tunnel. Les coûts d'opération incluent de 20 à 30 personnes, sur deux cycles de 10 heures, soit 20 heures par jour et 30 jours par mois. De plus la gérance prévoit 8 à 10 personnes pour l'administration du contrat à 10 heures par jour, 25 jours par mois. Un per diem a également été considéré pour 80 % des travailleurs. Enfin ces coûts incluent également la ventilation temporaire.

EXCAVATION ET CONSTRUCTION DES PORTAILS SUD ET NORD

Les portails constituent une partie en tunnel faisant la transition entre le tunnel foré et les accès routiers en tranchées ouvertes. Ils sont d'abord excavés durant la construction puis recouverts en phase d'exploitation. Les portails permettent également la transition des voies distantes de 16 m dans la partie forée à des voies rapprochées dans la portion en tranchées ouvertes.

Le portail sud a une longueur de 53 m et requiert une excavation de 170 000 m³ supposée principalement dans le roc. Un roc de mauvaise qualité a été considéré, ce qui nécessite des méthodes particulières pour l'excavation du roc (forages à gros diamètre non-chargé, abattage mécanique, etc.), ainsi que la mise en place de boulons d'ancrage et de béton projeté. Les coûts incluent également un système de traitement des eaux usées pendant les travaux. La construction du mur tympan a été considérée. Les coûts prévoient également l'aménagement des voies dans la portion en tunnel et le raccordement des différents réseaux (drainage, ventilation, etc.). Afin de redonner au site sa topographie originale, l'espace au-dessus du tunnel sera occupé par les installations de ventilation côté sud et d'alimentation électrique principale du tunnel. La Figure 4.1 présente la coupe longitudinale de l'aménagement proposé.

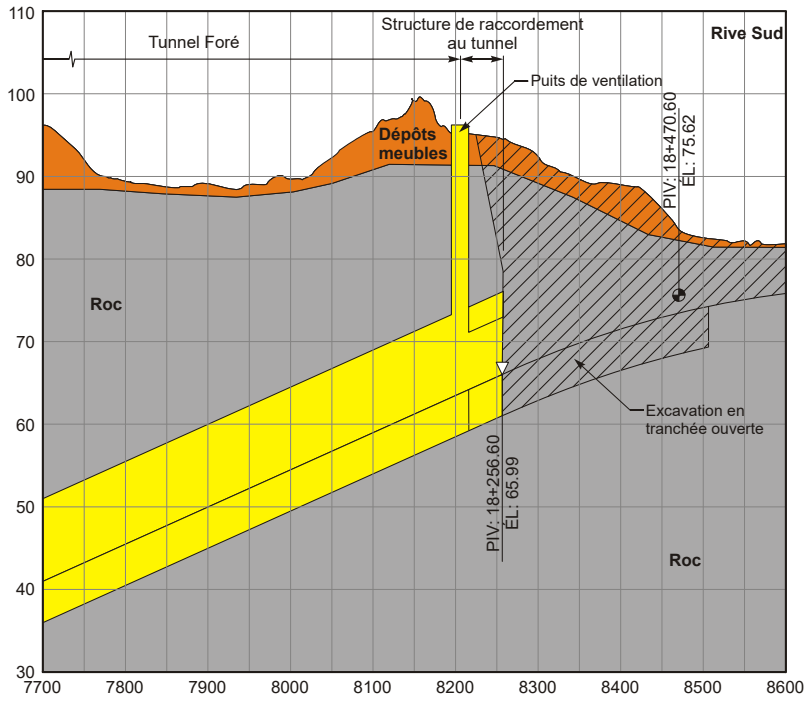


Figure 4.1 : Coupe longitudinale de la structure de raccordement du portail sud

Du côté nord la structure de raccordement se situe dans le fleuve. Une digue temporaire est requise lors de la construction, tel qu'illustré sur la Figure 4.2. Une fois l'aménagement complété, la structure de raccordement sera sous le niveau du fleuve ce qui ne permet pas d'y aménager les unités de ventilation qui seraient positionnées dans les espacés laissés libres suite au déplacement des bretelles d'accès actuelles. La coupe des ouvrages dans la section du portail nord est montrée sur la Figure 4.3.

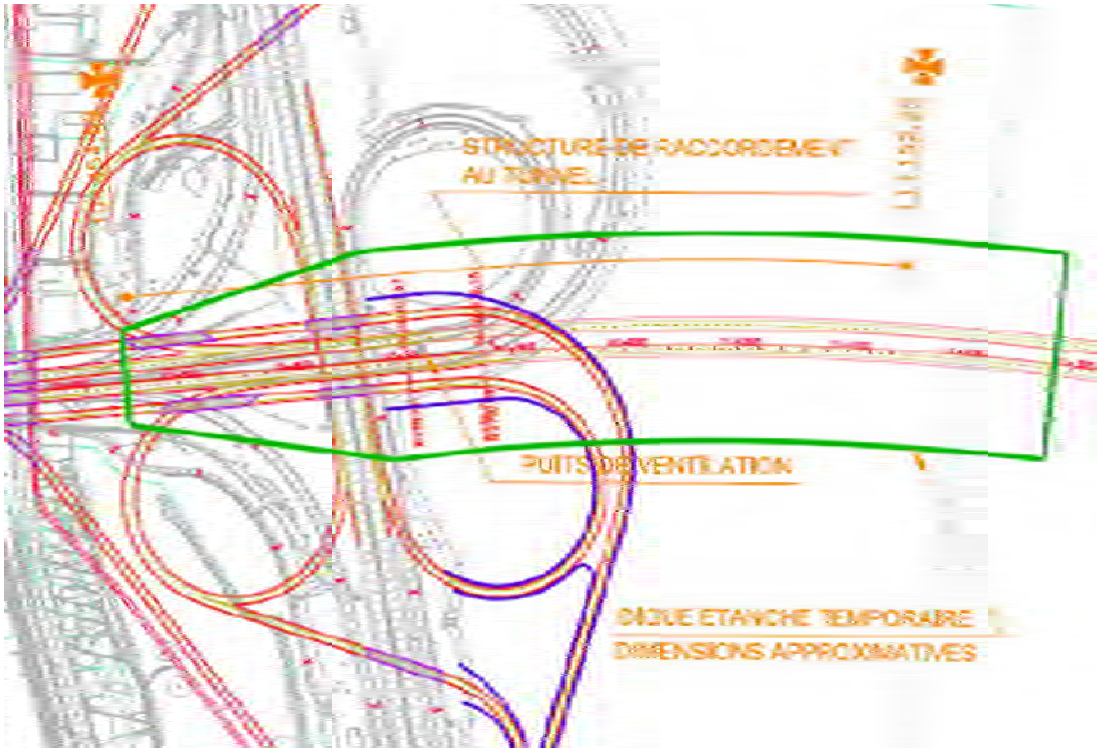


Figure 4.2 : Digue temporaire pour la construction du portail nord (MTMDET 2016)

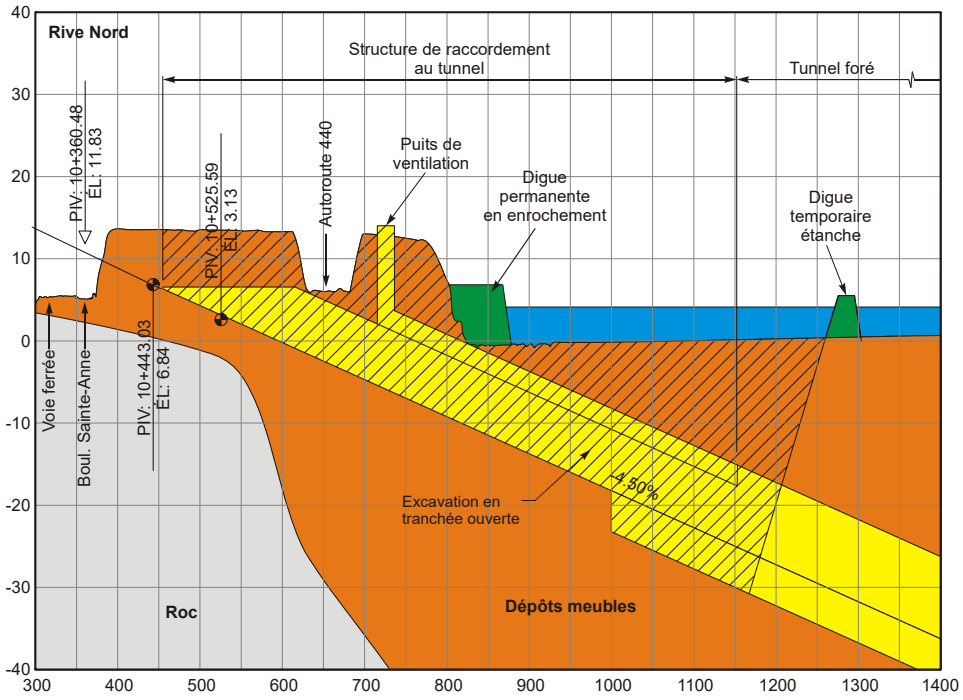


Figure 4.3 : Structure de raccordement – portail nord

Pour l'évaluation des coûts, la digue temporaire comporte une paroi moulée afin d'assurer l'étanchéité. Le pompage des eaux d'infiltration requis lors de la construction a été considéré.

DÉLAIS D'AVANCEMENT ET DISPOSITION DES DÉBLAIS

Le taux d'avancement est largement influencé par le type de terrain traversé par le tunnelier. Pour ce projet il est prévu que le taux d'avancement du percement pourra varier entre 300 et 450 m/mois, ce qui donne un délai moyen de percement de 40 mois auquel doit s'ajouter l'assemblage et le désassemblage du tunnelier au début et à la fin du percement de même qu'entre les deux tubes, pour un total d'environ 48 mois, ou 4 années. L'excavation et le bétonnage du raccordement de départ, la construction d'une digue à la sortie nord nécessitent environ 24 à 30 mois. Le délai de livraison du tunnelier est de 18 mois.

L'excavation avec le tunnelier produira environ 3 600 000 m³ de déblai avec 65 % à 70 % de roc et le reste de dépôts meubles. Rancourt (2016) considère que la portion roc sera de granulométrie inférieure à 50 mm et pourrait être utilisée comme matériau de remblai. La portion dépôts meubles ainsi que la portion roc/dépôts meubles ne peuvent être réutilisées en raison de l'état liquide des sols et de la teneur possible en argile. Pour les besoin de l'estimation, nous avons utilisé un site de disposition située à 50 km du site.

DENSIFICATION ET CONSOLIDATION DES SOLS

Deux types d'interventions sont prévus pour s'assurer que le tunnel ait un comportement adéquat en cas de la liquéfaction des sols dans l'éventualité d'un séisme majeur. Ces interventions sont requises uniquement pour la partie nord du tracé, entre la fin du tunnel foré du côté nord et la jonction du roc dans le secteur de la faille de Logan.

Une densification des sols est considérée rive nord sur une longueur de 400 m à partir du début de la partie tunnel foré située dans les premiers 30 m de profondeur de dépôts meubles. Dans la zone excavée des structures de raccordement, un sol non liquéfiable sera utilisé pour le remblayage. Il a été supposé que le sol serait densifié autour du tunnel sur une largeur totale de 65 m et une hauteur de 25 m.

Tel qu'indiqué précédemment, il est admis que les risques de liquéfaction sont faibles dans les zones de profondeur supérieure à 30 m mais qu'il pourrait y avoir des tassements différentiels importants. Pour les parties plus profondes, les risques de tassements différentiels sont réduits en réalisant une consolidation des sols, tel qu'illustré sur la Figure 2.13. La solution retenue consiste en l'utilisation sur une longueur de 1500 m de séries de 5 pieux de 8 m de longueur et de 2.5 m de diamètre espacées de 10 m.

SOLS CONTAMINÉS

Bien qu'aucune information n'indique la présence de contaminants cette éventualité a été considérée dans les coûts.

4.1.3 STRUCTURE DU TUNNEL

FABRICATION DES VOUSSOIRS

Pour le revêtement permanent, le prix a été obtenu d'une entreprise canadienne spécialisée dans la fourniture de revêtement de tunnels pour une fabrication en usine. Ce type de voussoir pourrait également être construit avec une usine portative sur place, ce qui diminuerait les coûts.

Comme le revêtement permanent est un élément fondamental de l'intégrité du tunnel, il a été supposé que le plus haut niveau de qualité serait respecté dans la fabrication des segments de voussoirs. Le prix présenté au bordereau inclut le coût de fabrication des voussoirs et leur transport. Les coûts du revêtement pourraient être diminués en considérant la fabrication des voussoirs dans la région de Québec.

Une épaisseur de 0.65 m a été retenue, dimension retrouvée au tunnel de Shanghai-Changjiang qui s'apparente beaucoup au projet considéré pour le lien Québec-Lévis. L'utilisation d'un béton à très haute durabilité du côté externe des voussoirs (Figure 4.4) est recommandée afin d'assurer une étanchéité du tunnel. À ce stade, il a été considéré que

cela n'affecterait pas, ou très marginalement, le coût des voussoirs. Enfin un coulis d'injection est prévu entre la paroi du tunnel et le sol ou roc.

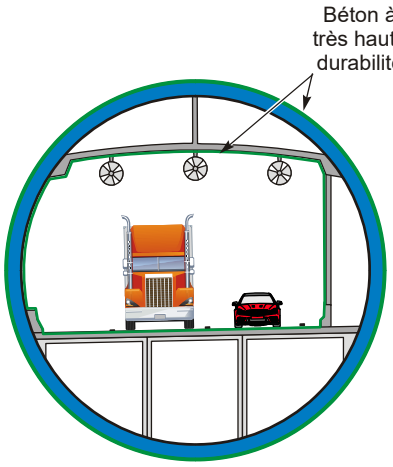


Figure 4.4 : Structure interne du tunnel

STRUCTURE INTERNE DU TUNNEL

La structure interne du tunnel consiste en des éléments préfabriqués pour la partie forée et une combinaison d'éléments coulés en place et préfabriqués pour les structures d'approche. L'utilisation d'un béton à très grande durabilité (Figure 4.4) est recommandée pour les éléments exposés au trafic routier compte tenu que cela affecte peu le coût initial mais minimise les coûts d'entretien.

SYSTÈME DE PROTECTION INCENDIES DU REVÊTEMENT

Malgré que le transport des matières dangereuses soit interdit dans le tunnel, il a été considéré qu'un revêtement permettant de protéger la coque pour des incendies dégageant 200 MW serait utilisé, valeur compatible avec les essais récents pour les matières combustibles mais non considérées dangereuses (communication de Rancourt). La voûte en partie supérieure et les parois verticales ont été considérées, tel qu'illustré sur la Figure 4.5.

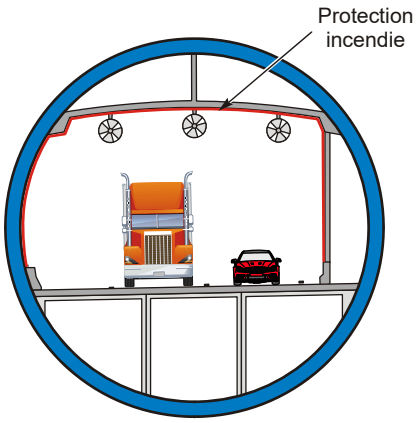


Figure 4.5 : Protection incendie du revêtement

4.1.4 SYSTÈMES MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES

VENTILATION

Le système de ventilation mixte retenu consiste en une ventilation longitudinale (à l'intérieur des tubes) répondant aux besoins d'air frais en condition d'utilisation courante et en un système de ventilation transversal (gaines séparées) permettant d'insuffler de l'air frais ou à extraire de l'air vicié ou de la fumée due à un incendie à des points précis au moyen de trappes qui s'ouvrent ou se ferment à partir du poste de contrôle. Un système de ventilation indépendant maintiendra une pression positive dans les couloirs d'évacuation.

Le système de ventilation transversal requiert l'utilisation de puits de ventilation munis de ventilateurs. Trois puits ont été considérés : à chacune des extrémités et à mi-parcours, près de la pointe de l'Île-d'Orléans. À cet endroit, un édifice s'apparentant à un phare serait érigé et relié à la rive par une jetée. Ce site pourrait éventuellement être aménagé pour des fins touristiques. Seuls les coûts du puits et de la jetée ont été considérés.

Dans ce projet, un total de 72 ventilateurs de 45 kW a été considéré pour le système de ventilation longitudinale pour chacun des tubes pour assurer la qualité de l'air en conditions d'opération normales. Cette valeur est tirée du tunnel de Shanghai qui s'apparente en plusieurs points au projet de tunnel entre Québec et Lévis. Cette valeur est le double de celle du tunnel considéré pour le remplacement du pont Champlain qui était également deux fois moins long.

Pour le système transversal utilisé pour le désenfumage ou pour extraire les gaz des véhicules en cas de grands achalandages, trois unités de 400 kW ont été considérées pour le système de ventilation transversal, valeur compatible avec ce qui avait été prévu pour le tunnel du pont Champlain.

SYSTÈMES ÉLECTRIQUES ET DE POMPAGE

L'évaluation du coût des systèmes électriques et d'un système de pompage doit faire l'objet d'une étude spécialisée. Un montant adapté de l'étude de préfaisabilité du tunnel Champlain a été retenu.

SYSTÈMES DE CONTRÔLE ET DE TÉLÉSURVEILLANCE

L'évaluation du coût des systèmes de contrôle de la circulation et de télésurveillance doit faire l'objet d'une étude spécialisée. Un montant adapté de l'étude de préfaisabilité du tunnel Champlain a été retenu.

4.1.5 AMÉNAGEMENTS ROUTIERS

ÉCHANGEUR SUD

L'échangeur sud permet l'accès au tunnel en passage inférieur au niveau de l'autoroute 20. Cet aménagement est requis afin de respecter une pente maximale de 4.5% dans le tunnel tout en assurant un couvert de sol ou roc minimal au-dessus du tunnel pour les portions près de la route 132. Le tunnel foré se termine au chaînage 18+207 m et la longueur de la structure de raccordement est de 53 m, tel que montré sur la Figure 4.6.

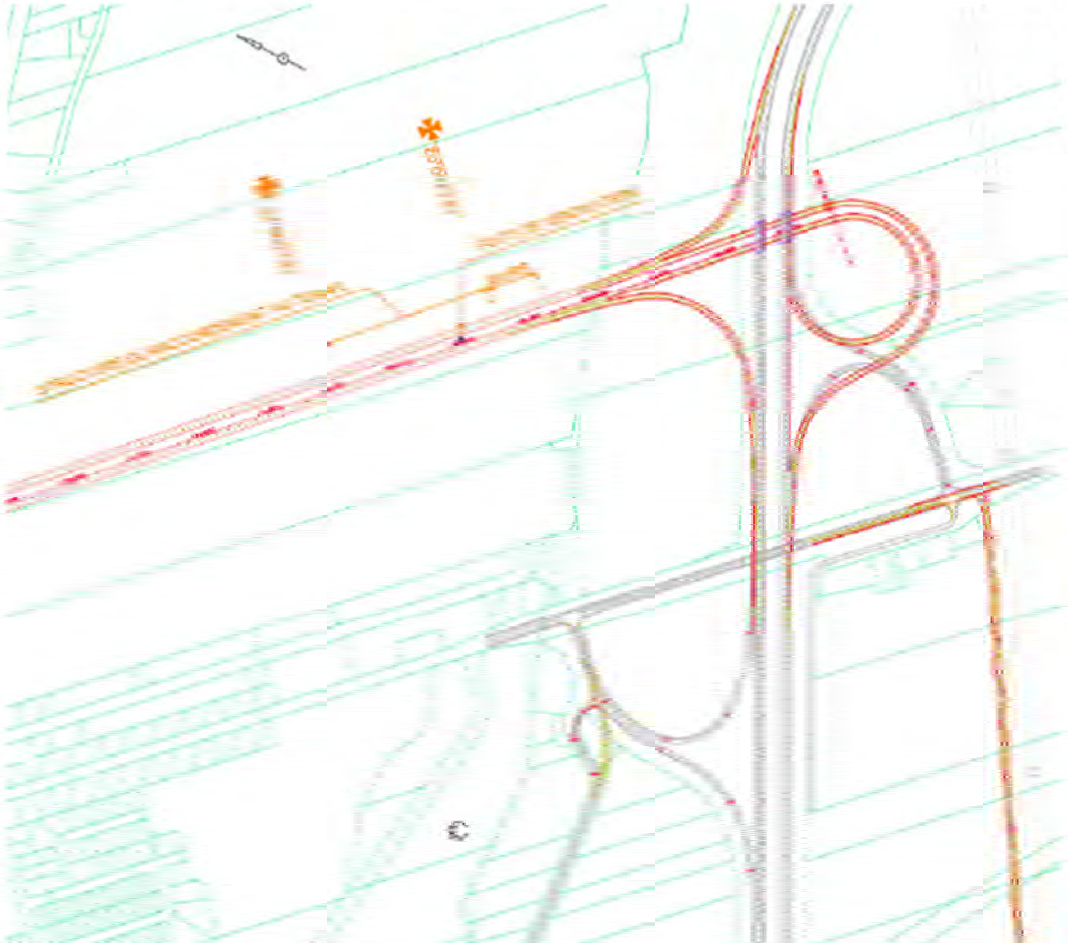


Figure 4.6 : Échangeur sud (MTMDET, 2016)

ÉCHANGEUR NORD

L'échangeur nord permet l'accès direct du tunnel à l'autoroute 40 en passant sous l'autoroute 440 et au-dessus du boulevard Ste-Anne (route 138). Cet aménagement est requis vu la pente importante de l'autoroute 40. La configuration des berges à cet endroit requiert la construction d'une digue temporaire sur le fleuve durant la construction et d'une digue permanente plus près des berges dans l'aménagement final. Le tunnel foré se termine au chaînage 11+152 m et la longueur de la structure de raccordement est de 697 m, tel que montré sur la Figure 4.7.

Figure 4.7 : Échangeur nord (MTMDET, 2016)

COÛTS

Les coûts de construction des échangeurs ont été évalués par le Ministère (MTMDET, 2016). Ceux-ci incluent l'ensemble des travaux requis pour l'aménagement des échangeurs et aménagements routiers jusqu'à la jonction avec les structures de raccordement des côtés nord et sud du tunnel, nommément : les coûts de construction et d'acquisition, la digue

permanente du côté nord, le démantèlement de l'échangeur Lallemand et la construction d'une route d'accès du côté sud, les systèmes de signalisation dynamique et de caméras.

Il convient de noter que le Ministère a déterminé les coûts directs avant les coûts de chantier et contingence qui seront ajoutés par la suite avec l'ensemble des autres coûts.

4.1.6 AUTRES COÛTS

BÂTIMENTS ET UNITÉS DE VENTILATION

Deux bâtiments ont été considérés dans les coûts pour abriter les systèmes de ventilation transversale des côtés nord et sud. Au nord, il a été convenu à ce stade que le bâtiment serait localisé dans la bretelle d'accès actuelle qui sera abandonnée au nord-est du puits de ventilation indiqué sur la Figure 4.7. Au sud, le bâtiment serait situé au-dessus de la structure de raccordement, permettant de redonner au site naturel le même profil qu'avant les travaux. Ces bâtiments accueilleront également les postes d'alimentation électrique et de télésurveillance.

Un troisième édifice est également prévu à la pointe ouest de l'Île-d'Orléans afin d'accueillir une unité de ventilation. La nécessité d'un point de ventilation intermédiaire n'est pas assurée et des études additionnelles seront requises.

CONNEXIONS INTER-TUBES

Des connexions inter-tubes sont requises à tous les 500 m. De plus, il a été considéré d'aménager une interconnexion technique à mi-distance du tunnel afin de faciliter les interventions des véhicules d'urgence. Les trois ou quatre interconnexions situées dans les zones de dépôts meubles constituent des points de faiblesse de l'anneau qui nécessitent un renforcement local de celui-ci, considéré dans les coûts.

EXPROPRIATIONS ET SERVITUDES

L'aménagement des échangeurs et accès des côtés nord et sud demanderont des expropriations. De plus, la portion en tunnel nécessite l'acquisition d'un droit de servitude assurant qu'aucune construction ne sera permise au-dessus du tunnel.

INVESTIGATIONS, INGÉNIERIE, CONTRÔLE DE QUALITÉ ET SURVEILLANCE

Des investigations et études sont requises dans les phases d'études de préfaisabilité et de faisabilité. La nature de ces études est précisée dans les recommandations. Les études et investigations préliminaires, l'ingénierie de conception et l'ingénierie de suivi de projet ont

respectivement été évaluées à 1%, 4% et 4% des coûts directs de construction. Le contrôle de qualité et l'arpentage de précision et la surveillance des travaux ont été établis à 6% des coûts directs de construction vu la complexité de l'ouvrage projeté. L'ensemble des activités d'ingénierie correspond donc à 15% des coûts directs de construction.

CONTINGENCES

Au stade des études de préfaisabilité, une contingence de 30% a été considérée. Ce taux, recommandé par le Ministère, est compatible avec le niveau de précision attendu à ce stade des études. Selon les indications présentées au Tableau 1.1, ce pourcentage constitue une valeur minimale vu le niveau de connaissances limité des conditions géotechniques du site, une valeur de 40% aurait pu être retenue. Une valeur de 30% pourra également être appliquée suite à la réalisation des investigations et études recommandées à la fin du rapport.

4.1.7 SOMMAIRE DES COÛTS

Le sommaire des coûts de construction est présenté au Tableau 4.1 alors que le Tableau 4.2 donne les détails de l'ensemble des coûts. Cela représente un coût de construction moyen d'environ 300 M$/km pour la partie tunnel et structures de raccordement. Ces coûts sont en dollars 2016 et n'incluent aucune inflation.

Tableau 4.1 : Sommaire des coûts de construction du tunnel foré en dollars 2016

Item	Coût
Études préliminaires et conception finale	152 M$
Gestion de projet et contrôle de la qualité	322 M$
Tunnel foré	2142 M$
Structures de raccordement	395 M$
Structures, mécaniques, systèmes surveillance, etc.	599 M$
Échangeurs	312 M$
Coûts administratifs et divers	64 M$
	3988 M$

Tableau 4.2 : Détails des coûts de conception et de construction

1	INGÉNIERIE ET COÛTS INDIRECTS	Unité	Coût unitaire	Quantité	Montant
1.1	**Avant la construction**				
1.1.1	Relevés, investigations, études préfaisabilité	global	2 400 000 $	1	2.40 M$
1.1.2	Relevés, investigations, études faisabilité	global	5 600 000 $	1	5.60 M$
1.1.3	Études d'avant-projet sommaire et définitif	global	10 000 000 $	1	10.00 M$
1.1.4	Conception, plans et devis, études environ, etc.	global	99 057 535 $	1	99.06 M$
					117 M$
1.2	**Pendant la construction**				
1.2.1	Ingénierie, approvisionnement, gérance de la construction	global	99 057 535 $	1	99.06 M$
1.2.2	Contrôle de la qualité: surveillance, laboratoire, arpentage	global	148 586 302 $	1	148.59 M$
					248 M$
1.3	**Autres dépenses de nature administrative**				
1.3.1	Avis, autorisations, expropriations, acquisitions	global	31 800 000 $	1	31.80 M$
1.3.2	Compensation environnementale	m2	150 $	30000	4.50 M$
1.3.3	Assurances	global	Inclus	1	0.00 M$
					36 M$
	Total des coûts ingénierie et des coûts administratifs				**401 M$**

2	CONSTRUCTION	Unité	Coût unitaire	Quantité	Montant
2.1	**Tunnel**				
2.1.1	Tunnelier: mobilisation et démobilisation	global	90 000 000 $	1	90.00 M$
2.1.2	Déblais de première et deuxième classes	m3	65 $	2626337	170.19 M$
2.1.3	Transport des déblais - 50 km	camions	250 $	175089	43.77 M$
2.1.4	Béton pour paroi - 0.65m	m3	1 500 $	416054	624.08 M$
2.1.5	Coulis entre l'anneau et le roc/sol - 0.15m	m3	836 $	121594	101.65 M$
2.1.6	Protection thermique du béton de revêtement	global	60 000 000 $	1	60.00 M$
2.1.7	Densification du sol - portail nord	m3	300 $	600000	180.00 M$
2.1.8	Consolidation des dépôts meubles	m3	4 000 $	58905	235.62 M$
2.1.9	Puits de ventilation sur la pointe de l'Île d'Orléans	global	2 243 208 $	1	2.24 M$
2.1.10	Interconnexions	global	22 646 647 $	1	22.65 M$
					1530 M$
2.2	**Raccordement au tunnel**				
	Portail nord				
2.2.1	Déblai de première classe	m3	20 $	0	0.00 M$
2.2.2	Déblai de deuxième classe	m3	14 $	550 000	7.43 M$
2.2.3	Déblai de deuxième classe contaminé (niv. C)	m3	168 $	20 000	3.35 M$
2.2.4	Béton armé (incluant imperméabilisation)	m3	1 300 $	84 763	110.19 M$
2.2.5	Remblayage	m3	20 $	200 000	3.95 M$
2.2.6	Pieux sécants	m3	3 000 $	24 500	73.50 M$
2.2.7	Tirants d'ancrages	m3	1 300 $	2 000	2.60 M$
2.2.8	Remblai digue	m3	25 $	170 000	4.25 M$
	Portail sud				
2.2.9	Déblai de première classe	m3	20 $	270 000	5.30 M$
2.2.10	Déblai de deuxième classe	m3	14 $	100 000	1.35 M$
2.2.11	Déblai de deuxième classe contaminé (niv. C)	m3	168 $	20 000	3.35 M$
2.2.12	Béton armé (incluant imperméabilisation)	m3	1 300 $	34 813	45.26 M$
2.2.13	Remblayage	m3	20 $	200 000	3.95 M$
2.2.14	Pieux sécants	m3	3 000 $	5 000	15.00 M$
2.2.15	Tirants d'ancrages	m3	1 300 $	2 000	2.60 M$
					282 M$

Tableau 4.1 : Détail des coûts de conception et de construction (suite)

2.3	**Structures et mécanique**				
2.3.1	Béton pour les murs et dalles du tunnel	m3	1 500 $	164400	246.60 M$
2.3.2	Ventilation du tunnel (transversale)	global	100 000 000 $	1	100.00 M$
2.3.3	Alimentation électrique /Éclairage	global	30 000 000 $	1	30.00 M$
2.3.3	Systèmes de télésurveillance (caméra, barrières, etc.)	global	15 000 000 $	1	15.00 M$
2.3.4	Système de protection incendie	global	20 000 000 $	1	20.00 M$
2.3.5	Système de pompage	global	7 000 000 $	1	7.00 M$
2.3.6	Revêtement bitumineux 65 mm ép. (chaussés)	tonnes	300 $	30883	9.26 M$
					428 M$
2.4	**Bâtiments de ventilation et expropriations**				
2.4.1	Béton pour les murs et dalles des structures (2 unités)	m3	1 200 $	3000	3.60 M$
2.4.2	Aménagement (mécanique auxiliaire)	global	5 000 000 $	1	5.00 M$
					9 M$
2.5	**Carrefours, chaussée**				
2.5.1	Carrefour sud	global	58 000 000 $	1	58.00 M$
2.5.2	Carrefour nord	global	165 000 000 $	1	165.00 M$
					223 M$
2.6	**Autres coûts**				
2.6.1	Considérations architecturales: 1% des portions routières	global	4 696 000 $	1	4.70 M$
					5 M$

SOMMAIRE

Coûts directs de construction	(A)			**2476 M$**
Organisation de chantier	(B)	10%	de (A)	**248 M$**
Coûts d'ingénierie	(C)	15%	de (A)	**365 M$**
Frais administratifs	(D)			**36 M$**
Contingences	(E)	30%	de (A+C+D)	**863 M$**
Total des coûts du projet				**3988 M$**

4.1.8 COMPARAISON AVEC LES COÛTS D'AUTRES TUNNELS

Une base de données des coûts de construction de projets de tunnels similaires à travers le monde peut constituer une base de comparaison des coûts avec le présent projet. Il reste néanmoins souvent difficile de savoir avec précision ce qui est compris dans les coûts de projet reportés dans la littérature. Dans le cadre de l'étude d'avant-projet du tunnel Alaskan way de Seattle, la firme de génie conseil Arup, a publié un rapport en 2008 sur les coûts de construction des récents tunnels de gros diamètres, dont certains construits dans des sols meubles. Il faut garder à l'esprit que ces prix ne contiennent pas la même combinaison de caractéristiques spécifiques à chaque projet de construction d'un tunnel.

Le Tableau 4.3 présente une liste des coûts de construction de différents projets de tunnels forés à travers le monde. On note que les projets en Europe et aux États-Unis sont les plus coûteux avec une fourchette de 100 à 500 M$/km. À l'opposé, ce sont les tunnels construits en Asie qui présentent les coûts de construction les plus bas du km, avec une main d'œuvre et le prix des matériaux beaucoup moins cher.

Tableau 4.3 : Coûts de construction de projets majeurs de tunnels forés (Arup, 2008)

Tunnel	Date de réalisation	Diamètre (m)	Nb. tubes	Longueur (km)	Longueur cumulée (km)	Sol traversé	Coût (M$_S)	Coût (M$US)/km de tunnel
Tunnel du port de Miami, USA	2014	11.0	2	1.13	2.25	-	1123	498
Tunnel Lefortovo , Moscou, Russie	2005	14.3	1	2.25	2.25	Sable, argile, calcaire (de résistance moyenne, partiellement très fissuré)	600	266
Tunnel de liaison - Aéroport Brisbane, Australie	2012	12.5	2	5.31	10.62	-	2206	208
Tunnel de Groene Hart, Pays-Bas	2006	14.6	1	2.25	2.25	-	450	200
4 ème Tunnel de l'Elbe, Allemagne	2002	14.3	1	4.18	4.18	Sable et boues, roche et cailloux, tillite et mica schiste	775	185
I-710 (A3), Los Angeles, USA	Projet	15.2*	3	6.60	19.79	-	3585	181
I-710 (C3), Los Angeles, USA	Projet	12.8*	3	6.44	19.31	-	3195	165
A86-Ouest, Paris, France	2010	11.6*	1	17.54	17.54	Calcaire, sable, argile, marne, craie	2641	151
Wesertunnel, Kleinensiel, Allemagne	2001	11.6	2	1.61	3.22	argile, sable, tillite, silt	358	111
Beacon Hill Tunnel, Seatle, USA	2009	6.4	2	1.29	2.57	-	280	109
Tunnel autoroute M-30, Madrid, Espagne	2008	15.2	2	3.54	7.08	Argile et gypse	570	80
Tunnel du port de Dublin, Irlande	2006	11.6	2	4.51	9.01	-	530	59
Pannerdensch kanaal, Pays-Bas	2003	9.8	2	1.61	3.22	-	173	54
Tunnel SMART, Kuala Lumpur, Malaisie	2007	13.1	1	9.66	9.66	-	515	53
Tunnel de Wuhan , Chine	2008	11.3	2	2.74	5.47	-	288	53
Tunnel de Nanjing, Chine	2013	14.9	2	3.06	6.12	-	245	40
Westerschelde	2002	11.3	2	6.60	13.20	Dépôts meubles, sol perméable	490	37
Tunnel de Shanghai, Chine	2008	15.5	2	7.40	14.81	sable, argile, gravats	245	17

*Projet pour lequel différents diamètres étaient présent. Ce chiffre représente un tunnel de diamètre moyen

Le coût du tunnel de Seattle excède les 1000 M$ américains. Même avec un gabarit plus large que celui de l'ouvrage proposé (surface 36% plus grande), ces tunnels sont forts semblables en termes de géométrie et de longueur. L'ordre de grandeur des coûts est proportionnellement comparable à ce qui a été déterminé dans le présent mandat.

On peut donc conclure que malgré des conditions de sol difficiles pour le projet considéré, les coûts estimés semblent plutôt être du côté optimiste en comparaison avec les deux ouvrages considérés plus haut.

4.2 COÛTS ANNUELS

4.2.1 COÛTS D'OPÉRATION

Les coûts d'opération du tunnel donnés au Tableau 4.4 ont d'abord été estimés par Rancourt (2016) en s'appuyant sur l'étude réalisée par le Consortium BCDE (2011a) pour l'option d'un tunnel à 2 tubes de 17.4 m qui remplacerait le pont Champlain. Les coûts d'exploitation et d'entretien présentés dans leur étude sont utilisés dans la présente étude au prorata de la longueur. Pour la solution à deux tubes dans l'étude de BCDE (2011a), la longueur totale cumulée du tunnel (deux tubes et longueur des structures de raccordement) était estimée à environ 20 km alors que le présent projet porte sur une longueur totale cumulée de 15.8 km, ce qui correspond à un ratio des longueurs de tunnels de 79 %. Toutefois, considérant un plus faible volume de circulation appréhendé pour le tunnel entre Québec et Lévis, ce ratio a été diminué de 30%, ce qui donne des coûts d'exploitation qui se situent environ à 50 % des coûts du tunnel Champlain. Les coûts d'opérations courantes et de maintenance ont été ajoutés.

Tableau 4.4 : Coûts d'opération en dollars 2016

3	OPÉRATIONS	Fréquence	Coût unitaire	Coût annuel
3.1	Frais d'exploitation, alimentation électrique, etc.	1	5 000 000 $	5.00 M$
3.2	Entretien courant, tunnel et échangeurs	1	4 000 000 $	4.00 M$
3.3	Équipes d'intervention incendie (nord et sud)	1	- $	0.00 M$
3.4	Centre de contrôle et patrouilles	1	1 000 000 $	1.00 M$
3.5	Gestion du transport des matières dangereuses	1	- $	0.00 M$
				10.00 M$

4.2.2 COÛTS DE MAINTENANCE

Les hypothèses de calcul des coûts de maintenance sont détaillées en annexe. Les échéances d'intervention et les coûts sont présentés au Tableau 4.5. Pour la maintenance de l'infrastructure du tunnel, des réparations partielles sont considérées. Les équipements

électriques, mécaniques et électroniques sont considérés désuets à l'échéance indiquée. Les parties qui se détériorent avec l'usage (enrobé bitumineux) sont entièrement remplacés.

Tableau 4.5 : Coûts de maintenance annualisés en dollars 2016 (sans inflation)

4	ENTRETIEN / RÉPARATIONS	Fréquence	Coût unitaire	Coût annuel
4.1	Remplacement de l'enrobé bitumineux chaussée externe	13	4 200 000 $	0.34 M$
4.2	Remplacement de l'enrobé bitumineux - Tunnel en tranché	13	720 000 $	0.06 M$
4.3	Remplacement de l'enrobé bitumineux - Tunnel foré	13	15 228 000 $	1.22 M$
4.4	Remplacement de la membrane - Chaussée externe	30	4 800 000 $	0.16 M$
4.5	Remplacement de la membrane - Tunnel en tranchée	30	900 000 $	0.03 M$
4.6	Remplacement de la membrane - Tunnel foré	30	16 920 000 $	0.56 M$
4.7	Réparation majeure du béton aux approches	75	22 038 250 $	0.29 M$
4.8	Réparation majeure du béton en tunnel	75	14 700 000 $	0.20 M$
4.9	Réparation de l'anneau	75	93 612 255 $	1.25 M$
4.10	Réparation de la protection thermique	25	12 000 000 $	0.48 M$
4.11	Métallerie	20	6 000 000 $	0.30 M$
4.12	Ventilation du tunnel	25	125 000 000 $	5.00 M$
4.13	Alimentation électrique, éclairage, etc.	25	37 500 000 $	1.50 M$
4.14	Systèmes de télésurveillange (caméra, barrières, etc.)	10	18 750 000 $	1.88 M$
4.15	Équipements d'intervention d'urgence (nord et sud)	10	500 000 $	0.05 M$
				13.31 M$
	Total des coûts annuels			**23.31 M$**

Les coûts annuels présentés dans ce qui suit s'appuient sur l'hypothèse que les ouvrages construits aujourd'hui auront des durées de vie supérieures à celles des ouvrages construits dans la deuxième moitié du XX^{e} siècle. Cette hypothèse suppose que les techniques de construction et les détails de conception seront choisis judicieusement et que l'exécution sera faite avec soin. Il est donc admis pour l'ouvrage projeté, que les plus hauts standards de qualité seront appliqués, et ce, peu importe le mode de réalisation de l'ouvrage.

Il est aussi supposé, pour un même de degré d'exposition aux éléments et aux sollicitations causant la dégradation, que la diminution de la performance d'un élément est fonction des matériaux et de la qualité de la réalisation.

La durée de vie de 100 ans indiquée par le Ministère est un point de référence utile mais non un objectif en soi. Nous sommes convaincus que les méthodes de construction actuelles et la disponibilité de matériaux de qualité permettent de construire des ouvrages qui auront une durée de vie supérieure à cette limite (Brühwiler, 2014, Charron et Desmettre, 2015). Pour des ouvrages vitaux franchissant des cours d'eau ou obstacles d'importance, comme pour le projet de troisième lien entre les rives sud et nord à Québec, il est admis qu'un ouvrage sera toujours nécessaire pour assurer la mobilité de personnes et des marchandises, peu importe l'évolution des modes de transport dans les décennies à venir. On suppose donc que la conception des ouvrages prévoira que ceux-ci subiront des entretiens réguliers et des

réparations récurrentes au cours de la période de comparaison de 100 ans. Il n'est pas illusoire d'envisager avec les connaissances actuelles que des ouvrages puissent avoir des durées de vie nettement supérieures à 100 ans. Toutefois, dans le cadre de ce mandat, ces aspects n'ont pas été considérés, tout comme la valeur résiduelle à l'échéance de 100 ans.

Deux principes sont donc admis :

- tous les éléments des ouvrages, sauf les parties enfouies dans le sol, devront pouvoir être réparées, renforcées, remplacées afin de maintenir fonctionnel l'ouvrage;

- les choix qui seront faits à la conception, la qualité des matériaux utilisés, le soin apporté à la mise en œuvre et la réalisation d'un entretien de qualité, dicteront la fréquence et l'ampleur des interventions récurrentes en cours de vie et les mises à niveau majeures très ponctuelles.

Pour ce présent mandat, il est admis que pour les 100 premières années de l'ouvrage, aucune réparation majeure ne sera requise. Toutefois, cette hypothèse pourra difficilement être atteinte avec les méthodes et matériaux de construction utilisés pour les ouvrages usuels. Des considérations particulières aux ouvrages non conventionnels devront être appliquées pour atteindre cet objectif.

4.3 COÛTS SUR LE CYCLE DE VIE

4.3.1 PRINCIPES

Le coût du cycle de vie comprend les coûts associés à la préparation du projet, à la construction de l'ouvrage et à la maintenance de l'infrastructure (opérations, entretien réguliers et réparations récurrentes). Même si la durée de vie de l'ouvrage a été établie à 100 ans, cette échéance ne suppose cependant pas que l'ouvrage aura alors atteint la fin de sa vie utile.

L'évaluation des coûts sur 100 ans est faite sans prendre en considération l'inflation, ni le financement des coûts de construction et de maintenance. Les montants sont présentés en dollars 2016.

4.3.2 COÛTS DU PROJET

Le Tableau 4.6 présente les coûts du tunnel. L'analyse des coûts du cycle de vie met en évidence l'impact des coûts d'entretien sur les coûts directs que le Ministère aura à débourser sur une période de 100 ans.

Tableau 4.6 : Coûts du cycle de vie en dollars 2016

Scénarios	Construction	Maintenance	Total
Coûts directs - $2016(1)	3988 M$	2331 M$	6319 M$

(1) : Coûts de construction plus 100 fois les coûts de maintenance annuels moyens

5 ÉVALUATION DU CONCEPT PROPOSÉ

Ce chapitre présente d'abord les risques monétaires reliés à la construction et d'opération d'un tunnel, puis explore des pistes de réductions potentielles des coûts. Le chapitre présente ensuite le détail des études de préfaisabilité techniques additionnelles qui seraient requises dans les étapes subséquentes de développement d'un troisième lien sous-fluvial.

5.1 RISQUES DE CONSTRUCTION D'UN TUNNEL

5.1.1 RISQUES DE VARIATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION

Les risques associés à la construction sont essentiellement reliés aux imprévus et aux variations géologiques, notamment par l'apparition des conditions adverses non prévues forçant l'arrêt ou le retard des travaux. Ces conditions peuvent être la présence dans le sol ou le roc de contaminants, de poches de gaz, de blocs rocheux, de failles, de zones d'eau sous pression, etc.

Long (2011) mentionne dans son rapport la présence de gaz dans les dépôts meubles du fleuve, notamment vers le nord-est de l'Île. Il n'est donc pas impossible de rencontrer du gaz le long du tracé à l'étude. Une procédure stricte de détection et de ventilation devra être suivie pendant les travaux.

La présence rencontrée d'hétérogénéités dans les sols et le roc aura une grande influence sur le taux d'avancement du tunnelier. Chaque changement de terrain entraîne des ralentissements puisqu'une série de modifications sont requises pour passer d'un mode à l'autre.

5.1.2 RISQUES DE VARIATION DES COÛTS D'OPÉRATION

Le principal risque relié à l'exploitation du tunnel est de nature sismique. Le tracé du tunnel traverse trois sections types : une section en roc, une section variable selon l'avancement, avec du roc au plancher et des sols en voûte, et une section en sols possiblement liquéfiables. Cependant, en raison de la profondeur des couches, la liquéfaction serait à un degré moindre, ce qui devrait empêcher le flottement.

Il est important de considérer que le type de revêtement annulaire composé de voussoirs est relativement flexible et peut, jusqu'à un certain point, supporter une certaine déformation permanente sans perte d'efficacité. Toutefois cet aspect demande une étude particulière tel que décrit dans ce qui suit.

5.2 ÉTUDES GÉOTECHNIQUES ADDITIONNELLES

5.2.1 SITUATION

En fonction des conditions géologiques et géotechniques présentées au chapitre 2, la réalisation d'investigations détaillées du socle rocheux et des dépôts meubles dans le sillon est recommandée. Selon le Tableau 1.1, les études de préfaisabilité dont la présente constitue le premier jalon, doivent être complétées avant de prendre une décision favorable à la construction d'un tunnel entre les rives sud et nord. Des études additionnelles s'avèrent nécessaires, principalement parce qu'il n'existe aucune information sur la nature du sol dans l'axe considéré. Bien que tout indique que le projet soit faisable dans les coûts estimés, il se peut que les moyens requis afin d'assurer que le tunnel présente un comportement adéquat dans l'éventualité d'un séisme majeur amènent une augmentation des coûts au-delà de ce qui est évalué. En contrepartie, il est également possible que les coûts diminuent puisque les études sismiques réalisées à ce jour ne permettent pas de faire une prédiction du comportement du tunnel en cas de séisme majeur au niveau de précision requis pour l'étude de préfaisabilité dû à l'absence de données terrain, le pire scénario ayant donc été choisi.

Trois types d'études additionnelles, identifiées au Tableau 5.1, sont recommandés pour réaliser l'étude de préfaisabilité. Les durées indiquées, à confirmer, permettraient de faire une mise à jour du présent rapport. Plusieurs de ces activités peuvent être réalisées concurremment. Les durées des différentes activités sont variables mais, selon nous, les investigations dans les dépôts meubles et les essais en laboratoire pour déterminer les caractéristiques sont sur le cheminement critique.

Tableau 5.1 : Études additionnelles requises à l'étape de préfaisabilité

INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES	
Description	***Durée***
Forages roc	*6 à 12* mois
Forages dépôts meubles	
Géophysique sismique	
Essais en laboratoire	
COMPORTEMENT SISMIQUE DES SOLS LIQUÉFIABLES	
Description	***Durée***
Établissement des séismes de conception	6 à 12 mois
Modèle non linéaire 2D avec inclusion	
Détermination du potentiel de liquéfaction	
COMPORTEMENT D'UN TUNNEL FORÉ DANS UN SOL LORS D'UN SÉISME	
Description	***Durée***
Développement d'un modèle 3D	12 à 24 mois
Étude du comportement du tunnel dans le sol	

5.2.2 INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

André Rancourt recommande de regrouper l'ensemble des résultats d'investigation dans un rapport de référence de type GBR "*Geotechnical Baseline Report*" qui présente dans un premier temps les informations géotechniques pertinentes au projet et, ensuite recommande entre autres des balises et critères de mesures en ce qui concerne le traitement des imprévus géotechniques et des coûts qui leurs sont généralement reliés. Ce rapport fait partie des documents requis pour l'appel d'offres du contrat de construction du tunnel.

Afin de constituer ce rapport, Rancourt a identifié la zone où des investigations additionnelles devraient être réalisées (Figure 5.1). À l'étape de préfaisabilité, la détermination de la nature des dépôts meubles et la profondeur du socle rocheux envisagé pour le tunnel doit être réalisée d'abord par géophysique sismique puis par des forages en nombre limité (environ 10). Ils ne devront pas se limiter au seul axe retenu dans ce rapport. Des forages exploratoires entre la pointe de Lévis et le boulevard des Chutes dans le St-Laurent devront être réalisés. Des forages plus rapprochés seront requis à l'étape de faisabilité. Comme ces investigations se situent pour plusieurs dans la voie maritime, il faudra s'assurer qu'il est possible de les réaliser en fonction de l'échéancier retenu, celles-ci étant sur le cheminement critique.

Figure 5.1 : Investigations géotechniques (tiré de Rancourt, 2016)

Selon Rancourt, l'objectif de ces investigations est d'obtenir les propriétés mécaniques et hydrogéologiques des sols et du socle rocheux. Le coût de ces investigations est inclus dans

le présent rapport. Pour le socle rocheux, les forages devraient prévoir l'orientation des fissures et des joints par système de géocaméra. Des essais de perméabilité de type Lugeon devrait être également réalisés.

Selon LeBœuf (2016), la section nord du tracé du lien sous fluvial Québec-Lévis est un site particulièrement complexe qui exigera la réalisation d'un programme complet d'investigations géotechniques de terrain et de laboratoire. Pour l'étude de préfaisabilité, ce programme devra comprendre les éléments de base suivants :

- une série de forages effectués jusqu'au socle rocheux et réalisés afin de prélever des échantillons de sable et d'argile et d'établir la stratigraphie et la structure géologique du bassin alluvial;

- une série de sondages comprenant la réalisation du programme d'essais in situ suivant : 1) essais de pénétration standard, 2) essais au piézocône sismique et essais au scissomètre de chantier dans les couches argileuses;

- des essais en laboratoire comprenant : des analyses granulométriques sur la majorité des échantillons prélevés, des essais œdométriques sur les échantillons non remaniés d'argile, des essais triaxiaux sur les échantillons non remaniés d'argile et des essais à la colonne de résonnance sur des échantillons d'argile.

5.2.3 COMPORTEMENT SISMIQUE DES SOLS LIQUÉFIABLES

Le rapport de LeBœuf (2016) indique que selon les hypothèses retenues à ce jour pour prédire l'intensité des séismes probables, la magnitude peut varier de 6.9 à 7.6, ce qui est un écart considérable. Les études réalisées par LeBœuf indiquent que la limite de liquéfaction des sols varie selon la profondeur et, selon la magnitude du séisme, certaines couches pourraient être affectées à des degrés très variables selon l'intensité du séisme. Il importe donc de statuer sur la magnitude devant être retenue pour le site du tunnel.

Ensuite, des études doivent être réalisées afin de déterminer le comportement anticipé des sols lors d'un séisme majeur. Ces analyses incluent l'étude des moyens de mitigation visant à densifier le sol. Selon le code CSA-S6, ces études correspondent à celles décrites à l'article 4.6.6.1c. Toute analyse de niveau moindre comportera des incertitudes importantes sur les méthodes de mitigations nécessaires.

5.2.4 MITIGATION DE L'EFFET DES SÉISMES

Les études géotechniques et d'interaction sol-tunnel décrites plus haut pourraient amener une réduction des coûts associés à la mitigation de l'effet des séismes. Il est possible que les études décrites précédemment arrivent à la conclusion que les risques de liquéfaction sont moindres qu'anticipé maintenant. Il importe de savoir que l'amplitude réelle des séismes et du comportement réel des sols dépend de paramètres sur lesquels pèsent beaucoup d'incertitudes. Tant qu'il n'y aura pas dans le monde un tunnel en sols liquéfiables sujet à un

séisme majeur les prédictions comporteront un degré d'incertitude important. De plus, l'historique de liquéfaction dans les dernières 10 000 années (Tuttle et Atkinson, 2010) permet de jeter un regard nouveau sur la problématique de la liquéfaction propre à ce site. Les études récentes tendent ainsi à démontrer que l'intensité devant être considérée pourrait être moindre que celle utilisée jusqu'à maintenant sans toutefois écarter la probabilité qu'un séisme majeur puisse engendrer la liquéfaction des sols, en particulier dans les couches supérieures.

Deux axes d'optimisation sont envisageables pour le site particulier du la région de Québec : réduire au maximum la longueur du trajet dans les sols liquéfiables afin de minimiser les interventions de densification des sols, ou s'assurer que le tunnel présente un comportement ductile permettant d'accommoder de grands déplacements en intervenant minimalement dans le sol. Ces deux approches requièrent la réalisation des études décrites précédemment.

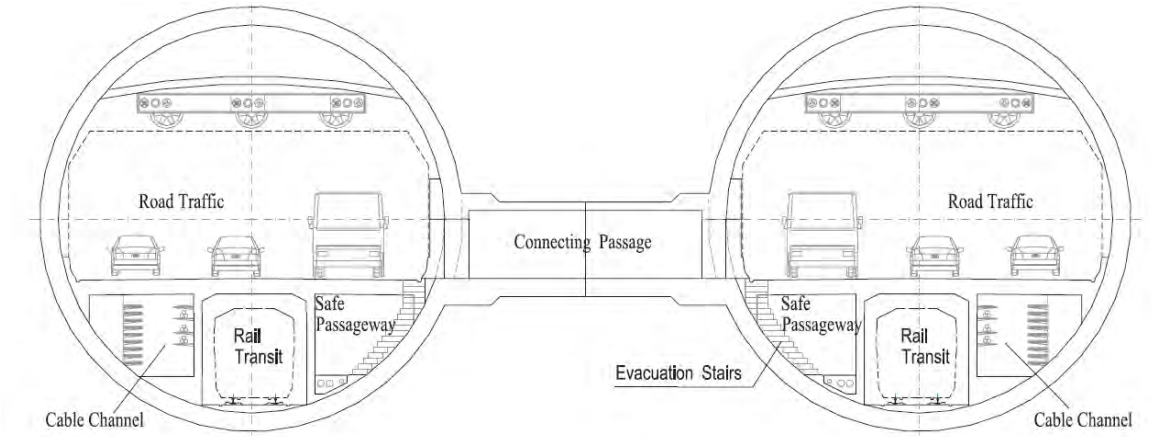
5.3 ÉTUDES TECHNIQUES ADDITIONNELLES

Dès les prochaines étapes du projet, l'assistance d'expertises extérieures spécialisées sur les grands enjeux propres aux domaines des tunnels, tel que la ventilation, la sécurité dans un environnement confiné et les conditions d'exploitation seraient des facteurs de succès. Ces assistances permettront de contribuer à l'optimisation technique et économique du projet.

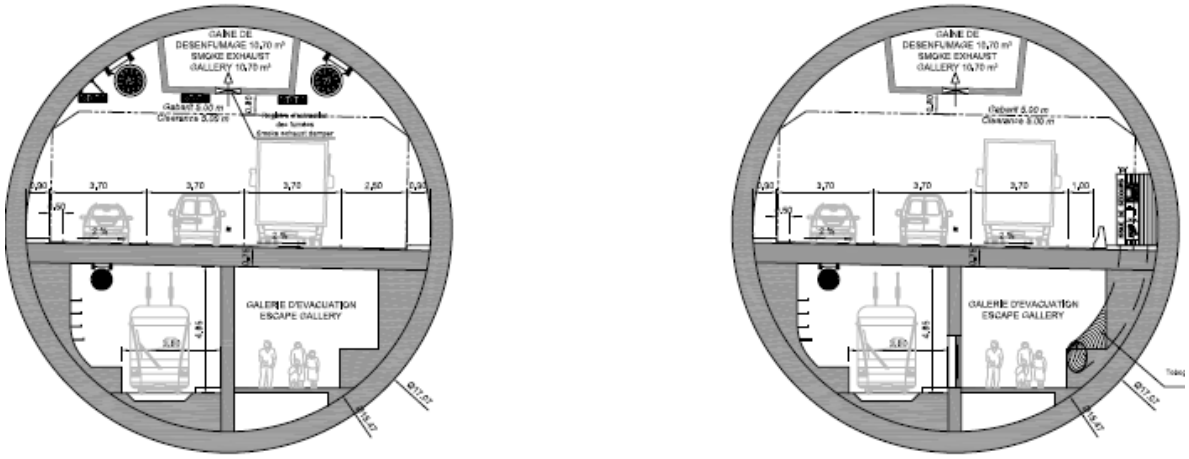
5.3.1 BESOINS ET CRITÈRES DE CONCEPTION

En parallèle avec les investigations géotechniques qui permettent d'avoir une idée plus précise du sol, l'étude des besoins est un paramètre primordial qui aura une influence directe sur l'ensemble des études subséquentes, sur les optimisations qui seront possibles et, de ce fait, sur les coûts du tunnel. Cette réflexion est relativement complexe car elle doit s'articuler sur la vision du transport et du développement pour au moins la moitié du cycle de vie projeté de l'ouvrage.

La première question porte sur la présence ou non de transport en commun sur des voies réservées et, dans l'affirmative, quelle en serait la nature. Un transport par autobus peut bien s'accommoder de voies réservées, trois voies pouvant être aménagées dans le gabarit retenu. Par contre, un transport sur rail serait plus approprié pour un tunnel à deux niveaux, comme ceux de Shanghai ou de l'option considérée pour le pont Champlain, illustrés sur la Figure 5.2. Dans le cas du troisième lien Québec-Lévis, deux voies de circulation routière plus étroites pourraient être aménagées, fonction toutefois des critères de sécurité.



a) Tunnel de Shanghai (Huang, 2008)



b) Option d'un tunnel pour le remplacement du pont Champlain (BCDE, 2011a)

Figure 5.2 : Exemples de tunnels bitubes mixtes – trafic routier et transport sur rail

Enfin, la vitesse permise, variable ou non selon l'achalandage, pourrait faire partie des critères de conception du tunnel. Le contrôle de la vitesse par télémétrie permet d'assurer une circulation adaptée à la situation. Ces paramètres peuvent influencer le choix de la largeur des voies et accotements, et de fait, les coûts de construction.

5.3.2 TRACÉ

La campagne d'investigation terrain visant à déterminer le profil du roc à l'ouest de la pointe de l'Île-d'Orléans pourrait permettre de trouver un tracé plus avantageux que celui retenu dans cette étude. En effet, le tracé retenu n'est possiblement pas le plus optimal. Une meilleure connaissance des conditions terrain et une définition plus élaborée des besoins sur un horizon de 50 ans permettront de connaître avec plus de précision le tracé optimal. Outre la longueur du tunnel, la localisation du point de raccordement du côté nord dans le roc plutôt que dans des dépôts meubles serait un atout majeur tant pour les coûts de construction que pour l'échéancier ou l'impact environnemental sur le fleuve.

Le choix d'un tracé avec des pentes moindres serait souhaitable. Positionner le raccordement du côté nord entre l'échangeur A40/A440 actuel et le boulevard des Chutes permettrait, selon les indications actuelles, de maximiser la construction du portail nord dans le roc. La partie en tunnel foré pourrait être plus longue alors que la longueur de la structure de raccordement pourrait être réduite.

Choisir un tracé à l'ouest du tracé retenu pourrait permettre de descendre en pente plus douce à partir de la rive sud en direction par exemple de la pointe de Lauzon puis de bifurquer vers la rive nord en suivant un tracé courbe. Toutefois le tracé doit être choisi afin de permettre un lien direct avec l'autoroute 40 garantissant la fluidité de la circulation afin de maximiser l'utilisation d'un tunnel de cette envergure.

5.3.3 COMPORTEMENT D'UN TUNNEL DANS UN SOL LORS D'UN SÉISME MAJEUR

Même si le sol pourrait ne pas se liquéfier pour les portions plus profondes du tunnel, des tassements différentiels importants de l'ordre de 200 à 300 mm sont à prévoir selon l'étude de LeBœuf (2016). Dans son étude il indique qu'il est raisonnable de supposer que des pressions effectives élevées (supérieures à 300 kPa) pourraient se développer à des profondeurs élevées et que le phénomène de *mobilité cyclique*, associé à ces surpressions interstitielles élevées, pourrait entraîner des désordres potentiels dans la structure du tunnel même si les risques de soulèvement et de rupture inversée de capacité portante diminuent avec la profondeur.

Les outils numériques actuels permettent de considérer l'interaction sol-structure et les efforts induits dans le tunnel. L'amplitude de ces efforts variera selon les méthodes de mitigation retenues. Cela peut également avoir des impacts sur l'épaisseur des parois et des dispositions constructives visant à assurer un comportement ductile du tunnel malgré des tassements différentiels importants. Il convient de souligner que l'amplitude des séismes comporte beaucoup d'incertitudes et que les principes rigoureux de conception des ouvrages visent à assurer un comportement ductile pour de grandes déformations.

Il est donc recommandé de procéder en deux temps, soit de développer les modèles numériques fiables puis de faire les simulations de l'interaction sol-structure une fois les propriétés réelles connues dans un mandat spécifique ainsi que des simulations des zones de transition entre les dépôts meubles et le roc où le revêtement peut être sujet à des concentrations d'efforts.

5.3.4 VENTILATION

Le système de ventilation est une composante importante d'un tunnel, non seulement lors de la construction mais également en situation d'opération. La conception de la ventilation dépend des besoins, de la longueur du tracé et de l'inclinaison du profil. Pour ce long tunnel, des pentes plus douces, des vitesses réduites en périodes d'achalandage et l'accroissement de véhicules à émanations réduites pourraient permettre d'optimiser la ventilation d'opération courante.

La nécessité d'un puits de ventilation intermédiaire pour l'évacuation de la fumée principalement suite à un accident devra être établie. Au stade des études de préfaisabilité, il faudrait faire appel à un expert pour cette problématique très particulière.

5.3.5 SÉCURITÉ DES USAGERS

La sécurité des usagers demeure le premier critère de conception. Le concept retenu dans cette étude doit être validé et fort probablement adapté aux conditions particulières d'un tunnel de plus de 7 km. Tel qu'indiqué au chapitre 3, cet aspect touche autant les issues de secours que les dispositifs de communication et d'interaction avec les usagers. Tout comme pour la ventilation, à ce stade des études de préfaisabilité, il faudrait faire appel à un expert pour cette problématique très particulière.

De plus, si l'aménagement des échangeurs pouvait le permettre, il serait plus avantageux d'inverser le sens de circulation dans les tubes pour faire en sorte que les voies du côté droit de la chaussée où s'arrêteraient les véhicules en panne se situent du côté intérieur du tunnel, soit du côté des issues de secours.

5.3.6 CONDITIONS D'OPÉRATION

Les conditions d'opération d'autres tunnels de configuration et d'utilisation similaires à celles envisagées pour le troisième lien entre Québec et Lévis devraient être étudiées en détail par des personnes provenant de différents horizons. Outre les aspects cités plus haut, observer sur le terrain l'aménagement et l'opération en conditions usuelles est essentiel pour bien identifier les enjeux et mieux définir les besoins et critères de conception. Une telle observation doit être faite sous plusieurs angles : aménagements, sécurité, interventions en cas d'incendies, etc.

5.4 ÉCHÉANCIER

Un projet d'une telle ampleur exige des études préalables et investigations poussées, notamment dû à la particularité du site tel qu'indiqué plus haut. Les investissements importants requis pour mettre en place un ouvrage de cette nature exigent que la meilleure solution technique soit retenue. Des études d'ingénierie poussées et très spécialisées devront être réalisées. Enfin, la mise en œuvre d'un tel ouvrage nécessite plusieurs années de construction.

Rancourt (2016) a estimé à 6 ans le temps de construction auquel doivent s'ajouter environ deux années d'études et investigations du site et un temps comparable pour la conception. Ainsi, d'un seul point de vue technique, il faut compter environ dix années. À cela il faut ajouter le temps associé aux études d'impacts environnementaux, aux consultations publiques, au mode de financement, etc.

La construction d'un tunnel entre Québec et Lévis est un projet dont l'échéancier prévisible de réalisation devrait se situer entre 10 et 15 ans.

6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

6.1 CONCLUSIONS

Un mandat d'expertise a été confié par le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec à l'École Polytechnique de Montréal pour évaluer la faisabilité technique et les coûts sur le cycle de vie estimés à l'étape de préfaisabilité d'un tunnel entre les rives nord et sud à Québec. Le mandat a porté spécifiquement sur la faisabilité technique d'un tunnel sous le fleuve en présence de différents types de sols rencontrés, de la sensibilité de l'ouvrage en cas de séisme majeur et des coûts associés à la méthode d'excavation et aux dispositions constructives particulières nécessaires, sur la base des connaissances actuelles.

L'étude arrive à la conclusion qu'un tel projet est faisable techniquement, que les coûts de construction s'élèveraient à près de 4.0G$, excluant l'inflation, alors que les coûts totaux sur un cycle de vie de 100 ans sont évalués à environ 6.3G$ ($2016). La construction d'un tel lien entre Québec et Lévis est un projet dont l'échéancier prévisible de réalisation devrait se situer entre 10 et 15 ans.

À ce stade des études, seul le tracé sous le fleuve passant à l'ouest de la pointe de l'île d'Orléans a été retenu afin de compléter la ceinture périphérique autour des grandes villes des deux rives rejoignant l'autoroute A40 à l'autoroute A20. Rive nord, le tracé débute au niveau de l'échangeur des autoroutes 40/440 à Beauport passant à l'extrémité ouest de l'Île-d'Orléans à une profondeur d'environ 75 m pour émerger au sud de la route 132 à l'est de la route Lallemand assurant un raccordement avec l'autoroute 20 proche de l'échangeur Lallemand. D'une distance en tunnel d'environ 7.8 km, le choix d'un tunnel foré par un tunnelier s'avère la meilleure stratégie en tenant compte des critères géologiques et géotechniques du sol traversé, des exigences environnementales, des coûts et des délais.

Les considérations géotechniques du site occupent une place prépondérante dans l'évaluation des choix qui ont été faits. Le recoupement d'informations contenues dans les études des conditions géotechniques commandées par le Ministère entre 2003 et 2011ainsi que les études récentes soulignent la particularité du site. Il a aussi été confirmé que la présence de la faille de Logan, qui est inactive et qui n'est pas reliée à la sismicité de la région, n'a pas d'impact pour la construction d'un tunnel à cet endroit. Toutefois le manque d'informations sur la nature des sols ne permet pas de conclure de manière définitive sur la solution technique devant être retenue. L'absence de données essentielles n'a pas permis d'optimiser le concept. Toutefois, outre les conditions du site, les besoins pour les cinquante prochaines années devront être établis avec plus de précision, notamment en ce qui a trait au transport en commun, routier ou sur rail, ainsi que sur le gabarit de la portion routière.

Enfin, pour des ouvrages majeurs tels que celui considéré dans ce rapport mais en particulier pour les tunnels où les interventions sont complexes, il est essentiel de considérer l'utilisation de matériaux à grande durabilité et l'adoption de détails de construction appropriés qui permettraient d'augmenter la durée de vie de ces ouvrages, de réduire les interventions d'entretien et de réparation.

6.2 RECOMANDATIONS

Les études réalisées à travers ce mandat permettent d'énoncer les recommandations suivantes dans l'éventualité où le Gouvernement du Québec décidait de compléter les études de préfaisabilité. Ces recommandations visent à faire progresser le dossier d'un troisième lien rive sud rive nord entre les villes de Québec et Lévis.

1. Des investigations géotechniques visant à bien cartographier la nature des sols, la profondeur du roc et la mesure des propriétés des dépôts meubles et du roc sur le site sont requises.

2. L'amplitude du séisme de conception doit être établie et le comportement du tunnel dans la zone des dépôts meubles dans l'éventualité d'un tel séisme doit être évalué.

3. Une analyse exhaustive de la planification des transports est requise pour assurer une plus grande précision des résultats.

4. Les besoins visant à déterminer la configuration des voies et leur usage prévisible pour la moitié du cycle de vie doivent être établis en sachant que les dimensions d'un tunnel de la catégorie de celui projeté requièrent un degré d'optimisation très élevé.

5. Des experts en ventilation des tunnels et en sécurité des usagers devront être engagés afin de guider la conception du tunnel.

6. Des analyses plus raffinées de circulation dans les échangeurs devront être réalisées.

7. Le tracé, la section du tunnel, la localisation et la géométrie des échangeurs devront être mis à jour ce qui permettra de réévaluer les coûts.

ANNEXE 1 – LISTE DES DOCUMENTS CONSULTÉS

Les documents indiqués dans cette section ont été transmis par le Ministère dans le but de faire ce mandat, ou ont été produits dans le cadre de la réalisation de celui-ci.

RAPPORT DES MANDATAIRES

LeBœuf, D. 2016. Conception parasismique d'un tunnel entre Québec et Lévis : revue des aspects géotechniques. Rapport final, Université Laval, 34 pages.

Rancourt, A. 2016. Analyse des coûts d'un tunnel foré entre Beauport et Lévis, Rapport final, Géosys, 35 pages.

ÉTUDES ANTÉRIEURES D'UN LIEN ENTRE QUÉBEC ET LÉVIS

Vandry, Jobin et ass., 1967. Plan de circulation et de transport, région métropolitaine de Québec, Les enquêtes, Volume I, 156 pages.

Vandry, Jobin et ass., 1968. Plan de circulation et de transport, région métropolitaine de Québec, Le plan, Volume II, 192 pages.

Vandry, Jobin et ass., 1968. Plan de circulation et de transport, région métropolitaine de Québec, Résumé, 12 pages.

MTQ, 1975. Lien rive nord rive sud via tunnel, Service des sols et matériaux mécanique des roches, Direction générale du génie, 36 pages.

Vandry, Jobin et ass., 1979. Étude sur la faisabilité d'un lien entre la rive nord et la rive sud du fleuve, rapport final, Plan de circulation et de transport, région métropolitaine de Québec, Résumé, 594 pages.

Tecsult Inc., 1999. Lien sous-fluvial à l'est de Lévis-Québec, Rapport d'étude, 90 pages.

EXPERTISES SUR LES ASPECTS GÉOLOGIQUES ET GÉOTECHNIQUES

LeBœuf, D., 2003a. Étude de stabilité dynamique des fondations des piliers du pont de l'Île d'Orléans – Phase 1: paramètres sismiques. Université Laval, mai.

LeBœuf, D., 2003b. Étude de stabilité dynamique des fondations des piliers du pont de l'Île d'Orléans – Phase 2: analyse et évaluation, Université Laval, mai.

LeBœuf, D., 2006a. Étude de stabilité sismique des fondations du pont de l'Île d'Orléans – Partie 1. Université Laval, septembre.

LeBœuf, D., 2006b. Étude de stabilité sismique des fondations du pont de l'Île d'Orléans – Partie 2. Université Laval, décembre.

LeBœuf, D. et Talbot, M. 2006. Description des caractéristiques géotechniques et sismiques du pont de l'Île d'Orléans, Colloque sur progression de la recherche québécoise dans le domaine des ouvrages d'art.

LeBœuf, D. et Chaallal, O. 2009. Densification des fondations du pilier 12 du pont de l'Île d'Orléans : étude et optimisation. Université Laval, décembre.

Long, B., 2011a. Rapport final MTQ – INRS, Projet de lien routier pour l'Île d'Orléans, Relevés sismiques dans le bras nord du fleuve Saint-Laurent. MTQ, INRS, août.

Long, B., 2011b. Rapport MTQ – INRS, Projet de lien routier pour l'Île d'Orléans, Relevés sismiques dans le bras nord du fleuve Saint-Laurent. MTQ, INRS, novembre.

Pelletier, S. et Desgagnés, P. 2011. Avis technique, Étude du potentiel de liquéfaction des sols en cas de séisme majeur dans l'axe du pont de l'Île d'Orléans. MTQ, 0368-01-012(017)04, novembre.

Pelletier, S. et Desgagnés, P. 2012. Avis technique, Étude de préfaisabilité d'un tunnel entre la rive nord du Saint-Laurent et l'Île d'Orléans – Comportement d'un tunnel en cas de séisme majeur, MTQ, 0368-01-012(017)04, mai.

NORMES ET DOCUMENTS TECHNIQUES

AASHTO, 2004. A policy on Geometry Design of Highways and Streets, Washington, D.C.

AIPCR, 1995. Classification des tunnels, directives et expériences existantes, recommandations, 05.03.B, 49 pages.

AIPCR, 1999. Maîtrise des incendies et des fumées dans les tunnels routiers, Comité des tunnels routiers C5, 05.05.B, 292 pages.

AIPCR, 2001. Géométrie de la section transversale des tunnels routiers à circulation unidirectionnelle, AIPCR.05.11.B, 41 pages.

AIPCR, 2007, Approche intégrée de la sécurité des tunnels routiers, Comité technique AIPCR C3.3 Exploitation des tunnels routiers, 2007R07.

AIPCR, 2008a. Facteurs humains et sécurité des tunnels routiers du point de vue des usagers, Comité technique AIPCR C3.3 Exploitation des tunnels routiers, 2008R17.

AIPCR, 2008b. Tunnels routiers urbains, Recommandations aux gestionnaires et exploitants pour la conception, la gestion et l'entretien, Comité technique AIPCR C3.3 Exploitation des tunnels routiers, 2008R15.

AIPCR, 2011a. Tunnels routiers : Stratégies d'exploitation de la ventilation en situation d'urgence, Comité technique AIPCR 3.3 Exploitation des tunnels routiers. 2011R02, 51 pages.

AIPCR, 2011b Recommandations relatives à la formation et à l'information des conducteurs en tunnel routier.

AIPCR, 2012. Tunnels routiers : Émissions des véhicules et besoins en air pour la ventilation, Comité technique AIPCR C.4 Exploitation des tunnels routiers. 2012R05FR, 92 pages.

AIPCR, 2015. Manuel AIPCR des tunnels routiers, Documentation mise en ligne en novembre 2015, http://tunnelsmanual.piarc.org/fr.

Arup, 2008, Large Diameter Soft Ground Bored Tunnel – Review of current industry soft ground bored tunnel practice, Cascadia Center, 48 pages.

Atkins, 2015. I-70 Cover Design Fire - Technical note Rev 1 17092015, September 2015.

ASP Construction, 2011. Code de sécurité pour les travaux de construction, S-2.1, r.6, Québec, 252 pages.

Atkinson, G.M., Boore, D.M. 2006. Earthquake Ground-Motions Prediction Equations for Eastern North America. Bulletin of the Seismological Society of America, 96-6, 2181.

BTS/ICE, 2005. Close-face Tunnelling Machines and Ground Stability: A guideline for Best Practice, Thomas Telford, London.

Barton, N., Lien, R.and Lunde, J., 1974. Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support, Rock Mechanics, 6-4, 189-236.

Bourque, P.-A. () http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/sism.charlevoix.html.

Brühwiler, E. 2014. Recommandations pour la conception, construction et maintenance d'ouvrages d'art à faible entretien. BridgIng, Chatemerie, Suisse.

CETU, 2003. Ventilation, les dossiers pilotes du CETU, Centre d'Études des Tunnels, France, 151 pages.

CETU, 2011.L'éclairage des tunnels par LED, note d'information n°19, janvier 2011, 8 pages.

Charron, J.-P., Desmettre, C. 2015. Intérêt de l'utilisation des bétons renforcés de fibres pour la construction d'ouvrages d'art durables. Rapport SR15-01, Groupe de recherche et génie des structures, Polytechnique Montréal, Qc.

Chou, H.S., Yang, C.Y., Hsieh, B.J., Chang, S.S., 2001. A study of liquefaction related damages on shield tunnels, Tunneling and Underground Space Technology, V16, pp. 185-193.

CNBC, 2010, Code National du Bâtiment du Canada, Conseil National de Recherches Canada, Ottawa, Ontario.

CNBC, 2015, Code National du Bâtiment du Canada, Conseil National de Recherches Canada, Ottawa, Ontario.

CSA-S6, 2014. Code canadien sur le calcul des ponts routiers, 11e éd. Coll. « Norme nationale du Canada ». Mississauga, Ont.: Association canadienne de normalisation, xli, 782 pqges.

DARTS, 2004 Work Package 4. Report 4.4. Identification and Quantification of Fire Hazards – Fire and smoke.

FHWA, 2009. Technical Manual for Design and Construction of Road Tunnels – Civil Elements, Federal Highway of Transportation, U.S. Department of Transportation, Publication FHWA-NHI-10-034, December, 702 pages.

Gruebl, F., 2012. Segmental ring design, New challenges with high tunnel diameters, Muir-Wood Lecture, ITA, April.

Herrenknecht, 2015. https://www.herrenknecht.com/, consulté en décembre 2015.

Huang, R. 2008, Overview of Shanghai Yangtze River Tunnel Project, The Shanghai Yangtze River Tunnel. Theory, Design and Construction, 6th International Symposium Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground, Shanghai, China, 10-12 April, 1-20.

Martin, F., 2012, Mécanique des Roches et Travaux Souterrains, Huitième édition, École Normale Supérieure de Cachan, 88 pages.

Massicotte, B. 2015. Utilisation de bétons durables pour la construction et la réparation des ouvrages d'art. Rapport SR15-03, Groupe de recherche et génie des structures, Polytechnique Montréal, 52p.

Mos, A. 2005. Modèles phénoménologiques pour la simulation d'incendies en tunnel routier. Thèse de doctorat, Université Claude-Bernard, Lyon, France, 116 pages.

MRNQ, 2012. Compilation géologique – Québec, Ministère des Ressources Naturelles Québec CG-21L14-2012-01, 1 :50000.

MTMDET, 2016. Tunnel Lévis-Québec, Étude de faisabilité et des coûts pour les raccordements terrestres aux extrémités, version préliminaire, février, 32 pages

MTQ, 1973. PO_7514905F Rapport de sondage, Intersection Boul. des Grèves – des Chutes.

NFPA, 2014. NFPA 502 Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways.

NTZA, 2015, http://www.nzta.govt.nz/projects/the-western-ring-route/waterview-connection/gallery et https://www.facebook.com/AliceTBM/ , consulté le 22/12/2015

ITA, 2004. Underground or aboveground? Making the choice for urban mass transit systems, Working Group No. 13, Direct and indirect advantages of underground structures, Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 19, Pergamon Press, pp. 3-28.

OCDE, 2001. Safety in tunnels, Transport of dangerous goods through road tunnels, Org. for Economic Co-operation and development, PIARC, 88 pages.

UE, 2004. Union Européenne, Directive 2004/54/CE du Parlement européen et du Conseil concernant les exigences de sécurité minimales aux tunnels du réseau routier transeuropéen, Bruxelles, 2004.

Steedman, R.S. 2002, "Earthquake Engineering Support Phase V", Final Technical Report, European Office of the US Army, Contract Number: N68171-01-M-5037.

Tunneltalk, 2015. http://www.tunneltalk.com/, consulté en décembre 2015.

Tatsuoka, F., Uchida, K., and Ouchi, T., 2000, Geotechnical engineering aspects of Trans-Tokyo Bay Highway project." Proc., ISRM International Symposium, International Society for Rock Mechanics.

Tuttle, M.P., Atkinson, D.M. 2010. Localization of large earthquakes in the Charlevoix seismic zone, Quebec, Canada, during the past 10000 years. Seismological Research Letters, 81-1, 140-147.

AUTRES DOCUMENTS

BCDE, 2011a. Étude de préfaisabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain, Rapport synthèse, Rev.01, Mars, PJCCI no. 61100, MTQ, 62 pages.

BCDE, 2011b. Étude de préfaisabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain, Rapport sectoriel no.5, Les solutions 'tunnel', Partie B, Février, PJCCI no. 61100, MTQ, 156 pages.

ANNEXE 2 – HYPOTHÈSES DE CALCUL DES COÛTS DU TUNNEL

Les tableaux présentés aux pages suivantes donnent les hypothèses de calcul des coûts du tunnel. Les coûts sont tirés des études de André Rancourt (Rancourt, 2016) et du tunnel du pont Champlain (TPC).

Les montants sont en dollars 2016.

1	INGÉNIERIE ET COÛTS	Unité	Coût unitaire	Quantité	Montant	Justification
1.1	**Avant la construction**					
1.1.1	Relevés, investigations, études préfaisabilité	global	2 400 000 $	1	2.4 M$	30% des coûts d'investigation de 8M$ identifiés par Rancourt 2016
1.1.2	Relevés, investigations, études faisabilité	global	5 600 000 $	1	5.6 M$	70% des coûts d'investigation de 8M$ identifiés par Rancourt 2016
1.1.3	Études d'avant-projet sommaire et définitif	global	10 000 000 $	1	10.0 M$	Rancourt, 2016
1.1.4	Conception, plans et devis, études environ, etc.	global	99 057 535 $	1	99.1 M$	4% des coûts directs de construction - Indication du Ministère
1.2	**Pendant la construction**					
1.2.1	Ingénierie, approvisionnement, gérance de la construction	global	99 057 535 $	1	99.1 M$	4% des coûts directs de construction - Indication du Ministère
1.2.2	Contrôle de la qualité: surveillance, laboratoire, arpentage	global	148 586 302 $		148.6 M$	6% des coûts directs de construction - Indication du Ministère
1.3	**Autres dépenses de nature administrative**					
1.3.1	Avis, autorisations, expropriations, acquisitions	global	31 800 000 $	1	31.8 M$	Montant évalué par le Ministère
1.3.2	Compensation environnementale	m2	150 $	30000	4.5 M$	20000 m2 rive nord (peu d'impact du la restitution de zones) et10000 m2 pour le puits de ventillation à la pointe ouest de l'Ile
1.3.3	Assurances	global	Inclus	1	.0 M$	Montant inclus par le Ministère dans les coûts de aménagements routiers

2	CONSTRUCTION	Unité	Coût unitaire	Quantité	Montant	
2.1	**Tunnel**					
2.1.1	Tunnelier: mobilisation et démobilisation	global	90 000 000 $	1	90.0 M$	Rancourt selon prix obtenus de fournisseurs - Prix sensible aux fluctuations des devises
2.1.2	Déblais de première et deuxième classes	m3	65 $	2626337	170.2 M$	Rancourt, 2016
2.1.3	Transport des déblais - 50 km	camions	250 $	175089	43.8 M$	Rancourt, 2016
2.1.4	Béton pour paroi - 0.65m	m3	1 500 $	416054	624.1 M$	Rancourt, 2016
2.1.5	Coulis entre l'anneau et le roc/sol - 0.15m	m3	836 $	121594	101.7 M$	Rancourt, 2016
2.1.6	Protection thermique du béton de revêtement	global	60 000 000 $	1	60.0 M$	Montant forfaitaire, Rancourt 2016
2.1.7	Densification du sol - portail nord	m3	300 $	600000	180.0 M$	Rancourt, 2016
2.1.8	Consolidation des dépôts meubles	m3	4 000 $	58905	235.6 M$	Rancourt, 2016
2.1.9	Puits de ventilation sur la pointe de l'Île d'Orléans	global	2 243 208 $	1	2.2 M$	Rancourt, 2016
2.1.10	Interconnexions	global	22 646 647 $	1	22.6 M$	Rancourt, 2016

2.2 Raccordement au tunnel

2.2.1	Déblai de première classe	m3	20 $	0	.0 M$	Aucun prévu
2.2.2	Déblai de deuxième classe	m3	14 $	550000	7.4 M$	Rancourt, 2016
2.2.3	Déblai de deuxième classe contaminé (niv. C)	m3	168 $	20000	3.4 M$	Rancourt, 2016
2.2.4	Béton armé (incluant imperméabilisation)	m3	1 300 $	84763	110.2 M$	Rancourt, 2016
2.2.5	Pieux sécants	m3	3 000 $	24500	73.5 M$	Rancourt, 2016
2.2.7	Tirants d'ancrages	m3	1 300 $	2000	2.6 M$	Rancourt, 2016
2.2.8	Remblai digue	m3	25 $	170000	4.3 M$	Rancourt, 2016
2.2.9	Déblai de première classe	m3	20 $	270000	5.3 M$	Rancourt, 2016
2.2.10	Déblai de deuxième classe	m3	14 $	100000	1.4 M$	Rancourt, 2016
2.2.11	Déblai de deuxième classe contaminé (niv. C)	m3	168 $	20000	3.4 M$	Rancourt, 2016
2.2.12	Béton armé (incluant imperméabilisation)	m3	1 300 $	34813	45.3 M$	Rancourt, 2016
2.2.13	Remblayage	m3	20 $	200000	4.0 M$	Rancourt, 2016
2.2.14	Pieux sécants	m3	3 000 $	5000	15.0 M$	Rancourt, 2016
2.2.15	Tirants d'ancrages	m3	1 300 $	2000	2.6 M$	Rancourt, 2016

2.3 Structures et mécanique

2.3.1	Béton pour les murs et dalles du tunnel	m3	1 500 $	164400	246.6 M$	Rancourt, 2016
2.3.2	Ventilation du tunnel (transversale)	global	100 000 000 $	1	100.0 M$	Rancourt, 2016
2.3.3	Alimentation électrique /Éclairage	global	30 000 000 $	1	30.0 M$	Rancourt, 2016
2.3.3	Systèmes de télésurveillance (caméra, barrières, etc.)	global	15 000 000 $	1	15.0 M$	Montant forfaitaire
2.3.4	Système de protection incendie	global	20 000 000 $	1	20.0 M$	Montant forfaitaire
2.3.5	Système de pompage	global	7 000 000 $	1	7.0 M$	Rancourt, 2016
2.3.6	Revêtement bitumineux 65 mm ép. (chaussés)	tonnes	300 $	30883	9.3 M$	Rancourt, 2016

2.4 Bâtiments de ventilation et expropriations

2.4.1	Béton pour les murs et dalles des structures (2 unités)	m3	1 200 $	3000	3.6 M$	Rancourt, 2016
2.4.2	Aménagement (mécanique auxiliaire)	global	5 000 000 $	1	5.0 M$	Rancourt, 2016

2.5 Carrefours, chaussée

2.5.1	Carrefour sud	global	58000000	1	58	Ministère
2.5.2	Carrefour nord	global	165000000	1	165	Ministère

2.6 Autres coûts

2.6.1	Considérations architecturales: 1% des portions routières	global	4 696 000 $	1	4.7 M$	Ministère

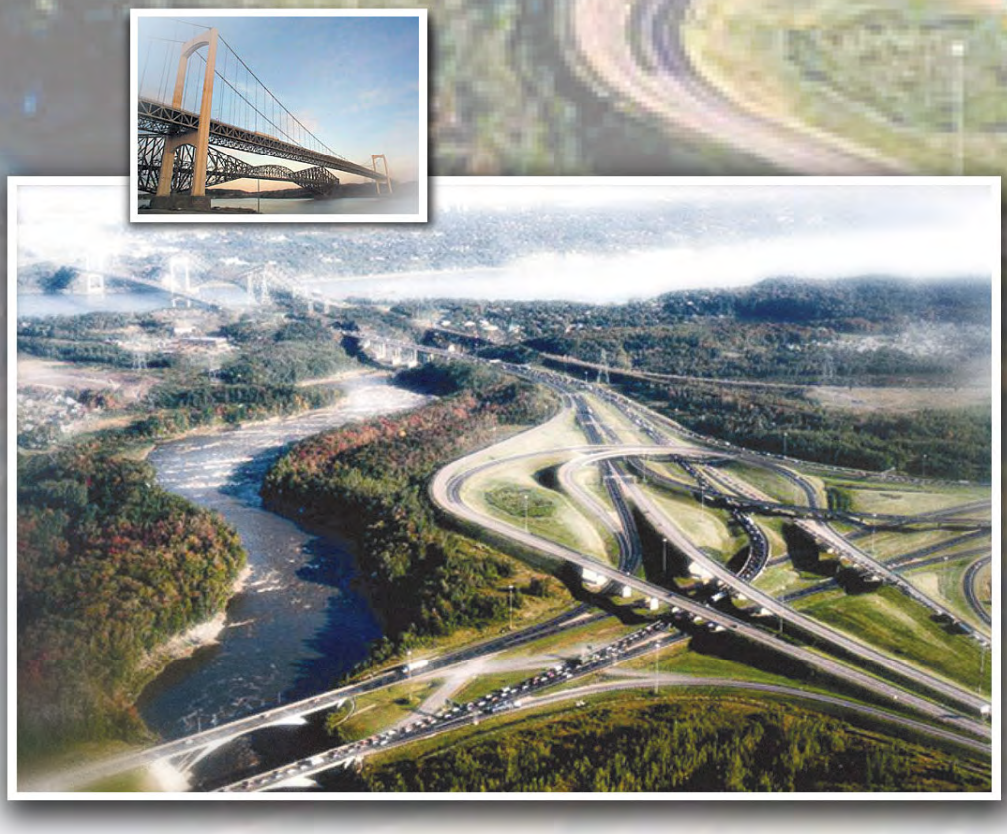
3	OPÉRATIONS	Fréquence	Coût unitaire	Coût annuel	
3.1	Frais d'exploitation, alimentation électrique, etc.	1	5 000 000 $	5.0 M$	Alimentation électrique: ventilation. Exemple:_ventilation:_(60%x45kWx72x2unités+ 15%x500kWx2unités)@0.10$/khw=400$/hx876
3.2	Entretien courant, tunnel et échangeurs	1	4 000 000 $	4.0 M$	200k$/km - 20 km: nettoyage, entretien régulier, etc.
3.3	Équipes d'intervention incendie (nord et sud)	1	- $	.0 M$	Aucun.
3.4	Centre de contrôle et patrouilles	1	1 000 000 $	1.0 M$	4 personnes à temps plein - 16 personnes /année à 60k$
3.5	Gestion du transport des matières dangeuses	1	- $	.0 M$	Aucun.

4	ENTRETIEN / RÉPARATIONS	Fréquence	Coût unitaire	Coût annuel	
4.1	Remplacement de l'enrobé bitumineux chaussée externe	12.5	70$/m2 x 12m x 5000 m	.3 M$	Montant de référence de 70$/m2
4.2	Remplacement de l'enrobé bitumineux - Tunnel en tranchée	12.5	90$/m2 x 12m x 750 m	.1 M$	Montant de référence de 70$/m2 majoré de 30% pour la gestion de la circulation en milieu clos
4.3	Remplacement de l'enrobé bitumineux - Tunnel foré	12.5	90$/m2 x 12m x 14100 m	1.2 M$	Montant de référence de 70$/m2 majoré de 30% pour la gestion de la circulation en milieu clos
4.4	Remplacement de la membrane - Chaussée externe	30	80$/m2 x 12m x 5000 m	.2 M$	Montant de référence de 80$/m2
4.5	Remplacement de la membrane - Tunnel en tranchée	30	100$/m2 x 12m x 750 m	.0 M$	Montant de référence de 80$/m2 majoré de 30% pour la gestion de la circulation en milieu clos
4.6	Remplacement de la membrane - Tunnel foré	30	100$/m2 x 12m x 14100 m	.6 M$	Montant de référence de 80$/m2 majoré de 30% pour la gestion de la circulation en milieu clos
4.7	Réparation majeure du béton aux approches	75	- $	.3 M$	20% des coûts de construction initiaux
4.8	Réparation majeure du béton en tunnel	75	- $	.2 M$	20% des coûts de construction initiaux
4.9	Réparation de l'anneau	75	- $	1.2 M$	15% des coûts de construction initiaux
4.10	Réparation de la protection thermique	25	- $	.5 M$	20% des coûts de construction initiaux
4.11	Métallerie	20	- $	.3 M$	Rancourt, 2016
4.12	Ventilation du tunnel	25	- $	5.0 M$	Changement complet à tous les 25 ans. Coût initial majoré de 25% pour prendre en compte la gestion de la circulation
4.13	Alimentation électrique, éclairage, etc.	25	- $	1.5 M$	Changement complet à tous les 25 ans. Coût initial majoré de 25% pour prendre en compte la gestion de la circulation
4.14	Systèmes de télésurveillange (caméra, barrières, etc.)	10	- $	1.9 M$	Changement complet à tous les 25 ans. Coût initial majoré de 25% pour prendre en compte la gestion de la circulation
4.15	Équipements d'intervention d'urgence (nord et sud)	10	- $	.1 M$	Montant forfaitaire

Transports Québec

ÉTUDE DES CONDITIONS DE CIRCULATION AUX APPROCHES DES PONTS PIERRE-LAPORTE ET DE QUÉBEC DE MÊME QUE SUR UN RÉSEAU DÉSIGNÉ SUR LE TERRITOIRE DE LÉVIS

Rapport



Août 2009

DOCUMENT	ÉTUDE DES CONDITIONS DE CIRCULATION AUX APPROCHES DES PONTS PIERRE-LAPORTE ET DE QUÉBEC DE MÊME QUE SUR UN RÉSEAU DÉSIGNÉ SUR LE TERRITOIRE DE LA VILLE DE LÉVIS
DESCRIPTION :	Rapport pour diffusion
PROJET :	20-3474-00C6
DATE :	Le 27 août 2009

PRÉPARÉ PAR : Lucie Grégoire, ing.

Notes aux lecteurs :

Le présent document a été élaboré à partir de l'étude qui a été conduite par la firme Tecsult, laquelle avait été mandatée par la Direction de la Chaudière-Appalaches du ministère des Transports.

Les données qui ont servi à élaborer le présent document peuvent être obtenues sur demande écrite en s'adressant au :

Ministère des Transports
Direction de la Chaudière-Appalaches
1156, boulevard de la Rive-Sud
Lévis (Québec) G6W 5M6

VÉRIFIÉ ET APPROUVÉ PAR : Luc Tremblay, ing.

DISTRIBUTION :	Dossier	Original
	Centres de documentations du MTQ	3 copies
	Ville de Lévis	5 copies
	Société de transport de Lévis	2 copies
	Partenaires	Sur demande

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1
1.1. Mandat 1
1.2. Réseau et zone à l'étude 1
2. TERRITOIRE ET POPULATION 4
2.1. Affectation du territoire 4
2.2. Population 7
3. DEMANDE DE TRANSPORT 8
3.1. Analyses Origines – Destinations (2006) 8
3.2. Évolution des déplacements en 2016 10
3.3. Conditions de circulation 11
4. PROBLÉMATIQUES 15
5. PRIORITÉS D'INTERVENTION 23
5.1. Objectifs 23
5.2. Description des priorités 23
5.2.1. Troisième voie sur le chemin Olivier (réalisé en 2008) 24
5.2.2. Modification du boulevard de la Rive-Sud entre le chemin Du Sault et le parc Chaudière, incluant le pont Dominion 25
5.2.3. Élargissement du collecteur sud de l'autoroute 20 est entre les deux sorties de l'échangeur du chemin du Sault 26
5.2.4. Réaménagement de la route 116-132 entre la rue de l'Aréna et le pont de Québec 27
5.2.5. Réaménagement de l'échangeur de l'autoroute 20 avec la route 173 (sortie 325) 28
5.2.6. Réaménagement de l'intersection route 116 et rue Chaudière 29
5.2.7. Élargissement de l'autoroute 20 entre les routes 175 et 173 30
5.3. Impacts environnementaux 31
6. CONCLUSION 32

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 Réseau et zone d'étude 3
Figure 2.1 Potentiel de développement – Lévis 2007 6
Figure 3.1 Débits journaliers moyens (DJMA) 2005 12
Figure 3.2 Files d'attente estimées – Pointe AM (7h30-8h30) – 2016 13
Figure 3.3 Files d'attente estimées – Pointe P (16h30-17h30) – 2016 14
Figure 4.1 Synthèse des problématiques AM 17
Figure 4.2 Synthèse des problématiques PM 18

1. INTRODUCTION

1.1. Mandat

Actuellement, différents problèmes se posent à l'approche sud des ponts Pierre-Laporte et de Québec. De la congestion se forme à l'heure de pointe du matin, pouvant engendrer des problèmes de sécurité au niveau des différents échangeurs, en raison de la longueur et de la position des files d'attente. De même, de la congestion se forme sur différents tronçons de l'A-20 du territoire de Lévis matin et soir, ainsi qu'au niveau de l'échangeur situé au sud du pont de Québec, entre les routes 132 et 175.

Le ministère des Transports du Québec (MTQ), Direction de la Chaudière-Appalaches, a fait réaliser une étude des conditions de circulation sur le réseau routier de Lévis, incluant les deux ponts, Pierre-Laporte et de Québec. L'étude doit permettre :

- D'analyser les conditions de circulation actuelles et futures sur le réseau routier désigné;
- D'identifier les problématiques de circulation actuelles ou à venir;
- D'analyser des scénarios d'intervention visant à répondre à différents objectifs dont l'amélioration des conditions de circulation du transport en commun et de l'ensemble des véhicules sur les axes de l'autoroute 20 et 73 de même que sur le réseau supérieur à l'approche des ponts sur le territoire de Lévis.

L'horizon de planification est de 20 ans. L'étude doit aussi tenir compte de l'hypothèse de l'ajout d'une voie supplémentaire en direction sud sur le pont Pierre-Laporte, facilitant ainsi la sortie de Québec. La mise en place d'une voie en direction nord n'a pas été prise en compte en raison des difficultés d'insertion et de gestion des voies sur la rive nord.

1.2. Réseau et zone à l'étude

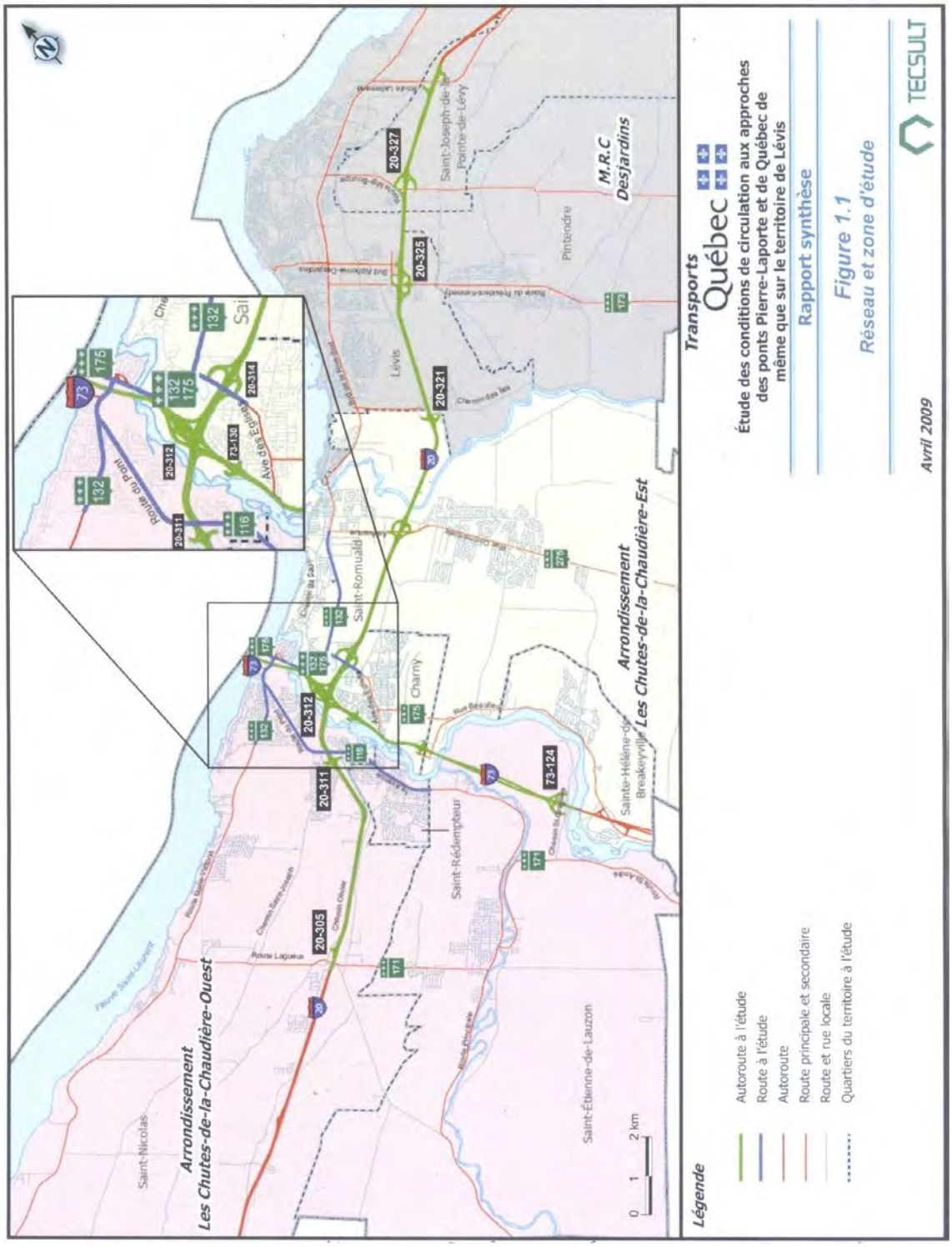
Le réseau et le territoire à l'étude sont illustrés à la figure 1.1. Le réseau routier comprend les tronçons suivants :

- L'autoroute 20 entre la route Lagueux, non inclus (R-171, échangeur 305) et la route Lallemand (échangeur 330), incluant tous les échangeurs intermédiaires à savoir les échangeurs 311 (route 116), 314 (route 175), 318 (route 275), 321 (chemin des Îles), 325 (route 173/Président-Kennedy) et 327 (Monseigneur-Bourget);
- L'autoroute 73 entre la sortie 124 (Saint-Étienne-de-Lauzon) et le pont Pierre-Laporte, incluant les échangeurs 128 (Saint-Jean-Chrysostome), 130 (Joseph-Hudon) et 131 (A-20/A-73);
- La route 116 entre la limite de Saint-Étienne-de-Lauzon et de Saint-Rédempteur et la route 132 à Saint-Nicolas;
- La route 132 entre le chemin Claude-Jutras et la 4^{e} Avenue (R-275);
- La route 175 entre le boulevard du Centre-Hospitalier et la route 132.

La zone d'étude correspond à la Ville de Lévis, telle que constituée le 1er janvier 2002 résultant de la fusion de dix municipalités. La Ville de Lévis est découpée en trois arrondissements, qui regroupent les anciennes municipalités :

- Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest : Saint-Étienne-de-Lauzon, Saint-Nicolas (incluant l'ancienne municipalité de Bernières) et Saint-Rédempteur;
- Les Chutes-de-la-Chaudière-Est : Charny, Sainte-Hélène-de-Breakeyville, Saint-Jean-Chrysostome et Saint-Romuald;
- Desjardins : Lévis (incluant les anciennes municipalités de Lauzon et de Saint-David-de-l'Auberivière), Pintendre et Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy.

Les termes « Lévis » et « Ville de Lévis » utilisés dans le texte réfèrent à la nouvelle Ville de Lévis englobant les trois arrondissements. Le terme « quartier de Lévis » renvoie à l'ancienne ville de Lévis avant la fusion de 2002, soit les anciens secteurs de Lévis, de Lauzon et de Saint-David-de-l'Auberivière. L'ancienne ville de Lévis avant la fusion avec Lauzon et Saint-David-de-l'Auberivière est référée comme le « Vieux-Lévis ».


Transports Québec
Étude des conditions de circulation aux approches des ponts Pierre-Laporte et de Québec de même que sur le territoire de Lévis
Rapport synthèse
Figure 1.1
Réseau et zone d'étude
Avril 2009
TECSULT
Légende
Autoroute à l'étude
Route à l'étude
Autoroute
Route principale et secondaire
Route et rue locale
Quartiers du territoire à l'étude
0 1 2 km
Arrondissement Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest
Arrondissement Les Chutes-de-la-Chaudière-Est
M.R.C Desjardins
Saint-Nicolas
Saint-Étienne-de-Lauzon
Saint-Rédempteur
Charny
Saint-Romuald
Lévis
Pintendre
Pointe-de-Lévy
Saint-Joseph-de-la-Rive
Sainte-Hélène-de-Breakeyville
20-305
20-311
20-312
20-314
20-321
20-325
20-327
73-124
73-130
73
132
116
175
176

2. TERRITOIRE ET POPULATION

L'affectation du territoire, les potentiels de développement ainsi que l'évolution de la population dans la ville de Lévis durant les dernières années permettent de comprendre et d'évaluer la dynamique de la ville ainsi que les déplacements qui y sont associés. Ces différents points sont résumés dans ce chapitre.

2.1. Affectation du territoire

Actuellement, les points principaux de l'affectation du territoire sont les suivants :

- La fonction résidentielle se caractérise par une masse critique sur la bande entre Saint-Nicolas et Lauzon, incluant Charny et Saint-Rédempteur, à laquelle s'ajoutent quatre concentrations, soit Pintendre, Saint-Jean-Chrysostome, Sainte-Hélène-de-Breakeyville et Saint-Étienne-de-Lauzon.
- Lévis compte deux pôles multifonctionnels sur son territoire : le premier situé dans le centre du quartier de Lévis et le second à la tête des ponts. Ces pôles regroupent des activités commerciales et de services dont la portée est régionale ou suprarégionale. Le pôle de Lévis est plus ancien et plus diversifié : il correspond globalement au secteur de l'ancien rond-point de Lévis et de l'échangeur entre l'autoroute Jean-Lesage (A-20) et la route du Président-Kennedy (R-173). Il comprend des activités commerciales et administratives de grande importance comme le centre commercial Les Galeries Chagnon, le Mouvement Desjardins, ainsi que plusieurs grandes surfaces commerciales. Ce pôle est en constant développement; de nombreux projets sont en cours au niveau du quadrilatère entre les boulevards Président-Kennedy, Wilfrid-Carrier, Alphonse-Desjardins et Étienne-Dallaire. Le pôle commercial ouest, à la hauteur des ponts, connaît un développement accéléré avec le méga-centre Rive-Sud, projet qui représente une augmentation de 20 % de la superficie commerciale de Lévis.
- L'arrondissement Les Chutes-de-la-Chaudière-Est, essentiellement le quartier de Saint-Romuald, compte plus de la moitié de la superficie d'espaces industriels occupés, en raison de l'importance du Technopôle de Lévis (parc techno-industriel de Saint-Romuald) et du parc industriel de Saint-Romuald. Les arrondissements Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest et Desjardins se partagent à peu près également les superficies restantes.
- Les équipements institutionnels les plus structurants se concentrent dans l'arrondissement Desjardins, dont le cégep Lévis-Lauzon, le campus de l'Université du Québec à Rimouski, l'Hôtel-Dieu de Lévis, le CLSC de Desjardins, le centre de réadaptation en déficience intellectuelle et le Centre jeunesse Chaudière-Appalaches.

Dans sa stratégie de gestion de la fonction résidentielle pour le futur, la Ville de Lévis a identifié le secteur central de Lévis comme axe de consolidation urbaine. La figure 2.1 présente les différents potentiels de développement. La Ville privilégie un développement urbain dans les secteurs où les services sont déjà disponibles (écoles, loisirs, protection incendie, eau potable, transport en commun) en retrait des milieux naturels et agricoles.

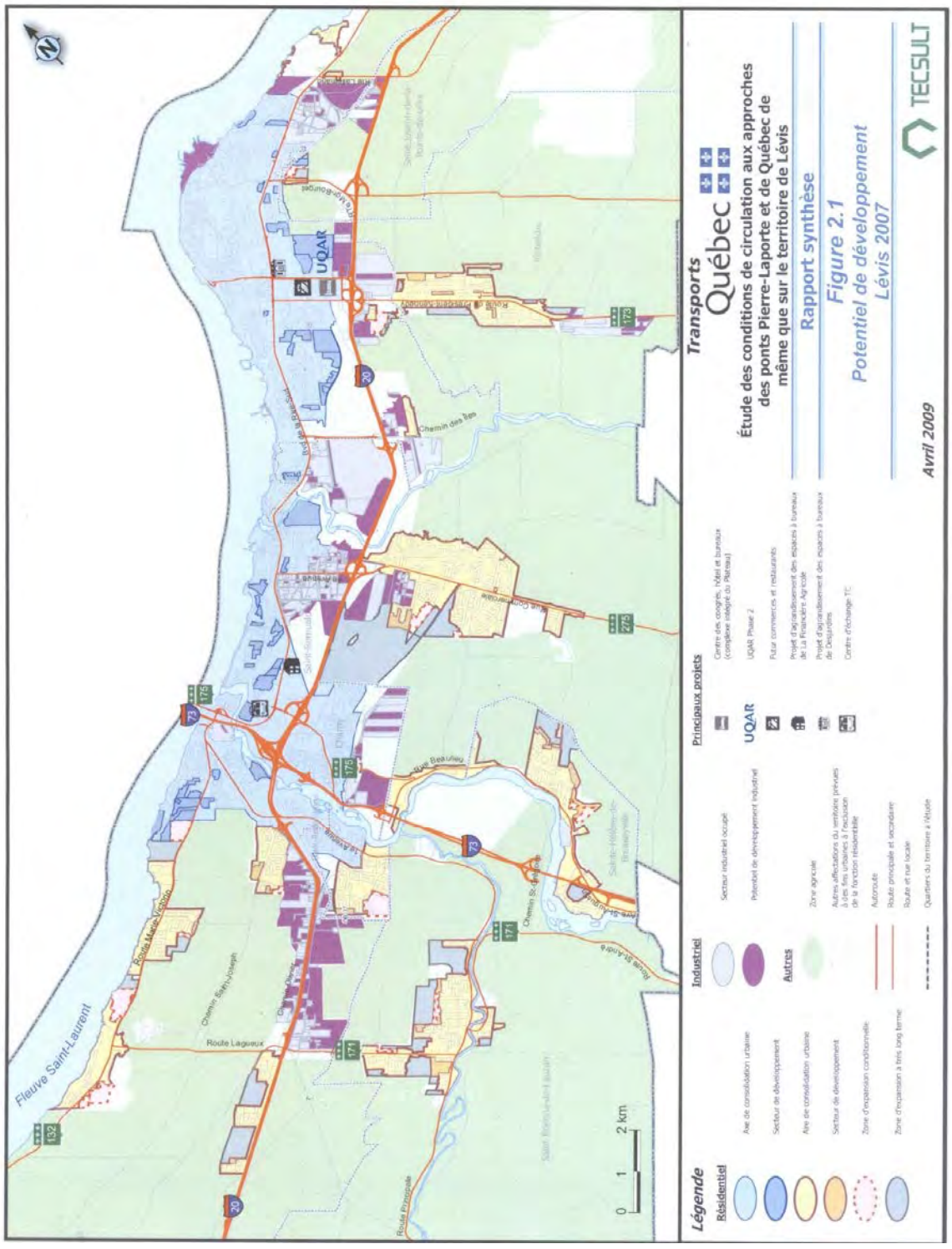
La Ville a également défini une aire de consolidation urbaine, qui englobe tous les secteurs déjà construits et les développements résidentiels déjà acceptés par la Ville (ou sur le point de l'être) à l'extérieur de l'axe de consolidation urbaine et où prédomine la fonction résidentielle. Enfin, elle a délimité des zones d'expansion conditionnelle et d'expansion à très long terme, qui sont des terrains situés, pour la plupart, en périphérie du développement. Le potentiel de développement y est élevé. Le potentiel de développement résidentiel se répartit en proportions équivalentes entre les trois arrondissements de Lévis. Toutefois, la composition des superficies selon la priorité de développement diffère grandement : le potentiel de l'arrondissement de Desjardins se retrouve avant tout dans l'axe de consolidation urbaine alors que plus de la moitié du potentiel de développement dans les arrondissements des Chutes-de-la-Chaudière se retrouve dans les zones d'expansion à très long terme.

Le potentiel de développement industriel, sans tenir compte des limitations, se retrouve en grande partie dans l'arrondissement Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest, notamment dans le parc industriel de Bernières. Les arrondissements Les Chutes-de-la-Chaudière-Est et Desjardins offrent des potentiels comparables.

Les principaux projets générateurs de déplacements à prévoir à court terme sont les suivants :

- Développement du secteur Desjardins (quadrilatère entre les boulevards du Président-Kennedy, Alphonse-Desjardins, Étienne-Dallaire et Wilfrid-Carrier) : Centre des congrès (dont l'ouverture officielle s'est faite en mai 2008), bureaux, commerces;
- UQAR (le long du boulevard Alphonse-Desjardins);
- Agrandissement des espaces à bureaux de La Financière Agricole (Saint-Romuald);
- Agrandissement des espaces à bureaux de Desjardins (Lévis).

En plus de ces projets, l'implantation d'un centre d'échange pour les autobus au niveau de la tête des ponts, le long du boulevard de la Rive-Sud, permettra un développement et une dynamisation du transport en commun et devrait engendrer un report vers ce mode de transport.


Transports Québec
Étude des conditions de circulation aux approches des ponts Pierre-Laporte et de Québec de même que sur le territoire de Lévis
Rapport synthèse
Figure 2.1
Potentiel de développement
Lévis 2007
Avril 2009
TECSULT
Légende
Résidentiel
Industriel
Autres
Principaux projets
UQAR
Fleuve Saint-Laurent
Route Lagueux
Route Principale
Chemin des Îles
Route Marie-Victorin
Chemin Saint-Joseph
Route St-Aimée
Rue Beaulieu
Chemin St-Louis
Route St-Omer
Rue Commerciale
0 1 2 km

2.2. Population

Entre 1986 et 2005, la population de Lévis est passée d'environ 99 500 à près de 129 500 personnes respectivement, soit une hausse significative de 30 % ou de 1,3 % annuellement en moyenne. Au cours de la période 1986-2005, le taux de croissance annuelle moyen de la population de Lévis a été largement supérieur à ceux de la région administrative (RA) de la Chaudière-Appalaches (0,4 %) et de la région métropolitaine de recensement (RMR) de Québec (0,8 %). En termes de population, Lévis représente environ le tiers (32,7 %) de la région de la Chaudière-Appalaches et 18,0 % de la RMR de Québec.

L'arrondissement le plus populeux est celui de Desjardins avec 48 000 habitants en 2001, ce qui représente 39,4 % de la population de la nouvelle Ville de Lévis. Les populations des autres arrondissements s'élevaient à 31 900 personnes pour l'arrondissement Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest (26,1 % de la population lévisienne) et 42 000 (34,5 %) pour l'arrondissement Les Chutes-de-la-Chaudière-Est.

La croissance de population entre 1991 et 2001 s'est concentrée dans cinq aires dont près du tiers (32,4 %) de l'augmentation à Saint-Jean-Chrysostome et 28,6 % à Saint-Nicolas et Saint-Étienne-de-Lauzon, à l'ouest des ponts.

Alors que l'arrondissement de Desjardins regroupait 39,4 % de la population en 2001, il n'a généré que 21,2 % de la croissance. Son taux de croissance annuelle moyen, entre 1991 et 2001, a été de 0,6 %, soit la moitié de celui de l'ensemble de la Ville de Lévis et près de trois fois moins que celui des Chutes-de-la-Chaudière (1,6 %). Les parts de croissance les plus importantes proviennent de Saint-Jean-Chrysostome (32,4 %) et de Saint-Nicolas (16,4 %) et représentent une augmentation de plus de 6 500 personnes.

Les développements résidentiels futurs démontrent une consolidation des zones urbaines ainsi que des développements conditionnels et à long terme des secteurs à l'ouest de la Ville de Lévis.

3. DEMANDE DE TRANSPORT

3.1. Analyses Origines – Destinations (2006)

L'analyse des déplacements entre 1991 et 2006, selon les matrices O-D, montre tout d'abord que sur l'ensemble de la journée, le nombre de déplacements a considérablement augmenté, surtout entre 1991 et 1996 et entre 2001 et 2006. L'horizon 2001 révélait un certain ralentissement des progressions des déplacements, celles-ci témoignant d'une nette reprise depuis lors. Les déplacements internes à la rive sud restent très majoritaires, avec une part relativement stable (environ 70 % des déplacements journaliers). Sur l'ensemble de la période, le secteur générant et accueillant le plus de déplacements reste celui situé autour de Lévis centre-ville. Néanmoins, il apparaît que le secteur situé à l'ouest de l'A-73 s'est aussi fortement développé, proportionnellement plus que le secteur de Lévis centre-ville. Les déplacements journaliers entre ce dernier et les deux autres secteurs sont en très forte croissance (+ 14 600 ou + 58 % entre 1996 et 2006). Ces déplacements sont majoritairement orientés dans l'axe est-ouest, donc se retrouvent sur les axes routiers A-20 et R-132.

Les analyses des matrices agrégées entre la rive sud et la rive nord, en 2001 et 2006, témoignent elles aussi d'un dynamisme significatif des déplacements internes à la rive sud, qui évoluent de plus de 20 % entre les deux horizons. Les échanges pendulaires de la rive sud vers la rive nord le matin et en sens inverse le soir restent toutefois en croissance de l'ordre de 10 %. Entre 1996 et 2006, les déplacements internes dans Lévis ont augmenté de plus de 40 % alors que ceux entre Lévis et la rive nord ont cru de 9%. Ainsi, Lévis accroît sa part des déplacements internes beaucoup plus rapidement que les déplacements vers la rive nord.

La rive sud (très majoritairement la nouvelle ville de Lévis) est un pôle principalement d'habitation, puisque les déplacements y sont en bonne partie produits le matin et reçus le soir. Toutefois, les déplacements internes à la rive sud sont nettement plus élevés que les déplacements d'échange depuis / vers l'extérieur (principalement la rive nord). D'autre part, les déplacements internes à la rive sud sont plus importants le soir que le matin, probablement à cause des activités commerciales ou de loisirs. L'ensemble de ces analyses démontre que Lévis, même à proximité de Québec, est un pôle important, tant au niveau des emplois qu'au niveau résidentiel, commercial ou des loisirs et en bonne partie indépendant de Québec, en ce qui a trait à ses déplacements.

La dynamique des déplacements est différente selon les arrondissements et la période de référence. Il apparaît néanmoins que les déplacements à l'intérieur de chaque arrondissement sont importants, et ce d'autant plus lorsqu'on se dirige vers l'est où la majorité des emplois de Lévis sont situés. Les déplacements internes à l'arrondissement Les Chutes-de-la-Chaudière-Ouest représentent en effet 39 % des déplacements de l'arrondissement le matin, alors qu'ils représentent 71 % des déplacements de l'arrondissement Desjardins, où se situe la majorité des emplois et des services. Parallèlement, les personnes habitant à l'ouest ont plus tendance à se diriger vers la rive nord (41 % des déplacements) que ceux habitant au centre-ville de Lévis (18 % des déplacements).

Concernant l'arrondissement de Desjardins, une partie non négligeable des déplacements inter rives se fait par transport en commun (18 %) grâce, principalement, au service de la traverse entre la Ville de Québec et Lévis.

Durant la période de pointe du matin, près de 22 000 déplacements se font sur les ponts en direction de la rive nord alors qu'un peu plus de 7 000 déplacements se font en sens inverse. Le nombre de déplacements produit le matin de Lévis atteint plus de 67 000 déplacements. Les déplacements attirés par Lévis sont de l'ordre de 52 000 et les déplacements internes atteignent 42 000. Le soir, les déplacements en direction de la rive sud sont estimés à plus de 23 000 alors que ceux en direction nord atteignent 9 000.

Le transport en commun est peu utilisé pour les déplacements internes à Lévis (part modale de 3,4 % en période de pointe du matin). En effet, il y a peu de lignes directes entre l'est et l'ouest de la ville. Les zones les mieux desservies par transport en commun sont celles proches du centre-ville de Lévis (arrondissement Desjardins). La comparaison des enquêtes O-D 2006 et 2001 fait néanmoins apparaître une croissance de la part modale de transport en commun, puisque celle-ci est passée de 5,3 % à 7,1 % en période de pointe du matin.

La desserte de transport en commun est composée d'une cinquantaine de circuits opérés par deux services distincts, soit la Société de transport de Lévis (ST Lévis) pour la portion est de la ville et la compagnie Autocars des Chutes pour la portion ouest.

Les autobus qui traversent le fleuve Saint-Laurent le font avec des passagers à bord en très grande majorité en direction de la pointe, tant le matin que l'après-midi. Deux voies réservées sont sur le réseau routier à l'étude :

- Sur la chaussée du boulevard de la Rive-Sud (route 132), en direction ouest, entre le Cap Samson et le chemin du Sault, aux périodes de pointe les jours de semaine; les taxis et les voitures ayant deux personnes ou plus à leur bord peuvent également y circuler;
- Sur l'accotement de la route du Pont (route 116), en direction nord à partir de la rue de l'Aquifère, jusqu'à la route 132. À cet endroit, les taxis et les voitures ayant trois personnes ou plus à leur bord peuvent l'emprunter.

À la fin de ces voies réservées, et ailleurs sur le réseau, les autobus sont pris dans la congestion, limitant ainsi l'offre de transport en commun aux périodes de pointe.

Enfin, la configuration des bretelles d'accès au pont Pierre-Laporte, en provenance de l'est, de l'ouest et du sud fait en sorte qu'il s'y crée des files d'attente importantes dont les longueurs diffèrent. De plus, on constate deux éléments principaux :

- Les usagers qui circulent sur les routes 116 et 175, pour accéder à la rive nord, créent des impacts importants sur les échangeurs 311 et 314;
- Les files d'attente en provenance de l'autoroute 73 se résorbent plus difficilement que celles des deux approches de l'autoroute 20.

3.2. Évolution des déplacements en 2016

Une analyse des débits en période de pointe du matin a été faite pour les horizons 2016 (10 ans) et 2026 (20 ans) pour faire ressortir les principales tendances de ces deux horizons à la période de pointe du matin. En se basant sur les données modélisées avec le logiciel EMME/2 utilisé par le Ministère, il ressort que, par rapport aux débits de 2006 :

- Les débits sur les ponts en direction nord sont stables en 2016 et subissent une légère baisse en 2016;
- La croissance des déplacements internes dans Lévis sont plus importants en 2016 qu'en 2026.

Ainsi, il a été décidé de retenir l'année 2016 pour établir les principales tendances de l'évolution des déplacements. Ainsi, entre les données modélisées de 2006 et 2016 durant la période de pointe du matin (7 h 00 – 9 h 00), selon les données de l'enquête O-D de 2001, l'analyse a permis de faire ressortir les principales tendances de l'évolution des déplacements, à savoir :

- Les déplacements internes dans Lévis augmentent de 4,4 %, passant de 45 000 en 2006 à 47 000 en 2016;
- Les déplacements à destination de la rive sud augmentent de 3,6 %;
- Un léger afflux supplémentaire de véhicules en provenance du sud par l'A-73 est prévu;
- Un grand nombre de véhicules supplémentaires proviennent de l'ouest par l'A-20 pour se diriger principalement vers le nord (10 % d'augmentation sur ce mouvement) ou vers l'est (14 % d'augmentation);
- Une perte de véhicules est anticipée concernant l'itinéraire en provenance de l'est et en direction du nord (8 % de diminution de trafic sur ce mouvement);
- Les débits sur les deux ponts confondus en direction nord restent identiques;
- Le trafic augmente légèrement en direction du sud au niveau du pont Pierre-Laporte et se répartit uniformément en direction ouest et sud au niveau de l'échangeur avec l'A-20;
- Les débits sur le réseau routier aux abords de l'échangeur A-20/A-73 augmentent légèrement, sauf pour les véhicules en direction sud de la route 175.

En fonction des tendances évoquées au niveau de l'échangeur A-20/A-73, les impacts se répercutent sur les différents échangeurs. En effet, les débits aux échangeurs situés sur l'A-20, à l'ouest de l'A-73 et sur l'A-73, au sud de l'A-20 sont globalement plus importants, alors que sur les bretelles d'entrée à l'A-20 direction ouest, à l'est de l'A-73, sont plus faibles. Il est à noter encore que la différence des débits sur les bretelles de l'échangeur 318 de l'A-20, soit la route 275 (en provenance de l'ouest ou en direction de l'est), indique une attractivité future légèrement plus élevée de cet échangeur par rapport aux échangeurs voisins.

Étant donné que le modèle reste macroscopique et se base sur une matrice O-D « générale », les projets particuliers ne sont pas pris en compte spécifiquement. Plus particulièrement, les projets au niveau de l'échangeur 325 de l'A-20 (entre la route 173 et le boulevard Alphonse-Desjardins), n'apparaissent pas clairement sur les débits alors qu'ils peuvent avoir un impact majeur. De plus, la demande d'un promoteur d'ajouter un nouvel échangeur entre les sorties 314 (route 175) et 318 (route 275) n'est pas considéré dans les données analysées. Ainsi, une attention particulière sera requise lors des études des échangeurs.

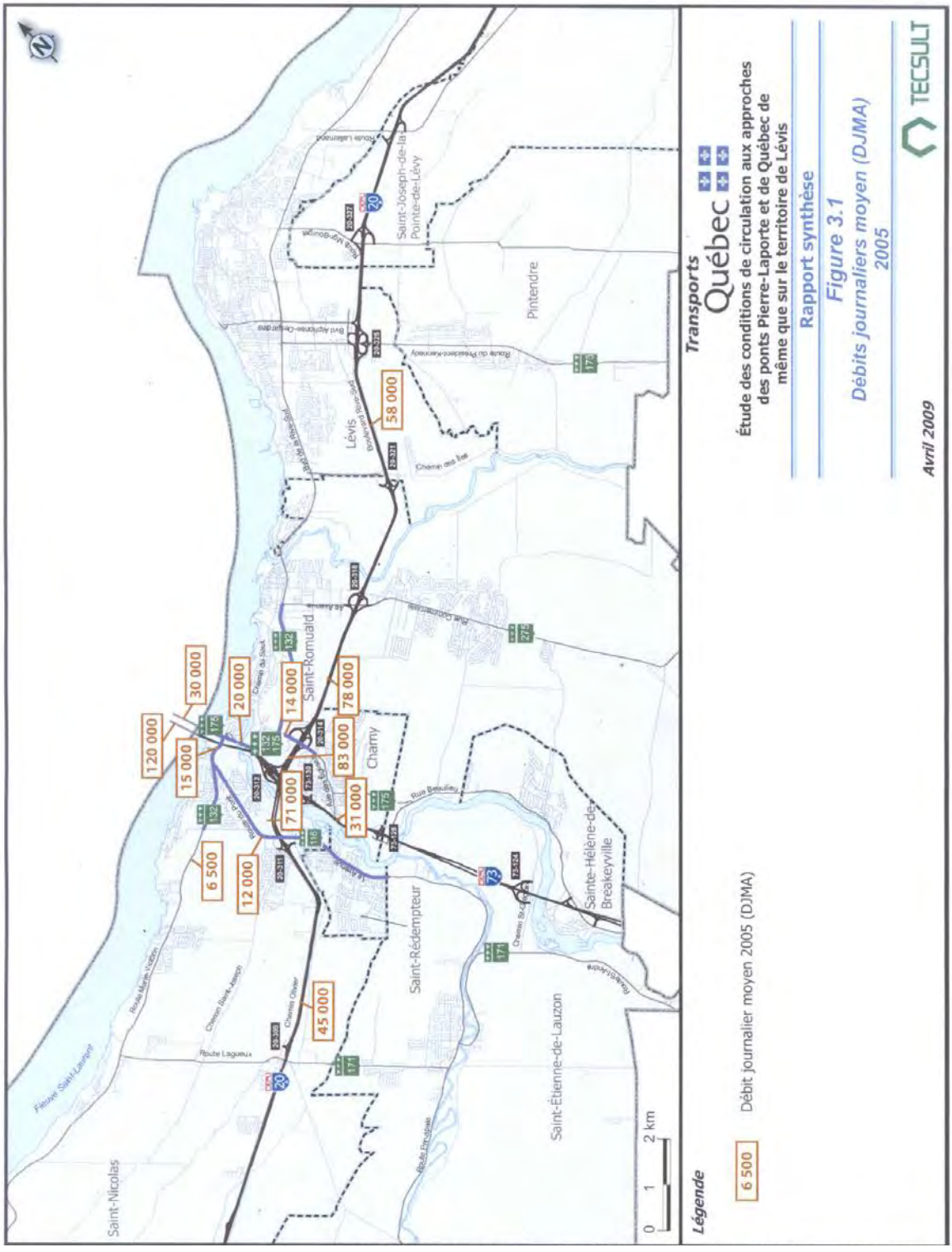
3.3. Conditions de circulation

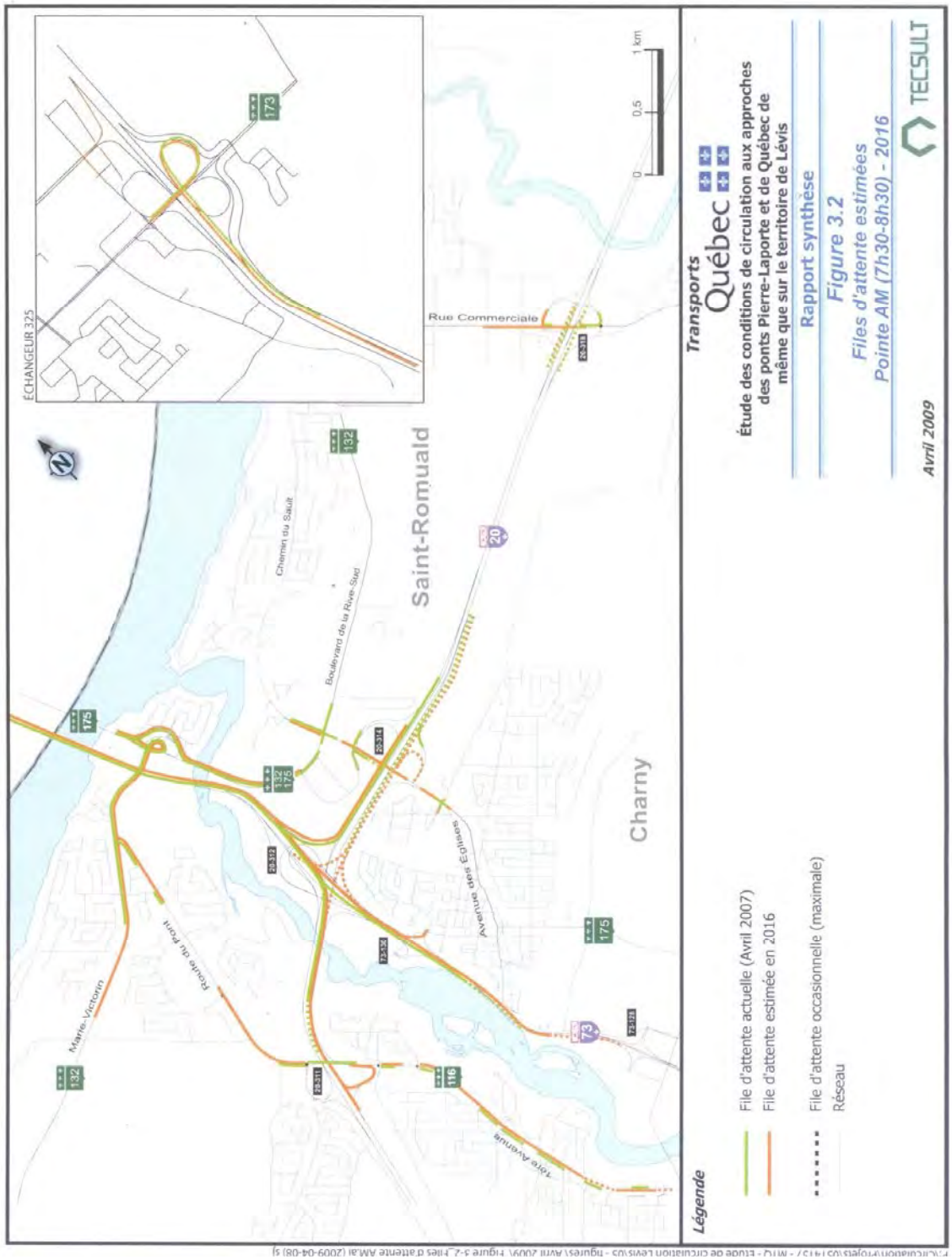
Au niveau des débits journaliers moyens (figure 3.1), il ressort que plus de 150 000 véhicules circulent chaque jour sur les ponts Pierre-Laporte et de Québec. Le nombre de véhicules est important sur l'A-20, à l'est de l'A-73, variant de 93 000 à 58 000 véhicules par jour au niveau de l'échangeur 325 (route du Président-Kennedy). Sur l'A-20, à l'ouest de l'A-73 ou sur l'A-73, le nombre de véhicules chute rapidement une fois les premiers échangeurs passés lorsqu'on vient du pont Pierre-Laporte.

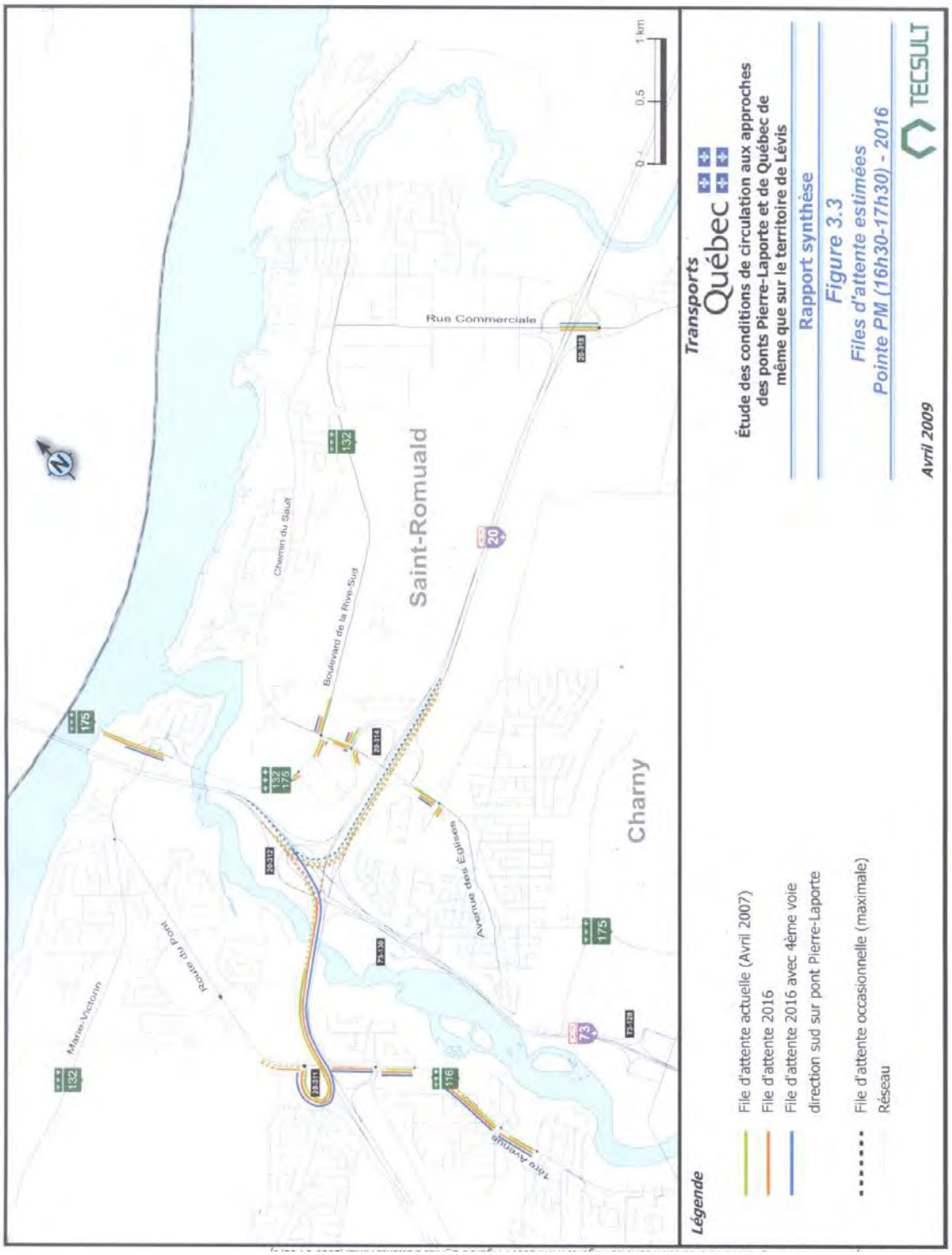
Sur le réseau routier, les constatations sont similaires. Le trafic est élevé à l'approche du pont de Québec, sur lequel passe plus de 30 000 véhicules par jour.

Les conditions de circulation sont difficiles aux heures de pointe, le matin et le soir. De nombreuses files d'attente se créent à l'approche des ponts Pierre-Laporte et de Québec (voir figures 3.2 et 3.3), que ce soit sur les réseaux routier (routes 116, 132 et 175) ou autoroutier. Ces files peuvent engendrer des problèmes de sécurité en raison des écarts de vitesses très élevés entre les voies de circulation. De même, sur l'A-20, des ralentissements se présentent dans les deux directions, entre les échangeurs 314 (route 175) et 325 (route du Président-Kennedy). Les autobus, ne disposant que de peu de mesures préférentielles, sont souvent pris dans ces congestions.

Les simulations montrent que les conditions de circulation et les files d'attente vont empirer, et plus spécifiquement en provenance ou en direction des secteurs de Saint-Rédempteur et au niveau de l'échangeur 325 (route Président-Kennedy), secteurs en fort développement.


Transports Québec
Étude des conditions de circulation aux approches des ponts Pierre-Laporte et de Québec de même que sur le territoire de Lévis
Rapport synthèse
Figure 3.1
Débits journaliers moyen (DJMA)
2005
Avril 2009
TECSULT
Légende
6 500
Débit journalier moyen 2005 (DJMA)
0 1 2 km
120 000
30 000
20 000
15 000
14 000
78 000
83 000
71 000
31 000
6 500
12 000
45 000
58 000
Saint-Nicolas
Saint-Romuald
Lévis
Charny
Saint-Rédempteur
Saint-Étienne-de-Lauzon
Sainte-Hélène-de-Breakeyville
Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy
Pintendre
Fleuve Saint-Laurent
Route Marie-Victorin
Chemin Saint-Jean
Chemin Olivier
Route Lagueux
Route Fortune
Rue Bégin
Rue Bretonne
Chemin du Sault
Chemin des Îles
Rue Commerciale
Route du Président-Kennedy
Boul. Alphonse-Desjardins
Route Lallemand
Route Mgr-Bourget


ÉCHANGEUR 325
Rue Commerciale
Saint-Romuald
Charny
Chemin du Sault
Boulevard de la Rive-Sud
Avenue des Églises
Route du Pont
Marie-Victorin
Tôle Avenue
0
0,5
1 km
Transports
Québec
Étude des conditions de circulation aux approches des ponts Pierre-Laporte et de Québec de même que sur le territoire de Lévis
Rapport synthèse
Figure 3.2
Files d'attente estimées
Pointe AM (7h30-8h30) - 2016
Avril 2009
TECSULT
Légende
File d'attente actuelle (Avril 2007)
File d'attente estimée en 2016
File d'attente occasionnelle (maximale)
Réseau


Saint-Romuald
Charny
Rue Commerciale
Boulevard de la Rive-Sud
Chemin du Sault
Avenue des Églises
Route du Pont
Marie-Victorin
Notre Avenue
0
0,5
1 km
Transports Québec
Étude des conditions de circulation aux approches des ponts Pierre-Laporte et de Québec de même que sur le territoire de Lévis
Rapport synthèse
Figure 3.3
Files d'attente estimées
Pointe PM (16h30-17h30) - 2016
Avril 2009
TECSULT
Légende
File d'attente actuelle (Avril 2007)
File d'attente 2016
File d'attente 2016 avec 4ème voie direction sud sur pont Pierre-Laporte
File d'attente occasionnelle (maximale)
Réseau

4. PROBLÉMATIQUES

Suite aux analyses effectuées sur les différents tronçons et points singuliers du réseau, il apparaît d'une manière générale que les problèmes actuels seront toujours présents et, dans la plupart des cas, amplifiés dans le futur. Les principales problématiques sont les suivantes et sont présentées aux figures 4.1 (pointe AM) et 4.2 (pointe PM). Les nombres entre parenthèses réfèrent aux problématiques numérotées sur les deux figures précitées.

Transport en commun
Les autobus sont présentement pris dans la congestion aux périodes de pointe, limitant ainsi l'offre de transport en commun, particulièrement sur les routes 132 et 175 en direction du pont de Québec. Sur les quelque cinquante circuits en opération en ce moment, dix-sept traversent le fleuve en direction nord le matin (dont un seul par le pont Pierre-Laporte) et dix-neuf le font en sens inverse en fin de journée (dont deux circuits sur le pont Pierre-Laporte). Trois circuits se rendent au traversier.

De plus, avec l'implantation du futur centre d'échange à la tête du pont de Québec, la ST Lévis devra procéder à la réorganisation de ses services, tant en termes de structure de lignes que d'axes routiers empruntés. Le centre d'échange servira de point de passage ou de terminus pour les parcours actuellement en place.

Ainsi, toutes les solutions à mettre en œuvre devront tenir compte des problématiques liées à la desserte du transport en commun.

Pont Pierre-Laporte (1)
Le matin, les débits sont très importants en direction nord (6 550 véh/h sur les trois voies) et dépassent la capacité routière du pont. Les zones de convergence des différentes bretelles sont rapprochées. Des congestions importantes se forment alors sur la rive sud, sur les différents axes autoroutiers, et se répercutent jusqu'au niveau des échangeurs en amont. Les bretelles A-73 sud vers A-20 est et A-20 ouest vers A-73 nord présentent des difficultés tant le matin que le soir. Les points de convergences posent, en outre, de nombreuses difficultés au niveau de l'échangeur A-20/A-73, en raison de la jonction de différents flux de circulation et de la perte d'une voie de circulation par rapport au nombre total de voies dans les bretelles précédentes. On constate que les files d'attente se forment sur les trois approches au pont; la file sur l'autoroute 73 a tendance à se résorber plus lentement.

Le soir, le pont est un goulot limitant le trafic en provenance de Québec. Ici encore, la capacité théorique du pont est dépassée en direction sud puisqu'il y circule 6 850 véh./h sur les trois voies.

Pont de Québec – Échangeur du parc Chaudière (2)
Le matin, le trafic se dirigeant en direction de Québec étant plus important que la capacité du pont, des files importantes se créent sur les routes à l'approche du pont (routes 116, 132 et 175) et pénalisent la circulation des autobus. Le trafic atteint plus de 3 450 véhicules par heure (véh./h) sur les deux voies, ce qui est très important compte tenu de la géométrie et de l'espace libre sur le pont (trois voies dont une bidirectionnelle, aucun accotement).

Le soir, en raison de la géométrie particulière et de la densité élevée de trafic dans l'échangeur, la fluidité de circulation ainsi que la capacité de cet échangeur sont pénalisées. Les nombreux entrecroisements en direction sud, les pertes de priorité et les pertes de voies limitent la capacité en direction sud. Près de 2 750 véh/h circulent sur les deux voies du pont en direction du sud.

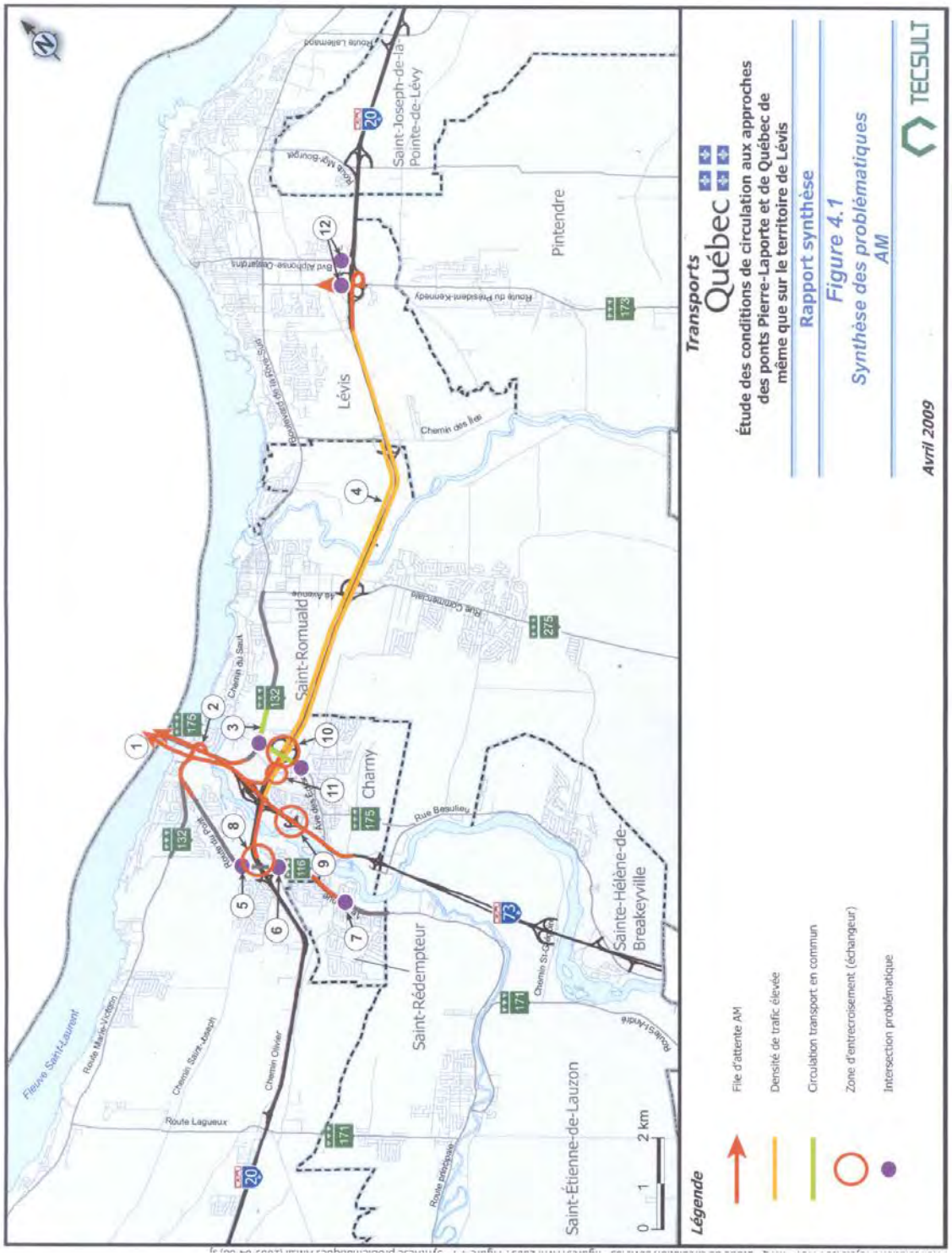
Secteur Boulevard de la Rive-Sud, route 175 (3)
L'intersection entre les routes 175 et 132 (Boulevard de la Rive-Sud) présente des perturbations matin et soir. Les mouvements de virage à gauche sont problématiques et présentent des niveaux de service faibles (D à F).

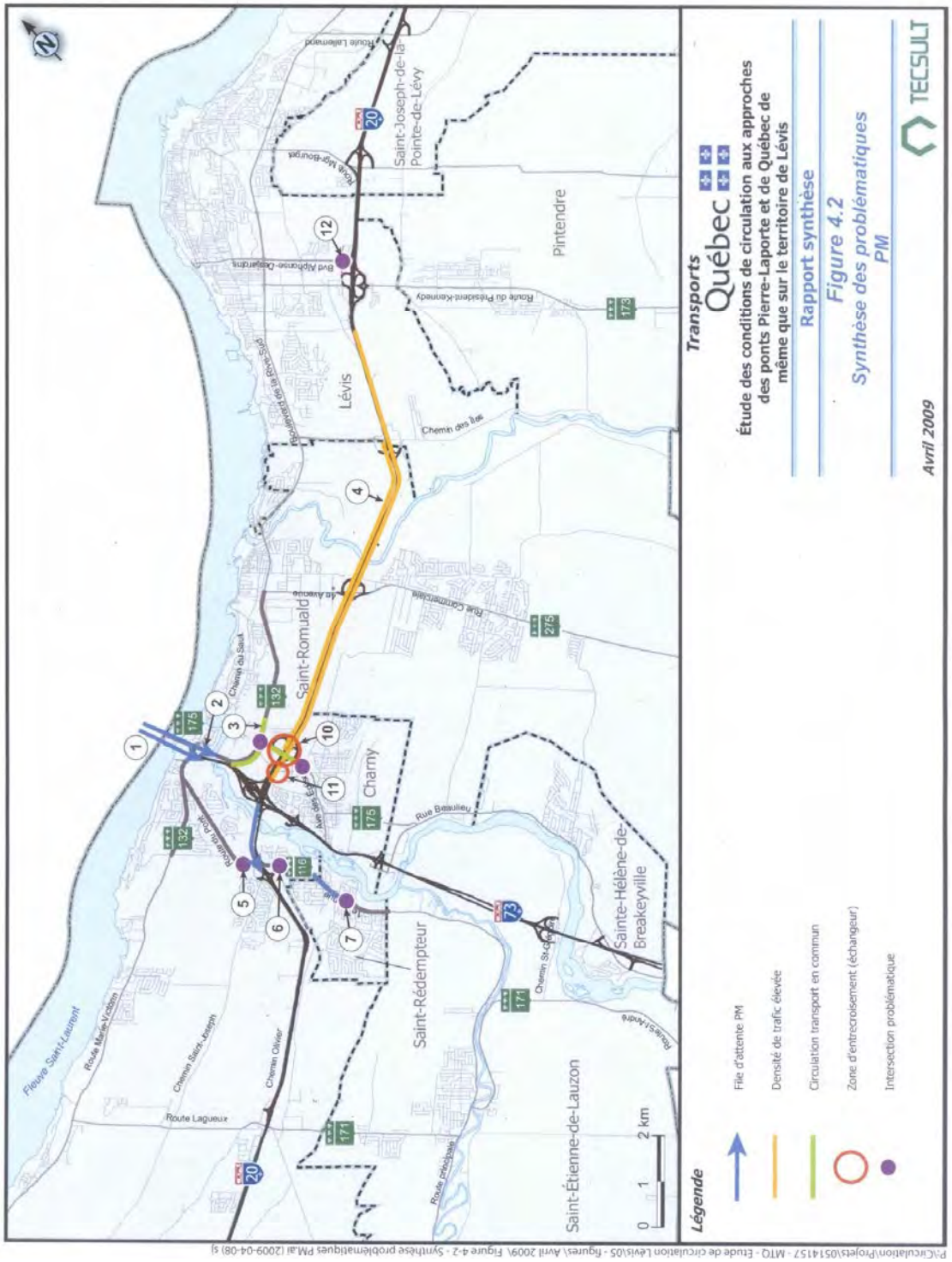
À cette intersection, des files d'attente se créent et pénalisent aussi bien les véhicules et les autobus voulant aller tout droit, malgré la présence d'une voie réservée pour les autobus en direction ouest sur la route 132, que les véhicules en virage à gauche en direction de l'autoroute qui ne disposent pas d'une baie de virage assez longue pour éviter la file d'attente.

Au niveau des bretelles situées au nord de l'autoroute, des files d'attente importantes se créent sur les différentes branches de l'intersection en raison de la densité élevée de trafic. Aucune voie ou baie n'est dédiée aux mouvements de virage à gauche depuis la route 175, ce qui pénalise la capacité de l'intersection.

Le matin, au sud de l'autoroute, la bretelle de sortie de l'A-20 débouche sur un arrêt au niveau de la route 175 et la fluidité est donc fortement pénalisée sur la bretelle. Le trafic sur la route 175 est très important et circule de façon presque continue (plus de 1 300 véh./h sur deux voies). Il est alors difficile aux 700 véhicules par heure en provenance de l'autoroute de s'insérer en virage à droite dans ce flot de véhicules. Des files d'attente se forment alors sur la bretelle.

Le soir, les véhicules en provenance du nord et voulant aller en direction est de l'autoroute 20 (près de 300 véh/h) entrent aussi en conflit avec les plus de 700 véhicules en direction du nord; les files d'attente atteignent ainsi le boulevard de la Rive-Sud. Aucune baie de virage à gauche ne permet de dissocier les mouvements, ce qui pénalise les véhicules en direction du sud.


Transports Québec
Étude des conditions de circulation aux approches des ponts Pierre-Laporte et de Québec de même que sur le territoire de Lévis
Rapport synthèse
Figure 4.1
Synthèse des problématiques AM
Avril 2009
TECSULT
Légende
File d'attente AM
Densité de trafic élevée
Circulation transport en commun
Zone d'entrecroisement (échangeur)
Intersection problématique
Lévis
Saint-Romuald
Charny
Saint-Rédempteur
Sainte-Hélène-de-Breakeyville
Saint-Étienne-de-Lauzon
Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy
Pintendre
Fleuve Saint-Laurent
Route Lagueux
Chemin des Îles
Rue Bégin
Rue Bellevue
Route du Président-Kennedy
0
1
2 km



P:\Circulation\Projets\051457 - MTQ - Étude de circulation Lévis\05 - figures\ Avril 2009\ Figure 4-2 - Synthèse problématiques PM.ai (2009-04-08) sj

A-20 – tronçons entre les échangeurs 314 et 325 (4)
La densité de trafic importante sur l'autoroute 20 (plus de 3 500 véh./h) pénalise la fluidité de circulation sur l'ensemble du secteur, dans les deux directions et lors des deux périodes de pointe. De plus, le passage de trois à deux voies en direction de l'est, entre les échangeurs 314 et 318, engendre des perturbations qui peuvent se répercuter jusque sur le collecteur et perturber celui-ci ainsi que la bretelle d'entrée provenant de la route 175 vers l'A-20 est.

Le matin, en direction est, la sortie au niveau de la route du Président-Kennedy (échangeur 325) est problématique, d'une part en raison du nombre important de véhicules sortant à cet endroit (plus de 1 500 véh./h) et convergeant avec le trafic déjà présent sur cet axe, et d'autre part à cause de la distance d'entrecroisement très courte entre les bretelles d'entrée vers l'A-20 est et de sortie en direction du centre-ville de Lévis. Des files importantes se répercutent sur la voie de droite sur plus d'un kilomètre de l'autoroute, d'où la présence d'un panneau de congestion.

Le soir, la circulation est dense en direction est tant sur l'autoroute jusqu'au Chemin des Îles, que sur le collecteur entre les sorties 312 et 314. En direction ouest, le trafic est plus important entre les sorties 325 (Lévis centre-ville) et 314 où il circule jusqu'à 3 800 véh./h. On remarque l'apparition de l'effet d'accordéon sur les files d'attente.

Intersection route 116 – Chemin Olivier (5)
Le matin, bien que les principaux flux de véhicules sont ceux circulant sur la route 116, les plus grands temps d'attente sont pour les mouvements perpendiculaires, particulièrement pour les véhicules en provenance du chemin Olivier et se dirigeant vers le nord.

Le soir, en raison du nombre important de véhicules empruntant l'échangeur 311, et plus précisément la bretelle de sortie de l'A-20 ouest (plus de 1 500 véh./h), des perturbations sont relevées à l'intersection entre la route 116 et le chemin Olivier, de même qu'entre ce chemin et la bretelle de sortie. Les manœuvres d'entrecroisement, combinées à la densité du trafic, engendre des refoulements sur l'A-20 en direction ouest.[1]

Intersection route 116 – Rue de l'Aréna (6)
Les flux principaux de véhicules qui sont favorisés par les feux de circulation, sont ceux de la route 116, et principalement le mouvement nord-sud ou inversement. Plus de 1 250 véhicules y circulent en heure de pointe. Les mouvements perpendiculaires ne sont donc pas priorisés. Vu le rapprochement entre les deux intersections de la rue de l'Aréna (route 116 et bretelles de l'A-20), des refoulements entre la route 116 et les bretelles de l'autoroute peuvent se former durant l'heure de pointe du matin, sans toutefois atteindre l'autoroute.

[1] Le Ministère a procédé, en 2008, au réaménagement de ce secteur, ce qui a amélioré les conditions observées et relatées dans le présent rapport.

Route 116 – Saint-Rédempteur (7)
Le trafic à l'heure de pointe du matin en direction nord est très important dans Saint-Rédempteur (plus de 1 200 véh./h à proximité de la rue Bellerive). Des files presque ininterrompues se forment sur le tronçon situé entre l'échangeur 311 et la 9ème Rue, au sud de Saint-Rédempteur. Les intersections gérées par feux de circulation engendrent des perturbations mais permettent à une partie des véhicules en provenance des accès perpendiculaires de s'insérer dans le flux de circulation. Le soir, les mêmes constatations sont faites en direction sud. Finalement, une partie du trafic veut éviter les congestions et circule dans les quartiers résidentiels, ce qui pose, entre autres, des problèmes de sécurité et de nuisances sonores ou environnementales.

Route 116 – Route 132 entre la rue de l'Aréna et le pont de Québec
L'axe des routes 116 et 132 entre l'autoroute 20 et le pont de Québec est considéré, par le Ministère, comme stratégique. Il sert d'itinéraire alternatif en cas de problème de congestion importante sur le pont Pierre-Laporte. Le matin, des files d'attentes se forment à différents endroits le long du parcours en direction du pont de Québec et iront en s'accentuant au cours des années. De plus, cet axe fait partie de la Route Verte pour les cyclistes; leurs déplacements pourraient de faire de façon plus sécuritaire qu'en ce moment en aménageant différemment cette portion de la route.

Échangeur A-20 / A-73 et ses approches (8, 9 et 10)
Le matin, en raison de la saturation du pont Pierre-Laporte et des problèmes de fluidité de trafic à l'échangeur A-20/A-73 (échangeur 20-312), des files d'attente se forment à son approche sur les deux branches de l'A-20 ainsi que sur l'A-73 en direction nord. Comme la plupart des approches de cet échangeur sont à deux voies, les files se forment aussi sur deux voies et perturbent donc les autres mouvements. Les véhicules circulant entre Lévis et la rive nord forment un peloton dense au-delà du collecteur (jusque vers l'échangeur 318 le matin) et pénalisent les véhicules circulant entre Lévis et Montréal. Ce principe se répète sur la branche de l'A-73 en direction nord. Sur l'A-20 en direction est, avec l'élargissement des ponts Jumeaux, ce phénomène est moins présent, les deux voies en direction de Québec étant dissociées des autres à partir de l'échangeur 311.

Les files d'attente se répercutent donc au niveau des échangeurs 311 et 314 de l'A-20 et au niveau de l'échangeur 130 de l'autoroute 73. L'insertion des véhicules sur certains mouvements est alors problématique, tant en raison de la densité du trafic que du nombre d'entrecroisements :

- À l'échangeur 311, les véhicules en provenance des bretelles de la route 116 ont de la peine à s'insérer sur les voies de gauche de l'A-20 pour aller en direction de Québec;
- À l'échangeur 314, les véhicules se dirigeant vers Montréal et entrant au niveau de la bretelle de la route 175 doivent croiser les deux files d'attente qui se forment en direction de Québec avant de pouvoir rejoindre la voie de gauche qui est normalement libre. Les usagers en direction de Saint-Georges sont également retardés par la congestion des véhicules en direction de Québec;

- Finalement, sur l'A-73, à l'échangeur 130, les véhicules entrant sur l'autoroute en provenance de la rue Joseph-Hudon ont de la peine à s'insérer dans la voie de gauche qui se dirige vers Québec.

Le soir, les entrecroisements difficiles ont lieu sur le collecteur en direction ouest, d'une part entre les 380 véh./h provenant de la route 175 et se dirigeant vers Montréal et, d'autre part, les 2 500 véh./h qui circulent sur le collecteur en direction de Québec ou de Saint-Georges.

Collecteur A-20 est (11)

La densité de trafic sur le collecteur de l'A-20 en direction de l'est est très importante. Les nombreux entrecroisements sur des distances relativement courtes et les deux sorties en direction de la route 175 engendrent des problèmes de fluidité. Matin et soir, d'importants problèmes ont été répertoriés au niveau de la voie de service entre l'échangeur A-20/A-73 et l'échangeur 314. Plus de 3 500 véhicules y circulent dont plus de 2 700 empruntent ensuite l'autoroute 20 en direction est. De plus, les véhicules en provenance de l'A-73 nord et voulant se diriger vers la route 175 nord doivent se rabattre à gauche sur une des deux voies principales du collecteur pour ensuite emprunter la sortie. Ces changements de voies obligés, plus fréquents le matin, n'améliorent pas la fluidité dans ce secteur.

Intersection route Président-Kennedy/boulevard Wilfrid-Carrier et intersection boulevard Wilfrid-Carrier/boulevard Alphonse-Desjardins (12)

Les principaux problèmes au niveau de cet échangeur sont liés à la densité de trafic sur le réseau routier aux abords de celui-ci. Le matin, plus de 3 000 véhicules circulent en direction nord (centre-ville de Lévis) sur le viaduc enjambant l'A-20. De nombreux entrecroisements se présentent entre les véhicules qui sortent de l'autoroute et qui se dirigent vers Wilfrid-Carrier, ou restent sur la route 173, et les véhicules en provenance du sud de la 173 et qui vont dans l'une de ces deux directions.

L'intersection entre la route 173 et le boulevard Wilfrid-Carrier est très achalandée. Les nombreux véhicules circulant ensuite entre Wilfrid-Carrier et Alphonse-Desjardins tournent majoritairement à gauche, mouvement fort problématique dans une intersection croisant un flux principal restant sur le même axe (donc sur le boulevard Alphonse-Desjardins). Plus de 1 500 véhicules empruntent l'itinéraire entre l'autoroute et le centre-ville de Lévis en passant par Wilfrid-Carrier.

En période de pointe du soir, les mouvements problématiques de virage à gauche se situent du boulevard Wilfrid-Carrier vers la route 173 sud et des boulevards Wilfrid-Carrier vers Alphonse-Desjardins.

Compte tenu des nombreux projets de développement dans ce secteur, les problèmes iront en s'amplifiant tant le matin que le soir.

Conclusion

La circulation à l'approche des ponts Pierre-Laporte et de Québec est fortement perturbée le matin, en raison de la densité de trafic et de la présence de files d'attente qui se créent, soit au niveau des ponts eux-mêmes, soit au niveau de la rive nord où la densité est trop élevée pour la demande.

Les files d'attente sur le réseau autoroutier pénalisent aussi les déplacements internes à Lévis dans l'axe est-ouest.

De plus, avec la configuration des chaussées ou des intersections, des perturbations ponctuelles sont à relever sur le réseau routier principal. Le soir, en raison de la densité de trafic en provenance de la rive nord, des perturbations sont aussi à signaler sur le territoire de Lévis en aval des ponts.

5. PRIORITÉS D'INTERVENTION

5.1. Objectifs

Une fois analysées les différentes problématiques sur le réseau autoroutier ainsi que sur le réseau routier principal à l'approche des ponts, des solutions ont été imaginées et évaluées dans le but d'atteindre les objectifs suivants :

- Améliorer les conditions de circulation pour le transport en commun;
- Faciliter les déplacements est-ouest dans Lévis;
- Optimiser les conditions de circulation à l'approche de l'échangeur 325 (route du Président-Kennedy);
- Accroître la fluidité des déplacements en direction des ponts Pierre-Laporte et de Québec;
- Accroître la fluidité des déplacements en provenance de la rive nord;
- Sécuriser le réseau autoroutier aux heures de pointe;
- Améliorer les conditions de circulation de l'ensemble des véhicules sur les routes 116, 132, 173 et 175.

En plus de la définition de ces objectifs, une analyse sur la pertinence ou la nécessité de chacune des mesures dans le cas de la construction d'une quatrième voie en direction sud sur le pont Pierre-Laporte a été effectuée.

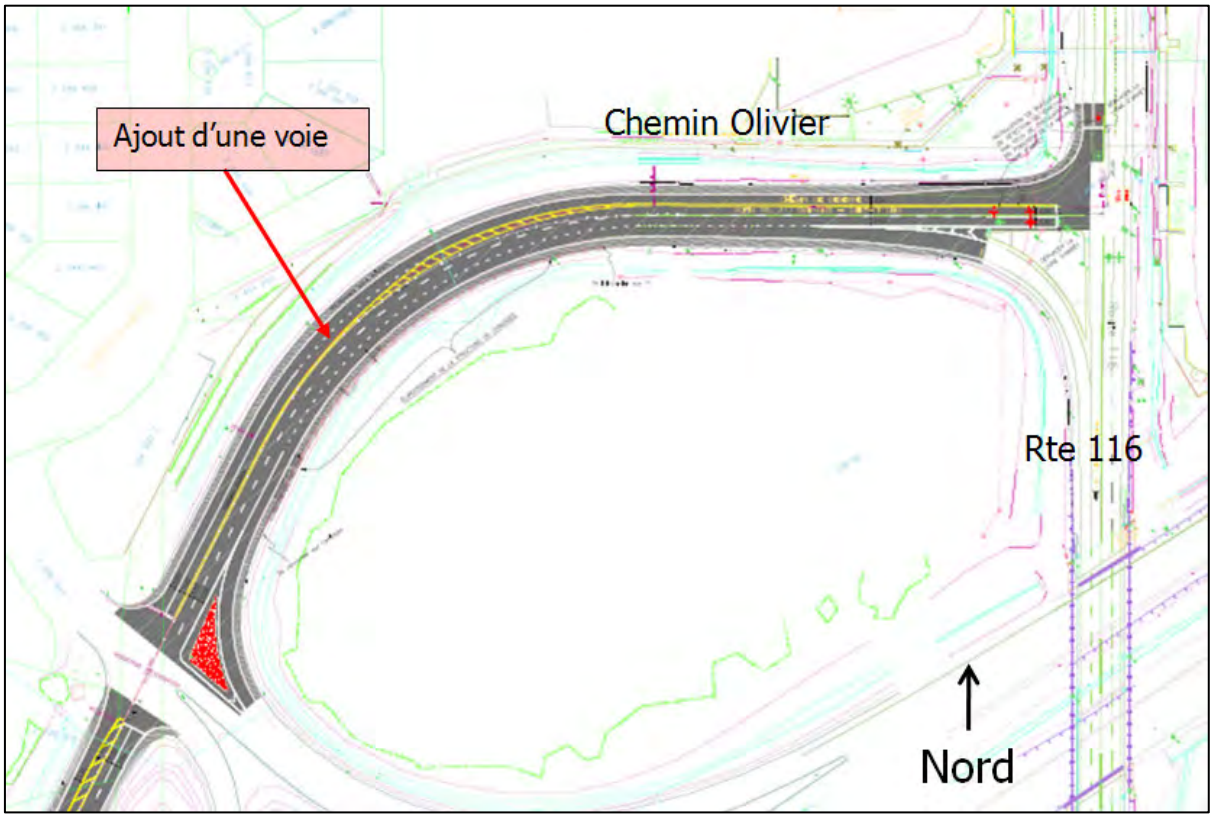
L'amélioration des conditions de circulation du transport en commun, des déplacements internes (est-ouest ou ouest-est principalement) ainsi que la gestion des files d'attente sont les objectifs principaux, les différents problèmes étant fortement interdépendants. En effet, si les files d'attente disparaissent ou sont gérées, les véhicules sur l'ensemble des itinéraires profitent des bénéfices de cette gestion. De nombreuses solutions ont été identifiées qui permettent de répondre à un ou plusieurs objectifs décrits précédemment.

5.2. Description des priorités

Suite à l'analyse des différentes problématiques et selon les objectifs fixés précédemment, les priorités d'intervention sont présentées ci-dessous. Pour chacune des mesures, les principaux objectifs auxquels elles répondent sont mis en évidence.

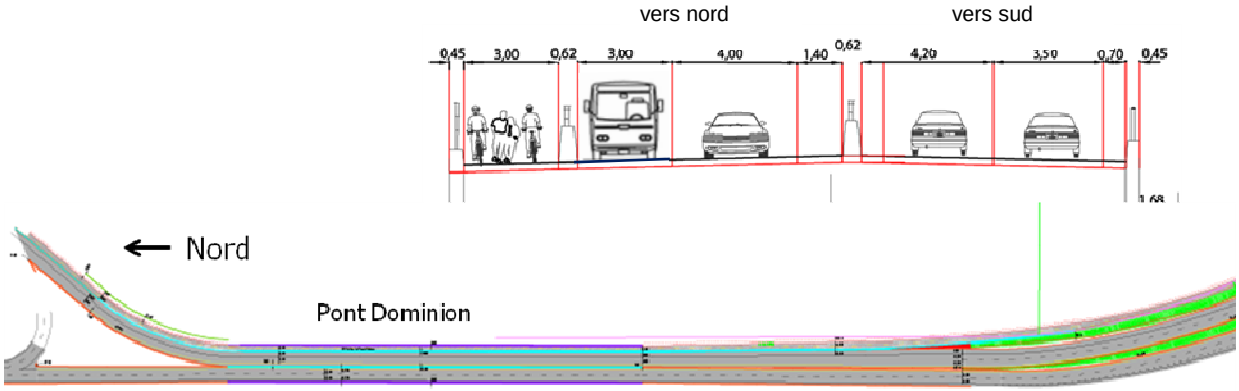
5.2.1. Troisième voie sur le chemin Olivier (réalisé en 2008)

- **Problématiques :**
  - Files d'attente sur l'autoroute 20 ouest en pointe PM;
  - Entrecroisements pour accéder à la route 116.
- **Objectifs :**
  - Accroître la fluidité de la circulation dans l'axe est-ouest et depuis la rive nord;
  - Limiter les files d'attente sur l'autoroute;
  - Accroître la sécurité sur l'autoroute 20.
- **Description :**
  - Ajout d'une nouvelle voie sur le tronçon du chemin Olivier, entre la sortie de l'autoroute 20 et la route 116.
- **Coûts :**
  - 1 M$



5.2.2. Modification du boulevard de la Rive-Sud entre le chemin Du Sault et le parc Chaudière, incluant le pont Dominion

- **Problématiques :**
  - Files d'attente vers / depuis le pont de Québec en pointes AM et PM;
  - Autobus pris dans la congestion.
- **Objectifs :**
  - Améliorer la fluidité de la circulation en pointe PM;
  - Accroître la vitesse et la fiabilité du transport en commun;
  - Sécuriser les déplacements des piétons et des cyclistes sur cette portion de la Route Verte.
- **Description** :
  - Ajout d'une nouvelle voie, en direction sud, entre l'échangeur du parc Chaudière et la rue de la Concorde, nécessitant des travaux important sur le pont Dominion;
  - Circulation des autobus sur l'accotement en direction nord en situation de congestion;
  - Création d'une piste cyclable bidirectionnelle en site propre.
- **Coûts :**
  - 45 M$
- **Réalisation des travaux :**
  - Début en août 2009
  - Fin prévue à l'automne 2011.

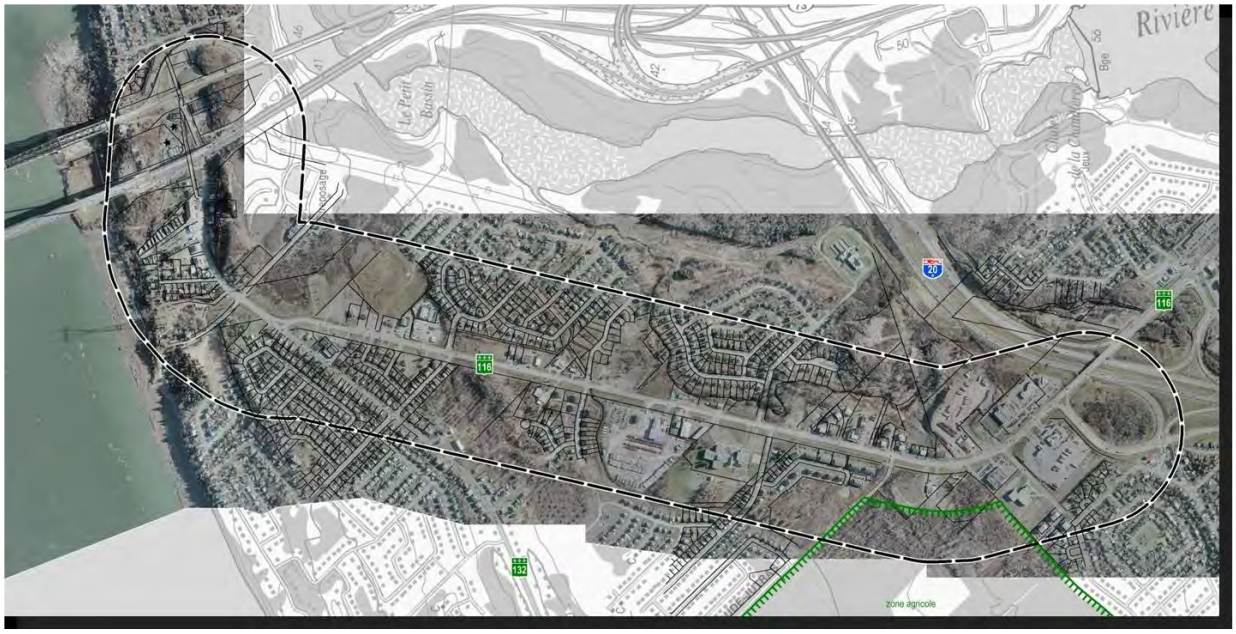


5.2.3. Élargissement du collecteur sud de l'autoroute 20 est entre les deux sorties de l'échangeur du chemin du Sault

- **Problématiques :**
  - Densité de circulation élevée en périodes de pointe du matin et du soir;
  - Changement de voie obligatoire depuis l'A-73 nord ou l'A-20 est pour accéder à la route 175 nord;
  - Zone de congestion.
- **Objectifs :**
  - Supprimer les entrecroisements superflus;
  - Améliorer les conditions de circulation pour le transport en commun;
  - Faciliter les déplacements est-ouest dans Lévis;
  - Accroître la fluidité des déplacements en provenance de la rive nord.
- **Description** :
  - Élargissement du collecteur entre les deux sorties pour éviter les entrecroisements inutiles
- **Projet à l'étape de préparation des plans et devis**
- **Coût :**
  - 1 M$

5.2.4. Réaménagement de la route 116-132 entre la rue de l'Aréna et le pont de Québec

- **Problématiques :**
  - Axe stratégique en cas de congestion importante sur le pont Pierre-Laporte présentant des files d'attente à plusieurs endroits en pointe AM;
  - Nombreux accès le long de la route 116;
  - Mouvements de virages à gauche venant bloquer la circulation et engendrant des files d'attente.
- **Objectifs :**
  - Améliorer les conditions de circulation du transport en commun;
  - Améliorer les conditions de circulation sur le réseau routier;
  - Améliorer la sécurité des cyclistes et des piétons;
  - Contrôler les accès aux propriétés riveraines et aux rues transversales.
- **Projet à l'étape de l'étude d'opportunité et d'impact :**
  - Mandat donné au printemps 2009;
  - Consultations des citoyens prévues en 2010 et 2011;
  - Dépôt de l'étude d'impact au MDDEP prévu à l'automne 2011.

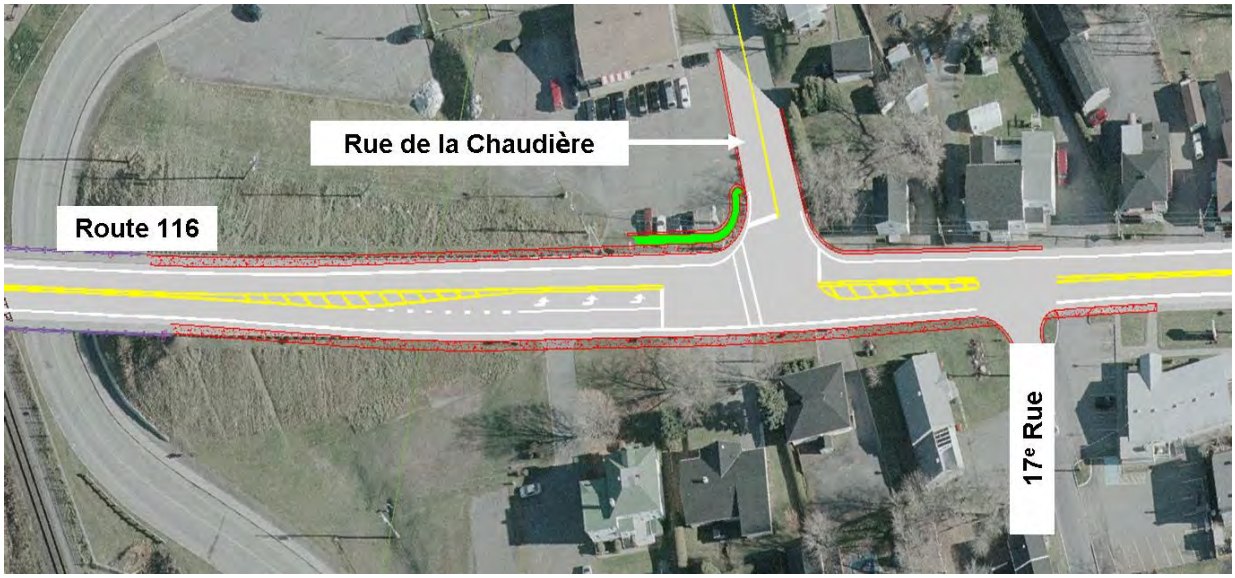


5.2.5. Réaménagement de l'échangeur de l'autoroute 20 avec la route 173 (sortie 325)

- **Problématiques :**
  - Refoulement sur l'autoroute 20 en direction est;
  - Nombreux entrecroisements sur la route 173 et sur le boulevard Wilfrid-Carrier;
  - Congestion importante aux carrefours 173/Wilfrid-Carrier et Wilfrid-Carrier/Alphonse-Desjardins.
- **Objectifs :**
  - Réduire les files d'attente sur l'autoroute 20;
  - Améliorer les conditions de circulation à l'approche de l'échangeur 325 et sur le réseau routier avoisinant;
  - Faciliter les déplacements est-ouest dans Lévis;
  - Dissocier les mouvements de / vers Lévis;
  - Réduire les entrecroisements;
  - Accroître la fluidité aux intersections.
- **Projet à l'étude :**
  - Étude de planification des services et des réseaux de transport dans le quadrilatère formé à l'ouest par la Route des Îles (sortie 321), au nord par le boulevard de la Rive-Sud (route 132), à l'est par la route Lallemand (sortie 330) et au sud par l'autoroute 20;
  - Étude prévue être réalisée en partenariat Ville de Lévis et Ministère.

5.2.6. Réaménagement de l'intersection route 116 et rue Chaudière

- **Problématiques :**
  - Files d'attente en pointe PM accentuées par les virages à gauche vers Chaudière;
  - Manœuvres de virage difficiles pour les véhicules lourds.
- **Objectifs :**
  - Améliorer la fluidité de la circulation en pointe PM;
  - Faciliter les manœuvres des véhicules lourds.
- **Description** :
  - Ajout d'une voie de virage à gauche exclusive de la route 116 sud vers la rue Chaudière;
  - Réaménagement des rayons de virage.
- **Coûts :**
  - 980 000 $
- **Réalisation des travaux :**
  - Saison 2010



5.2.7. Élargissement de l'autoroute 20 entre les routes 175 et 173

- **Objectifs :**
  - Diminuer la congestion liée à la densité de la circulation;
  - Améliorer les conditions de circulation à l'approche de l'échangeur A-20 / R-173;
  - Accroître la fluidité de la circulation;
  - Renforcer la sécurité sur le réseau autoroutier;
  - Faciliter les déplacements est-ouest dans Lévis.
- **État d'avancement** :
  - Élaboration des plans d'avant-projet en cours.

Dans l'ensemble de ses projets, le Ministère entend assurer la mise en place de mesures pour faciliter les déplacements des autobus, des cyclistes et des piétons, en plus de ceux de ses usagers circulant en voiture ou en véhicule lourd, et ce, en concertation avec ses principaux partenaires : la Ville de Lévis et la Société de transport de Lévis.

L'amélioration des informations aux usagers à des endroits stratégiques sur le réseau autoroutier demeure également une préoccupation prise en compte au sein des différentes interventions.

5.3. Impacts environnementaux

Les interventions proposées engendreront des impacts variables sur l'environnement. Les impacts sur le milieu humain (bruit routier, acquisition de terrains, paysage, etc.) et sur le milieu naturel (cours d'eau, milieux humides, etc.) de chaque projet devront être évalués en fonction du genre d'intervention et du type de milieu traversé. Cependant, en ce qui concerne l'élargissement de l'autoroute 20, bien que les travaux se fassent essentiellement à l'intérieur des emprises actuelles, le projet sera possiblement soumis à la procédure d'évaluation des impacts sur l'environnement (étude d'impact et décret en vertu de l'article 31 de la Loi sur la qualité de l'environnement). Cette intervention nécessitera au minimum une demande de certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la même Loi. Des vérifications seront faites en temps opportun.

Le ministère des Transports a été l'un des pionniers gouvernementaux à l'égard de la protection de l'environnement et du développement durable en adoptant sa Politique sur l'environnement en 1992. Conscient que sa démarche en la matière est toujours perfectible, il a élaboré le Plan d'action de développement durable 2009-2013 qui s'inscrit dans la mise en œuvre de la Stratégie gouvernementale de développement durable 2008-2013. Ce plan d'action lui permet d'officialiser de nouveaux objectifs et de nouveaux moyens visant à intégrer le concept de développement durable dans l'ensemble de ses activités, projets, programmes et politiques.

D'une façon générale, il importera cependant que cette démarche de développement durable se déroule sous le signe du partenariat et de la concertation entre les divers paliers gouvernementaux, ministères et organismes concernés. En effet, le développement durable nécessite une approche intersectorielle et multidisciplinaire qui réside dans la conciliation de trois dimensions : la protection de l'environnement, le progrès social et l'efficacité économique.

6. CONCLUSION

Le ministère des Transports du Québec (MTQ), Direction de la Chaudière-Appalaches, a mandaté la firme Tecsult pour réaliser une étude des conditions de circulation sur le réseau routier de Lévis, incluant les deux ponts, Pierre-Laporte et de Québec. L'étude a, dans un premier temps, analysé les conditions de circulation actuelles et futures sur le réseau routier désigné, identifié les problématiques de circulation actuelles ou à venir et, dans un second temps, proposé quelques scénarios d'intervention visant à améliorer le transport en commun et la circulation sur les axes des autoroutes 20 et 73 de même que sur le réseau supérieur à l'approche des ponts sur le territoire de Lévis.

Les aspects de transport en commun ont été pris en compte, d'une part au niveau des besoins (caractéristiques actuelles du réseau de transport en commun de Lévis et perspectives d'évolution de l'offre et de la demande), ainsi qu'au niveau des solutions, en intégrant, dans la mesure du possible, des mesures en faveur du transport en commun dans les solutions envisagées.

En l'absence de mesures d'amélioration, l'ensemble des problématiques soulevées sera amené à s'amplifier dans le futur. Ces problématiques concernent aussi le transport en commun puisque les autobus circulent dans les mêmes conditions que les autres véhicules, à l'exception des deux endroits où existent des voies réservées.

Différents aménagements ont été proposés, selon des objectifs liés à l'amélioration du transport collectif ou aux conditions de circulation. Les mesures spécifiquement dédiées au transport en commun peuvent apporter des bénéfices rapides, principalement en vue d'améliorer l'accessibilité du futur centre d'échange de la ST Lévis et le lien vers le pont de Québec.

Les autres mesures apportent des bénéfices à l'ensemble de la circulation, dont pourront aussi profiter les autobus.

Les mesures dédiées au transport en commun doivent faire l'objet d'études subséquentes plus détaillées afin de valider leur faisabilité technique et leur opportunité, en fonction des projets de réorganisation des services de la ST Lévis et de leurs prévisions d'achalandage sur les axes concernés par les mesures.

Dans tous les cas, chaque mise en œuvre d'une nouvelle mesure doit faire l'objet d'une évaluation in situ afin de prendre ses impacts en considération dans la réévaluation de la pertinence des mesures subséquentes.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, RUE SAINT-AMBROISE, 7e
QUÉBEC (QUÉBEC)
G1K 5Z1

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

ÉTUDE SUR LA FAISABILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT VIA L'ÎLE D'ORLÉANS

— RAPPORT D'ÉTAPE —

CANQ
TR
480

1977

VANDRY — JOBIN & ASSOCIÉS
QUÉBEC

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
200, RUE DORCHESTER SUD, 7e
QUÉBEC, (QUÉBEC)
G1K 5Z1

Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

407191

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, RUE DORCHESTER SUD, 7e
(QUÉBEC, QUÉBEC)
G1K 5Z1

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

ÉTUDE SUR LA FAISABILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT VIA L'ÎLE D'ORLÉANS

—RAPPORT D'ÉTAPE—

CANA
TC
480

AVRIL 1977

VANDRY—JOBIN & ASSOCIÉS
QUÉBEC

TABLE DES MATIERES

I - INTRODUCTION - MANDAT

II - INVENTAIRE

III - HYPOTHESES D'AXES

IV - GABARITS

V - TYPES DE LIENS :

5.1 Chenal Nord

5.2 Chenal Sud

VI - GEOTECHNIQUE

VII - HYDRAULIQUE

VIII - ECHEANCIER

IX - CONCLUSION - RECOMMANDATIONS

Environnement ? — aucune mention

CHAPITRE I

INTRODUCTION - MANDAT

Le mandat confié à la firme d'Ingénieurs Vandry, Jobin et Associés de Québec consiste à effectuer une "étude de faisabilité d'un lien entre la Rive Nord et la Rive Sud du fleuve St-Laurent, via l'Ile d'Orléans".

Cette étude de faisabilité technique (choix d'axes, types de liens ...) est effectuée en tenant compte des aspects physiographiques, tels que la topographie de terrain et du lit du fleuve, de l'hydrologie ainsi que de la géologie.

De plus, une analyse des impacts sur l'environnement sera présentée selon les alternatives retenues.

Enfin, le travail débouchera sur des recommandations pertinentes.

Le présent document est un rapport d'étape tel que souligné par l'échéancier du devis technique. Ce rapport d'étape présente les travaux préliminaires devant, dans une deuxième étape, déboucher sur des études et analyses sectorielles détaillées.

Les travaux préliminaires ont permis de "débroussailler" le terrain, de mieux faire connaître la situation au point de vue technique et surtout, dans un processus d'élimination, de garder les

options qui apparaissent les plus valables pour des études techniques plus poussées et définitives.

A cet effet, la prochaine étape consistera à étudier et à analyser plus en détails, afin que les résultats permettent une prise de décision la plus rationnelle possible, étant donné l'envergure et la complexité du projet concerné.

Enfin, tel qu'entendu au comité de coordination à sa réunion du 1er mars 1977, le rapport d'étape présente surtout les différentes hypothèses d'axes ainsi que les différentes alternatives quant aux types de liens, accompagnées des caractéristiques particulières à chacune des options envisagées.

Donc, partant de ce rapport d'étape, le lecteur ne saurait conclure et s'arrêter pour constituer un choix définitif, puisqu'il ne présente qu'une ébauche des options devant subir un processus d'élimination via les études et analyses de la prochaine étape.

CHAPITRE II

I N V E N T A I R E

2.0 BUT DE L'INVENTAIRE

Dans un premier temps, un inventaire relativement complet des documents pertinents à l'étude fut réalisé. Il s'agissait de recueillir des renseignements nécessaires au démarrage de l'étude technique et de regrouper le plus d'informations possibles au départ, afin d'éviter par la suite que l'équipe technique soit retardée dans son travail, faute de données et surtout afin d'utiliser au maximum les études déjà réalisées antérieurement.

On effectua une compilation des cartes de la région et une rétrospective des rapports d'étude portant sur le sujet.

Parallèlement à la documentation technique, un inventaire des barrières physiques (services publics, routes, etc.) pouvant affecter l'implantation d'une des structures envisagées dans la zone d'étude a été répertorié.

Enfin, une identification des principales législations pouvant affecter le projet a été recensée de même que les demandes et surtout les négociations qui devront être poursuivies avec une grande assiduité auprès du gouvernement fédéral, afin de lever un des principaux obstacles à une poursuite adéquate de l'étude et évidemment à la réalisation éventuelle du projet. La définition exacte, par exemple des gabarits, s'avère essentielle à la poursuite et à la réalisation

de la phase suivante.

2.1 METHODOLOGIE DE L'INVENTAIRE

Les informations pertinentes au projet furent recueillies de différentes façons: investigations, rencontres et discussions avec divers organismes publics ou privés, conversations téléphoniques, correspondance, etc. Parallèlement, une recherche en bibliothèque nous a permis de dresser une liste de documents relatifs au sujet traité. La plupart de ces documents ont été consultés, sauf ceux dont on n'a pu disposer d'une copie et qui sont identifiés comme tels dans la liste présentée plus loin dans le rapport.

2.2 REGROUPEMENT DES RENSEIGNEMENTS DE L'INVENTAIRE

Les principaux renseignements obtenus lors de l'inventaire se regroupent en quatre grandes classes:

1o - cartographie;

2o - rapports d'études;

3o - exigences et règlementations;

4o - informations diverses.

Ici, il est à noter que la liste des renseignements n'est pas considérée exhaustive et que tout renseignement pouvant éclairer la présente étude devrait être communiqué dans les plus brefs délais.

2.2.1 Cartographie

Des cartes de base se rapportant au territoire étudié comme la topographie, bathymétrie, géologie, etc... furent inventoriées et répertoriées.

2.2.2 Rapports d'études et bibliographie

Le recensement des rapports d'études relatifs au sujet s'avérait essentiel afin de profiter au maximum des données déjà disponibles et afin de ne pas dédoubler un travail déjà effectué et non négligeable pour compléter l'inventaire des barrières physiques, ou encore, pour recueillir les données de base aux études techniques. Plus spécifiquement, ce sont des rapports ou mémoires traitant:

- d'un lien Rive Nord - Rive Sud (environ quatorze);
- des développements proposés pour la région de Québec et mentionnant l'éventualité d'un lien Rive Nord - Rive Sud;
- du développement industriel et portuaire de la région;
- des schémas d'aménagement;
- d'études techniques sur les types de liens.

Ces documents ont été classifiés de façon à être accessibles tout au cours de l'étude.

2.2.3 Exigences et règlementation

Les principales exigences concernant la navigation et la règlementation concernant les voies navigables sont du ressort du gouvernement fédéral, et à ce titre, beaucoup de travail reste à faire, principalement au niveau des négociations et ententes pour l'érection de structures pouvant affecter directement ou indirectement la voie navigable du fleuve Saint-Laurent. A ce jour, les négociations ne sont qu'ébauchées et nul doute que les démarches conduisant à des ententes devraient être effectuées dans les plus brefs délais, afin d'éviter le gaspillage de temps et d'énergie lors de la prochaine phase de la présente étude.

Pour ce qui est de la règlementation sous l'égide du gouvernement provincial, les négociations et ententes devraient se poursuivre normalement sans anicroche majeure.

Au niveau municipal, les règlements de zonage sont les principaux documents concernés et, dans la plupart des cas pour les municipalités touchées par l'étude, les règlements de zonage sont en cours de revision.

2.2.4 Informations diverses

Enfin, l'inventaire se complète par "les informations diverses" portant sur les sujets suivants: agriculture, circulation, environnement, géologie, géotechnique, hydraulique, marégraphie, structure (pont, jetée, tunnel), urbanisme, voirie.

Les titres des ouvrages relatifs à ces sujets apparaissent dans la bibliographie présentée précédemment.

2.3 RENSEIGNEMENTS SUPPLEMENTAIRES A OBTENIR

Etant donné les délais, parfois longs, dans l'obtention de certains documents, il reste actuellement à obtenir une documentation complémentaire. Ainsi, après enquête auprès de certains corps publics, il apparaît que des plans de zonage ou rapports d'études sont en préparation. Ces documents devraient nous parvenir lors de la prochaine étape du projet.

A titre de renseignement pour les personnes pouvant collaborer à nous procurer ou à nous faire parvenir les ouvrages manquants, une liste non exhaustive de documents est par la suite présentée, afin de pouvoir accélérer le processus.

LISTE DES DOCUMENTS A OBTENIR

TITRE	SOURCE
Plan d'arpentage	Min. de l'Agriculture
Dynamique actuelle de la glace sur les rives du St-Laurent	M. Brochu 1957, Académie des sciences, pp. 2534-36
Concept général de Réaménagement de la Côte de Beauport	Urbatique Inc.
Etude sur le comté de Montmorency, Côte de Beaupré et Plateau intermédiaire -1964	François Routhier, 1964
Etude sur le comté de Montmorency, Ile d'Orléans	François Routhier, 1964
Corridor de Verdure des Grèves	Demontigny - Dion, 1975 pour M.A.M.
Déplacement des glaces	M. Guy Choquette (514) 879-5701
Etudes pour analyses du lit du St-Laurent	B.A.E.Q.M. par Piette, Audy, Lépinay
Plan de zonage - Beauport	Ville de Beauport
Plan d'urbanisme Beaulieu, I.O.	Pluram pour M.A.M.
Plan d'urbanisme St-Laurent, I.O.	Pluram pour M.A.M.
Etude de présélection industrielle	Interport
Etude sites ind. région de Beauport	Pluram pour M.I.C.
Etude du Port de Québec	A.B.B.D.L. 1976, pour M.I.C. M. Claude Soucy
Plan de zonage St-Pierre, I.O.	Mun. de St-Pierre, I.O.
Plan de zonage Beaumont	Municipalité de Beaumont
Centre de ville Lauzon	Ville de Lauzon
Plan de zonage Boischatel	Mun. de Boischatel
Répertoire des municipalités - 1976	Ed. off. du Québec
Données hauteurs de navires	Society of Naval Architects Shipping World and Ship Builders

CHAPITRE III

HYPOTHESES D'AXES

Lors de l'inventaire des "barrières physiques", nous avons relevé simultanément toutes données et informations intéressantes qui pourraient ultérieurement être utiles pour l'étude du lien Rive Nord - Rive Sud via l'Ile d'Orléans.

C'est pourquoi il semblait important de présenter certains éléments soulignant l'importance et le rôle qu'un tel lien via l'Ile d'Orléans pourrait engendrer pour la région de Québec.

3.0 ELEMENTS POSITIFS

Sommairement, ces éléments sont qu'un tel lien:

- résoudrait le problème d'un raccordement adéquat de l'Ile d'Orléans à la terre ferme;
- accroîtrait la capacité du réseau routier régional;
- améliorerait l'efficacité du rendement de certaines artères localisées à l'intérieur du périmètre urbain;
- faciliterait considérablement les mouvements de transit ayant la région métropolitaine comme pivot;
- favoriserait l'intégration économique à la région métropolitaine de Québec des comtés à l'est de Québec;
- favoriserait la création de circuits touristiques à l'est de Québec;
- provoquerait le déblocage vers une utilisation plus poussée et rationnelle des zones industrielles des côtes de Beauport et de Lauzon;

- faciliterait et encouragerait le développement de l'activité portuaire de Québec;
- faciliterait le transport entre le port de Québec et les parcs industriels de la Rive Sud;
- renforcirait la convergence vers Québec de produits agricoles venant de d'autres régions, telles la Beauce et la Côte-du-Sud;
- encouragerait un certain développement industriel et commercial dans l'est de la région métropolitaine.

3.1 ELEMENTS NEGATIFS

D'autre part, outre ces éléments positifs, un nouveau lien Rive Nord - Rive Sud via l'Ile d'Orléans pourrait provoquer certains effets négatifs sur la région, surtout si aucune planification et contrôle n'étaient appliqués. Mentionnons entre autres:

- les perturbations physiques;
- des accès sur l'Ile mal conçus;
- une utilisation désordonnée du sol;
- une urbanisation accélérée;
- la spéculation foncière;

Quoique ces éléments soient d'ordre général, ils doivent être nécessairement pris en compte pour un développement harmonieux de la région de Québec.

D'autre part, l'inventaire des "barrières physiques" nous a permis d'identifier en premier lieu les obstacles importants qui pourraient entraver le passage d'un lien via l'Ile d'Orléans.

3.2 INVENTAIRE DES "BARRIERES PHYSIQUES"

Afin de constituer l'inventaire de données pouvant être reliées aux "barrières physiques", nous avons contacté ou rencontré des fonctionnaires de ministères des gouvernements fédéral et provincial, des chercheurs de l'université, des membres de groupes sociaux ou publics. En juxtaposant nos recherches effectuées dans les bibliothèques gouvernementales et universitaires, nous avons rassemblé maints documents et textes constituant un matériel intéressant pour l'inventaire.

Les informations retenues furent alors classées sous la forme d'un répertoire de données écrites et principalement sous la forme d'une compilation sur cartes. Il a été jugé utile d'inventorier globalement les sources recueillies pour éviter toute répétition sur un sujet autre que celui des "barrières physiques".

Compte tenu de l'ampleur de l'inventaire, nous tenons à souligner qu'une forte partie de l'inventaire ne sera utilisée qu'ultérieurement dans notre travail, principalement lors du choix définitif des axes routiers et dans l'étude de transport proprement dite.

Les données écrites inventoriées ne sont pas incluses à ce stade-ci, car elles ne serviront qu'à titre de références pour utilisation ultérieure dans l'étude.

Considérant l'inventaire des "barrières physiques" dans la phase préliminaire, celui-ci a été schématisé sous la forme de cartes

qui peuvent être juxtaposées pour fin de comparaison afin de faire ressortir les facteurs particuliers aux axes routiers possibles via l'Ile d'Orléans.

La liste suivante identifie la typologie des cartes servant à identifier et à détecter les tracés possibles.

Cependant, dû à leur nombre et étant donné que certaines sont encore icomplètes, ces cartes ne sont pas incluses dans ce rapport d'étape.

Enfin, nous attendons le rapport d'une étude d'environnement et d'aménagement du territoire devant être publié par le Ministère des Transports au début d'avril 1977. Les données de ce rapport seraient un complément à notre inventaire utilisé lors de la deuxième étape. Donc, étant donné la possibilité de duplication, il a été convenu d'attendre la parution de l'étude effectuée par le Service de la Géographie du Ministère des Transports, sous la direction de Madame Marie-Claire L. Fortin. Cette étude devrait en plusieurs cas répondre à nos attentes pour la sélection des tracés en égard des "barrières physiques".

LISTE DES CARTES

NO	TITRE	ECHELLE
1	Localisation	1 : 75,000
2	Territoire à l'étude	1 : 20,000
3	Population (densité)	1 : 20,000
4	Population saisonnière	1 : 20,000
5	Population (courants migratoires)	1 : 20,000
6	Habitation	1 : 20,000
7	Lieux institutionnels	1 : 20,000
8	Lieux historiques et culturels	1 : 20,000
9	Tourisme (hébergement)	1 : 20,000
10	Tourisme (lieux d'intérêt et récréatifs)	1 : 20,000
11	Toursime et récréation (zones potentielles)	1 : 20,000
12	Industries et commerces	1 : 20,000
13	Utilisation du sol	1 : 20,000
14	Contrôle de l'utilisation du sol	1 : 20,000
15	Agriculture (zones potentielles)	1 : 20,000
16	Géologie	1 : 20,000
17	Topographie	1 : 20,000
18	Services publics	1 : 20,000
19	Cadastres	1 : 20,000 ou plus
20	Limites des municipalités	1 : 20,000

NO	TITRE	ECHELLE
21	Hydrographie	1 : 20,000
22	Végétation forestière	1 : 20,000
23	Forêts (zones potentielles)	1 : 20,000
24	Faune	1 : 20,000
25	Faune ongulée	1 : 20,000
26	Faune sauvagine	1 : 20,000
27	Réseau routier actuel	1 : 20,000
28	Réseaux de transport public	1 : 20,000
29	Débits de circulation - 1974	1 : 20,000
30	Contrôles de circulation	1 : 20,000
31	Plan de conservation, C.U.Q.	1 : 20,000
32	Plan synthèse d'affectation des sols, C.U.Q.	1 : 20,000
33	Aménagement moyen du Port de Québec, variante II, ABBDL	1 : 20,000
34	Tourisme et récréation (zones potentielles) La Haye	1 : 20,000
35	Equipements structurants (Les tendances) La Haye	1 : 20,000
36	Equipements de service (Les tendances) La Haye	1 : 20,000

Tome B.A.E. 8.11
infrastructure sur le Roge

3.3 SELECTION DES ZONES D'ETUDE

Par juxtaposition des cartes précitées, trois zones furent définies en tenant compte des obstacles physiques majeurs. A l'intérieur de ces trois zones, une vingtaine d'axes furent tracés puis juxtaposés respectivement à ces mêmes cartes d'inventaire, afin de faire ressortir les avantages, désavantages et particularités de chacun des axes.

Ultérieurement, une analyse de ces différents facteurs particuliers à ces axes constituera la grille de sélection de chacun des axes proposés.

Les trois listes suivantes représentent par ordre d'importance décroissante les avantages, désavantages et particularités inhérents au choix des axes tracés. Certains facteurs touchent tous les axes, alors que d'autres n'affectent que certains.

3.3.1 Avantages

1- Opportunité de mieux relier les deux rives dans la partie est de la région de Québec en tant que territoire économique.
2- Prolongement naturel de l'autoroute de la Capitale actuelle.
3- Lien avec l'autoroute Dufferin-Montmorency.
4- Amélioration pour résoudre le problème actuel du raccordement de l'Ile à la terre ferme.
5- Revalorisation des terrains avoisinants due à un développement bien planifié.

6- Possibilité de transformer certaines parties de l'Ile en zones de récréation et de villégiature.

7- Possibilité de favoriser l'aménagement du patrimoine.

8- Possibilité de favoriser la création de circuits touristiques empruntant la rive nord et la rive sud du St-Laurent à l'est de Québec.

9- Possibilité de construire une autoroute sur l'Ile.

10- Possibilité de créer des entrées et des sorties adéquates avec les routes de l'Ile.

11- Lien avec la route Lallemand sur la rive sud.

12- Lien avec un axe situé à l'ouest de Beaumont et qui rejoint l'autoroute #20.

13- Un tunnel sous l'Ile éviterait des perturbations physiques importantes et serait plus sécuritaire en hiver.

14- Niveaux sud de l'Ile et de la rive sud propices pour un pont surplombant le chenal de navigation actuel.

15- Axe situé hors de la zone achalandée de Montmorency-Villeneuve.

16- Relié à l'autoroute Dufferin-Montmorency par un échangeur prévu.

17- Possibilité de développer industriellement la pointe de la Martinière

18- Possibilité de créer un corridor de transport parallèle et/ou adjacent à la servitude de la ligne 735 KV de l'Hydro-Québec.

19- Possibilité de développer facilement un échangeur sur la bande de terrain située entre le fleuve et le boulevard Ste-Anne.

3.3.2 Désavantages

1- Probabilité d'une spéculation foncière sur l'Ile, la Rive Nord et la Rive Sud.

2- Possibilité d'un développement accru de secteurs résidentiels sur l'Ile au détriment de l'agriculture actuelle.

3- Danger de réduire le territoire de production agricole.

4- Possibilité d'impact sur les sites culturels, historiques ou touristiques.

5- Lien avec routes de l'Ile doit être envisagé mais difficile à instaurer.

6- Un pont (ou des ponts) serait une présence physique sur un site d'une très grande beauté au point de vue environnement urbain et de ses panoramas.

7- Aucun lien direct avec l'autoroute De la Capitale.

8- L'échangeur prévu pour le vieux pont de l'Ile et l'autoroute Dufferin-Montmorency devra être modifié.

9- Engorgement probable de la circulation sur la pointe ouest de l'Ile dû aux entrées et aux sorties sur l'Ile.

10- Lien avec routes existantes de l'Ile pourrait s'avérer difficile à cause de l'exiguité des lieux.

11- Axe éloigné de Québec.

12- Lien avec routes de l'Ile pourrait s'avérer difficile à cause des lieux historiques situés à Ste-Pétronille.

13- Longueur du côté sud de l'Ile nettement supérieure aux distances similaires des autres axes étudiés.

3.3.3 Particularités inhérentes

1- Nécessité de contrôler l'utilisation du sol principalement en fonction des zones résidentielles, agricoles, touristiques, culturelles et récréatives.

2- Importance de protéger le territoire de production agricole.

3- Difficile de mesurer les conséquences écologiques sur la végétation du littoral (avifaune), la faune aquatique et les oiseaux.

4- L'Ile pourrait devenir une attraction touristique de premier ordre.

5- Nécessité de tenir compte des intérêts de la population locale.

6- Nécessité d'une route greffée sur le côté nord de l'Ile pour entrées et sorties sur l'Ile, et probablement d'un petit échangeur à la pointe ouest de l'Ile.

7- Nécessité de prévoir des aménagements très spéciaux pour entrées et sorties de l'Ile.

8- Un pont (ou des ponts) dans cet axe ne serait pas apprécié pour le panorama.

9- Une autoroute sur l'Ile serait nettement moins onéreuse au coût/mille qu'un tunnel.

10- Nécessité d'un tunnel sur l'Ile afin de préserver les cachets culturels et historiques de Ste-Pétronille et pour protéger l'environnement.

11- Nécessité de construire un petit échangeur sur les battures de Beauport comme lien avec l'autoroute Dufferin-Montmorency.

12- Nécessité de creuser un petit tunnel dans l'escarpement du côté nord de l'Ile.

13- Axe plus court pour le trafic entre Québec centre-ville et Lévis centre-ville.

3.4 CHOIX DES LIENS POSSIBLES

Il est primordial de souligner que durant toute la durée de l'inventaire, les données recueillies ainsi que l'analyse des données ont été communiquées à une autre section de l'équipe de travail pour permettre l'étude de types de liens possibles, particuliers à des axes situés à l'intérieur des trois zones définies auparavant et caractéristiques de ces zones.

3.5 CRITERES DE SELECTION DES AXES

Découlant de l'analyse de l'inventaire, les critères généraux suivants devraient aussi être retenus pour le tracé de tout axe routier:

- être le prolongement d'un axe routier principal;
- permettre un échange adéquat avec les autres routes ou artères principales;
- prendre avantage de la proximité de servitudes existantes pour les lignes de transport d'énergie ou d'utilités publiques;
  Exemple: création d'un corridor de transport à utilisation multiple;
- être localisé dans une zone à basse densité d'utilisation (si possible);
- minimiser l'impact sur les zones résidentielles;
- desservir et relier adéquatement les zones industrielles;
- minimiser les distances totales entre les pôles majeurs d'attraction;
- considérer les contraintes physiques telles collines, bâtiments, cours d'eau, etc...;
- maximiser l'impact et l'effet d'entraînement dû a l'emplacement;
- minimiser l'impact sur les zones à haute densité et fortement touchées par la présence de piétons;
- éviter et minimiser l'impact du bruit et de la pollution de l'air;
- développer les aspects panoramiques et esthétiques de la route;
- consolider l'infrastructure de voies de transport en vue d'un accroissement de l'activité économique;
- s'attarder aux solutions les plus rentables économiquement.

3.6 PROCHAINE ETAPE

Lorsque les types de liens particuliers auront été retenus, nous procéderons au choix d'axes routiers en utilisant un processus d'élimination basé sur des critères se greffant à l'étude des "barrières physiques" du territoire identifié.

Les axes routiers sélectionnés seront alors approfondis au point de vue délimitation du corridor, transport, circulation et design.

Enfin, l'équipe de travail attend et compte beaucoup, tel qu'entendu et mentionné précédemment, sur le rapport du Service de Géographie afin de compléter l'analyse des "barrières physiques".

CHAPITRE IV

LES GABARITS

4.0 LA DETERMINATION DES GABARITS

Un des paramètres fondamental à définir pour déterminer le type de lien et le choix des axes est le gabarit exigé par le gouvernement fédéral. Ce gabarit consiste en un certain dégagement horizontal et vertical qu'il faut établir pour les structures proposées, afin de ne pas nuire à la navigation et au débit fluvial. Avant de pouvoir fixer ces gabarits, il faut donc regarder avec le gouvernement fédéral les dégagements les plus susceptibles d'être acceptables pour les parties en cause.

4.1 DEMARCHES A COMPLETER POUR LE PROJET

La première loi a considérer lors de l'élaboration d'un projet est la "Loi sur la protection des eaux navigables" S.R.C. 1970, chap. N-19. Cette loi "constitue un statut fédéral portant préservation du droit public de navigation dans les eaux navigables, telles qu'elles sont définies dans les Statuts, par l'interdiction de construire ou d'implanter quelqu'ouvrage que ce soit dans, sur, au-dessus, au-dessous, au travers ou par dessus des eaux navigables, sans l'approbation du ministre des Transports". Il y a donc certaines démarches à effectuer pour se conformer à la Loi. Voici un résumé des instructions à suivre pour la présentation d'une demande en vertu de

de cette Loi: *

1) Raison motivant la présentation d'une demande

En raison de l'article 5(1) de la Loi, "il est illégal de construire ou de placer un ouvrage sous, dans ou au-dessus d'eaux navigables, à moins que le Ministère des Transports n'ait préalablement approuvé l'emplacement et le plan de l'ouvrage".

2) Genre de demande

"Une demande d'autorisation au Ministère des Transports est requise pour tout ouvrage devant être construit ou placé dans, sur, au-dessus, au-dessous, au travers ou par dessus des eaux navigables quelconques. La Loi exige aussi que l'emplacement et le plan de l'ouvrage soient approuvés par le Ministère (paragraphe 5(1))".

3) Définition de l'expression eaux navigables

"La Loi ne contient aucune définition de l'expression "eaux navigables". La question de savoir si certaines eaux sont navigables doit être décidée dans chaque cas".

4) Règlement qui régit la construction des ouvrages

Il existe un règlement annexé aux instructions qui régit la construction des ouvrages.

---

* Instructions citées en partie en autant que le projet est concerné et tirées d'un fascicule fourni par Transports Canada.

5) Présentation de la demande d'approbation de l'emplacement et du plan

Etant donné que tout ouvrage autre qu'un pont, estacade, barrage ou chaussée peut être exempté de l'autorisation du ministre en vertu du paragraphe 5(2) de la Loi (ici un tunnel pourrait faire l'objet d'une exemption **), les plans (en 10 exemplaires) devraient être envoyés au Chef de la Division des Aides à la Navigation, accompagnés d'une lettre de demande d'exemption. Si l'ouvrage est un pont, estacade, barrage ou chaussée, le Ministère peut exiger que les mesures suivantes soient prises:

A) Une description de l'emplacement de l'ouvrage projeté devra être présentée au ministre des Transports et un double devra être déposé au bureau du régistrateur des titres du district, du comté ou de la province où la construction est projetée.

B) Un plan de l'ouvrage projeté devra être déposé de la même manière que la description de l'emplacement.

De plus, s'il s'agit d'un ouvrage qui sera situé dans les limites du port de Québec, le requérant doit également faire parvenir un exemplaire de la description et du plan de l'ouvrage au secrétaire du Conseil des Ports Nationaux, Ottawa.

C) Un préavis d'un mois dans deux journaux publiés dans la localité ou près de la localité où l'ouvrage sera construit, ainsi

** Note du Rédacteur

que dans la Gazette du Canada, doit être donné à l'effet qu'il y a eu dépôt chez le ministre de la description de l'emplacement et du plan de l'ouvrage ainsi que de la demande d'approbation.

Cependant, il est conseillé de ne pas faire publier d'avis avant que les ingénieurs du Ministère des Transports aient étudié la demande et que le Chef de la Division des Aides à la Navigation du Ministère ait informé les requérants que celui-ci est disposé à recommander l'approbation de l'emplacement et des plans.

6) Correspondance

Toute correspondance relative aux demandes présentées en vertu de la Loi sur la protection des eaux navigables doit être adressée en double exemplaire au Chef de la Division des Aides à la Navigation, Ministère des Transports, Ottawa.

7) Délai d'approbation

A supposer que le Ministère des Transports soit disposé à recommander l'approbation, il s'écoulera ordinairement au moins deux mois (probablement plus) à compter de la date de présentation de la demande. S'il y a urgence, il peut y avoir autorisation restrictive pour la durée des formalités.

8) Droit de propriété

Les requérants doivent se rappeler que lorsqu'il y a lieu d'acquérir, relativement à l'ouvrage projeté, un terrain appartenant

au gouvernement du Canada, ils doivent présenter une demande distincte au Ministère des Transports.

4.2 DEMARCHES AUPRES D'ENVIRONNEMENT CANADA

Advenant le cas où un projet se situe en partie ou complètement sur une propriété du gouvernement fédéral, ou si le Fédéral subventionne ledit projet, une copie du projet doit être remise au Service de Protection de l'Environnement Fédéral pour qu'un comité d'étude d'impact sur l'environnement examine si le projet est acceptable vis-à-vis les impacts sur l'environnement (qualité des eaux, flore et faune environnantes).

4.3 DEMARCHES AU NIVEAU PROVINCIAL ET AUTRES NIVEAUX DE GOUVERNEMENT

Lors de la construction d'un tel projet, il existe certaines démarches à faire auprès de certains ministères provinciaux (Richesses Naturelles, Environnement, Transports, etc.). Le Ministère des Transports, mandataire de l'étude, semble en meilleure posture pour coordonner les démarches étant donné qu'il s'agit de juridiction au sein du même niveau de gouvernement. Il est évident qu'un processus identique doit être amorcé au niveau provincial pour ce qui est des lois pouvant affecter le projet.

De même, les législations municipales permettront de connaître les contraintes d'aménagement vis-à-vis l'implantation du projet.

4.4 DEMARCHES DEJA ENTREPRISES

4.4.1 Indications du Ministère des Transports (fédéral)

Afin de pouvoir amorcer l'étude en utilisant des gabarits réalistes, certains contacts ont déjà été établis auprès du Chef de Division Aide à la Navigation, Monsieur R.H. Smith. Une première lettre demanda des valeurs préliminaires de dégagements susceptibles d'être approuvées lors d'une demande d'approbation officielle. La réponse indiquait:

Dégagement Chenal Nord: 900' X 106' au-dessus Hautes Mers Sup., grande marée

Dégagement Chenal Sud : 2000' X 150' au-dessus Hautes Mers Sup., grande marée

Cependant, il apparut que ces dégagements devraient être modifiés. Il fut donc convenu avec Monsieur Smith que des discussions pouvaient être entamées entre les consultants et Monsieur Yves Trudel, directeur de la Région des Laurentides, Aides et Voies Navigables, pour mieux établir ces gabarits.

Deux rencontres eurent lieu, et il en ressortit les indications suivantes:

Dégagement Chenal Nord: 400' X 50' au-dessus des Hautes Eaux

Dégagement Chenal Sud: 2000' X 200' au-dessus des Hautes Eaux

De plus, Monsieur Trudel mentionnait la nécessité de démontrer l'absence d'effets négatifs au positionnement des piliers sur la navigation (embâcle, ensablement).

4.4.2 Indications provenant d'autres sources

Dans le but de mieux justifier les indications actuelles de dégagements, des démarches ont été entreprises auprès de certains organismes, afin de mieux évaluer les besoins actuels et futurs de la navigation.

A) Port de Québec

Des études sur le développement du port de Québec sont en préparation. Les rapports pourront donner des indications sur les besoins portuaires futurs. Cependant, aucune indication n'a pu être obtenue du port de Québec quant à la hauteur des navires fréquentant ses quais.

B) Davie Ship Building

Des indications, cependant verbales, ont été communiquées de la Davie Ship Building. Il semble que la hauteur des navires au-dessus de la ligne de flottaison (H) varie entre .15L à .18L (L: Longueur du navire). Donc, pour un navire de 1000', la hauteur serait environ de 180'. Les plus hauts navires seraient des paquebots de croisière ou des superpétroliers. Cependant, ces derniers sont limités, semble-t-il, par la profondeur de dragage du chenal à un tirant d'eau de 45' maximum, ce qui correspond à un pétrolier de 100,000T tout au plus. La longueur de tels pétroliers est d'environ 1000'. Par déduction, on estime que la hauteur serait donc inférieure à 180'.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
200, RUE DORCHESTER SUD, 7e
QUÉBEC, (QUÉBEC)
G1K 5Z1

C) Sociétés spécialisées

Des demandes d'informations sur les limites de hauteur par rapport à la profondeur du chenal ont été envoyées à la Society of Naval Architects and Marine Engineers et à la Shipping World and Ship Builders. Ces organismes publient des revues maritimes mensuelles. Des réponses sont attendues sous peu.

D) Marina de Québec

Il semble que quelques voiliers seulement, ancrés à la Marina de Québec et naviguant dans la région, possèdent des mâts ayant une hauteur voisinant les 70'. En tant que navigation de plaisance, ces voiliers peuvent naviguer dans le chenal nord de l'Ile d'Orléans.

E) Hydro-Québec

Une lettre, auquelle aucune réponse n'a été signifiée, a été adressée a l'Hydro-Québec pour connaître exactement le dégagement minimum en-dessous de leur ligne 735KV enjambant le fleuve et connaître la possibilité de relever ces câbles. Le dégagement réel de ces câbles représentera sûrement une indication sérieuse du dégagement maximum à respecter sous le pont du côté sud.

4.5 NEGOCIATIONS FEDERALES-PROVINCIALES

Les échanges effectués jusqu'à présent entre le groupe d'étude et le Ministère des Transports Fédéral sont de nature

officieuse. L'intention, en les effectuant, n'était que d'obtenir les données de base afin de bien orienter le projet. Nous croyons donc, qu'à ce stade-ci, le gouvernement provincial devrait entamer lui-même et de façon officielle les différentes démarches auprès du gouvernement fédéral, en vertu des lois fédérales concernant le projet. Il est urgent que le Ministère des Transports tente d'arrêter le plus vite possible avec Transports Canada les dégagements qui sont susceptibles d'être acceptés lors de la demande officielle, et ceci à l'aide des informations disponibles dont il a été question précédemment, et cela afin de ne pas retarder inutilement la poursuite de l'étude.

De même, Environnement Canada devra être contacté afin de connaître leurs exigences.

CHAPITRE V

TYPES DE LIENS

5.1 LE CHENAL NORD

5.1.1 Introduction

Les limites du territoire à l'étude pour le chenal Nord s'étendent de la pointe ouest de l'Ile (Ste-Pétronille) jusqu'à la ligne de l'Hydro-Québec sur l'Ile, et des battures de Beauport (près de Ville Montmorency) jusqu'à la ligne de l'Hydro-Québec.

5.1.1.1 Approche par l'inventaire des barrières physiques

Trois zones principales ont été définies à l'intérieur du territoire à l'étude. Il semblait difficile d'établir des liens à l'extérieur de ces zones à cause d'obstacles naturels bien précis (pont actuel, cimetière, longueur excessive, circulation, etc.).

5.1.1.2 Approche technique

A l'aide des trois zones définies par l'inventaire des barrières physiques et à l'aide des cartes topographiques et bathymétriques, il a été tracé à l'intérieur de chacune d'elles un axe représentatif de la zone (voir fig. 5-1, 5-2, profil lignes nord). A l'aide du profil en élévation de chacun de ces axes, on constate que le fond marin varie très peu d'un axe à l'autre, sauf une dépression plus évidente dans l'axe 2 nord.

Par ailleurs, le profil topographique du côté de l'Ile présente un escarpement qui s'accentue de l'axe 2 Nord vers l'axe 5 Nord. Il est à noter que l'axe 2 Nord est le plus court et est celui qui correspond au prolongement de l'autoroute 40 sur les battures de Beauport.

5.1.2 Type de liens (Bras Nord)

5.1.2.1 Description

L'étude des différents types de liens pour le Bras Nord portera principalement sur une jetée ou une jetée partielle avec pont. La proximité du fond marin dans les axes du chenal Nord ainsi que la régularité du profil plat (voir fig. 6-1, Bathymétrie et Topographie) nous incitent à écarter les solutions tunnel et pont à longue portée, ces solutions étant acceptées au départ comme plus dispendieuses.

5.1.2.2 Facteurs techniques de faisabilité

Plusieurs facteurs techniques peuvent influencer le choix d'un type de lien, notamment la topographie des lieux et du fond marin, la stratigraphie, la géologie, la nature et les propriétés du sol et du roc, le vent, les courants, les marées et le mouvement des glaces propre au St-Laurent.

Pour obtenir ces informations, des forages ont été effectués sur les différents axes du Bras Nord. De plus, au printemps,

des sondages séismiques seront réalisés et leurs résultats parviendront ultérieurement. Enfin, comme souligné à la section traitant de l'hydraulique, des modèles hydrauliques préciseront les conséquences du mouvement des glaces ainsi que l'effet de sédimentation ou l'affouillement du fond marin causés par l'entrave d'une jetée ou de rétrécissement du fleuve occasionné par un pont.

5.1.2.3 Analyse

Les deux principaux types de liens qui peuvent être retenus pour le Bras Nord, soit la jetée ou la jetée partielle avec pont, feront l'objet de cette analyse. Nous avons établi la largeur des structures approximativement à 102' pour la jetée (i.e. 10' + (3 X 12') + 10' + (3 X 12') + 10') et pour les ponts à 88', (i.e. 6' + (3 X 12') + 4' + (3 X 12') + 6'), ce qui correspond à 6 voies de circulation, tel que préconisé par le Ministère des Transports. De plus, les pentes de circulation sur les ponts seront limitées à 2% et à 3% au maximum.

A) Jetée

Plusieurs types de jetées peuvent être adoptés suivant leur section géométrique et les matériaux utilisés. Cependant, on prendra surtout en considération le type en enrochement de forme trapézoidale, étant donné ses avantages et les facilités d'approvisionnement en matériaux disponibles dans les environs du site. Ce type est donc essentiellement un massif en pierre tout-venant protégé par un enrochement de plus gros volume sur les bas côtés et tel que montré à l'esquisse (voir fig. 5-3, Jetée).

L'altitude du dessus de la jetée a été déterminée à partir des niveaux des marées et de la hauteur des vagues, ce qui correspond approximativement à l'El+23.00. La protection de la jetée (c'est-à-dire la grosseur des pierres du revêtement ainsi que l'épaisseur des couches) dépend de la hauteur des vagues générées par la vélocité et la durée des vents pour la distance à parcourir (fetch).

La faible profondeur d'eau dans les axes du Bras Nord, ainsi que la nature des fondations se prêteraient bien à ce genre de structure. En effet, par examen des détails des forages effectués cet hiver, on peut affirmer que le chenal Nord se compose en général d'une couche de sable en surface d'environ 100' à 150' de densité moyenne à dense. On peut donc supposer en première approximation que les fondations sont susceptibles de recevoir des remblais d'une hauteur pouvant atteindre 80' et ce, sans tassements excessifs.

Les avantages de ce genre de structure sont multiples: facilité d'exécution, du fait qu'il se construit en déversant progressivement de la pierre dans l'eau à l'avant du remblai, compaction sous le poids des engins au cours des travaux et sous son propre poids par la suite, ce qui provoquerait un réajustement des pierres entre elles et améliorerait la stabilité des remblais, le tout avec un minimum d'entretien.

Il est à noter également que ce type de jetée éliminerait, à cause de sa composition et de ses pentes, les inconvénients dus à l'action des vagues sur les voies de circulation, comparativement à un type à parois verticales qui n'offrirait pas cet avantage.

Cependant, ce type de jetée entraînerait l'utilisation de gros volumes de matériaux de remblais en plus de créer une barrière définitive aux mouvements des eaux et à toute circulation maritime.

B) Jetée partielle et pont

Le choix d'un type de pont est fonction principalement de la portée. Il est aussi influencé par la qualité et le coût des matériaux, les conditions de fondations, la hauteur libre sous la structure et les contraintes d'érection inhérentes au site.

Pour le Bras Nord de l'Ile d'Orléans, le choix de la portée dépend en grande partie du gabarit exigé qui a été fixé, seulement à titre indicatif, à 400' horizontale, par 50' verticale, au-dessus des hautes eaux.

Les remblais d'approches ont la même composition que la jetée, et leur hauteur est variable jusqu'à un maximum de 60' au-dessus du fond du lit du fleuve et seule l'étude des fondations permettra de fixer la hauteur définitive.

Ayant limité les pentes de circulation à 2% et 3% maximum, la longueur totale de la structure de pont pourra varier entre 2,400' à 2,600' en incluant les travées des approches.

Il est à noter que les conditions de fondations des piliers fixeront le choix des portées travées des approches.

Des alternatives sont présentées aux figures 5-4, 5-5 et 5-6 et peuvent être appliquées aux différents axes du Bras Nord vu la

similitude des profils. Pour chaque alternative, une coupe de la section du pont est montrée avec une brève description des éléments et des matériaux qui la composent. Certaines alternatives montrent une variation dans les longueurs des portées des approches.

5.1.2.4 Caractéristiques des ponts

On retrouve ci-après pour les différents types de ponts susceptibles de retenir notre attention pour une portée de l'ordre de quatre cent cinquante pieds (450'). Un sommaire des caractéristiques est par la suite présenté:

Pont en béton précontraint; poutre caisson

La construction en encorbellement en béton précontraint est originaire de l'Allemagne. Essentiéllement, la superstructure est construite à partir d'un pilier et forme de chaque côté une paire de porte-à-faux balancé.

Les moments non-balancés des porte-à-faux doivent être limités au maximum et il est nécessaire de prévoir une certaine façon de les contrer au pilier. On utilise un pilier plus rigide ou, en certains cas, des membrures de retenues temporaires près du pilier.

La superstructure peut être coulée en place au moyen d'un échafaudage mobile ou construite à l'aide d'éléments préfabriqués juxtaposés.

Plusieurs techniques de fermeture sont possibles à la jonction

des porte-à-faux. On peut utiliser une rotule permanente, une section préfabriquée suspendue, ou rendre la structure continue au moyen de câbles de précontraintes additionnels. La préférence est dans la continuité et résulte dans l'omission des détails d'articulations complexes et dans la facilité d'entretien que présente une structure sans joint; cependant, il faut tenir compte de l'effet de l'expansion de la structure aux piliers dû à cette continuité.

Le principal avantage du béton comme matériau de construction réside dans sa durabilité et son entretien minime. Par ailleurs, l'utilisation de la précontrainte entraîne une absence de fissure de tension dans le béton, ce qui favorise sa longévité.

La suppression des échafaudages permet à l'entrepreneur de s'affranchir des difficultés considérables liées à l'installation d'appuis provisoires en eau profonde.

La souplesse du procédé assure, en outre, des délais de construction qui dépendent seulement de la longueur du pont et du nombre de piliers.

Enfin, le coût de l'ouvrage est sensiblement abaissé, non seulement par la suppression des échafaudages, mais aussi par la répétition des tâches toujours identiques que sa mise en oeuvre implique, le tout étant impérativement défini à l'avance avec précision.

Comme désavantage, ce type de structure nécessite des fondations plus importantes que pour une structure métallique dont le poids propre est inférieur.

Pont tubulaire en acier

Les poutres caissons sont le plus souvent employées avec une dalle orthotropique. Les caissons sont relativement larges et utilisés avec leurs ailes inférieures et supérieures renforcées à l'aide de raidisseurs longitudinaux. L'avantage de ce système est que les poutres caissons ont une grande rigidité à la torsion pendant que ces raidisseurs longitudinaux sont bien protégés contre les effets de la température. Ces avantages permettent de minimiser les dimensions et de réaliser une structure plus esthétique.

Les sections des membrures principales permettent le passage des différents services pour son exploitation, en plus de faciliter l'entretien général du pont.

D'autre part, le tablier orthotropique est constitué de plaques minces en acier, renforcé par une série de raidisseurs longitudinaux placés à angle droit avec les poutres principales. Comme les rigidités des raidisseurs et des poutres principales sont différentes, le comportement élastique est différent dans chacune des deux directions. C'est ainsi que l'ensemble du système est connu sous le nom d'orthotropique.

Les avantages du tablier orthotropique comparés avec un tablier conventionnel sont un poids moindre, une plus grande résistance à la flexion et à la torsion, et un bon comportement pour distribuer les charges. Son rapport favorable portée / hauteur permet de réaliser une structure plus esthétique qui peut cependant entraîner un coût de fabrication et d'érection plus important.

Pont haubané

Ce type de structure est essentiellement un pont tubulaire en acier raidi axialement par des haubans. L'usage des câbles droits en tension en comparaison d'un pont suspendu conventionnel, entraîne une structure plus rigide. Pour obtenir un design économique, il faut cependant que la dalle participe à la transmission des efforts axiaux dus aux charges. Le choix et la disposition des câbles, ainsi que leurs détails de connection au niveau du tablier et des poteaux, peuvent avoir une influence déterminante sur le procédé d'érection et sur le coût total du pont.

Pont à poutre d'acier

L'avantage principal d'un pont à poutre d'acier réside dans sa simplicité de géométrie, mais l'utilisation inefficace de l'âme de la poutre dans la transmission des efforts entraîne une augmentation inutile du poids de l'acier en comparaison d'un pont à treillis.

Mentionnons que son entretien est plus dispendieux qu'un pont tubulaire, vu ses composantes plus exposées aux agents extérieurs.

5.1.3 Conclusion

Cette partie du rapport avait pour but de présenter les axes étudiés ainsi que de proposer certaines alternatives de types de liens pour le chenal nord du fleuve. Plusieurs facteurs techniques restant encore à déterminer ont été mentionnés à tour de rôle tout au long du texte. Cependant, à la lumière des recherches effectuées et des infor-

mations disponibles, il apparaît que les différents types de ponts présentés sont techniquement réalisables et l'analyse de la deuxième phase permettra d'optimiser ces options. Dans cette deuxième étape, on insistera davantage sur les recommandations qui s'imposent pour en arriver à une évaluation comparative, autant du point de vue technique qu'économique.

5.2 CHENAL SUD

5.2.1 Introduction

Compte tenu:

1o - des recherches sur les formations géologiques,

2o - des cartes bathymétriques,

3o - de l'étude sismique,

il apparaît que la liaison entre l'Ile d'Orléans et la Rive Sud pour franchir le passage navigable dans cette partie du fleuve St-Laurent, pourraît être envisagée, en théorie, sans conséquence ou complication singulière et, en pratique, en adoptant l'une des trois solutions suivantes:

- soit la construction d'un pont;
- soit la construction d'un tunnel foré;
- soit la construction d'un tunnel déposé.

Ces différentes possibilités ont fait l'objet d'une étude particulière et comparative dans un résumé, conçue pour exposer les techniques indispensables à leur réalisation respective et pour permettre éventuellement de sélectionner le procédé qui conviendrait le mieux aux impératifs, qu'ils soient d'ordre économique, écologique ou environnemental.

Sur le côté du chenal Sud, le secteur étudié inclut cinq axes

représentatifs d'un sous-secteur donné et proposés à l'intérieur d'une aire allant de l'extrémité ouest de l'Ile d'orléans jusqu'à la ligne de transmission de l'Hydro-Québec, soit sur une distance d'environ quatre milles à l'est de l'extrémité ouest de l'Ile d'Orléans. (Voir fig. 5)

5.2.2 Localisation des axes

Parmi les différents axes proposés pour couvrir le territoire concerné, on retrouve:

- L'axe 1, localisé dans le prolongement de l'autoroute 40, traverse le chenal Nord en passant à l'extrémité extérieure de la pointe ouest de l'Ile d'Orléans pour ensuite traverser le chenal Sud et relier l'autoroute 20.

Une proposition envisagée pour cet axe serait de relier directement la rive Nord à la rive Sud avec un tunnel déposé. (Voir fig. 5-7)

Une autre proposition consisterait à traverser la section nord du fleuve avec une jetée, ou une jetée partielle, avec un pont, et de traverser la section sud du fleuve avec un tunnel pré-coulé. (Voir fig. 5-7).

- L'axe 2, localisé également dans le prolongement de l'autoroute 40, pourrait être relié à l'Ile d'Orléans suivant les détails exposés dans les propositions spécifiques de la section nord décrites précédemment.

Par la suite, la traversée de l'Ile pourrait être réalisée au moyen d'un tunnel coulé en place dans une tranchée excavée à partir de la surface, pour être par après remblayée une fois les travaux terminés, et ceci dans l'hypothèse de la construction d'un pont suspendu (voir fig. 5-9) pour la traversée du chenal Sud. Cette option n'affecte en rien le caractère historique de l'Ile, sauf pendant la durée des travaux.

- L'axe 2A sud, tracé pour l'étude des tunnels forés et déposés, répond aux meilleures conditions pour la traversée des massifs rocheux.

Cet axe, situé dans le prolongement de l'axe 2 nord, dans l'hypothèse d'un tunnel foré, à partir de la face nord de l'Ile d'Orléans, traverse d'abord cette dernière, ensuite passe sous le lit du chenal sud pour se terminer en tranché à ciel ouvert, près de l'autoroute 20. (voir fig. 5-8)

Une autre alternative consisterait à traverser le chenal sud avec un tunnel déposé reliant le tunnel foré sur chacune des deux rives. (voir fig. 5-8)

- L'axe 3, localisé dans le prolongement du site du pont actuel pour franchir le bras nord, consisterait à effectuer la traversée de l'Ile avec une autoroute en surface.

Dans cet axe, différentes portées de pont suspendu ont été étudiées, de même que les approches correspondantes à chaque extrémité.

Le développement technique de ces études est présenté plus loin dans le rapport. (voir fig. 5-9)

- Pour l'axe 4, nous avons élaboré une approche identique à celle réalisée pour l'axe 3.

- L'axe 5, étant localisé non loin des lignes de transmission de l'Hydro-Québec, est considéré comme la limite extrême du territoire à l'étude.

Un pont suspendu ayant différentes portées ainsi que les approches correspondantes, est envisagé pour la traversée du chenal sud avec raccordement à la traverse du côté nord, au moyen d'une autoroute. (voir fig. 5-10)

5.2.3 Facteurs influençant la localisation

Tous les emplacements possibles ont été examinés en vue de trouver la meilleure localisation que ce soit pour un pont ou un tunnel.

Cette localisation des axes dépend de plusieurs facteurs incluant principalement la topographie, les conditions du climat, l'hydrographie, les conditions des sols, les formations géologiques, de même que les exigences relatives à la circulation.

La construction d'un pont pour la traversée du chenal sud, pour rencontrer les exigences de la navigation, doit avoir une longue portée et un grand dégagement vertical.

En plus de satisfaire aux exigences de la navigation et aux gabarits imposés, il faut considérer l'escarpement des rives et la profondeur du fleuve qui imposent des contraintes lors de la construction d'un tunnel véhiculaire, étant donné la différence considérable de niveau entre chaque rive de part et d'autre du St-Laurent.

Un tunnel déposé dans le lit du fleuve atténuerait quelque peu cette difficulté mais poserait un autre problème majeur au moment du raccordement avec le tunnel foré.

5.2.4 Tolérances imposées

Suite à la discussion, déjà élaborée dans la section traitant des gabarits, et après rencontres avec les représentants du ministère des Transports fédéral et les autorités du port de Québec, il a été ad-

mis, dans le cas d'un pont suspendu, qu'un dégagement horizontal minimal de deux mille pieds (2,000') et qu'un dégagement vertical de deux cents pieds (200'), au-dessus des hautes eaux (El. +13'), pouvaient être pris en considération.

Dans le cas d'un tunnel déposé, il est recommandé une hauteur de cinquante pieds (50') libre, entre le niveau des basses eaux et le fond du chenal, et ce, sur sa largeur. Cette hauteur respecterait les besoins présents et futurs de la navigation.

5.2.5 Pont

Le pont suspendu apparaît le seul type de pont pouvant être acceptable, étant donné la largeur et la hauteur des gabarits pouvant être exigés pour franchir le bras sud du fleuve St-Laurent. (Voir la section 5.2.7 sur le choix de type de pont).

5.2.5.1 Canal de navigation

Le chenal sud, étant le chenal principal de navigation commerciale du fleuve St-Laurent, exige des dégagements tels qu'indiqués précédemment.

Par ailleurs, la profondeur d'eau serait de cent pieds (100') maximum à l'emplacement le plus probable pour l'érection des piliers et sensiblement similaire dans tous les cas prévus, c'est-à-dire les différents axes étudiés.

5.2.5.2 Conditions du sol

Les sondages effectués pour l'Hydro-Québec et qui ont servi à la construction de tours de transmission, révèlent que le fond marin, situé au-dessus du roc à cet endroit, est composé de sable, gravier avec de l'argile, et de blocs de pierre de différentes dimensions.

Les sondages sismiques effectués récemment sur l'ensemble du chenal sud, indiquent à l'endroit où sont localisés les différents axes, des variations considérables de la profondeur du roc, avec une profondeur croissante de cent trente pieds (130') sous l'eau sur l'axe 2, près de Ste-Pétronille, et à cent cinquante pieds (150') à l'emplacement de l'axe 5, près des lignes de transmission.

Lors de la poursuite de l'étude, il serait souhaitable de procéder au moins à un sondage aux emplacements des piliers principaux du pont, et ceci, dans tous les axes retenus.

Il est probable que le fond marin et le roc, à la suite de ces sondages, s'avèrent adéquats.

5.2.5.3 Qualité et état du site

La présence des glaces, la probabilité de séismes et la vélocité maximum du vent pour le site en question sont les mêmes que celles qui ont été prises en considération pour l'étude du pont de Québec et du pont Pierre-Laporte.

Il faudrait noter que le courant des eaux atteint quatre (4)

noeuds et quelquefois moins à cause de la largeur du chenal à cet endroit.

5.2.6 Analyse des différents axes retenus

- Axe 2

L'axe 2 est situé à environ trois mille pieds (3,000') de l'extrémité ouest de l'Ile d'Orléans, près de Ste-Pétronille. (voir fig. 5)

Cet axe présente certains avantages, et notamment, le fait de son raccordement direct avec l'autoroute 40 et également d'être le point le plus rapproché des villes de Québec et de Lévis.

Dans cet axe, la profondeur maximum du roc, à l'emplacement des piliers du pont, serait d'environ cent vingt-cinq pieds (125'). (voir fig. 5-9)

Cet axe devrait être orienté, à partir de son point de rencontre avec l'Ile d'Orléans, de façon à être perpendiculaire avec le lit du fleuve.

- Axe 3

Cet axe serait localisé à environ six mille trois cents pieds (6,300') à l'est de l'axe 2, près de la Pointe Miranda et à l'endroit où le chenal de navigation change de direction. Cependant, la largeur du chenal dans cet axe serait d'environ huit mille pieds (8,000'), comparativement à six mille sept cents pieds (6,700') pour les autres axes. (voir fig. 5)

La profondeur maximum du roc, à l'endroit des piliers, serait de cent trente pieds (130') et de cent quinze pieds (115') aux ancrages, ce qui semble plus important que pour l'axe 2. (voir fig. 5-9)

- Axe 4

La localisation de cet axe, situé à environ quatre mille pieds (4,000') à l'ouest de la partie nord des lignes de transmission de l'Hydro-Québec, ne serait pas perpendiculaire au passage navigable de deux mille pieds (2,000') dont il s'écarterait avec un angle. (voir fig. 5)

Cet axe 4 présente certains avantages, mais actuellement ne fut pas retenu à ce stade-ci de l'étude à cause de sa similitude avec l'axe 5.

- Axe 5

Cet axe est situé a environ mille quatre cents pieds (1,400') de la ligne de transmission de l'Hydro-Québec et parallèle à celle-ci.

La profondeur du roc, à l'emplacement des piliers, est d'environ cent cinquante pieds (150') et la profondeur maximum aux ancrages est d'environ cent quarante pieds (140'). (voir fig. 5-10)

5.2.7 Choix du type de pont

Etant donné la largeur du chenal de deux mille pieds (2,000'), la profondeur d'eau et le type de roc, le choix d'un pont suspendu, comme type de pont, s'avère la meilleure solution et la plus économique.

Par ailleurs, un pont suspendu présenterait une structure esthétique et harmonieuse qui traverserait le fleuve à l'entrée du port de la Ville.

Malgré sa grande portée, le pont aurait trois (3) voies de circulation dans chaque sens, soit deux chaussées de trente-huit pieds (38')

de largeur, les trottoirs extérieurs et central auraient quatre pieds (4') de largeur. Ces chaussées et trottoirs seraient de même type que ceux du pont Pierre-Laporte.

Les spécifications de design et les chargements rencontreront les exigences les plus récentes du ministère des Transports de Québec et de l'American Association of State Highway and Transportation.

5.2.8 Type de portée selon les axes retenus

Trois (3) portées différentes sont présentées pour chacun des trois (3) axes, soit pour l'axe 2, l'axe 3 et l'axe 5, et une estimation très préliminaire du coût de construction a été introduite pour ces trois alternatives.

A - Section centrale de 2,600 pieds

Une section principale de deux mille six cents pieds (2,600'), considérée comme minimum pour traverser le chenal, devrait être assemblée aux deux (2) extrémités à deux (2) sections de huit cents pieds (800') et quatre cents pieds (400') de portée, de façon à localiser les ancrages aux emplacements où le roc est moins profond. (voir fig. 5-11)

A noter, qu'à priori, les fondations des ancrages s'établieront sur le roc. Cependant, si les forages révèlent un fond marin plus consistant, on pourrait probablement envisager de ne pas asseoir les ancrages directement sur le roc.

B - Section centrale de 3,000 pieds

A une section centrale de trois mille pieds (3,000') seraient ajoutées deux autres sections de mille pieds (1,000') et quatre cent cinquante pieds (450') de portée, seulement sur le côté sud de l'axe 2 étant donné que la profondeur du roc est moindre pour fixer l'ancrage.

C - Section centrale de 5,000 pieds

Cette très longue section centrale a été envisagée pour voir si l'économie du coût des fondations compenserait la différence du coût de la superstructure. A cette section centrale devraient être ajoutées deux (2) sections de mille cinq cents pieds (1,500') de portée, à chaque extrémité, et les ancrages seraient localisés sur les rives élevées, de chaque côté du chenal sud. (voir fig. 5-12)

5.2.9 Sections d'approches pour le pont

Pour cette étude préliminaire, les sections d'approches du pont, au-dessus de l'eau, varieraient en longueur de deux cent quatre-vingts pieds (280') à quatre cent cinquante pieds (450').

Les sections d'approches, sur les rives, pourraient varier en longueur, entre deux cents pieds (200') et deux cent soixante pieds (260'), excepté près des culées où des sections plus courtes pourraient être utilisées.

Les études subséquentes détermineront plus précisément les longueurs et les types les plus économiques pour les sections d'approches tant au-dessus de l'eau que sur les rives.

5.2.10 Recommandations quant au choix d'un pont

Si l'on tient compte de la topographie des lieux et des avantages qui en découlent, en ce qui concerne le coût de construction, il semble que le choix de l'axe 2 soit le plus plausible pour la construction d'un pont suspendu ayant une portée de 2,600'. Cependant, ce n'est qu'une première constatation qui devra être appuyée par le modèle d'optimisation utilisé pour la prochaine phase.

A titre indicatif, à ce moment-ci, on peut avancer que les coûts de construction du pont sont de l'ordre de $23,000./pi.lin. pour une longueur moyenne de 10,500 pieds. A cela, il faut évidemment ajouter le coût des liaisons routières.

L'estimation approximative du coût de construction préparé à ce stade-ci est présenté pour une superstructure obtenue à partir d'un design conventionnel. Toutefois, il est proposé d'étudier l'utilisation d'une dalle orthotropique comme tablier, protégée par un revêtement d'asphalte - epoxy, combiné avec des fermes de petites sections généralement utilisées avec ce genre de tablier. Un tel type de superstructure pourrait réduire l'estimation avancée de quinze à vingt pourcent (15% à 20%).

L'utilisation de poutres caissons aérodynamiques combinées à un tablier orthotropique pour la superstructure devrait être étudiée, ce qui pourrait réduire de façon substantielle le coût relatif à ce type de design.

Il est évident que l'optimisation d'une solution nécessite

une reconnaissance plus approfondie du fond marin et du roc, au moyen de forages localisés:

1o - à l'emplacement de chacun des piliers principaux;

2o - à l'emplacement de chacun des piliers d'appui des câbles adjacents;

3o - à l'emplacement des ancrages;

4o - le long des sections d'approches de chaque côté du pont.

5.2.11 Choix du tunnel déposé

Les facteurs conduisant au choix d'un tunnel déposé sont les suivants:

- un tunnel ne cause aucune obstruction au trafic maritime;

- un tunnel déposé serait moins long qu'un tunnel foré; ce gain sur la longueur serait d'environ quinze pourcent (15%);

- dans le cas du tunnel déposé, la pente serait plus faible pour la circulation, comparativement au tunnel foré qui serait, d'autre part, beaucoup plus long;

- il est possible que la composition des couches intérieures du socle rocheux à traverser par le tunnel foré, présenterait des difficultés qui augmenteraient à la fois, et la durée des travaux et le coût;

- enfin, le choix du tunnel immergé éliminerait tous les imprévus que nous pourrions éventuellement rencontrer avec un tunnel foré, mais par contre devra faire face aux difficultés techniques de réalisation.

5.2.12 Choix de l'emplacement du tunnel déposé

Un tunnel déposé à été perçu principalement à l'emplacement de l'axe 1 et placé de façon à relier la rive nord à la rive sud, en passant à l'extérieur de l'extrémité ouest de l'Ile d'Orléans. D'autre part, des voies d'accès devraient être prévues pour assurer un lien avec l'Ile d'Orléans. (Voir fig. 5)

Une seconde alternative comporterait une jetée partielle avec un pont pour traverser le chenal nord et un tunnel immergé débutant à la hauteur de l'Ile d'Orléans pour se poursuivre sous le lit du fleuve pour le chenal sud. La sortie sur la rive sud se fera par un tunnel foré qui déboucherait à la hauteur de l'autoroute 20. (Voir fig. 5 - 7)

A l'emplacement de la ligne 2A, la construction devrait débuter sur la face nord de l'Ile d'Orléans par un tunnel foré sous l'Ile, pour déboucher dans un tunnel immergé déposé sur le fond marin et sortant, sur la rive sud, par un tunnel foré qui se rendrait près de l'autoroute 20. Cette solution peut toutefois soulever des problèmes majeurs de construction, aux joints, entre le tunnel foré et le tunnel déposé. (Voir fig. 5 - 8)

5.2.13 Dimensions des chaussées

Le projet est conçu pour des chaussées à trois (3) voies dans chaque direction de douze pieds (12') de largeur chacune, avec un dégagement vertical de quinze pieds et huit pouces (15'8")

Des trottoirs d'urgence devraient être prévus de chaque côté

des voies carrossables.

5.2.14 Description et dimensionnement préliminaire

Afin de donner un ordre de grandeur des dimensions impliquées d'un tunnel, nous présentons, dans cette section, une évaluation préliminaire et sommaire de la description et des dimensions impliquées.

Un tunnel immergé serait en béton armé de section transversale rectangulaire. (Voir fig. 5 - 8)

La longueur possible du tunnel déposé pourrait varier de sept mille pieds à quinze mille pieds (7,000' à 15,000') pour l'axe 1, avec une profondeur maximum sous le niveau d'eau de cent trente pieds (130').

Pour l'axe 2A, la longueur serait de l'ordre de cinq mille cinq cents pieds (5,500') immergés, pour une longueur totale de dix-huit mille neuf cents pieds (18,900') avec les approches. Un tunnel déposé pour l'axe 2A aurait une profondeur maximum sous le niveau des hautes eaux de cent trente-sept pieds (137'), et la pente maximum de ce tunnel serait de l'ordre de quatre pourcent (4%).

Les éléments de ce type de tunnel pourraient mesurer (300' X 100' X 24') et seraient descendus dans une fosse préparée à l'avance dans le lit du fleuve. Ces éléments seraient provisoirement supportés par des vérins hydrauliques et, par la suite, remplacés par un matelas de sable injecté dans l'espace entre le dessous du tunnel et le fond de la fosse.

Trois (3) points essentiels devraient être considérés, c'est-

à-dire, l'élément en béton armé de section rectangulaire, le joint en caoutchouc qui, par pression hydrostatique sur l'extrémité des éléments du tunnel, rend les assemblages étanches, et, la méthode d'injection de sable sous le tunnel.

Les éléments du tunnel devraient être coulés en série, dans des cales sèches situées du côté de la rive sud. Les éléments auraient des cloisons provisoires aux extrémités pour permettre leur transport par flottaison.

Le design de la structure sera fait en accord avec le Code National du Bâtiment.

Les charges sur le tunnel seront les suivantes:

a) Poids du tunnel.

b) Pression d'eau.

c) Remplissage de sable et l'enrochement déposés sur le tunnel.

d) Les réactions du sol.

e) Les forces de friction, telles les forces verticales sur les murs extérieurs du tunnel, causées par les tassements différentiels du sol au-dessus et au-dessous du tunnel.

f) Les forces de tremblement de terre.

Il est recommandé de conserver une section uniforme sur toute la longueur du tunnel et d'utiliser une armature uniforme pour chacune des sections.

Des moments de flexion longitudinaux se produisent dans les éléments du tunnel, au moment de la flottaison et de l'immersion.

Ces moments peuvent être gardés dans des limites permissibles en ajoutant du balast approprié et, de ce fait, ne nécessitent pas d'acier additionnel.

Les charges du lit dans le fleuve peuvent causer des variations considérables à la charge verticale. Le tunnel doit être analysé comme une poutre sur fondation élastique, soumise à un chargement sinuosoïdal ayant pour maximum la protection de roc plus vingt pieds (20') de sable, et comme minimum, la protection de roc seulement.

Comme le tunnel est localisé dans une région sujette à une activité séismique qui peut être importante, il sera nécessaire d'étudier l'influence possible d'un tremblement de terre sur le tunnel.

Très peu de littérature s'avère disponible sur la résistance au tremblement de terre des structures souterraines. Toutefois, il est assumé qu'elles sont moins exposées aux dommages d'un tremblement de terre que les structures extérieures. Le design devrait être basé sur une accélération maximum de vingt-et-un pourcent (21%) de la gravité. Ainsi, les forces de cisaillement équivalentes à vingt-et-un pourcent (21%) du poids du recouvrement seraient transmises au toit du tunnel.

5.2.15 Déblaiement de la fosse sous le fleuve

Le déblaiement de la fosse sous le fleuve peut se réaliser par l'utilisation de matériel de dragage flottant.

Une machine spéciale de nettoyage par succion enlève de la tranchée tous les débris qui peuvent résulter de l'opération précédente.

5.2.16 Mise en place des éléments du tunnel

La fréquence du mauvais temps, l'intensité du trafic dans le fleuve, le changement de sens du courant dû au jeu des marées, rendront difficile la méthode habituelle de transport par flottaison des éléments jusqu'à leur lieu d'immersion.

Quand un élément de tunnel doit être immergé en eau profonde, il est d'abord remorqué de la cale sèche à un emplacement situé en-dessous des grues. Les grues le prennent ensuite et le descendent sur des chariots prêts à le recevoir sur le toit du tunnel déjà immergé. Les chariots roulent sur des voies situées sur le toit du tunnel.

Au moyen de remorqueurs, l'élément de tunnel est ensuite amené jusqu'à l'extrémité des éléments déjà immergés, là où se trouve l'unité mobile sous-marine. Cette machine le reçoit et le descend dans la fosse où il est tiré par un crochet hydraulique contre l'extrémité de l'élément de tunnel préalablement descendu.

5.2.17 Tours d'aération

Pour contrôler la teneur en monoxide de carbone, un système d'aération comprenant deux (2) prises d'air doit être prévu.

Une tour d'aération placée à chaque extrémité du tunnel, soit du côté de l'Ile d'Orléans aussi bien que du côté de la rive sud, y sera installée.

Chaque tour consisterait en un ouvrage vertical en béton armé, descendu sur le toit du tunnel après la mise en place et l'assemblage du tunnel.

5.2.18 Recommandations quant au choix d'un tunnel déposé

Des considérations techniques générales sont à l'origine de cette étude préliminaire.

Toutefois, il apparaît que l'axe 1 serait plus avantageux pour la construction d'un tunnel déposé. Il faudrait l'associer à une jetée partielle combinée avec un pont pour relier la rive nord du fleuve.

Il importe toutefois de considérer la très grande profondeur d'eau, soit environ cent trente pieds (130'), qui, à notre avis, pourrait constituer un facteur majeur quant à la réalisation en utilisant ce procédé.

Il est bien entendu qu'à ce stade de notre étude, pour cette alternative, nous n'avons pas considéré tous les facteurs inhérents à ce projet, et qu'en conséquence, nous n'avons pu préparer une estimation, même sommaire, pour l'ensemble des travaux relatifs à la construction d'un tunnel déposé.

5.2.19 Choix du tunnel foré

Le choix d'un tunnel foré dans l'état actuel des connaissances présente un intérêt à la fois sur le plan économique et sur le plan environnement (protection du site).

5.2.20 Choix de l'emplacement du tunnel foré

Le tracé approximatif du tunnel retenu est présenté sur la

carte de situation (fig. 5 et fig. 5 - 13). Il conduit à envisager un ouvrage ayant environ les longueurs suivantes:

- 1,140 m. (3,740') sous l'Ile d'Orléans.
- 2,160 m. (7,086') sous le fleuve St-Laurent.
- 2,280 m. (7,480') sur la rive sud dont 1,670 m. (5,480') en tunnel et 610 m. (2,000') environ en tranchée.

Ce tunnel devrait permettre le transit des véhicules par trois (3) voies dans les deux (2) sens, ce qui conduirait à la réalisation de deux (2) tunnels d'un gabarit utile de 11,1 m. X 4,6 m. (36'6" X 15'0"), soit un rayon intérieur de 6,5 m. (21'6"), séparés l'un de l'autre de deux diamètres intérieurs, soit 26 m. (86'). Dès à présent, on envisage également la réalisation d'un petit tunnel central de sécurité situé entre les deux (2) tunnels de transit et de 3 m. (10') de diamètre.

Le présent document présente de façon succincte les différentes considérations qui doivent être prises en compte pour la réalisation d'un tel projet et approxime une première évaluation de son coût.

Les données géologiques qui ont servi de base à l'élaboration du présent rapport sont tirées d'un travail préparé par le Dr. Pierre St-Julien.

5.2.21 Données géologiques

Le tracé routier reliant les rives nord et sud du fleuve St-Laurent, via l'Ile d'Orléans, traverse quatre (4) unités structurales et stratigraphiques, telles: du nord-ouest au sud-est, une zone d'imbrication (formation de St-Augustin), la nappe du Promontoire de

Québec, l'Ecaille de Ste-Pétronille et la Nappe de Bacchus.

Ces unités sont constituées surtout de schistes argileux avec des interlits de grès, de siltstones de calcaire et de conglomérat calcaire.

Sur toute sa longueur, le tracé routier traverse des roches fortement plissées et faillées. Les plis, de direction nord-est - sud-ouest, sont droits ou déversés vers le nord-ouest dans les assises de la formation de St-Augustin, la Nappe du Promontoire de Québec et l'Ecaille de Ste-Pétronille. Dans la Nappe de Bacchus, les plis, de direction nord-sud, sont droits ou légèrement déversés vers l'ouest. Les plis ont des longueurs d'onde de quelques mètres à un kilomètre. Ces derniers sont observés dans la Nappe de Bacchus, à l'est de Ste-Pétronille.

Des failles majeures de charriage marquent les contacts entre les différentes unités structurales et stratigraphiques. Elles sont responsables de zones de cisaillement dans lesquelles ces roches sont très contournées et bréchiques.

La faille principale, connue sous le terme de ligne de Logan, affecte toutes les roches de la Nappe du Promontoire de Québec. L'entrée nord du tunnel projeté traverse cette zone de cisaillement sur une longueur de trois cents mètres (300m.) (1,000').

Plusieurs autres failles inverses à l'intérieur de chacune des unités structurales sont parallèles à la surface axiale des plis et peuvent provoquer du hors-profil.

Les principaux plans de discontinuité, à part les failles et les zones de cisaillement qui leur sont associées, sont la stratification, la fissilité, le clivage de flux et les joints.

Les roches traversées par le tracé routier sont caractérisées par leur hétérogénéité lithologique et structurale. Les strates de l'Ecaille de Ste-Pétronille et de la Nappe de Bacchus se prêtent relativement bien à la percée d'un tunnel. Toutefois, le chantier traversera des zones de failles de charriage dans lesquelles les roches sont contournées et friables.

Il en est ainsi pour la Nappe du Promontoire de Québec qui constitue le toit de la faille de Logan. Des failles secondaires, des joints, la fissilité ainsi que le clivage peuvent localement provoquer du hors-profil. Ajoutons que les failles et les joints qui seront traversés par le chantier sous le fleuve St-Laurent pourraient permettre à l'eau de s'infiltrer dans le tunnel.

Comme dernière considération, il faudra envisager l'éventualité de séismes qui peuvent atteindre 7,2 à l'échelle Ritcher.

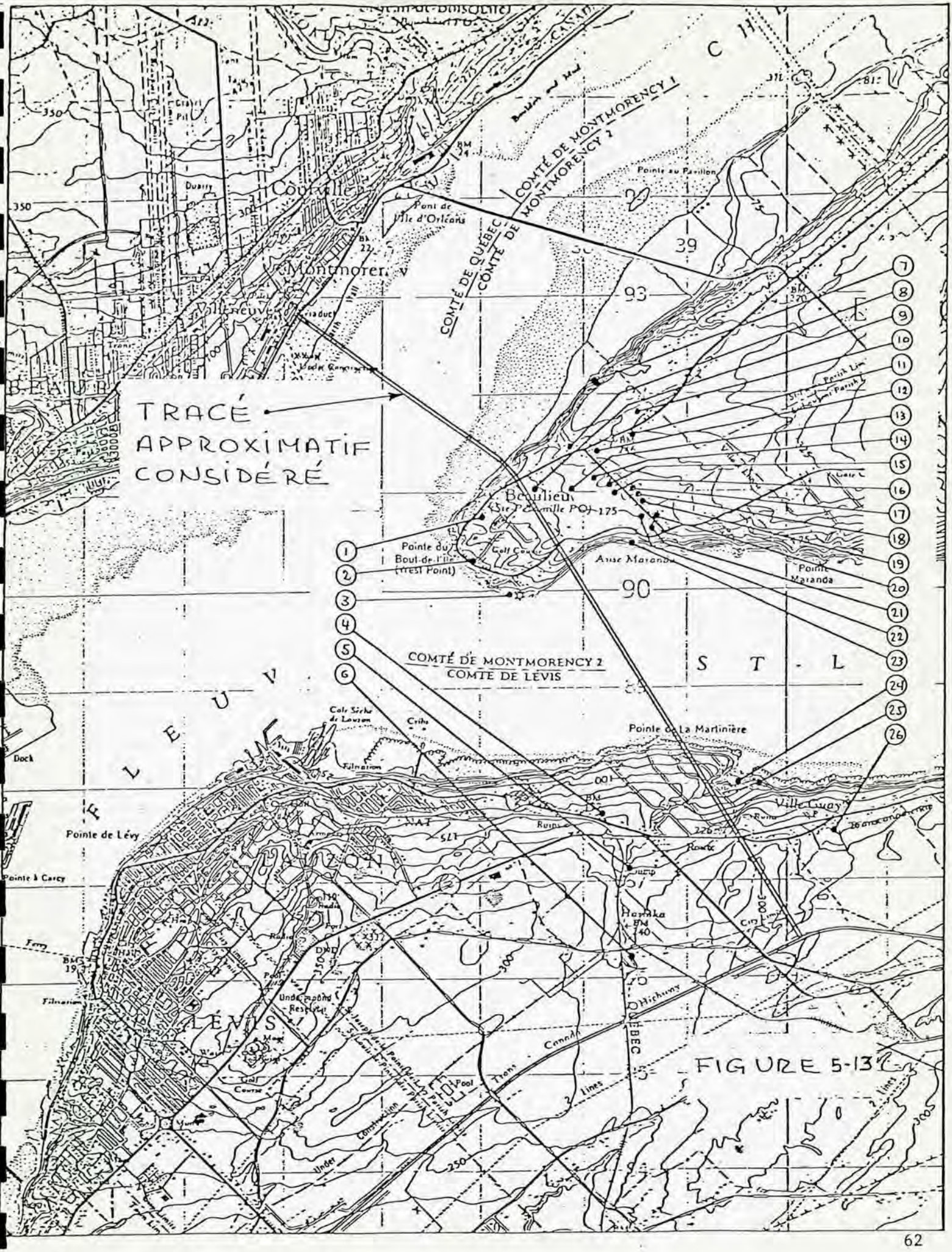

TRACÉ APPROXIMATIF CONSIDÉRÉ
COMTÉ DE MONTMORENCY 1
COMTÉ DE MONTMORENCY 2
COMTÉ DE QUÉBEC
COMTÉ DE MONTMORENCY 2
COMTÉ DE LÉVIS
Beaulieu
Pointe du Bout-de-l'Île (West Point)
Anse Maranda
Pointe Maranda
Pointe de La Martinière
Ville Guay
Pointe de Lévy
Pointe à Carey
Harlaka
Pont de l'Île d'Orléans
Pointe au Pavillon
Montmorency
Courville
Dock
Golf Course
Pool
Tennis Courts
Trans Canada
Lines
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

FIGURE 5-13

5.2.22 Cadre Hydrogéologique

Les données hydrogéologiques actuellement disponibles sur les caractéristiques des différentes formations traversées sont déduites:

- de la description géologique des terrains
- d'un recensement des puits particuliers effectué par le Ministère des Richesses Naturelles et dont les résultats sont regroupés sur la carte de la page et le tableau de la page .

Dans leur ensemble, les formations schisteuses traversées apparaissent comme peu perméables (perméabilité de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-5} cm/s. voire inférieure) ce qui suppose des circulations d'eau très faibles.

Sur certains tronçons, la possibilité d'une continuité des pressions d'eau au sein de la roche doit être envisagée. Ce phénomène serait favorisé par la présence de joints ouverts dans les bancs gréseux ou brèches calcaires qui sont interstratifiés dans les schistes. Dans cette hypothèse, les niveaux d'eau étant très proches de la surface du sol sur l'Ile d'Orléans, on doit prévoir la possibilité de pressions d'eau atteignant ici 8 à 9 bars (115 à 130 $\frac{\#}{po.^2}$) au droit des parois du tunnel.

Sous le fleuve, les pressions pourraient être de l'ordre de 7 a 8 bars (100 à 115 $\frac{\#}{po.^2}$). Elles seraient plus faibles sur la rive sud ou elles ne dépasseraient pas 6 bars (87 $\frac{\#}{po.^2}$).

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
200, RUE DORCHESTER SUD, 7e
QUÉBEC, (QUÉBEC)
G1K 5Z1

Au passage des zones de cisaillements (failles) les zones broyées peuvent avoir une perméabilité plus importante que la formation rocheuse saine sans que l'on puisse pour l'instant préciser leur incidence sur les venues d'eau sous le fleuve et la nécessité d'y remédier par des injections. Par ailleurs, dans ces mêmes zones, sous le fleuve, des phénomènes de débourrages (venues brutales d'eau) sont toujours à envisager même si leur probabilité est faible compte tenu de la nature des terrains.

LISTE DES PUITS

EXTRAIT DE L'ANNUAIRE DES PUITS ET FORAGES DU M.R.N.

No. du trou	Cote (mètre)	Niveau stat. cote en m.	Niveau dyn. cote en m.	Rabattement (mètre)	Débit $m^3/sec.x10^{-4}$	Débit/Rabattement $m^2/sec.x10^{-4}$
			RIVE SUD DU ST-LAURENT			
4	30.5	21.3	-	-	6.056	-
5	64	-	-	-	-	-
6	76.2	73.2	-	73.2	2.271	0.03
24	-	-	-	-	-	-
25	30.5	21.3	6.1	15.2	3.028	0.2
26	76.2	35	19.8	15.2	0.757	0.05
			ILE D'ORLEANS			
1	25.9	25.3	19.8	5.5	-	-
2	15.2	11.9	-	-	0.757	-
3	22.9	17.1	-25.9	43.0	12.112	0.28
7	38.1	36.0	15.2	20.8	2.271	0.109
8	61.0	58.5	-	-	-	-
9	45.7	30.5	-43.9	84.4	-	-
10	83.8	81.4	59.1	22.3	3.785	0.169
11	83.8	80.7	-	-	7.570	-
12	71.6	69.5	35.1	34.4	-	-
13	61.0	56.4	-	56.4	1.514	0.027
14	68.6	65.5	47.2	18.3	2.271	0.124
15	61.0	58.8	-	-	-	-
16	53.3	51.8	-1.5	53.3	-	-
17	53.3	-	-	-	-	-
18	53.3	45.7	-	-	0.757 lég.sulph.	
19	53.3	51.8	22.9	28.9	-	-
20	61.0	57.9	42.7	15.2	3.028	0.199
21	53.3	47.2	15.2	32.0	-	-
22	53.3	44.2	-30.5	74.7	-	-
23	30.5	25.9	-7.6	33.5	3.785	0.113

5.2.23 Cadre Géotechnique

Sur l'ensemble du tracé du tunnel, les formations traversées sont essentiellement massives et compactes avec une résistance mécanique de la matrice rocheuse que l'on peut estimer à 500 ou 1000 bars (7250 à 14500 $\frac{\#}{po.^2}$) voir supérieure. La déformation intense des couches ne semble pas avoir affecté la tenue des terrains, exception faite de quelques zones faillées en particulier celles de la ligne de Logan.

La cavité souterraine devrait donc avoir au creusement une tenue relativement bonne. Les risques de rupture à l'échelle du tunnel dus à la présence de diaclases et de fractures seront notablement diminués en utilisant au front un soutien par boulonnage et béton projeté.

Sur le plan forabilité, les roches traversées se caractérisent par une dureté importante et une abrasivité moyenne (teneur en silice faible).

Contrairement aux formations schisteuses situées sous le chenal de l'Ile d'Orléans, sur l'ensemble du tracé les schistes ont une teneur en minéraux gonflants très limitée. Par conséquent, ces terrains devraient avoir une faible altérabilité et une tendance quasi nulle au gonflement.

A priori, la vitesse sismique des roches en place doit être assez élevée (supérieure à 3000-3500 m/s) (9,200-10,800pi./s),

ce qui doit correspondre à un mode de fracturation métrique pour une résistance matricielle supérieure à 500 à 600 bars (7250-8700 $\frac{\#}{po.^2}$ Ces éléments conjugués permettent de penser que le mode d'excavation se fera à l'explosif, l'abattage au tunelier ne pouvant être envisagé pour une aussi grande section de roche dure.

5.2.24 Esquisse du Projet

5.2.24.1 Profil en plan (cf. fig. 5 - 13)

Le profil en plan à retenir est basé sur deux critères:

- Réduire au maximum la longueur du tunnel
- Traverser les structures géologiques le plus perpendiculairement possible aux couches.

Ces deux critères conduiraient à un compromis qui est un profil en plan rectiligne orienté NO SE, tel qu'indiqué de façon tentative sur la fig. 5 - 13 avec une attaque située dans la falaise immédiatement en bordure du chenal de l'Ile d'Orléans.

5.2.24.2 Profil en coupe (cf. fig. 5 - 14)

Le profil en coupe est essentiellement déterminé par une couverture minimale de la traversée sous-fluviale. Compte tenu de la bonne compacité des roches et leur très vraisemblable faible perméabilité, une couverture de protection dans le rocher de 25 m (75') a pour l'instant été retenue, soit trois diamètres de tunnel.

Dans la position la plus basse du profil, on trouve donc:

35 m (120') de tirant d'eau

10 m (30') de terrain alluvionnaire meuble

25 m (75') de roche saine.

Ce positionnement de l'ouvrage sous le fleuve laisse prévoir côté nord une pente de l'ordre de 4% pour sortir au niveau de la falaise sur la rive nord de l'Ile d'Orléans. Une pente de 4.5% côté sud permet de sortir au voisinage de l'autoroute Transcanadienne.

Dans son ensemble, le profil en coupe du tunnel donne donc:

1140 m (3740') à 4% sous l'Ile d'Orléans

2160 m (7086') pour la traversée sous-fluviale

1670 m (5480') de montée à 4.5% de montée sur la rive sud du St-Laurent. De ce côté l'ouvrage se terminerait par une tranchée ouverte sur une longueur d'environ 610 m (2000').

L'ouvrage aurait donc une longueur totale d'environ 5000 m (16400') de tunnel creusé et 610 m (2000') de tranchée.

Pour faciliter la ventilation et réduire les délais d'exécution, il sera nécessaire de prévoir la construction de 2 puits qui seront implantés dans la zone proche des rives du fleuve St-Laurent. Ces deux puits d'une profondeur d'environ 45 m (150') et de section d'environ 8 m (25') permettront ainsi de conduire l'exécution du tunnel par 6 attaques se répartissant comme suit:

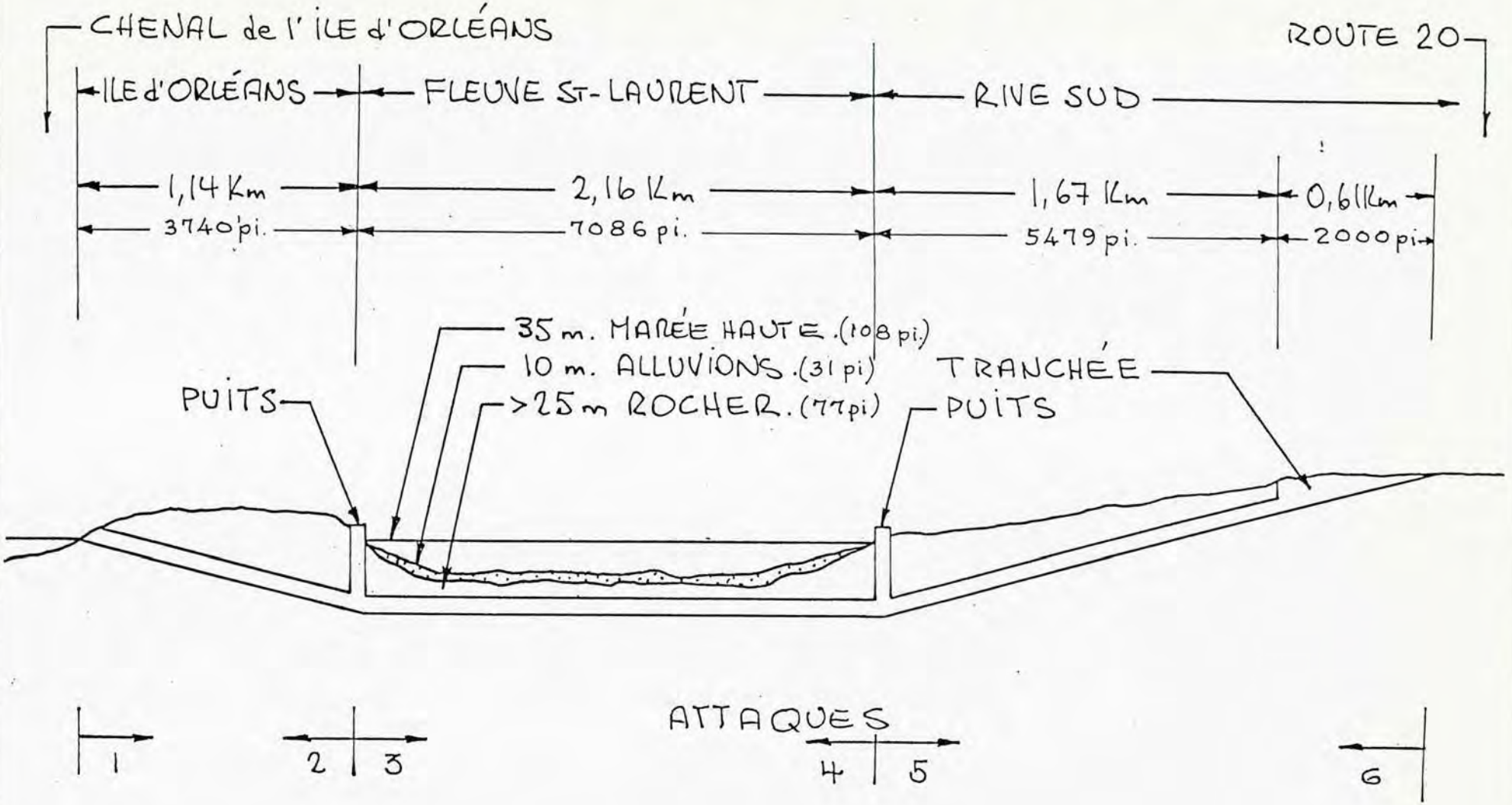

CHENAL de l'ÎLE d'ORLÉANS
ROUTE 20
ÎLE d'ORLÉANS
FLEUVE ST-LAURENT
RIVE SUD
1,14 Km
3740 pi.
2,16 Km
7086 pi.
1,67 Km
5479 pi.
0,61 Km
2000 pi.
35 m. MARÉE HAUTE. (108 pi.)
10 m. ALLUVIONS. (31 pi)
>25 m ROCHER. (77 pi)
PUITS
TRANCHÉE
PUITS
ATTAQUES
1
2
3
4
5
6

FIGURE 5-14

1 attaque descendante Ile d'Orléans vers le sud

2 montée Ile d'Orléans vers le nord

3 traversée du fleuve vers le sud

4 traversée du fleuve vers le nord

5 montée rive sud du St-Laurent

6 attaque descendante rive sud du St-Laurent

Dans ce schéma d'exécution, le chemin critique est manifestement la traversée sous-fluviale d'autant que sur ce secteur les vitesses d'avancement pourront être affectées par les caractéristiques de perméabilité des terrains (venues d'eau). Ce dernier point reste la plus grande incertitude au stade actuel du projet.

5.2.24.3 Profil en travers (cf. fig. 5 - 15 et 5 - 16)

A ce stade très préliminaire des études, le schéma retenu pour l'ouvrage est présenté sur les fig. 5-15 et 5-16 . Il est constitué par deux tunnels parallèles à trois voies (un par sens) offrant un gabarit utile de 11,10m x 4,60m (36'-6 X 15'-6) avec une voûte supérieure en plein cintre et un centre de courbure situé à environ 1,50m (5') de la chaussée. Le volume supérieur du plein cintre sera utilisé pour les installations de ventilation.

Il sera sans doute nécessaire dans la partie du tunnel sous l'eau de réaliser un ouvrage étanche si l'on veut s'affranchir des problèmes liés au gel. On réalisera une étanchéité sandwich (cf. fig. 5 - 17), ce qui nécessitera la réalisation d'un anneau

de béton coffré intérieur pour reprendre les pressions hydrostatiques. Les fortes poussées imposeront alors de prévoir une contre-voûte (cf. fig. 5 - 16) dont le rayon, égal à 11,75m (38.5') dans le cas de la fig. 5-16,sera fonction de l'intensité des contraintes. L'importance des sous-pressions dans la partie basse de l'ouvrage imposeront de mettre en oeuvre un revêtement en béton coffré pouvant atteindre 30 à 50cm(1.0' à 1.5') d'épaisseur .

En complément des deux tunnels routiers, il serait certainement utile de prévoir un tunnel de sécurité de diamètre circulaire 3m (10'), tel qu'indiqué sur le schéma de la fig. 5 - 18 , relié aux tunnels de circulation routiers par des antennes tous les 500m (1650'). Cet ouvrage pourrait servir de sortie de secours en cas d'accident, pour le contrôle et la surveillance et éventuellement pour le drainage. Par ailleurs, ce tunnel central pourrait faire office de galerie de reconnaissance avant les travaux notamment dans la partie sous-fluviale. Dans cette hypothèse, une telle galerie permettrait lors de l'appel d'offres d'éliminer toute incertitude et d'avoir des coûts plus justes. Son coût serait alors largement amorti par les gains réalisés lors de l'exécution.

FIGURE 5-15

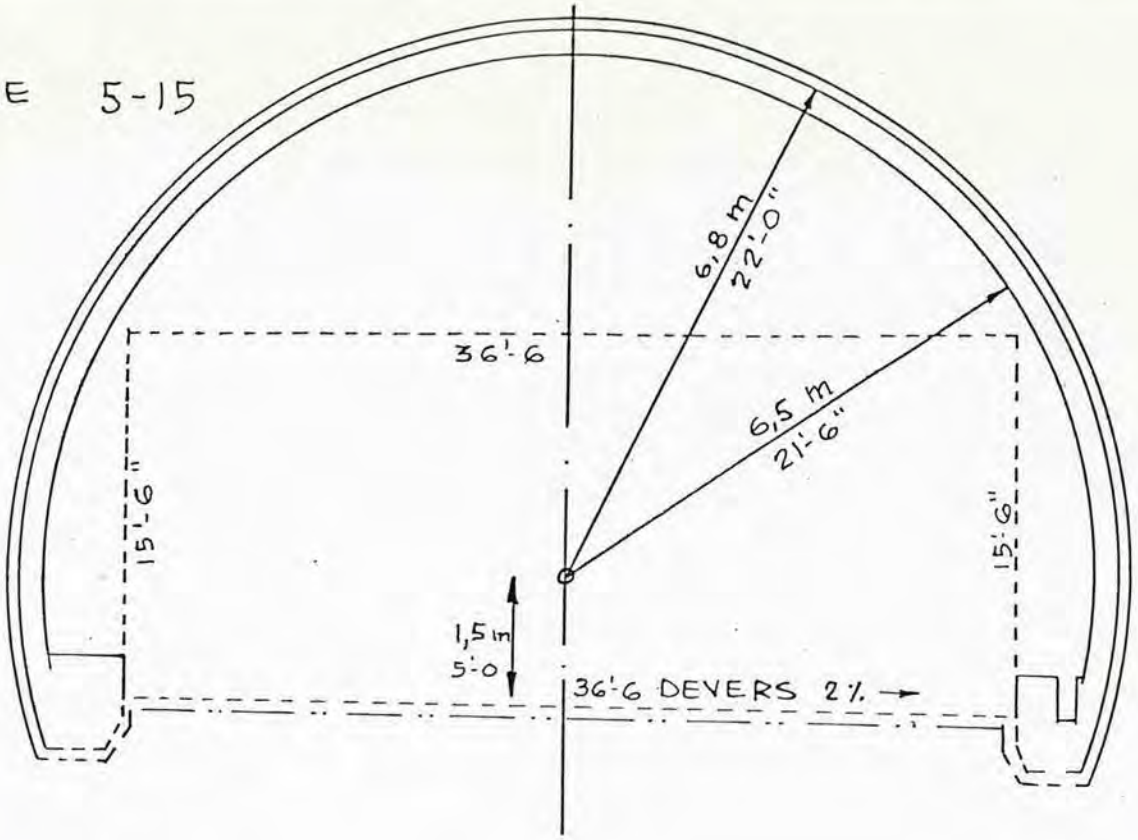
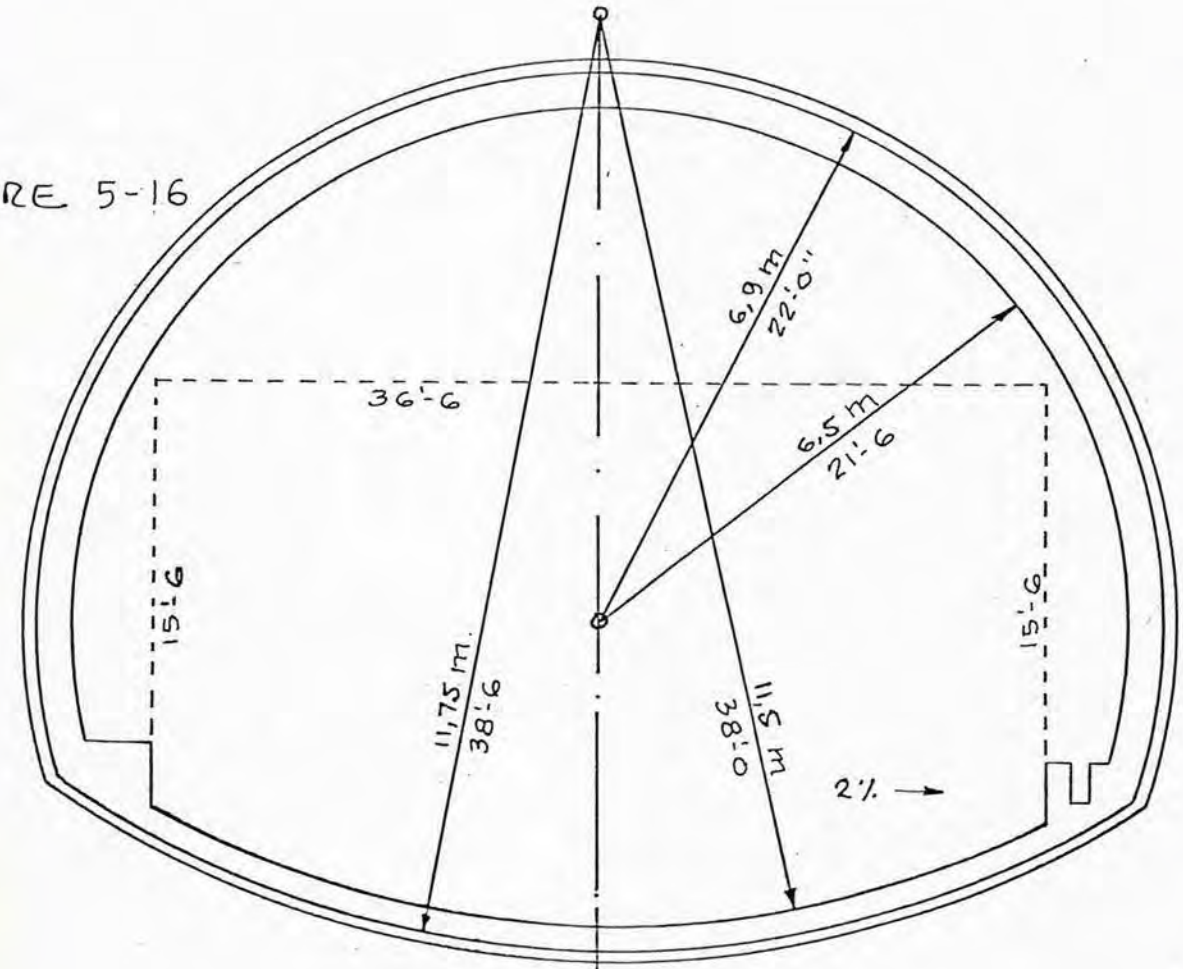


FIGURE 5-16



1:100

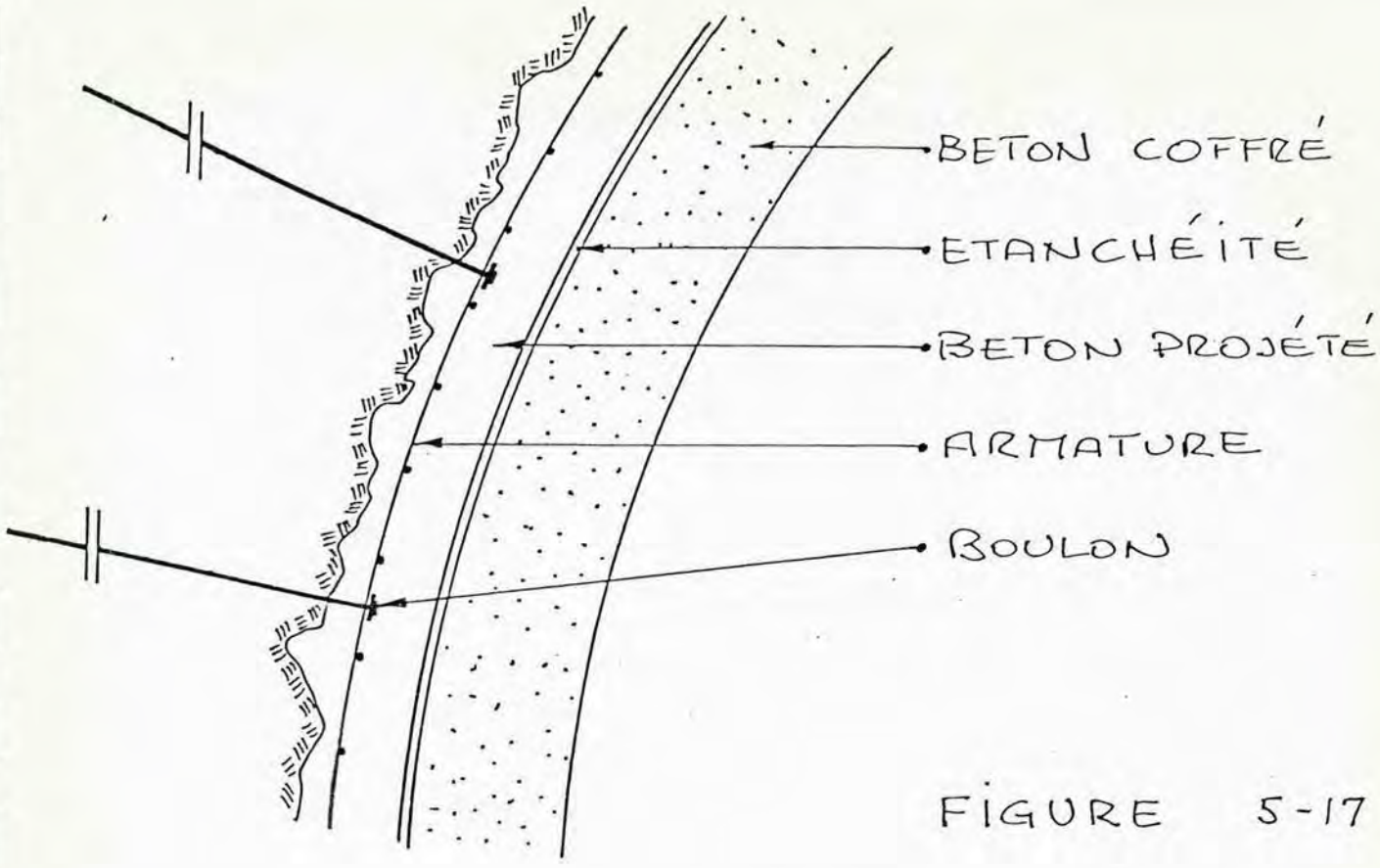


FIGURE 5-17

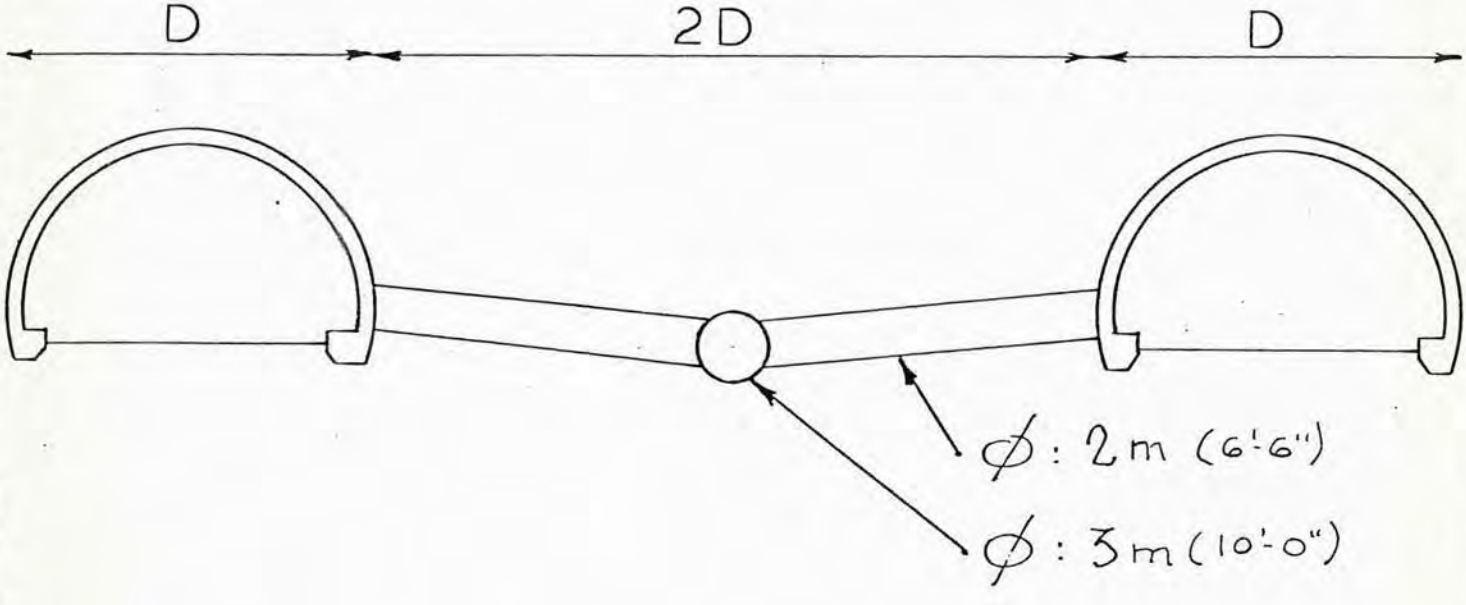


FIGURE 5-18

5.2.25 Recommandations quant au choix d'un tunnel creusé

Les différentes considérations techniques qu'implique la construction d'un tunnel dans le cadre d'une liaison rapide à 6 voies reliant la rive Nord du St-Laurent à sa rive Sud via l'Ile d'Orléans viennent d'être examinées au stade d'une étude très préliminaire. Dès à présent, il apparaît:

- Que les conditions géologiques du sous-sol sont à priori favorables à la réalisation du projet.

- Que les coûts de construction seraient de l'ordre de $49,000. le m.l. ($15,000. le pi. lin.).

Associé à une jetée, avec un pont pour relier la rive Nord du fleuve à l'Ile d'Orléans, le tunnel a l'avantage:

- De préserver l'environnement.

- De disposer des matériaux de remblais nécessaires à la construction d'une jetée ce qui réduira de façon conséquente le coût de ce dernier ouvrage.

Bien entendu, même si les conditions sont à priori favorables, on ne peut pas, au stade actuel des recherches, s'affranchir des facteurs impondérables liés à tous travaux souterrains, en particulier ceux dus à la présence du fleuve et de discontinuité dans le milieu rocheux.

Il importe désormais de cerner de plus près les problèmes et d'entreprendre des études nécessaires pour la constitution d'un

dossier d'avant-projet. Ces études permettront d'opter sur le tracé définitif du tunnel et de lever un certain nombre des ambiguités mises en évidence dans le présent rapport.

Ces études peuvent se définir comme suit:

- Exécution d'une étude géologique de détails.

- Réalisation d'une prospection hydrogéologique le long du tracé.

- Documentation, enquête et compilation de toutes les données géotechniques acquises sur le secteur considéré.

- Exécution d'un profil sismique réfraction le long de l'axe du tunnel sur l'Ile d'Orélans et la rive sud du St-Laurent couplé d'une série de profils transversaux. A cette prospection sismique sur la terre ferme, il serait dans toute la mesure du possible nécessaire d'associer dès ce stade des études une prospection sismique réfraction le long du tracé sur le fleuve St-Laurent; elle permettrait d'avoir avec précision la topographie du lit du fleuve et du toit du rocher tout en donnant une information précieuse sur les caractéristiques mécaniques du rocher.

- Exécution d'un minimum de 4 sondages mécaniques le long du tracé (sur les rives nord et sud de l'Ile d'Orléans et deux sur la rive sud du fleuve St-Laurent). Ces sondages seraient

carottés et les essais, tests et observations suivants seraient réalisés:

- Essais d'eau, log. lithologique, log. résistance, log. électrique, log. sismique, essais de dureté et d'abrasivité.

- Les 4 sondages seraient équipés en piézomètre double ou triple.

- Réalisation d'études particulières pour s'affranchir des problèmes soulevés par la rigueur du climat et liés au gel (poussée sur le soutènement, détérioration du béton).

LÉGENDE

N

PIEDS 0 1000 2000 4000 6000

MÈTRES 0 500 1000 2000

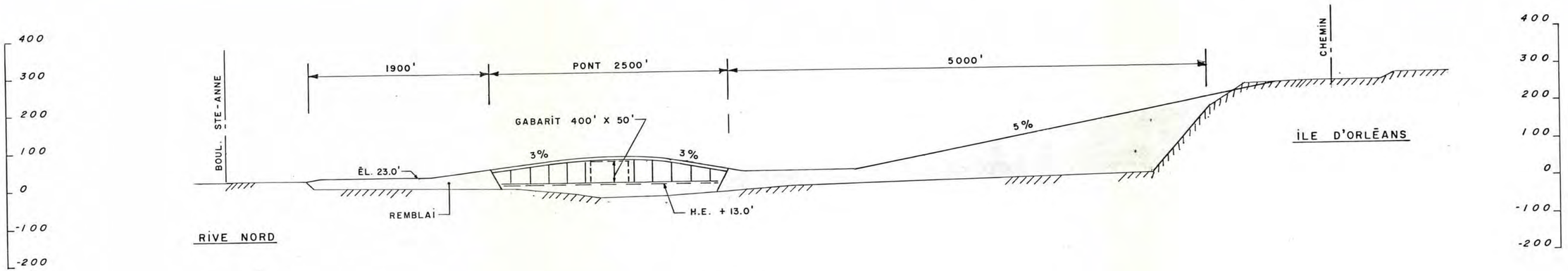
MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

ETUDE SUR LA POSSIBILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT, VIA L'ILE D'ORLÉANS.

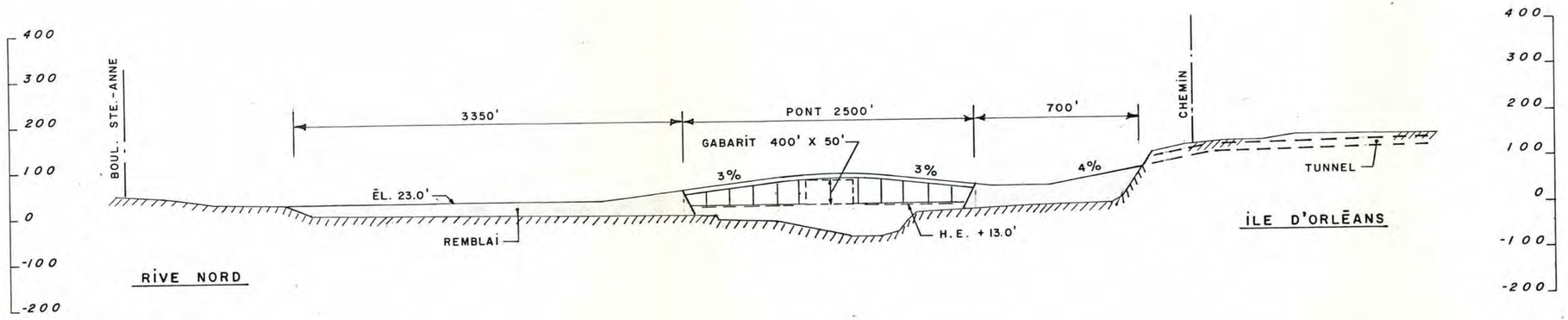
LOCALISATION DES AXES PROPOSÉS

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS-CONSEILS

PRÉPARÉ PAR	DATE
DESSINÉ PAR	PLAN N° FIG. 5.0



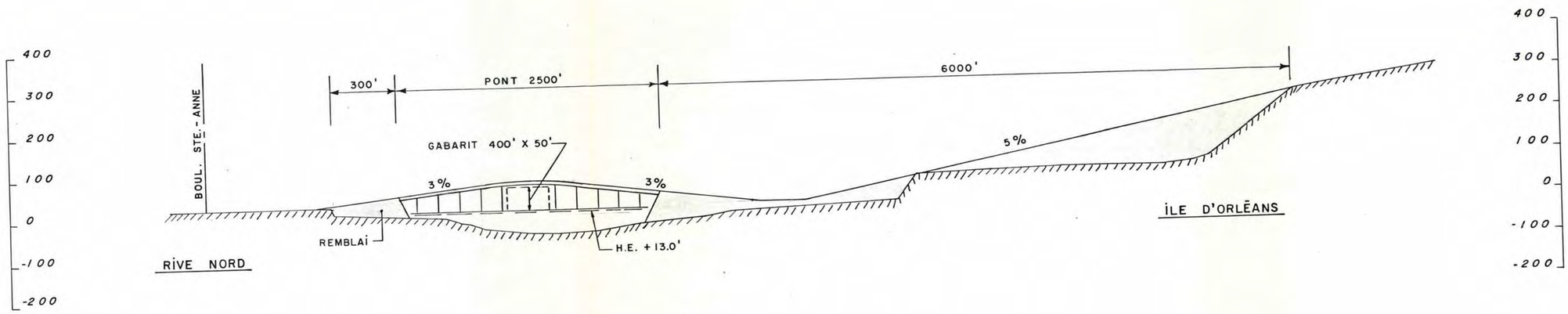
PROFIL LIGNE Nº 3 & 4 NORD



PROFIL LIGNE Nº 2 NORD

TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
PROFILS LIGNES Nº 2, 3 & 4 NORD
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

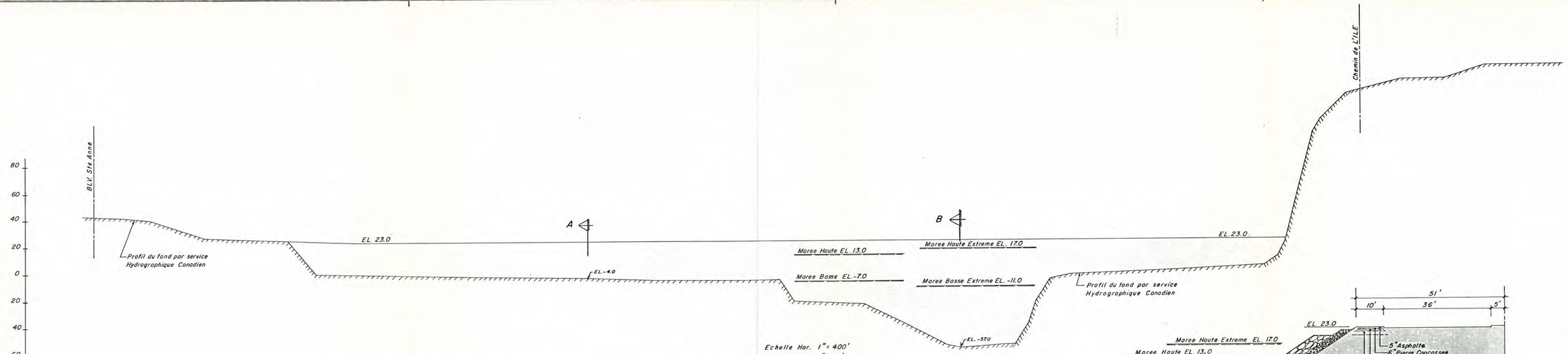
ECH HOR: 1"=800' PROJET: 76-303
" VER: 1"=200' FIGURE: 5.1

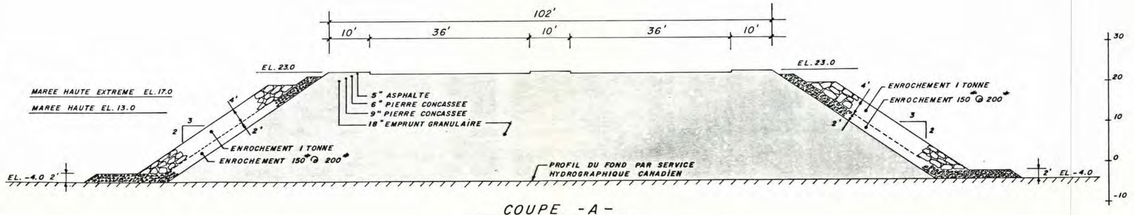


PROFIL LIGNE Nº 5 NORD

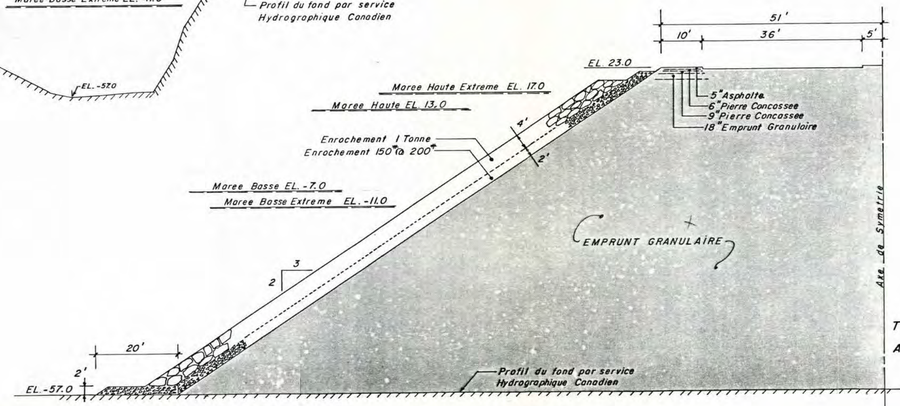
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
PROFILS LIGNES Nº 5 NORD
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH. HOR: 1"=800'
" VER: 1"=200'
PROJET: 76-303
FIGURE: 5.2



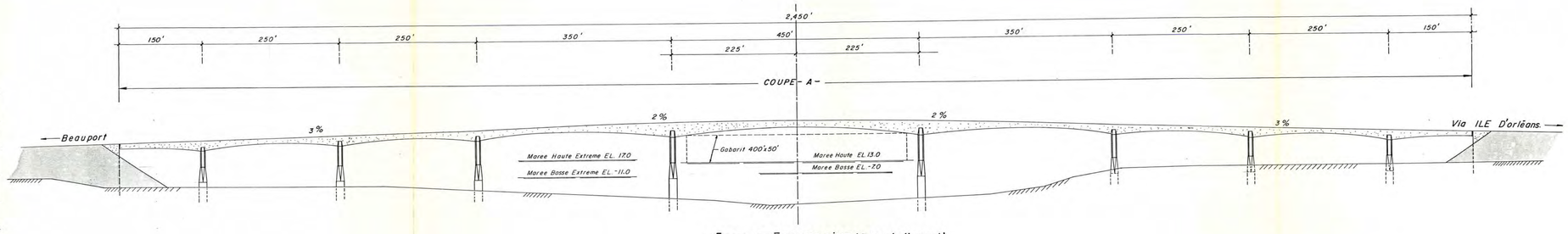


COUPE -A-
ECHELLE HOR. 1"= 20'
VERT. 1"= 20'

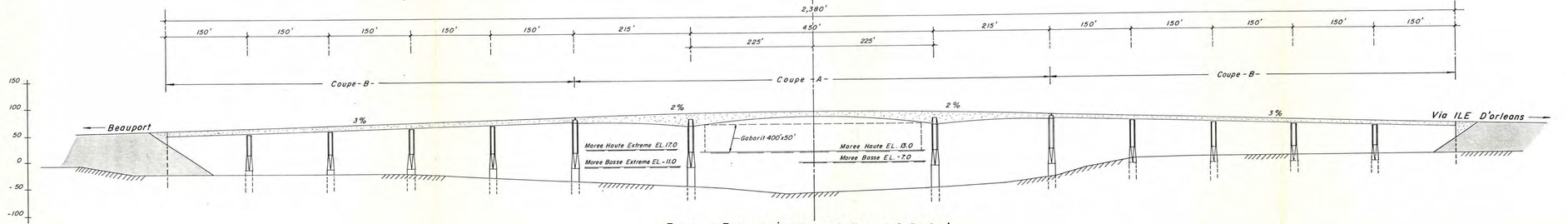


COUPE -B-
ECHELLE HOR. 1"= 20'
" VERT. 1"= 20'

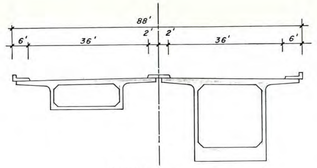
TYPE DELIEN - ÎLE D'ORLÉANS
ALTERNATIVE I NORD (JETÉE)
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: 1"= 20' PROJET: 76-303
Figure: 5.3



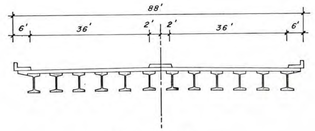
BÉTON PRÉCONTRAINT (Encorbellement)



BÉTON PRÉCONTRAINT (Encorbellement & Poutre)

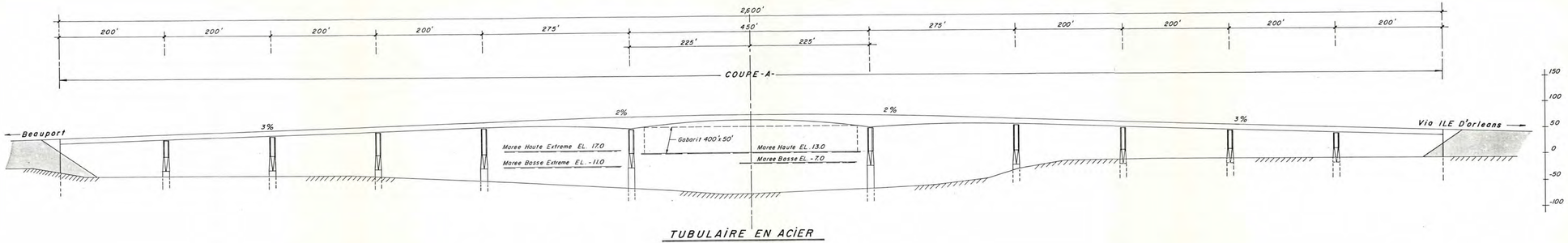


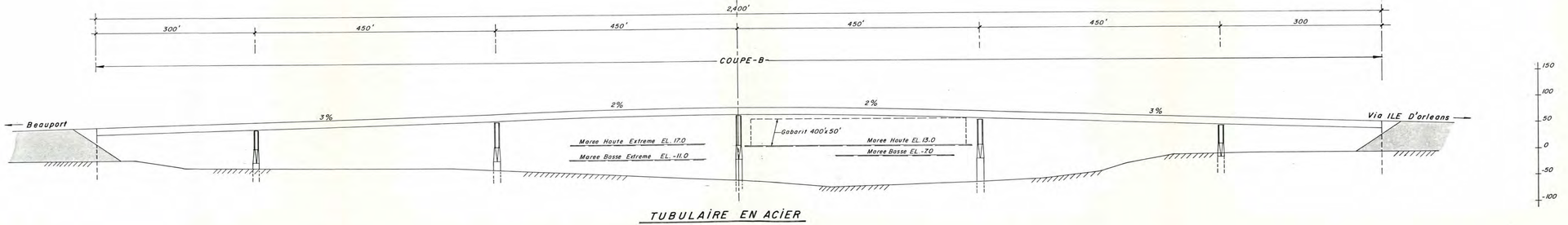
COUPE - A -
Poutre Caisson (en Béton)

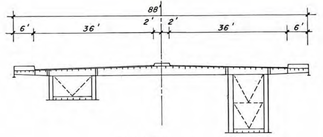


COUPE - B -
Poutre (Béton Précontraint)

TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
ALTERNATIVE 2 NORD (BÉTON PRÉCONTRAINT)
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH : 1" = 100'
PROJET : 76-305
FIGURE : 8.4

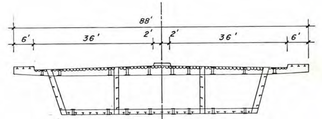






COUPE - A -

Tubulaire en acier avec dalle Orthotropique (2 poutres espacées)



COUPE - B -

Tubulaire en acier avec dalle Orthotropique.

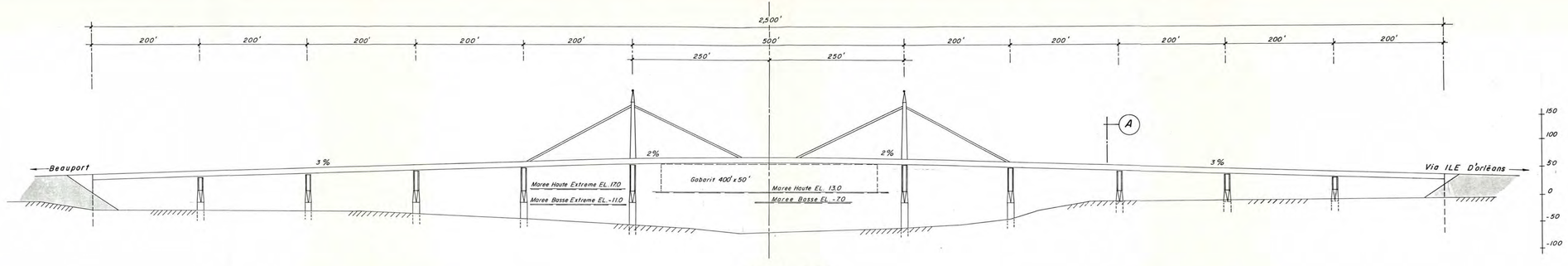
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS

ALTERNATIVE 3 NORD (TUBULAIRE EN ACIER)

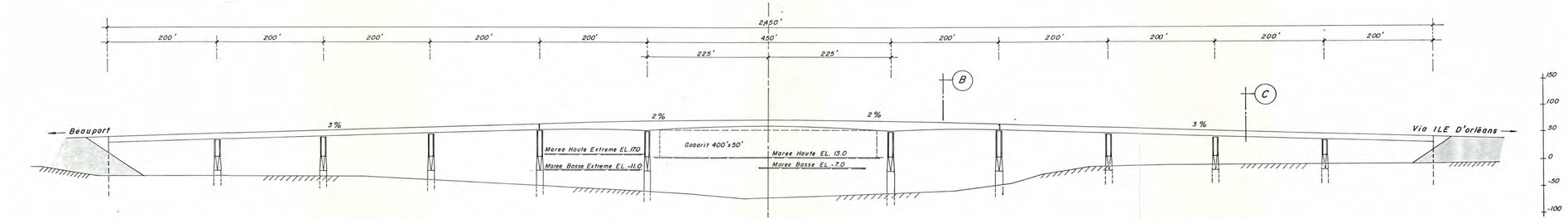
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH.: 1" = 100' PROJET: 76-303

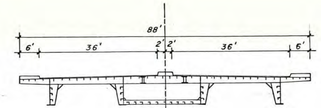
FIGURE: 5.9



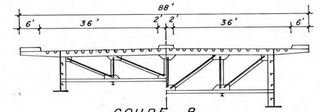
PONT HAUBANÉ



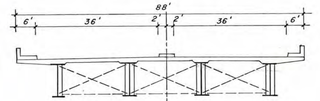
PONT A POUTRE D'ACIER



COUPE - A -
Tubulaire en acier



COUPE - B -
Poutre d'acier avec dalle Orthotropique

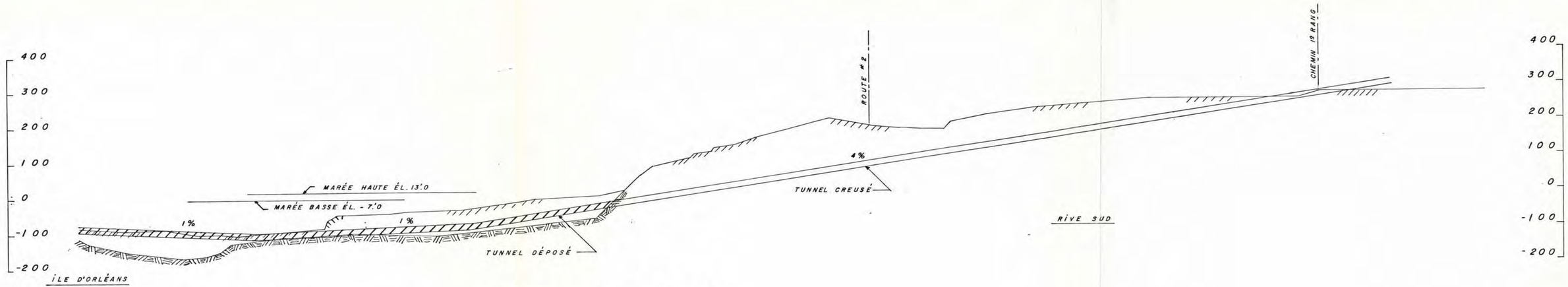


COUPE - C -
Poutre d'acier avec dalle en béton

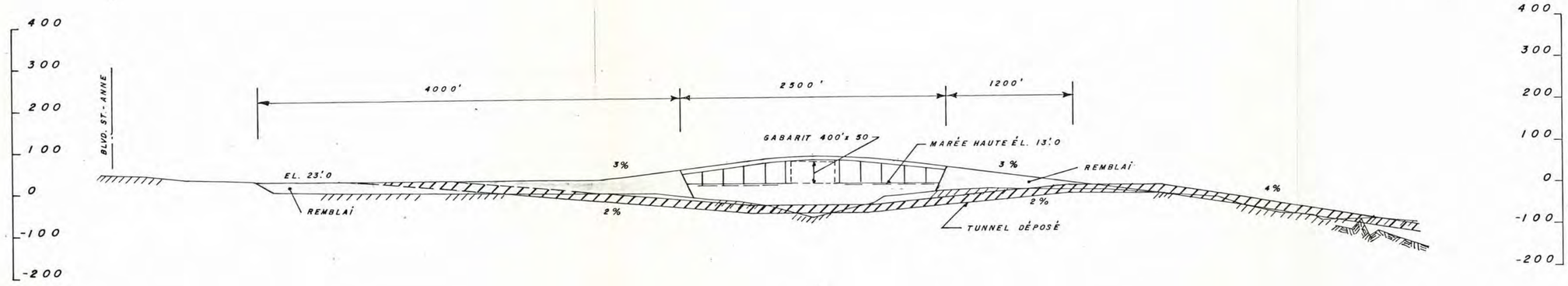
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
ALTERNATIVE 4 NORD (PONT HAUBANÉ)
ALTERNATIVE 5 NORD (PONT A POUTRE D'ACIER)
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH: 1" = 100'

PROJET : 76-303
FIGURE : 5.6



PROFIL LIGNE Nº 1 SUD



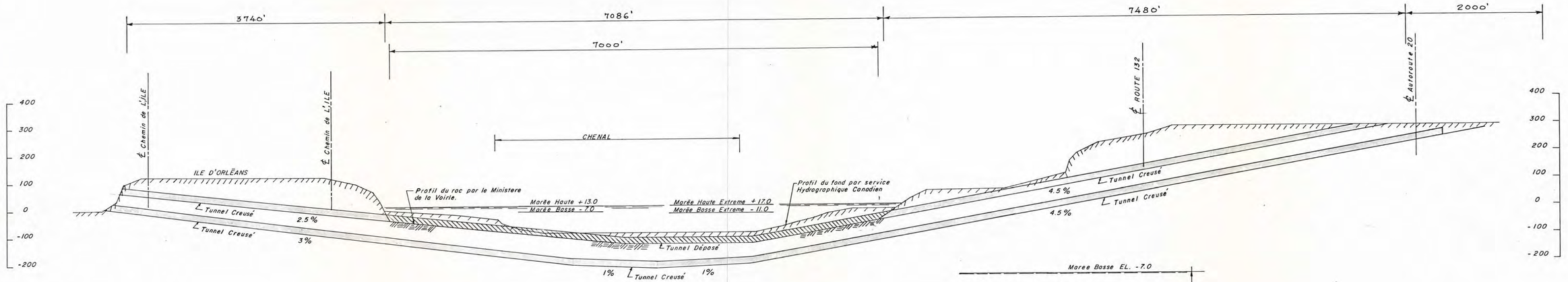
PROFIL LIGNE Nº 1 NORD

TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
PROFILS LIGNES Nº 1 NORD, SUD

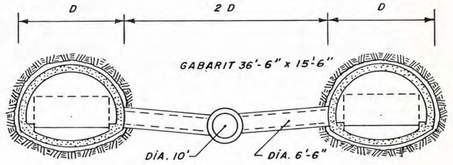
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH. HOR: 1" = 800'
" VER: 1" = 200'

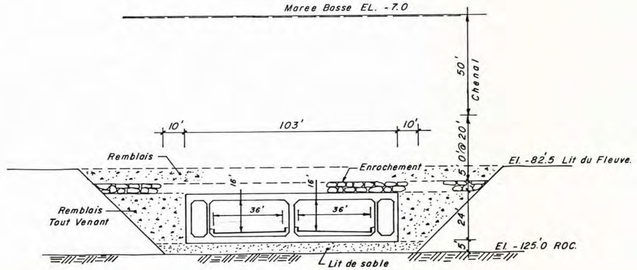
PROJET: 76-303
FIGURE: 5.7



PROFIL LIGNE Nº 2-A SUD

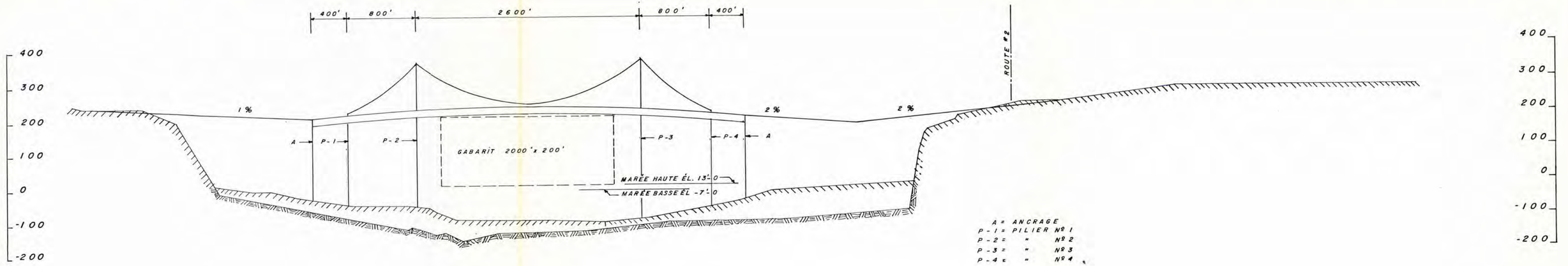


TUNNEL CREUSÉ
Echelle : 1" = 40'

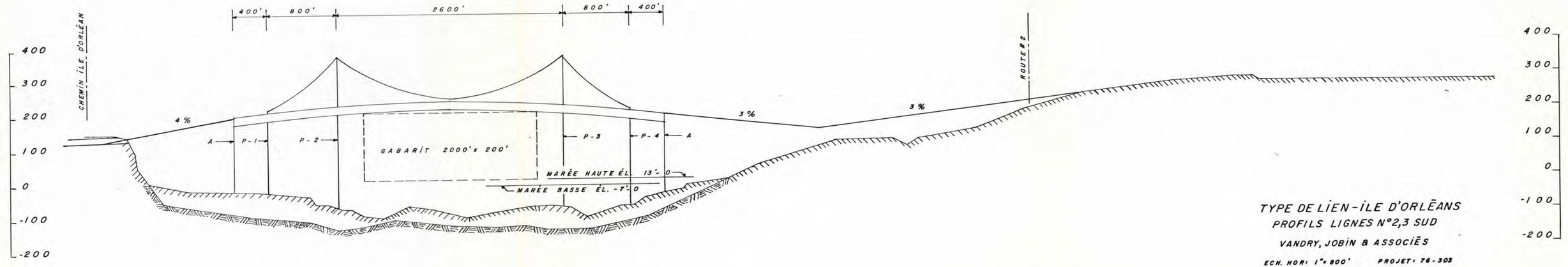


TUNNEL DÉPOSÉ
Echelle : 1" = 40'

TYPE DE LIEN-ILE D'ORLÉANS
PROFIL LIGNE N°2-A SUD
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH. HOR: 1" = 800' PROJET: 76-303
" VERT. 1" = 200' FIGURE: 5.8



PROFIL LIGNE Nº 3 SUD

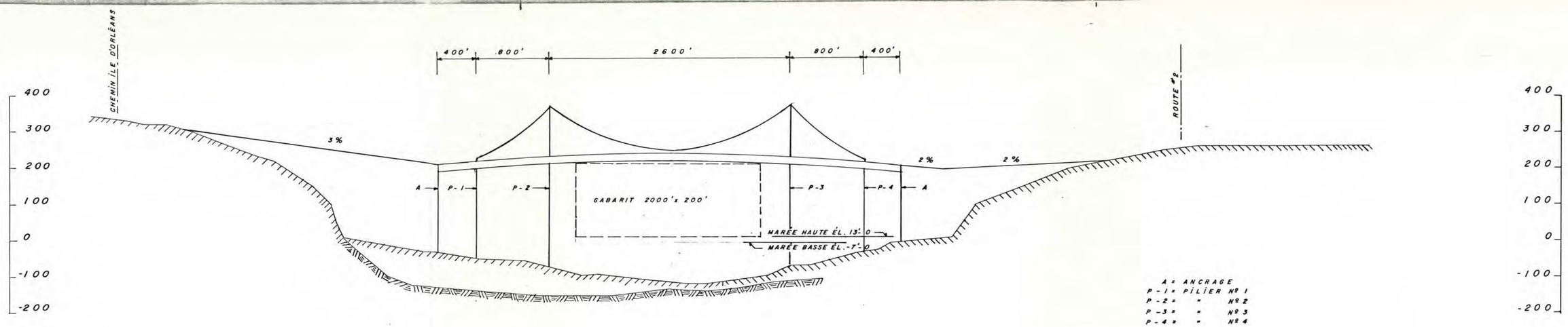


PROFIL LIGNE Nº 2 SUD

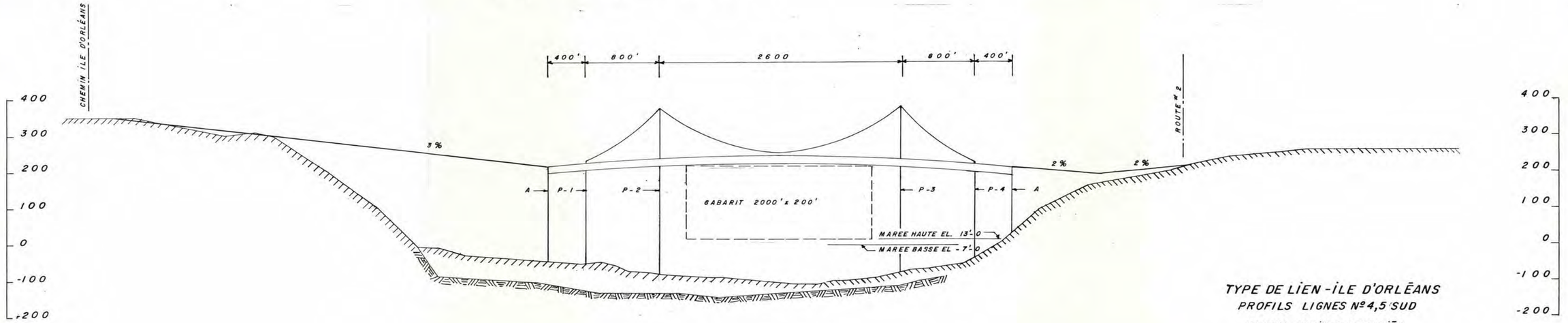
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
PROFILS LIGNES Nº 2,3 SUD

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH. HOR: 1" = 800' PROJET: 76-303
" VER: 1" = 200' FIGURE: 5.9



PROFIL LIGNE Nº 5 SUD

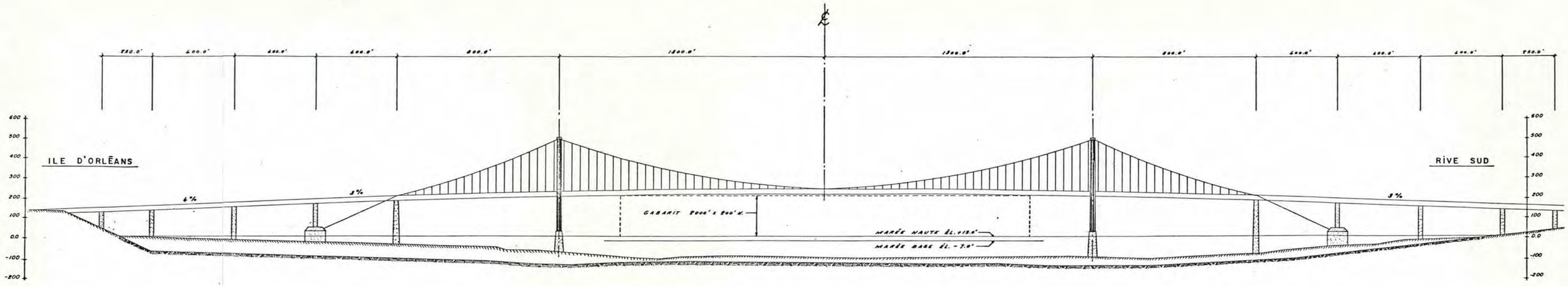


PROFIL LIGNE Nº 4 SUD

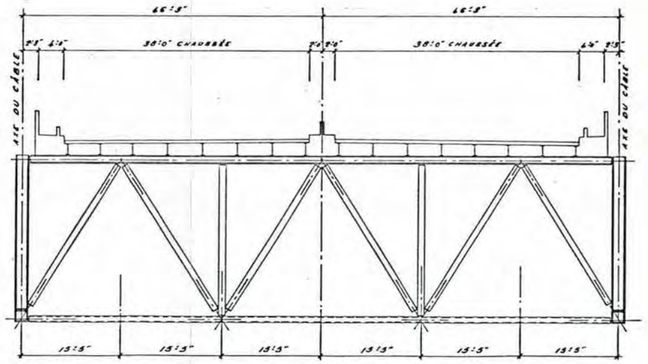
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
PROFILS LIGNES Nº 4,5 SUD

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH. HOR: 1" = 800' PROJET: 76-303
" VER: 1" = 200' FIGURE: 5.10



ÉLÉVATION - LIGNE 2 SUD



COUPE TRANSVERSALE

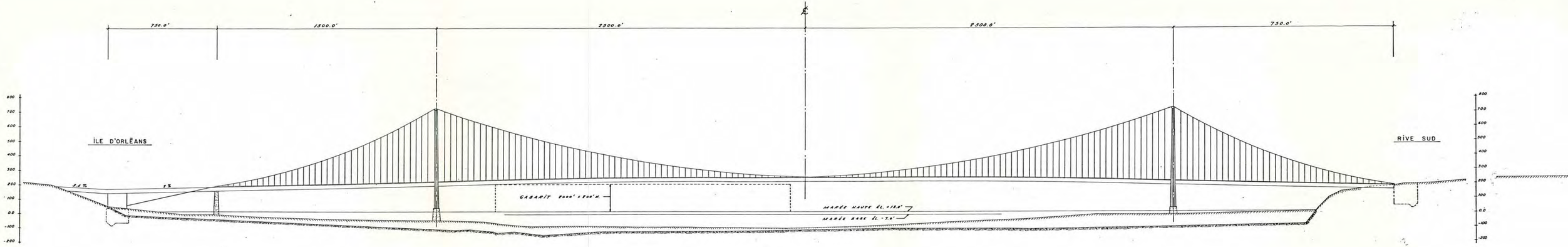
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS

PONT SUSPENDU (TRAVÉE 2600')

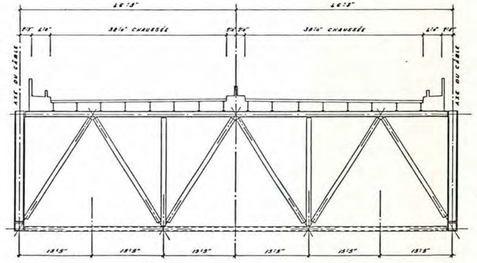
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ÉCH. 1"=200' PROJET 76-303

FIGURE 5.11



ÉLÉVATION - LIGNE 3 SUD



COUPE TRANSVERSALE

TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS

PONT SUSPENDU (TRAVÉE 5000')

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH. 1"=200' PROJET 76-303

FIGURE 5.12

CHAPITRE VI

G E O T E C H N I Q U E

6.0 PLAN DE RECONNAISSANCE

6.0.1 But

Lors de cette étape préliminaire, une connaissance générale de la région au point de vue géologie, géomorphologie et nature du sol s'avère nécessaire pour établir de façon préliminaire les axes possibles et les types de liens convenant à ces axes.

Les informations nécessaires furent donc recueillies à partir des résultats de forages ou sondages dans le secteur et de certains forages effectués au cours de l'hiver. Voici donc un résumé de la connaissance géotechnique de la région.

6.0.2 Géomorphologie

La topographie, la bathymétrie et la profondeur du sol rocheux jouent un rôle de première importance dans le choix d'implantation des structures proposées (pont, tunnel, jetée), autant au niveau du choix des axes que de celui du type de lien adéquat.

6.0.3 Topographie de la zone étudiée

A) Rive Nord

La rive nord présente un mince plateau entre l'élévation

0'(0m) et 32.8' (10m) sur lequel sont situés le boulevard St-Anne et le boulevard des Grèves. C'est sur ce plateau que se localiserait le point de chute du nouveau lien.

B) Ile d'Orléans

L'Ile d'Orléans présente une gradation assez continuelle de l'élévation 0'(0m) en partant de Ste-Pétronille pour s'élever jusqu'à 459.2'(140m) environ aux lignes 735KV de l'Hydro-Québec. La falaise nord de l'Ile dans la zone d'étude varie donc de 0'(0m) à la Pointe du Bout de l'Ile à 262.4'(80m) vis-à-vis St-Pierre. Du côté sud, l'élévation de la falaise varie de 0'(0m) à 328'(100m) environ à St-Laurent.

C) Rive Sud

La rive sud présente une falaise assez abrupte partant au niveau du fleuve et montant à environ 230'(70m). En se dirigeant ensuite vers le sud, le niveau monte plus doucement pour se situer au niveau 262.4'(80m) vis-à-vis l'Autoroute #20. La topographie est représentée à la fig. 6.1.

6.0.4 Bathymétrie (fond marin)

A) Chenal Nord

Le chenal nord présente un mince chenal d'environ 1600' (500m) de large pour une profondeur supérieure à 16.4'(5m).

B) Chenal Sud

Le chenal sud est beaucoup plus profond et plus large que le chenal nord. Sur une largeur d'environ 1600'(500m), la profondeur d'eau est supérieure à 82'(25m).

C) Pointe de l'Ile

Enfin, à la Pointe de l'Ile, les profondeurs varient graduellement de 0'(0m) a 98'(30m).

Nous référons le lecteur à la fig. 6.1 pour une meilleure visualisation de la bathymétrie.

6.0.5 Socle rocheux

A) Chenal Sud

La connaissance des profondeurs du socle rocheux n'est complète que pour le chenal sud de l'Ile d'Orléans. On remarque que le socle est situé à une profondeur variant de 100' à 150' sous le niveau de la mer.

B) Chenal Nord

La connaissance du niveau du socle est très imparfaite du côté nord. A la suite de certains forages effectués l'hiver dernier et d'autres forages effectués par l'Hydro-Québec ou le Ministère des Transports, on peut estimer que le socle est près de la surface sur les rives, pour descendre assez abruptement en quittant les rives

et former une fosse de profondeur variant entre -200' G.S.C. vis-à-vis Ste-Pétronille à -150' G.S.C. vis-à-vis le pont actuel. Entre le pont et les lignes de l'Hydro-Québec, on peut supposer que cette fosse continue encore à grande profondeur, mais les prémisses de cette hypothèse sont très incomplètes. Des sondages sismiques dans les trois lignes seraient nécessaires pour vérifier ces hypothèses (cf. fig. 6.2).

6.0.6 Géologie

6.0.6.1 Description (cf. fig. 6.3)

6.0.6.1.1 Lithologie

Les cinq tracés routiers reliant les côtes nord et sud du fleuve St-Laurent via la partie sud-ouest de l'Ile d'Orléans traversent deux domaines structuraux et stratigraphiques, à savoir: un domaine d'imbrication (formation de St-Augustin) au nord-ouest et, un domaine de nappes de charriage au sud-est. Ce dernier comprend la nappe du Promontoire de Québec, l'écaille de Ste-Pétronille et, la nappe de Bacchus.

1) Domaine d'imbrication (formation de St-Augustin)

Le domaine d'imbrication couvre la partie sud-est de la côte de Beaupré, le chenal nord et l'estran nord-ouest de l'Ile d'Orléans. Ce domaine est formé d'une séquence flyschique de la formation de St-Augustin, c'est-à-dire de schiste argileux (shale)

avec des interlits de moins de 1 mètre d'épaisseur (moyenne de 1 à 15 cm) de grès calcareux. Les schistes argileux constituant plus de 85 pourcent du volume de la formation sont très friables. De plus, ils contiennent des minéraux gonflants qui soumis à l'eau rendent la roche très friable. Ajoutons que cette roche contient du méthane qui localement peut être en quantité suffisante pour exploser sous l'effet d'une étincelle ou d'une flamme.

2) Nappe du Promontoire de Québec

Cette nappe affleure suivant une bande nord-est, sud-ouest, de quelques mètres à plus de 800 mètres de largeur le long de la falaise nord-ouest de l'Ile d'Orléans. Des failles majeures de charriage marquent les contacts entre les roches de la nappe du Promontoire de Québec et les roches des formations sous-jacentes et sus-jacentes.

Cette nappe est constituée de calcaire argileux et de schistes argileux calcareux avec des interlits de schistes argileux gris foncé à noir. Il y a aussi quelques lits de calcarénite. L'ensemble est formé d'une alternance de lits de 10 cm à plus de 3 mètres d'épaisseur. Ces roches de gris foncé à noir contiennent des hydrocarbures. Au bris, la roche dégage des odeurs de bitume. Etant donné que les roches de cette nappe sont coincées entre deux failles majeures de chevauchement, la roche est très contournée et cisaillée. A noter que la sortie nord du tunnel projetée se trouve localisée au sein de la nappe du Promontoire de Québec.

3) Ecaille de Ste-Pétronille

Les roches ainsi dénommées forment le socle rocheux de l'extrémité sud-ouest de l'Ile d'Orléans. L'axe du tunnel projeté traversera sur une largeur d'environ 800 mètres les roches de cette écaille. Elle est formée de strates de la formation de Lévis. On y observe surtout des mudstones dolomitiques vert en lits de 10 cm à 1 mètre avec des interlits de mudstones micacés gris foncé en lits de 1 à 15 cm d'épaisseur. Il y a aussi des schistes argileux vert avec des interlits de mudstone dolomitique de calcarénite et de calcisiltite. Dans sa partie sud-est, l'écaille est formée surtout de schistes argileux gris et vert avec des interlits de siltstone de moins de 20 cm d'épaisseur. Plusieurs bancs de conglomérat calcaire et de calcarénite de 25 cm à plus de 10 mètres d'épaisseur sont observés à différents niveaux stratigraphiques dans la formation de Lévis de l'écaille de Ste-Pétronille.

En général, les roches de cette écaille sont résistantes à l'érosion et se prêtent bien à la percée d'un tunnel.

4) Nappe de Bacchus

Les strates de la nappe de Bacchus forment le socle rocheux de la majeure partie de l'Ile d'Orléans, à l'est de Ste-Pétronille, du chenal sud de l'Ile et de la rive sud du fleuve à l'est des chantiers maritimes de Lauzon. Sur environ 5 kilomètres de sa longueur, le tunnel (partie sud) projeté traversera les roches de cette nappe

de charriage. Il recoupera obliquement un synclinal majeur plongeant vers le sud avec un angle moyen de 25 degrés. Les formations rocheuses rencontrées sont des plus anciennes aux plus jeunes: de l'Anse Maranda, du Trou Ste-Patrice et, de la Pointe-de-la-Martinière. La formation de l'Anse Maranda présente des schistes argileux, des mudstones (roches argileuses) et des grès à texture et composition homogènes et localement très glauconieux. Au-dessus, affleure une séquence de schistes argileux avec des interlits de calcarénites, de conglomérats calcaires, de grès quartzeux et de grès calcareux de la formation du Trou St-Patrice. Au sommet, la formation de la Pointe-de-la-Martinière est formée d'une alternance de schistes argileux ou de mudstone gris, vert et rouge contenant quelques bancs de conglomérat calcaire, de grès et de siltstone.

Toutes ces roches se prêtent relativement bien à la percée d'un tunnel.

6.0.6.1.2 Géologie structurale

1) Failles

Toutes les unités structurales décrites sont limitées par des failles importantes mais inactives. La plus connue de ces failles, la ligne de Logan, traverse l'Ile d'Orléans du sud-ouest au nord-est. Elle affleure du côté nord-ouest de l'Ile généralement au pied de la falaise principale. Toutes ces failles ont des pendages abrupts vers le sud-est ou l'est. Des zones de cisaillement, parfois importantes, sont observées le long de ces failles. Elles sont caracté-

risées par la présence de schistes argileux très cahotiques et friables. Tel que dit plus haut, la principale de ces zones de cisaillement affecte toutes les roches de la nappe du Promontoire de Québec. La sortie nord du tunnel projeté traversera environ 300 mètres de cette roche.

A l'intérieur de chacune des unités structurales, plusieurs failles inverses, parallèles à la surface axiale des plis répètent la stratigraphie. Les plus spectaculaires affectent les roches de la nappe de Bacchus. Elles sont nord-sud avec des pendages abrupts vers l'est. Des failles semblables dans l'écaille de Ste-Pétronille, dans la nappe du Promontoire de Québec et dans la formation de St-Augustin accusent une direction nord-est-sud-ouest et un pendage élevé vers le sud-est. Il est probable que les roches en bordure de ces failles soient bréchiques sur quelques mètres de largeur.

2) Plis

L'orientation et la plongée des plis varient d'une unité à l'autre. Dans la zone d'imbrication, les flyschs de la formation St-Augustin forment des plis serrés, sub-horizontaux et déversés vers le nord-ouest. Les assises de la nappe du Promontoire de Québec sont très contournées et bréchiques. Seuls quelques petits plis de direction nord-est-sud-ouest ou nord-sud sont préservés ici et là. Dans l'écaille de Ste-Pétronille les plis sont isoclinaux, légèrement déversés vers le nord-ouest et plongent vers le nord-est avec un angle moyen de 20 degrés. Les plis affectant les strates de la nappe

de Bacchus, exceptionnellement ouverts dans la partie ouest (sur une largeur de 3 kilomètres) de la nappe sont généralement serrés et isoclinaux. Ils plongent vers le sud avec un angle moyen de 25 degrés.

3) Surfaces de discontinuité

A part les failles, les principales surfaces de discontinuité sont la stratification, la fissilité, le clivage de flux et les joints.

En général la stratification se présente en lits de moins de 1 mètre d'épaisseur quoique certains bancs de conglomérat ont plus de 5 mètres d'épaisseur et les grès glauconieux, à la base de la nappe de Bacchus, forment une bande massive de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Cette bande de grès est constituée d'une superposition de lits de 30 centimètres à plus de 1 mètre d'épaisseur.

La stratification est généralement verticale ou à pendage abrupt sur les flancs des plis et sub-horizontale ou à pendage faible dans la région axiale des plis. L'axe du tunnel projeté est perpendiculaire aux couches géologiques dans la nappe du Promontoire de Québec et dans l'écaille de Ste-Pétronille. Toutefois, il est oblique aux strates de la nappe de Bacchus. A noter que sur une longueur approximative de 400 mètres, l'axe du tunnel traversera en-dessous du chenal sud du fleuve, la région axiale d'un synclinal majeur; donc il interceptera à cet endroit des couches géologiques sub-horizontales ou légèrement inclinées vers le sud.

Tous les schistes argileux de la région à l'étude se débitent en feuilles de quelques millimètres d'épaisseur à cause de la fissilité. La fissilité est une foliation résultant de la compaction des sédiments argileux lors de leur diagenèse (passage de sédiment à roche sédimentaire). Elle se développe donc parallèlement à sa stratification. En surface, la roche est généralement friable à cause de la fissilité mais en profondeur elle peut être compacte et massive. Les forages vont nous renseigner sur les effets de ce phénomène en profondeur.

La roche affectée par le clivage de flux se débite en feuilles d'une fraction de millimètre à quelques millimètres d'épaisseur. Ce clivage est développé dans les schistes argileux, les mudstones et les grès glauconieux de la région axiale des plis. Il est subparallèle à la surface axiale de ces derniers. Il s'observe surtout dans les roches de l'écaille de Ste-Pétronille et la nappe de Bacchus. Dans cette dernière, l'axe du tunnel projeté est oblique au clivage de flux tandis que dans l'écaille de Ste-Pétronille, il lui est perpendiculaire.

Les joints sont omniprésents mais bien développés surtout dans les roches compétentes telles les grès et les conglomérats calcaires. Ils sont généralement conjugués et orthogonaux entre eux et à la stratification. En effet, si les strates sont horizontales, les joints sont verticaux et si elles sont verticales, les joints accusent une direction perpendiculaire à celles des strates et des pendages variables. Ajoutons que d'une strate à l'autre, la direc-

tion ou le pendage des joints varie tout en demeurant orthogonal entre eux et à la stratification. Il est à noter que dans les conglomérats calcaires, certains sont ouverts a cause de la solubilité du calcaire à l'eau froide. Ainsi, en sous surface, les conglomérats calcaires pourraient permettre à l'eau d'envahir le chantier.

6.0.6.2 Capacité portante de la roche

Les éléments actuels pour évaluer la capacité portante de la roche sont nettement insuffisants. Les forages effectués pour l'implantation des tours de l'Hydro-Québec dans le chenal nord indiquent une capacité portante du roc fissuré de $5T/pi^2$ et du roc sain de $15T/pi^2$. Cependant, les forages effectués cet hiver pourront vérifier cet ordre de grandeur.

Dans le chenal sud, aucun indice n'est disponible. Il serait donc bon d'y effectuer quelques forages de reconnaissance lors de la prochaine étape.

6.0.7 Nature du sol

6.0.7.1 Selon les forages effectués pour l'étude

A la suite des informations obtenues dernièrement sur les forages effectués au cours de l'hiver, on a identifié la nature des sols en présence. Il est à noter qu'en général, le lit du chenal nord est composé d'une épaisse couche de sable gris, avec trace de silt ou de gravier de densité moyenne pour les premiers 100' à une

densité forte pour les couches plus profondes. On remarquera au trou #3 deux importantes couches d'argile. On retrouve à la fig. 6.4 les résultats communiqués à date concernant ces forages.

6.0.7.2 Selon les forages extérieurs

D'après les forages effectués par l'Hydro-Québec pour les assises des tours à 735KV et le Gouvernement du Québec pour les viaducs de l'autoroute 40 et 140, et montrés a la fig. 6.2, on peut confirmer que le lit du chenal nord est formé d'une épaisse couche de sable gris uniforme variant de 100' à 200', sauf sur les battures de l'Ile d'Orléans où le roc se retrouve presqu'en surface.

6.0.7.3 Renseignements à venir

Les résultats des essais en laboratoire des échantillons des forages ne sont pas encore disponibles, les forages ayant été terminés dans le milieu de mars. Ces résultats seront compilés prochainement pour compléter l'évaluation des sols et du roc quant à leurs propriétés mécaniques et physiques. Nous aurons à ce moment une assez bonne connaissance préliminaire du sol pouvant servir aux fondations. Cependant, il serait probablement bon de la compléter de la façon expliquée ci-après.

6.1 PLAN DE RECONNAISSANCE POUR LA PROCHAINE ETAPE

6.1.1 Reconnaissance préliminaire à compléter

Pour compléter le programme de reconnaissance préliminaire, il resterait quelques travaux à effectuer dans le chenal nord, soit:

- 3 profils séismiques dans les lignes de forages
- 1 forage de contrôle dans la ligne 3

Cependant, si les essais sur échantillons révèlent une capacité portante suffisante du sol pour y asseoir les fondations, le profil séismique pourrait être abandonné dans la ligne 1, car on prévoit d'après les forages que le roc est situé à très grande profondeur sur presque toute la longueur de cette ligne.

Pour le chenal sud, une capacité portante du sol équivalente à celle du chenal nord peut être assumée. De même, une capacité de roc supérieure à celle du chenal nord, selon les informations géologiques obtenues, peut être avancée pour le chenal sud. Cependant, des informations plus précises devraient être obtenues lors de l'étude des structures.

6.1.2 Prochaine étape

Lors de la prochaine étape, alors qu'un axe préférentiel sera défini, d'autres renseignements complémentaires devront être compilés.

En particulier, il faudrait recueillir des échantillons de roc dans le chenal sud à l'endroit envisagé comme fondation des piles de pont (s'il y a lieu).

A ce moment, on obtiendra une stratigraphie du sol et les informations sur les propriétés physiques et mécaniques du sol. De même, il serait nécessaire de forer jusqu'au niveau du tunnel proposé (s'il y a lieu), afin d'envisager un peu les problèmes géologiques qui pourraient survenir lors de la construction. Un profil géophysique serait un outil indispensable à l'estimation d'un tunnel. Nous référons le lecteur à la section "tunnel" de ce rapport pour plus de détails sur cet item.

Dans le chenal nord, selon l'axe choisi, il y aura lieu d'évaluer la pertinence de d'autres forages, en particulier aux assises des piles de pont. De même, dans le cas d'une jetée, la nécessité d'autres forages peut s'avérer essentielle.

A ce moment-ci, un programme définitif des forages à effectuer ne peut être arrêté, étant donné que ces derniers sont liés aux choix effectués à ce stade-ci.

LÉGENDE

NOTE

ÉQUIDISTANCE DES COURBES DU TERRAIN 10 MÈTRES, COTÉES PAR RAPPORT AU NIVEAU DE RÉFÉRENCE S.C.G.

ÉQUIDISTANCE DES COURBES DE PROFONDEUR D'EAU 5 MÈTRES, COTÉES PAR RAPPORT AU NIVEAU DE RÉFÉRENCE DES CARTES HYDROGRAPHIQUE (CHART DATUM)

SOURCE CARTES PLANI-TOP MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS
CARTES BATHYMÉTRIQUE SERVICE HYDROGRAPHIQUE DU CANADA

N

PIEDS 0 1000 2000 4000 6000

MÈTRES 0 500 1000 2000

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

ETUDE SUR LA POSSIBILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT, VIA L'ILE D'ORLÉANS.
GÉOTECHNIQUE (76-305)

BATHYMÉTRIE ET TOPOGRAPHIE

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS-CONSEILS

PRÉPARÉ PAR	DATE
DESSINÉ PAR	PLAN N° FIG. 6.1
APPROUVÉ PAR	

LÉGENDE

ÉQUIDISTANCE DES COURBES DU ROC DANS LE FLEUVE 25 PIEDS, COTÉE EN-DESSOUS DU NIVEAU DE RÉFÉRENCE S.C.G.

- Compagnie Nationale De Forage & De Sondage Inc. Pour Vandry Jobin et Ass.
- FORAGES - Ministère Des Transports (Gouv. Du Québec)
- FORAGES - Hydro - Québec

COMPAGNIE NATIONALE DE FORAGE & DE SONDAGE INC.

NO	ÉLÉV ROC	NO	ÉLÉV ROC	NO	ÉLÉV ROC
1	-195	4	-15'	7	-2'
2		5		8	Plus Profond -80'
3	-204'	6	-149	9	Plus Profond -67'

FORAGES - MINISTERE DES TRANSPORTS Gouvernement Du Québec

NO	Nombre De Forages	ÉLÉV ROC	NO	Nombre De Forages	ÉLÉV ROC
12			13	1 FORAGE	Plus Profond -116'
14	1 FORAGE	Plus Profond -108'	15	1 FORAGE	-56'
16			17	1 FORAGE	-2'
18	7 FORAGES	+1' @ +4'	19	6 FORAGES	+ 2' @ + 4
20	6 FORAGES	+2' @ + 6'	21	1 FORAGE	Plus Profond - 155'

FORAGES - HYDRO-QUÉBEC

NO	Nombre De Forages	ÉLÉV ROC
10	4 FORAGES	-6'
11	4 FORAGES	+ 2'

NOTE : NIVEAU DE REFERENCE S.G.C.

N

SOURCE : MINISTÈRES DES TERRES ET FORETS & DE LA VOIRIE

PIEDS 0 1000 2000 4000 6000

MÈTRES 0 500 1000 2000

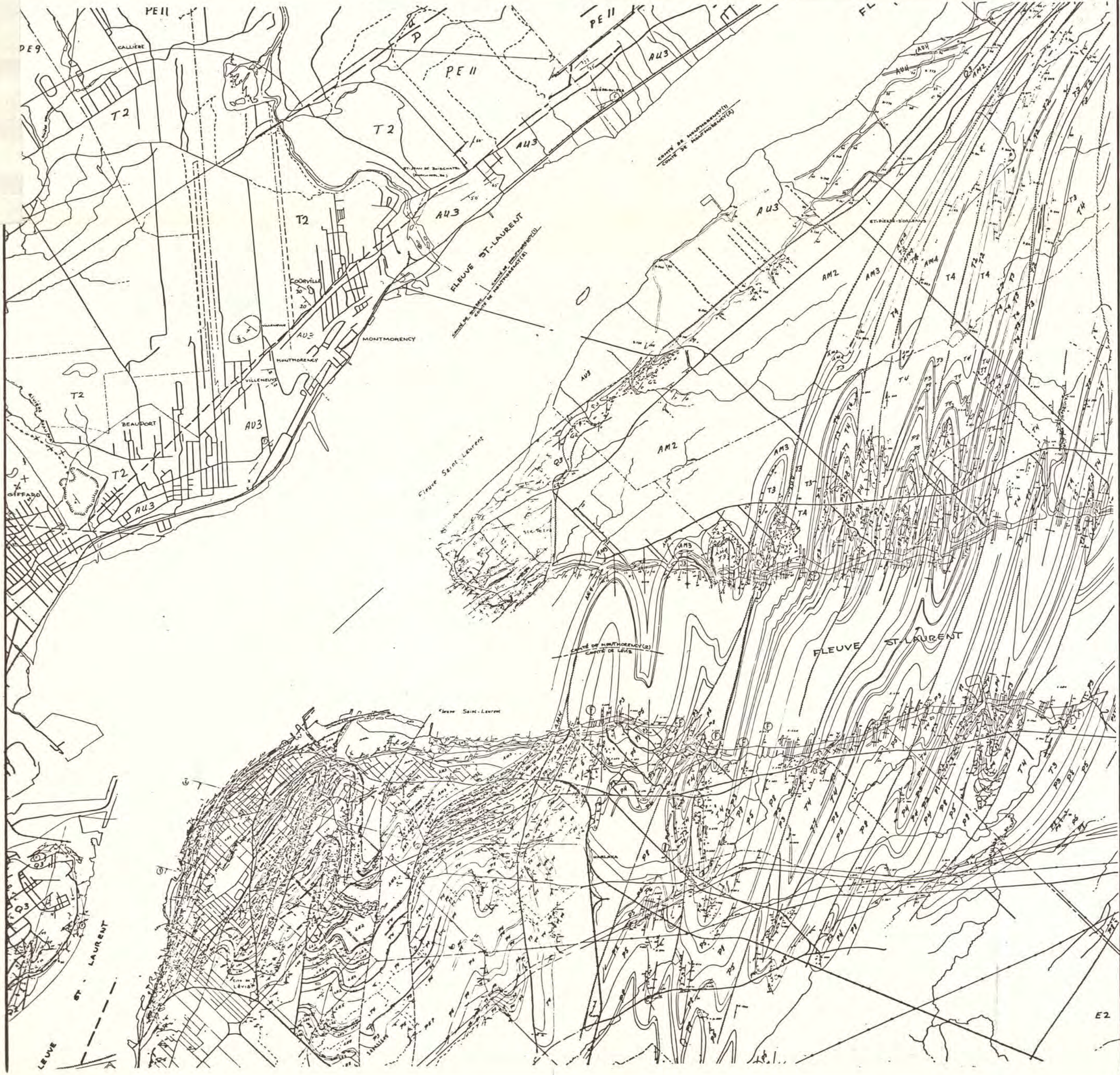
MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

ETUDE SUR LA POSSIBILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT, VIA L'ILE D'ORLÉANS.
GÉOTECHNIQUE (76-305)

SOCLE ROCHEUX

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS-CONSEILS

PRÉPARÉ PAR	DATE
DESSINÉ PAR	PLAN N° FIG. 6.2
APPROUVÉ PAR	



LÉGENDE

FORMATION DE ST.-AUGUSTIN

- AU_3 SHALE CALCAIREUX AVEC DES INTERLITS DE GRÈS CALCAIREUX, FRIABLE, DE MOINS DE 1 M. D'ÉPAISSEUR

NAPPE DU PROMONTOIRE DE QUÉBEC

- Q_3 CALCAIRE ARGILEUX OU SHALE CALCAIREUX AVEC QUELQUES INTERLITS DE SHALE GRIS FONCÉ ET DE CALCARÉNITE
- C_2 SHISTES CALCAIRE ARGILEUX SHALE CALCAIREUX CALCARÉNITE

ÉCAILLE DE STE-PÉTRONILLE

- LE_5 ALTERNANCE DE MUDSTONE DOLOMITIQUE VERT ET DE MUDSTONE MICACÉ GRIS FONCÉ EN LIT DE ¼" À 12" SHALE VERT CALCISILTITE CALCARÉNITE
- LE_4 SHALE VERT AVEC INTERLITS DE MUDSTONE DOLOMÉTIQUE VERT DE CALCARÉNITE ET DE CALCISILTITE
- LE_3 CONGLOMÉRAT CALCAIRE ET GRÈS CALCAIRE

NAPPE DE BACCHUS

FORMATION ANSE MARANDA

- AM_4 GRÈS GLAUCONIEUX
- AM_3 GRÈS GLAUCONIEUX SHISTEUX
- AM_2 MUDSTONE GLAUCONIEUX

FORMATION DU TROU ST.-PATRICE

- T_4 SHALE GRIS FONCÉ AVEC LIT DE CALCAIRE CALCARÉNITE ET CALCISILTITE DE MOINS DE 1 PIED D'ÉPAISSEUR
- T_3 SHALE GRIS FONCÉ AVEC LIT DE CALCAIRE CALCARÉNITE ET DE GRIS CALCAIREUX DE 2" À 2'-0" D'ÉPAISSEUR
- T_2 CONGLOMÉRAT CALCAIRE

FORMATION DE LA POINTE DE LA MARTINIÈRE

- P_8 MUDSTONE ROUGE QUELQUES INTERLITS DE MUDSTONE OU SHALE VERT
- P_6 ALTERNANCE DE MUDSTONE DOLOMÉTIQUE VERT ET DE SHALE VERT
- P_5 ALTERNANCE DE MUDSTONE DOLOMÉTIQUE VERT ET DE MUDSTONE MICACÉ GRIS FONCÉ EN LIT DE ¼" A 12" SHALE VERT
- P_4 SHALE VERT AVEC QUELQUES INTERLITS DE MUDSTONE ROUGE ET VERT
- P_1 CONGLOMÉRAT

SOURCE :

GÉOLOGIE DE LA VILLE DE QUÉBEC
MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES

N

PIEDS 0 1000 2000 4000 6000

MÈTRES 0 500 1000 2000

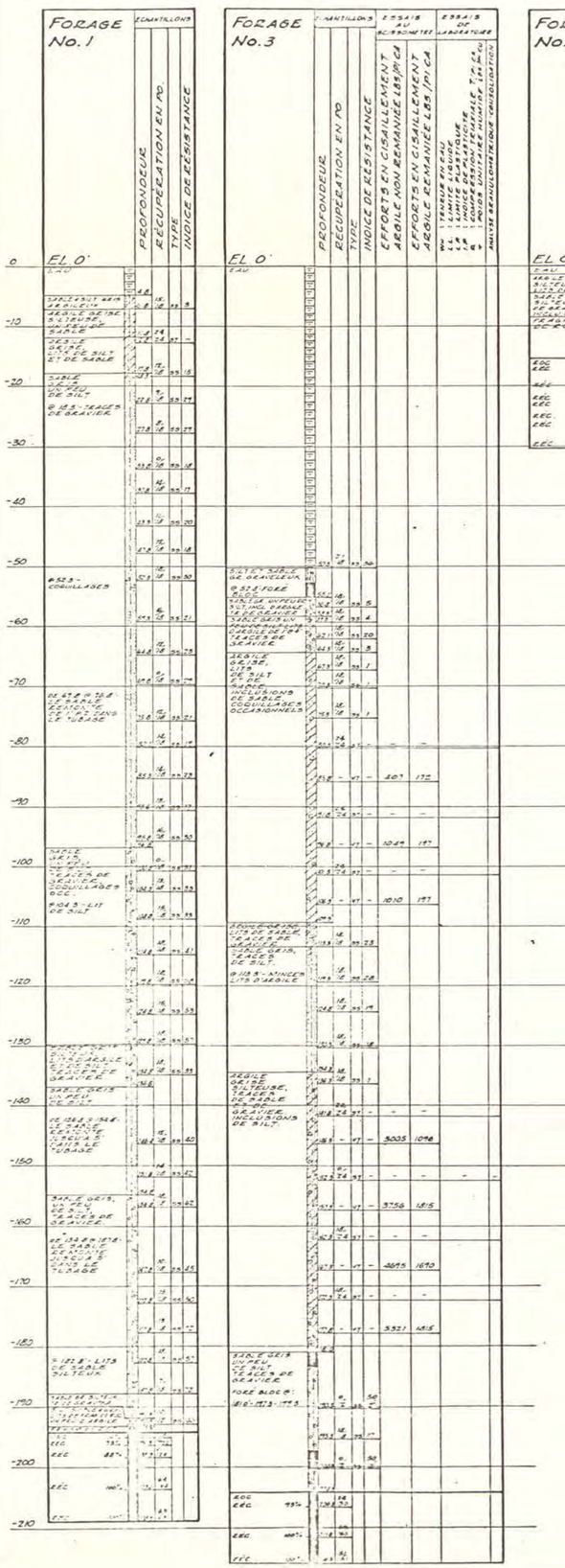
MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

ETUDE SUR LA POSSIBILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT, VIA L'ILE D'ORLÉANS. GÉOTECHNIQUE (76-305)

CARTE GÉOLOGIQUE

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS-CONSEILS

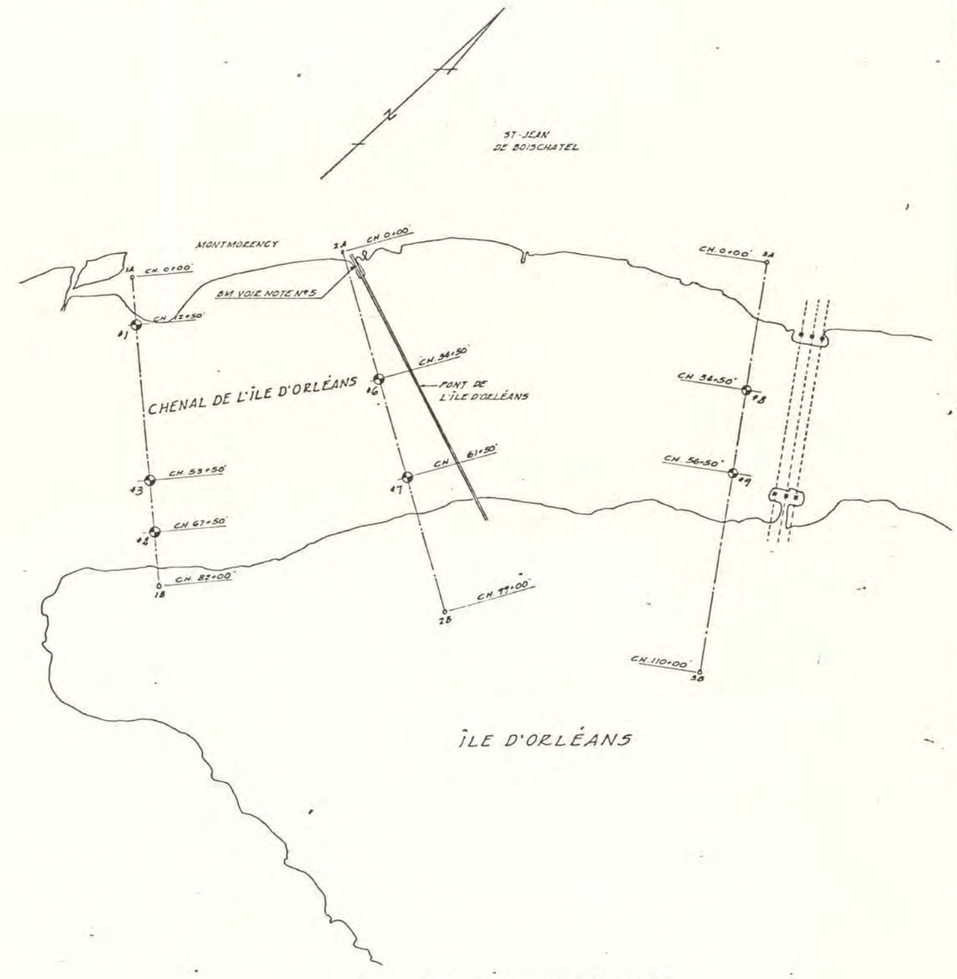
PRÉPARÉ PAR	DATE
DESSINÉ PAR	PLAN N° FIG. 6.3
APPROUVÉ PAR	



NOTE: LES ÉLÉVATIONS DES FORAGES NOS 8 ET 9 SONT APPROXIMATIVES.

TABLEAU DES FORAGES

1" = 10'



LOCALISATION DES FORAGES

1: 20 000 ±

NOTES:

1° L'IDENTIFICATION DES COUCHES DE TERRAIN PROVIENT DE L'EXAMEN VISUEL DES ÉCHANTILLONS.

2° INDICE DE RÉSISTANCE: NOMBRE DE COUPS NÉCESSAIRES POUR ENFONCER LE DERNIER PIED DE L'ÉCHANTILLONNEUR STANDARD (CUILLÈRE FENDUE DE 2 PO. DE DIAMÈTRE). ÉNERGIE DE 4 200 LB-PO.

3° LA LOCALISATION DES FORAGES FUT FOURNIE PAR: MM. VANDRY, JOBIN ET ASSOCIÉS, INGÉNIEURS-CONSEILS.

4° LES ÉCHANTILLONS SERONT CONSERVÉS POUR UNE PÉRIODE D'UN AN.

5° REPÈRE BM (GÉODÉSIQUE) EL. 27.951': PLAQUE 5"-5" DANS LE TROTTOIR CÔTÉ SUD-OUEST DU PONT DE L'ÎLE D'ORLÉANS, SITUÉE À 6' DU GARDE-CORPS ET À 7.5' DE L'ASPHALTE, AU NIVEAU DE LA CULÉE RIVE NORD.

6° LE ROC FUT FORÉ À L'AIDE D'UN CAROTTIER DE CALIBRE "AXT" & "BXL" DIAMÈTRE DES CAROTTES: 1 5/8" & 1 5/8" RESPECTIVEMENT.

7° SS: (SPLIT SPOON) CUILLÈRE FENDUE.
VT: (VANE SHEAR TEST) ESSAI AU SCISSOMÈTRE.
ST: (SHELBY TUBE) TUBE SHELBY.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DES TRANSPORTS

COMPAGNIE NATIONALE DE FORAGE ET SONDAGE INC.
1130 ouest, rue sherbrooke, montréal H3A 2R5

DESSINÉ PAR: M BARCELO
APPROUVÉ PAR: Roland Charbonneau ing.
VÉRIFIÉ PAR: Henri Martyn ing.

NATURE	DATE	PAR
REVISION		

HOR. ---------
VERT. ---------
ÉCHELLE: INDIQUÉE
DOSSIER: 4796-10
DATE: MARS 1977

MUNICIPALITÉ: MONTMORENCY
CIRCONSCRIPTION ÉLECTORALE
COMTÉ MUNICIPAL

PROJET: 76-305
PLAN
CONTRAT

TRAVERSÉE DE L'ÎLE D'ORLÉANS
RIVE NORD

PLAN DES FORAGES

Fig. 6.4

CHAPITRE VII

H Y D R A U L I Q U E

7.0 LA SITUATION

La section hydraulique accuse un retard très net sur le reste de l'étude. Ce retard est principalement dû au fait que nous n'avons pu avoir de réponse du Ministère des Transports Fédéral quant à l'utilisation de deux modèles essentiels aux essais en laboratoire. Ces deux modèles sont les suivants:

1°: Le modèle principal à fond fixe (1/600 en plan et 1/150 en hauteur) limité à la région immédiate de Québec et propriété du Ministère des Transports Fédéral.

2°: Le modèle d'ensemble à fond mobile (1/10,000 en plan et 1/150 en hauteur) couvrant le territoire du lac St-Pierre à l'Ile aux Coudres et propriété du Ministère des Transports Fédéral.

D'autre part, il est à souligner que le Conseil National de la Recherche à Ottawa par l'entremise de Monsieur Joe Ploeg, directeur du Laboratoire d'Hydraulique, a confirmé de mettre à notre disposition le troisième modèle qui est un modèle à plus grande échelle que les deux précédents, mais à fond fixe. Ce modèle servira surtout à contrôler les indications du modèle à

à fond mobile en ce qui touche la marée (pour les dispositions définitives adoptées).

Cependant, il est à noter que la majeure partie de l'étude repose sur le premier modèle (i.e. 1/600 X 1/150) qui permettra en particulier d'évaluer les conséquences directes des aménagements alors que les deuxième et troisième modèles ne seront utilisés qu'à des fins de contrôle des conséquences indirectes.

Donc, il s'avère, à ce moment-ci, absolument essentiel de confirmer positivement la permission d'utiliser les modèles du Ministère des Transports Fédéral, de façon à ne pas retarder davantage le déroulement de l'étude, car la section hydraulique est essentielle à l'étaiement des autres sections.

Enfin, tout le programme des essais devant être effectués sur ces trois modèles est élaboré et prêt à démarrer dès que le Ministère des Transports Fédéral donne son approbation. Cette approbation est de la plus haute importance, car nous n'envisageons et ne recommandons pas la construction d'un nouveau modèle, étant donné l'existence de ces modèles.

7.1 LES ETUDES HYDRAULIQUES

Les études hydrauliques sont de deux types:

1°: Les études "locales"

2°: Les études "relatives à l'aménagement"

Le premier type d'études, les études "locales", s'attarderont particulièrement aux effets de l'eau et de la glace sur les ouvrages, par exemple, au niveau des piles ou des jetées. Ces études examineront la résistance à l'eau, à la glace, à l'érosion, aux alluvions et à l'effet des marées sur les structures.

Le deuxième type d'études consiste à effectuer des essais relatifs à l'aménagement, c'est-à-dire, des essais examinant les effets produits sur le St-Laurent par l'implantation de structures que sont un pont, un tunnel ou une jetée.

A titre de cadrage pour la deuxième phase, nous présentons par la suite des programmes d'essais sur modèle réduit de différents types de structure pour la traversée du St-Laurent qui seront effectués dès que le Ministère des Transports Fédéral aura signifié la possibilité de démarrer.

7.2 BUT DES ESSAIS SUR MODELE REDUIT

Reproduire les conditions hydrauliques résultant de la mise en place de différents types de structure dans les Bras Nord et Sud de l'Ile d'Orléans, afin de choisir le type de structure et de corridor qui minimise les impacts hydrauliques et qui en même temps minimise les coûts d'investissement. Cette vérification sur modèle réduit se situe au niveau de l'avant-projet préliminaire et doit être interprétée comme étant un des critères de sélection qui permettra

de retenir les solutions de liens les plus valables au point de vue technique et les plus rentables au point de vue économique.

7.3 PRINCIPAL MODELE UTILISE

Le principal modèle utilisé est le modèle du port de Québec, propriété de Transport Canada, localisé dans les laboratoires de ce ministère à Ville La Salle, et dont l'opération est actuellement effectuée par le personnel du Laboratoire d'Hydraulique La Salle.

Le modèle reproduit la zone comprise entre l'amont immédiat du Pont de Québec et un axe passant légèrement à l'aval de la ligne de 735KV de l'Hydro-Québec sur l'Ile d'Orléans. Le modèle est à fond fixe, avec une distortion de 4 (v = 1:150, H = 1:600).

Le modèle est actuellement calibré pour reproduire une marée forte moyenne de 17 pieds avec un débit d'apport d'eau du St-Laurent à l'entrée du modèle de 350,000 pi^3/s. La calibration est faite en respectant tant les niveaux que les courants naturels.

7.4 PROGRAMME DES ESSAIS

A la lumière des différents corridors et des différents types de structure retenus à l'étape de l'avant-projet préliminaire, un programme d'essai sur modèle a été défini qui prévoit les phases suivantes:

7.4.1 Remise en état de marche du modèle

- Corrections du modèle pour le ramener représentatif de l'état actuel et mise en eau du modèle (1 semaine).

- Calibration du modèle suivant les critères utilisés lors de l'étude du Port de Québec (2 semaines).

- Définition de l'état actuel de référence au point de vue niveaux, débits et courants (1 semaine).

7.4.2 Essais des différentes alternatives

7.4.2.1 Alternatives dans le Bras Sud de l'Ile d'Orléans

Vérification de l'influence de l'implantation d'un pont suspendu avec espacement de piles de 2,500 et 5,000 pieds sur trois corridors distincts (1,2A et 3), en susposant d'une part que le Bras Nord de l'Ile d'Orléans est complètement formé par une digue dans l'axe 2, ou d'autre part, que le lien Québec - Ile d'Orléans se compose d'un pont sur pile dans l'axe 2.

Cette étape-ci se compose donc de 12 essais.

Pour la première série de 6 essais, les résultats seront formulés sous forme de cartes de vitesses et de courants, sous forme d'observation sur l'alignement des piles, avec écoulement en eau libre.

Pour la deuxième série de 6 essais, le modèle reproduira l'écoulement avec glace. Les résultats donneront les caractéristiques de l'écoulement avec glace en fonction de l'espacement entre les piles du pont suspendu.

Ces douze essais dureront 3 semaines. Advenant que des alternatives autres que le pont suspendu soient testées (ex.: pont suspendu avec digue d'approche), il faut compter 3 semaines supplémentaires par alternative.

7.4.2.2 Alternatives dans le Bras Nord de l'Ile d'Orléans

Vérification de l'influence de l'implantation de trois variantes de structure dans trois corridors différents (1, 2 et 3) dans le Bras Nord de l'Ile d'Orléans. Les variantes de structure sont: digue complète, digue et pont, pont sur piles.

Les résultats devraient être présentés sous forme de carte des vitesses, répartition des débits, analyse du mouvement des glaces dans le chenal sud et la région portuaire, analyse de la sédimentation avec une digue à fermeture partielle ou totale.

Un test sur le mini-modèle (CNR-Ploeg) devrait compléter l'analyse sédimentologique.

Le temps requis pour cette phase des essais est de 5 semaines.

7.4.3 Analyse des résultats acquis

A l'étape 7.4.2, le Laboratoire transmet à l'Ingénieur-Conseil, sous forme de lettres et de croquis au brouillon les résultats des différents essais à mesure qu'ils sont acquis. A cette étape-ci, l'Ingénieur-Conseil fait connaître la ou les solutions les plus intéressantes au point de vue technique et économique qui méritent d'être analysées en détails sur le modèle réduit.

7.4.4 Essais détaillés des solutions optimales

Le but de ces essais est de raffiner davantage l'analyse sur des impacts hydrauliques des solutions qui présentent les meilleures chances de succès.

A cette étape, le modèle devrait permettre d'optimiser davantage l'espacement entre les piliers pour le lien Ile d'Orléans - Lévis et aussi optimiser la solution digue-pont dans le Bras Nord. Ces essais peuvent comprendre aussi la simulation d'autres débits et d'autres cycles de marée pour reproduire des conditions extrêmes.

Le programme à cette étape-ci ne peut être davantage défini sans connaître les résultats des essais de la phase 7.4.2. Cependant, il semble raisonnable de prévoir une durée d'essai de un à deux mois, plus quatre semaines pour la préparation et la rédaction du rapport sur ces essais.

7.5 CONCLUSION

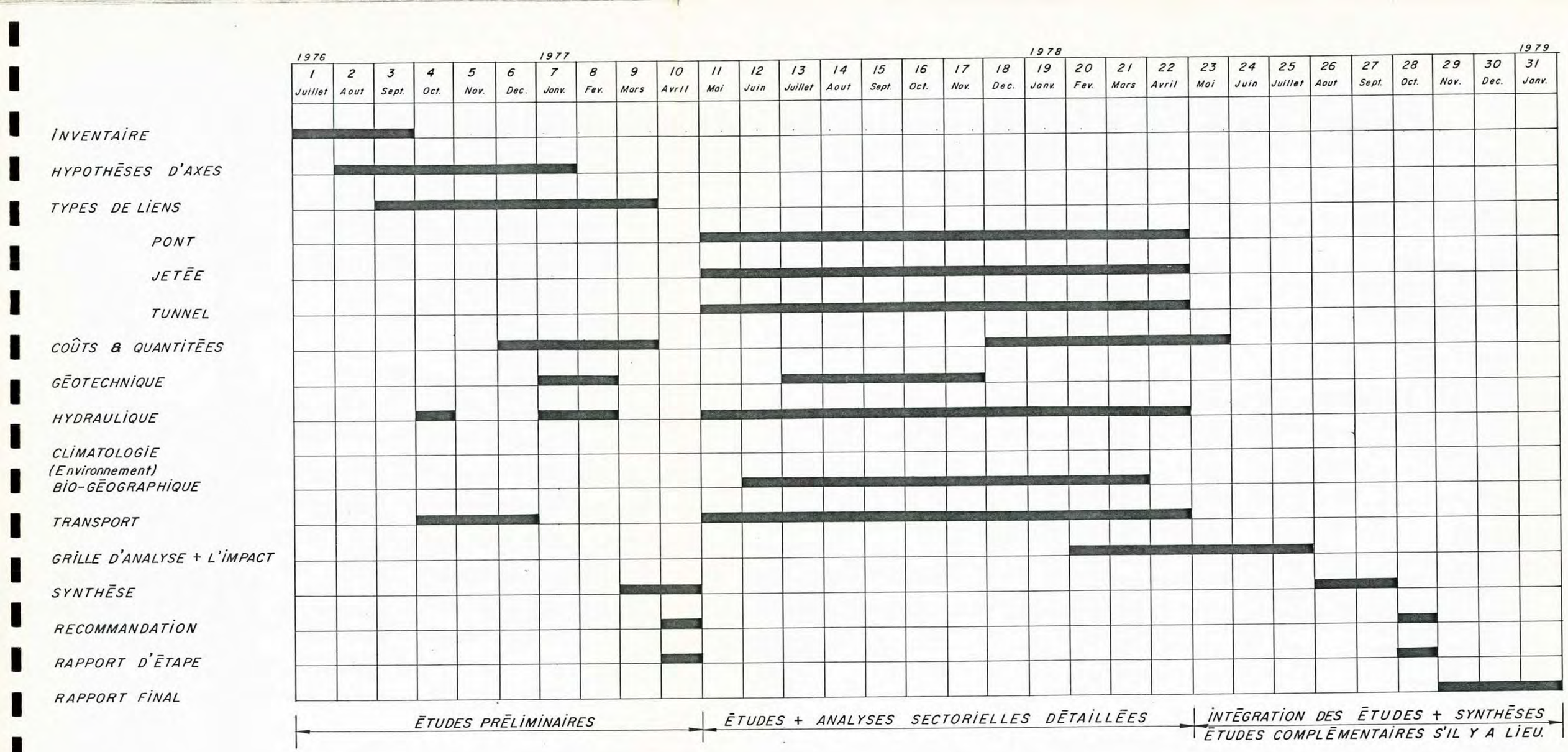
La conclusion de cette section, c'est évidemment de poursuivre les démarches et négociations avec le Ministère des Transports Fédéral, afin d'obtenir la mise en disposition des modèles réduits nécessaires aux essais.

CHAPITRE VIII

E C H E A N C I E R

Le lecteur retrouve à la page suivante le nouvel échéancier qui a été élaboré en tenant compte des travaux réalisés jusqu'à présent.

A date, le projet accuse un retard d'environ un mois sur l'échéancier prévu initialement. La prochaine phase devrait normalement rencontrer l'échéancier proposé.



ÉCHÉANCIER CORRIGÉ - AVRIL 1977

CHAPITRE IX

C O N C L U S I O N - R E C O M M A N D A T I O N

Le présent document, ce qui a été convenu d'appeler le rapport d'étape, présente l'état des travaux effectués au cours de cette phase d'études préliminaires.

Dans une deuxième étape, le travail débouchera sur les études et les analyses sectorielles détaillées qui permettront de préciser davantage au point de vue technique. En effet, cette prochaine étape consiste à étudier et à analyser plus en détails, afin que les résultats permettent une prise de décision la plus rationnelle possible, étant donné l'envergure et la complexité du projet concerné.

Donc, à ce moment-ci, une prudence s'impose quant au choix définitif d'une option, étant donné que même si certaines alternatives semblent plausibles, il n'en demeure pas moins que ces avancées devront être vérifiées par les études et analyses sectorielles détaillées appuyées par le modèle d'optimisation.

A ce stade-ci, aucune conclusion générale ne saurait être élaborée vu que le lecteur retrouve dans chaque chapitre les conclusions propres au chapitre traité ainsi qu'une évaluation de la poursuite du travail. Cependant, nos principales recommandations pour ce rapport d'étape concernent cinq sujets en particulier:

1°: La mise en disposition des données ainsi que le rapport d'environnement et d'aménagement du territoire devant être publié au début d'avril par le Service de Géographie du Ministère des Transports du Québec.(réf. Chap. III).

2°: La réponse du Ministère des Transports Fédéral quant à l'utilisation de deux modèles hydrauliques essentiels aux essais en laboratoire. (réf. Chap. VII).

3°: Les négociations menant à une entente au sujet des gabarits tant sur le Bras Nord que sur le Bras Sud. (réf. Chap. IV).

4°: La mise en disposition des documents encore manquants et identifiés comme tels. (réf. Chap. II).

5°: Des travaux de forages et sondages supplémentaires devront être réalisés afin de concrétiser les propositions déjà mises de l'avant. (réf. Chap. V).

Enfin, le choix arrêté sur la faisabilité d'une structure, tant sur le Bras Nord que sur le Bras Sud, dépend grandement des exigences pour les dégagements (horizontal et vertical) qui sont des variables contrôlantes lors de dimensionnement préliminaire. Dans cette première étape, nous avons présenté les types de structures ayant une possibilité de réalisation. Reste maintenant à voir de quelle façon la meilleure solution peut être élucidée.

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
Ministère des Transports du Québec

étude sur la faisabilité d'un lien entre la rive nord et la rive sud du fleuve saint-laurent via l'ile d'orléans

RAPPORT FINAL

Volume I **Texte**

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

Québec

CANQ
TR
606
V.1

Mai 1979

429969

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
21e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
Ministère des Transports du Québec

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
JUIL 17 1981
TRANSPORTS QUÉBEC

étude sur la faisabilité d'un lien entre la rive nord et la rive sud du fleuve saint-laurent via l'ile d'orléans

RAPPORT FINAL

Volume I Texte

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

Québec

CANQ
TR
606
V.1

Mai 1979

TABLES DES MATIERES

Liste des tableaux..... p. ix

Liste des figures..... p. xii

CHAPITRE I: INTRODUCTION

1.1 Le mandat.....p. 1.1

1.2 Les modifications au mandat original.....p. 1.4

CHAPITRE II: INVENTAIRES

2.1 But de l'inventaire .....p. 2.1

2.2 Méthodologie .....p. 2.2

2.3 Regroupement des renseignements .....p. 2.2

2.3.1 Cartographie .....p. 2.2
2.3.2 Rapports d'études.....p. 2.3
2.3.3 Exigences et réglementations.....p. 2.3
2.3.4 Informations diverses.....p. 2.4

2.4 Inventaire des barrières physiques.....p. 2.5

CHAPITRE III: DESCRIPTION DU SITE

3.1 Le territoire d'étude.....p. 3.1

3.2 Le climat.....p. 3.1

3.2.1 La température .....p. 3.1
3.2.2 Les précipitations.....p. 3.2
3.2.3 Les vents .....p. 3.3

3.3 Hydrologie du fleuve.....p. 3.3

3.3.1 Les profils .....p. 3.3
3.3.2 Les marées .....p. 3.4
3.3.3 Les courants.....p. 3.4
3.3.4 Evaluation du débit.....p. 3.5
3.3.5 Vagues.....p. 3.5
3.3.6 Glaces.....p. 3.5
3.3.7 Température et densité de l'eau.....p. 3.5

3.4 Géomorphologie .....p. 3.6

3.4.1 Topographie de la zone étudiée .....p. 3.6
3.4.2 Bathymétrie.....p. 3.7
3.4.3 Socle rocheux.....p. 3.8

3.5 Géologie .....p. 3.9

3.5.1 Lithologie.....p. 3.9
3.5.2 Géologie structurale.....p. 3.12
3.5.3 Capacité portante de la roche.....p. 3.15

3.6 Nature du sol.....p. 3.15

3.6.1 Sondages.....p. 3.15
3.6.2 Stratigraphie.....p. 3.16
3.6.3 Essais de chantier et de laboratoire.....p. 3.17
3.6.4 Propriétés mécaniques.....p. 3.21
3.6.5 Réseau d'arpentage, chenal nord.....p. 3.21

CHAPITRE IV: DONNEES DE BASE

4.1 Charges vives .....p. 4.1

4.2 Dimensions des chaussées.....p. 4.1

4.2.1 Lien à six voies.....p. 4.1
4.2.2 Lien à deux voies, chenal nord.....p. 4.2

4.3 Réseau routier.....p. 4.3

4.4 Alignement horizontal et vertical.....p. 4.3

4.4.1 Pentes .....p. 4.3
4.4.2 Courbes.....p. 4.3

4.5 Dégagements des chenaux.....p. 4.4

CHAPITRE V: CHENAL NORD

5.1 Formulation des hypothèses de base.....p. 5.1

5.1.1 Cadrage de la zone d'étude.....p. 5.1

5.1.1.1 Avantages.....p. 5.2
5.1.1.2 Désavantages.....p. 5.3
5.1.1.3 Particularités inhérentes.....p. 5.4

5.1.2 Choix des liens proposés .....p. 5.5

5.1.3 Critères de sélection des axes.....p. 5.5

5.2 Identification des axes proposés.....p. 5.6

5.3 Jetées.....p. 5.9

5.3.1 Analyse.....p. 5.9
5.3.2 Construction des jetées.....p. 5.9
5.3.3 Choix de la houle de dimensionnement.....p. 5.10
5.3.4 Elevation minimum de la crête des jetées.....p. 5.10
5.3.5 Conditions de fondations.....p. 5.11
5.3.5.1 Procédure.....p. 5.12
5.3.5.2 Description du terrain.....p. 5.12
5.3.6 Recommandations quant au site.....p. 5.12
5.3.7 Structure des jetées à talus en enrochement.....p. 5.14
5.3.8 Section Type - Jetée.....p. 5.16
5.3.9 Séquence de construction.....p. 5.17
5.3.10 Quantités requises de matériaux.....p. 5.17
5.3.11 Estimation des coûts.....p. 5.18
5.3.12 Conclusion.....p. 5.20

5.4 Jetées partielles avec pont.....p. 5.21

5.4.1 Jetée partielle.....p. 5.21
5.4.2 Pont à haubans.....p. 5.21
5.4.2.1 Introduction .....p. 5.21
5.4.2.2 Description du pont.....p. 5.22
5.4.2.2.1 Superstructure.....p. 5.22
5.4.2.2.2 Pylônes.....p. 5.25
5.4.2.2.3 Câbles.....p. 5.26
5.4.2.2.4 Stabilité aérodynamique.....p. 5.27
5.4.2.2.5 Infrastructure et fondation.....p. 5.28
5.4.2.3 Méthodes de construction.....p. 5.29
5.4.2.3.1 Montage par lancement.....p. 5.29
5.4.2.3.2 Méthode à l'avancement à partir des piles..p. 5.30
5.4.2.3.3 Problèmes posés par le montage à l'avancement...p. 5.30
5.4.2.4 Entretien des ouvrages haubannés.....p. 5.31
5.4.2.5 Evaluation des axes.....p. 5.31
5.4.2.6 Estimation des coûts.....p. 5.34
5.4.2.7 Conclusion.....p. 5.34

5.4.3 Pont en encorbellement .....p. 5.39
5.4.3.1 Introduction .....p. 5.39
5.4.3.2 Description du pont.....p. 5.39
5.4.3.2.1 Superstructure.....p. 5.39
5.4.3.2.2 Infrastructure et fondation.....p. 5.41
5.4.3.3 Méthodes de construction .....p. 5.41

5.4.3.4 Evaluation des axes....p. 5.44
5.4.3.5 Estimation des coûts....p. 5.45
5.4.3.6 Description d'un pont à deux voies....p. 5.45
5.4.3.6.1 Superstructure....p. 5.45
5.4.3.6.2 Infrastructure et fondation....p. 5.46
5.4.3.6.3 Estimation des coûts....p. 5.46
5.4.3.7 Conclusion....p. 5.46

5.4.4 Pont à poutres caissons en acier avec dalle orthotrope....p. 5.53
5.4.4.1 Introduction....p. 5.53
5.4.4.2 Description de la superstructure....p. 5.53
5.4.4.3 Estimation des coûts....p. 5.57
5.4.4.4 Conclusion....p. 5.58

5.5 Pont couvrant la largeur du chenal....p. 5.61

5.5.1 Portées centrales....p. 5.61
5.5.2 Portées d'approches....p. 5.61
5.5.2.1 Superstructure des portées d'approches....p. 5.61
5.5.2.1.1 Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint et dalle composite en béton armé....p. 5.61
5.5.2.1.1.1 Introduction....p. 5.61
5.5.2.1.1.2 Section transversale....p. 5.62
5.5.2.1.1.3 Description de la superstructure....p. 5.63
5.5.2.1.1.4 Méthode de construction....p. 5.66
5.5.2.1.1.5 Avantages et désavantages de ce type de superstructure....p. 5.66
5.5.2.1.1.6 Axe préférentiel....p. 5.67
5.5.2.1.1.7 Estimation des coûts....p. 5.68
5.5.2.1.1.8 Conclusion....p. 5.69
5.5.2.1.2 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite....p. 5.74
5.5.2.1.2.1 Introduction....p. 5.74
5.5.2.1.2.2 Solutions considérées et celles retenues....p. 5.74
5.5.2.1.2.3 Matériaux et codes utilisés....p. 5.75
5.5.2.1.2.4 Description de la superstructure....p. 5.75
5.5.2.1.2.4.1 Caractéristiques générales....p. 5.75
5.5.2.1.2.4.2 Ponts jumelés à trois voies par pont....p. 5.78
5.5.2.1.2.4.3 Pont simple à deux voies plus un trottoir....p. 5.80
5.5.2.1.2.5 Méthode de construction....p. 5.81
5.5.2.1.2.6 Avantages et désavantages....p. 5.81

5.5.2.1.2.7 Axe préférentiel.....p. 5.82
5.5.2.1.2.8 Estimation des coûts.....p. 5.83
5.5.2.1.2.9 Conclusion.....p. 5.84
5.5.2.1.3 Ponts à poutres assemblées en acier...p. 5.89
5.5.2.1.3.1 Introduction.....p. 5.89
5.5.2.1.3.2 Description de la superstructure.....p. 5.90
5.5.2.1.3.3 Méthode de construction....p. 5.93
5.5.2.1.3.4 Avantages et désavantages..p. 5.93
5.5.2.1.3.5 Axe préférentiel.....p. 5.94
5.5.2.1.3.6 Estimation des coûts.....p. 5.95
5.5.2.1.3.7 Conclusion.....p. 5.96
5.5.2.2 Infrastructure des portées d'approches.....p. 5.98
5.5.2.2.1 Introduction.....p. 5.98
5.5.2.2.2 Solutions envisagées.....p. 5.99
5.5.2.2.2.1 Types de piliers.....p. 5.99
5.5.2.2.2.2 Types de fondations.....p. 5.99
5.5.2.2.3 Propositions retenues pour fins d'estimation des coûts.....p. 5.103
5.5.2.2.3.1 Piliers retenus.....p. 5.103
5.5.2.2.3.2 Fondations.....p. 5.105
5.5.2.2.4 Mise en oeuvre de l'infrastructure....p. 5.108
5.5.2.2.4.1 Les batardeaux.....p. 5.108
5.5.2.2.4.2 Batardeaux en enrochement..p. 5.109
5.5.2.2.4.3 Batardeaux en palplanches d'acier.....p. 5.110
5.5.2.2.4.4 Construction sans batardeaup. 5.113
5.5.2.2.5 Estimation des coûts.....p. 5.114
5.5.2.2.5.1 Eléments principaux.....p. 5.114
5.5.2.2.5.2 Tableaux résumés des coûts.p. 5.114
5.5.2.2.5.3 Construction en deux phases.....p. 5.115

CHAPITRE VI: CHENAL SUD

6.1 Formulation des hypothèses de bases .....p. 6.1

6.2 Identification des axes proposés.....p. 6.1

6.3 Pont suspendu.....p. 6.3

6.3.1 Canal de navigation.....p. 6.3
6.3.2 Conditions du sol.....p. 6.3
6.3.3 Qualité et état du site.....p. 6.4
6.3.4 Analyse des différents axes retenus.....p. 6.4
6.3.5 Justification du choix d'un pont suspendu .....p. 6.6

6.3.6 Portées selon les axes retenus ..... p. 6.6
6.3.7 Sections d'approches pour le pont ..... p. 6.8
6.3.8 Conclusion ..... p. 6.8
6.3.9 Recommandations ..... p. 6.9

6.4 Tunnel déposé ..... p. 6.13

6.4.1 Choix d'un tunnel déposé ..... p. 6.13
6.4.2 Données de base ..... p. 6.18
6.4.2.1 Dimensions des chaussées ..... p. 6.18
6.4.2.2 Alignement horizontal et vertical ..... p. 6.19
6.4.2.3 Canal de navigation ..... p. 6.19
6.4.2.4 Accès sur les rives ..... p. 6.20
6.4.3 Emplacement du tunnel ..... p. 6.20
6.4.3.1 Critères de localisations ..... p. 6.20
6.4.3.2 Axes proposées ..... p. 6.21
6.4.3.2.1 Caractéristiques générales des axes ..... p. 6.21
6.4.3.2.2 Avantages et désavantages des tracés ..... p. 6.22
6.4.4 Revue des types de tunnels déposés ..... p. 6.27
6.4.4.1 Méthode américaine ..... p. 6.28
6.4.4.2 Méthode européenne ..... p. 6.31
6.4.4.3 Rampes d'approche ..... p. 6.35
6.4.5 Choix des sections pour la présente étude ..... p. 6.36
6.4.5.1 Chenal nord ..... p. 6.36
6.4.5.2 Chenal sud ..... p. 6.38
6.4.6 Méthodes et hypothèses de calcul ..... p. 6.41
6.4.6.1 Choix de la section et flotabilité ..... p. 6.41
6.4.6.2 Calcul structural des sections ..... p. 6.42
6.4.6.3 Fondations ..... p. 6.46
6.4.6.4 Tolérance aux joints ..... p. 6.46
6.4.6.5 Protection sur le tunnel et enrochement ..... p. 6.47
6.4.6.6 Ventilation ..... p. 6.47
6.4.7 Mise en place projetée ..... p. 6.48
6.4.7.1 Déblaiement de la fosse ..... p. 6.48
6.4.7.2 Mise en place ..... p. 6.49
6.4.7.3 Finition intérieure ..... p. 6.50
6.4.8 Rampes d'approches et tunnels forés ..... p. 6.51
6.4.8.1 Rampes d'approche ..... p. 6.51
6.4.8.2 Tunnels forés ..... p. 6.52
6.4.9 Estimation des coûts ..... p. 6.52
6.4.9.1 Estimation des coûts pour les axes étudiés ..... p. 6.52
6.4.9.2 Temps de réalisation ..... p. 6.59
6.4.10 Conclusion ..... p. 6.59
6.4.10.1 Considérations techniques ..... p. 6.59
6.4.10.2 Considérations économiques ..... p. 6.61

6.5 Tunnel foré ..... p. 6.62

6.5.1 Introduction ..... p. 6.62
6.5.2 Données géologiques ..... p. 6.63
6.5.3 Cadre hydrogéologique ..... p. 6.65
6.5.4 Cadre géotechnique ..... p. 6.67
6.5.5 Esquisse du projet ..... p. 6.67

6.5.5.1 Profil en plan..... p. 6.67
6.5.5.2 Profil en coupe..... p. 6.67
6.5.5.3 Profil en travers..... p. 6.67
6.5.6 Méthode d'exécution..... p. 6.70
6.5.6.1 Abattage de la roche..... p. 6.70
6.5.6.2 Soutènement immédiat..... p. 6.71
6.5.6.3 Revêtement définitif..... p. 6.71
6.5.6.4 Exécution du tunnel de sécurité..... p. 6.73
6.5.6.5 Contrôle et auscultation ..... p. 6.73
6.5.7 Programme d'exécution ..... p. 6.73
6.5.7.1 Puits et tunnel de sécurité..... p. 6.73
6.5.7.2 Tunnel grande section..... p. 6.74
6.5.8 Coût estimatif ..... p. 6.75
6.5.9 Etudes préliminaires à la réalisation d'un avant projet..... p. 6.77
6.5.9.1 Données de bases..... p. 6.77
6.5.9.2 Estimations des travaux..... p. 6.78
6.5.9.3 Objectifs à atteindre..... p. 6.79
6.5.9.4 Reconnaissances géotechniques et géologiques... p. 6.81
6.5.9.4.1 Description des travaux..... p. 6.81
6.5.9.4.2 Prospection géophysique sur l'eau..... p. 6.82
6.5.9.4.3 Campagne de sondages mécaniques..... p. 6.83
6.5.9.4.4 Essais géotechniques..... p. 6.84
6.5.9.5 Devis estimatif..... p. 6.84
6.5.10 Conclusion et recommandations..... p. 6.87

CHAPITRE VII: ILE D'ORLEANS

7.1 Accès à l'Ile d'Orléans..... p. 7.1

7.1.1 Accès à la rive nord de l'Ile d'Orléans..... p. 7.1
7.1.2 Accès à la rive sud de l'Ile d'Orléans..... p. 7.5

7.2 Passage sur l'Ile d'Orléans..... p. 7.6

7.3 Lien dans le chenal nord..... p. 7.7

7.4 Conclusion..... p. 7.9

CHAPITRE VIII: INTEGRATION DES COUTS

8.1 Introduction..... p. 8.1

8.2 Coûts des stuctures, chenal nord..... p. 8.2

8.3 Lien entre la rive nord et la rive sud..... p. 8.16

8.4 Lien à deux voies dans le chenal nord pouvant être intégré à un autoroute éventuel..... p. 8.21

8.5 Lien à deux voies dans le chenal nord sans considération d'un lien éventuel avec la rive sud.....p. 8.24

8.6 Conclusion.....p. 8.26

CHAPITRE IX: CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II: INVENTAIRES

Tableau no 2.1 Liste des cartes répertoriées ..... p. 2.6

2.2 Liste des cartes sur l'inventaire des barrières physiques..... p. 2.8

CHAPITRE V: CHENAL NORD

Tableau no 5.1 Coûts d'une jetée complète dans l'axe #2-D..... p. 5.19

5.2 Pont à haubans, estimation comparative des coûts de construction; axe 2, 2B et 5.....p. 5.36

5.3 Pont à haubans, estimation comparative des coûts de construction; axe 2-D et 2-E..... p. 5.37

5.4 Pont à haubans, estimation comparative des coûts de construction; axe 3-A..... p. 5.38

5.5 Pont de béton construit par encorbellement à six voies, estimation pour les axes 2, 2-B et 5..... p. 5.48

5.6 Pont de béton construit par encorbellement à six voies, estimation pour les axes 2-D et 2-E..... p. 5.49

5.7 Pont de béton construit par encorbellement à six voies, estimation pour l'axe 3-A..... p. 5.50

5.8 Pont de béton construit par encorbellement à deux voies, estimation pour l'axe 2-D..... p. 5.51

5.9 Pont de béton construit par encorbellement à deux voies, estimation pour l'axe 3-A..... p. 5.52

5.10 Informations sur les ponts de type orthotrope..... p. 5.60

5.11 Coûts de pont à poutres préfabriquées en béton précontraint..... p. 5.70

5.12 Estimation du coût de la superstructure de deux ponts jumelés de 13,65 m de largeur à poutres préfabriquées de béton..... p. 5.71

5.13 Estimation du coût de la superstructure de deux ponts jumelés de 13.09 m de largeur à poutres préfabriquées de béton..... p. 5.72

Tableau no 5.14 Estimation du coût de la superstructure d'un pont simple de 13.65 m de largeur à poutres préfabriquées de béton..... p. 5.74

5.15 Estimation du coût de la superstructure de deux ponts jumelés de 13.65 m de largeur à caissons d'acier et dalle composite en béton armé pour une travée principale de 110 mètres..... p. 5.85

5.16 Estimation du coût de la superstructure d'un pont simple de 13.65 m de largeur à caissons d'acier et dalle composite en béton armé pour une travée principale de 110 mètres..... p. 5.86

5.17 Estimation du coût de la superstructure de deux ponts jumelés de 13.65 m de largeur, à caissons d'acier et dalle composite en béton armé pour une travée principale de 60 m..... p. 5.87

5.18 Estimation du coût de la superstructure d'un pont simple de 13.65 m de largeur à caissons d'acier et dalle composite en béton armé pour une travée principale de 60 m..... p. 5.88

5.19 Estimation du coût de la superstructure de deux ponts jumelés de 13.65 m de largeur en poutres assemblées d'acier..... p. 5.97

5.20 Prix unitaires des coûts de l'infrastructure..... p. 5.114

5.21 Coût de l'infrastructure, pont en poutres préfabriquées de béton, portées de 40 m..... p. 5.117

5.22 Coût de l'infrastructure, pont en poutres d'acier, portées de 60 m..... p. 5.118

CHAPITRE VI: CHENAL SUD

Tableau no: 6.1 Ponts suspendus dans le chenal sud, estimation comparative des coûts de construction, axe 2 et 2-D ..... p. 6.10

6.2 Ponts suspendus dans le chenal sud, estimation comparative des coûts de construction, axe 3-A..... p. 6.11

6.3 Ponts suspendus dans le chenal sud, estimation comparative des coûts de construction, axe 5..... p. 6.12

6.4 Répertoire des tunnels déposés..... p. 6.14

6.5 Tunnels déposés - pentes..... p. 6.23

Tableau no 6.6 Tunnels déposés, longueurs en mètres des sections ..... p. 6.24

6.7 Tunnels déposé, estimation des coûts dans l'axe #1, chenal nord ..... p. 6.54

6.8 Tunnel déposé, estimation des coûts dans l'axe #1, chenal sud ..... p. 6.55

6.9 Tunnel déposé, estimation des coûts dans l'axe #2-A, chenal sud ..... p. 6.56

6.10 Tunnel déposé, estimation des coûts dans l'axe #2-C, chenal nord ..... p. 6.57

6.11 Tunnel déposé, estimation des coûts dans l'axe #2-C, chenal sud ..... p. 6.58

CHAPITRE VIII: INTEGRATION DES COUTS

8.1 à 8.12 Coûts des structures, chenal nord ..... p. 8.4 à p. 8.15

8.13 à 8.16 Coûts intégrés d'un lien à six voies entre l'autoroute #440 et l'autoroute #20, sans le coût des raccords au réseau routier actuel. ..... p. 8.17 à 8.20

8.17 et 8.18 Lien à deux voies pouvant être intégré à un autoroute éventuel de six voies avec la rive sud, chenal nord ..... p. 8.22 et p. 8.23

8.19 Lien à deux voies sans considération d'un lien éventuel avec l- rive sud, chenal nord ..... p. 8.25

LISTE DES FIGURES (VOLUME II)

CHAPITRE III: DESCRIPTION DU SITE

Figure no 3.1 Zone d'étude
3.2 Températures et précipitations à Québec
3.3 Fréquences annuelles des vents
3.4 Variation de la température de l'eau
3.5 Bathymétrie et topographie
3.6 Socle rocheux
3.7 Plan des forages 1977
3.8 Plan des forages 1978
3.9 Sondages séismiques dans le chenal nord, 1977
3.10 Résistance au cisaillement, forage #3
3.11 Sondages et stations d'arpentages

CHAPITRE V: CHENAL NORD

Figure no 5.1 Présentation des axes étudiés
5.2 Pont haubané à caisson d'acier et dalle orthotrope, axe 2 nord
5.3 Pont haubané à caisson d'acier et dalle orthotrope, portées 60-150-60 m.
5.4 Pont haubané à caisson d'acier et dalle orthotrope, portées 90-250-90 m.
5.5 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, élévation axe 2 nord.
5.6 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, élévation axe 2D nord.
5.7 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, élévation axe 3A nord.
5.8 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, élévation 5 nord.
5.9 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, conditions aux appuis.
5.10 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, coupe transversale
5.11 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, coupe longitudinale du tablier, coupe transversale du tablier.
5.12 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, pilier
5.13 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, pilier.
5.14 Pont à poutres caissons d'acier avec dalle orthotrope, superposition des contraintes dans le tablier d'un pont à dalle orthotrope.
5.15 Pont à poutres caissons d'acier avec dalle orthotrope, structures existantes.

5.16 Pont à poutres caissons d'acier avec dalle orthotrope, structures existantes.
5.17 Pont à poutres caissons d'acier avec dalle orthotrope, 2 ponts à 3 voies.
5.18 Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint et dalle composite en béton armé, élévation du pont, deux ponts jumelés de 13.65 m de largeur.
5.19 Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint et dalle composite en béton armé, élévation du pont, deux ponts jumelés de 13.09 m de largeur.
5.20 Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint et dalle composite en béton armé, élévation du pont, pont simple de de 13.65 m de largeur avec trottoir.
5.21 Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint et dalle composite en béton armé, poutres AASHO de type V.
5.22 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armée, élévation du pont dans le chenal nord.
5.23 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armée, ponts jumelés de 3 voies, pont simple 2 X 3 voies.
5.24 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, pont simple 2 voies + un trottoir, séquences des coulées de la dalle.
5.25 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, ensemble contreventement.
5.26 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, cadre de torsion et contreventement de la semelle supérieure, diaphragmes aux piliers.
5.27 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, diaphragme en béton aux culées.
5.28 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, diaphragme en acier aux culées.
5.29 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, dimension des plaques.
5.30 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, méthode de construction.
5.31 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, coût par mètre linéaire vs portée principale.
5.32 Pont à poutres assemblées en acier avec dalle composite en béton armé, coupe longitudinale.
5.33 Pont à poutres assemblées en acier avec dalle composite en béton armé, coupe transversale ponts jumelés, détails.
5.34 Pont à poutres assemblées en acier avec dalle composite en béton armé, coupe transversale pont simple avec trottoir, détails.
5.35 Infrastructure des portées d'approches, piliers des poutres d'acier.
5.36 Infrastructure des portées d'approches, piliers des poutres préfabriquées en béton.
5.37 Infrastructure des portées d'approches, pilier des poutres caissons en acier.
5.38 Infrastructure des portées d'approches, pilier des poutres à base unique et fûts séparés.
5.39 Infrastructure des portées d'approches, coupe type d'un batardeau en enrochement.

5.40 Infrastructure des portées d'approches, exemple d'un batardeau de palplanches d'acier.
5.41 Jetée et pont en encorbellement, axe #2
5.42 Jetée et pont à haubans (150 m), axe #2
5.43 Jetée et pont à haubans (250 m), axe #2
5.44 Pont en béton avec portées d'approches en poutres d'acier, axe #2
5.45 Pont en béton avec portées d'approches en poutres préfabriquées de béton, axe #2
5.46 Jetée complète, axe #2D
5.47 Coupes types pour jetées à 2 voies
5.48 Coupes types pour jetées à 2 voies
5.49 Coupes types pour jetées à 6 voies
5.50 Coupes types pour jetées à 6 voies
5.51 Jetée et pont en encorbellement, axe #2-D
5.52 Jetée et pont à haubans (150 m) axe #2-D
5.53 Jetée et pont à haubans (250 m) axe #2-D
5.54 Pont en béton avec portées d'approches en poutres d'acier, axe #2-D
5.55 Pont en béton avec portées d'approches en poutres d'acier, et de béton, axe #2-D
5.56 Jetée complète, axe #3-A
5.57 Jetée et pont en encorbellement, axe #3-A
5.58 Pont en béton avec portées d'approches en poutres préfabriquées de béton, axe #3-A
5.59 Jetée et pont à haubans (150 m), axe #3-A
5.60 Jetée et pont à haubans (250 m), axe #3-A
5.61 Jetée et pont en encorbellement, axe #5
5.62 Pont en béton avec portées d'approches en poutres d'acier, axe #5
5.63 Pont en béton avec portées d'approches en poutres préfabriquées de béton, axe #5
5.64 Jetée et pont à haubans (150 m), axe #5
5.65 Jetée et pont à haubans (250 m), axe #5

CHAPITRE VI: CHENAL SUD

Figure no 6.1 Pont suspendu, axe #2 et #2-D
6.2 Pont suspendu, axe #3-A et #5
6.3 Pont suspendu, travée de 790 m.
6.4 Tunnel déposé et foré, axe #1
6.5 Tunnel déposé et foré, axe #2-A
6.6 Tunnel déposé et foré, axe #2-C
6.7 Tunnel déposé, sections types, méthode américaine
6.8 Tunnel déposé, nivellement de la tranchée, méthode américaine
6.9 Tunnel déposé, joint type, section américaine
6.10 Tunnel déposé, sections rectangulaires
6.11 Tunnel déposé, mise en place d'un élément, section rectangulaire
6.12 Tunnel déposé, joint type, section rectangulaire
6.13 Tunnel déposé, injection du coussin de sable, méthode européenne
6.14 Tunnel déposé, ouvertes types des rampes d'approches

6.15 Tunnel foré, tracé approximatif considéré
6.16 Tunnel foré, axe #2-A
6.17 Tunnel foré, profil en plan
6.18 Tunnel foré, profil en coupe
6.19 Tunnel foré, profil en travers.

CHAPITRE VII: ILE D'ORLEANS

Figure no 7.1 Possibilité d'accès sur l'Ile d'Orléans
7.2 Possibilité d'accès sur l'Ile d'Orléans

CHAPITRE I

CHAPITRE I

INTRODUCTION

1.1 LE MANDAT

Le mandat confié à la firme Vandry, Jobin & Associés, Ingénieurs-Conseils, consistait à effectuer une "étude de faisabilité d'un lien entre la Rive nord et la Rive sud du fleuve Saint-Laurent, via l'Ile d'Orléans.

Plus précisément, cette étude de faisabilité consistait à examiner ce qui est faisable, ce qui est réalisable, compte tenu des possibilités techniques. Dans cette optique, l'étude considérant tant le choix des axes que le choix du type de liens a été réalisée en tenant compte des aspects physiographiques tels que la topographie du terrain et du lit du fleuve, de l'hydrologie ainsi que de la géologie.

Le présent document se veut tout d'abord un document de travail qui permettra de fournir un éclairage encore absent lors de l'examen de la situation concernant le transport terrestre entre les deux rives du fleuve Saint-Laurent et, plus spécifiquement, de répondre à certaines interrogations concernant la liaison entre l'Ile d'Orléans et la terre ferme.

Le travail a été réalisé de façon à déboucher sur des recommandations pertinentes à la prise des décisions concernant ce secteur.

Le présent document est le rapport final tel que souligné par

l'échéancier du devis technique présentant les termes de références. Il fait suite au rapport d'étape daté du mois d'avril 1977 et présentant les travaux préliminaires. Ce rapport final présente donc les études et les analyses techniques détaillées des éléments caractérisant les aspects techniques de la réalisation du projet. Si les travaux préliminaires ont permis de "débroussailler" le terrain ainsi que de mieux faire connaître la situation du point de vue technique, l'analyse technique, dans un processus d'élimination et de confrontation des alternatives, permet de faire ressortir les options qui apparaissent les plus valables pour les études plus poussées et définitives.

A cet effet, le présent travail consistait à étudier et à analyser plus en détails les possibilités de lien dans la région de l'Ile d'Orléans afin que les résultats puissent permettre une prise de décision la plus rationnelle possible compte tenu de l'envergure et de la complexité du projet concerné.

Au cours de l'étude, on s'est attardé à considérer aussi bien les différentes hypothèses d'axes que les différentes alternatives quant aux types de liens ainsi qu'aux caractéristiques particulières de chacune des options envisagées.

La méthodologie consista donc à présenter, dans un premier temps, une ébauche des options devant subir un processus d'élimination via les études et les analyses de la deuxième étape.

Dans ce rapport final, on retrouve sensiblement les mêmes éléments que dans le rapport d'étape, mais avec beaucoup plus de détails quant à

l'analyse et aux calculs relatifs aux propositions avancées.

Le rapport final peut donc être considéré surtout comme un document de travail et toutes recommandations finales, ou encore toute synthèse, s'avèrent relativement délicates à formuler et l'interprétation des résultats devra être effectuée avec prudence.

C'est pourquoi, après entente avec le client, le lecteur retrouvera dans le présent rapport très peu de recommandations mais plutôt différentes alternatives envisageables selon les axes plausibles ainsi que l'évaluation technique des propositions analysées.

Même si l'étude devait considérer la possibilité et l'intégration d'un lien complet entre la rive nord et la rive sud du Saint-Laurent, le travail consistait, tout d'abord et primordialement, à s'attarder à la liaison rive nord - Ile d'Orléans. En effet, la préoccupation première et prioritaire du travail devait considérer en tout premier lieu cette liaison rive nord - Ile d'Orléans étant donné la situation du lien existant via le pont actuel de l'Ile d'Orléans. C'est pourquoi, les énergies de la recherche sont surtout concentrées sur l'analyse de la faisabilité technique de ce nouveau lien entre la rive nord et l'Ile d'Orléans.

D'autre part, dans une poursuite éventuelle de la liaison vers la rive sud, il devenait impossible de ne pas considérer l'intégration de ce premier lien avec son prolongement. Il apparaissait donc logique de s'attarder, à un moindre degré toutefois, à présenter les principales caractéristiques des éléments identifiés et devant être présents lors d'une implan-

tation, même à long terme, d'une liaison Ile d'Orléans - rive sud devant s'avérer la continuation du premier tronçon entre la rive nord et l'Ile d'Orléans.

1.2 LES MODIFICATIONS AU MANDAT ORIGINAL

Le mandat original consistait à effectuer l'étude de faisabilité technique en incluant les aspects suivants: inventaire de la situation et des ressources disponibles; formulation d'hypothèses quant aux choix des axes et des types de liens; analyse des milieux physique et humain de l'Ile d'Orléans ainsi que des deux rives concernées en fonction de l'étude des éléments suivants: géologie, géomorphologie, hydraulique, climatologie, bio-physique, socio-économique, aménagement du territoire, transport et circulation et impact sur l'environnement.

Une réunion tenue à Québec le 31 août 1978, devait modifier ce mandat en retranchant les éléments suivants: se limiter à une analyse sommaire pour les types de liens du côté du chenal sud; limitation de la géotechnique; la présentation de la climatologie réduite à un minimum; étude de l'impact sur l'environnement reportée; étude sur l'aménagement du territoire retardée; étude socio-économique reportée; et étude sur les transports et la circulation limitée à un minimum. Nonobstant les raisons modifiant le mandat, il ressort que le présent dossier se limite donc à une analyse des possibilités techniques de réalisation d'un nouveau lien entre les deux rives du Saint-Laurent.

De plus, le programme de l'étude hydraulique devant faire partie

du travail ne peut être intégré au présent document à cause des délais dans l'obtention des permis d'utilisation des modèles de laboratoire. Cependant, ce travail devrait normalement être poursuivis dans un avenir prochain.

Dans les prochains chapitres, le lecteur retrouvera tout d'abord une présentation de l'inventaire des renseignements de bases ayant servi à encadrer l'étude, suivi d'une description technique du site. Le chapitre intitulé "données de bases" comprend les charges, les dimensions et les contraintes utilisées dans les calculs et l'analyse. Par la suite, deux chapitres relatifs aux propositions d'aménagement présentent successivement la description et l'analyse des différents projets de liaisons pour le chenal nord et pour le chenal sud respectivement. Le septième chapitre s'attarde à la traversée de l'Ile d'Orléans en considérant particulièrement les accès et le passage sur l'Ile. Le huitième chapitre représente une intégration des coûts selon les différentes alternatives proposées en faisant ressortir les principales caractéristiques nécessaires à la prise de décision. Enfin, le neuvième chapitre présente la conclusion.

CHAPITRE II

CHAPITRE II

INVENTAIRE

2.1 BUT DE L'INVENTAIRE

Lors de l'étape préliminaire, un inventaire relativement complet de documents pertinents à l'étude fut réalisé. Il s'agissait, dans cette première phase, de recueillir suffisamment d'informations pour le démarrage de l'étude technique et, de plus, de rechercher les informations pertinentes qui seraient disponibles dans des rapports antérieurs.

Rappelons qu'au début de l'étude, le mandat couvrait plusieurs secteurs, et en plus de la faisabilité technique proprement dite, il fallait intégrer d'autres aspects, tels la socio-économique, l'aménagement du territoire, le transport et la circulation, l'environnement et la bio-géographie. L'inventaire se devait donc de recouvrir tous ces secteurs, et un nombre considérable de documents furent recensés ou recueillis. Sur environ quarante sujets différents, ce furent les documents traitant de la technique, du transport, d'un lien entre la rive nord et la rive sud, de l'urbanisme et de l'activité économique de la région qui apportèrent les plus importantes quantités de documents.

2.2 METHODOLOGIE

Dans un premier temps, les informations de base furent recueillies de différentes façons: recensements, rencontres et discussions avec divers organismes publics ou privés, conversations téléphoniques, correspondance, etc. Parallèlement, une recherche en bibliothèque nous a permis de dresser une liste de documents relatifs au sujet traité. La plupart de ces documents ont été consultés, et analysés.

2.3 REGROUPEMENT DES RENSEIGNEMENTS

Les principaux renseignements obtenus lors de l'inventaire se regroupent en quatre (4) grandes catégories:

1- Cartographie

2- Rapports d'études

3- Exigences et réglementations

4- Informations diverses

2.3.1 Cartographie

Des cartes de base se rapportant au territoire étudié et portant sur des sujets comme la topographie, la bathymétrie, la géologie, etc., furent inventoriées et classifiées.

Au tableau 2.1 présenté à la fin du présent chapitre, le lecteur retrouve la liste de ces cartes classées selon les différents sujets.

2.3.2 Rapports d'études

Tel que mentionné précédemment, le recensement des rapports d'études relatifs au sujet s'avérait essentiel afin de profiter des données déjà disponibles et de ne pas dédoubler un travail déjà effectué. Ces données servirent, soit à compléter l'inventaire des barrières physiques, ou encore, à recueillir les données de base aux études techniques. Plus spécifiquement, l'attention s'est portée sur des rapports ou mémoires traitant:

- d'un lien entre la Rive Nord et la Rive Sud (près d'une vingtaine de documents);
- des développements proposés pour la région de Québec mentionnant l'éventualité d'un lien Rive Nord/Rive Sud;
- du développement portuaire et industriel de la région;
- des schémas d'aménagement;
- d'études techniques sur les types de liens.

Les documents étaient classés de façon à être accessibles tout au long de l'étude. Ils sont présentés dans la bibliographie annexée à la fin du rapport.

2.3.3 Exigences et réglementations

Un certain travail fut réalisé pour la recherche des exigences et réglementations des différents niveaux de gouvernements pouvant affecter l'exécution du projet.

Au niveau du gouvernement fédéral, la principale réglementation est naturellement la "Loi sur la protection des eaux navigables", S.R.C. 1970, chap. N 19. Afin de faciliter, dans le futur, l'acceptation d'un projet déterminé, nous avons obtenu du gouvernement fédéral certaines indications de dégagements susceptibles d'être acceptés lors d'une demande officielle (voir section 4.5).

Au niveau du gouvernement provincial, étant donné la situation assez privilégiée de l'Ile d'Orléans au point de vue des sites historiques et de la région agricole, la réglementation de plusieurs ministères peut intervenir. Cependant la présente étude relevant du même palier de gouvernement, nous croyons que les ententes devraient avoir lieu normalement lors de la réalisation d'un projet précis.

Enfin au niveau des gouvernements municipaux, les règlements de zonage sont prioritaires et, dans la plupart des cas, étaient en cours de revision au moment de l'étude.

2.3.4 Informations diverses

Enfin, l'inventaire se complète par les informations diverses portant sur les sujets suivants: agriculture, circulation, environnement, géologie, géotechnique, marégraphie, structures, (pont, jetée, tunnel), urbanisme, voirie. Les titres des ouvrages relatifs à ces sujets apparaissent également dans la bibliographie présentée à la fin du rapport.

2.4 INVENTAIRE DES BARRIERES PHYSIQUES

Pour le rapport d'étape d'avril 1977, un travail important avait été réalisé dans le but de constituer un inventaire de données reliées aux barrières physiques. Cet inventaire devait être complété dans la seconde phase du mandat et devait servir à mieux définir les axes routiers. Il devait aussi être intégré à l'étude de transport proprement dite.

Cependant, il a été convenu lors d'une réunion de coordination à l'automne 1976 qu'il fallait attendre le rapport d'une étude d'environnement et d'aménagement du territoire avant de compléter le travail amorcé sur l'inventaire des barrières physiques. Or ce rapport, devant être préparé par le Service de la Géographie du Ministère des Transports, n'a jamais été transmis aux consultants.

Etant donné la réorientation du mandat, le travail entrepris dans le cadre de cet inventaire n'a donc jamais été complété.

Nous présentons quand même au tableau 2.2 pour l'information du lecteur, la liste des cartes qui étaient en préparation, dans le cadre de cet inventaire.

TABLEAU 2.1

LISTE DES CARTES REPERTORIEES

TYPE	ECHELLE	SOURCE	REMARQUES
AMENAGEMENTS PORTUAIRES	1": 800'	Port de Québec	
AQUEDUC	1 : 20,000	Ville de Beauport	Secteur limité
BATHYMETRIE	1 : 48,000 1 : 13,200 1 : 20,000	Service Hydrographique du Canada	
	1": 1,000'		Port de Québec
CADASTRE	1 : 20,000	Min. Terres et Forêts, Québec.	
EGOUTS	1 : 20,000	Ville de Beauport	Secteur limité
	1 : 20,000	Ville de Lauzon	
ELECTRICITE	1": 800'	Hydro-Québec, Secteur Lévis.	
	1": 500'	Hydro-Québec, Secteur Québec.	
	1": 400'	Hydro-Québec, Secteur Québec.	
	1 : 20,000		
GEOLOGIE	1 : 25,000	Min. Richesses naturelles	DP-205
	1 : 10,000	Min. des Transports Rapport Emery Holz	Profondeur socle rocheux.
GEOTECHNIQUE	1 : 25,000	Min. Richesses naturelles	Dépôts meubles
INVENTAIRE DES TERRES (POTENTIELS)	1 : 50,000	O.P.D.Q. Gouv. du Québec	
PHOTOGRAPHIES AERIENNES	1 : 24,000	Aéro Photo	1976 secteur limité
	1 : 40,000	Min. Terres et Forêts, Québec.	1975
	1 : 15,000	Min. Terres et Forêts, Québec.	1973, couleurs
PLANIMETRIE	1 : 20,000	Min. Terres et Forêts, Québec.	
	1 : 10,000	C.U.Q.	
TELEPHONE	1 : 20,000	Bell Canada	

TABLEAU 2.1 (suite)

TYPE	ECHELLE	SOURCE	REMARQUES
TOPOGRAPHIE (PLANI-TOPO)	1 : 50,000	Energie, Mines et Ressources du Canada.	Couleur
	1 : 25,000	Energie, Mines et Ressources du Canada.	Couleur
	1 : 20,000	Min. Terres et Forêts, Québec.	Couleur
	1 : 9,600	Min. Terres et Forêts, Québec.	
	1 : 5,000	Min. Terres et Forêts, Québec.	Ortho-Topo
	1 : 20,000	Min. Affaires Culturelles	Topo - seulement Secteur limité
TOURISME	1 : 50,000	Min. Tourisme, Chasse & Pêche.	
UTILISATION DU SOL	1 : 50,000	O.P.D.Q.	
VOIRIE	1": 2112'	Min. des Transports, Québec.	Boul. des Grèves
ZONAGE		Ville de Lauzon	Secteur limité

TABLEAU 2.2

LISTE DES CARTES

INVENTAIRE DES BARRIERES PHYSIQUES

NO	TITRE	ECHELLE
1	Localisation	1: 75,000
2	Territoire à l'étude	1: 20,000
3	Population (densité)	1: 20,000
4	Population saisonnière	1: 20,000
5	Population (courants migratoires)	1: 20,000
6	Habitation	1: 20,000
7	Lieux institutionnels	1: 20,000
8	Lieux historiques et culturels	1: 20,000
9	Tourisme (hébergement)	1: 20,000
10	Tourisme (lieux d'intérêt et récréatifs)	1: 20,000
11	Tourisme et récréation (zones potentielles)	1: 20,000
12	Industries et commerces	1: 20,000
13	Utilisation du sol	1: 20,000
14	Contrôle de l'utilisation du sol	1: 20,000
15	Agriculture (zones potentielles)	1: 20,000
16	Géologie	1: 20,000
17	Topographie	1: 20,000
18	Services publics	1: 20,000
19	Cadastres	1: 20,000 ou plus
20	Limites des municipalités	1: 20,000

TABLEAU 2.2 (suite)

NO	TITRE	ECHELLE
21	Hydrographie	1: 20,000
22	Végétation forestière	1: 20,000
23	Forêts (zones potentielles)	1: 20,000
24	Faune	1: 20,000
25	Faune ongulée	1: 20,000
26	Faune sauvagine	1: 20,000
27	Réseau routier actuel	1: 20,000
28	Réseaux de transport public	1: 20,000
29	Débits de circulation - 1974	1: 20,000
30	Contrôles de circulation	1: 20,000
31	Plan de conservation, C.U.Q.	1: 20,000
32	Plan synthèse d'affectation des sols, C.U.Q.	1: 20,000
33	Aménagement moyen du Port de Québec, variante II, ABBDL	1: 20,000
34	Tourisme et récréation (zones potentielles) La Haye	1: 20,000
35	Equipements structurants (Les tendances) La Haye	1: 20,000
36	Equipements de service (Les tendances) La Haye	1: 20,000

CHAPITRE III

CHAPITRE III

3.1 LE TERRITOIRE D'ETUDE

Le territoire d'étude choisi et faisant l'objet du mandat pour la localisation d'un nouveau lien se situe à la pointe ouest de l'Ile d'Orléans.

Plus précisément ce territoire est limité au nord par la falaise de Montmorency, au sud par l'autoroute #20, à l'ouest par une ligne imaginaire passant par les chantiers maritimes de Lauzon et l'usine des Ciments du Saint-Laurent à Villeneuve, et enfin à l'est par la ligne de transmission d'énergie de 735 KV de l'Hydro-Québec. (Voir fig. 3.1).

3.2 LE CLIMAT

Cette section se veut une description très succinte du climat dans la région de l'Ile d'Orléans. La plupart des données météorologiques ont été cueillies à l'aéroport de Sainte-Foy, et ces données sont applicables en grande partie à la région d'étude, sauf pour quelques variations mineures concernant la vitesse et la direction des vents. En fait, les vents peuvent subir certaines influences locales selon la topographie et la configuration du terrain.

3.2.1 La température

Les mois les plus chaud et les plus froids dans la région de Québec sont respectivement les mois de juillet et de janvier [85] [89].

Généralement, le fleuve contribue à une influence maritime sur le climat. Cependant, en se fiant aux variations mensuelles de température, on pourrait associer le climat de la région de Québec à un climat continental. (Voir fig. 3.2)

Il est à noter que l'écart de température entre janvier et juillet est d'environ 75° C., élément qui peut devenir important lors du calcul et de la conception des structures.

De même le nombre de jours de gel totalise environ 160 jours. Cela implique une exposition rigoureuse des structures à l'action du gel et du dégel, et à des éléments corrosifs, comme le chlorure de sodium utilisé pour le déglaçage des routes.

3.2.2 Les précipitations

Les précipitations totales moyennes à Québec sont de 860 mm de pluie et de 302 cm de neige. Les pluies peuvent survenir à n'importe quel mois de l'année et impliquent des verglas, parfois importants, qui peuvent occasionner des inondations sur les routes ou encore des surcharges de glace sur les structures.

Les périodes verglassantes comptent pour 546 heures de 1957 à 1966 et la probabilité d'avoir plus de 3 cm de glace est de 5%. [85] [89] [71].

Quant aux périodes de neige, elles surviennent d'octobre à mai.

3.2.3 Les vents

Les directions prédominantes des vents dans la région de Québec sont les suivantes:

O - SO à 14.72% du temps:	21.6 km/h
SO à 13.11% du temps:	20.43 km/h
E - NE à 13.36% du temps:	20.76 km/h
Vitesse maximale pour 1 min:	SO 84 km/h
Vitesse maximale instantannée:	E - NO 177 km/h

Nous représentons à la figure 3.3 les fréquences et directions des vents annuels, des vents d'hiver et des vents d'été pour 9 stations du Québec méridional [89]. On notera une prédominance des vents du sud-ouest et du nord-est à cause de la tendance de l'air à se canaliser dans la vallée du Saint-Laurent.

3.3 HYDROLOGIE DU FLEUVE

Les renseignements hydrologiques du fleuve ont été puisés de différents rapports d'étude déjà publiés, et aucune campagne de mesure n'a été réalisée dans le cadre de la présente étude.

3.3.1 Les profils

Différents profils ont été tracés pour les axes étudiés à partir des cartes bathymétriques. Sommairement, on retrouve un chenal nord peu profond, comparativement au chenal sud qui présente de grandes profondeurs d'eau.

3.3.2 Les marées

On peut assumer que les niveaux de marées à la station de Lauzon sont représentatifs des niveaux dans la région d'étude. Ces niveaux, tels que définis dans le système de référence marégraphique sont les suivants [51]:

Pleine mer supérieure:	- marée moyenne	4.7 m.
	- grande marée	5.6 m.
Basse mer inférieure:	- marée moyenne	0.7 m.
	- grande marée	-0.2 m.
Extrêmes enregistrés:	- extrême de pleine mer	7.1 m.
	- extrême de basse mer	-1.3 m.
Niveau moyen de l'eau		2.5 m.

Le type de marée à Québec est identifié comme semi-diurne, avec deux oscillations marégraphiques complètes quotidiennes.

3.3.3 Les courants

Dans le chenal nord, les courants sont de l'ordre de 1.0 m/sec pour l'écoulement aval et de 0.6 m/sec pour l'écoulement amont [10].

Dans le chenal sud, ces courants sont de l'ordre de 2.1 m/sec pour l'écoulement aval et de 1.2 m/sec pour l'écoulement amont. Un remous de près de 160 mètres de diamètre est localisé à la pointe ouest de l'Ile d'Orléans, près du quai de Sainte-Pétronille, lors de l'écoulement aval.

Le changement de direction des courants se fait en moyenne une heure et demie après l'étale de basse marée et une heure après l'étale de haute marée.

L'écoulement aval se fait pendant près de huit heures et demie tandis que l'écoulement amont dure environ quatre heures et quart.

3.3.4 Evaluation du débit

Le débit dans le chenal sud est évalué à 48,127 m^3/sec pour l'écoulement amont. [10].

Dans le chenal nord, le débit est d'environ 5,662 m^3/sec.

3.3.5 Vagues

A cause de l'étroitesse du fleuve et de l'escarpement des rives, le mouvement des vagues se fait très peu sentir dans la zone étudiée. Cependant, nous adopterons une valeur maximum de 2.5 m pour nos calculs.

3.3.6 Glaces

Durant l'hiver, la glace peut créer des conditions de navigation difficiles. Dans le chenal sud, il y a circulation de glaçons entre le début de décembre et le début de mai.

Dans le chenal nord, la surface gèle complètement du début de janvier au début de mars.

3.3.7 Température et densité de l'eau

La densité de l'eau est sensiblement la même que celle de l'eau

distillée, puisqu'elle est non saline dans la région de l'étude. [10].

La température de l'eau varie selon les saisons, telle que présentée à la fig. 3.4.

3.4 GEOMORPHOLOGIE

La topographie, la bathymétrie ainsi que la profondeur du socle rocheux jouent un rôle de première importance dans le choix de l'implantation des structures proposées (pont, tunnel, jetée), autant au niveau du choix des axes que de celui du type de lien.

3.4.1 Topographie de la zone étudiée

a) Rive nord

La rive nord présente un mince plateau entre l'élévation 0 m et 10 m sur lequel sont situés le boulevard Sainte-Anne et le boulevard des Grèves. C'est sur ce plateau que se localise le point de départ du nouveau lien.

b) Ile d'Orléans

L'Ile d'Orléans présente une gradation assez continuelle de l'élévation 0 m en partant de Sainte-Pétronille pour s'élever jusqu'à 140 m à la hauteur des lignes de 735 KV de l'Hydro-Québec. La falaise nord de l'Ile dans la zone d'étude varie donc de 0m à la Pointe ouest de l'Ile

à 80 m vis-à-vis Saint-Pierre. Du côté sud, l'élévation de la falaise varie de 0 m à 100 m environ à Saint-Laurent.

c) Rive sud

La rive sud présente une falaise assez abrupte partant au niveau du fleuve et montant jusqu'à 70 m. En se dirigeant ensuite vers le sud, le niveau monte plus doucement pour se situer au niveau 80 m vis-à-vis l'autoroute #20. La topographie est représentée à la fig. 3.5.

3.4.2 Bathymétrie (fond marin)

a) Chenal nord

Le chenal nord présente un mince chenal d'environ 500 m de large sur une profondeur supérieure à 5 m, à marée basse.

b) Chenal sud

Le chenal sud est de beaucoup plus profond et plus large que le chenal nord. Sur une largeur d'environ 500 m, la profondeur d'eau est supérieure à 25 m.

c) Pointe de l'Ile d'Orléans

Enfin, à la Pointe ouest de l'Ile, les profondeurs d'eau varient graduellement de 0 m à 30 m.

Nous référons le lecteur à la fig. 3.5 pour une meilleure visualisation de la bathymétrie.

3.4.3 Socle rocheux

a) Chenal sud

L'identification des profondeurs du socle rocheux n'est complète que pour le chenal sud de l'Ile d'Orléans. On remarque que le socle est situé à une profondeur variant de 30.5 m à 45.7 m sous le niveau de la mer.

b) Chenal nord

L'identification du niveau du socle est très imparfaite du côté nord. A la suite de certains forages effectués l'hiver dernier et d'autres forages effectués par l'Hydro-Québec et le Ministère des Transports, on peut estimer que le socle est près de la surface sur les rives, pour descendre assez abruptement en quittant les rives et former une fosse de profondeur variant entre -61.9 m G.S.C. vis-à-vis Sainte-Pétronille à -45.7 m G.S.C. vis-à-vis le pont actuel. Entre le pont et les lignes de l'Hydro-Québec, on peut présumer que cette fosse continue à grande profondeur, mais les prémisses de cette hypothèse sont très incomplètes. Des sondages séismiques dans les trois axes seraient nécessaires pour vérifier ces hypothèses (Voir fig. 3.6).

3.5 GEOLOGIE

3.5.1 Lithologie

Les 5 tracés routiers reliant les côtes nord et sud du fleuve Saint-Laurent via la partie sud-ouest de l'Ile d'Orléans traversent 2 domaines structuraux et stratigraphiques, à savoir: un domaine d'imbrication (formation de St-Augustin) au nord-ouest et un domaine de nappes de charriage au sud-est. Ce dernier comprend la nappe du Promontoire de Québec, l'écaille de Sainte-Pétronille et la nappe de Bacchus.

1) Domaine d'imbrication (formation de St-Augustin)

Le domaine d'imbrication couvre la partie sud-est de la côte de Beaupré, le chenal nord et l'estran nord-ouest de l'Ile d'Orléans. Ce domaine est formé d'une séquence flyschique de la formation de St-Augustin, c'est-à-dire de schiste argileux (shale) avec des interlits de moins de 1 m d'épaisseur (moyenne de 1 à 15 cm de grès calcareux). Les schistes argileux constituent plus de 85 pourcent du volume de la formation, et sont très friables. De plus, ils contiennent des minéraux gonflants qui, soumis à l'eau, rendent la roche très friable. Ajoutons que cette roche contient du méthane qui localement peut être en quantité suffisante pour exploser sous l'effet d'une étincelle ou d'une flamme.

2) Nappe du Promontoire de Québec

Cette nappe affleure suivant une bande allant du nord-est vers

le sud-ouest, de quelques mètres à plus de 800 m de largeur le long de la falaise nord-ouest de l'Ile d'Orléans. Des failles majeures de charriage marquent les contacts entre les roches de la nappe du Promontoire de Québec et les roches des formations sous-jacentes et sus-jacentes.

Cette nappe est constituée de calcaire argileux et de schistes argileux variant du gris foncé au noir. Il y a aussi quelques lits de calcarénite. L'ensemble est formé d'une alternance de lits de 10 cm à plus de 3 m d'épaisseur. Ces roches de gris foncé à noir contiennent des hydrocarbures. Au bris, la roche dégage des odeurs de bitume. Etant donné que les roches de cette nappe sont coincées entre 2 failles majeures de chevauchement, la roche est très contournée et cisaillée. A noter que la sortie nord du tunnel proposé se trouve localisée au sein de la nappe du Promontoire de Québec.

3) Ecaille de Ste-Pétronille

Les roches ainsi dénommées forment le socle rocheux de l'extrémité sud-ouest de l'Ile d'Orléans. L'axe du tunnel proposé traverse sur une largeur d'environ 800 m les roches de cette écaille. Elle est formée de strates de la formation de Lévis. On y observe surtout des mudstones dolomitiques vert en lits de 10 cm à 1 m avec des interlits de mudstones micacés gris foncé en lits de 1 cm à 15 cm d'épaisseur. Il y a aussi des schistes argileux vert avec des interlits de siltstone de moins de 20 cm d'épaisseur. Plusieurs bancs de conglomérat calcaire et de calcarénite de 25 cm à plus de 10 m d'épaisseur sont observés à différents niveaux stratigraphiques dans la formation de Lévis de l'écaille de Ste-Pétronille.

En général, les roches de cette écaille sont résistantes à l'érosion et se prêtent bien à la percée d'un tunnel.

4) Nappe de Bacchus

Les strates de la nappe de Bacchus forment le socle rocheux de la majeure partie de l'Ile d'Orléans, à l'est de Ste-Pétronille ainsi que du chenal sud de l'Ile et de la rive sud du fleuve à l'est des chantiers maritimes de Lauzon. Sur environ 5 kilomètres de sa longueur, le tunnel (partie sud) proposé traverserait les roches de cette nappe de charriage. Il recouperait obliquement un synclinal majeur plongeant vers le sud avec un angle moyen de 25 degrés. Les formations rocheuses rencontrées sont des plus anciennes aux plus jeunes: de l'Anse Maranda, du Trou de St-Patrice et, de la Pointe-de-la-Martinière. La formation de l'Anse Maranda présente des schistes argileux, des mudstones (roches argileuses) et des grès à texture et composition homogènes et localement très glauconieux. Au-dessus, affleure une séquence de schistes argileux avec des interlits de calcarénites, de conglomérats calcaires, de grès quartzeux et de grès calcareux de la formation du Trou de St-Patrice. Au sommet, la formation de la Pointe-de-la-Martinière est formée d'une alternance de schistes argileux ou de mudstone gris, vert et rouge contenant quelques bancs de conglomérat calcaire, de grès et de siltstone.

Toutes ces roches se prêtent relativement bien à la percée d'un tunnel.

3.5.2 Géologie structurale

1) Failles

Toutes les unités structurales décrites sont limitées par des failles importantes mais inactives. La plus connue de ces failles, la ligne de Logan, traverse l'Ile d'Orléans du sud-ouest au nord-est. Elle affleure du côté nord-ouest de l'Ile généralement au pied de la falaise principale. Toutes ces failles ont des pendages abrupts vers le sud-est ou l'est. Des zones de cisaillement, parfois importantes, sont observées le long de ces failles. Elles sont caractérisées par la présence de schistes argileux très cahotiques et friables. Tel que mentionné auparavant, la principale de ces zones de cisaillement affecte toutes les roches de la nappe du Promontoire de Québec. La sortie nord du tunnel proposé traverserait environ 300 mètres de cette roche.

A l'intérieur de chacune des unités structurales, plusieurs failles inverses, parallèles à la surface axiale des plis, répètent la stratigraphie. Les plus spectaculaires affectent les roches de la nappe de Bacchus. Elles sont nord-sud avec des pendages abrupts vers l'est. Des failles semblables dans l'écaille de Ste-Pétronille, dans la nappe du Promontoire de Québec et dans la formation de St-Augustin accusent une direction du nord-est vers le sud-ouest et un pendage élevé vers le sud-est. Il est probable que les roches en bordure de ces failles soient bréchiques sur quelques mètres de largeur.

2) Plis

L'orientation et la plongée des plis varient d'une unité à l'autre. Dans la zone d'imbrication, les flyschs de la formation St-Augustin forment des plis serrés, sub-horizontaux et déversés vers le nord-ouest. Les assises de la nappe du Promontoire de Québec sont très contournées et bréchiques. Seuls quelques petits plis de direction du nord-est vers le sud-ouest ou nord-sud sont préservés ici et là. Dans l'écaille de Ste-Pétronille les plis sont isoclinaux, légèrement déversés vers le nord-ouest et plongent vers le nord-est avec un angle moyen de 20 dégrés. Les plis affectant les strates de la nappe de Bacchus, exceptionnellement ouverts dans la partie ouest (sur une largeur de 3 kilomètres) de la nappe sont généralement serrés et isoclinaux. Ils plongent vers le sud avec un angle moyen de 25 degrés.

3) Surfaces de discontinuité

A part les failles, les principales surfaces de discontinuité sont la stratification, la fissilité, le clivage de flux et les joints.

En général la stratification se présente en lits de moins de 1 m d'épaisseur quoique certains bancs de conglomérat ont plus de 5 m d'épaisseur et les grès glauconieux, à la base de la nappe de Bacchus, forment une bande massive de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Cette bande de grès est constituée d'une superposition de lits de 30 cm à plus de 1 m d'épaisseur.

La stratification est généralement verticale, ou à pendage abrupt

sur les flancs des plis et sub-horizontal, ou à pendage faible dans la région axiale des plis. L'axe du tunnel proposé est perpendiculaire aux couches géologiques dans la nappe du Promontoire de Québec et dans l'écaille de Ste-Pétronille. Toutefois, il est oblique aux strates de la nappe de Bacchus. A noter que sur une longueur approximative de 400 m, l'axe du tunnel traverserait en-dessous du chenal sud du fleuve, la région axiale d'un synclinal majeur. Il intercepterait donc à cet endroit des couches géologiques sub-horizontales ou légèrement inclinées vers le sud.

Tous les schistes argileux de la région à l'étude se débitent en feuilles de quelques millimètres d'épaisseur à cause de la fissilité. La fissilité est une foliation résultant de la compaction des sédiments argileux lors de leur diagenèse (passage de sédiment à roche sédimentaire). Elle se développe donc parallèlement à sa stratification. En surface, la roche est généralement friable à cause de la fissilité mais en profondeur elle peut être compacte et massive. Les forages vont nous renseigner sur les effets de ce phénomène en profondeur.

La roche affectée par le clivage de flux se débite en feuilles d'une fraction de millimètre à quelques millimètres d'épaisseur. Ce clivage est développé dans les schistes argileux, les mudstones et les grès glauconieux de la région axiale des plis. Il est sub-parallèle à la surface axiale de ces derniers. Il s'observe surtout dans les roches de l'écaille de Ste-Pétronille et la nappe de Bacchus. Dans cette dernière, l'axe du tunnel proposé est oblique au clivage de flux tandis que dans l'écaille de Ste-Pétronille, il lui est perpendiculaire.

Les joints sont omniprésents mais bien développés surtout dans les roches compétentes telles les grès et les conglomérats calcaires. Ils sont généralement conjugés et orthogonaux entre eux et à la stratification. En effet, si les strates sont horizontales, les joints sont verticaux et si elles sont verticales, les joints accusent une direction perpendicualire à celles des strates et des pendages variables. Ajoutons que d'une strate à l'autre, la direction ou le pendage des joints varie tout en demeurant orthogonal entre eux et à la stratification. Il est à noter que dans les conglomérats calcaires, certains sont ouverts à cause de la solubilité du calcaire à l'eau froide. Ainsi, en sous surface, les conglomérats calcaires pourraient permettre à l'eau d'envahir le chantier.

3.5.3 Capacité portante de la roche

Les éléments actuels pour évaluer la capacité portante de la roche sont relativement limités. Les forages effectués pour l'implantation des tours de l'Hydro-Québec dans le chenal nord indiquent une capacité portante du roc fissuré de 0.5 MPa et du roc sain de 1.4 MPa.

3.6 NATURE DU SOL

3.6.1 Sondages

Un plan de reconnaissance géotechnique a été réalisé dans le chenal nord au cours des hivers 1977 et 1978. Sept forages mécaniques ont été réalisés sur la glace en février et mars 1977, dont cinq au roc,

et quatre forages en février 1978, (dont un au roc) donnant ainsi une bonne idée de la stratigraphie, des propriétés physiques et mécaniques des sols. (Voir fig. 3.7 et 3.8).

De plus, des sondages séismiques par réflexion ont été tentés dans le chenal nord à l'automne 1977, sans succès. Le rapport du consultant expert mentionne "que les conditions géologiques du site, c'est-à-dire une absence de contraste séismique entre le roc et les sédiments, non consolidés, ont été la cause de l'insuccès des sondages par réflexion".

D'autre part, le Service des Sols du Minsitère des Tranports, a obtenu des résultats satisfaisants en effectuant des sondages séismiques par réfraction sur les battures du chenal nord à l'automne 1977. (Voir fig. 3.9).

De même les résultats de sondages séismiques par réflexion effectués dans le chenal sud par Monsieur Emery Holz en 1974 ont été consultés. [68]

Enfin les sondages effectués dans la région par l'Hydro-Québec et le Ministère des Transports de même que les sondages exécutés avant la construction du pont actuel ont aussi été consultés pour présenter une intégration complète de tous les résultats disponibles dans la région étudiée. (Voir fig. 3.6).

3.6.2 Stratigraphie

Le lit du chenal nord semble constitué d'un épais dépôt d'envi-

ron 60 m de sable gris mélangé avec un peu de silt, reposant sur un schiste altéré. Dans l'axe #2 cependant, on note un important dépôt d'argile grise silteuse, traversée en son milieu par une couche de sable gris silteux d'environ 6 m d'épaisseur. Il est à noter que la partie supérieure du dépôt d'argile a une consistance ferme, alors que sa partie inférieure est de raide à très raide. On évalue que ce dépôt se situe entre les chaînages 10 + 65 et 19 + 80, soit sur une distance de 900 m environ. (Voir fig. 3.7 et 3.8).

Le roc remonte en surface sur les battures du chenal nord, remontant de façon très abrupte, autant du côté de Montmorency que du côté de l'Ile d'Orléans, sauf dans l'axe #2 où sous l'autoroute #440, le dépôt de sable est encore très épais. En général, il s'agit d'un roc altéré sur une épaisseur de 10 m à 20 m, et par la suite d'un roc sain. (Voir fig. 3.6 et 3.9).

3.6.3 Essais de chantier et de laboratoire

Lors des forages de l'hiver 1977, des essais de chantier et de laboratoire furent exécutés sur les échantillons.

Lors des forages de 1978, seulement des essais de chantier furent effectués afin de minimiser les coûts d'étude. L'identification des sols n'est donc que visuel.

Nous présentons donc dans les lignes qui suivent les caractéristiques principales des sols rencontrés à l'endroit des forages exécutés.

3.6.3.1 Limites d'Atterberg, teneurs en eau

La limite de liquidité de l'argile rencontrée aux forages #1 et #3 varie de 34 à 61 et son indice de plasticité se situe entre 15 et 35, indiquant la présence d'un dépôt argileux de moyenne à haute plasticité. L'argile de haute plasticité se trouvant dans la partie supérieure du dépôt.

La teneur en eau naturelle correspondante de l'argile varie entre 28 et 63 pour cent, et est voisine de sa limite de liquidité. Elle est légèrement inférieure pour l'argile de moyenne plasticité se rencontrant en profondeur.

3.6.3.2 Résistance au cisaillement

La résistance au cisaillement de l'argile non remaniée, telle que déterminée sur le chantier à l'aide d'un scissomètre, soit dans le dépôt d'argile rencontré au forage #3, est de l'ordre de 47.9 kPa dans la partie supérieure du dépôt, et varie entre 143.6 kPa et 239.4 kPa environ dans la partie inférieure du dépôt.

Les valeurs de résistance en cisaillement pour l'argile remaniée se situent entre 8.3 kPa et 9.4 kPa dans la partie supérieure du dépôt, et entre 52.4 kPa et 86.8 kPa dans la partie inférieure, indiquant une sensibilité de l'argile de l'ordre de 5 et 3 respectivement.

Un profil de résistance au cisaillement en fonction de l'élévation est présenté à la fig. 3.10.

3.6.3.3 Essais de compression triaxiale

Des essais de compression triaxiale, confinés et non drainés, furent exécutés en laboratoire sur des échantillons d'argile non remaniée et prélevés dans les forages #1 et #3. Les valeurs de résistance à la compression obtenues varient entre 100 kPa et 153 kPa.

Ces résultats de laboratoire sont aussi indiqués sur le profil présenté à la fig. 3.10 en supposant la résistance au cisaillement de l'argile égale à une demi-fois la résistance à la compression des essais triaxiaux.

3.6.3.4 Poids unitaires, teneurs en eau

Les masses unitaires humides mesurés sur les échantillons précédemment analysés varient de 1634 kg/m^3 à 1698 kg/m^3 dans la partie supérieure du dépôt d'argile, et de 1890 kg/m^3 à 2050 kg/m^3 dans la partie inférieure.

Les teneurs en eau naturelle correspondantes se situent entre 51 et 63 pour cent dans la partir supérieure du dépôt d'argile, et entre 24 et 35 pour cent dans la partie inférieure.

3.6.3.5 Essais de consolidation

Cinq essais de consolidation furent effectués en laboratoire sur des échantillons représentatifs d'argile non remaniée prélevés dans les forages #1 et #3. L'analyse des résultats indique que le dépôt d'argile existant est surconsolidé. L'argile rencontré dans le forage #1 montre une pression de surconsolidation excédant d'environ 144 kPa la pression verti-

cale effective exercée par les terres sus-jacentes. Dans le forage #3, le degré de surconsolidation de l'argile est de l'ordre de 28.7 kPa dans la partie supérieure du dépôt, et varie de 38.3 kPa à 76.6 kPa dans la partie inférieure du dépôt.

3.6.3.6 Indices de résistance

Des essais de pénétration furent effectués sur le chantier, à l'aide d'une cuillère fendue conventionnelle de 51 mm de diamètre, enfoncée sous une énergie standard de 475 J afin de déterminer la densité relative des sols granulaires rencontrés.

D'une façon générale, les indices de résistance obtenus dans les matériaux granulaires sont le plus souvent compris entre 33 et 100 coups au mètre indiquant des sols à l'état compact. Toutefois, à grande profondeur ou près du socle rocheux, des indices de résistance plus élevés furent mesurés, indiquant la présence de matériaux à l'état dense et même très dense (le nombre de coups pouvant alors excéder 165 coups au mètre).

3.6.3.7 Analyses granulométriques, teneurs en eau

Des analyses granulométriques furent exécutées en laboratoire sur des échantillons représentatifs des sols granulaires rencontrés, comme complément aux descriptions visuelles après les sondages de l'hiver 1977.

Les matériaux analysés consistent le plus souvent en un sable uniforme renfermant de 1 à 22 pour cent environ de particules fines passant le tamis 75 μm. Occasionnellement, on trouve des matériaux à granulométrie étalée, composés d'un mélange de sable, silt et gravier (forages #6

et #9), ou encore un matériau très fin constitué essentiellement de silt (forage #9, près de la surface du sol).

Les teneurs en eau naturelles des matériaux précédemment analysés varient entre 9 et 27 pour cent.

3.6.4 Propriétés mécaniques

- Capacité portante

Selon les informations restreintes qui sont disponibles actuellement, la capacité portante du roc est évaluée à environ 0.98 MPa près de la surface du roc, après avoir enlevé les parties les plus fissurées ou altérées.

Quant aux capacités portantes du sol, il semble qu'elles pourraient varier sur le sol granulaire de 0.2 MPa à 0.4 MPa si on utilisait de la vibroflotation.

3.6.5 Réseau d'arpentage, chenal nord

Nous présentons à la figure 3.11 le réseau d'arpentage utilisé dans le chenal nord pour la localisation des forages et des sondages séismiques.

Tout le réseau est rattaché aux points géodésiques indiqués sur le plan, et tels que fournis par le Ministère des Terres et Forêts, Direction des Relevés Techniques, Service de la Géodésie, Québec.

CHAPITRE IV

CHAPITRE IV

DONNEES DE BASE

4.1 CHARGES VIVES

Tous les projets ont été conçus pour une charge standard H20-S16 augmentée de 25%, soit la charge H25-S20, en tenant compte des charges d'impact. La surcharge de camion a été appliquée selon la norme de l'ACNOR S6-1974.

Aucune surcharge de neige n'a été incluse dans le calcul du tablier ou du trottoir.

4.2 DIMENSIONS DES CHAUSSEES

4.2.1 Lien à six voies

Lors des premières réunions de coordination, le Ministère nous indiquait d'établir un lien à six voies, soit 3 voies dans chaque sens, comme hypothèse pour l'étude.

Plus particulièrement dans le cas des chaussées de pont ou de jetées sur le chenal nord, la direction des ponts faisait part aux consultants d'une norme datée du 15 décembre 1973 préconisant une chaussée de 0.90 m - 3 fois 3.65 m - 0.90 m dans chaque sens. A cela s'ajoutent les

largeurs pour les garde-fous, parapets et joint longitudinal.

Dans le cas des chaussées sur l'Ile d'Orléans, il était alors plus pratique tout en demeurant économique d'élargir nos accotements sur les rebords de la route et de séparer les voies de circulation dans chaque sens.

Quant au choix des chaussées pour le chenal sud, le choix s'est arrêté sur les mêmes sections que le chenal nord, bien que lors d'un design plus avancé ces largeurs pourraient être modifiées pour tenir compte de facteurs plus particuliers. Enfin le choix fut le même pour les solutions de tunnel ou de pont.

4.2.2 Lien à deux voies, chenal nord

Lors d'une réunion de coordination en novembre 1978, le Ministère nous demandait d'étudier la possibilité de relier la rive nord avec l'Ile d'Orléans par un lien à deux voies. Ceci a conduit à considérer des structures qui pourraient accomoder dans un premier temps deux voies avec un trottoir et, dans un deuxième temps, trois voies unidirectionnelles intégrées à un lien de six voies en autoroute.

La chaussée préconisée est donc la suivante: deux voies de 3.65 m , avec accotement de chaque côté de 1.85 m, et trottoir de 1.6 m, séparé de la chaussée par un garde-fou métallique.

Les structures dans le chenal nord sont donc présentées pour un lien à deux voies ou un lien à six voies.

4.3 RESEAU ROUTIER

Le réseau routier actuel, avec parachèvement de l'autoroute Dufferin-Montmorency, fut considéré comme base pour l'élaboration du projet. Il n'est donc pas prévu de prolonger le boulevard de la Capitale vers l'est.

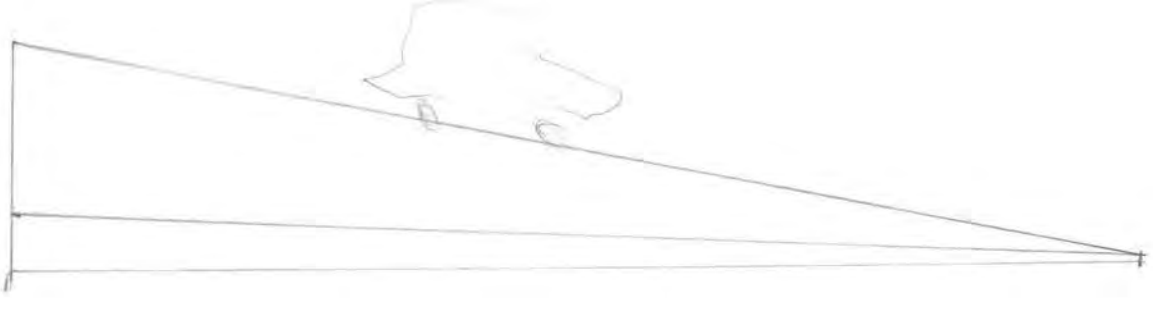
4.4 ALIGNEMENT HORIZONTAL ET VERTICAL

4.4.1 Pentes

Dans un premier temps, lors de l'élaboration du projet, les pentes ont été limitées dans les montées ou les descentes à 3%. Cependant, étant donné les fortes différences d'élévation, on a dû augmenter la limite supérieure des pentes à 4%, et considérer des longueurs de pente considérables, surtout dans le cas des tunnels.

4.4.2 Courbes

Pour ce qui est de la géométrie des routes, la conception des courbes, des échangeurs, et des devers est basée sur les normes de l'Association Canadienne des Bonnes Routes, ainsi que sur les normes du Ministère des Transports du Québec.



4.5 DEGAGEMENTS DES CHENAUX

Selon les indications fournies par Transport Canada, les dégagements susceptibles d'être approuvés lors d'une demande d'approbation officielle sont les suivants:

Chenal nord: 120 m X 15 m au-dessus des Hautes Eaux

Chenal sud: 610 X 61 m au-dessus des Hautes Eaux

L'étude des structures dans le chenal nord et le chenal sud a donc été élaborée à partir de ces données. Ces données s'avèrent réalistes compte tenu du cadre de l'étude actuelle. Cependant lors de la construction d'un pont au-dessus du fleuve St-Laurent, il y a une certaine procédure à suivre en vertu de la loi fédérale sur la protection des eaux navigables.

Cependant, il n'est pas dans le cadre de la présente étude d'entamer cette procédure, mais celle-ci devra s'amorcer lorsque la décision de construction du lien aura été arrêtée. Pour l'instant, nous nous sommes donc limiter à obtenir des valeurs de dégagement indicatives et susceptibles d'être acceptées dans le déroulement de la procédure.

CHAPITRE V

CHAPITRE V

CHENAL NORD

5.1 FORMULATION DES HYPOTHESES DE BASES

5.1.1 Cadrage de la zone d'étude

Par juxtaposition des données de base, trois zones principales furent identifiées en tenant compte des obstacles physiques majeurs. A l'intérieur de ces trois zones, une vingtaine d'axes furent tracés puis juxtaposés respectivement à ces mêmes cartes d'inventaire des données de base afin de faire ressortir les avantages, les désavantages et les particularités respectives de chacun des axes.

Par la suite, l'analyse des différents facteurs particuliers à ces axes constitua le processus de sélection et d'élimination de chacun des axes proposés. Les axes routiers proposés et sélectionnés ont été analysés en considérant la délimitation du corridor, le transport, la circulation, le design et les données disponibles relativement aux barrières physiques.

Les trois sections suivantes représentent les avantages, les désavantages et les particularités présentes lors du choix des axes tracés. Certains facteurs touchent tous les axes, alors que d'autrés n'affectent que certains.

Donc, les principaux facteurs considérés sont au niveau des:

5.1.1.1 Avantages

1- Opportunité de mieux relier les deux rives dans la partie est de la région de Québec en tant que territoire économique.

2- Prolongement naturel de l'autoroute de la Capitale actuelle.

3- Lien avec l'autoroute Dufferin-Montmorency.

4- Amélioration pour résoudre le problème actuel du raccordement de l'Ile à la terre ferme.

5- Revalorisation des terrains avoisinants due à un développement bien planifié.

6- Possibilité de transformer certaines parties de l'Ile en zones de récréation et de villégiature.

7- Possibilité de favoriser l'aménagement du patrimoine.

8- Possibilité de favoriser la création de circuits touristiques empruntant la rive nord et la rive sud du St-Laurent à l'est de Québec.

9- Possibilité de construire une autoroute sur l'Ile.

10- Possibilité de créer des entrées et des sorties adéquates avec les routes de l'Ile.

11- Lien avec la route Lallemand sur la rive sud.

12- Lien avec un axe situé à l'ouest de Beaumont et rejoignant l'autoroute #20.

13- Un tunnel sous l'Ile éviterait des perturbations physiques importantes et serait plus sécuritaire en hiver.

14- Niveaux sud de l'Ile et de la rive sud propices pour un pont surplombant le chenal de navigation actuel.

15- Axe situé hors de la zone achalandée de Montmorency-Villeneuve.

16- Relié à l'autoroute Dufferin-Montmorency par un échangeur prévu.

17- Possibilité de développer industriellement la pointe de la Martinière.

18- Possibilité de créer un corridor de transport parallèle et/ou adjacent à la servitude de la ligne 735KV de l'Hydro-Québec.

19- Possibilité de développer facilement un échangeur sur la bande de terrain située entre le fleuve et le boulevard Ste-Anne.

5.1.1.2 Désavantages

1- Probabilité d'une spéculation foncière sur l'Ile, la Rive Nord et la Rive Sud.

2- Possibilité d'un développement accru de secteurs résidentiels sur l'Ile au détriment de l'agriculture actuelle.

3- Danger de réduire le territoire de production agricole.

4- Possibilité d'impact sur les sites culturels, historiques ou touristiques. Danger de nuire au Tunnel reste relativement caché dans le coteau.

5- Lien avec routes de l'Ile doit être envisagé mais difficile à instaurer.

6- Un pont (ou des ponts) serait une présence physique sur un site d'une très grande beauté au point de vue environnement urbain et panoramique.

7- Aucun lien direct avec l'autoroute de la Capitale.

8- L'échangeur prévu pour le vieux pont de l'Ile et l'autoroute Dufferin-Montmorency devra être modifié.

9- Engorgement probable de la circulation sur la pointe ouest.

10- Lien avec routes existantes de l'Ile pourrait s'avérer difficile à cause de l'exiguité des lieux.

11- Axe éloigné de Québec.

12- Lien avec routes de l'Ile pourrait s'avérer difficile à cause des lieux historiques situés à Ste-Pétronille.

5.1.1.3 Particularités inhérentes

1- Nécessité de contrôler l'utilisation du sol principalement en fonction des zones résidentielles, agricoles, touristiques, culturelles et récréatives.

2- Importance de protéger le territoire de production agricole.

3- Difficulté de mesurer les conséquences écologiques sur la végétation du littoral (avifaune), la faune aquatique et les oiseaux.

4- L'Ile pourrait devenir une attraction touristique de premier ordre.

5- Nécessité de tenir compte des intérêts de la population locale.

6- Nécessité d'une route greffée sur le côté nord de l'Ile d'Orléans comme accès à l'Ile, et probablement d'un petit échangeur à la pointe ouest de l'Ile.

7- Nécessité de prévoir des aménagements très spéciaux pour l'accès à l'Ile.

8- Alignement des tracés selon les dimensions cadastrales des lots originaux.

9- Minimiser les contraintes au point de départ et d'arrivée des liens.

10- Un pont (ou des ponts) doit tenir compte des aspects esthétiques et du panorama.

11- Une autoroute sur l'Ile serait nettement moins onéreuse au coût/km qu'un tunnel. mais plus dévastatrice au niveau des sols à préserver. Fuite de bois ?

12- Probabilité d'un tunnel sur l'Ile afin de préserver les cachets culturels et historiques de Ste-Pétronille et pour protéger l'environnement.

13- Nécessité de construire un petit échangeur sur les battures de Beauport comme lien avec l'autoroute Dufferin-Montmorency.

14- Nécessité de creuser un ~~petit~~ tunnel dans l'escarpement du côté nord de l'Ile.

15- Chemin le plus court pour le trafic entre Québec centre-ville et Lévis centre-ville.

5.1.2 Choix des liens proposés

Il est important de souligner que durant toute la durée de l'étude, les cueillettes des données ainsi que les résultats de l'analyse ont été continuellement échangés entre les différentes sections de l'équipe de travail pour alimenter l'étude des types de liens possibles et plus particulièrement des axes situés à l'intérieur des trois zones présentées auparavant.

5.1.3 Critères de sélection des axes

Lors de l'analyse, les critères généraux suivants ont été retenus pour le choix du tracé des axes routiers:

- être le prolongement d'un axe routier principal;
- permettre un échangeur adéquat avec les autres routes ou artères principales;
- prendre avantage de la proximité de servitudes existantes pour les lignes de transport d'énergie ou d'utilités publiques;
  Exemple: création d'un corridor de transport à utilisation multiple;
- être localisé dans un secteur à basse densité d'utilisation et à faible potentiel (si possible);

- minimiser l'impact sur les zones résidentielles;
- desservir et relier adéquatement les zones industrielles;
- minimiser les distances totales entre les pôles majeurs d'attraction;
- considérer les contraintes physiques telles collines, bâtiments, cours d'eau, etc...;
- maximiser l'impact et l'effet d'entraînement dû à l'emplacement;
- minimiser l'impact sur les zones à haute densité et fortement touchées par la présence de piétons;
- éviter et minimiser l'impact du bruit et de la pollution de l'air;
- développer les aspects panoramiques et esthétiques de la route;
- consolider l'infrastructure de voies de transport en vue d'un accroissement de l'activité économique;
- s'attarder aux solutions les plus rentables économiquement.

5.2 IDENTIFICATION DES AXES PROPOSES (Chenal nord)

Les limites du territoire d'étude pour le chenal nord s'étendent de la pointe ouest de l'Ile (Ste-Pétronille) jusqu'à la ligne de l'Hydro-Québec sur l'Ile, et des battures de Beauport (près de Ville Montmorency) jusqu'à la ligne de l'Hydro-Québec à l'ouest.

Trois zones principales ont été définies à l'intérieur de ce périmètre. Il apparaissait difficile d'établir des liens à l'extérieur de ces zones étant donné les obstacles naturels bien précis et nombreux, tels que: le pont actuel, le cimetière, la longueur excessive, la circulation, etc.

A l'intérieur de ces trois zones identifiées et caractérisées par l'inventaire des barrières physiques et à l'aide des cartes topographiques et bathymétriques, il a été tracé à l'intérieur de chacune d'elles un axe représentatif de la zone (voir fig. 5.1, 5.41 à 5.65). A l'aide du profil en élévation de chacun de ces axes, on constate que le fond marin varie très peu d'un axe à l'autre, sauf à l'endroit d'une dépression plus évidente dans l'axe #2 nord.

Par ailleurs, le profil topographique du côté de l'Ile présente un escarpement qui s'accentue de l'axe #2 nord vers l'axe #5 nord. Il est à noter que l'axe #2 nord est le plus court et correspond au prolongement de l'autoroute #40 sur les battures de Beauport.

Plusieurs facteurs techniques influencent le choix d'un type de lien, notamment la topographie des lieux, du fond marin, la stratigraphie, la géologie, la nature et les propriétés du sol et du roc, le vent, les courants, les marées et le mouvement des glaces propre au St-Laurent.

Une bonne part de ces informations ont été compilées sur les différents axes du bras nord. De plus, des sondages séismiques ont été réalisés et les résultats sont compilés dans la section sur la géotechnique. Enfin, l'absence des modèles hydrauliques à ce stade de l'étude ne permet aucune conclusion quant au mouvement des glaces ainsi que l'effet de sédimentation ou l'affouillement du fond marin causés par l'entrave d'une jetée ou le rétrécissement du fleuve occasionné par un pont.

Donc, considérant ces différents éléments à l'intérieur des trois zones principales identifiées sur le côté du bras nord, cinq axes principaux ont été sélectionnés qui sont les suivants et présentés à la figure 5.1

- axe #1 - nord
- axe #2 - nord
- axe #2-D - nord
- axe #3-A - nord
- axe #5 - nord

A ces quatre axes de base, viennent se greffer trois autres axes qui sont une légère variante des cinq premiers ci-haut présentés. Ils sont identifiés comme suit:

- axe #2-B - nord
- axe #2-C - nord
- axe #2-E - nord

Ces trois derniers axes présentent généralement les mêmes caractéristiques que les précédents en y ajoutant plus de précision au niveau de l'arrivée sur l'Ile.

5.3 JETEES

5.3.1 Analyse

L'objet de la présente section est de faire l'analyse d'une jetée complète dans le chenal nord du fleuve St-Laurent, et par le fait même de traiter des jetées partielles combinées à un pont.

Nous avons établi la largeur des structrues à 33.0 m pour la jetée et à 27.6 m pour les ponts. Cette largeur inclut les accotements et les six voies de circulation tel que préconisé par le Ministère des Transports.

De plus, les pentes pour la circulation sur les ponts seront limitées à 2% ou 3% au maximum.

5.3.2 Construction des jetées

a) Définition

Une jetée est une structure généralement perpendiculaire à la rive, et s'étendant dans un cours d'eau. Dans le cas qui nous intéresse, cette structure a été étudiée pour assurer une liaison entre la rive nord et l'Ile d'Orléans.

b) Types

Généralement les jetées sont construitent à partir de moëllons bruts, de cellules en palplanches, de caissons et de cribles employant soit le bois, l'acier ou le béton.

c) Emplacement

L'emplacement d'une jetée peut être très important. Une attention spéciale doit être apportée à la direction et aux forces des marées et à la section du chenal nécessaire à la navigation.

Les jetées doivent être généralement disposées de manière à ce que le chenal soit orienté dans une position et une direction qui correspond au mouvement naturel de la marée.

5.3.3 Choix de la houle de dimensionnement

Le principal problème qui intervient lors du dimensionnement d'une structure maritime, est de choisir la nature de la houle.

Ce choix est influencé principalement par les facteurs suivants:

a) La structure peut être sujette à l'attaque d'ondes non déferlantes, déferlantes ou déferlées.

b) Effets sur les aires protégées des dommages causés à la structure.

c) Besoins de maintenance en fonction des dommages causés par les tempêtes.

d) Disponibilité des matériaux de protection.

5.3.4 Elévation minimum de la crête des jetées

L'élévation de la crête est déterminée à partir de la surélévation du plan d'eau contre la structure. Cette surélévation est elle-même fonction des caractéristiques de la houle et de la structure.

Comme première approximation, on admet que cette surélévation est égale à la hauteur de l'onde incidente, à laquelle on ajoute un certain facteur pour tenir compte du débordement de la houle au-dessus de la structure.

Dans le chenal nord, l'élévation des hautes eaux extrêmes est établie à l'élévation + 5.0 m, selon le système de référence géodésique du Canada.

La hauteur des vagues et du plan d'eau étant fonction de la direction des vents dominants et de leur distance de parcours, nous avons évalué le "fetch" entre 20 et 28 kilomètres. Ainsi la hauteur totale nécessaire au-dessus des hautes eaux a été établie à 2.75 m.

Comme l'assise de la route est protégée sur les côtés par un enrochement sélectionné de pierres de 1200 kg sur une épaisseur de 1.5 m, nous ne prévoyons pas de protection spéciale à la fondation des chaussées. Ainsi, l'élévation minimum des crêtes a été établie à l'élévation + 7.0 m. Cette élévation minimum s'entend après tout tassement des jetées et de leurs fondations. La hauteur à réaliser lors de la construction devra donc inclure une surélévation égale aux tassements anticipés qui pourraient varier de 0.2 m à 0.4 m, dans les différents axes.

5.3.5 Conditions de fondation

Un programme préliminaire de forages et d'études géotechniques a été exécuté sur le site précité, par la compagnie Nationale de Forage et Sondage Inc. Cette étude préliminaire avait pour objet de déterminer la nature et les propriétés géotechniques du sous-sol en vue de la construction d'une jetée ou d'un pont devant relier la rive de Beauport à l'Ile d'Orléans.

5.3.5.1 Procédure

Quatre tracés possible ont été investigués pour la traversée du chenal nord. Au total neuf forages préliminaires furent implantés et exécutés, soit quatre forages sur l'axe #2, et deux forages sur chacune des lignes #2-D, #3-A et #5.

Pour l'ensemble des axes, les forages furent arrêtés à des profondeurs variant entre l'élévation -5 m et -66 m (élévations géodésiques). Le socle rocheux fut vérifié sur cinq forages exécutés sur les axes #2 et #3-A, avec pénétration de 1 à 5 m dans le roc.

5.3.5.2 Description du terrain

La description des différentes couches de terrains rencontrés à l'endroit des forages exécutés a été présentée à la section 3.6 et aux figures 3.7 et 3.8, et nous y référons le lecteur pour plus de détails.

5.3.6 Recommandations quant au site

L'étude pour déterminer l'emplacement des jetées s'est faite à partir du résultat des essais de chantier et de laboratoire.

La hauteur d'une jetés complète en enrochement pourrait atteindre l'élévation +7.0 m (élévation géodésique) tandis que la jetée partielle pourrait s'élever à l'élévation + 18.3 m. Ceci peut représenter des hauteurs maximales de jetées de l'ordre de 25 m.

Sur les axes #2-D, #2-E, #3-A et #5, où le sol consiste essentiel-

lement en un dépôt de matériaux granulaires, aucun problème particulier de stabilité des pentes de la jetée, dû à la surcharge imposée, n'est présentement entrevu. Quant aux tassements anticipés, en excluant toute présence d'argile, ils pourraient être de l'ordre de 0.3 m (ou moins) dans les matériaux essentiellement granulaires constituant le mort-terrain à ces endroits, ce qui est acceptable.

Toutefois à l'emplacement de l'axe #2, où un important dépôt d'argile fut rencontré au centre du chenal, (forages #11 et #3), une étude plus particulière fut entreprise concernant la stabilité des pentes et les tassements anticipés.

En tenant compte des propriétés de l'argile trouvée au forage #3, d'une pente de 3 (horizontale) dans 1 (verticale), et d'un remblai de 24 mètres de hauteur, le facteur de sécurité serait inférieur à 1.0, indiquant ainsi une pente instable. Pour obtenir un facteur de sécurité minimum de 1.3, correspondant à une pente de talus sécuritaire contre la rupture, un palier horizontal d'une largeur de 52 mètres devrait être établi à l'élévation -7 m.

Quant au tassement total à long terme du dépôt d'argile à l'endroit du forage #3, il serait de l'ordre de 5 mètres, donc considérable.

Entre les forages #4 et #11, l'axe #2 n'apparait donc pas favorable à la construction d'une jetée.

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
JUIL 17 1981
TRANSPORTS QUÉBEC

5.3.7 Structures des jetées à talus en enrochement

Les digues à talus en enrochement sont couramment utilisées comme protection contre la houle. Elles consistent en un noyau composé de tout-venant de carrière sur lequel on superpose plusieurs couches protectrices avec différentes grosseurs d'enrochements. La dernière couche que l'on désigne comme couche protectrice est souvent composée de blocs artificiels en béton.

Le principal problème qui intervient pour le dimensionnement de digues à talus en enrochement est de déterminer le poids des unités de la couche protectrice primaire pour qu'ils soient stables, c'est-à-dire qu'ils ne soient pas délogés lorsque soumis à l'attaque de la houle. Or cette stabilité dépend principalement de la rugosité des unités, de la porosité de la couche protectrice et de l'effet de l'emboîtement des unités. Le poids des unités de la couche protectrice est déterminé par des formules empiriques. La formule d'Hudson, pour la détermination du poids des unités s'écrit:

$$W = \frac{\delta_r H^3}{K_d (s_h - 1)^3 \cot g \theta}$$

ou W, est le poids des unités en kN, $\delta_r = \gamma_h / \gamma_W$, et étant les poids spécifiques respectifs des unités et de l'eau en kN/m^3, H la hauteur de dimensionnement de la houle en m, θ la pente du talus mesurée par rapport à l'horizontale et Kd un coefficient adimensionnel dit coefficient de dommage, qui est principalement fonction de la forme des unités, c'est-à-dire de leur rugosité et surtout de leur degré d'emboîtement. La pente du talus peut varier entre 1: 1.25 jusqu'à 1: 1.3, mais il n'est pas recommandé d'utiliser

des pentes plus accentuées que 1: 1.15.

Egalement, il faut déterminer l'élévation et la largeur de la crête, la pente au talus, les caractéristiques des couches et les fondations. L'élévation de la crête est déterminée à partir de la surélévation du plan d'eau sur la structure qui elle-même, est fonction des caractéristiques de la houle et de celles de la structure. Comme première approximation, on admet que cette surélévation est égale à la hauteur de l'onde incidente à laquelle on ajoute une certaine sécurité contre le dépassement de la houle par-dessus la structure.

La largeur de la crête est donnée par:

$$B = nKa\left(\frac{W}{\gamma h}\right)^{1/3}$$

ou n est le nombre d'unités sur la largeur B avec une valeur de n = 3 recommandée et K est un coefficient de la couche qui dépend des unités utilisées.

L'épaisseur de la couche protectrice est déterminée à partir de la formule suivante:

$$r = mKa\left(\frac{W}{\gamma n}\right)^{1/3}$$

Le nombre d'untiés requis pour la construction de la couche extérieure est fourni par $Nr = An\ Ka\left(1-\frac{P}{100}\right)\left(\frac{Sr}{W}\right)^{2/3}$

ou Nr est le nombre requis pour couvrir une surface An en m^2 d'unités formant une couche d'épaisseur r en mètres, dont le coefficient de la couche est

Ka et la porosité moyenne est P exprimée en pourcentage.

Dans le cas de non déferlement, cette couche est étendue jusqu'à une hauteur d'onde au-dessous du niveau de repos minimal, tandis que lorsqu'il y a déferlement à la structure, cette couche est prolongée jusqu'au fond.

L'expérience montre d'autre part qu'il est sage de protéger les fondations de la structure dans le cas où la profondeur d'eau est moindre que deux fois la hauteur de la houle, où il existe de forts courants et où les fondations consistent en un matériau meuble.

5.3.8 Section type - Jetée

Compte tenu des conditions de fondations, les sections types choisies apparaissent dans les figures 5.49 et 5.50.

On a donc un massif d'emprunt "Classe - B", bloqué entre deux recharges en enrochements constitués de tout-venant de carrière (granit) de 0-700 mm de diamètre, additionné d'une membrane synthétique qui recouvre les deux recharges en enrochements et assure l'étanchéité de la structure.

La couche protectrice considérée comme couche protectrice primaire est composée d'enrochements sélectionnés de 1200 kg et d'une épaisseur de 1.5 m. Cette protection est disposée à partir des fondations jusqu'à l'élévation +7.0 m, soit de deux mètres plus élevée que le niveau de la marée haute extrême.

Les pentes extérieures et intérieures sont de 3/2.

L'assise de la route sera construite sur une épaisseur d'environ 1.2 m avant d'y faire le pavage pour compléter les travaux.

5.3.9 Séquence de construction

La jetée devra être construite à l'avancement en pleine eau. Pour aider aux travaux de première fermeture, on procédera à la construction des deux massifs de recharge, en enrochement, supérieur à 50 mm. Cette opération se fera par déversement des camions à l'avancement à partir de la rive nord.

L'étanchéité sera assurée en recouvrant les massifs de recharge d'une couche de pierre concassée de 0.15 m et en y installant une membrane synthétique. L'achèvement de la jetée se fera par remplissage du volume laissé entre les deux massifs de recharge. Ce remplissage sera fait avec un emprunt "Classe B". Puis dans l'ordre indiqué, on achève la partie supérieure de la digue après avoir complété l'enrochement de protection.

5.3.10 Quantités requises de matériaux

Les quantités ont été calculées à partir du profil en travers (fig. 5.49, 5.50) pour une jetée complète passant par l'axe 2-D.

A partir de pentes de 3/2, on a établi les quantités suivantes pour la jetée sur toute sa longueur.

- Enrochement sélectionné de 1200 kg (A)

156400 m^3

- Tout-venant de carrière (granit) de 0-700 mm de diamètre (D_{50} = 450 mm) ou (calcaire) de 0-760 mm de diamètre (D_{50} = 150 mm) (B)

  935100 m^3.

- Pierre concassée de 0-100 mm de diamètre (D50-19 mm) ou gravier naturel (0-100 mm de diamètre) (E)

  16100 m^3.

- Membrane synthétique (F)

  107000 m^2

- Emprunt "Classe - B". (G)

  342,000 m^3.

5.3.11 Estimation des coûts

Nous présentons ici l'estimation des coûts pour une jetée complète seulement dans l'axe #2-D. Les autres alternatives apparaissent au chapitre VIII, "Intégration des coûts".

TABLEAU 5.1

COUTS D'UNE JETEE COMPLETE DANS L'AXE NO 2-D

- Enrochement tout-venant (B)

  Excavation, transport, mise en place par le versement de barges

  935100 m^3 @ \$7.00/m^3 _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ \$6,546,000.

- Enrochement sélectionné (A)

  Excavation, transport, mise en place par déversement de camion

  156,400 m^3 X \$10.00/m^3 _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ \$1,564,000.

- Pierre concassée de 0-100 mm (E)

  Excavation, transport, mise en place par déversement de barges ou camions

  16,100 m^3 X \$7.00/m^3 _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ \$ 112,000.

- Membrane synthétique (F)

  107,000 m^2 X \$2.25/m^2 _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ \$ 241,000.

- Emprunt "Classe B" (G)

  342,000 m^3 X \$5.00/m^3 _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ \$1,712,000.

\$10,175,000.

IMPREVUS 10% 1,000,000.

\$11,175,000.

5.3.12 Conclusion

Le choix d'une jetée complète pour relier la rive nord à l'Ile d'Orléans, s'avère la solution la plus économique aux endroits des axes 2-D, 2-E et 3-A.

Toutefois, la fermeture du chenal nord de l'Ile d'Orléans entraînera des perturbations, à court terme du moins, du régime hydraulique local du St-Laurent. Aussi, la poursuite d'étude sur modèles réduits permettra de rechercher l'influence à long terme de ces ouvrages sur le régime naturel, les niveaux, les champs de vitesse, la sédimentation, les glaces, l'environnement, etc.

5.4 JETEE PARTIELLE AVEC PONT

5.4.1 JETEE PARTIELLE

Nous référons le lecteur à la section 5.3 pour la description de la jetée partielle. Sa constitution demeure essentiellement la même que celle d'une jetée complète.

5.4.2 PONTS A HAUBANS

5.4.2.1 Introduction

Deux types de ponts à haubans ont été étudiés pour la traversée de la partie centrale du chenal nord.

Des structures continues (fig.5.42, 5.43, 5.52, 5.53, 5.59, 5.60 et 5.64) de trois portées (90 m, 250 m, 90 m) et de (60 m, 150 m, 60 m) permettaient de répondre aux exigences des différents axes.

Cet ensemble tient compte d'un gabarit minimum de 120 mètres de largeur par 15 mètres de hauteur.

Ces ponts à câbles autoancrés porteurs ont un tablier qui peut être tout en acier avec dalle de roulement orthotrope ou mixte en acier-béton ou même en béton précontraint.

Les câbles créent une précontrainte extérieure et sont liés à

un pylône indépendant ou non du tablier.

Les points d'ancrages des câbles au niveau du tablier constituent des appuis élastiques dont la raideur dépend de la tension existante dans les haubans.

Les points les plus importants à considérer, concernent:

- Les problèmes de calculs et de dimensionnement
- Les problèmes de vibrations et de stabilité aérodynamique
- Les problèmes de montage
- Les problèmes de corrosion et d'entretien

5.4.2.2 Description du pont

5.4.2.2.1 Superstructure (Fig.5.2, 5.3 et 5.4)

Le tablier de ce pont comporte deux chaussées de 12.80 m de largeur avec bande médiane pour une largeur totale de 28 mètres.

Pour une travée centrale de 250 mètres, la superstructure de l'ouvrage comprend un caisson double de 3.6 m de hauteur et 11.5 m de largeur, continue en trois travées de 90.0 m, 250.0 m, 90.0 m et soutenue par les piles ainsi que par huit haubans situés dans le plan de l'axe longitudinal du pont et reliés aux deux pylônes suivant une disposition radiale.

Le platelage orthotrope en tôle d'acier avec raidisseurs longitudinaux en U se prolonge de 8.2 m de part et d'autre du caisson et est sou-

tenu au droit des entretoises par des bracons inclinés, espacés de 4.6 mètres.

Le tablier orthotrope et les poutres transversales sont supportés par des entretoises en diagonale. La poutre caisson est raidie avec des diaphragmes transversaux espacés à 15 mètres centre en centre.

Cette solution est en général adoptée pour les ponts à nappes de haubans centraux. Les avantages principaux résident dans la facilité de mise en place des systèmes d'ancrages et dans la valeur élevée de la période de vibration en torsion (pratiquement indépendante des systèmes de câbles).

Dans le sens longitudinal, on notera que pour ce type de pont la poutre de rigidité est continue, et que les travées latérales sont appuyées sur des piles contribuant à l'ancrage des haubans.

Si une solution utilisant les ouvrages mixtes est adoptée, ces structures se composent de travées centrales métalliques et de travées latérales en béton. Dans ce cas, les joints entre les éléments de structures différentes sont conçus pour une transmission des efforts de compression et de flexion.

Ainsi, alternativement, on peut employer comme poutre un caisson métallique comportant une dalle supérieure en béton. Théoriquement, ce type de structure est très intéressant puisque le béton est précontraint extérieurement par les haubans et participe donc à la flexion d'ensemble.

Dans le sens transversal, les efforts dus à la torsion du tablier sont très importants et les appareils d'appuis, comme les fondations, doivent être conçus pour supporter des efforts alternés.

Pour une travée centrale de 150 mètres, la superstructure de l'ouvrage comprend un caisson double de 2.25 m de hauteur, continue en travées de 60 m, 150 m, 60 m et soutenue par les piles ainsi que par huit haubans situés dans le plan de l'axe longitudinal du pont.

La platelage orthotrope se compose d'une tôle d'acier avec des raidisseurs à profil ouvert espacés de 0.35 m et des entretoises tous les 1.70 m; des contreventements transversaux intérieurs en treillis espacés de 6.50 m empêchent la déformation du caisson.

Les aciers utilisés pour le caisson devront présenter une ductilité accrue sous entaille à basse température, c'est-à-dire un acier à haute résistance G40.11, grade B, avec une limite élastique de 28 kg/mm^2 et une résistance à la rupture de 46 kg/mm^2.

Les assemblages longitudinaux sur chantier seront réalisés par soudure, et les joints transversaux au moyen de boulons à haute résistance.

Le revêtement de la chaussée pourra être constitué d'une couche d'asphalte caoutchoutée d'environ 7 cm d'épaisseur.

5.4.2.2.2 Pylônes

Les deux pylônes, haut de 36.6 m, sont des caissons dont la section carrée décroit de 1850 mm X 1850 mm à 1520 mm X 1520 mm pour une portée centrale de 250 m et de 1530 mm X 1530 mm à 1240 mm X 1240 mm pour une portée centrale de 150 m.

Les pylônes sont en acier à haute résistance ASTM A-441.

Cet élément constitutif du pont à haubans peut prendre des formes variables suivant le type de haubannage (central ou latéral), ou selon les types de fixation adoptés sur les massifs.

En général, les encastrements sur les massifs de fondation sont relativement onéreux. En effet, les efforts dus au vent ou au tremblement de terre comportent, en plus des réactions horizontales, des moments fléchissants très importants.

La transmission des moments d'encastrement entre le pylône et le tablier est également très délicate sur le plan technologique (tôles de renforts très épaisses et assemblages difficiles à réaliser).

Comme les sections du pylône métallique sont fréquemment en forme de caisson, les diaphragmes et raidisseurs intérieurs sont déterminés pour éviter le flambement local des faces du pylône.

Certains éléments sont difficiles à dimensionner, notamment les zones situées près des selles d'appuis ou des ancrages des haubans.

En effet, en raison de l'encombrement des pièces, les sections sont réduites et la diffusion des efforts de compression doit s'effectuer sans concentration anormale des contraintes. Le recours à la méthode des éléments finis permet de résoudre le problème.

Quelquefois, les pylônes en béton sont employés pour des tabliers métalliques. Les sections sont en général pleines, sauf au droit des niches pour selles d'appuis.

Enfin, le réglage des câbles doit être fait avec beaucoup de soins pour éviter les dépassements d'efforts permis.

5.4.2.2.3 Câbles

Pour une portée centrale de 250 m, chacun des haubans est constitué de 24 torons disposés en deux faisceaux de 12 unités. Leur diamètre est de 50.80 mm pour les câbles supérieurs et de 31.75 mm pour les câbles inférieurs. Pour une portée centrale de 150 m, chacun des haubans est constitué de 20 torons disposés en deux faisceaux de 10 unités. Leur diamètre est de 44.50 mm pour les câbles supérieurs et 30.16 mm pour les câbles inférieurs.

Pour la protection contre les agents atmosphériques, chacun des fils sera recouvert de polyéthylène de 5 mm d'épaisseur.

Plusieurs types de haubannages existent:

1) Soit les systèmes comportant peu de haubans, ceux-ci étant formés de plusieurs monotorons.

En général, les câbles sont continus au droit du pylône et sont ancrés avec épanouissement dans le tablier porteur. Une telle technique entraîne cependant les difficultés suivantes:

- Ancrages complexes, nécessité d'appareils en acier moulé facilitant l'épanouissement.
- Réglage par la selle d'appui.
- Possibilité de changement de câble très réduite.
- Entretien des enduits superficiels anticorrosifs très difficile.
- Grande discontinuité dans les efforts de compression transmis au tablier.

2) Soit les systèmes comportant de nombreux monotorons individuels. Dans ce cas, le câble est ancré dans le pylône, la selle d'appui n'ayant plus d'intérêt. Les ancrages sont souvent réalisés par le blocage des culots d'ancrage

L'avantage d'un tel système est:

- De faciliter le remplacement éventuel d'un câble.
- De mieux répartir les forces de compression dans le tablier.

5.4.2.2.4 Stabilité aérodynamique

Le vent peut provoquer sur un pont à haubans:

- Des oscillations forcées dues aux échappements tourbillonnaires.
- Des oscillations auto-excitées à deux ou plusieurs degrés de libertés complètes, appelées flottement.

L'analyse mathématique ne permet pas de prévoir ces efforts avec précision car on ne connaît pas d'expression satisfaisante des forces aérodynamiques. On doit donc avoir recours à l'essai sur modèles; il existe actuellement deux types de méthode:

- L'essai sur modèle dynamiquement semblable, suspendu par des ressorts, dans la soufflerie; les mouvements du modèle fournissent directement le comportement du pont réel.

- Les méthodes associant l'essai sur modèle pour la mesure des forces aérodynamiques et le calcul pour déterminer la réponse de la structure.

5.4.2.2.5 Infrastructure et fondation

L'infrastructure est l'élément important dans le choix des axes, et est fonction du niveau du lit du fleuve pour le coût des batardeaux et du niveau du roc pour le coût des pieux.

La partie supérieure des piliers donnera une assise aux pylônes de même qu'aux caissons d'acier. (Fig. 5.2 et 5.3)

La partie inférieure sera assise sur des pieux forés ancrés au roc. La capacité de chacun des pieux variera de 600 à 800 tonnes.

La partie supérieure qui est complètement hors de l'eau, est constituée d'un pilier unique qui sert d'appui au pylône de même qu'au caisson.

5.4.2.3 Méthode de construction

Au départ, la construction de l'infrastructure posera des problèmes majeurs pour la traversée du chenal nord. Ces problèmes seront reliés à la position des piliers selon l'axe qui fait partie de l'étude.

Aux endroits ou la hauteur des batardeaux n'excèdera pas quinze mètres de hauteur, ce système pourra se réaliser à un coût abordable.

Aux endroits ou la hauteur des batardeaux sera de vingt mètres et plus, cette solution sera difficile à réaliser et coûteuse.

En ce qui concerne la superstructure, nous allons analyser sommairement les principaux modes de montage.

5.4.2.3.1 Montage par lancement

Le tablier est lancé et repose ensuite sur des appuis provisoires avant le montage du pylône et la mise en place des câbles.

Une telle méthode permet un réglage du profil en long du tablier avant la mise en tension des câbles.

5.4.2.3.2 Méthode à l'avancement à partir des piles

Dans le cas où la zone à franchir ne peut comporter aucun appui intermédiaire, le seul procédé est une mise en place de tronçons de 16 à 20 m de long, les haubans servant d'appuis provisoires.

Les éléments de caissons sont:

- Soit approvisionnés par ripage sur le tablier mis en place. Il faut dans ce cas construire d'abord les travées d'accès.

- Soit mis en place par un derrick biflèche les soulevant à partir d'une barge de transport.

5.4.2.3.3 Problèmes posés par le montage à l'avancement

Une première difficulté réside dans la mise en place d'un pylône métallique. La mise en place de la totalité ou d'une partie du pylone est toujours une opération délicate, car les haubans n'étant pas en place, la stabilité statique et au vent devient difficile à réaliser.

A chaque élément de tablier en porte-à-faux (supportant en plus le poids du derrick et d'un tronçon approvisionné), correspond une surtension dans les haubans de retenue. Cette surtension disparaît dès que le hauban suivant est ancré. Il en résulte dans le tablier des moments négatifs importants.

Les risques d'instabilité aérodynamique ne peuvent également être négligés en cours de montage.

5.4.2.4 Entretien des ouvrages haubanés

- Effet de la corrosion

Dans un ouvrage haubané, la partie la plus fragile demeure les câbles de haubans et leurs ancrages. En effet, les éléments sont constitués par des aciers à très haute limite de rupture et à faible allongement de rupture. Par ailleurs, les compositions chimiques prévues pour les aciers constitutifs sont souvent faborables à la corrosion sous tension.

Les câbles à plusieurs torons, sont employés de façon courante. La protection contre la corrosion nécessite:

- De faciliter l'évacuation de l'eau qui s'infiltre entre les paquets de câbles en évitant les enveloppes générales étanches et en étudiant les zones d'ancrage.

- De protéger efficacement les monotorons par un enduit recouvrant les couches de fils dont l'efficacité au point de vue étanchéité n'est pas totale.

5.4.2.5 Evaluation des axes

A la suite d'une comparaison des différents axes, on peut constater que la superstructure des ponts à haubans diffère peu d'un axe à l'autre.

Tel que mentionné précédemment dans le rapport, l'infrastructure demeure l'élément majeur dans le choix des axes.

La comparaison entre les différents axes est la suivante:

1) Les axes 2 et 2B se caractérisent par la présence d'une couche d'argile située entre les chaînages 11+ 00 et 19+ 00, pour des profondeurs allant de 18 m à 54 m.

La présence d'argile dans ce secteur, obligera à forer des pieux jusqu'au roc, soit à une profondeur d'environ 60 mètres. Cette solution s'avérera très coûteuse.

Le pont à haubans est situé dans le chenal principal dans des profondeurs d'eau de 19 m. Si à cette hauteur, nous additionnons 6 m, ce qui correspond au niveau des hautes eaux, la hauteur des batardeaux à construire hors du dol serait d'environ 25 mètres. Ceci s'avérerait difficile à réaliser et d'un coût prohibitif.

A partir des plans de forage, le profil probable du roc a été établi. Ainsi, on peut constater que les piliers principaux du pont reposeraient sur des pieux de longueurs variables, et dont certains s'ancreraient sur un socle rocheux incliné, ce qui pourrait possiblement créer certains problèmes.

En somme, on peut conclure que l'érection d'un pont à haubans, avec ses portées d'approches, serait difficile à réaliser dans cet axe.

2) Les principales caractéristiques des axes 2D et 2E sont un lit de fleuve moins profond et une profondeur de roc moins grande.

Comme aucune présence importante d'argile n'a été décelée au moment des forages, les piliers principaux du pont à haubans pourront être ancrés au roc, dont la profondeur varie de 12 m à 30 m.

La hauteur maximum des batardeaux serait d'environ 18 m, et leur construction semblent réaliste.

En somme, ces axes semblent présenter le plus d'avantages tant au point de vue de réalisation de l'exécution que du coût.

Ainsi, la région triangulaire formée par axe 2D sur la rive nord et le point extrême de l'axe 2E sur l'Ile, se prête à des solutions fort intéressantes.

3) L'axe 3A se caractérise par un lit du fleuve légèrement plus profond qu'à l'endroit de l'axe 2D et une plus grande profondeur de roc.

Les mêmes énoncés que pour l'axe 2D peuvent s'appliquer. Cependant, le coût de construction sera légèrement supérieur à cause d'une plus grande longueur des pieux.

En conséquence, cet axe se prête également à des solutions intéressantes.

4) L'axe 5, se caractérise par un lit du fleuve très profond, et une élévation du socle rocheux possiblement très profonde.

En conséquence, la construction d'un pont à haubans dans cet axe

s'avèrerait complexe à exécuter, et d'un coût élevé.

5.4.2.6 Estimation des coûts

D'après les estimations apparaissant aux tableaux aux pages suivantes, le coût de l'infrastructure apparaît important.

Pour l'axe 2D, nous avons déterminé que le coût de la superstructure pour une portée centrale de 250 m est de $\$785./m^2$, tandis que celui de l'ensemble est de $\$1573./m^2$.

Le coût de la superstructure pour une portée centrale de 150 m est de $\$624./m^2$ tandis que celui de l'ensemble est de $\$1698./m^2$.

5.4.2.7 Conclusion

De façon générale les ponts haubannés constituent une solution économique pour les ouvrages dont les travées principales se situent entre 135 m et 305 m. Pour les alternatives étudiées, un pont à haubans avec une portée centrale de 250 m est le plus économique dans tous les axes.

Des différents axes étudiés, l'axe 2D est le plus économique, parce que la profondeur du fond marin est moindre pour l'installation des batardeaux et que la profondeur du socle rocheux est moins grande que dans les autres axes.

De même, il a été relevé qu'une caractéristique particulière des

ponts à haubans réside dans le fait qu'il est possible de régler les efforts axiaux dans les câbles de manière à contrôler les diagrammes des moments fléchissants dans les poutres principales et dans les pylônes. En appliquant des efforts de postcontraintes déterminés à l'avance, on peut obtenir des conditions optimales et bien équilibrées. De plus, les systèmes haubannés peuvent être construits en porte-à-faux sans aucun appui intermédiaire provisoire.

Du point de vue économique, il faut noter l'avantage de l'utilisation d'acier à résistance élevée pour les câbles, la disposition possible des câbles sur un seul plan, la diminution du nombre de pylônes et de la grosseur des piles. Du point de vue esthétique, on dispose d'une vue sans obstacle et sans interférence visuelle des câbles, en les disposant sur un seul plan.

Par contre, les câbles disposés dans un seul plan sont soumis à des efforts plus grands, qui nécessitent des ancrages plus compliqués et un renforcement des pièces des poutres au droit de ces ancrages.

TABLEAU 5.2

PONTS A HAUBANS

ESTIMATION COMPARATIVE DES COUTS DE CONSTRUCTION

AXES 2, 2B, 5

Longueurs en mètres

	Type 1	Type 2
Travée principale-mètre	150	250
Total des travées haubannées	270	430
Longueur totale	270	430

ESTIME DES COUTS EN $1,000.

Travées haubannées			
Superstructure		$ 4,574.	$ 9,765.
Infrastructure		$11,500.	$12,950.
	TOTAL	$16,074.	$22,115.
Imprévus		$ 1,600.	$ 2,200.
	COUT TOTAL	$17,674.	$24,315.

TABLEAU 5.3

PONTS A HAUBANS

ESTIMATION COMPARATIVE DES COUTS DE CONSTRUCTION

AXES 2D, 2E

Longueurs en mètres

	Type 1	Type 2
Travée principale - mètres	150	250
Total des travées haubannées	270	430
Longueur Totale	270	430

ESTIME DES COUTS EN $1,000.

Travées haubannées			
Superstructure		$ 4,574.	$ 9,165.
Infrastructure		$ 6,770.	$ 7,595.
	TOTAL	$11,344.	$16,760.
Imprévus		$ 1,100.	$ 1,600.
	COUT TOTAL	$12,444.	$18,360.

TABLEAU 5.4

PONTS A HAUBANS

ESTIMATION COMPARATIVE DES COUTS DE CONSTRUCTION

AXE 3-A

Longueurs en mètres

	Type 1	Type 2
Travée principale - mètres	150	250
Total des travées haubannées	270	430
Longueur totale	270	430

ESTIME DES COUTS EN $1,000.

Travées haubannées			
Superstructure		$ 4,574.	$ 9,165.
Infrastructure		$ 7,530.	$ 8,860.
	TOTAL:	$12,104.	$18,025.
Imprévus		$ 1,200.	$ 1,800.
	COUT TOTAL:	$13,304.	$19,825.

5.4.3 PONT EN ENCORBELLEMENT

5.4.3.1 Introduction

La traversée du chenal nord (fig. 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.41, 5.44, 5.45, 5.51, 5.54, 5.55, 5.56, 5.57, 5.58, 5.61, 5.62 et 5.63) se caractérise, suivant l'axe pris en considération, pour la partie centrale par une largeur de 600 m à 900 m et par le lit du fleuve se situant entre 6 et 20 mètres.

Le niveau de l'eau varie de -3.5 m et +5.0 m et le niveau du roc se situe entre -9 mètres et -60 mètres.

Cette partie centrale représente 25% à 30% de la traversée du chenal nord et doit respecter un gabarit minimum pour la navigation de 120 m de largeur par 15 mètres de hauteur.

Un pont en encorbellement en béton précontraint a été étudié pour la traversée de cette partie centrale. Une structure continue (fig. 5.6) de cinq portées (110 m - 185 m - 185 m - 185 m - 110 m) répondait d'une manière satisfaisante aux caractéristiques des différents axes. (fig. 5.9).

5.4.3.2 Description du pont

5.4.3.2.1 Superstructure (fig. 5.10 et 5.11)

Deux caissons détachés identiques à cellule unique et à porte-à-faux de 3.20 m, d'une largeur de 13.72 m (12.80 m entre les chasse-roues) pour trois voies de circulation, forment la superstructure.

La profondeur des poutres varie paraboliquement le long de la portée; elle est de 10.36 m au pilier et de 3.05 m au centre et aux extrémités des parties extérieures. L'épaisseur des âmes est de 0.36 m. La dalle supérieure est d'épaisseur constante de 38.0 cm, 30.0 cm ou 27.9 cm pour chaque tranche de 30.5 mètres.

La dalle inférieure est d'épaisseur variable. Elle est de 1.02 m aux endroits des piliers et de 22.9 cm au centre et aux extrémités des portées extérieures.

La superstructure est précontrainte longitudinalement, transversalement et verticalement.

Les diaphragmes se trouvent seulement aux appuis et le pont est fixé aux deux piliers centraux.

Ainsi, la section tubulaire continue à être reconnue comme répondant de façon optimale à tous les impératifs du projet et de la construction.

On note en particulier:

- Le bon rendement de la section vis-à-vis de la précontrainte, spécialement dans le cas de moments négatifs (contraintes de traction au niveau de la table supérieure formant dalle de chaussée);

- Les dimensions suffisantes de la table inférieure comme membrure comprimée pour épuiser la résistance à la rupture des câbles de pré-

contrainte, de sorte que les ruptures fragiles par écrasement prématuré du béton sont évitées;

- Une excellente stabilité élastique, statique et dynamique pendant la construction de l'ouvrage et en service;

- Une grande résistance de torsion permettant d'éliminer tous les entretoisements intermédiaires en dehors des appuis.

5.4.3.2.2 Infrastructure et fondation (fig. 5.12 et 5.13)

L'infrastructure est de forme identique dans tous les axes et aux différents points d'appuis.

Les piliers sont évidés sur toute leur hauteur. La partie supérieure qui est complètement hors de l'eau est formée des deux piliers séparés portant chacun un caisson. La partie inférieure, monolithique avec la partie supérieure, est assise sur des pieux forés et ancrés dans le roc.

La capacité de chacun des pieux est de 1,500 tonnes.

5.4.3.3 Méthode de construction

La construction par encorbellement convient parfaitement pour la traversée de la partie centrale.

La réalisation d'un pont en encorbellement fait appel à deux techniques différentes:

- La préfabrication de voussoirs qui sont assemblés par précontraintes successives;
- Le coulage en place des voussoirs sur des équipages mobiles que l'on avance de la longueur d'un voussoir après durcissement et mise en précontrainte du voussoir précédemment exécuté.

Les voussoirs préfabriqués nécessitent des moyens de manutention puissants sur parc de manutention pour le transport des voussoirs et pour leur mise en place dans l'ouvrage. Ces moyens limitent le poids des pièces, donc leurs dimensions.

Les équipages mobiles présentent par rapport aux voussoirs préfabriqués l'avantage de ne nécessiter que des moyens de manutention normaux.

De plus, les erreurs de fabrication peuvent se compenser d'un voussoir à l'autre, ce que ne permet pas la préfabrication.

Ainsi, la superstructure devra être coulée par tronçons (voussoirs) à partir d'un pilier. Au milieu de la portée, les deux consoles, coulées et précontraintes par étapes, sont liées pour former une structure continue.

Cette méthode donne une grande liberté d'action dans l'établissement des cédules de travail.

Elle peremt de débuter les travaux à différents points du chantier, indépendamment de l'avancement des travaux de fondations ou de superstructure dans d'autres points. La mécanisation des tâches et la répétition des étapes permet un rodage rapide de la main-d'oeuvre, un haut rendement dans l'avancement des travaux et une coordination facile du chantier. Un avancement de 1.5 m à 2.5 m de superstructure par jour par paire d'échafaudage mobile est facilement réalisable.

La mise en place de l'infrastructure est l'élément majeur dans la partie centrale du chenal nord. Les difficultés qui s'y attachent dépendent beaucoup de la localisation du pilier, de la structure et de l'axe choisi. A l'endroit des axes 2, 2B et 5 où le niveau du lit du fleuve est à -18 mètres environ, les batardeaux, quoique possibles, demeurent extrêmement difficiles et coûteux ($2,500,000.00 à $3,000,000.00) et sont des solutions à éviter. La solution par caissons n'est pas souhaitable, car en plus de son prix coûteux, elle n'est nécessaire qu'à deux des piliers de la structure. Ceci produira des conditions de fondations différentes pour une seule structure continue. La présence de poches d'argile sous ces caissons ne fera qu'aggraver le problème.

A l'endroit des axes 2-D, 2-E, 3-A, le niveau du lit du fleuve se situe environ à -11 mètres. La construction de batardeaux ne devrait donc pas poser de problèmes majeurs. Des palplanches, ancrées 6 mètres dans le lit du fleuve et dépassant les eaux extrêmes, assurent un champ d'opération facile pour planter les pieux et ériger les piliers.

5.4.3.4 Evaluation des axes (fig. 5.1)

Dans la partie centrale du chenal nord, la construction de la superstructure et le raccordement de son profil avec les autres solutions (jetées ou pont) ne diffèrent pas beaucoup d'un axe à un autre. L'infrastructure est l'élément prédominant dans le choix d'un axe particulier.

Les points importants à considérer sont:

- Le niveau du lit du fleuve qui déterminera le coût des batardeaux;
- Le niveau du roc qui déterminera le coût des pieux;

Le niveau du lit du fleuve et celui du roc sont montrés aux figures (5.5 à 5.8).

Les axes 2 et 2-B se caractérisent par la présence d'une poche d'argile sur une bonne partie de la région centrale. Les axes 2-D et 2-E surpassent de beaucoup les autres lignes et ceci pour n'importe quel type de structure dans la région centrale. Elles se caractérisent par un lit de fleuve relativement plat, uniforme, de profondeur moyenne, et un niveau de roc peu profond.

L'axe 3-A se caractérise par un lit de fleuve relativement identique à l'axe 2-D, mais avec un niveau de roc très profond.

On évalue les coûts des batardeaux et des pieux pour les axes 2, 2-B ou 5 ou 5 à $12,900,000.00

Pour les axes 2-D ou 2-E, l'évaluation des coûts totalise $7,700,000.

Pour l'axe 3-A, l'évaluation des coûts totalise $9,200,000.

La région triangulaire, formée par les points de départ des axes 2 et 2-D sur la rive nord et le point terminal de l'axe 2-D sur l'Ile, offre un champ de solutions fort intéressant pour la traversée du chenal nord.

5.4.3.5 Estimation des coûts

D'après les estimations aux tableaux 5.5, 5.6, 5.7, il est à noter que le coût de l'infrastructure a une grande influence.

Pour l'axe 2-D, nous avons déterminé que le coût de la superstructure est de $535./m^2, tandis que celui de l'ensemble est de $1028./m^2.

5.4.3.6 Description d'un pont à deux voies

5.4.3.6.1 Superstructure

La superstructure est formée d'un caisson à cellule unique avec deux porte-à-faux latéraux de 3.20 m de largeur. Ceci procure une largeur de 13.72 m pour deux voies de circulation, une voie d'accotement et un trottoir. La profondeur des poutres, l'épaisseur des âmes et l'épaisseur des dalles sont identiques au caisson décrit en 5.4.3.2.1.

5.4.3.6.2 Infrastructure et fondation

L'infrastructure a été étudiée pour les axes 2-D et 3-A.

Les piliers sont évidés sur toute leur hauteur, et portent le caisson. La partie inférieure, monolithique avec la partie supérieure, est assise sur des pieux forés et ancrés dans le roc.

La capacité de chacun des pieux est de 1500 tonnes.

5.4.3.6.3 Estimation des coûts

Une estimation a été faite seulement pour les axes 2-D et 3-A, telle que montrée aux tableaux 5.8 et 5.9.

Pour l'axe 3-A, nous avons déterminé que le coût de la superstructure est de $535./m^2$, tandis que celui de l'ensemble est de $1,300/m^2$.

5.4.3.7 Conclusion

Parmi les cinq axes étudiés, avec une structure continue de cinq portées, l'axe 2-D surpasse les autres axes à cause d'un lit de fleuve relativement plat et d'un niveau de roc peu profond. Comparativement à un pont à haubans, cette structure est généralement la plus économique.

Ce type de pont, avec sa texture tout en béton et son style d'arcades, s'harmonise bien avec le caractère spécifique de l'Ile d'Orléans. Son profil se confond avec la ligne d'horizon, étant donné l'absence de pylônes et de câbles.

L'impact économique régional d'un pont en béton sera plus élevé que celui d'un pont en acier. On aura recours directement à la main-d'oeuvre locale et aux matériaux déjà disponibles dans la région. Quant aux coûts d'entretien, ils sont extrêmement faibles.

TABLEAU 5.5

PONT DE BETON CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT A SIX VOIES

ESTIMATION POUR LES AXES 2, 2-B et 5

- Béton précontraint (775 m)

OUVRAGE	COUT
Organisation du chantier	$ 1,250,000.
INFRASTRUCTURE	
Batardeaux	$ 8,700,000.
Pieux	$ 4,200,000.
Béton (culées)	$ 111,000.
Béton (piliers)	$ 1,211,000.
Acier doux	$ 761,000.
	$16,233,000.
SUPERSTRUCTURE	
Béton	$ 3,181,000.
Acier doux	$ 1,050,000.
Acier précontrainte	$ 4,420,000.
Fausse charpente et coffrage	$ 2,000,000.
Joints, plaques d'appui, divers	$ 812,000.
	$11,463,000.
TOTAL:	$28,946,000.

TABLEAU 5.6

PONT DE BETON CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT A SIX VOIES

ESTIMATION POUR LES AXES 2-D et 2-E

- Béton précontraint (775 m)

OUVRAGE	COUT
Organisation du chantier	$ 1,250,000.
INFRASTRUCTURE	
Batardeaux	$ 4,400,000.
Pieux	$ 2,800,000.
Béton (culées)	$ 111,000.
Béton (piliers)	$ 1,211,000.
Acier doux	$ 761,000.
	$ 9,283,000.
SUPERSTRUCTURE	
Béton	$ 3,181,000.
Acier doux	$ 1,050,000.
Acier de précontrainte	$ 4,420,000.
Fausse charpente et coffrage	$ 2,000,000.
Joints, plaques d'appui, divers	$ 812,000.
	$11,463,000.
TOTAL:	$21,996,000.

TABLEAU 5.7

PONT DE BETON CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT A SIX VOIES

ESTIMATION POUR L'AXE 3-A

- Béton précontraint (775 m)

OUVRAGE	COUT
Organisation du chantier	$ 1,250,000.
INFRASTRUCTURE	
Batardeaux	$ 4,400,000.
Pieux	$ 4,800,000.
Béton (culées)	$ 111,000.
Béton (piliers)	$ 1,211,000.
Acier doux	$ 761,000.
	$11,283,000.
SUPERSTRUCTURE	
Béton	$ 3,181,000.
Acier doux	$ 1,050,000.
Acier de précontrainte	$ 4,420,000.
Fausse charpente et coffrage	$ 2,000,000.
Joints, plaques d'appui, divers	$ 812,000.
	$11,463,000.
GRAND TOTAL:	$23,996,000.

TABLEAU 5.8

PONT DE BETON CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT A DEUX VOIES

ESTIMATION POUR L'AXE 2-D

- Béton précontraint (775 m)

OUVRAGE	COUT
Organisation du chantier	$850,000.
INFRASTRUCTURE	
Batardeaux	$ 3,000,000.
Pieux	$ 1,680,000.
Béton (culées)	$ 56,000.
Béton (piliers)	$ 787,000.
Acier doux	$ 495,000.
	$ 6,018,000.
SUPERSTRUCTURE	
Béton	$ 1,590,000.
Acier doux	$ 525,000.
Acier de précontraint	$ 2,210,000.
Fausse charpente et coffrage	$ 1,000,000.
Joints, plaques d'appui garde-fous et divers	$ 400,000.
	$ 5,725,000.
TOTAL:	$12,593,000.

TABLEAU 5.9

PONT DE BETON CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT A DEUX VOIES

ESTIMATION POUR L'AXE 3-A

- Béton précontraint (775 m)

OUVRAGE	COUT
Organisation du chantier	$ 850,000.
INFRASTRUCTURE	
Batardeaux	$ 3,000,000.
Pieux	$ 2,880,000.
Béton (culées)	$ 56,000.
Béton (piliers)	$ 787,000.
Acier doux	$ 495,000.
	$ 7,218,000.
SUPERSTRUCTURE	
Béton	$ 1,590,000.
Acier doux	$ 525,000.
Acier de précontraint	$ 2,210,000.
Fausse charpente et coffrage	$ 1,000,000.
Joints plaques d'appui, garde-fous et divers	$ 400,000.
	$ 5,725,000.
TOTAL	$13,799,000.

5.4.4 PONT A POUTRES CAISSONS EN ACIER AVEC DALLE ORTHOTROPE

5.4.4.1 Introduction

La traversée du chenal nord de l'Ile d'Orléans nécessite l'utilisation de structures principales importantes. En effet, le gabarit minimum imposé et la grande profondeur des eaux requièrent l'emploi d'une structure de pont avec de longues portées.

Etant donné que les structures de pont à poutres caissons en acier et dalle orthotrope ont été employées sur plusieurs projets ayant les mêmes exigences quant aux portées, leur utilisation peut être envisagée pour la traversée du chenal nord. Cette étude présentera la description de ce type de structure ainsi qu'une évaluation sommaire des coûts par mètre carré.

5.4.4.2 Description de la superstructure

1) Description générale

Un pont à poutres caissons en acier et dalle orthotrope est un système structural complexe dans lequel chaque composante est en inter-relation très étroite.

Les caissons sont relativement larges et utilisés avec leurs ailes inférieures et supérieures renforcées à l'aide de raidisseurs longitudinaux. L'avantage de ce système réside dans le fait que les poutres caissons ont une grande rigidité à la torsion, tandis que leur poids est réduit au minimum comparativement à une structure de béton.

D'autre part, le tablier est constitué de plaques minces en acier renforcées par une série de raidisseurs longitudinaux et de poutres transversales. Les plaques d'acier servent de semelle supérieure aux raidisseurs longitudinaux et assez souvent aux poutres transversales. Les raidisseurs longitudinaux de type "Fermé" sont espacés à tous les 600 mm avec les poutres transversales à 4500 mm c/c $\pm$, tandis que ceux de type "ouvert" sont espacés à tous les 300 mm avec les poutres transversales à 2100 mm c/c $\pm$. Comme les rigidités des raidisseurs et des poutres sont différentes, le comportement élastique est différent dans chacune des deux directions. C'est ainsi que l'ensemble du système est connu sous le nom d'orthotrope.

Etant donné que chaque composante a une fonction multiple, il en résulte un système triple de contraintes; dans le premier système, il s'agit des contraintes longitudinales dans la poutre caisson et la semelle supérieure formée par le tablier; dans le deuxième système, il s'agit des contraintes longitudinales dans le tablier, renforcé longitudinalement, et soutenu par les poutres transversales; et dans le troisième système, il s'agit des contraintes transversales dans la plaque d'acier soutenue entre les raidisseurs longitudinaux (voir fig. 5.4 pour superposition des contraintes).

2) Gamme des portées

Un sous-comité de l'ASCE a trouvé une vaste application des ponts à poutres caissons pour des portées variant de 30 m à 230 m. Une autre étude révèle que les poutres caissons d'acier et dalle orthotrope sont économiques pour des portées variant de 80 m à 165 m. Dans ce domaine, il a été constaté que le poids de l'acier par surface unitaire du caisson était de

25% et même, dans certains cas, de 50% plus léger que les poutres en "I" et les ponts avec fermes (cependant, ceci ne correspond pas à une économie des coûts de 25% à 50% puisque le coût à la tonne pour l'acier est plus élevé pour un caisson que pour une poutre en "I").

Pour la traversée du chenal nord, une portée principale de 185 m est considérée cette portée est envisagée afin de construire le moins de piliers possible en eau profonde (voir fig. 5.17).

3) Configuration de la section transversale

On remarque une certaine configuration de la section transversale propre à chaque portée, à chaque largeur de chaussée et à chaque hauteur permise.

Dans le domaine des 230 m à 250 m, si la hauteur permise est suffisante, l'emploi de deux caissons de grande hauteur est préférable, les deux caissons étant reliés par une poutre transversale. Le pont de San Matéo-Hayward de San Francisco en Californie et le pont du Zoo à Cologne en Allemagne de l'Ouest en sont des exemples (voir fig. 5.15).

Dans le domaine des 150 m à 185 m, une section à plusieurs caissons peut être employée (Pont Poplar Street, St-Louis, U.S.A.) ou un caisson unique à cellules multiples peut être préférable (Pont de la Concorde, Montréal, Canada). (voir fig. 5.16).

Pour la traversée du chenal nord, une section à plusieurs caissons est préférée car ceci permet la construction de deux ponts jumelés. (Voir fig. 5.17).

4) Avantages et désavantages de ce type de superstructure.

a) Avantages

Les avantages de ce type de superstructure sont nombreux, parmi lesquels on retrouve particulièrement:

- Une structure plus élancée qui donne une apparence plaisante et esthétique;
- Un poids mort moindre, ce qui implique des efforts moins importants dans les poutres et surtout dans les fondations;
- Grande rigidité torsionnelle qui assure une meilleure distribution latérale des charges vives;
- Adaptable aux configurations géométriques courbées;
- Adaptable facilement à la préfabrication et à la standardisation des détails;
- Des sections relativement larges peuvent être préfabriquées et peuvent être transportées et érigées avec une facilité relative et dans un court délai;
- Les plaques minces sont utilisées à leur meilleur; de plus, l'emploi des plaques minces évite le problème que pose la soudure des plaques épaisses et les risques de rupture fragile;
- Coût compétitif de l'ensemble superstructure et infrastructure à la condition que le coût de l'infrastructure ne soit pas contrôlé par le coût de batardeaux;

- Les poutres caissons permettent le passage des différents services pour leur exploitation.

b) Désavantages

- Ce type de superstructure exige l'emploi d'une technologie avancée
- En général, pas économique pour de courtes portées;
- L'entretien du tablier orthotrope peut causer des problèmes et devenir onéreux.

5.4.4.3 Estimation des coûts

1) Estimation des coûts pour la section choisie

Après l'analyse du tableau no 5.10, on peut estimer le poids de la superstructure à 480 kg/ m car. avec une précision adéquate. Après vérification, il fut établi que le coût de l'acier pour ce genre de structure serait dans l'ordre de $1980.00/tonne incluant l'achat du matériel, la fabrication et l'érection.

Il est donc calculé que cette structure revient à $950.40/m car: ce qui est très élevé comparativement aux propositions de pont haubané en acier ou de pont à poutres caissons en béton précontraint en encorbellement.

2) Infrastructure

L'élément qui pourrait rendre ce type de superstructure compétitif serait un coût moindre dans les infrastructures; en effet, le poids

mort est inférieur d'au moins 2 tonnes/m car. à la proposition béton. Ceci doit produire nécessairement une économie appréciable dans le coût des piliers et des fondations.

3) Elimination de ce type de superstructure

Le coût de ce type de superstructure est d'environ $370.00/m car. plus élevé que la proposition de pont à poutres caissons en béton précontraint en encorbellement. L'économie réalisable dans l'infrastructure est de seulement 10% environ, puisque le coût des batardeaux est fixé d'une solution à l'autre.

Une économie de $76.00/m car est donc réalisable dans l'infrastructure pour les axes #2 nord et #5.

Il reste donc que le coût total pour l'ensemble est de $294.00/ m car. supérieur à la proposition de poutres caissons en béton précontraint en encorbellement.

Ce système de pont à poutres caissons d'acier et dalle orthotrope pourrait être converti en pont haubané, ce qui aurait comme effet de réduire les sections, de faciliter l'érection et donc de diminuer le coût.

5.4.4.4 Conclusion

Après l'investigation de différentes structures existantes il apparaît que ce genre de superstructure est adéquat pour le gabarit horizontal demandé.

Le coût pour ce genre de superstructure est plus élevé qu'une superstructure à poutres caissons de béton précontraint en encorbellement mais permet de réaliser des économies dans l'infrastructure. Cependant, comme le coût des batardeaux en eau profonde contrôle le coût de l'infrastructure, on ne peut réaliser d'économie appréciable. Il en demeure donc un coût total pour l'ensemble très élevé, ce qui nous conduit à éliminer ce type de superstructure dans les estimations pour la traversée du chenal nord.

TABLEAU 5.10

Informations sur les ponts de type orthotrope

	TRAVÉE Principale (MÈTRES)	LONGUEUR Totale (MÈTRES)	LARGEUR De La Chaussée (MÈTRES)	SUPERFICIE De La Chaussée (Mètre Carré)	POIDS De la Superstructure (Tonnes)	POIDS Unitaire (Kg/m. Car.) De Chaussée	PRIX Unitaire en (Dollards/Tonnes)	PRIX Unitaire ($/m. Carré) De Chaussée	PRIX Unitaire (pour 1978) (Dollards/Tonnes)	PRIX Unitaire ($/m. Carré) De Chaussée Pour 1978
Pont De La Concorde (1964) Expo Universelle de 1967	160	724	28.6	20 728	9727	469	820	384.58	1980	928.62
Pont Poplar (1966) St. Louis sur le Missisipi	182.9	660	34.45	22 773	11818	519	677	351.36	1980	102762
Pont San Mateo-Hayward (1966) San Francisco Californie *	228.6	2942	25.9	76 220	34 091	447	792	354.03	1980	885.06
Pont San Diego-Coronado (1966) Californie *	201.2	2263.1	19.8	44 616	11 645	261	1337	348.96	1980	516.78

* INCLUANT LES PORTÉES D'APPROCHES

5.5 PONT COUVRANT LA LARGEUR DU CHENAL

Cette section traite des ponts couvrant la largeur du chenal. Cette alternative peut être retenue advenant le cas où il faudrait minimiser l'impact hydraulique de l'implantation d'une structure dans le chenal nord. Nous distinguons deux sections, soit les portées centrales prévues pour franchir les régions les plus profondes et les portées d'approches, construites sur les battures.

5.5.1 PORTEES CENTRALES

Le lecteur se réferra à la section 5.4.2 pour la description des différentes structures pouvant être utilisées comme portées centrales.

5.5.2 PORTEES D'APPROCHES

5.5.2.1 SUPERSTRUCTURE DES PORTEES D'APPROCHES

5.5.2.1.1 PONT A POUTRES PREFABRIQUEES EN BETON PRECONTRAINT ET DALLE COMPOSITE EN BETON ARME

5.5.2.1.1.1 Introduction

Les ponts à poutres préfabriquées en béton précontraint et dalle composite en béton armé sont employés couramment. Ce type de structure s'avère une structure simple et économique pour des portées relativement courtes (e.g. 30 - 40 mètres).

Etant donné les faibles profondeurs d'eau pour une bonne partie du chenal nord, les ponts à courtes portées doivent donc être considérés.

La présente section a pour but de décrire ce type de superstructure et, par la suite, d'en évaluer le coût par mètre linéaire de longueur.

5.5.2.1.1.2 Section transversale

Dans un premier temps, nous étudions deux ponts jumelés de 13.65 m de largeur pouvant supporter six voies de circulation, c'est-à-dire, trois voies dans chaque sens. La largeur carossable entre les chasse-roues est de 12.75 m par pont. Cette section transversale correspond aux critères d'une autoroute moderne où aucun trottoir n'est prévu. (Voir fig. 5.18).

Dans un deuxième temps, nous avons évalué la diminution du coût au mètre linéaire si on réduit la voie carossable à 12.19 m, tout en conservant le même nombre de voies.

Dans un troisième temps, nous étudions un pont simple de 13.65 m de largeur à deux voies de circulation, c'est-à-dire une voie dans chaque sens. La largeur carossable entre les chasse-roues est de 11.00 m. Un trottoir de 1.60 m de largeur est alors prévu sur un seul côté du pont. Cette section transversale correspond aux critères pour deux voies urbaines (voir fig. 5.20). Une particularité importante de cette section transversale est qu'en enlevant le trottoir nous retrouvons la section transversale pour un pont à trois voies, d'où la versatilité de ce genre de section pour le cas ou l'on déciderait de construire le deuxième pont et d'augmenter de deux à six voies.

5.5.2.1.1.3 Description de la superstructure

Proposition #1: Deux ponts jumelés de 13.65 m de largeur.

L'étude est faite pour un pont ayant quatre portées de 40 m, mesurées centre à centre des piliers, continues sous les charges mortes surimposées et sous les charges vives. Cette portée devient presque un maximum pratique à cause de la limite de temps de prise du béton (31 MPa à la relâche des câbles) et de la difficulté de transporter des longues sections.

Sept poutres parallèles AASHO de type V en béton précontraint sont utilisées par pont jumelé et par travée. Leur espacement est de 1930 mm (voir fig. 5.18 et 5.21). Le design des poutres est contrôlé par les efforts dans la poutre intérieure.

Les poutres AASHO de type VI permettent l'usage de portées plus considérables mais leur emploi n'est pas considéré dans la présente étude parce que ce type n'est pas actuellement fabriqué à Québec.

La résistance du béton à 28 jours devra être de 41.4 MPa. A la relâche des câbles, le béton des poutres devra avoir une résistance relativement élevée de 31 MPa dû à la grande force de précontrainte requise. Ceci implique une prise de résistance rapide puisque le cycle complet de fabrication d'une poutre est d'une durée de 24 heures i.e. pose de l'armature et des câbles, mise en tension des câbles, mise en place des coffrages et du béton, mûrissement du béton, décoffrage et relâche des câbles.

59 câbles d'un diamètre de 12.7 mm et d'une résistance de 1861.5 MPa sont requis. Des câbles stabilisés sont utilisés ici afin de réduire le plus possible les pertes de précontrainte dues à la relaxation de l'acier.

Aux extrémités, dix-sept câbles sont remontés tandis que vingt des quarante-deux câbles droits sont tubés sur une certaine longueur. Chaque câble est soumis à une tension de 139.5 kN à l'état zéro, de 125.44 kN immédiatement après la relâche des câbles, et de 105.0 kN sous les pleines charges de service.

Un fini rugueux doit être prévu sur les surfaces du dessous des poutres en contact avec les appareils d'appui.

Une dalle en béton armé de 170 mm d'épaisseur est coulée sur les poutres de type AASHO. L'armature principale de cette dalle est posée transversalement à la direction du trafic, c'est-à-dire transversalement aux poutres, tandis qu'une armature secondaire est placée longitudinalement au trafic pour assurer une meilleure distribution des charges et aussi pour minimiser les effets dus au retrait du béton et aux changements de température.

La dalle en béton armé devient composite avec les poutres, afin de résister aux efforts dus aux charges mortes surimposées et aux charges vives, au moyen d'étriers sortant des poutres. Ces étriers, faits d'un acier ayant une limite élastique de 350 MPa, résistent à l'effort de cisaillement horizontal entre la poutre et la dalle en plus de résister aux efforts tranchants dus aux charges verticales. De plus, un fini rugueux pour le dessus des poutres améliore l'adhérence entre les poutres et la dalle.

Une continuité de la structure, sous les charges mortes surimposées et sous les charges vives, est assurée au moyen d'une armature pouvant résister aux moments positifs ou négatifs aux piliers. Les moments négatifs

aux piliers sont résistés par une armature de tension dans la dalle et une compression effective dans le bas des poutres tandis que les moments positifs sont résistés par une armature au bas des poutres ancrées dans le diaphragme ainsi que par une compression effective dans la dalle.

De plus, une poutre de rigidité est requise aux quarts et au centre de chaque portée ainsi qu'au-dessus de chaque pilier et culée.

Proposition #2: Deux ponts jumelés de 13.09 m de largeur

Chaque pont a les mêmes caractéristiques que le pont jumelé de 13.65 m de largeur sauf pour les éléments suivants:

1. Les travées sont de 39 m.
2. Six poutres AASHO de type V sont utilisées par pont et leur espacement est de 2130 mm. (voir fig. 5.19)

Proposition #3: Un pont simple de 13.65 m de largeur avec trottoir (i.e. 2 voies, 2 sens).

Sans la coulée du trottoir et des chasse-roues, ce pont possède les mêmes caractéristiques que le pont jumelé de 13.65 m de largeur. Cependant avec la coulée du trottoir, l'état de chargement est modifié.

En somme, l'emploi de cette section transversale exige une plus forte quantité d'armature mais ne représente qu'un faible pourcentage d'augmentation du coût. Par contre, la mise en place de cette section offre de meilleures possibilités d'utilisation car il ne suffit, à ce moment, que d'enlever le trottoir pour retrouver un pont pouvant accommoder trois voies de circulation automobile.

5.5.2.1.1.4 Méthode de construction

Il est essentiel de ne pas exiger une résistance (à la compression pour les poutres) trop élevée lors de la relâche des câbles afin de ne pas retarder le cycle de préfabrication.

Les poutres sont transportées au chantier au moyen de camions puis chargées sur des barges pour être ensuite érigées en place au moyen de grues.

Pour la construction, les coffrages et l'armature sont mis en place. Ensuite, le béton est coulé par étapes en commençant par la région des moments positifs pour terminer par la région des moments négatifs. Lorsque le béton de dalle a atteint la résistance prescrite, les autres éléments peuvent être mis en place (trottoirs, parapets, revêtement bitumineux, etc.)

5.5.2.1.1.5 Avantages et désavantages de ce type de superstructure

1. Avantages

Les avantages de ce type de superstructure sont nombreux, parmi

lesquels on retrouve plus particulièrement:

- Construction relativement économique;
- Procédé de construction peu compliqué;
- Délai de construction écourté;
- Type de construction bien éprouvé;
- Emploi local de matériaux et de main-d'oeuvre;
- Prix plus facilement contrôlable;
- Peu d'entretien requis;
- Usine de préfabrication à proximité ce qui implique un coût de transport des poutres moins élevé;
- Utilisable dans chacun des axes suggérés;
- Versatilité.

2. Désavantages

- Limité à de courtes portées (de 30 à 40 mètres);
- Ce type de pont implique l'emploi de plusieurs piliers et c'est une solution économique pour de faibles profondeurs d'eau;
- Nécessité de prévoir à l'avance la cédule de préfabrication des poutres (e.g. l'axe #2 nord, pour la proposition #1, nécessite 518 poutres).

5.5.2.1.1.6 Axe préférentiel

Ce type de pont demeure une solution applicable économiquement comme portées d'approches dans les régions où les profondeurs d'eau sont faibles, donc dans tous les axes où de telles profondeurs sont observables.

Les distances à être couvertes pour les axes #2 nord, #2-D nord, #3-A nord, et #5 nord, sont respectivement de 1480 m, 1000 m, 960 m, et 720 m. Comme cette distance représente un tronçon important de la traversée du chenal nord, il y aurait lieu d'optimiser dans une étude ultérieure les portées afin d'obtenir des réductions de coûts possiblement importantes.

5.5.2.1.1.7 Estimation des coûts

L'estimation des coûts de la superstructure est basée sur les prix unitaires obtenus par le Ministère des Transports au cours de travaux récents Les coûts sont estimés: à $8550./m lin. pour les ponts jumelés de 13.65 m de largeur; à $7700./m lin. pour les ponts jumelés de 13.090 m de largeur; à $4500./m lin. pour le pont simple de 13.65 m de largeur avec trottoir. (Pour détails, voir tableaux 5.12, 5.13, 5.14).

De plus, le coût total est calculé pour chaque axe selon chaque proposition avancée. (Voir tableau 5.11).

A la lecture du tableau 5.11, la proposition #1 s'avère plus dispendieuse de 11.0% que la proposition #2, ce qui représente un coût supplémentaire relativement élevé de $1,300,000.00 pcur 1480 m d'utilisation, et une augmentation de largeur carossable de seulement 0.56 m par pont.

La proposition #1 coûte $4,275./m lin. représentant une augmentation de 5.0% ($350,000.) pour une longueur d'utilisation de 1480 m et une plus grande versatilité.

Les propositions #1 et #3 sont donc retenues pour l'évaluation du coût total du lien pour le chenal nord.

5.5.2.1.1.8 Conclusion

Le type de superstructure impliquant un pont à poutres préfabriquées et dalle composite en béton armé demeure une solution réaliste et économique pour de faibles profondeurs d'eau.

Pour ce type de structure, les matériaux localisés à proximité et la main-d'oeuvre locale sont utilisés au maximum. La durée de construction est réduite et les frais d'entretien sont peu élevés.

Comme les distances couvertes par ce type de structure sont importantes, une étude d'optimisation des portées et des largeurs s'avérerait utile lors de l'étape préliminaire.

TABLEAU 5.11

COUTS (en dollars) DE PONTS A POUTRES PREFABRIQUEES EN BETON PRECONTRAINT

Type de pont	Coût par mètre linéaire	Axe #2 Nord (1480 m)	Axe #2D Nord (1000 m)	Axe #3A Nord (960 m)	Axe #5 Nord (720 m)
1) Jumelés de 13.65 m de largeur	$8550.	$12,700,000.	$8,600,000.	$8,200,000.	$6,200,000.
2) Jumelés de 13.09 de	$7700.	$11,400,000.	$7,700,000.	$7,400,000.	$5,600,000.
3) Simple de 13.65 m de largeur avec trottoir	$4500.	$ 6,700,000.	$4,500,000.	$4,300,000.	$3,200,000.

TABLEAU 5.12

ESTIMATION DU COUT DE LA SUPERSTRUCTURE DE DEUX PONTS JUMELES DE 13.65 m DE LARGEUR A POUTRES PREFABRIQUEES EN BETON PRECONTRAINT ET DALLE COMPOSITE EN BETON ARME

Largeur totale:	2 X 13.65 m
Largeur carossable:	2 X 12.75 m
Nombre de voies de circulation:	3 par pont
Longueur totale pour l'estimation:	160 m
Nombre de poutres AASHO par travée:	2 X 7

DESCRIPTION	COUT
Béton de la dalle et poutres de rigidité	$180,000.00
Béton des garde-roues et parapets	$ 40,000.00
Acier d'armature	$160,000.00
Poutres de béton précontraint	$810,000.00
Accessoires et divers	$180,000.00
	$1,370,000.00

RESUME: $1,370,000.00 pour 160 m

$8,550.00 / m lin.

$314.00 / m car.

TABLEAU 5.13

ESTIMATION DU COUT DE LA SUPERSTRUCTURE DE DEUX PONTS JUMELES DE 13.09 m DE LARGEUR A POUTRES PREFABRIQUEES EN BETON PRECONTRAINT ET DALLE COMPOSITE EN BETON ARME.

Largeur totale:	2 X 13.09 m
Largeur carossable:	2 X 12.19 m
Nombre de voies de circulation:	3 par pont
Longueur totale pour l'estimation:	156 m
Nombre de poutres AASHO par travée:	2 X 6

DESCRIPTION	COUT
Béton de la dalle et poutres de rigidité	$170,000.00
Béton des garde-roues et parapets	$ 40,000.00
Acier d'armature	$150,000.00
Poutres de béton précontraint	$680,000.00
Accessoires et divers	$160,000.00
	$1,200,000.00

RESUME: $1,200,000.00 pour 156 m

$7,700.00 / m lin.

$294.00 / m car.

TABLEAU 5.14

ESTIMATION DU COUT DE LA SUPERSTRUCTURE D'UN PONT SIMPLE DE 13.65 m DE LARGEUR A POUTRES PREFABRIQUEES EN BETON PRECONTRAINT ET DALLE COMPOSITE EN BETON ARME.

Largeur totale:	13.65 m
Largeur carossable:	11.0 m
Nombre de voies de circulation:	2
Longueur totale pour l'estimation:	160 m
Nombre de poutres AASHO par travée:	7

DESCRIPTION	COUT
Béton de la dalle et poutres de rigidité	$ 90,000.00
Béton des garde-roues et parapets	$ 25,000.00
Acier d'armature	$ 85,000.00
Poutres de béton précontraint	$400,000.00
Accessoires et divers	$125,000.00
	$725,000.00

RESUME: $725,000.00 pour 160 m

$4,500.00 / m lin.

$332.00 / m lin.

5.5.2.1.2. PONT A POUTRES CAISSONS D'ACIER ET DALLE COMPOSITE

5.5.2.1.2.1 Introduction

Les ponts à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé sont efficaces et économiques pour des portées intermédiaires et pour des profondeurs d'eau moyennes.

Le présent rapport présentera l'étude de ce type de structure de pont pour des portées de 60 m et de 110 m dans le chenal nord de l'Ile d'Orléans, afin d'évaluer leur coût par mètre linéaire. (voir fig. 5.22)

Ce type de structure de pont a déjà été utilisé par le Ministère des Transport pour d'autres projets; le pont de la rivière York à Gaspé et le pont de la Rivière des Prairies à Montréal en sont des exemples.

5.5.2.1.2.2. Solutions considérées et celles retenues

Dans un premier temps, un pont simple pouvant supporter six voies dans deux sens a été étudié. Ensuite, dans un deuxième temps deux ponts jumelés ont été proposés avec trois voies par pont. Dans un troisième temps, un pont simple à deux voies plus un trottoir a été considéré. En enlevant le trottoir, la section transversale devient identique à celle du pont jumelé. (Voir fig. 5.23 et fig. 5.24).

Les deux dernières solutions ont été retenues puisqu'elles avaient

l'avantage de pouvoir se réaliser par étapes et de s'ajuster aux différents cas possibles de deux, trois ou six voies.

5.5.2.1.2.3 Matériaux et codes utilisés

Les qualités de matériaux utilisés dans les calculs de section sont les suivantes:

- Acier à haute résistance G40.21-50A avec Fy 350MPa pour les caissons;
- Armature à haute résistance avec Fy 400MPa;
- Béton avec une résistance à la compression à 28 jours de 30MPa.

Les calculs sont faits selon la norme CSA-S6-1974 et les directives du Ministère des Transports.

Le dimensionnement des sections d'acier est calculé selon la théorie élastique et celui du béton selon le facteur de charge.

5.5.2.1.2.4 Description de la superstructure

5.5.2.1.2.4.1 Caractéristiques générales

1) Continuité

Les structures sont généralement étudiées pour six portées continues. Dans certains axes des structures à trois ou quatre portées continues sont utilisées.

Les structures continues sont utilisées parce qu'elles possèdent une plus grande capacité aux surcharges, car les moments maximum positifs et négatifs surviennent avec les charges en des endroits différents. De plus, ces sections sont généralement plus économiques et moins profondes.

Les tassements prévus sous les fondations sont suffisamment petits pour ne pas être préjudiciables à la structure continue.

2) Dalle de béton

Deux caissons d'acier de section trapézoïdales supportent la dalle en béton armé ayant trois portées continues de 3.58 m et deux porte-à-faux de 1.45 m (Voir fig. 5.23). L'armature principale de cette dalle est posée transversalement à la direction du trafic.

Dans la région des moments de flexion positifs, la dalle devient composite avec les poutres caissons d'acier par l'intermédiaire de goujons soudés aux semelles supérieures des caissons.

Dans une étude ultérieure, il pourrait s'avérer plus économique de rendre la dalle composite sur toute la longueur du pont, en ajoutant, en plus des goujons, une armature longitudinale supplémentaire dans la dalle au-dessus des piliers. Mais l'étude d'optimisation de ces détails dépasse les cadres de cette étude.

La section résistance aux efforts de flexion, considérée dans les calculs, est la section d'acier pour les charges mortes, la section transformée de béton et d'acier avec un facteur n=24 pour les charges mortes

surimposées et la section transformée avec un facteur n=8 pour les charges vives.

3) Stabilité latérale

Des cadres de torsion entre les caissons ainsi qu'un système de contreventement horizontal sont requis, afin de stabiliser le pont durant le montage de l'acier et lors de la coulée du béton. (Voir fig. 5.25)

Pour les ponts ayant une portée de 60 m et de 110 m, les cadres de torsion sont espacés respectivement de 10 m ±et de 13.75 m ±.

4) Contreventement de la semelle supérieure

Avant la prise du béton, un contreventement à l'intérieur du caisson est requis pour supporter latéralement la semelle supérieure soumise à des efforts de flexion en compression. (Voir fig. 5.25 et 5.26)

5) Diaphragmes

Des diaphragmes sont nécessaires au droit de chaque pilier et de chaque culée afin de maintenir la forme de la section transversale et de transférer les charges des poutres caissons aux appuis. (Voir fig. 5.26 à 5.28)

Les diaphragmes sont en acier au-dessus des piliers et peuvent être en acier ou en béton au-dessus des culées. (Voir fig. 5.27 et 5.28)

De plus, une console est requise à chaque culée pour renforcer la dalle car la charge de roue ne peut se distribuer de façon adéquate à cause de la discontinuité dans la dalle.

6) Appuis

Les efforts sont transmis aux piliers par un appui en teflon sous chaque poutre caisson. A chaque pilier, une seule poutre caisson transfère les efforts transversaux aux appuis et, sauf pour les ponts à plusieurs portées, un seul pilier reçoit les efforts longitudinaux.

7) Calculs

Chaque caisson a été calculé pour la charge vive déterminée par l'équation du code CSA STANDARD S6-1974 à l'article 5.2.1.2.3 qui assume une grande capacité de distribution des charges vives entre les caissons.

5.5.2.1.2.4.2 Ponts jumelés à trois voies par pont

1) Caissons d'acier pour des portées de 60 m

Deux caissons d'acier sont fabriqués avec des plaques minces en acier; elles sont soudées entre elles et forment une section trapézoïdale. (Voir fig. 5.23)

Les âmes des poutres caissons ont une profondeur constante de 2.15 m et une épaisseur uniforme de 10 mm sur toute la longueur du pont. Leur pente est de 2.15 m vertical dans 0.53 m horizontal. Des raidisseurs ver-

ticaux et un raidisseur longitudinal sont soudés à chaque âme. (Voir fig. 5.29)

La semelle inférieure des poutres caissons est formée d'une plaque de largeur constante, soit 2.58 m, mais d'épaisseur variable de 14 à 32 mm. Elle est renforcée par des raidisseurs transversaux et longidudinaux afin de conserver une valeur satisfaisante de contrainte admissible à la compression. (Voir fig. 5.29).

La semelle supérieure des poutres caissons est formée de deux plaques de largeur et d'épaisseur variable de 300 à 800 mm pour la largeur et de 16 à 50 mm pour l'épaisseur. La semelle supérieure est appuyée latéralement par un contreventement intérieur afin de maintenir une valeur satisfaisante de contrainte admissible à la compression. (Voir fig. 5.29)

2) Caissons d'acier pour des portées de 110 m

La description est semblable à celle des caissons d'acier pour des portées de 60 m. Les épaisseurs et largeurs suivantes sont requises. (Voir fig. 5.29)

Les âmes ont une profondeur de 3.80 m et une épaisseur de 16 mm. Leur pente est de 3.80 m vertival dans 0.95 m horizontal.

La semelle inférieure a une largeur de 1.74 m et une épaisseur variable de 20 à 80 mm. Les raidisseurs transversaux et longitudinaux requis sont moins nombreux puisque l'élancement de la plaque inférieure, dans la

zone en compression, est moins critique que celui de la plaque inférieure des poutres caissons de 60 m de portée.

Les plaques de la semelle supérieure ont une largeur variable de 400 à 750 mm et une épaisseur variable de 25 à 80 mm.

5.5.2.1.2.4.3 Pont simple à deux voies plus un trottoir

La structure est semblable à celle d'un pont jumelé à trois voies, sauf pour les différences suivantes. (Voir fig. 5.24)

Le premier type de différence se retrouve au niveau de la géométrie. La largeur carossable est de 11 m comparativement à 12.75 m pour le pont jumelé. Elle est divisée en deux dégagements de 1.85 m et en deux voies de 3.65 m, comparativement à deux dégagements de 0.90 m et à trois voies de 3.65 m. Un trottoir permet le passage des piétons sur un côté du pont. Les garde-foux sont d'un type différent.

Le deuxième type de différence se retrouve au niveau de la grosseur des semelles des caissons. La charge totale supportée par caisson est plus grande dans le cas du pont simple à deux voies plus un trottoir; la charge morte du trottoir est plus grande que celle des parapets des ponts jumelés. Par contre, la charge vive utilisée est la même par caisson, puisqu'en employant la formule au code CSA-S6-1974 à l'article 5.2.1.2.3 pour des largeurs carossables de 11 m et de 12.75 m, trois voies doivent être considérées pour chaque cas.

C'est pourquoi le tonnage d'acier des caissons pour un pont simple

à deux voies plus un trottoir est légèrement plus élevé que la moitié du tonnage d'acier des caissons pour deux ponts jumelés à trois voies par pont. (Voir tableaux pour les estimations de coûts)

5.5.2.1.2.5 Méthode de construction

La méthode de montage des poutres caissons dépend de la longueur et du poids des sections à être érigées. Pour les portées étudiées, des supports tels que des pylônes temporaires ne sont par requis.

Les poutres caissons fabriquées, dont la portée principale est de 60 m, sont amenées sur place, puis montées sur des barges, pour être directement hissées sur les piliers. L'ordre habituellement utilisé est indiqué sur la fig. 5.30.

La dalle en béton armé est coulée par étapes afin de réduire au minimum les fissures de la dalle due au retrait et aux flèches excessives et asymétriques, si le coulage de la dalle se faisait continuellement d'un bout à l'autre du pont, et afin que le béton atteigne la résistance spécifiée premièrement dans les sections composites. (Voir fig. 5.24)

5.5.2.1.2.6 Avantages et désavantages

Nous énumérons la liste des avantages et des désavantages suivants que nous ne voulons pas exhaustive.

1) Avantages

- Temps de construction court et érection facile.
- Une bonne distribution latérale sous les charges vives.
- Poids plus léger que le béton, ce qui implique des fondations plus économiques.
- Très agréable du point de vue esthétique.
- Moins d'acier que des poutres assemblées.
- Moins susceptibles à la corrosion que des poutres assemblées, car il y a moins de surface exposées.
- L'acier est utilisé selon le diagramme des efforts.
- L'utilisation de la dalle composite permet une économie d'acier dans le caisson.
- Adaptable économiquement à une vaste gamme de portées.

2) Désavantages

- L'acier est plus coûteux à la tonne que les poutres assemblées.
- Il faut prévoir des drains et des accès.
- Ce genre de construction requiert moins de matériaux et de main-d'oeuvre locale qu'une construction en béton.

5.5.2.1.2.7 Axe préférentiel

Ce type de pont demeure une solution applicable économiquement comme portées d'approches dans les régions où les profondeurs d'eau sont moyennes, donc dans tous les axes où de telles profondeurs sont observables.

Dans l'axe 2 nord, où la présence d'argile empêche la construction d'une jetée des longueurs importantes de structure d'approches devront

être réalisées.

5.5.2.1.2.8 Estimation des coûts

L'estimation du coût pour ce type de structure de pont par mètre linéaire et par mètre carré a été calculé à partir de quantités (pour détails, voir tableaux 5.15, 5.16, 5.17, et 5.18)

Pour un lien à six voies avec deux ponts jumelés, les coûts sont estimés à $11,300,000./ m lin. ou $415./ m car. pour un pont de 60 m de portée principale et à $18,000./ m lin. ou $656./m car. pour un pont de 110 m de portée principale.

Pour un lien à deux voies plus un trottoir, les coûts sont estimés à $6,250./m lin. ou $458./m car. pour un pont de 60 m de portée principale et à $9,600./m lin. ou $704./m car. pour un pont de 110 m de portée principale.

Un graphique a été tracé montrant le coût par mètre linéaire en fonction de la portée principale pour un lien à deux voies et à six voies. (Voir fig. 5.31). Il est possible d'interpeler, avec suffisamment de précision, le coût par mètre linéaire pour une portée intermédiaire entre 60 m et 110 m pour un lien à deux voies ou à six voies.

5.5.2.1.2.9 Conclusion

Le type de superstructure impliquant un pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé demeure une solution réaliste pour des profondeurs d'eau moyennes. De plus, c'est une solution ajustable à différentes grandeurs de portées.

Etant donné le coût plus élevé de cette proposition comparativement au coût de construction d'une jetée, il serait préférable d'utiliser ce type de pont là où la jetée ne serait pas recommandée à cause des conditions d'hydraulique, ou des tassements excessifs prévus pour une jetée dans l'axe 2 nord dû à la présence d'argile.

TABLEAU 5.15

ESTIMATION DU COUT DE LA SUPERSTRUCTURE DE DEUX PONTS JUMELES DE 13.65 m DE LARGEUR, A CAISSONS D'ACIER ET DALLE COMPOSITE EN BETON ARME POUR UNE TRAVEE PRINCIPALE DE 110 m.

Largeur totale:	2 X 13.65 m
Largeur carossable:	2 X 12.75 m
Nombre de voies de circulation:	3 par pont
Longueur totale pour l'estimation:	614 m
Nombre de caissons par travée:	2 X 2

DESCRIPTION	COUT
Caissons d'acier avec raidisseurs, contreventements, diaphragmes, goujons	$9,275,000.00
Béton du tablier et des garde-corps	$ 750,000.00
Armature	$ 425,000.00
Accessoires et divers	$ 550,000.00
	$11,000,000.00

RESUME: $11,000,000.00 pour 614 m

$18,000.00 / m lin.

$656.00 / m car.

TABLEAU 5.16

ESTIMATION DU COUT DE LA SUPERSTRUCTURE D'UN PONT SIMPLE DE 13.65 m DE LARGEUR, A CAISSONS D'ACIER ET DALLE COMPOSITE EN BETON ARME POUR UNE TRAVEE PRINCIPALE DE 110 m ET AVEC UN TROTTOIR SUR UN COTE SEULEMENT.

Largeur totale:	13.65 m
Largeur carossable:	11.0 m
Nombre de voies de circulation:	2
Longueur totale pour l'estimation:	614 m
Nombre de caissons par travée:	2

DESCRIPTION	COUT
Caissons d'acier avec raidisseurs, contreventements, diaphragmes, goujons.	$4,800,000.00
Béton du tablier et des garde-corps	$ 440,000.00
Armature	$ 230,000.00
Accessoires et divers	$ 430,000.00
	$5,900,000.00

RESUME $5,900,000.00 pour 614 m

$9,600.00 / m lin.

$704.00 / m car.

TABLEAU 5.17

ESTIMATION DU COUT DE LA SUPERSTRUCTURE DE DEUX PONTS JUMELES DE 13.65 m DE LARGEUR, A CAISSONS D'ACIER ET DALLE COMPOSITE EN BETON ARME POUR UNE TRAVEE PRINCIPALE DE 60 m.

Largeur totale:	2 X 13.65 m
Largeur carossable:	2 X 12.75 m
Nombre de voies de circulation:	3 par pont
Longueur totale pour l'estimation:	336 m
Nombre de caissons par travée:	2 X 2

DESCRIPTION	COUT
Caissons d'acier avec raidisseurs, contreventements, diaphragmes, goujons.	$2,900,000.00
Béton du tablier et des garde-corps	$ 400,000.00
Armature	$ 250,000.00
Accessoires et divers	$ 250,000.00
	$3,800,000.00

RESUME: $3,800,000.00 pour 336 m

$11,300.00 / m lin.

$415.00 / m car.

TABLEAU 5.18

ESTIMATION DU COUT DE LA SUPERSTRUCTURE D'UN PONT SIMPLE DE 13.65 m DE LARGEUR, A CAISSONS D'ACIER ET DALLE COMPOSITE EN BETON ARME POUR UNE TRAVEE PRINCIPALE DE 60 m ET AVEC UN TROTTOIR SUR UN COTE SEULEMENT.

Largeur totale:	13.65 m
Largeur carossable:	11.0 m
Nombre de voies de circulation:	2
Longueur totale pour l'estimation:	336 m
Nombre de caissons par travée:	2

DESCRIPTION	COUT
Caissons d'acier avec raidisseurs, contreventements, diaphragmes, goujons	$1,600,000.00
Béton du tablier et des garde-corps	$ 250,000.00
Armature	$ 125,000.00
Accessoires et divers	$ 125,000.00
	$2,100,000.00

RESUME: $2,100,000.00 pour 336 m

$6,250.00 / m lin.

$458.00 / m car.

5.5.2.1.3 PONT A POUTRES ASSEMBLEES EN ACIER

5.5.2.1.3.1 Introduction

Nous avons considéré le pont à poutres assemblées en acier comme étant une solution très valable pour la traversée du chenal nord de l'Ile d'Orléans. Ce type de structure est largement utilisé un peu partout dans le monde et les avantages de cette structure ne sont plus à démontrer.

Bien que l'on ait atteint avec des poutres assemblées et dalles orthotropes des portées allant jusqu'à 261 m (pont SAVA I à Belgrade, Yougoslavie), nous nous sommes limités dans la présente étude aux courtes portées avec dalle de béton composite croyant qu'il s'agissait pour notre cas particulier de la meilleure utilisation à faire de cette structure.

Nous avons ainsi étudié différentes variations de portées, allant de 30 m à 75 m. Pour les fins d'estimations et pour l'étude de l'infrastructure, nous nous sommes arrêtés à des portées de 60 m, avec portées de rive de 50 m.

Cependant, il ne s'agit pas là de la solution optimum, mais plutôt d'une solution jugée économique.

Ces portées seront utilisées dans les régions peu profondes en eau, régions que l'on retrouve sur de grandes distances dans chacun des axes.

Advenant le choix d'une grande ouverture de pont entre les jetées d'approches, ce type de structure pourrait être largement utilisé. Dans les régions où la profondeur d'eau est plus grande, le coût des piliers augmente rapidement, et on devra donc en limiter le nombre en utilisant des portées plus grandes, pour lesquelles conviendront mieux d'autres types de superstructure.

5.5.2.1.3.2 Description de la superstructure

5.5.2.1.3.2.1 Coupe longitudinale (voir fig. 5.32)

Le pont est composé de portées continues de 50 m pour la première portée suivant la culée et de portées intermédiaires de 60 m.

La hauteur de l'âme des poutres d'acier est constante sur toute la longueur du pont, et l'âme n'est renforcée qu'avec des raidisseurs verticaux, sans raidisseurs longitudinaux.

Les contreventements sont espacés à 8 m c/c.

La dalle de béton armé est reliée à l'aile supérieure des poutres et travaille en composite avec celle-ci dans les zones de moments positifs, soit de 0 à 0.75 L1, 0.25 à 0.75 L2, etc.

La variation des semelles n'est pas continue et on conserve les mêmes plaques sur des sections de 15 m en moyenne.

Les joints de chantier sont situés dans les zones du point d'inflexion du diagramme des moments causés par la charge morte, soit au tiers des portées, à environ tous les 30 m.

Tout l'assemblage est fait par soudure, sauf aux joints de chantier où on utilisera des plaques de recouvrement retenues par des boulons à haute résistance.

5.5.2.1.3.2.2 Coupe transversale
(voir fig. 5.33)

Le tablier est composé d'une dalle de béton armé de 200 mm, sauf dans les porte-à-faux où son épaisseur varie de 225 mm à l'appui à 175 mm à l'extrémité de la dalle. Les poutres sont espacées de 3050 mm c/c, avec porte-à-faux de 2210 mm. La dalle est rendue solidaire à l'aile supérieure de la poutre par des goujons soudés.

Le contreventement est formé de doubles cornières reliées en leurs centres afin de diminuer les longueurs de flambement et boulonnées dans le haut et dans le bas des raidisseurs. Il n'y a pas de raidisseurs sur la face apparente des poutres extérieures afin de préserver l'esthétique du pont.

Toutes les poutres ont une hauteur de 2134 mm. Les plaques inférieures des ailes atteignent un maximum de 50 mm X 760 mm aux appuis et un miminum de 32 mm X 508 mm au centre des portées. Les plaques supérieures varient de la même façon de 50 mm X 760 mm aux appuis à 32 mm X 254 mm au centre des portées.

Comme on peut le constater à la figure 5.33, le pont est divisé en deux sections de 13.65 m qui peuvent être construites à des époques différentes.

La première partie pourra ainsi accomoder un lien à deux voies avec trottoir dans une première étape (voir fig. 5.34) pour relier uniquement l'Ile d'Orléans. Elle pourra par la suite se transformer par l'enlèvement du trottoir en un lien à 3 voies unidirectionnelles intégrées à une autoroute de 6 voies (fig. 5.33).

5.5.2.1.3.2.3 Matériaux

Nous avons utilisé pour nos calculs de l'acier structural G40.21, avec limite élastique de l'acier (F_y) de 350 MPa. Dans l'éventualité d'un pont réalisé en acier, il serait intéressant de considérer l'utilisation d'acier patinable ou galvanisé afin de réduire les frais d'entretien du pont.

La contrainte admissible dans le béton à 28 jours était fixé à 35 MPa.

L'acier d'armature est de la catégorie extra dur avec une limite d'élasticité de 400 MPa.

5.5.2.1.3.2.4 Calculs

Les calculs ont été faits selon la norme CSA-S6 1974, le dimensionnement de l'acier de structure selon la théorie élastique et le di-

mensionnement du béton selon la théorie ultime.

5.5.2.1.3.3 Méthode de construction

Les poutres sont d'abord assemblées en usine en longueurs ne dépassant pas 35 m. Elles peuvent ensuite être transportées en chantier par camion ou sur barge. Elles sont alors chargées en petit nombre sur barge et érigées sur les piliers au moyen de grues. La section centrale est ensuite mise en place et boulonnée aux autres sections reposant déjà sur les piliers. Le chenal nord étant aussi complètement gelé au moins deux mois et demi par année, l'érection des poutres pourrait aussi se faire l'hiver à partir d'un pont de glace.

Les coffrages sont par la suite mis en place, attachés aux poutres et l'armature est installée. On procède ensuite au bétonnage en commençant par les régions de moment positif pour terminer par les régions de moment négatif. Lorsque le béton a atteint la résistance prescrite, on peut alors mettre en place le revêtement bitumineux, les trottoirs, chasse-roues, parapets et autres accessoires.

5.5.2.1.3.4 Avantages et désavantages

5.5.2.1.3.4.1 Avantages

1. Le principal avantage d'une structure d'acier à poutres assemblées est la simplicité de sa géométrie qui conduit à une fabrication facile et économique.

2. Ce type de pont est plus léger qu'un pont de béton; il y a donc une légère économie au niveau des fondations (superstructure d'environ 8600N/m^2 pour une portée de 60 m).

3. L'apparence de ce type de pont est très convenable si on prend la peine de cacher les raidisseurs.

4. On peut varier l'inertie des poutres pour suivre le diagramme des efforts en variant les plaques. De même on peut utiliser le tablier dans les zones de moment positif comme partie de l'aile supérieure composite travaillant en compression.

5.5.2.1.3.4.2 Désavantages

1. Les coûts d'entretien contre la corrosion sont plus élevés que pour un pont de type tubulaire en acier, et beaucoup plus élevés que les coûts d'entretien des ponts de béton. Par contre cet inconvénient peut être éliminé en utilisant de l'acier patinable à un coût cependant un peu plus élevé.

2. La quantité d'acier utilisée dans ce pont est plus élevée que pour un pont tubulaire, à arche ou en treillis.

5.5.1.3.5 Axe préférentiel

Ce type de structure peut s'adapter à n'importe lequel des axes dans le chenal nord. Cette solution pourrait être envisagée dans le cas où l'ouverture requise du chenal serait assez grande et qu'il faille alors cons-

truire de longues approches en pont.

Plus particulièrement, nous croyons que cette solution pourrait être envisagée économiquement à défaut de pouvoir construire une jetée dans les régions suivantes:

Axe 2 nord: Rive nord au chaînage 12 + 80
Chaînage 19 + 20 à la rive de l'Ile d'Orléans

Axe 2D nord: Rive nord au chaînage 6 + 10
Chaînage 18 + 30 à la rive de l'Ile d'Orléans

Axe 3A nord: Rive nord au chaînage 6 + 40
Chaînage 13 + 80 à la rive de l'Ile d'Orléans

Axe 5 nord: Rive nord au chaînage 7 + 60
Chaînage 15 + 90 à la rive de l'Ile d'Orléans

Ajoutons aussi que ce genre de structure s'adapte très bien aux autres types de superstructures envisagées dans les régions profondes comme les ponts à haubans et les ponts tubulaires.

5.5.2.1.3.6 Estimation des coûts

Nous avons estimé le coût d'un pont à poutres assemblées dans l'axe 2 sur une longueur de 884 m. On retrouve le détail de cet estimé au tableau 5.19. L'estimation est basée sur la section transversale montrée à la figure 5.33, c'est-à-dire sur la section de deux ponts jumelés de six voies. Pour la construction d'un pont à deux voies avec un trottoir, le coût du pont simple devra être majoré de 6%.

La superstructure du pont coûterait $415.00/m^2$, ou environ $11,300.00/m lin. pour un double pont à trois voies dans chaque direction. Pour un pont simple à deux voies avec trottoirs, il en coûterait $440,000/m^2$ ou environ $6,000.00/m lin. Ce coût comme nous l'avons mentionné précédemment, n'est pas nécessairement le coût optimisé, mais nous croyons que nous avons là un ordre de grandeur réaliste de ce que coûterait une telle superstructure dans

Le coût pourrait être optimisé lors du dimensionnement préliminaire en élaborant une étude poussée du coût de l'infrastructure en fonction de la portée.

5.5.2.1.3.7 Conclusion

Le type de pont à poutres assemblées en acier avec tablier composite en béton demeure une solution très réaliste dans le cas des portées d'approches du chenal nord. Cette solution avec celle des poutres en béton préfabriquées, sont les plus favorables pour la construction d'un pont dans de faibles profondeurs d'eau.

TABLEAU 5.19

ESTIMATION DU COUT DE LA SUPERSTRUCTURE DE DEUX PONTS JUMELES DE 13.65 m DE LARGEUR EN POUTRES ASSEMBLEES EN ACIER ET DALLE COMPOSITE EN BETON ARME POUR UNE TRAVEE PRINCIPALE DE 60 m.

Largeur totale:	2 X 13.65 m
Largeur carossable:	2 X 12.75 m
Nombre de voies de circulation:	3 par pont
Longueur totale pour l'estimation:	884 m
Nombre de poutres par travée:	2 X 4

DESCRIPTION	COUT
Acier structural	$7,600,000.00
Béton du tablier et des garde-corps	$ 950,000.00
Armature	$ 450,000.00
Accessoires et divers	$1,000,000.00
	$10,000,000.00

RESUME: $10,000,000.00 pour 884 m

$11,300.00 / m lin.

$415.00 / m car.

5.5.2.2 INFRASTRUCTURE DES PORTEES D'APPROCHES

5.5.2.2.1 Introduction

Nous présenterons dans cette section un aperçu des différentes infrastructures possibles pour les ponts de portées d'approche dans le chenal nord ainsi qu'une évaluation sommaire du coût de ces infrastructures.

La solution retenue pour fins d'évaluation sera généralement la solution la plus "standard" et non pas nécessairement la solution la plus économique. Une estimation basée sur une proposition plus audacieuse ne fait en effet pas partie de la présente étude. Une telle étude nécessiterait des données de base additionnelles, telles que des forages ou des essais de chargements, plus nombreuses que celle obtenues à date. De même de telles propositions sont plus sujettes à de fortes variations de coûts lors de la réalisation de l'ouvrage. La recherche de cette proposition optimum pourra se réaliser lors du calcul préliminaire.

Sont considérés comme infrastructure: les piliers excluant les appareils d'appui, les semelles, et les pieux lorsque nécessaires. De même on pourra constater que les méthodes de construction sont déterminantes pour ce qui est des coûts, surtout aux endroits de grandes profondeurs d'eau (profondeur supérieure à 10 m).

Enfin, mentionnons que l'espacement des piliers a été établi de façon à balancer le coût de la superstructure et le coût de l'infrastructure.

En effet, lorsqu'on procède à un tel balancement de coûts, cela conduit habituellement à une portée économique pour un type de pont donné.

5.5.2.2.2 Solutions envisagées

5.5.2.2.2.1 Types de piliers

Les piliers envisagés sont constitués de béton armé, d'une résistance minimum de 30 MPa, pour résister à l'érosion mécanique de la glace et prévenir la détérioration du béton. De même le nez du pilier sera en pointe ou arrondi afin de minimiser l'effet des glaces et du courant. L'élévation minimum des piliers a été établi à 7.6 m afin d'éviter que les glaces viennent buter contre les poutres à marée haute.

Deux types de piliers ont été considéré ; 1) un pilier unique venant prendre la charge des six voies du pont; et 2) deux piliers séparés, chacun prenant la charge de la moitié du pont, soit trois voies. Cette seconde solution a l'avantage de pouvoir se réaliser en deux étapes advenant le cas où l'on désire dans une première phase construire un premier pont à deux voies ou trois voies servant uniquement à relier l'Ile d'Orléans à la rive Nord. (Voir fig. 5.35, fig. 5.36 et fig. 5.37).

5.5.2.2.2.2. Types de fondations

1) Fondations sur semelles

Les fondations nettement les plus économiques sont les semelles sur sol. Cependant, dans le cas présent, ce type de fondation ne peut être

adopté que sur roc. La couche de mort terrain révélée par les forages n'est en effet pas suffisamment résistante pour supporter les charges sans rupture ou tassement considérable. On pourra donc retrouver ce type de fondations surtout du côté de l'Ile d'Orléans. Sur les battures de Montmorency, on devra avoir recours à un autre type de fondation à cause de la présence d'un épais dépôt de mort terrain.

Rappelons que la capacité portante du roc dans le chenal nord peut être de l'ordre de 0.958 Mpa près de la surface du socle rocheux, après avoir enlevé les parties les plus fissurées ou altérées.

2) Pieux battus au roc ou au refus

Il s'agit ici d'un type très courant de fondations sur pieux de petit diamètre et, en général, économique. Il semble que selon les résultats de sondages ces pieux pourraient être foncés sans difficultés au refus ou au roc si nécessaire sur des profondeurs allant jusqu'à 60 m, comme cela peut être le cas dans l'axe #2 nord. Ces pieux foncés à partir de barge ou d'une jetée de travail aurait une capacité portante de l'ordre de 100 t.

Le coût des pieux de béton préfabriqué est évalué à $56./m lin. et celui du pieu d'acier en H évalué à $75./m lin., incluant le coût des matériaux et l'enfoncement. Même si le pieu en acier est plus dispendieux, il semble que ce pieu est plus facile à enfoncer s'il y a présence de gros cailloux. Il peut donc s'avérer un choix satisfaisant pour l'enfoncement à de grandes profondeurs.

3) Pieux à friction

Ce type de fondation peut être très intéressant et économique dans le cas où on réussirait à mobiliser une capacité suffisante pour une longueur de pieu pas trop considérable. Par exemple, des pieux d'une capacité de 50 t seraient possibles dans les dépôts identifiés, mais seul des essais de chargement sur place pourront déterminer de façon précise la longueur de ces pieu Un tel pieu peut être avantageux si on réussit à mobiliser les 50 t sur une longueur inférieure à 25 m. Au-delà de cette longueur, il peut être plus économique de foncer des pieux de 60 m au roc ou au refus pour atteindre 100 t de capacité. De même il faut considérer dans ce cas-ci les déplacements du groupe de pieux sous la charge et veiller à ce qu'ils demeurent dans les limites tolérables pour la superstructure.

Notons enfin que cette solution représente un plus grand nombre de pieux et implique donc un coût un peu plus élevé pour l'empattement du pilier et pour le batardeau. C'est le pieu de béton préfabriqué qui semble le mieux approprié pour ce type d'application au coût de $56./m lin.

4) Pieux à base élargie

Ce type de fondation pourrait se révéler économique dans les zones où le dépôt de mort terrain est profond et lorsque ce dépôt est constitué essentiellement de matériaux granulaires. Dans le cas où une couche d'argile se retrouve dans le dépôt, il faut alors développer la base du pieu sous cette couche. Cela peut donc impliquer un pieu trop long qui n'est plus économique.

Par exemple, on estime qu'un pieu à base élargie avec fût tolé de 410 mm de diamètre pourrait supporter une charge admissible de 100 t.

La base du pieu peut être formée à partir de 10 m sous le niveau du mort terrain, mais la nécessité que les pieux résistent aux efforts de soulèvement induits par certains moments de renversement peut amener des longueurs plus considérables. Un tel pieu est évalué à environ $100./m lin.

Notons enfin que la mise en oeuvre de ce type de fondation se fait facilement à partir d'une jetée de travail, mais que l'impossibilité de procéder de cette façon rendrait la réalisation de ces pieux plus difficile et plus coûteuse.

5) Pieux caissons au roc

Enfin, une dernière solution envisagée est celle des pieux caissons circulaires en acier ayant un diamètre de 600 mm à 1200 mm. Cette fondation a l'avantage de faire une fondation de toute première qualité. Il s'agit cependant d'un type de pieux plus dispendieux, les prix étant de l'ordre de $250./m lin. pour 600 mm de diamètre à $500./m lin. pour un diamètre de 1200 mm.

On pourrait obtenir d'un caisson de 1067 mm une capacité portante de l'ordre de 725 t, en assumant un encastrement de 3 m dans le roc sain. On évalue alors la capacité portante moyenne du roc de 958 kPa à la pointe du caisson et la valeur d'adhérence roc-béton de 517 kPa.

Soulignons enfin que certains ponts ont été réalisés dernièrement sur d'énormes caissons de (1830 à 2440 mm) agissant à la fois comme pilier et comme pieux de fondation (Pont sur la rivière York, rivière des Prairies). Le caisson est encastré dans le roc et monte jusqu'à un chevêtre situé sous

le tablier du pont. Quoique cette méthode élimine l'emploi de batardeau pour la construction de l'infrastructure, elle demande toutefois une attention très particulière dans le fonçage du caisson. En effet, si le caisson dévie de sa ligne de fonçage, même de façon minime, cela peut amener une déviation de la tête à l'endroit où repose la charge, et causer des efforts supplémentaires de flexion dans le caisson et sur les fondations. Les tolérances de verticalité doivent donc être très exigeantes advenant une construction de ce genre. De plus, il semble que dans certains cas, cette solution ne se soit pas révélée aussi économique que prévue.

5.5.2.2.3 Propositions retenues pour fins d'estimation des coûts

5.5.2.2.3.1 Piliers retenus

Les piliers retenus pour fins d'estimation des différentes propositions sont les piliers séparés tels qu'apparaissant la la gig. 5.35. Ce type de pilier a l'avantage de diminuer les charges aux fondations en minimisant le plus possible les quantités de béton nécessaires à l'infrastructure. Cette solution présente l'avantage de pouvoir s'adapter à la construction d'un seul pont à 2, 3 ou 4 voies dans une première phase qui pourrait par la suite être jumelé à un autre pont identique pour compléter un lien autoroutier de 3 voies dans chaque direction.

Les calculs des différents piliers ont été faits selon la norme CSA-S6-1974, et plus particulièrement selon les méthodes de calcul à la limite ("Load factor design"). Les calculs sont basés sur une résistance à 28 jours de 30 MPa pour le béton et une limite élastique de nuance 400 pour l'acier.

1) Piliers des poutres préfabriquées et des poutres assemblées d'acier

La portée des poutres de béton étant de 40 m, nous assumons qu'un seul pilier prend les efforts longitudinaux pour 4 portées de pont lorsque les piliers sont assez courts ($<$ 15 m). Deux piliers prennent ces mêmes efforts pour les piliers plus élevés, les efforts de température et de retrait à la base du pilier étant, à ce moment, moindres. Il devient donc avantageux de répartir les efforts longitudinaux dus au vents ou aux tremblements de terre sur deux piliers.

Le fût du pilier garde une dimension transversale constante sur presque toute sa hauteur afin de faciliter la mise en oeuvre. A la base du pilier, un élargissement aide cependant à diminuer les contraintes de cisaillement et de flexion dans l'empattement.

Dans le cas des piliers de poutres assemblées en acier de 60 m de portée, nous assumons les mêmes formes. Dans le calcul des charges, nous obtenons sensiblement les mêmes charges axiales et les mêmes moments que pour les piliers supportant les poutres de béton de 40 m de portée. Encore là, les efforts longitudinaux de 5 portées consécutives sont pris par deux piliers lorsque ceux-ci sont plus hauts.

Enfin, selon la géométrie du pilier ce sont la charge axiale et les efforts longitudinaux qui contrôlent pour les calculs du pilier.

2) Piliers des poutres caissons d'acier

Pour les poutres caissons de 60 m de portées, l'infrastructure sera

sensiblement la même que pour les poutres assemblées en acier. Les charges mortes étant un peu plus faibles, on peu obtenir une infrastructure légèrement plus économique que celle des poutres assemblées, soit une diminution de coût de l'ordre de 5%. La procédure et les hypothèses de calcul sont telles que citées précédemment.

Dans le cas des caissons de 107 m de portées, on retrouve ce type de superstructure lorsque la profondeur d'eau devient assez importante (Voir fig. 5.38). Nous avons encore là étudié une série de 5 portées dont les efforts longitudinaux sont pris par les deux premiers piliers. Les charges de vent et de tremblements de terre deviennent considérables étant donné la hauteur accrue de la superstructure et l'augmentation du poids mort par surface unitaire. De même le bras de levier disponible pour les effets de glace est plus élevé et on obtient donc des efforts très considérables à la base du pilier.

3) Piliers des ponts de béton construits par encorbellement

Il s'agit du même type de pilier que pour les ponts de grandes portées construits par encorbellement.

5.5.2.2.3.2 Fondations

Les fondations retenues pour fins d'estimation sont les empattements sur roc lorsque celui-ci se retrouve près de la surface. Les fondations sur pieux préfabriqués de béton battus au roc et pieux caissons de 600 mm de diamètre enfoncés dans le roc sont utilisés si le roc est localisé à de grandes profondeurs. Ayant peu d'informations pour effectuer le choix de la meil-

leure solution entre le pieu battu au roc et les autres types de pieux, la première solution a été sélectionnée. On obtient ainsi un coût conservateur mais avec une autre solution on risquerait de sous-évaluer les coûts d'infrastructure.

De même lorsqu'il s'agit de fondations en pieux battus au roc, en particulier sur l'axe #2, le niveau du roc a été évalué à l'élévation -60 m tel que révélé par les forages no 1 et no 3. Cependant, il faut bien réaliser que de très grandes distances séparent les forages (de 1000 m à 15000 m) et pour cette raison l'interpolation des niveaux de roc est hypothétique. Les coûts présentés devront donc être considérés avec prudence. Ces coûts pourront varier selon les informations plus précises qu'on obtiendra dans le futur d'un plus grand nombre de forages exécutés dans la ligne choisie. Il semble cependant qu'à première vue la zone de grande profondeur de roc est plus étendue dans la ligne #2 que dans les autres lignes et conduit donc à des fondations plus dispendieuses pour cet axe.

Les charges pour le calcul des fondations ont été établies selon la norme CSA S6-1974 selon la méthode élastique("Working stress design").

Dans le cas des fondations sur pieux, ce sont les efforts dus aux tremblements de terre, en plus de la charge axiale, qui contrôlent le calcul des fondations. Pour les empattements sur roc, ce sont les efforts dus au retrait, à la température, et à la glace qui sont déterminants. Cela peut s'expliquer par les facteurs de multiplication 0.02 et 0.06 de la norme CSA S6-1974, utilisés dans le calcul des charges de tremblement de terre. Le premier facteur multipliant la charge morte dans le cas des empattements sur roc et le second dans le cas de fondations sur pieux, la

charge utilisée pour le calcul de l'infrastructure sur pieux, est donc trois fois plus élevée.

De même la pression des glaces sur les piliers a été fixée à 2MPa, soit la pression correspondans à un grand champ de glace cédant lors de la débâcle au début du printemps. Nous avons assumé une variation du champ de glace de 10° par rapport à l'axe longitudinal du pilier, d'où l'importance de bien disposer cet axe selon l'orientation du courant dans le chenal. Il va sans dire que ces charges de glaces sont approximatives, et que lors de l'étape préliminaire, étant donné le nombre important de piliers, il serait avantageux de procéder à une campagne de mesure sur place, (probablement sur les piliers du pont actuel), pour mieux définir les paramètres à utiliser.

Enfin, pour les piliers sur pieux dans les régions de faible profondeur d'eau, ce sont les efforts de tremblement de terre qui contrôlent dans les deux sens. Lorsque la profondeur devient plus importance (8 m), les efforts transversaux sont maximum sous l'effet de la glace.

1) Fondations sur semelles

Les fondations sur semelles sont assises directement sur le roc après en avoir enlevé les parties les plus fissurées. Tel que mentionné précédemment, ces fondations sont utilisées lorsque la profondeur du mort terrain sur le roc est faible ($<$5 m). L'empattement est armé dans les deux directions avec une armature assurant la continuité avec le pilier et il est de dimensions suffisantes pour ne pas induire au roc une contrainte supérieu-

re à 0.958 MPa sous l'effet des charges.

2) Pieux battus

Il s'agit de pieux en béton préfabriqués calculés pour prendre une charge admissible de 100 t. Ces pieux mesurent environ 300 mm de diamètre et sont disponibles chez les entrepreneurs en fondation selon une géométrie et un procédé d'enfoncement propres à chacun. Ces pieux sont utilisés comme fondations des piliers pour des portées de 40 m et de 60 m.

3) Pieux caissons

Les fondations des piliers supportant les ponts à poutres caissons de 107 m consisteront en des pieux caissons de 750 mm encastrés dans le roc sur 3 m. Les pieux sont foncés soit par vibration ou excavation à l'intérieur du pieu. Ils sont bétonnés en trémie, après avoir terminé l'évidement, et disposé à l'intérieur une cage d'acier d'armature. La capacité de tels pieux est évaluée à 450 t environ.

5.5.2.2.4 Mise en oeuvre de l'infrastructure

5.5.2.2.4.1 Les batardeaux

Afin de réaliser l'infrastructure dans le chenal nord, on devra avoir recours lorsque nécessaire à des batardeaux en enrochement ou en palplanches d'acier.

Règle générale, le batardeau sera construit jusqu'à l'élévation 6.5 m, soit l'élévation des hautes eaux extrêmes plus une hauteur de vagues

de 1.3 m. L'accès aux différents piliers peut se faire avec une jetée temporaire, un pont temporaire, ou avec barges lorsque les piliers sont trop éloignés des rives.

5.5.2.2.4.2 Batardeaux en enrochement

Les batardeaux en enrochement sont construits de matériel tout venant recouvert d'un enrochement de protection. L'étanchéité est assurée par un noyau d'argile au centre du batardeau. Il peut s'agir là d'un type de batardeau économique que nous évaluons de $\$10./m^3$ à $\$15./m^3$, incluant la mise en place et l'enlèvement par la suite du batardeau. (Voir fig. 5.39)

Le batardeau est mis en place autour du pilier à partir d'un chemin d'accès construit également en enrochement et reliant les différents piliers

Une fois le batardeau construit, on place un système de pompage au bas de la pente intérieure qui rejète l'eau à l'extérieur du batardeau et assèche le site du pilier à construire. Il est à noter que ce type de batardeau ne serait probablement possible qu'aux endroits où le roc vient presque en surface. Aux autres endroits où on retrouve un épais dépôt de sol granulaire, donc très perméable, il y aurait trop d'infiltration sous le batardeau. Ceci, en plus de rendre le pompage presqu'impossible, causerait des problèmes d'instabilité et compromettrait la sécurité de l'ouvrage. C'est pourquoi nous avons assumé dans nos estimations que ce type de batardeau conviendrait uniquement dans le cas où l'on construit des empattements sur roc situé dans la zone découverte à marée basse (profondeur d'eau inférieure à 6 m à marée haute).

Une fois l'assèchement du batardeau terminé et maintenu, on procède au nettoyage du roc, et on s'assure que sa surface est bien horizontale. Puis, on procède au coffrage et au bétonnage de l'empattement et du pilier. Un joint de construction peut être prévu au dessus du niveau des hautes eaux afin de procéder au bétonnage du haut du fût en une phase ultérieure.

5.5.2.2.4.3 Batardeaux en palplanches d'acier

Tel que mentionné précédemment, les batardeaux en palplanche d'acier ont été retenus pour fins d'évaluation lorsque les profondeurs de mort terrain sur le roc étaient appréciables. En effet, à l'aide d'une fiche d'enfoncement plus ou moins longue combinée à une base d'étanchéité, on peut arriver à limiter convenablement le débit d'infiltration à l'intérieur du batardeau. Le volume de pompage est alors raisonnable et la sécurité de l'ouvrage ainsi que celles des hommes assurée. (Voir fig. 5.40)

Ce type de batardeau a été considéré pour des profondeurs d'eau allant de 3 m à 25 m. Il faut cependant mentionner qu'au-delà de 15 m de profondeur, la réalisation du batardeau commence à être problématique étant donné la longueur de palplanche à utiliser, les pressions d'eau extérieures très fortes, etc. Le prix de réalisation pour un batardeau passe donc d'un coût de $200,000. approximativement pour un batardeau construit dans 7 m de profondeur d'eau à $2,500,000. pour celui construit dans 25 m de profondeur d'eau (Pont de 6 voies). La variation du prix en fonction de la profondeur est donc non linéaire. De même la proportion du coût du batardeau par rapport au coût global d'un pilier passe de 30% pour un pilier dans 3 m d'eau à marée haute à 65% pour un pilier dans 25 m d'eau. On constate donc que pour les travées centrales du pont, les coûts des batardeaux sont déterminants.

1) Constitution du batardeau

Les batardeaux sont constitués d'une palplanche d'acier très résistante, telles les PZ 27, PZ 32 et PZ 38 ou équivalentes. Les palplanches les plus lourdes sont utilisées pour les plus grandes profondeurs. Ces palplanches sont enfoncées de 6 m à 11 m dans le sol afin de donner la stabilité au batardeau et surtout de diminuer les pressinns d'eau au fond du batardeau lors de l'assèchement.

Enfin une base d'étanchéité consistant en un bouchon de béton coulé en trémie est placé au fond du batardeau.

2) Mise en place du batardeau

Le batardeau peut être mis en place de différentes façons. Cependant, on a tenu compte de la façon suivante dans nos estimations:

- Le système d'entretoisement est préfabriqué sur la berge, puis amené en place à l'aide d'une barge. Au site prévu du pilier, une grue sur barge prend le système et le dépose à son emplacement. Le système est descendu au niveau requis et applombé en glissant sur des pieux préalablement plantés aux quatre coins du batardeau. Lorsqu'il est au bon niveau, le système est boulonné ou soudé aux pieux par des plongeurs.

- Le système d'entretoisement en place, celui-ci est utilisé comme gabarit pour l'enfoncement des palplanches autour de la cage d'acier. Le palplanche est battue au niveau requis. Les palplanches doivent être par la suite attachées et assujetties adéquatement au système d'entretoisement.

- On procède ensuite au dragage du fond pour nettoyer la couche de sol de mauvaise qualité en surface. Le dragage peut même se faire sur une profondeur de 4 à 5 m si l'on veut que la base d'étanchéité soit encastrée en bonne partie dans le lit du fleuve, soit pour des raisons d'esthétique si le pilier est découvert à marée basse, soit à cause de l'affouillement prévu.

Les pieux sont ensuite battus à la position voulue en se servant encore de la cage d'entretoisement comme gabarit. Lorsque les pieux ont atteint la profondeur suffisante pour développer la capacité requise, les pieux inclinés sont coupés au niveau futur de l'empattement afin de ne pas nuire au battage des autres pieux. Les pieux verticaux quant à eux pourront être coupés après l'assèchement du batardeau. On procédera aussi à un essai de chargement à chaque pilier pour vérifier si les fondations rencontrent les spécifications requises.

Enfin, la base d'étanchéité est coulée en trémie à l'intérieur des batardeaux sur une hauteur de 3 à 6 m. Cette base servira à contrebalancer par son poids propre les pressions hydrostatiques, au fond du batardeau, qui existeront malgré la perte de charge due à la fiche du batardeau. De même ce bouchon de béton sera étanche à l'eau et réduira de beaucoup le pompage à l'intérieur du batardeau. Il est à noter que les pieux traversent complètement la base d'étanchéité pour venir prendre la charge au niveau de l'empattement du pilier. Cette façon de procéder donne l'avantage de couper la majorité des pieux à sec une fois le battage terminé et de s'assurer qu'un béton de meilleure qualité et armé transmet la charge aux pieux. La base d'étanchéité pénalise cependant la fondation au point de vue des charges, et il

faudra augmenter le nombre de pieux pour en tenir compte.

3) Assèchement du batardeau

Une fois que la base d'étanchéité a suffisamment fait prise, on procédera à l'assèchement du batardeau à l'aide de pompes. On peut alors procéder à la coupe des pieux à l'élévation requise et faire la mise en place des coffrages de l'empattement et du pilier. L'empattement sera armé dans le haut et dans le bas afin de résister aux efforts de traction induits dans les pieux.

4) Récupération du batardeau

Lorsque le pilier est terminé et inspecté, on immerge à nouveau complètement le batardeau, puis on procède à l'enlèvement et à la récupération du système d'entretoisement et de la palplanche. Le matériel peut alors être réutilisé pour la construction d'un nouveau batardeau. Les palplanches sont arrachées lorsqu'elles ne sont pas trop longues et sont coupées au-dessus du niveau de la base d'étanchéité lorsque leurs longueurs sont trop importanter.

5.5.2.2.4.4 Construction sans batardeau

Dans les zones où les battures sont découvertes à marée basse pendant une certaine période de temps, il pourrait être possible de travailler sans batardeau. Les pieux seraient battus à partir de barges positionnées à l'aide de pieux d'ancrage, et l'empattement pourrait être coulé en béton de trémie après avoir placé un coffrage préfabriqué et l'armature requise.

5.5.2.2.5 Estimation des coûts

5.5.2.2.5.1 Eléments principaux

Les principaux éléments servant de base à nos estimations des coûts de l'infrastructure sont les suivants:

TABLEAU 5.20

PRIX UNITAIRES DES COUTS DE L'INFRASTRUCTURE

UNITE	OUVRAGES	PRIX UNITAIRES
mètre cube	Béton du pilier et des empattements	$ 240.00
kilogramme	Acier d'armature	$ 0.80
mètre lin.	Pieux en béton préfabriqué matériaux	$ 50.00
globale	Organisation de plantage	$20,000.00
mètre lin.	Pieux enfoncement	$ 6.00
unité	Essais de chargements	$ 3,000.00
mètre cube	Batardeau enrochements	$ 10.00
mètre carré	Batardeau palplanche profondeurs d'eau de 3 à 15 m	$ 40.00 à $250.00
mètre cube	Base d'étanchéité en béton	$ 75.00

Le coût du béton des piliers peut sembler élevé, mais il faut tenir compte d'une quantité de coffrages importante par rapport au volume de béton et des accès relativement difficiles.

Nous présentons aux pages suivantes les coûts unitaires d'infrastructure par rapport à la surface de superstructure. Ces coûts ont d'abord été déterminés pour les piliers de la proposition poutres de béton préfabriquées. On a ainsi déterminé des coûts de pilier qui s'accroissent en fonction de la profondeur, principalement à cause des quantités accrues de matériaux et à cause du coût plus élevé des batardeaux. (Tableaux 5.21 et 5.22).

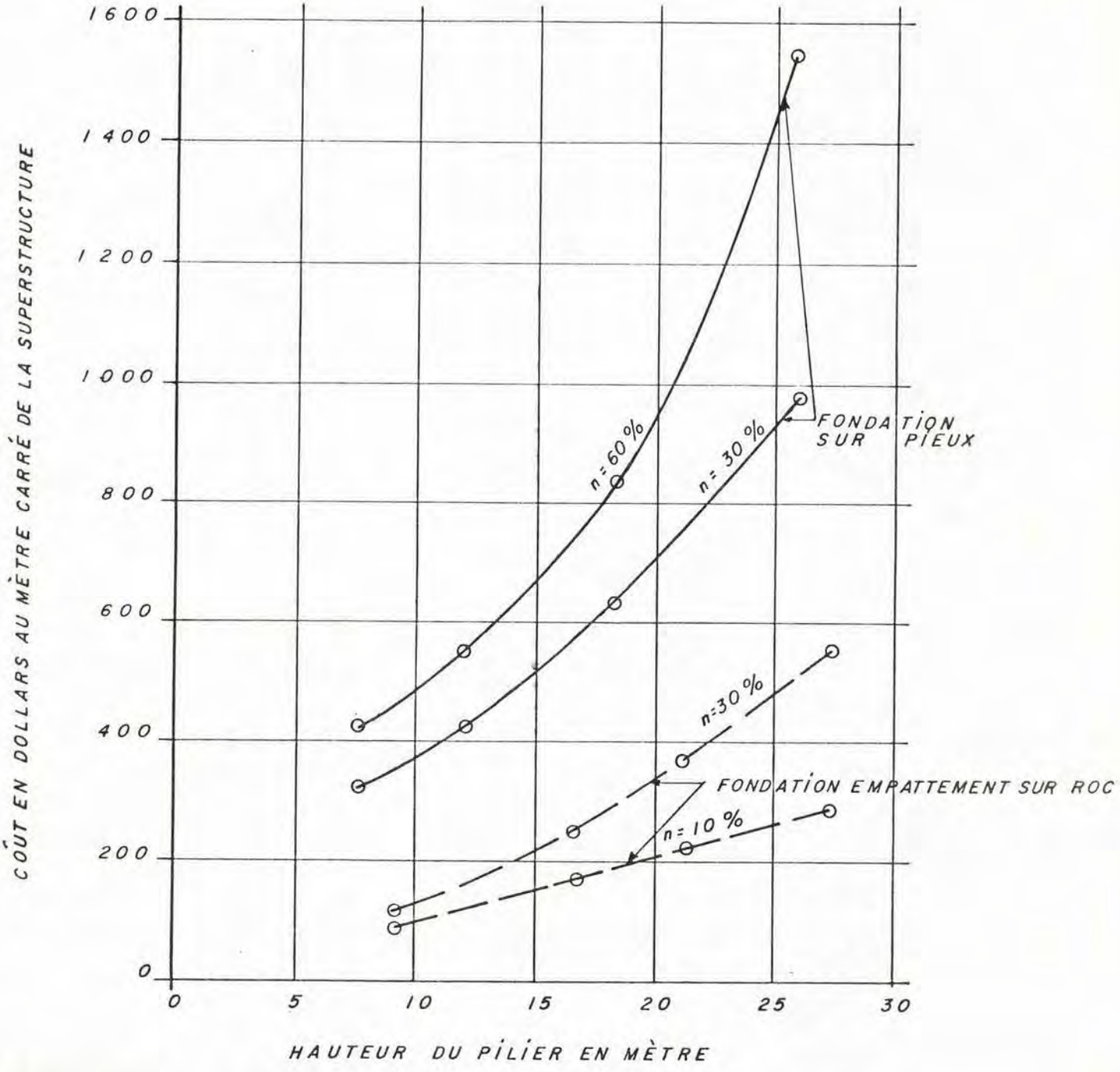
Par la suite le calcul des piliers pour la proposition poutre d'acier de 60 m de portée permet d'établir que le coût du pilier à l'unité est sensiblement le même que le coût du pilier pour les ponts de béton de 40 m de portée. Le coût unitaire est donc dans ce cas-ci inversement proportionnel à la portée et estimé à environ 65% du coût unitaire de la proposition poutre de béton.

Pour les piliers des poutres caissons de 107 m, étant donné leur nombre restreints, nous les avons évalué de façon ponctuelle à chaque emplacement.

5.5.2.2.5.3 Construction en deux phases

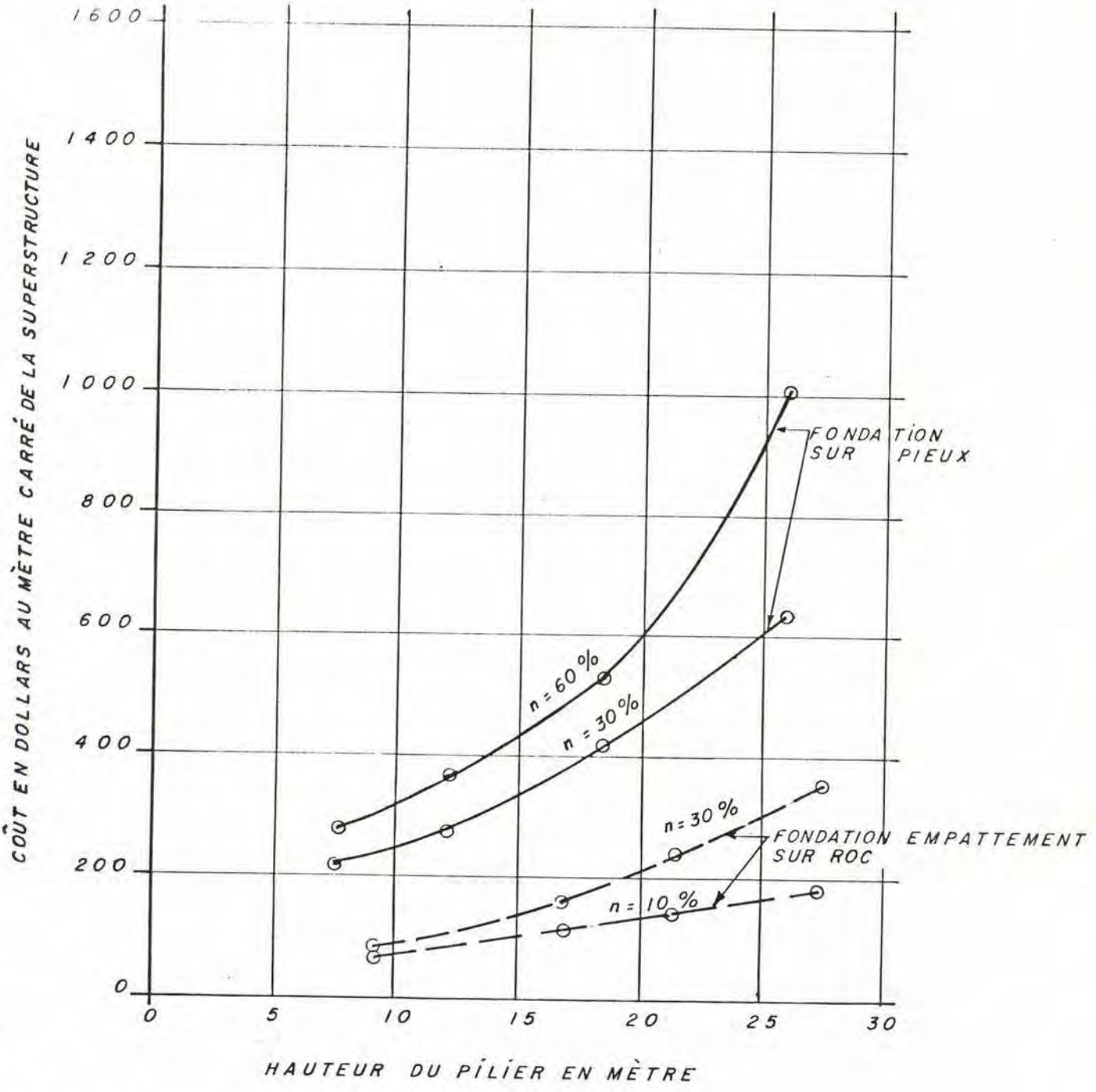
Les estimations des coûts de l'infrastructure ont été d'abord établies selon une construction en deux phases. Le coût global d'infrastructure pour le projet réalisé en une seule étape serait de 15% à 20% moins élevé que le coût du projet réalisé en deux étapes successives (construction d'une superstructure de 13.75 m à chaque étape). Cette augmentation de coûts serait due à deux facteurs principaux: Les coûts d'organisation de chantier et d'accès en rivière qui seraient doublés ainsi que les superficies des batardeaux qui augmenteraient sensiblement.

Notons que les coûts de piliers et de fondations restent sensiblement les mêmes, la structure ayant été calculée pour une réalisation en deux phases successives. Il y aurait donc très peu d'adaptation de structure ou d'infrastructure à effectuer selon que l'on choisit de construire en une ou deux phases.



n = DEGRÉ DE SUBMERGENCE DU PILIER À MARÉE HAUTE, ÉL + 4.0
Ex = n=60 %, UN PILIER DE 12 MÈTRES, EST SUBMERGÉ DE 7 MÈTRES À MARÉE HAUTE

COÛT DE L'INFRASTRUCTURE
PONT EN POUTRES PRÉFABRIQUÉES DE BÉTON
PORTÉES 40 m



n = DEGRÉ DE SUBMERGENCE DU PILIER À MARÉE HAUTE ÉL.+ 4.0
Ex = n = 60 %; UN PILIER DE 12 MÈTRES, EST SUBMERGÉ DE 7 MÈTRES À MARÉE HAUTE

COÛT DE L'INFRASTRUCTURE
PONT EN POUTRES D'ACIER
PORTÉES 60 m

CHAPITRE VI

CHAPITRE VI

CHENAL SUD

6.1 FORMULATION DES HYPOTHESES DE BASES

Afin de garder une homogénéité dans l'approche relative à la formulation des hypothèses de bases, les mêmes caractéristiques et les mêmes facteurs ont été retenus pour l'analyse du chenal sud que ceux déjà utilisés pour le chenal nord. A cet effet, le lecteur se réfèrera à la section 5.1.

6.2 IDENTIFICATION DES AXES PROPOSES

A la suite de recherches sur les formations géologiques, de l'analyse des cartes bathymétriques et de l'étude sismique, il apparaissait que la liaison entre l'Ile d'Orléans et la Rive Sud pour franchir le passage navigable dans cette partie du fleuve St-Laurent, pourraît être envisagée en théorie, sans conséquence ou complication singulière, et en pratique, en considérant l'une des trois solutions suivantes:

- construction d'un pont;
- construction d'un tunnel déposé;
- construction d'un tunnel foré.

Ces différentes possibilités ont fait l'objet d'une analyse particulière et comparative, présentée aux sectiont 6.3, 6.4 et 6.5

A l'intérieur du secteur étudié, lequel s'étend de l'extrémité ouest de l'Ile jusqu'à la ligne de l'Hydro-Québec, soit sur une distance d'environ sept kilomètres, trois corridors ont été considérés (voir fig. 5.1), soit:

1- Corridor groupant les axes #1 sud, #2 sud, #2-C sud #2-A sud, #2-D sud.

Ce corridor, situé à environ 900 m de l'extrémité ouest de l'Ile d'Orléans près de Ste-Pétronille, présente certains avantages, comme le raccordement direct avec l'autoroute #40 en plus d'être le point le plus rapproché des villes de Québec et de Lévis.

L'axe choisi devrait être orienté de façon à être perpendiculaire avec le lit du fleuve.

2- Corridor incluant l'axe 3-A sud

Localisé près de la pointe Maranda à environ deux kilomètres à l'est de la zone précédente, c'est à cet endroit que le chenal de navigation change de direction. De plus, la largeur du chenal est d'environ 2.5 kilomètres comparativement à deux kilomètres dans les autres corridors.

3- Corridor incluant l'axe #5 - sud

Situé à environ 0.5 kilomètre de la ligne de transmission de l'Hydro-Québec, ce corridor est parallèle à celle-ci.

6.3 PONT SUSPENDU

Compte tenu de la largeur du chenal sud et des dégagements exigés, le pont suspendu apparaît comme première solution devant être considéré pour franchir le fleuve à cet endroit.

6.3.1 Canal de navigation

Le chenal sud, étant le passage principal de la navigation commerciale sur le St-Laurent, dans la région d'étude, un dégagement horizontal minimal de 610 m et un dégagement vertical au-dessus des hautes eaux (el. + 4.0) de 61 m doivent être maintenus. La profondeur d'eau est de 30 m maximum à l'emplacement le plus probable pour l'érection des piliers, et ce pour chacun des axes étudiés.

La largeur hors d'eau de ces axes varie d'environ 2000 m à 2500 m.

6.3.2 Conditions du sol

Les sondages, effectués pour l'Hydro-Québec lors de la construction des tours de transmission révèlent que le fond marin, au-dessus du roc à cet endroit, est composé de sable, de gravier avec inclusions d'argile, et de blocs de pierre de différentes dimensions.

Les sondages sismiques effectués sur l'ensemble du chenal sud indiquent, à l'endroit où sont localisés les différents axes, des variations quant à la profondeur du roc de 40 m à l'endroit de l'axe 2, à 46 m à l'emplacement de l'axe 5.

6.3.3 Qualité et état du site

Les conditions concernant la pression des glaces, la probabilité de séismes et la vélocité maximum du vent sont les mêmes que celles qui ont été considérées pour le calcul du pont Pierre Laporte.

Quant à la vitesse du courant à cet endroit, elle atteint quatre noeuds selon la largeur du chenal.

6.3.4 Analyse des différents axes retenus

- Axe 2 et 2-D

L'axe 2 est situé à environ 900 m de l'extrémité ouest de l'Ile d'Orléans, près de Ste-Pétronille (voir fig. 5.1).

Cet axe est le plus rapproché des villes de Québec et de Lévis et se raccorde directement avec l'autoroute #40. Il devra être orienté, à partir de son point de rencontre avec l'Ile d'Orléans, perpendiculairement au chenal du fleuve.

La profondeur maximum du roc, à l'emplacement des piliers du pont, serait d'environ 38 m. (voir fig. 6.1).

L'axe 2-D, présente à peu près les mêmes conditions que l'axe 2.

- Axe 3

Cet axe est localisé à environ 1920 m à l'est de l'axe 2, près de la pointe Maranda et là où le chenal de navigation change de direction. Cependant, la largeur totale du chenal à cet endroit est de l'ordre de 2400 m comparativement à 2040 m pour les autres axes. (voir fig. 6.2).

La profondeur maximum du roc, à l'endroit des piliers, serait d'environ 40 m et de 35 m aux ancrages.

- Axe 4

Cet axe, situé à environ 1220 m à l'ouest de la partie nord des lignes de transmission de l'Hydro-Québec, n'est pas perpendiculaire au chenal de navigation, mais l'intercepte plutôt avec un angle considérable.

Bien que cet axe présente certains avantages, il n'a pas été retenu à ce stade-ci de l'étude étant donné sa similitude avec l'axe 5.

- Axe 5

Ce dernier axe est situé à environ 425 m de la ligne de transmission de l'Hydro-Québec et parallèle à celle-ci.

La profondeur du roc, à l'emplacement des piliers, est de l'ordre de 46 m et la profondeur maximum aux ancrages est d'environ 43 m. (voir fig. 6.2).

6.3.5 Justification du choix d'un pont suspendu

Etant donné la largeur du chenal de 610 m, la profondeur d'eau et le type de roc, le choix d'un pont suspendu s'avère la meilleure solution et la plus économique.

Par ailleurs, un pont suspendu présente une structure esthétique et harmonieuse qui traversera le fleuve à l'entrée du port de Québec.

Malgré sa grande portée, la pont aura trois voies de circulation dans chaque sens, soit deux chaussées de 11.58 mètres de largeur. Les trottoirs extérieurs et central seront de 1.22 mètres de largeur. Ces chaussées et trottoirs seront du même type que ceux du pont Pierre Laporte. (Voir fig. 6.3).

Les spécifications de "design" et les cas de chargements devront rencontrer les exigences les plus récentes du Ministère des Transports du Québec et de l'Association Canadienne de Normalisation.

6.3.6 Portées selon les axes retenus

Trois portées différentes sont présentées pour chacun des quatre axes, soit pour l'axe 2, l'axe 2-D, l'axe 3 et l'axe 5, et une estimation très préliminaire du coût de construction a été introduite pour ces quatre alternatives.

A - Section centrale de 790 mètres

Une section principale de 790 m doit être considérée comme travée minimum pour traverser le chenal, et devra être combinée aux deux extrémités à deux sections de 244 m et 122 m de portée, de façon à localiser les ancrages aux emplacements où le roc est moins profond. Il faut noter, à priori, que les fondations des ancrages s'établiront sur le roc. Cependant, si les forages révèlent un fond marin plus consistant, on pourrait probablement envisager de ne pas asseoir ces ancrages directement sur le roc.

B - Section centrale de 915 mètres

Pour une section centrale de 915 mètres, les portées secondaires auront 305 m de longueur. A l'endroit des axes 2 et 2-D pour le côté sud, une portée de seulement 137 m serait nécessaire, étant donné que le roc nécessaire pour fixer l'ancrage, est moins profond.

C - Section centrale de 1525 mètres

Cette très longue section centrale a été envisagée pour vérifier si l'économie des coûts de fondation compenserait l'augmentation des coûts de superstructure.

A cette section centrale s'ajouteront à chaque extrémité deux sections de 457 m de portée, avec ancrages sur la partie haute des rives.

6.3.7 Sections d'approches pour le pont

Les sections d'approches, au-dessus de l'eau, varient de 85 m à 137 m de longueur.

Sur les rives, elles pourront varier entre 60 m et 80 m de longueur à l'exception du voisinnage des culées où des portées plus courtes pourront être utilisées.

Les études subséquentes détermineront plus précisément les longueurs et les structures les plus économiques pour réaliser ces sections d'approches, tant au-dessus du fleuve que sur les rives.

6.3.8 Conclusion

Parmi les trois portées centrales étudiées, l'arrangement avec une portée centrale de 790 m semble le moins coûteux, tandis que les axes 2 et 2-D se révèlent les plus économiques. Le roc est en effet moins profond dans ces axes et la longueur totale de structure y est minimisé.

L'estimation du coût de construction préparé à ce stade-ci est basée sur une superstructure calculée selon un "design" conventionnel. Toutefois, il pourrait être avantageux d'utiliser comme tablier soit une dalle orthotrope protégée d'un revêtement d'asphalte - epoxy, combiné à des fermes de petites sections, soit des poutres caissons aérodynamiques combinées à un tablier orthotrope. Ces derniers types de superstructure pourraient réduire le coût d'une façon substantielle.

6.3.9 Recommandations

En tenant compte de la topographie des lieux et de ses avantages quant au coût de construction, il apparaît que le choix de l'axe 2 ou de l'axe 2-D soit le plus plausible pour la construction d'un pont suspendu d'une portée de 790 m.

L'optimisation d'une solution nécessitera cependant, une reconnaissance plus approfondie du fond marin et du roc, particulièrement aux endroits suivants:

1- A l'emplacement de chacun des piliers principaux;

2- A l'emplacement de chacun des piliers d'appui des câbles adjacents;

3- A l'emplacement des ancrages;

4- Le long des sections d'approche de chaque côté du pont.

TABLEAU 6.1

PONTS SUSPENDUS DANS LE CHENAL SUD

ESTIMATION COMPARATIVE DES COUTS DE CONSTRUCTION

AXE 2 et AXE 2-D

- Longueur des travées en mètres

	TYPE I	TYPE 2	TYPE 3
Travée principale	790	915	1525
Total des travées suspendues	1278	1525	2439
Travées d'approches	1905	1662	1000
Longueur totale	3183	3187	3439

- Coûts en millions de dollars

Travées suspendues	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
Superstructure	$ 87.0	$112.0	$231.0
Infrastructure	$ 77.0	$ 83.0	$ 71.0
T O T A L:	$164.0	$195.0	$302.0
Travées d'approches	56.0	$ 50.0	$ 26.0
T O T A L:	$220.0	$245.0	$ 328.0
Imprévus	22.0	25.0	32.0
C O U T T O T A L:	$242.0	$270.0	$ 360.0

TABLEAU 6.2

PONTS SUSPENDUS DANS LE CHENAL SUD

ESTIMATION COMPARATIVE DES COUTS DE CONSTRUCTION

AXE 3-A

- Longueurs des travées en mètres

	TYPE I	TYPE 2	TYPE 3
Travée principale	790	915	1525
Total des travées suspendues	1278	1525	2439
Travées d'approches	2012	1768	854
Longueur totale	3290	3293	3293

- Coûts en millions de dollars

Travées suspendues	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
Superstructure	$ 87.0	$112.0	$231.0
Infrastructure	$ 83.0	$ 92.0	$ 80.0
T O T A L	$170.0	$204.0	$311.0
Travées d'approches	$ 60.0	$ 52.0	$ 23.0
T O T A L	$230.0	$256.0	$334.0
Imprévus	$ 23.0	$ 26.0	$ 34.0
C O U T T O T A L:	$253.0	$282.0	$368.0

TABLEAU 6.3

PONTS SUSPENDUS DANS LE CHENAL SUD

ESTIMATION COMPARATIVE DES COUTS DE CONSTRUCTION

AXE 5

- Longueur des travées en mètres

	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
Travées principale	790	915	1525
Total des travées suspendues	1278	1525	2439
Travées d'approches	1525	1280	366
Longueur totale	2803	2805	2805

- Coûts en millions de dollars

Travées suspendues	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
Superstructure	$ 87.0	$112.0	$231.0
Infrastructure	$ 95.0	$105.0	$ 75.0
T O T A L	$182.0	$217.0	$306.0
Travées d'approches	$ 47.0	$ 41.0	$ 10.0
T O T A L	$229.0	$258.0	$316.0
Imprévus	$ 23.0	$ 26.0	$ 32.0
C O U T T O T A L	$252.0	$284.0	$348.0

6.4 TUNNEL DEPOSE

6.4.1 Choix d'un tunnel déposé

Considéré comme seconde possibilité pour la traversée du chenal sud, le tunnel déposé est un ouvrage répandu de nos jours. En effet, on dénombre à travers le monde une quarantaine de tunnels de ce genre, dont la majorité sont routiers. (Voir tableau 6.4). Plusieurs de ces tunnels ont été réalisés depuis 1950 et dans des conditions pouvant s'apparenter à celles du chenal sud, tel le tunnel BART construit dans la région de San Francisco Certaines sections avaient alors été déposées sous 40 m d'eau.

Le tunnel déposé est un tunnel immergé construit de sections préfabriquées, habituellement de l'ordre de 100 m, qui sont amenées en place par flottaison et déposées dans une tranchée préalablement draguée dans le fond marin. Les éléments sont aboutés l'un à l'autre pour former un tout continu soit avec une section de tunnel foré, soit avec une section de tunnel immergée coulée en place derrière un batardeau. Le tunnel Louis-Hyppolite Lafontaine est un exemple typique d'un tel ouvrage.

La présente section traitera donc des possibilités d'implantation d'un tel ouvrage dans le chenal sud, et par extension, du prolongement du tunnel dans le chenal nord.

TABLEAU 6.4 a

REPERTOIRE DES TUNNELS DEPOSES (1910 - 1976)

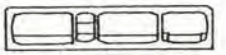
No	ANNEE	NOM	FORME	ENDROIT	LONGUEUR	SECTION	NO VOIES
16	1961	RENDSBURG	ROUTE	ALLEMAGNE DE L'OUEST	140 m		2 X 2
17	1962	WEBSTER STREET	ROUTE	CALIFORNIE, E.U.	732 m		2
18	1962	ELIZABETH RIVER (2)	ROUTE	VIRGINIE, E.U.	1056 m		2
19	1963	CHESAPEAKE BAY (a) Thimble shoal tunnel (b)Baltimore channel tunnel	ROUTE	VIRGINIE, E.U.	(a) 1750m (b) 1661m		2 2
20	1966	COEN	ROUTE	AMSTERDAM, HOLLANDE	540 m		2 X 2
21	1967	BENELUX	ROUTE	ROTTERDAM, HOLLANDE	745 m		2 X 2
22	1967	LAFONTAINE	ROUTE	QUEBEC, CANADA	768 m		2 X 3
23	1967	VIEUX-PORT	ROUTE	MARSEILLES, FRANCE	273 m		2 X 2
24	1968	TINGSTAD	ROUTE	GOTHENBURG, SUEDE	452 m		2 X 3
25	1968	ROTTERDAM METRO	TRAIN	ROTTERDAM, HOLLANDE	1040 m		2 X 1 VOIES
26	1969	IJ RIVER	ROUTE	AMSTERDAM, HOLLANDE	790 m		2 X 2
27	1969	SCHELDT E 3 (J.F.K TUNNEL)	ROUTE/ TRAIN	ANVERS, BELGIQUE	510 m		2 X 3 VOIES
28	1969	HEINENOORD	ROUTE	BARENCRECHT, HOLLANDE	614 m		2 X 3
29	1969	LIMF JORD	ROUTE	ARLBORG/JUTLAND, DANEMARK	510 m		2 X 3
30	1969	PARANA (HERNANDIAS)	ROUTE	ARGENTINE	2356 m		2

TABLEAU 6.4 b

REPERTOIRE DES TUNNELS DEPOSES (suite)

No	ANNEE	NOM	FORME	ENDROIT	LONGUEUR	SECTION	NO VOIES
1	1910	DETROIT RIVER	TRAIN	MICHIGAN, E.U./ ONTARIO, CANADA	800 m		2 X 2 voies
2	1914	HARLEM RIVER	TRAIN	NEW YORK, E.U.	329 m		4 X 1 voies
3	1927	FREIDRICHSHAFEN	PIETONS	BERLIN, ALLEMAGNE	120 m		——
4	1928	POSEY	TRAIN	CALIFORNIE, E.U.	742 m		2
5	1930	DETROIT - WINDSOR	ROUTE	MICHIGAN E.U./ ONTARIO, CANADA	370 m		2
6	1940	BANKHEAD	ROUTE	ALABAMA, E.U.	610 m		2
7	1941	MAAS	ROUTE	ROTTERDAM HOLLANDE	587 m		2 X 2
8	1942	STATE STREET	TRAIN	ILLINOIS, E.U.	61 m		2 X 1 voies
9	1950	WASHBURN	ROUTE	TEXAS, E.U.	457 m		2
10	1952	ELIZABETH RIVER (1)	ROUTE	VIRGINIE E.U.	638 m		2
11	1953	BAYTOWN	ROUTE	TEXAS, E.U.	780 m		2
12	1957	BALTIMORE	ROUTE	MARYLAND E.U.	1920 m		2 X 2
13	1957	HAMPTON ROADS	ROUTE	VIRGINIE, E.U.	2091 m		2
14	1958	HAVANA	ROUTE	CUBA	520 m		2 X 2
15	1959	DEAS ISLAND	ROUTE	COLOMBIE BRITANIQUE, CANADA	629 m		2 X 2
UN JOUR PEUT-ÊTRE?	16	1993	TUNNEL ORLÉANS	ROUTE	ÎLE D'ORLÉANS P.Q. CANADA	1203 m		2 X 2½

4,5m ⟷ 8m
4,5m ↕

TABLEAU 6.4 c

REPERTOIRE DES TUNNELS DEPOSES

No	ANNEE	NOM	FORME	ENDROIT	LONGUEUR	SECTION	NO VOIES
31	1970	BAY AREA RAPID TRANSIT	TRAIN	CALIFORNIE, E.U.	5825 m		2 VOIES
32	1972	CROSS-HARBOUR TUNNEL	ROUTE	HONG KONG	1602 m		2 X 2
33	1973	EAST 63rd ST TUNNEL	TRAIN	NEW YORK, E.U.	2 X 229m		4 X 1 VOIES
34	1973	WANGAN SEN	ROUTE	TOKYO, JAPON	1035 m		2 X 3
35	1973	I 10 MOBILE RIVER	ROUTE	ALABAMA, E.U.	747 m		2 X 2
36	1974	KEIHIN CANAL	ROUTE	KAWASAKI, JAPON	660 m		2 X 2
37	1975	ELBE	ROUTE	HAMBOURG, ALLEMAGNE	1057 m		3 X 2

Source: CULVERWELL, D.R., Immersed-Tubes and the Tees, Tunnels and Tunnelling, vo 8,n 1 Jan 1976 page 27-33.

Comme cette structure peut également être envisagée dans le chenal nord, et dans le cas de l'axe 1, forme une structure continue avec celle du chenal sud, l'éventualité sera envisagée dans le présent chapitre par exception.

6.4.1.1 Conditions favorisant l'implantation d'un tunnel déposé

Habituellement, un tunnel est plus avantageux qu'un pont lorsque les rives sont basses et que les dégagements horizontaux et verticaux exigés pour un pont sont très élevés. Par exemple, le tirant d'eau d'un navire hauturier passant au-dessus d'un tunnel représente environ le quart du tirant d'air du même navire passant sous un pont. La dénivellation étant alors beaucoup moindre entre les rives et le point bas du tunnel qu'entre les rives et le point haut du pont, la longueur totale du tunnel est donc plus courte si on considère dans les rampes d'accès les mêmes pentes pour le pont et le tunnel.

Dans le cas de la traversée nord à l'Ile d'Orléans, on peut dire à priori que le tunnel déposé sera plus coûteux qu'un lien par pont. Quoique les rives soit basses à Montmorency, et à l'Ile d'Orléans (si on débouche au pied de la falaise), les dégagements exigés pour un pont sont peu élevés, et cette dernière structure devient plus économique. L'avantage de la solution tunnel se résume donc au niveau esthétique et environnemental.

La traversée du chenal sud avec pont exigeant des dégagements considérables (60 m X 600 m), impliquant alors une structure de pont dispendieuse, la solution tunnel devient plus compétitive, quoiqu'il y ait un désavantage majeur au niveau de l'escarpement des rives. En effet, la profondeur d'eau combinée avec l'élévation de la rive sud (au-delà de 100 m) impliquent des longueurs de tunnel impressionnantes avec de fortes pentes dans les rampes (souvent plus de 3000 m à 4%). Cet inconvénient est cependant moins accentué pour le tunnel déposé que pour le tunnel foré.

Quant aux conditions du site, elles se prêtent assez bien à la construction d'un tunnel déposé. A titre d'exemple, il serait facile de construire un batardeau sur les battures de Beauport pour avoir un bassin de fabrication d'éléments situé à environ 15 m sous le niveau de la marée haute. De même, les éléments pourraient aussi être construits en chantier naval, tel que celui de la Davie Shipbuilding Ltd.

Enfin, tel que mentionné précédemment, un tunnel s'avère plus esthétique en plus de permettre une circulation à l'abri des intempéries, tout en étant moins dommageable pour l'environnement.

6.4.2 Données de base

6.4.2.1 Dimensions des chaussées

Le tunnel est prévu pour deux tubes de circulation séparés à trois voies chacun, avec un dégagement horizontal de 12.8 m et un dégagement vertical minimum de 4.60 m. Il appartiendra cependant au Ministère des Transports de vérifier si ce nombre de voies peut satisfaire les prévi-

visions futures de circulation compte tenu des fortes pentes qui ralentiront inévitablement le traffic.

6.4.2.2 Alignement horizontal et vertical

Autant que possible, dans la section tunnel, les courbes horizontales ont été évitées afin de minimiser les causes d'accident. Toutefois, à certains endroits où la chaussée est suffisamment large, des courbes à faibles degré peuvent être introduites.

Les pentes ont été généralement limitées à 4%, la limite usuelle pour une autoroute, sauf sur de courtes distances où des pentes de 4.5% ont été admises.

6.4.2.3 Canal de navigation

Dans le cas du chenal nord, le trafic maritime commercial est pratiquement nul, et les limites actuelles du chenal naturel sont considérées.

Dans le chenal sud cependant, il fallait prévoir un dégagement qui n'hypothèquerait aucunement le développement futur du port de Québec. Les informations de Transport Canada et de la Corporation des Pilotes du Bas St-Laurent préconisent les indications suivantes pour le dégagement: 21 m vertical sous la ligne des basses eaux par 500 m horizontal. Ces dégagements sont basés sur l'éventualité du dragage de la Traverse Nord à 15 m afin de permettre le passage à marée haute de navires jaugeant 200,000 t. et tirant 18 m d'eau. Le dégagement de 21 m est obtenu en assumant à la

limite que ce même navire puisse passer au-dessus du tunnel à marée basse, et en prévoyant une protection de 3 m entre la coque du bateau et l'enrochement de protection.

6.4.2.4 Accès sur les rives

Des accès aux rives sont prévus à Montmorency, sur les battures nord de l'Ile d'Orléans, et sur la rive sud près de l'autoroute #20. L'accès direct sur le plateau de l'Ile entrainerait de trop grandes dénivellations.

6.4.3 Emplacement du tunnel

6.4.3.1 Critères de localisations

Différents critères de localisation ont été établis pour le choix de l'emplacement d'un tunnel déposé, soit:

1. Minimiser la distance et les dénivellations entre l'autoroute #20 et l'autoroute #40.
2. Permettre un accès facile à l'Ile d'Orléans.
3. Observer l'orientation la plus favorable pour les sections de tunnel foré sur la rive sud et sur l'Ile d'Orléans.
4. Situer le lien autant que possible dans le prolongement de l'autoroute #40.
5. Altérer au minimum les conditions existantes.
6. Réaliser une structure économique.

Les axes suivants répondent à la majorité de ces critères.

6.4.3.2 Axes proposés

Nous présentons aux figures 5.1, 6.4, 6.5 et 6.6 les vues en plan des axes proposés 1, 2-A et 2-C accompagnés de leurs profils.

Un tunnel est proposé pour le chenal nord et le chenal sud dans les axes 1 et 2-C et pour le chenal sud seulement dans l'axe 2-A. L'axe 2 nord ne se prête pas en effet à l'implantation d'un tunnel déposé. Le chenal est à cet endroit très profond (25 m à marée haute) et la distance le séparant de L'Ile n'est pas suffisante pour permettre une remontée avec une pente raisonnable.

6.4.3.2.1 Caractéristiques générales des axes

A partir des figures 6.4 à 6.6, les principales caractéristiques des axes proposés peuvent se résumer ainsi:

- Les profondeurs maximum d'eau maximum à marée haute au niveau du radier du tunnel varient entre 25 m et 28 m dans le chenal nord alors qu'elles varient entre 38 m (axe 2-A) et 45 m (axe 1) dans le chenal sud.

- Les longueurs de tunnel dans le chenal nord varient de 1000 m à 1200 m. Dans le chenal sud par contre, en réunissant les sections de tunnels déposés, forés et construits en place, les longueurs sont de l'ordre de 4270 m pour l'axe 1, 5340 m pour l'axe 2-C et 5580 m pour l'axe 2-A.

- Les pentes sont fortes sur de longues distances, particulièrement pour la remontée vers le rive sud où les pentes sont de l'ordre de 4% sur une longueur de 3000 m.

Pour le chenal nord, les pentes sont acceptables, quoique plus abruptes mais elles s'appliquent à des distances plus courtes. Comme renseignement, rappelons qu'on rencontre au tunnel Louis-Hippolyte Lafontaine des pentes de 4.5% sur plus de 800 m.

Les pages suivantes résument en deux tableaux le profil et les sections utilisées pour chacun des axes. (tableau 6.5 et 6.6).

6.4.3.2.2 Avantages et désavantages des tracés

Les différents axes étudiés présentent les avantages et désavantages suivants:

6.4.3.2.2.1 Axe 1

Avantages

a) La sortie du tunnel sur le rive sud est au plus bas niveau possible près de l'autoroute #20.

b) Il s'agit du plus court tracé entre l'autoroute #40 ou #440 et l'autoroute #20. C'est aussi le plus court chemin pour un véhicule allant de Québec à Lévis, ou vice-versa.

Désavantages

a) Il s'agit de l'axe qui présente les plus grandes profondeurs d'eau, tant du côté nord que du côté sud.

b) Il y aurait d'importantes difficultés à faire un échangeur avec l'Ile d'Orléans sur la pointe de Ste-Pétronille. Il faudrait en effet forcer les pentes du tunnel à 6% sur une distance de 500 m pour la remontée

TABLEAU 6.5

TUNNELS DEPOSES - PENTES

AXE	STRUCTURE	PENTES	ELEVATION G.S.C. (m)	LONGUEUR (m)	LONGUEUR TOTALE MONTEE-PALLIER DESCENTE (m)
1 Nord	Jetée	-3.0%	+12 à +7	166	166
	Jetée	0.0%	+7	515	515
	Tunnel	-4.0%	+ 7 à -23	765	765
	Tunnel	0.0%	-23	122	122
	Tunnel	4.0%	-23 à -11	303	303
1 Sud	Tunnel	0.0%	-11	427	427
	Tunnel	-2.6%	-11 à -40	1128	1128
	Tunnel	1.5%	-40 à -34	411	
	Tunnel	2.7%	-34 à - 6	1052	
	Tunnel	4.0%	- 6 à +49	1372	
	Tranchée	4.0%	+49 à +71	533	3368
	Route	0.0%	+71	712	712
2A-Sud	Tunnel	-2.2%	+ 7 à -18	1378	
	Tunnel	-4.0%	-18 à -34	390	1768
	Tunnel	0.0%	-34	1024	1024
	Tunnel & Tranchée	4.0%	-34 à +90	3112	3112
2C-Nord	Jetée	-3.0%	+11 à + 7	131	131
	Jetée	0.0%	+7	436	436
	Tunnel	-4.0%	+ 7 à -21	698	698
	Tunnel	0.0%	-21	183	183
	Tunnel	4.5%	-21 à + 7	585	
	Route	0.6%	+ 7 à + 8	226	811
2C-Sud	Tunnel	-1.5%	+ 8 à -18	1439	
	Tunnel	-4.5%	-18 à -29	219	
	Tunnel	-2.6%	-29 à -37	329	1987
	Tunnel	0.0%	-37	366	366
	Tunnel	2.5%	-37 à -22	610	
	Tunnel	4.0%	-22 à +87	2698	
	Route	0.0%	+87	232	3540

TABLEAU 6.6

TUNNELS DEPOSES

LONGUEURS EN METRES DES SECTIONS

	AXE	JETEE & REMBLAI	TUNNEL FORE	TUNNEL DEPOSE	TUNNEL & RAMPES COULES EN PLACE	TRANCHEE DANS LE ROC	TOTAL
CHENAL NORD	1	680		536	655		1871
	2A	PONT OU JETEE					2024
	2C	789		549	921		2259
CHENAL SUD	1	713	1372	2103	914	533	5635
	2A		2390	2024	582	908	5904
	2C	229	3304	1817		543	5893
CHENAUX NORD & SUD	1	1393	1372	2639	1569	533	7506
	2A		(2390)	(2024)	(582)	(908)	7928
	2C	1018	3304	2366	921	543	8152

du chenal nord et à 5% sur une distance de 700 m pour la remontée du chenal sud afin d'atteindre la pointe de l'Ile au-dessus du niveau des hautes eaux. La pente du chenal nord pourrait être diminuée à 4.5% en n'encastrant pas du tout le tunnel dans le lit du fleuve. Toutefois, avec ce design, l'élément serait alors moins bien protégé.

c) Une poche d'argile ayant été relevée dans l'axe 2 nord, il serait possible de retrouver cette argile dans l'axe 1 nord, ce qui pourrait occasionner des problèmes particuliers de fondation.

d) L'excavation de la tranchée à la pointe de l'Ile se ferait dans le roc sur une distance de 1600 m environ. Le coût de la tranchée augmenterait donc considérablement.

e) La situation d'un échangeur et de tours de ventilation à la pointe de Ste-Pétronille semble peu souhaitable du point de vue de l'environnement.

6.4.3.2.2.2 Axe 2-A

Avantages

a) L'axe 2-A suit l'orientation la plus favorable pour le forage des tunnels sur l'Ile d'Orléans et sur la rive sud.

b) Des battures très longues dans le chenal sud, sur les deux rives, favoriseraient la construction des batardeaux et faciliteraient la construction des portails de ventilation et de transition entre les tunnels

forés et déposés.

c) Les tours de ventilation s'intègreraient bien à la topographie.

d) L'Ile d'Orléans pourrait être reliée par un échangeur sur la batture nord de l'Ile d'Orléans.

Désavantages

a) L'axe 2 nord ne se prête pas à l'implantation d'un tunnel déposé pour les raisons citées précédemment.

b) Le profil du tunnel dans le chenal sud serait plus élevé que le lit naturel du fleuve à certains endroits. Il y aurait donc des précautions particulières à prendre pour éviter l'érosion sous l'élément. Le tunnel serait aussi plus vulnérable aux impacts d'un bateau en difficultés venant heurter le tunnel.

c) Il pourrait y avoir des sections de tranchées à excaver dans le roc autant du côté de l'Ile d'Orléans que de la rive sud. Les sondages réalisés à date ne sont pas suffisants pour nous renseigner à ce sujet.

6.4.3.2.2.3 Axe 2-C

Avantages

a) La traversée du chenal nord est envisageable par tunnel.

b) Un échangeur est facilement réalisable sur les battures nord de l'Ile d'Orléans afin de donner accès à l'Ile.

c) Les battures du chenal sud se prêteraient bien à la réalisation de batardeaux pour la construction des portails de ventilation et de transition entre les tunnels forés et déposés.

d) Les tours de ventilation s'intégreraient bien à la topographie.

Désavantages

a) L'orientation du tunnel serait moins favorable au forage des sections de tunnel foré.

b) C'est le tracé le plus long entre l'autoroute #40 et l'autoroute #20.

c) On aurait possiblement à excaver dans le roc la tranchée du tunnel dans le roc sur les battures, ce qui augmenterait sensiblement le coût de réalisation. Cette éventualité serait à vérifier par des forages.

6.4.4 Revue des types de tunnels déposés

Dans la construction et la réalisation de tunnels immergés et déposés, il existe deux écoles principales. L'école américaine qui a conçu tous les tunnels construits aux Etats-Unis et l'école européenne dont on retrouve les spécimens principalement en Europe, au Canada et au Japon.

6.4.4.1 Méthode américaine

- Section type et caractéristiques

Nous présentons à la figure 6.7 des coupes types de différents tunnels conçus selon la méthode américaine.

Ces tunnels sont généralement caractérisés par une enveloppe de béton octogonale servant de ballast à la section et coulée dans une chemise d'acier par une membrane d'acier circulaire servant à l'étanchéité et par un recouvrement intérieur en béton armé (fig. 6.7 a). Tous ces éléments servent à prendre les efforts radiaux qui s'appliquent sur le tunnel. Dans certains tunnels, comme pour le tunnel BART à San Francisco, l'enveloppe de béton extérieure servant de ballast a été supprimée en épaississant l'enveloppe intérieure, et le coût en a été ainsi réduit. (Voir fig. 6.7c).

Les tubes peuvent être simples ou jumelés. De même la forme circulaire, généralement de 10 m de diamètre, se prête bien à une chaussée à deux voies automobiles. On profite des espaces résiduels en-dessous et au-dessus de la chaussée pour placer le système de ventilation. La section transversale des conduites de ventilation est donc pré-déterminée, et s'adapte dans certains cas difficilement aux besoins.

- Fabrication des éléments

L'ossature principale dans la fabrication des éléments circulaires consiste en une coquille d'acier cylindrique structurale formée de plaques soudées, généralement de 8 mm d'épaisseur, et procurant l'étanchéité à

l'élément submergé. La coquille est renforcée par des diaphragmes d'acier espacés à 4 m c/c environ, et par des raidisseurs longitudinaux ou transversaux extérieurs qui sont disposés entre les diaphragmes. Des plaques d'acier de 6 mm d'épaisseur servant de coffrage sont soudées à l'extérieur des diaphragmes et attachées par des entretoises aux raidisseurs extérieurs selon une forme octogonale. L'espace ainsi formé peut contenir un minimum de 0.6 m de béton servant de ballast et de protection à l'élément. Cette structure d'acier est facilement construite dans un chantier naval. Les soudures sont faites en grande partie à la machine électrique et on doit en vérifier l'étanchéité avant la mise à flot. [13]

On dispose par la suite les cloisons étanches aux extrémités du tube. On aura auparavant disposer à l'intérieur du tube l'acier d'armature pour le recouvrement intérieur en béton.

On coule ensuite une certaine quantité de béton dans la partie inférieure qui servira de quille et évitera le renversement de l'élément lors de la mise à flot. Puis on lance le tube à l'eau, tel un bateau. Celui-ci peut alors flotter dans 3 m d'eau. Il est ensuite ancré à un quai où la profondeur d'eau est suffisante (10 à 15 m) et on procède au bétonnage intérieur du tunnel. On accède à l'intérieur du tube par des ouvertures laissées dans la partie supérieure du tube et qui seront par la suite fermées par une plaque soudée. On procède ensuite au bétonnage en trémie de l'enveloppe extérieure de béton. On aura soin tout au long de ces opérations de bétonnage de contrôler les séquences de coulée afin de ne pas induire d'efforts excessifs dans la structure. Une fois cette opération terminée, la portion supérieure du tunnel dépasse habituellement le niveau de l'eau de 0.5 m. L'élément de tunnel est alors prêt pour l'immersion.

- Mise en place des éléments

Les éléments sont ensuite remorqués au site désigné, où on aura préalablement dragué une tranchée dans le fond du fleuve. Le type de drague utilisée dépend de la profondeur d'eau et de la nature des sédiments à excaver. Le fond de la tranchée est situé à 0.6 m sous le fond du tunnel afin de placer un lit de gravier soigneusement nivelé qui servira de fondation aux éléments. [13] [15]

La mise en place du gravier et le nivellement sont des opérations relativement complexes. Un treillis d'acier lourd est suspendu par des câbles à un équipage en surface roulant sur des rails placés sur une paire de barges. L'inclinaison des rails et la longueur des câbles sont ajustés pour obtenir le niveau de fondation requis en tenant compte des marées. Le gravier est ainsi nivelé et compacté par plusieurs passes du treillis. On peut, de cette façon, atteindre une précision de ± 30 mm. (Voir fig. 6.8).

Les éléments sont positionnés au-dessus de la tranchée et maintenus en place à l'aide de pontons placés de chaque côté de l'élément. On ajoute du béton de trémie dans les gaines prévues pour donner à l'élément un poids immergé dans l'eau d'environ 2% de son poids dans l'air. Cela correspond habituellement à une force d'immersion de 100 t. L'élément est alors descendu à l'aide de câbles reliés aux pontons, et positionné dans la tranchée à l'endroit voulu. Des tours temporaires sont fixées sur l'élément pour le localiser correctement à l'aide d'instruments d'arpentage placés sur les rives. Une fois l'élément abouté aux autres sections déjà en place, le lest est ajouté en coulant du béton supplémentaire en trémie pour augmenter son poids net dans l'eau à 600 t. La section est ensuite remblayée partiellement

pour la maintenir en place et le joint est complété. On termine alors le remblaiement et on ajoute un recouvrement d'au moins 2 m d'enrochement comme protection.

Les Joints

Nous montrons à la fig. 6.9 une vue isométrique du joint utilisé pour les tunnels de type américain. Il s'agit, en résumé, d'un collier de métal appliqué autour des parties cylindriques dépassant d'environ 1 m les cloisons étanches. On glisse ensuite sur le bout des cloisons étanches des sections d'acier en forme de U pour former un espace clos autour du joint, sauf dans le haut. Le béton en trémie est alors introduit pour obtenir un collier étanche autour du joint. Les cloisons étanches sont par la suite enlevés, et le joint est terminé de l'intérieur en soudant ensemble les coquilles d'acier des deux éléments et en terminant le revêtement de béton. Il est à noter que pour la réalisation de cette méthode on doit faire appel de façon continue à une équipe chevronnée de plongeurs. [13] [42].

6.4.4.2 Méthode européenne

- Section type et caractéristiques

Le tunnel conçu selon la méthode européenne est de forme rectangulaire et construit en béton armé ou précontraint. Nous présentons à la fig. 6.10 une coupe de différents tunnels réalisés selon cette méthode. [13]

Comme on peut le constater, la forme rectangulaire s'associe bien à des structures larges et relativement minces. Cette section est surtout

avantagée lorsqu'on désire construire un tunnel pouvant accomoder plus de quatre voies. De même on peut positionner et dimensionner les conduits de ventilations de façon à répondre exactement aux besoins. L'étanchéité est assurée sur le dessus et les côtés de l'élément par une membrane bitumineuse protégée d'une chape de béton et, en-dessous, par une plaque d'acier, habituellement de 3 mm d'épaisseur, qui risquera moins d'être endommagée durant la mise en place. Comme ce fut le cas pour le tunnel Hippolyte Lafontaine, il est en général plus économique de construire les tunnels qui ont trois voies de circulation dans chaque tube en béton précontraint.

- Fabrication des éléments

Pour la fabrication des éléments, une cale sèche est construite à proximité du site d'immersion derrière un batardeau en enrochement. Le bassin est généralement situé près de l'excavation d'une des structures d'approche de façon à ce que le batardeau puisse avoir une double utilité. pour le tunnel Louis Hippolyte Lafontaine, on a ainsi combiné derrière le même batardeau la fabrication des éléments de la partie centrale du tunnel et la construction de la section d'apporche à l'Ile Charron. [13] [42] [14].

Le fond du bassin est habituellement à 7 m sous le niveau des basses eaux. Un système de pompe est utilisé pour garder l'endroit complètement sec.

Les éléments sont généralement tous construits en même temps. Ceux-ci terminés, le batardeau est inondé et une ouverture est alors pratiquée dans une paroi. Si le nombre d'éléments est considérable, on peut procéder à la

fabrication d'éléments par groupe, en inondant le bassin pour sortir les éléments terminés et en l'asséchant de nouveau pour la construction du groupe suivant.

Les éléments sont fabriqués en longueur de 100 m environ. Le contrôle du bétonnage revêt ici une importance considérable afin de bien traiter les joints de construction et limiter le retrait entre les deux éléments. Ce retrait peut causer des infiltrations d'eau si on le néglige.

On complète enfin la fabrication de l'élément en disposant à chaque extrémité les cloisons étanches. On y introduit le joint de caoutchouc qui scellera les éléments une fois en place, ainsi que les crochets, les vérins de mise en place et les réservoirs de ballast. Avant que le bassin soit complètement immergé,les ballast sont remplis d'eau pour que l'élément repose sur le fond et demeure en place jusqu'à ce qu'il soit remorqué pour sa mise en place.

- Mise en place (Voir fig. 6.11)

Les manoeuvres et les méthodes d'immersion des éléments sont identiques à celles utilisées pour les éléments de conception américaine. Elles sont cependant plus élaborées étant donné que les éléments sont plus massifs. A l'aide de procédés ingénieux, on effectue les opérations d'immersion, de jonction et de fabrication de la fondation en contrôlant tout de la surface et en minimisant considérablement la tâche des plongeurs. [42]

L'élément est remorqué en place encadré d'un ponton. A l'endroit voulu, des câbles sont ancrés dans le fond marin de part et d'autre de l'élément. On remplit alors les ballasts d'eau, ou encore on place du gravier à l'intérieur de l'élément, et celui-ci descend vers son emplacement en étant soutenu et dirigé constamment par les câbles reliés à des treuils. Deux tours temporaires, contenant un puits d'accès à l'intérieur du tunnel et une salle de contrôle, serviront de repère au système de positionnement installé sur les rives. L'élément vient se déposer dans la tranchée préalablement excavée sur trois ou quatre coussins de gravier qui serviront de supports temporaires. Des vérins de nivellement manoeuvrés de l'intérieur et placés sous l'élément le positionne alors à l'élévation désirée.

La fig. no 6.11 présente les différentes étapes décrites précédemment. Dans le cas de conditions de travail difficiles, soit à cause de la grande profondeur d'eau ou des forts courants, l'élément peut être mis en place en le roulant sur le toit des éléments déjà placés. Une machine le reçoit à l'endroit voulu pour ensuite le descendre au fond de la tranchée.

- Joint et injection de sable

Le joint est mis en place en actionnant le vérin d'accouplement qui écrase sous une pression de 150 tonnes le caoutchouc-tampon intercalé entre les collets des deux éléments. On procure ainsi une étanchéité temporaire suffisante. On vide alors l'eau comprise entre les cloisons étanches des deux éléments, ce qui a pour effet de mobiliser la pression hydrostatique à l'autre bout de l'élément qui vient d'être mis en place. Cette pression développe une force de plusieurs milliers de tonnes qui écrase complètement le joint de caoutchouc pour assurer une étanchéité parfaite. Nous présentons

à la fig. 6.12 une illustration du joint et de sa mise en place. [14].

Etant donné la grande surface de contact des éléments rectangulaires avec la fondation, il falait s'assurer que la pression transmise par l'élément soit uniforme. La firme Christiani Nielsen de Copenhague a mis au point un système d'injection de sable sous le tunnel, procédé appliqué pour la première fois lors de la réalisation du tunnel sous la Meuse en Hollande en 1937. Ce procédé a été repris depuis pour la construction de tous les tunnels de conception européenne. (Voir fig. 6.13).

La fondation permanente est enfin formée en injectant un coussin de sable sous l'unité à l'aide d'un tuyau venant de la surface. Un équipage se déplaçant sur le toit du tunnel et soutenant un tuyau d'injection permet l'injection uniforme du sable sous l'élément. Une fois l'injection terminée, le ballast permanent de l'élément est mis en place sous les chaussées et dans les conduits de ventilation. Enfin, le tunnel est remblayé et recouvert sur le toit par l'enrochement de protection.

6.4.4.3 Rampes d'approche

On définit par rampes d'approche les portions du tunnel qui ne sont pas mis en place par immersion. Ces portions sont situées près des rives et sont construites à sec derrière un batardeau. Un système de pompage adéquat combiné avec un batardeau bien conçu a permis de construire ces sections dans des profondeurs d'eau atteignant 25 m. Cependant dans la majorité des cas, il semble maintenant plus économique de limiter cette profondeur et de couvrir la plus grande longueur possible avec les éléments déposés.

6.4.5 Choix des sections pour la présente étude

Chacune des deux méthodes décrites précédemment possède des avantages que les récents tunnels tendent à combiner. Le tunnel BART à San Francisco combinait la rapidité de fabrication des éléments à coquille d'acier en chantier naval à la simplicité et l'efficacité du joint de caoutchouc propre aux sections rectangulaires (mise en place d'un élément à chaque 2 semaines). On se doit donc, pour un projet donné, de vérifier les avantages et les inconvénients de chacune des méthodes, et d'adopter la combinaison des éléments les plus avantageux pour réaliser le projet le plus économique.

Nous formulons les suggestions suivantes quant à la réalisation d'un tunnel dans la région de l'Ile d'Orléans.

6.4.5.1 Chenal nord

Dans le chenal nord, la section rectangulaire se prêterait bien aux conditions rencontrées pour les raisons suivantes:

- La section rectangulaire accomode bien deux tubes à 3 voies de circulation dans chaque direction, tout en conservant la section la plus mince possible.

- La longueur du tunnel à immerger n'est pas trop considérable, impliquant la fabrication d'environ six éléments de 100 m. Ces éléments peuvent être construits en une même phase dans un bassin de fabrication situé hypothétiquement près des approches nord du tunnel. L'épais dépôt de mort terrain du côté de Montmorency faciliterait l'excavation du bassin au niveau désiré.

- Il s'agit d'une structure semblable au tunnel Louis Hippolyte Lafontaine et le savoir-faire des firmes Québécoises en ce domaine serait un atout certain.

La section rectangulaire apparaissant à la coupe 1 de la fig. 6.5 représente la section type suggérée pour la traversée du chenal nord.

Cette section possède les caractéristiques suivantes:

- La section aurait des dimensions hors-tout d'environ 35 m X 8 m.

- Le dégagement des chaussées serait de 12.8 m soit 3 voies de 3.66 m avec accotement de 0.9 m de chaque côté.

- Les éléments de béton seraient construits selon les méthodes décrites en 6.4.4.1 en longueur de 100 m et, précontraints dans la direction longitudinale et transversale.

- Les quantités de matériaux par mètre linéaire de tunnel seraient de l'ordre de 165 m^3 de béton, 7 à 8 tonnes de câbles de précontraintes, et 11 tonnes d'acier d'armature.

- La ventilation serait semi-transversale.

- Le coût de construction unitaire des sections de tunnel déposé serait de l'ordre de $60,000/m lin., incluant la fabrication et la mise en place des éléments.

- Le poids dans l'air de chaque élément serait d'environ 28,000 tonnes avant sa mise en place.

- Le joint serait de caoutchouc selon la méthode européenne.

6.4.5.2 Chenal sud

Dans le chenal sud, la section de type circulaire ou elliptique se prêterait mieux aux conditions du site pour les raisons suivantes:

- La section circulaire peut prendre plus facilement les efforts occasionnés par de grandes profondeurs d'eau pouvant aller jusqu'à 40 m entre le radier du tunnel et la marée haute. D'autre part, à de telles profondeurs l'avantage d'une section rectangulaire mince diminue, le dégagement pour le passage des bateaux étant alors suffisant (environ 18 m à marée basse).

- La construction de type coquille d'acier permet la fabrication en série des éléments en chantier naval. Ici la longueur importante du tunnel nécessitant une vingtaine d'éléments de 100 m exige un tel type de fabrication pour réaliser un échéancier de construction raisonnable. On peut en effet sauver un an en évitant la construction d'un bassin de fabrication.

On pourrait donc d'abord envisager une section binoculaire qui aurait les caractéristiques suivantes (fig. 6.5, coupe 1).

- Double tube circulaire accomodant le gabarit de 12.8 m par 4.9 m pour la chaussée dans chaque tube.

- Dimensions hors-tout de l'élément de 31m par 16.2 m.

- Dessus de la section encavée et pouvant être remplie de gravier pour fournir le ballast suffisant à l'immersion.

- Elément construit en longueur de 100 m et pesant environ 47,000 tonnes avant l'immersion.

- Une seule coquille d'acier de 6 mm autour de l'élément renforcée de raidisseurs et de diaphragmes à tous les 5 m. Le poids d'acier au mètre linéaire serait de l'ordre de 16 à 20 tonnes.

- Environ 200 m^3/m lin. de béton armé à l'intérieur de la coquille.

- Ventilation transversale assurée par les conduites d'air viciée au-dessus de la chaussée et d'air frais sous la chaussée.

- Joint de caoutchouc selon la méthode européemme et pouvant fournir une capacité de mouvement aux éléments suite à des tassements de fondation ou suite à un tremblement de terre.

- Le coût de construction et de mise en place des éléments serait de l'ordre de $70,000/m lin.

La construction des éléments peut se réaliser selon les étapes suivantes:

1. Fabrication des coquilles d'acier en chantier naval.
2. Mise en place de l'acier d'armature à l'intérieur de l'élément.
3. Coulée du béton au bas de l'élément pour former une quille.
4. Fermeture de l'élément par les cloisons étanches.
5. Mise à flot et touage au quai de l'entrepreneur.
6. Bétonnage de l'intérieur du tunnel par les ouvertures prévues dans le haut en sections prédéterminées.
7. Fermeture et soudure des ouvertures dans la coquille d'acier.

De plus, il serait quand même intéressant de considérer une section rectangulaire avec coquille d'acier extérieur, construite en chantier naval, afin de réaliser un échéancier plus restreint. La section rectangulaire s'intègrerait alors mieux au profil du fond marin, et respecterait plus facilement les gabarits de dégagements suggérés (21 m à marée basse) pour la circulation maritime. Il faudrait cependant pousser plus à fond l'étude d'une telle section, aucune n'ayant été construite à ce jour. Enfin, la solution rectangulaire en béton précontraint mériterait aussi de retenir l'attention lors du calcul préliminaire.

Nous présentons donc à la fig. 6.5, coupe 1, les deux sections envisagées pour la traversée du chenal sud.

6.4.6 Méthodes et hypothèses de calcul

Les structures de tunnel sont calculées autant pour les charges permanentes que pour les charges temporaires qui seront développées durant les opérations de construction. Alors que les charges permanentes sont à peu près les mêmes pour les tunnels rectangulaires et circulaires, les charges temporaires diffèrent à cause de leur mode de fabrication. Nous considérons donc séparément, dans les sections suivantes ,les méthodes de calcul des sections rectangulaires et des sections circulaires lorsque ce sera nécessaire. [146] [15] [42].

6.4.6.1 Choix de la section et flottabilité

Après que le choix de la section est fait en fonction du nombre de voies à accommoder des dégagements requis et des conduits de ventilation, il est important d'établir la flottabilité de l'élément.

La flottabilité de la section peut être calculée en tenant compte de la densité des différents éléments de construction et de la densité de l'eau à l'endroit d'immersion. Ces calculs étant basés sur des valeurs théoriques, on devra au cours de la construction s'assurer continuellement par des mesures au chantier de la densité des matériaux mis en place. On devra aussi vérifier la densité de l'eau qui peut varier au cours de l'année en suivant les variations de température et le degré de matières en suspension.

A titre indicatif, les valeurs de densités mesurées à la pointe de l'Ile d'Orléans sont compilées au tableau suivant [107] . La référence

indique que pour une température donnée, la densité de l'eau du fleuve est sensiblement la même que celle de l'eau distillée. Il n'y a aucune intrusion saline à la pointe de l'Ile d'Orléans. Les densités suivantes sont donc obtenues:

°C	Densité (d)
0	1.0000
10	.9997
20	.9982
30	.9957

Les quantités de matériaux (surtout de béton) d'une section sont donc déterminées pour donner à l'élément une flottaison de quelques 100 mm avant l'immersion et une force d'immersion de 300 tonnes à 500 tonnes après avoir ajouté le ballast.

Des facteurs de sécurité contre la flottabilité de 1.05 en conditions temporaires et de 1.25 en conditions finales (tunnel complètement remblayé) sont assurés.

6.4.6.2 Calcul structural des sections

Dans le calcul des éléments de tunnel, les charges permanentes et les charges temporaires doivent être considérés. Tel que mentionné précédemment, les charges permanentes sur les éléments de type circulaire ou rectangulaire sont du même ordre de grandeur. Par contre les charges temporaires diffèrent selon le type de section, particulièrement à cause des méthodes de fabrication.

6.4.6.2.1 Section rectangulaire

Les conditions critiques pour un tunnel rectangulaire construit selon la méthode européenne se produisent lorsque les éléments sont à flot et en place.

Dans les conditions finales, les chargements transversaux sur le tunnel comprennent les forces verticales et horizontales dues à la pression hydrostatique, la réaction des fondations, les charges vives et mortes de la structure, la poussée verticale et horizontale du remblai, les efforts dus aux tremblements de terre et, enfin, les efforts de friction entre les éléments et le remblai. La section est analysée comme une structure continue placée sur une fondation élastique.

Concernant les efforts de tremblement de terre, Québec étant situé dans une région classée "zone 3", il devient important d'étudier le comportement de la structure aux tremblements de terre. Dans le cas du tunnel de Vancouver, situé dans une zone semblable, le calcul des charges dues aux tremblements de terre est associé à la rupture des couches de sols avoisinantes lorsque des ondes de cisaillement ont une accélération supérieure à 21 pour cent de la gravité. [102] Le sol à cet endroit est composé de sable lâche. Cette rupture du sol occasionne donc des pressions isostatiques et des efforts de cisaillement sur les parois du tunnel. Nous pouvons considérer, à priori, que nous avons les mêmes conditions qu'à Vancouver. Cette hypothèse devra être vérifiée lors d'une étape plus avancée. Pour le tunnel BART dans la région de San Fransisco, l'effet des tremblements de terre a été évalué sur modèles. On a alors prévu, entre les structures de ventilation et le tunnel, des joints glissants permettant des mouvements de 150 mm dans un

plan vertical et de 40 mm selon l'axe longitudinal.

Il faut aussi considérer, lors du dimensionnement, les charges produites par un bateau en détresse qui viendrait s'échouer ou couler sur le tunnel. Une charge de 5 tonnes/m^2 est d'usage dans ce cas. Cette charge dépendra grandement du type de bateau, de la façon dont celui-ci a coulé, et de l'encastrement plus ou moins grand du tunnel dans le lit du fleuve.

Quant aux forces longitudinales, elles proviennent, en grande partie des effets de température, de retrait et de fluage.

Lors des étapes de construction, les efforts transversaux sont habituellement moindres qu'en position finale. D'autre part, des efforts longitudinaux importants sont causés, lors du flottage des éléments, par un moment négatif occasionné par la réaction uniforme de l'eau sous l'élément et le poids élevé des cloisons étanches de chaque extrémité.

Ajoutons enfin que les éléments peuvent être calculés en accord avec le Code National du Bâtiment, mais que certains facteurs de sécurité devront être vérifiés ou modifiés selon les facteurs suggérés dans la littérature. [146] .

6.4.6.2.2 Sections circulaires de type américain

Dans le cas des sections circulaires, les efforts dus aux charges temporaires sont beaucoup plus complexes. La structure est en effet incomplète lorsqu'on la met à flot, et les charges ainsi que les contraintes varient constamment lors du bétonnage de l'élément.

De plus, les charges causées par une mise à flot latérale sont beaucoup moindres que celles causées par une mise à flot longitudinale. On doit donc tenir compte de la méthode de lancement dans les calculs.

Une fois mise à flot, la coquille est soumise à un moment négatif dû au poids des cloisons étanches à chaque extrémité, comme dans le cas du tunnel rectangulaire. Il faut dire cependant que la composition de la section à ce moment (quille de béton au bas prenant les efforts de compression et plaques d'acier dans le haut prenant les efforts de tension) se prête bien à cet état de chargement. Afin de minimiser les effrots de flexion, on procèdera donc au bétonnage d'anneaux en partant de points situés au 1/4 et au $\frac{3}{4}$ de la portée de l'élément et en continuant vers les extrémités et le centre simultanément.

Au fur et à mesure qu'on progresse dans le bétonnage, la pression hydrostatique à l'extérieur augmente en même temps que la section s'enfonce. Le calcul des raidisseurs et de la coquille doit donc se faire selon les étapes de bétonnage prévues.

En conditions finales, on a à peu près les mêmes cas de chargement que pour la section rectangulaire, sauf que l'analyse de la section est différente. La section de béton et la coquille d'acier travaillent maintenant de façon composite.

Tel que mentionné précédemment pour les sections rectangulaires, on peut utiliser pour le calcul les codes du bâtiment en vigueur en prenant toutefois la peine de réajuster les facteurs utilisés.

6.4.6.3 Fondations

Les pressions transmises aux fondations par le tunnel sont principalement dépendantes du facteur de sécurité utilisé contre la flottabilité. Pour les facteurs habituellement utilisés, la charge aux fondations est de l'ordre de 25 kPa. Il s'agit là d'une charge qui n'est pas très élevée, et qui peut facilement être supportée par la majorité des sols. Il n'y aurait donc aucun problème dans le chenal sud. Cependant il peut arriver que pour des fondations sur argile trop molle, on soit obligé de recourir à des pieux. La présence d'argile dans le chenal nord à l'endroit de la traversée projetée pourrait donc exiger de telles fondations. Une étude plus poussée devra être faite dans l'éventualité d'une réalisation de tunnel dans le chenal nord.

Mentionnons aussi que la submergence de l'intérieur du tunnel, une fois celui-ci mis en place, pourrait surcharger considérablement les fondations en faisant perdre au tunnel de sa flottabilité. Pour les éléments standards de tunnel, une telle submergence introduirait des charges supplémentaires de l'ordre de 50 kPa. Cette charge peut impliquer des désordres importants dans la structure, et les moyens de sécurité pour éviter une telle submergence doivent être conçus avec précautions.

Il faudra enfin prévoir la possibilité de sédimentation au-dessus du tunnel, ce qui surchargerait inévitablement la structure et les fondations.

6.4.6.4 Tolérances aux joints

La tolérance de discontinuité aux joints de caoutchouc est habituellement de l'ordre de ± 11 mm. Le joint devra être étanche sous une

pression de 400 kPa et prévu pour résister aux poussées statiques du sol et de l'eau, et aux charges dynamiques additionnelles causées par un tremblement de terre.

6.4.6.5 Protection sur le tunnel et enrochement

Selon certains travaux, il a été démontré qu'une ancre de bateau peut pénétrer de 1.5 m dans le remblai de protection. On devra donc prévoir un remblai en enrochement de 2 à 3 m d'épaisseur pour assurer la protection de la structure et de la membrane.

6.4.6.6 Ventilation

La ventilation des tubes de circulations peut se faire de trois façons. Lorsque la longueur du tunnel est inférieure à 1000 m et que chaque tube est unidirectionnel (trafic dans une direction seulement), un système de ventilation longitudinal est recommandé. On profite de l'effet piston de la circulation automobile, et aucun conduit spécial de ventilation n'est nécessaire, le tunnel se ventilant de lui-même. Des ventilateurs auxiliaires sont cependant prévus dans le haut du tunnel afin d'assurer la ventilation lors d'un arrêt du trafic à l'intérieur du tunnel. L'air est à ce moment poussé du portail d'entrée au portail de sortie à travers le tube de circulation dans la direction du trafic. [41] [42] [146] .

Pour des longueurs comprises entre 1000 m et 2000 m, on a recours à un système de ventilation semi-transversal. L'air frais est amené par des conduites de ventilation et injecté dans le tunnel tout au long du tube de circulation. Le tunnel sert de conduite de sortie pour l'air vicié.

Le tunnel du chenal nord serait aux conditions limites pour ces deux premiers systèmes de ventilation. On devrait donc, dans une étape plus avancée, bien investiguer chacun de ces systèmes. Cependant nous allons assumer pour l'instant un système de ventilation semi-transversal.

Pour des longueurs de 2000 m et plus, comme c'est le cas du côté sud, un système de ventilation transversal est préconisé. Des conduites de ventilation séparées sont nécessaires pour l'amenée d'air frais et le rejet de l'air vicié. L'utilisation d'un système semi-transversal pour de telles longueurs augmenterait trop la vélocité de l'air dans les tubes.

Pour fins préliminaires, un apport d'air frais de 9.3 m^3/min/m de voie est assumé à l'intérieur d'un tunnel. La vélocité de l'air à l'intérieur des conduites de ventilation doit être limitée à 15 m/sec et, dans les tubes de circulation, à 7 m/sec.

Etant donné les pentes importantes observées dans les différents axes, un échange d'air plus considérable devra être prévu dans les montées.

6.4.7 Mise en place projetée

6.4.7.1 Déblaiement de la fosse

Simultanément à la fabrication des éléments sur les rives, la tranchée sera draguée. Les pentes latérales varient de 1:1 à 1:2 afin d'assurer la stabilité nécessaire aux parois selon les matériaux, et afin d'empêcher une trop grande sédimentation au fond de la tranchée avant la mise en

en place des éléments. Il pourrait cependant devenir nécessaire de pratiquer des pentes plus faibles, ce qu'il faudra déterminer en faisant un essai de tranchée et en observant la sédimentation.

Le dragage se fera soit par drague à succion ou par drague à benne preneuse. De plus un dragage d'entretien devra probablement être réalisé juste avant la descente des éléments afin d'enlever du fond les sédiments fraîchement déposés.

6.4.7.2 Mise en place de l'élément

Le système de ponton et des tours d'alignement étant installé sur l'élément, celui-ci sera remorqué à l'emplacement voulu. A Anvers, dans des conditions semblables à celles du chenal sud, on a utilisé, pour conduire l'élément en place, 10 remorqueurs d'une puissance globale de 12,000 ch.

Un système d'ancres sera ensuite installé, et on positionnera le ponton à l'aide de treuils. Le ballast ajoutera à l'élément une force d'immersion de l'ordre de 300 tonnes.

L'élément, alors suspendu au ponton par des câbles, sera descendu dans la tranchée sur des appuis temporaires de gravier. On procèdera à l'ajustement de la section verticalement et horizontalement tel que décrit précédemment en 6.4.4.2 . Ensuite le nouvel élément sera tiré contre celui déjà en place pour appuyer le joint de caoutchouc et fournir une première étanchéité. L'assèchement de l'espace entre les deux cloisons étanches finira de pousser l'élément en place en développant la pression hydrostatique à l'autre bout de l'élément.

On procèdera par la suite à l'injection du coussin de sable sous les éléments selon la méthode européenne. Etant donné la profondeur d'eau considérable et le courant rapide du chenal sud, nous croyons qu'il serait en effet plus facile d'injecter la fondation après la mise en place de l'élément plutôt que de niveler un lit de gravier dans le fond de la tranchée selon la méthode américaine. Cette méthode favorisera aussi un appui plus uniforme de l'élément sur la fondation. On viendra ensuite remblayer la tranchée de chaque côté de l'élément avec du sable et on le recouvrira d'un lit de pierre de protection de 200 kg à 700 kg sur 2 m d'épaisseur.

6.4.7.3 Finition intérieure

Une fois les éléments en place, la chaussée des voies de circulation sera bétonnée afin d'augmenter le poids de l'élément et assurer la sécurité usuelle de 1.25 contre la flottabilité.

On complètera aussi le système d'éclairage qui sera d'intensité variable selon les sections du tunnel. L'intensité lumineuse maximum au centre du tunnel sera de 100 lux, alors qu'à l'entrée et à la sortie l'intensité pourra augmenter jusqu'à 2000 lux afin de permettre une transition facile avec la lumière du jour.

Enfin le système de ventilation et de drainage sera mis en place, les pompes et les ventilateurs étant reliés à des génératrices d'urgences qui devront fonctionner en cas de panne électrique. Ces mêmes génératrices pourront être utilisées en temps normal pour le chauffage des rampes d'approches aux entrées et aux sorties.

6.4.8 Rampes d'approches et tunnels forés

6.4.8.1 Rampes d'approches

a) Sections ouvertes

Dans les différents axes, le tunnel amorce sa descente en section ouverte. Cette section se prolonge jusqu'à ce que le niveau de la route ait atteint 12 m sous le niveau des hautes eaux dans le chenal nord et 20 m sous le niveau du terrain naturel sur le rive sud. Nous présentons à la fig. 6.14 les sections qui peuvent être utilisées. Il y a en fait deux types de section, la première agissant simplement par gravité (section a) pour résister aux efforts de soulèvement de la pression hydrostatique, la seconde (section b et c) ayant des consoles de chaque côtés encastrées dans le sol ou le roc pour balancer les pressions hydrostatiques de soulèvement plus importantes dans les zones profondes.

Dans le chenal nord, ces sections seront construites derrière un batardeau, qui pourra être conservé par la suite comme protection supplémentaire contre l'inondation des bouches d'entrée du tunnel. Le béton des sections sera recouvert d'une membrane d'étanchéité avant d'être remblayé.

Enfin des louvres de béton ou d'aluminium seront placées au-dessus des sections ouvertes, sur une distance de 100 m environ, à l'entrée et la sortie du tunnel.

b) Bâtiments de ventilation

Les bâtiments de ventilation abritant tout l'équipement de contrôle du tunnel en plus des unités de ventilation assureront la transition entre les sections ouvertes et fermées du tunnel.

De plus, au pied des falaises du chenal sud, on pourra placer, selon les besoins, deux autres tours de ventilation sur le toit du tunnel.

6.4.8.2 Tunnels forés

Enfin, sur la rive sud et à l'Ile d'Orléans, lorsque le couvert de roche atteint un minimum de 10 m, on pourra pratiquer un tunnel foré dans le roc, suivant les considérations mentionnées à la section 6.5.

6.4.9 Estimation des coûts

6.4.9.1 Estimation des coûts pour les axes étudiés

Nous présentons aux pages suivantes les estimés de la solution "Tunnel déposé" dans chacun des troix axes étudiés. Le coût des traversées du chenal nord et du chenal sud est présenté séparément afin de pouvoir établir une comparaison entre les différents axes et entre les différentes solutions envisagées. La limite du chenal sud et du chenal nord a été fixée de façon arbitraire au chaînage 21 + 34 pour l'axe 1. Concernant les axes 2-A et 2-C, l'évaluation des coûts pour le chenal sud inclut la traversée de l'Ile d'Orléans en tunnel foré.

On pourra constater d'après les chiffres présentés que la traversée du chenal nord en tunnel déposé coûterait environ $90 millions ($84 mil-

lions dans l'axe 1 avec difficultés à relier l'Ile, et $90 millions dans l'axe 2-C). Le coût de cette solution ne serait donc pas compétitif avec les traversées en jetée ou en pont.

Pour la traversée du chenal sud, c'est l'axe 2-C qui se montre le plus intéressant avec un coût de l'ordre de $280 millions. On a en effet minimisé dans cet axe, les longueurs de tunnel déposé. Dans les autres axes, les coûts varieront de $313 millions à $355 millions.

TABLEAU 6.7

TUNNEL DEPOSE

ESTIMATION DES COUTS DANS L'AXE 1

- Chenal nord

OUVRAGES	COUT (en 1000 dollars)
Jetée	$ 2,244.
Tunnel déposé	$32,160.
Section ouverte, ch. nord	$ 5,000.
Tunnel coulé en place	$24,300.
Dragage supp. dans le roc	$ 2,560.
Ventilation, électro-mécanique	$ 2,634.
Ventilation, structure et bâtiment	$ 4,705.
Eclairage, sécurité	$ 1,711.
Equipement électricité aux.	$ 471.
Locaux de surveillance	$ 700.
T O T A L	$76,487.
IMPREVUS 10%	$ 7,648.
GRAND TOTAL:	$84,135.

TABLEAU 6.8

TUNNEL DEPOSE

ESTIMATION DES COUTS DANS L'AXE 1

- Chenal sud

OUVRAGE	PRODUIT (en 1000 dollars)
Tunnel déposé	$147,210.
Dragage supp. dans le roc	$ 37,072.
Tunnel coulé en place	$ 59,410.
Tunnel foré	$ 31,556.
Tête de tunnel	$ 700.
Tranchée dans le roc	$ 3,119.
Ventilation, électro-mécanique	$ 12,289.
Ventilation, structure et bâtiment	$ 21,945.
Eclairage et sécurité	$ 6,583.
Equipement électrique auxiliaire	$ 2,194.
Locaux de surveillance	$ 700.
T O T A L	$322,780.
IMPREVUS 10%	$ 32,278.
GRAND TOTAL	$355,058

- Chenal nord et sud GRAND TOTAL $439,193

TABLEAU 6.9

TUNNEL DEPOSE

ESTIMATION DES COUTS DANS L'AXE 2-A

- Chenal sud

OUVRAGE	PRODUIT (en 1000 dollars)
Tunnel déposé	$157,010.
Section ouverte	$ 7,600.
Dragage supp. dans le roc	$ 4,800.
Tunnel foré	$ 56,373.
Tête de tunnel	$ 1,400.
Tranchée dans le roc	$ 11,190.
Ventilation, électro-mécanique	$ 13,143.
Ventilation, structure et bâtiment	$ 23,470.
Eclairage & sécurité	$ 7,041.
Equipement électrique auxiliaire	$ 2,347.
Locaux de surveillance	$ 700.
TOTAL	$285,074.
IMPREVUS 10%	$ 28,507.
GRAND TOTAL	$313,581.

TABLEAU 6.10

TUNNEL DEPOSE

ESTIMATION DES COUTS DANS L'AXE 2-C

- Chenal nord

OUVRAGE	PRODUIT (en 1000 dollars)
Jetée	$ 1,881.
Tunnel déposé	$32,940.
Section ouverte	$ 8,900.
Tunnel coulé en place	$28,500.
Ventilation, électro-mécanique	$ 1,536.
Ventilation, structure et bâtiment	$ 5,120.
Eclairage et sécurité	$ 1,536.
Equipement électrique auxiliaire	$ 512.
Locaux de surveillance	$ 700.
Route	$ 189.
TOTAL	$81,814.
IMPREVUS 10%	$ 8,181.
GRAND TOTAL	$89,995.

TABLEAU 6.11

TUNNEL DEPOSE

ESTIMATION DES COUTS DANS L'AXE 2-C

- Chenal sud

OUVRAGE	PRODUIT (en 1000 dollars)
Tunnel déposé	$127,190.
Tunnel foré	$ 75,992.
Têtes de tunnel	$ 1,400.
Tranchées dans le roc	$ 1,416.
Ventilation, électro-méc.	$ 14,338.
Ventilation, structure et bâtiment	$ 25,605.
Eclairage et sécurité	$ 7,681.
Equipement électrique auxiliaire	$ 2,560.
Locaux de surveillance	$ 700.
Route	$ 250.
TOTAL	$257,136.
IMPREVUS 10%	$ 25,713.
GRAND TOTAL	$282,149.

- Chenal nord et sud

GRAND TOTAL	$372,144.

6.4.9.2 Temps de réalisation

Le temps de réalisation d'un tunnel déposé dans le chenal sud pourrait varier de trois à quatre ans, dépendant des solutions adoptées. Les travaux de construction et de mise en place des éléments devraient s'étendre sur deux saisons, le rythme habituel de mise en place d'un élément à coquille d'acier étant de trois à quatre semaines.

6.4.10 Conclusion

6.4.10.1 Considérations techniques

Au niveau des considérations techniques, en se basant sur les projets réalisés ailleurs dans le monde, la construction d'un tunnel déposé à l'Ile d'Orléans, autant dans le chenal nord que dans le chenal sud, semble réalisable.

Cependant, considérant les conditions particulières qui pourraient être rencontrées, des études complémentaires devront être menées lors de l'étape préliminaire afin de préciser la nature du projet et de prévoir les difficultées de réalisation. Ce sont entre autres:

- Une étude géotechnique dans l'axe retenu, incluant les forages nécessaires pour déterminer de façon précise le profil du roc, la stratigraphie, et les propriétés physiques et mécaniques des sols. Cette étude est importante tant pour évaluer la capacité du sol comme fondation que pour déterminer son comportement lors du dragage et des étapes de construction.

- Une étude hydraulique sur modèle en laboratoire. Cette étude est d'une très grande importance et devrait permettre de contrôler de façon précise la mise en place des éléments, d'évaluer les forces dans les câbles et les ancrages, et d'obtenir des informations sur la réaction de l'élément dans le courant. De plus, cette étude devrait anticiper le comportement du fleuve et de la tranchée compte tenu des pentes, des méthodes de dragage et de la sédimentation. On pourrait aussi étudier à ce moment la possibilité de placer le tunnel sur remblai aux endroits où les dégagements de navigation sont plus que satisfaits. Ceci aurait pour effet en haussant le niveau du tunnel de faciliter la construction dans des profondeurs d'eau moins grande et de diminuer la dénivellation et donc possiblement la longueur des pentes. Les études devraient permettre de déterminer l'influence d'un tel remblai sur les conditions d'écoulement du fleuve et de prévoir les problèmes d'affouillement accrus sous le tunnel.

Enfin au point de vue circulation, les longues pentes ralentissent inévitablement le trafic lourd et présentent à ce niveau plus d'inconvénients qu'un pont. Cependant, la construction d'un tunnel déposé comparativement à la construction d'un tunnel foré diminuerait la longueur de ces pentes. De plus, il serait possible d'ajouter des voies supplémentaires dans les rampes sans pour autant augmenter de façon appréciable le coût de réalisation de l'ouvrage.

6.4.10.2 Considérations économiques

La solution tunnel déposé, autant dans le chenal nord que dans le chenal sud, représente la solution la plus coûteuse. Cet écart peut s'expliquer principalement par les conditions locales et les exigences de construction. Dans le chenal nord en effet, les dégagements de pont peu élevés rendent cette dernière solution beaucoup plus économique. Nous croyons donc qu'en fonction de ces considérations économiques, il n'y aurait pas lieu d'envisager la construction d'un tunnel déposé dans le chenal nord.

D'autre part, dans l'éventualité du choix du tunnel foré dans le chenal sud, soit pour des raisons économiques ou soit pour des raisons d'impact sur l'environnement, on devrait étayer davantage l'étude comparative du tunnel foré et du tunnel déposé. Il y a en effet trop d'impondérables à ce stade-ci, particulièrement au niveau des difficultés de réalisation de ces deux solutions (mise en place pour le tunnel déposé, qualité de la roche et difficultés de forage pour le tunnel foré) pour trancher de façon catégorique l'écart des coûts entre les différentes solutions.

6.5 TUNNEL FORE

6.5.1 Introduction

Les possibilités de réaliser un tunnel ont été analysés dans le cadre d'un projet de liaison voie rapide à l'aval immédiat de la Ville de Québec et reliant la rive nord du Saint-Laurent à sa rive sud via l'Ile d'Orléans.

Le projet considéré, qui, dans l'état actuel des connaissances, présente le plus d'intérêt à la fois sur le plan économique et sur le plan environnement (protection du site), est constitué par: un tunnel en prolongation d'un pont dans le chenal nord et qui passe sous l'Ile et le fleuve pour rejoindre la rive sud.

Le tracé approximatif du tunnel retenu est présenté aux figures 5.1 et 6.15. Il conduit à envisager un ouvrage ayant environ les longueurs suivantes:

- 1,140 m sous l'Ile d'Orléans;
- 2,160 m sous le fleuve Saint-Laurent
- 2,280 m sur la rive sud dont 1,670 m en tunnel et 610 m environ en tranchée.

Ce tunnel devrait permettre le transit des véhicules par trois voies dans les deux sens, ce qui conduirait à la réalisation de deux tunnels d'un gabarit utile de 11.1 m X 4.6 m, soit un rayon intérieur de 6.5 m, séparés l'un de l'autre de deux diamètres intérieurs, soit 26 m. Egalement, la réalisation d'un petit tunnel central de sécurité, de 3m de diamètre, situé entre les deux tunnels de transit, est envisagé.

Ce document présente de façon succinte les différentes considérations qui doivent être prises en compte pour la réalisation d'un tel projet et appelle une première évaluation de son coût.

Les données géologiques qui ont servies de base à l'élaboration du présent rapport sont tirées d'un travail préparé par le Dr. Pierre St-Julien.

6.5.2 Données géologiques

Le tracé routier reliant les rives nord et sud du fleuve Saint-Laurent via l'Ile d'Orléans, traverse quatre unités structurales et statigraphiques, telles: du nord-ouest au sud-est, une zone d'imbrication (Formation de St-Augustin), la nappe du promontoire de Québec, l'écaille de Ste-Pétronille et la nappe de Bacchus.

Ces unités sont constituées surtout de schistes argileux avec des interlits de grès, de siltstones de calcaire et de conglomérat calcaire. Sur toute la longueur, le tracé routier traverse des roches fortement plissées et faillées. Les plis, de direction nord-est - sud-ouest, sont droits ou déversés vers le nord dans les assises de la formation de St-Augustin, la nappe du promontoire de Québec et l'écaille de Ste-Pétronille. Dans la nappe de Bacchus, les plis, de direction nord-sud, sont droits ou légèrement déversés vers l'ouest. Les plis ont des longueurs d'onde de quelques mètres à un kilomètre. Ces derniers sont observés dans la nappe de Bacchus, à l'est de Ste-Pétronille.

Des failles majeures de charriage marquent les contacts entre les différentes unités structurales et stratigraphiques. Elles sont responsables

de l'onde de cisaillement dans lesquelles ces roches sont très contournées et bréchiques.

La faille principale, connue sous le terme de ligne de Logan, affecte toutes les roches de la nappe du promontoire de Québec. L'entrée nord du tunnel projeté traverse cette zone de cisaillement sur une longueur de 300 m.

Plusieurs autres failles inversées à l'intérieur de chacune des unités structurales sont parallèles à la surface axiale des plis et peuvent provoquer un cisaillement hors-profil.

Les principaux plans de discontinuité, à part les failles et les zones de cisaillement qui leurs sont associées, sont la stratification, la fissilité, le clivage de flux et les joints.

Les roches traversées par le tracé routier, sont caractérisées par leur hétérogénéité lithologique et structurale. Les strates de l'écaille de Ste-Pétronille et la nappe de Bacchus se prètent relativement bien à la percée d'un tunnel. Toutefois, le chantier traversera des zones de failles de charriage dans lesquelles les roches sont contournées et friables.

Il en est ainsi pour la nappe du promontoire de Québec qui constitue le toit de la faille de Logan. Des failles secondaires, des joints, la fissilité ainsi que le clivage peuvent localement provoquer du cisaillement hors-profil. Ajoutons que les failles et les joints qui seront traversés par le chantier sous le fleuve Saint-Laurent pourraient permettre à l'eau de s'infiltrer dans le tunnel.

Comme dernière considération, il faudra envisager l'éventualité de séismes qui peuvent atteindre 7.2 à l'échelle Ritcher.

6.5.3 Cadre hydrogéologique

Les données hydrogéologiques actuellement disponibles sur les caractéristiques des différentes formations traversées sont déduites:

- de la description géologique des terrains;
- d'un recensement des puits particuliers effectué par le Ministère des Richesses Naturelles et dont les résultats sont regroupés a la figure 6.15.

Dans leur ensemble, les formations schisteuses traversées apparaissent comme peu perméables (perméabilité de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-5} cm/s, voire inférieure) ce qui suppose des circulations d'eau très faibles. Sur certains tronçons, la possibilité des pressions d'eau au sein de la roche doit être envisagée. Ce phénomène serait favorisé par la présence de joints ouverts dans les bancs gréseux ou brèches calcaires qui sont interstratifiés dans les schistes. Dans cette hypothèse, les niveaux d'eau étant très proches de la surface du sol sur l'Ile d'Orléans, on doit prévoir la possibilité de pressions d'eau atteignant ici 8 à 9 bars au droit des parois du tunnel.

Sous le fleuve, les pressions pourraient être de l'ordre de 7 à 8 bars. Elles seraient plus faibles sur la rive sud où elles ne dépasseraient pas 6 bars.

Au passage des zones de cisaillements (failles), les zones broyées peuvent avoir une perméabilité plus importante que la formation rocheuse

saine sans que l'on puisse pour l'instant, préciser leur incidence sur les venues d'eau sous le fleuve et la nécessité d'y remédier par des injections. Par ailleurs, dans ces mêmes zones, sous le fleuve, des phénomènes de débourrages (venues brutales d'eau) sont toujours à envisager même si leur probabilité est faible compte tenu de la nature des terrains.

6.5.4 Cadre géotechnique

Sur l'ensemble du tracé du tunnel, les formations traversées sont essentiellement massives et compactes avec une résistance mécanique de la matrice rocheuse que l'on peut estimer à 500 ou 1,000 bars, voire supérieure. La déformation intense des couches ne semble pas avoir affectée la tenue des terrains, exception faite de quelques zones faillées, en particulier celles de la ligne Logan.

La cavité souterraine devrait donc avoir au creusement une tenue relativement bonne. Les risques de rupture à l'échelle du tunnel dû à la présence de diaclases et de fractures seront notablement diminués en utilisant au front un soutien par boulonnage et béton projeté.

Sur le plan forabilité, les roches traversées se caractérisent par une dureté importante et une abrasivité moyenne (teneur en silice faible).

Contrairement aux formations schisteuses sous le chenal de l'Ile d'Orléans, sur l'ensemble du tracé les schistes ont une teneur en minéraux gonflants très limitée.

Par conséquent, ces terrains devraient avoir une faible altérabili-

té et une teneur quasi nulle au gonflement.

A priori, la vitesse sismique des roches en place doit être assez élevée (supérieure à 3000-3500 m/s), ce qui doit correspondre à un mode de fracturation métrique pour une résistance motricielle supérieure à 500 à 600 bars. Ces éléments conjugués permettent de penser que le mode d'excavation se fera à l'explosif, l'abattage au tunnelier ne pouvant être envisagé pour une aussi grande section de roche dure.

6.5.5 Esquisse du projet

6.5.5.1 Profil en plan (Voir fig. 6.15)

Le profil en plan à retenir est basé sur deux critères:

- réduire au maximum la longueur du tunnel;
- traverser les structures géologiques le plus perpendiculairement possible aux couches.

Ces deux critères conduisent à un compromis qui est un profil en plan rectiligne orienté NO-SE tel qu'indiqué à la fig. 6.15, avec une attaque située dans la falaise immédiatement en bordure du chenal de l'Ile d'Orléans.

6.5.5.2 Profil en coupe (Voir fig. 6.17)

Le profil en coupe est essentiellement déterminé par une couverture minimale de la traversée sous-fluviale.

Compte tenu de la bonne compacité des roches et de leur très

vraisemblable faible perméabilité, une couverture de protection dans le rocher de 25 m a pour l'instant été retenue, soit trois diamètres de tunnel. Dans la composition la plus basse du profil, on trouve donc:

- 35 m de tirant d'eau;
- 10 m de terrain alluvionnaire meuble;
- 25 m de roche saine.

Ce positionnement de l'ouvrage sous le fleuve laisse prévoir, côté nord une pente de l'ordre de 4% pour sortir au niveau de la falaise sur la rive nord de l'Ile d'Orléans. Une pente de 4.5% côté sud permet de sortir au voisinage de l'autoroute Trans-Canadienne. Dans son ensemble, le profil en coupe du tunnel donne donc:

- 1140 m à 4% sous l'Ile d'Orléans;
- 2160 m pour la traversée sous-fluviale;
- 1670 m de montée à 4.5% sur la rive sud du Saint-Laurent, de ce côté l'ouvrage se terminerait par une tranchée ouverte d'environ 610 m.

L'ouvrage aurait donc une longueur totale d'environ 5000 m de tunnel creusé et 610 m de tranchée.

Pour faciliter la ventilation et réduire les délais d'exécution, il sera nécessaire de prévoir la construction de deux (2) puits qui seront implantés dans la zone proche des rives du fleuve Saint-Laurent. Ces deux puits d'une profondeur d'environ 45 m et de section d'environ 8 m, permettront ainsi de conduire l'exécution du tunnel par six attaques se répartissant comme suit:

- 1. Attaque descendante Ile d'Orléans vers le sud;
- 2. Montée Ile d'Orléans vers le nord;
- 3. Traversée du fleuve vers le sud;
- 4. Traversée du fleuve vers le nord;
- 5. Montée rive sud du Saint-Laurent;
- 6. Attaque descendante rive sud du Saint-Laurent.

Dans ce schéma d'exécution, le chemin critique est manifestement la traversée sous-fluviale d'autant que sur ce secteur, les vitesses d'avancement pourront être affectées par les caractéristiques de perméabilité des terrains (venues d'eau). Ce dernier point reste la plus grande incertitude au stade actuel du projet.

6.5.5.3 Profil en travers

A ce stade très préliminaire des études, le schéma retenu pour l'ouvrage est présenté sur la fig. 6.18. Il est constitué par deux tunnels parallèles à trois voies (un par sens) offrant un gabarit utile 11.10X 4.60 m avec une voute supérieure à plein cintre et un centre de courbure situé à environ 1.50 m de la chaussée. Le volume supérieur du plein cintre sera utilisé pour les installations de ventilation.

Il sera sans doute nécessaire dans la partie du tunnel sous l'eau de réaliser un ouvrage étanche si l'on veut s'affranchir des problèmes liés au gel. On réalisera une étanchéité sandwich (Voir fig. 6.19), ce qui nécessitera la réalisation d'un anneau de béton coffré intérieur pour reprendre les pressions hydrostatiques. Les fortes poussées imposeront alors de pré-

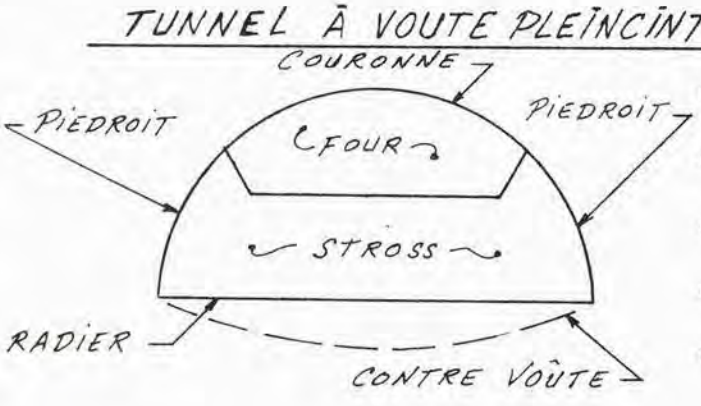
voir une contre-voûte dont le rayon, égal à 11.75 m dans le cas de la fig. 6.18-B, sera fonction de l'intensité des contraintes.

L'importance des sous-pressions dans la partie basse de l'ouvrage imposeront de mettre en oeuvre un revêtement en béton coffré pouvant atteindre 30 à 50 cm d'épaisseur. (Voir section 6.5.6.3)

En complément des deux tunnels routiers, il serait certainement utile de prévoir un tunnel de sécurité de diamètre circulaire de 3 m, tel qu'indiqué sur le schéma de la fig 6.19-D relié aux tunnels de circulation routiers par des antennes tous les 500 m. Cet ouvrage pourrait servir de sortie de secours en cas d'accident, pour le contrôle et la surveillance, et éventuellement pour le drainage. Par ailleurs, ce tunnel central pourrait faire office de galerie de reconnaissance avant les travaux notamment dans la partie sous-fluviale. Dans cette hypothèse, une telle galerie permettrait lors de l'appel d'offres d'éliminer toute incertitude et d'avoir des coûts plus justes. Son coût serait alors largement amorti par les gains réalisés lors de l'exécution.

6.5.6 Méthode d'exécution

6.5.6.1 Abattage de la roche



L'abattage se fera à l'explosif d'abord en demi section supérieure avec exécution d'un four (Voir fig ci-contre) de 4.50 m de hauteur. Les passes d'avancement seraient de 1.50 m à 2.50 m suivant la natu-

re des terrains, en prévoyant soit un découpage fin au cordon détonnant ou à l'explosif peu brisant. L'abattage du stross (Voir fig. ci-haut) pourrait se faire à une centaine de mètres à l'arrière du front de taille du four suivant les mêmes principes de tir. Compte tenu de la nature des terrains, la consommation en explosif pourrait être assez importante.

6.5.6.2 Soutènement immédiat (Voir fig. 6.19-C)

Le soutènement pourra généralement être réalisé par boulonnage et béton projeté mis en oeuvre au front de taille immédiatement après l'excavation (selon les principes de la nouvelle méthode autrichienne). La densité du boulonnage sera essentiellement fonction de la tenue des terrains au front (résistance et fracturation). A titre indicatif, on peut supposer qu'un boulonnage à ancrage réparti (boulon scellé sur toute la longueur) de 4 m de longueur (Ø 25 mm) avec une densité moyenne de 1 boulon par 4 m^2 devrait suffire pour assurer un soutènement immédiat de la cavité. Ce boulonnage serait complété par une projection de 10 à 15 cm de béton armé d'une nappe de treillis soudés (maille 15X15, Ø 6 mm). Il est à noter que pour tous les bétonnages mentionnés, il conviendra d'utiliser un béton prise à la mer, par exemple de type CLK.

6.5.6.3 Revêtement définitif (Voir fig. 6.19-D)

La nature du revêtement définitif sera fonction de la nature des terrains et des conditions hydrauliques:

a) Dans les terrains ayant montré une tenue douteuse (signe de poussée, convergence, déformation), le soutènement immédiat du béton projeté

et boulonnage sera complété par un revêtement intérieur de béton coffré d'une épaisseur de 30 à 50 cm selon les cas. Si des zones de terrain poussant se manifestent, une contre-voûte sera également à prévoir (Voir fig. 6.18-B).

b) Dans les zones sous la nappe phréatique, le revêtement sera fonction de la solution apportée au problème des eaux de drainage.

- Si l'ouvrage est semi-drainant, on est ramené au cas précédent dans les zones à faible tenue. Dans les zones de bonne tenue mécanique, aucun revêtement intérieur ne sera à prévoir (seulement boulonnage et béton projeté).

- Par contre, si l'on opte pour un ouvrage étanche afin d'éviter tout risque de gel des eaux d'infiltration, il sera nécessaire de reprendre par un anneau de béton coffré les sous-Pressions qui se développeront sous l'étanchéité. L'épaisseur et la forme de l'anneau intérieur seront fonction de la hauteur piézométrique. Dans les zones à forte charge, on a une pression de l'ordre de 10 bars, ce qui impose un anneau pseudo-circulaire avec une épaisseur de béton armé d'au moins 50 cm tel que l'indique l'application de la formule,

$$E = \frac{P\ R}{G}$$

avec G: Contrainte admissible du béton (13MPa)

P: Pression hydrostatique (10 bars)

R: Rayon du tunnel = 6.5 m

Ce calcul sommaire montre que l'on doit réduire au maximum le rayon de courbure de l'anneau intérieur. Cette réduction pourra d'autant plus ê-

tre réalisée que l'on prévoit un tunnel de sécurité pouvant servir de trottoir.

6.5.6.4 Exécution du tunnel de sécurité

Compte tenu de la longueur du tunnel de sécurité et de la nature des terrains traversés, il serait particulièrement avantageux d'envisager son exécution au moyen d'un tunnelier pleine section permettant des avancements rapides et une réduction du soutènement.

6.5.6.5 Contrôle et auscultation

La méthode d'exécution préconisée nécessite un contrôle très suivi des travaux. Ce contrôle portera non seulement sur la qualité et la mise en oeuvre des éléments de soutènement (béton projeté, boulonnage) mais aussi sur une auscultation quasi permanente du comportement des terrains après excavation surtout dans les zones de plus mauvaise tenue.

Ce contrôle pourra se faire par extensomètre depuis le tunnel de sécurité et par mesure de convergence dans le tunnel proprement dit. Ces mesures permettront de suivre la déformation du terrain autour du tunnel. Elles assureront la sécurité du chantier avec mise en oeuvre de soutènement supplémentaire ou un allègement de celui-ci en cas de comportement particulièrement satisfaisant. Certains profils de mesures seront conservés durant la mise en service de l'ouvrage pour son auscultation.

6.5.7 Programme d'exécution

6.5.7.1 Puits et tunnels de sécurité

Préalablement aux travaux de tunnel proprement dit, seront réalisées:

1) Deux descenderies verticales situées à l'endroit des futurs puits de ventilation (profondeur d'environ 45 m et de section 4 m) sur les deux rives du fleuve afin de permettre aux entrepreneurs de prendre connaissance des terrains. Elles permettront en outre, si cette solution est retenue, l'exécution de la galerie sous-fluviale ou l'exécution de sondages horizontaux sous le fleuve suivant l'axe du tunnel. (On peut prévoir pour ces descenderies un avancement de 1 m/J, soit 4 à 6 mois pour les deux).

2) Eventuellement, le tunnel de sécurité sera alors utilisé avant les travaux comme galerie pilote. L'exécution au moins de la partie sous-fluviale est recommandée avant le lancement de l'appel d'offres. Un tunnelier moderne pleine section peut permettre des avancements de l'ordre de 15 à 20 m/J, soit pour l'ensemble des travaux, un délai de 12 à 14 mois.

6.5.7.2 Tunnel grande section

Le schéma d'exécution prévoit six attaques, ce qui permettra de réduire considérablement les délais d'exécution. La partie la plus longue sera sous-fluviale (1000m par attaque). A raison d'un avancement de 2 à 3 m/J, les délais d'exécution du creusement et du soutènement immédiat seraient donc de 50 m/mois, soit 22 mois. Avec un délai de six mois d'installation, démarrage et coffrage, on arriverait à un délai de 28 à 30 mois.

Si des travaux d'injection sont nécessaires, cette cadence serait considérablement ralentie (vitesse de 25 m/mois dans les passes d'injections).

Ces vitesses d'avancement supposent une exécution par 3 postes/J et que le marinage (évacuation des déblais) ne constitue pas un frein à l'avancement. Concernant ce dernier point, il sera certainement intéressant de prévoir au niveau des puits une évacuation des déblais par convoyeur installé dans une descenderie à 30°.

6.5.8 Coût estimatif

L'estimation des coûts a été faite à partir de réalisations analogues à celle envisagée effectuée en Europe. Ces prix ont été multipliés par un coéficient de 1.4 pour tenir compte des conditions économiques au Canada, et se détaillent comme suit:

6.5.8.1 Gros oeuvre

Tunnel $8,400./m lin. X 5000 m lin. x 2	$84,000,000.
Etanchéité (partie sous-fluviale) $1,260./m lin. X 2160 m lin.	$ 2,720,000.
Galerie de sécurité $1,680./m lin. X 5500 m lin.	$ 9,240,000.
Puits (Ø 8 m) $3,640./m lin. X 100 m lin. (Ce prix serait de 5,040./m lin. pour un Ø de 10 m)	$ 364,000.
Tête de tunnel $700,000. X 2	$ 1,400,000.
Tranchée à ciel ouvert	$ 2,800,000.
	$100,524,000.

6.5.8.2 Ventilation

Matériel électro-mécanique	$ 14,000,000.
Génie Civil	
1) Salle de commande et locaux	$ 14,000,000.
2) Faux plafonds et cloisons	$ 16,800,000.
	$ 44,800,000.

6.5.8.3 Eclairage

$756./m lin. X 5,000 m lin.	$ 3,780,000.

6.5.8.4 Matériel de sécurité et d'exhaure

$756./m lin. X 5,000 m lin.	$ 3,780,000.

6.5.8.5 Equipement électrique (puissance installée 25,000 KW)

$500./m lin. X 5,000 m lin.	$ 2,500,000.

6.5.8.6 Locaux de surveillance et exploitation

Total	$156,080,000.
Imprévus 20%	$ 31,216,000.
Maître-d'oeuvre 10%	$ 15,608,000.
Travaux de reconnaissance 2%	$ 3,121,600.
TOTAL GENERAL	$206,035,600.

Compte tenu des fortes pressions d'eau, surtout dans la zone sous le fleuve Saint-Laurent, le tunnel devra avoir une forme proche de la forme circulaire. Dans le cas de la forme circulaire, la ventilation sera réalisée en partie haute et en partie basse du tunnel. Une dalle devrait dans ce cas être construite sous l'emprise de la voûte. Son coût serait d'environ $1,680./ m lin. Dans le cas d'une pseudo-circulaire, la ventilation ne sera réalisée qu'en partie haute. Il est dans ce cas nécessaire de prévoir $280./ m lin. pour la confection de la chaussée. Les coûts d'exploitation sont estimés à $4,200,000. par an répartis comme suit:

- 60% pour le personnel
- 15% pour l'énergie
- 25% pour l'entretien

A titre indicatif, on peut comparer le prix 1977 du tunnel envisagé soit $37,500./m lin. à celui du tunnel Louis-Hippolyte Lafontaine qui a été de $22,000./m lin. en 1967.

6.5.9 Etudes préliminaires à la réalisation d'un avant-projet.

6.5.9.1 Données de base

Plusieurs données de base doivent être prises en considération pour orienter les études et travaux préliminaires à entreprendre:

- Seule la réalisation d'une galerie d'exploration permettant de vérifier in-situ la qualité du rocher permettra de s'affranchir avec sécurité des facteurs impondérables liés aux conditions géologiques et géotechniques du milieu.

- La réalisation d'une telle galerie est également requise avec des dimensions analogues dans le concept final du tunnel qui prévoit l'existance d'une galerie de sécurité et des puits de ventilation.

- Le coût d'une galerie d'exploration est tel qu'il implique que l'on ait déjà pris une option très sérieuse sur le projet final avant d'entreprendre des travaux préliminaires.

- L'importance des travaux d'exécution d'une galerie d'exploration peut être limitée en fonction de l'engagement des dépenses que l'on est prêt à consentir au stade des travaux préliminaires.

Ce qui précède permet d'envisager un enchaînement des opérations et des investissements tel que résumé dans le tableau ci-après.

6.5.9.2 Estimations des travaux

1) Etudes préliminaires

	COUT EN MILLIONS DE DOLLARS
- Reconnaissantes géotechniques et géologiques	0.25
- Etude d'un avant-projet de galerie et de puits d'exploration	0.25
- Exécution de la galerie d'exploration et des	

reconnaissances géotechniques (incluant maîtrise d'ouvrage pour appel-d'offres et ingénierie durant les travaux)	6.0 @ 11.0
TOTAL	6.5 @ 11.5

2) Etude de l'avant-projet de tunnel routier et des ouvrages connexes.

3.5

3) Exécution du tunnel et des ouvrages

Connexes (incluant maîtrise d'ouvrage et ingénirie durant les travaux	191.0 @ 196.0
	206.0

6.5.9.3 Objectifs à atteindre

En ce qui concerne les objectifs à atteindre durant les phases d'opération prévues durant les travaux préliminaires, ils peuvent se résumer comme suit:

6.5.9.3.1 Reconnaissances géotechniques et géologiques

A partir de travaux et d'études géologiques et géotechniques limités (prospection géologique et géophysique, sondage et essais géotechniques), on recueillera l'information suffisante pour:

- Prendre une option sérieuse sur la solution tunnel.

- Avoir les éléments techniques nécessaires à la préparation d'un avant-projet de galerie d'exploration utilisable dans le concept final du tunnel.

6.5.9.3.2 Réalisation d'un avant-projet de galerie d'exploration

Cette étude doit permettre sur la base de l'information acquise en 6.5.9 de:

- Définir techniquement l'ouvrage d'exploration et étudier différentes variantes possibles telles que: exécution par tunnelier ou par méthode traditionnelle; réalisation d'un tronçon de galerie limité à la partie sous-fluviale du futur tunnel; combinaison d'une reconnaissance par galerie et par sondages horizontaux; etc.

- Comparer les diverses solutions évoquées précédemment avec les objectifs à atteindre à ce stade du projet; montant des investissements; utilisation de l'ouvrage comme future galerie de sécurité; obtention des données géologiques et géotechniques suffisantes pour l'élaboration ultérieure d'un avant-projet de tunnel; etc.

6.5.9.3.3 Exécution de la galerie d'exploration.

Cette phase d'étude sera précédée de la constitution d'un appel d'offres sur la base de l'information acquise en 6.5.9.3.2 et menée de pair avec une reconnaissance géologique et géotechnique très soigneuse du milieu rocheux.

6.5.9.4 Reconnaissances géotechniques et géologiques

6.5.9.4.1 Description des travaux

6.5.9.4.1.1 Prospection et inventaire hydrogéologiques. Compilation des données géotechniques existantes.

Dans le cadre de cette étude, l'inventaire des forages et puits du secteur sera fait ainsi que l'interprétation de toutes les données disponibles concernant le mécanisme des eaux souterraines. Les puits les plus caractéristiques seront nivelés et un relevé des niveaux d'eau sera effectué ainsi que le prélèvement d'un certain nombre d'échantillons d'eau pour analyse chimique.

Dans le cadre de la même étude, l'inventaire et la compilation de toutes les données géotechniques obtenues lors de travaux dans les formations géologiques semblables de la région seraient faits.

6.5.9.4.1.2 Prospection géophysique sismique par réfraction

L'objectif de cette prospection est de:

a) Déterminer l'homogénéité et la structure du socle rocheux, en particulier de mettre en évidence les zones de failles si existantes.

b) Définir les caractéristiques mécaniques de ce socle rocheux à partir de l'étude comparative des vitesses de propagation des ondes sismiques. Pour ce faire, la technique utilisée consiste à provoquer un ébranlement (explosion) et enregistrer la propagation de celui-ci par des géophones

qui transmettent l'impulsion mécanique due au passage de l'onde en impulsion électrique.

La méthode géophysique de prospection utilisée sera la réfraction sismique pour la partie terrestre et la partie fluviale du tracé; par ailleurs une prospection électrique par résistivité lui sera associé sur la partie terrestre afin d'avoir un supplément d'informations sur l'identification et la lithologie des terrains.

On prévoit à priori la réalisation de:

- 3 profils sismiques (environ 20 km au total), distants de 200 à 250 m, avec espacement des géophones tous les 30 ou 50 m, complétés éventuellement par quelques profils en travers;

- 2 profils de résistivité avec exécution d'un sondage électrique tous les 100 m en longueur de ligne AB = 300 m.

6.5.9.4.2 Prospection géophysique sur l'eau

La mise en oeuvre de la prospection est ici plus complexe car elle impose l'installation d'une ligne de géophones en travers du fleuve ainsi que leur positionnement le plus précis possible avant les mesures.

Plusieurs solutions peuvent être à priori envisagées, telles que:

A) Tendre un câble principal au dessus du fleuve auquel seront attachés par des filons secondaires les géophones munis de bouées.

B) Ancrer une série de bouées dans le fleuve auxquels seraient attachés ensuite les géophones.

C) Procéder par tronçons successifs entre deux bateaux ancrés.

Quant au positionnement exact des géophones, le plus simple est de réaliser juste avant les mesures une photographie aérienne des installations.

Quelle que soit la solution envisagée, étant donné le fort courant du fleuve à cet endroit, pour assurer la réussite de la prospection tout en ayant une mise en oeuvre économique, il sera nécessaire de procéder, au préalable, à une courte étude de faisabilité. Durant cette étude, on procèdera à une reconnaissance précise des lieux ainsi qu'à une enquête auprès du service de navigation.

6.5.9.4.3 Campagne de sondages mécaniques

La campagne de sondages mécaniques sera conduite à la lumière de l'information précédemment acquise avec pour objectifs:

- Obtenir un carottage de la roche en place permettant d'effectuer un log géologique et géotechnique du sous sol;
- Réaliser dans les trous de sondage des essais de perméabilité (essai type "Lugeon" qui consiste à injecter de l'eau dans le sondage à pression controlée et par tranche de 3 m isolée par packer tout en mesurant les débits d'eau absorbée par le terrain).
- Interpréter les résultats de laboratoire sur échantillons.
- Equiper les sondages de piézomètre électriques autorisant

une lecture des pressions d'eau à différentes profondeurs.

6.5.9.4.4 Essais géotechniques

Dans tous les trous de sondage, seront réalisés des essais de perméabilité (essais Lugeon).

Eventuellement ces essais en place seront complétés par un carottage électrique et un log sonique.

Sur échantillon, une série d'essais seront conduits au laboratoire afin de définir les caractéristiques mécaniques de la roche, sa dureté (abrasivité), sa composition minéralogique (en particulier, sa teneur en minéraux gonflants) ainsi que l'action physico-chimique de l'eau.

6.5.9.5 Devis estimatif

6.5.9.5.1 Prospection et levés géologiques, hydrogéologiques et géotechniques avant travaux.

Mise à disposition d'une équipe (un géoloque sénior et un géologue junior ou technicien confirmé). Incluant la location du matériel pour la prospection hydrogéologique, géochimique et le nivellement de points d'eau:

- Terrain: 25 X $600.	$15,000.
- Bureau (analyse documents et dessins) 10 X 450.	$ 4,500.
	$19,500.

6.5.9.5.2 Prospection géophysique

Mise à disposition d'une équipe comprenant un géophysicien sénior, 1 opérateur, 2 ouvriers, le matériel sismique et électrique et toutes suggestions.

- Mobilisation et démobilisation de l'équipe:	$ 2,000.
- Achat et transport de dynamite:	$ 2,000.
Prospection sur terre:	
- Sismique: $1,000. X 10	$10,000.
- Electrique: $1,100. X 8	$ 8,800.
Prospection sur l'eau:	
- Préparation mission et location matériel maritime:	$10,000.
- Exécution du levé sismique: $1,300. X 10	$13,000.
- Nivellement sur terre et positionnement sur l'eau, calcul et interprétation des différents levés. Rapport et dessin: $450. X 10	$ 4,500.
	$60,300.

6.5.9.5.3 Exécution des sondages mécaniques

Sondages sur terre:

Exécution de 6 sondages mécaniques, carottés ØNX, de profondeur variant entre 10 m et 60 m, pour une longueur totale d'environ 275 m. $18,000.

Sondages sur l'eau:

Exécution de 3 sondages Ø terminal NX

descendu de 30 m environ dans le rocher.

- Location équipement maritime $18,000.
- Exécution des sondages $20,000.

Mise à disposition du matériel de sondage durant les essais de perméabilité:

- sur terre $ 9,000.
- sur l'eau, incluant le matériel maritime $16,000.

$81,000.

6.5.9.5.4 Surveillance de chantier et conduite des essais

Mise à disposition d'une équipe comprenant un géologue sénior et un technicien confirmé pour suivre les travaux durant les opérations de forage, établissement d'un log géotechnique, conduite des essais de perméabilité, nivellement des sondages, etc:

$600. X 50 $30,000.

Location du matériel pour essais de perméabilité (sonde avec double packer, débit-mètre, monomètre) $ 5,000.

Interprétation des résultats de campagne de sondages, dessin et rapport:

$450. X 10 $ 4,500.

Fourniture et installation de piézomètres triples: $ 8,500.

Essais au laboratoire:	$ 4,000.
TOTAL	$226,000.

6.5.10 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les différentes considérations techniques qu'implique la construction d'un tunnel dans le cadre d'une liaison voie rapide à six voies reliant la rive nord du Saint-Laurent à sa rive sud via l'Ile d'Orléans viennent d'être examinées au stade d'une étude très préliminaire. Dès à présent, il apparaît:

- Que les conditions géologiques du sous-sol sont à priori favorables à la réalisation du projet.
- Que les coûts de construction seraient de l'ordre de 206 millions de dollars.

Associé à un pont avec jetée pour relier la rive nord du fleuve à l'Ile d'Orléans, le tunnel présente l'avantage de préserver les conditions actuelles et de minimiser l'impact sur l'environnement.

Bien entendu, même si les conditions sont à priori favorables, on ne peut pas, au stade actuel des recherches, s'affranchir des facteurs impondérables liés à tous les travaux souterrains, en particulier ceux dûs à la présence du fleuve et de discontinuité dans le milieu rocheux.

Il importerait désormais de cerner de plus près les problèmes et d'entreprendre des études nécessaires pour la constitution d'un dossier

d'avant-projet sommaire, tel que défini précédemment. Ces études permettraient d'opter pour le tracé définitif du tunnel et de lever un certain nombre d'ambiguités mises en évidence dans le présent rapport.

A ce stade des travaux et compte tenu des résultats acquis, des études nécessaires sont à envisager pour la réalisation de l'avant-projet détaillé, permettant d'avoir l'information nécessaire pour la constitution de l'appel d'offres. Elles impliquent dans tous les cas la réalisation de deux puits (rive sud et nord du fleuve, tel que défini dans le rapport) et en second lieu la réalisation de galerie pilote (futur tunnel de sécurité) tout au moins pour le tronçon sous-fluvial du tunnel.

CHAPITRE VII

CHAPITRE VII

ILE D'ORLEANS

7.1 ACCES A L'ILE D'ORLEANS

Lors des dernières réunions de coordination, il a été décidé que les coûts des raccords au réseau routier actuel ne seraient pas présentés dans le cadre de la présente étude. Il est quand même important de mentionner ici les types d'accès possibles à l'Ile d'Orléans, et de donner un aperçu du coût de réalisation de telles structures.

Pour tous les axes étudiés, les accès à l'Ile d'Orléans ont été prévus de la façon la plus directe possible. Alors que les accès sur la rive sud posent peu de problèmes au point de vue des structures ou des pentes, les accès sur la rive nord de l'Ile sont plus difficiles. En effet, les structures prévues dans le chenal sud, et les dénivellations entre le lien et le haut de la falaise sont donc plus accentuées.

Les accès sur l'Ile d'Orléans ont été esquissés de façon à minimiser l'impact sur l'Ile, mais il est bien entendu qu'aucune étude d'impact sur l'environnement ou sur l'aménagement du territoire n'a été faite et qu'une telle étude devra être réalisée avant l'adoption d'un projet quelconque.

7.1.1 Accès à la rive nord de l'Ile d'Orléans

Le type d'accès sur la falaise nord de l'Ile d'Orléans doit être

envisagé en fonction de la structure prévue pour franchir le chenal sud du fleuve Saint-Laurent.

Les accès seront donc conçus de façons différentes, selon les deux types de lien suivants:

1. Pont suspendu sur le chenal sud; afin de rejoindre les approches du pont sur la falaise sud de l'Ile d'Orléans, l'autoroure doit alors monter sur la falaise nord de l'Ile et traverser celle-ci de part en part.

2. Tunnel sous le chenal sud; l'entrée du tunnel étant amorcée au bas de la falaise nord de l'Ile d'Orléans, l'autoroute n'a plus à monter et passer sur l'Ile. Une route rurale à deux ou quatre voies est alors suffisante pour relier le réseau routier de l'Ile d'Orléans à l'autoroute.

Dans l'éventualité où la structure du chenal nord serait construite sans qu'on ait arrêté de façon définitive le choix de la structure du chenal sud, il serait préférable de prévoir l'accès à l'Ile d'Orléans comme pouvant être intégré éventuellement à un tronçon d'autoroute. C'est sur cette dernière hypothèse que nous nous sommes arrêtés pour prévoir différents accès à l'Ile d'Orléans, selon les axes étudiés.

Axe 2 nord

A) Route en surface

Après avoir franchi la zone la plus profonde du chenal avec un pont de longues portées (±180 m), on continue en structure de courtes portées (40 m ou 60 m) à l'élévation 25 m, et on amorçe une pente de 4% qui se prolonge sur la falaise en route de surface. Cette pente s'étend sur une longueur de 600 m. Le coût de cette montée sur l'Ile d'Orléans serait de l'ordre de $1.0 million.

B) Tunnel (Voir fig. 5.45)

Comme seconde possibilité, on amorçe encore à partir de l'élévation 25 m une pente de 3% qui se prolonge en tunnel dans la falaise. Ce tunnel de béton est construit en place après excavation. Cette solution est beaucoup plus discrète sur l'Ile d'Orléans. On retrouve la pente de 3% sur 800 m environ. Le recouvrement de roche ne serait pas suffisant ici pour permettre le percement d'un tunnel foré. Le coût de cette montée serait de l'ordre de $4. millions. La construction de ce tunnel est donc plus coûteuse que la construction d'une route en surface.

c) Accès par la côte actuelle (Voir fig. 5.43)

Enfin, mentionnons que s'il était décidé de relier la rive sud en tunnel, il y aurait peut être lieu de faire un échangeur au pied de la falaise, et de relier l'Ile par une route rurale, longeant le bas de la falaise, qui irait rejoindre la côte actuelle. Le coût de cette route de 3 km ne serait pas très élevé comparativement à l'ensemble des travaux.

Axe 2D nord (Voir fig. 5.51)

Dans l'axe 2D nord, la falaise abrupte et très élevée faciliterait le percement d'un tunnel foré d'une longueur approximative de 700 m. En effet, comme nous l'avons mentionné précédemment, la roche de l'Ile d'Orléans se prête bien au forage des tunnels. Après donc avoir franchi le chenal nord en jetée complète ou en pont, on amorçe une pente de 4% (longueur totale de 1500 m) en jetée pour atteindre le centre de l'Ile en tunnel. Le coût d'une telle montée, pour un lien de six voies, serait de l'ordre de $25 millions et pour un lien à deux voies pouvant éventuellement devenir un lien à trois voies unidirectionnel, de l'ordre de $13 millions.

Axe 3A nord

Dans l'axe 3A nord, comme dans l'axe 2, on peut accéder à l'Ile d'Orléans soit par tunnel ou par route en surface.

a) Tunnel (Voir fig. 5.57)

Après avoir franchi le chenal en pont ou en jetée, on vient en jetée partielle sur la batture de l'Ile d'Orléans à l'élévation +9 m. On amorçe une pente de 4% toujours en jetée, et on pénètre dans le tunnel au bas de la falaise pour atteindre le centre de l'Ile après une montée de plus de 2000 m. La longueur du tunnel comme telle est de 1200 m environ et le coût de réalisation de cette montée serait de l'ordre de $45 millions pour un lien à six voies et de $20 millions à $25 millions pour un lien à deux voies.

b) Route en surface (Voir fig. 5.58)

Dans le cas où l'accès à l'Ile devrait se faire par une route en surface, on viendrait alors en structure (portées de 40 m ou 60 m) sur la batture de l'Ile d'Orléans et on amorcerait, toujours en structure, une pente de 4%. Arrivée à la falaise, la route se prolongerait en tranchée à ciel ouvert, pour accéder au centre de l'Ile. Le coût de cette tranchée serait de l'ordre de $5 millions pour une route de six voies. Cependant, le coût de la structure sur les battures de l'Ile d'Orléans entre les chaînages 13+90 et 27+65, serait supérieur de 15 millions au coût d'une jetée partielle au même endroit.

Axe 5 nord

Enfin, dans l'axe 5 nord, on peut facilement procéder par méthode remblai-déblai à partir du chaînage 21+15, à aller au sommet de l'Ile d'Orléans. Le coût de cette montée de 4% puis de 4.25% sur une longueur de 2.3 km serait de l'ordre de $6 millions pour un lien à six voies et de $4, millions pour un lien à deux voies.

La hauteur maximum des remblais serait de l'ordre de 20 m,et la profondeur maximum des tranchées de l'ordre de 18 m.

7.1.2 Accès à la rive sud de l'Ile d'Orléans

Pour ce qui est des accès sur la rive sud de l'Ile d'Orléans, aucun problème particulier ne se présente. En effet, les ponts suspendus présentent un profil élevé et permettent ainsi une continuité facile avec le profil

de l'Ile d'Orléans. Cependant, certains axes sont plus avantageux que d'autres en ce qui concerne les pentes des approches. Dans l'axe 2D sud, par exemple, les pentes sont limitées à un maximum de 1½% alors que dans les autres axes on peut avoir des pentes de 3% et 4% sur des longueurs importantes.

Enfin, notons que la falaise est moins abrupte à Lauzon que sur l'Ile d'Orléans, facilitant ainsi la construction de l'infrastructure des approches.

7.2 PASSAGE SUR L'ILE D'ORLEANS

Tel que mentionné précédemment, dans l'éventualité de la construction d'un pont suspendu dans le chenal sud, il faudrait prévoir le passage sur l'Ile d'Orléans d'une autoroute à six voies, avec raccord au réseau routier existant. Nous indiquons aux figures 7.1 et 7.2 la localisation de ces passages avec suggestions de différents raccordements.

Il est à noter que ces raccords ne représentent que quelques possibilités et que ceux-ci ne seront définitivement conçus qu'après avoir complété une étude urbanistique et environnementale adéquate. Il est important aussi de souligner que ces propositions de passages sur l'Ile d'Orléans n'ont plus leur raison d'être dans le cas d'un simple lien entre l'Ile d'Orléans et Montmorency, sans envisager un lien futur avec la rive sud.

Les différents axes sont orientés de façon à respecter le plus possible les lignes de lot, de façon à ne pas couper inutilement les terres agricoles. De même, les axes évitent autant que possible les secteurs urbanisés

afin de limiter les coûts et les conséquences d'une expropriation éventuelle.

Le passage sur l'Ile d'Orléans peut se faire de deux façons: 1°) soit par route en surface; 2°)soit par tunnel de béton, construit dans une tranchée, puis remblayé. Alors que la première solution coûte environ $1,000. au mètre linéaire avec les échangeurs, la seconde solution coûte environ $12,000. au mètre liniaire incluant les échangeurs et les rampes d'approches. Ces coûts ne donnent qu'un ordre de grandeur, et sont évalués pour un lien à six voies.

Dans l'axe 2 en particulier, le tunnel pourrait franchir toute la largeur de l'Ile d'Orléans. Un automobiliste venant sur l'autoroute pourrait accéder au réseau routier de l'Ile d'Orléans en empruntant une sortie qui le ramènerait sur une route de desserte placée sur le tunnel. Cette route relierait les routes nord et sud de l'Ile d'Orléans. On pourrait emprunter le même principe dans les autres axes. Cependant, à mesure qu'on s'éloigne vers l'est, la longueur à parcourir sur l'Ile d'Orléans augmente. Le coût d'un tunnel deviendrait donc exorbitant et il y aurait lieu d'en limiter la longueur.

7.3 LIEN DANS LE CHENAL NORD

Si, d'autre part, on rejetait la liaison éventuelle dans le chenal sud et qu'on décidait de construire un lien dans le chenal nord uniquement pour remplacer le pont actuel, les accès pourraient se faire plus simplement. En effet, les pentes et les courbes seraient régies par des critères moins sévères dans le cas d'une route secondaire. De plus, une route secondaire, en surface, à deux ou quatre voies aurait moins d'impact sur le milieu qu'une autoroute de six voies.

L'accès à l'Ile d'Orléans pourrait donc se faire de la façon suivante selon les différents axes:

Axe 2 nord

Encore là, un accès direct à l'Ile d'Orléans serait possible tel que représenté aux figures 5.41 et 5.45. Les pentes pourraient cependant être plus accentuées si on désirait diminuer la hauteur des structures d'approche. Le lien pourrait se faire avec la route nord de l'Ile d'Orléans.

Axe 2D nord et 3B nord

Dans le cas de l'axe 2D nord, la montée en tunnel est assez dispendieuse, et le coût de cette montée ne serait probablement pas proportionné au coût de la structure dans le chenal nord. Cet axe ayant été choisi pour assurer une meilleure continuité avec un pont dans le chenal sud, celui-ci présenterait beaucoup moins d'intérêt dans le cas d'une réalisation uniquement dans le chenal nord. Il serait donc préférable de réaliser le lien dans l'axe 3B nord, même si l'infrastructure devait coûter un peu plus cher. Le lien pourrait alors être raccordé à la côte actuelle de l'Ile d'Orléans, et une économie importante serait réalisée par rapport à une montée en tunnel.

Axe 5 nord

Enfin, l'axe 5 nord se prête très bien à un accès direct à deux voies sur l'Ile d'Orléans de la façon représentée à la figure 5.62, avec raccord avec la route nord de l'Ile d'Orléans.

7.4 CONCLUSION

Nous avons indiqué dans le présent chapitre quelques possibilités d'accès à l'Ile d'Orléans. Cette énumération ne se veut pas exhaustive et le choix de la meilleure solution devra se faire suite à la prise de décision du type de lien à réaliser autant dans le chenal nord que dans le chenal sud. Le choix se fera en fonction des critères de réalisation technique, de circulation et d'impact sur le milieu.

En somme, toutes les solutions permettent à une autoroute d'accéder sur le plateau de l'Ile d'Orléans par une attaque directe de la falaise. De plus, cet accès est réalisable en surface dans tous les axes, sauf dans l'axe 2D où un tunnel serait nécessaire.

De même, le coût des accès d'une autoroute à l'Ile d'Orléans augmente à mesure qu'on se dirige vers l'est, sauf pour l'axe 5 où la topographie se prête bien aux remblais et aux déblais. Les coûts d'accès en surface pour l'autoroute sont raisonnables.

Enfin, les coûts d'accès à l'Ile d'Orléans d'un lien à deux voies dans le chenal nord seraient minimisés si ce lien était construit dans l'axe 3B avec montée dans la côte actuelle.

CHAPITRE VIII

CHAPITRE VIII

INTEGRATION DES COUTS

8.1 INTRODUCTION

Les chapitres précédents présentaient les coûts de différents types de structures, autant pour le chenal nord que pour le chenal sud. Le but du présent chapitre est d'intégrer le coût des ensembles de structures du chenal nord pour un lien à deux voies et à six voies, d'évaluer le coût d'un raccord en autoroute entre la rive nord et la rive sud du fleuve Saint-Laurent, et enfin d'évaluer le coût d'un lien à deux voies reliant uniquement l'Ile d'Orléans.

Les coûts présentés dans ce chapitre fournissent un ordre de grandeur du coût de réalisation des structures si elles étaient construites en 1979. Il est bien entendu que ces coûts sont basés sur plusieurs hypothèses, fondées sur les connaissances que nous avions concernant les conditions du site. Tel que mentionné précédemment, ces connaissances sont succintes, surtout au point de vue des forages. Les coûts devront donc être revisés lors du projet préliminaire en fonction de la date de réalisation prévue et des informations plus complètes qu'on recueillera lors de cette étape.

Enfin, les coûts sont présentés sans l'évaluation du coût des raccords au réseau routier actuel.

8.2 COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

Nous présentons aux tableaux 8.1 à 8.12, le coût des solutions proposées pour la traversée du chenal nord, solutions qui sont illustrées à la fin du chapitre V.

Ces coûts sont ventilés selon le type de structure afin d'en indiquer l'importance économique relative et de permettre d'interchanger les différentes propositions.

De même les coûts sont présentés pour une solution à deux voies et une solution autoroute à six voies, sauf dans le cas où les propositions incluent les ponts à haubans. Dans ce dernier cas, en effet, il aurait fallu reviser tout le système de superstructure et le temps disponible pour effectuer ces derniers ajustements manquait.

On remarquera dans les tableaux suivants que, comparativement, le coût d'un tronçon de jetée à deux voies représente 70% à 80% du coût d'une jetée à six voies pour le même tronçon.

De même, le coût d'un pont à deux voies (incluant l'infrastructure et la superstructure), représente 55% à 60% du coût du même type de pont, mais à six voies. Ce pourcentage est surtout influencé par le coût de l'infrastructure.

Enfin, même si les ponts à haubans avec tablier d'acier présentent une solution plus économique que le pont de béton construit par encorbellement il faut remarquer que les ponts à haubans sont intégrés dans un ensemble offrant

une ouverture hydraulique moins grande. Pour la même ouverture, le pont de béton construit par encorbellement serait plus économique qu'un pont à haubans avec tablier d'acier.

TABLEAU 8.1

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
2 NORD	- Jetées partielles	2+65 à 10+70	805	2,157	2,853	5.41
	- Pont de béton par encorbellement (Portées de 60 m)	10+70 à 13+55	285	2,492	5,512	
		21+30 à 24+85	355	3,077	4,425	
	- Pont de béton par encorbellement (Portées centrales)	13+55 à 21+30	775	16,877	28,945	
	TOTAL	2+65 à 24+85	2,220	24,603	41,735	5.41
2 NORD	- Jetées partielles	2+65 à 10+15	750	--	3,297	5.42
		20+65 à 24+85	420	--	2,025	
	- Pont à poutres d'acier (Portées de 60 m)	10+15 à 16+15	600	--	12,011	
		18+85 à 20+65	180	--	2,702	
	- Pont à haubans (Portée centrale de 150 m)	16+15 à 18+85	270	--	17,681	
	TOTAL	2+65 à 24+85	2,220	--	37,716	5.42

TABLEAU 8.2

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
2 NORD	- Jetées partielles	2+65 à 10+40	775	--	3,504	5.43
		20+10 à 24+85	475	--	2,179	
	- Pont à poutres caissons d'acier (Portées de 60 m)	10+40 à 15+20	480		9,460	
		19+50 à 20+10	60	--	872	
	- Pont à haubans (Portée centrale de 250 m)	15+20 à 19+50	430	--	24,327	
		2+65 à 24+85	2,220	--	40,342	5.43
2 NORD	- Pont à poutres d'acier (Portées de 60 m)	2+65 à 10+65	800	8,710	14,843	5.44
		20+25 à 24+85	460	4,204	7,366	
	- Pont de béton par encorbellement	10+65 à 20+85	960	17,604	32,676	
		2+65 à 24+85	2,220	30,518	54,885	5.44

TABLEAU 8.3

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
2 NORD	- Jetée partielle	2+65 à 2+90	25	103	128	5.45
	- Pont de poutres préfabriquées de béton	2+90 à 12+50	960	11,048	19,552	
		20+25 à 24+85	460	4,303	7,684	
	- Pont de béton par encorbellement	12+50 à 20+25	775	16,877	28,945	
		2+65 à 24+85	2,220	32,331	56,309	5.45

TABLEAU 8.4

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
2-D NORD	- Jetée complète	0+ 30 à 25 + 67	2,537	8,635	12,222	5.46
2-D NORD	- Jetées partielles	0+ 30 à 10 + 60	1,030	4,178	5,182	5.51
		18+ 35 à 25 + 67	732	2,906	3,946	
	- Pont de béton par encorbellement	10+ 60 à 18 + 35	775	12,592	23,245	
		0+ 30 à 25 + 67	2,537	19,676	32,373	5.51
2-D NORD	- Jetées partielles	0 + 30 à 9 + 50	920	--	3,555	5.52
		15 + 80 à 25 + 67	987	--	4,958	
	- Pont à poutres d'acier (Portées de 60 m)	9 + 50 à 11 + 30	180	--	4,022	
		14 + 00 à 15 + 80	180	--	3,554	
	- Pont à haubans (Portée centrale de 150 m)	11 + 30 à 14 + 00	270	--	12,444	
		0 + 30 à 25 + 67	2,537	--	28,533	5.52

TABLEAU 8.5

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
2-D NORD	- Jetées partielles	0+ 30 à 9+ 60	930	--	4,155	5.53
		15+ 70 à 25+ 67	997	--	5,445	
	- Poutres caissons d'acier)Portées de 90 m)	9+ 60 à 10+ 50	90	--	1,835	
		14+ 80 à 15+ 70	90	--	1,835	
	- Pont à haubans en acier (Portée centrale de 250 m)	10+ 50 à 14+ 80	430	--	18,360	
		0+ 30 à 25+ 67	2,537	--	31,630	5.53
2-D NORD	- Jetées partielles	0+ 30 à 3+ 06	276	495	697	5.54
	- Pont à poutres d'acier (Portées de 60 m)	3+ 06 à 5+ 46	240	2,543	4,590	
		18+ 25 à 25+ 67	742	5,754	10,758	
	- Pont à poutres caissons d'acier(Portées de 87 m et 110 m)	5+ 46 à 10+ 50	504	6,948	12,668	
	- Pont en béton par encorbellement (Portées de 185 m)	10+ 50 à 18+ 25	775	12,592	23,245	
		0+ 30 à 25+ 67	2,537	28,332	51,958	5.54

TABLEAU 8.6

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
2-D NORD	- Jetées partielles	0 +30 à 2 +66	236	491	598	5.55
	- Pont à poutres de béton préf. (Portée 40 m)	2 +66 à 5 +46	280	2,797	4,979	
		18 +25 à 25 +67	742	4,791	8,830	
	- Pont à poutres caissons d'acier (Portées de 87 m et 110 m)	5 +46 à 10 +50	504	7,432	13,339	
	- Pont en béton par encorbellement (Portées de 185 m)	10 +50 à 18 +25	775	12,592	23,245	
		0 +30 à 25 +67	2,537	28,103	50,991	5.55

TABLEAU 8.7

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
3-A NORD	- Jetées partielles	0 +60 à 6 +15	555	2,467	3,310	5.57
		13 +90 à 27 +65	1,375	4,246	5,768	
	- Pont de béton par encorbellement (Portées de 185 m)	6 +15 à 13 +90	775	13,792	25,245	
		0 +60 à 27 +65	2,705	20,505	34,323	5.57
3-A NORD	- Jetée partielle	0 +60 à 2 +55	195	457	664	5.58
	- Pont à poutres de béton préfab. (Portées 40 m)	2+55 à 6+15	360	4,491	7,924	
		13+90 à 27+65	1,375	11,647	20,325	
	- Pont de béton par encorbellement (Portées de 185 m)	6 +15 à 13 +90	775	13,452	25,245	
		0 +60 à 27 +65	2,705	30,047	54,158	5.58

TABLEAU 8.8

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
3-A NORD	- Jetées partielles	0+ 60 à 7+ 60	700	--	3,564	5.59
		13+ 90 à 27+ 65	1,375	--	5,413	
	- Pont à poutres caissons d'acier (Portées de 60 m)	7+ 60 à 10+ 00	240	--	6,241	
		12+ 70 à 13+ 90	120	--	2,514	
	- Pont à haubans (Portée centrale de 150 m)	10+ 00 à 12+ 70	270	--	13,304	
		0+ 60 à 27+ 65	2,705	--	31,036	5.59
3-A NORD	- Jetées partielles	0+ 60 à 8+ 32	772	--	4,663	5.60
		14+ 42 à 27+ 65	1,323	--	6,028	
	- Pont à haubans (Portée centrale de 250 m)	9+ 22 à 13+ 52	430	--	19,825	
	- Poutres caissons d'acier	8+ 32 à 9+ 22	90	--	1,835	
		13+ 52 à 14+ 42	90	--	1,835	
		0+ 52 à 27+ 65	2,705	--	34,186	5.60

TABLEAU 8.9

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
3-A NORD	- Jetée complète	0+60 à 27+65	2,705	8,815	11,288	5.56

TABLEAU 8.10

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
5 NORD	- Jetées partielles	1+60 à 6+43	483	1,601	2,141	5.61
		14+18 à 21+15	697	3,938	4,032	
	- Pont de béton par encorbellement (Portées centrales)	6+43 à 14+18	775	16,877	28,945	
		1+60 à 21+15	1,955	22,416	35,118	5.61
5 NORD	- Jetée partielle	1+60 à 4+00	240	320	540	5.62
	- Pont à poutres d'acier (Portées de 60 m)	4+00 à 6+40	240	1,738	4,103	
		15+95 à 21+15	520	4,151	7,454	
	- Pont à poutres caissons d'acier (Portées de 90 m)	14+15 à 15+95	180	3,246	4,480	
	- Pont de béton par encorbellement	6+40 à 14+15	775	14,575	24,713	
		1+60 à 21+15	1,955	24,030	41,290	5.62

TABLEAU 8.11

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
5 NORD	- Jetée partielle	1+ 60 à 4+ 00	240	320	540	5.63
	- Pont à poutres de béton préf. (Portées de 40 m)	4+ 00 à 6+ 40	240	1,777	3,213	
		15+ 95 à 21+ 15	520	3,402	6,200	
	- Pont de béton par encorbellement (Portées centrales)	6+ 40 à 15+ 95	955	18,132	30,789	
		1+ 60 à 21+ 15	1,955	23,631	40,742	5.63
5 NORD	- Jetées partielles	1+ 60 à 7+ 45	585	--	2,417	5.64
		14+ 35 à 21+ 15	680	--	2,762	
	- Pont à poutres caissons d'acier (Portées 60 m)	7+ 45 à 9+ 25	180	--	4,354	
		11+ 95 à 14+ 35	240	--	6,583	
	- Pont à haubans (Portée centrale de 150 m)	9+ 25 à 11+ 95	270	--	17,674	
		1+ 60 à 21+ 15	1,955	--	33,790	5.64

TABLEAU 8.12

COUTS DES STRUCTURES, CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	CHAINAGES EN METRES	LONGUEURS EN METRES	COUTS EN DOLLARS (MILLIERS DE)		FIGURE NO
				2 VOIES	6 VOIES	
5 NORD	- Jetées partielles	1+ 60 à 7 +55	595	--	2,478	5.65
		13+ 65 à 21 +15	750	--	3,798	
	- Pont à haubans (Portée centrale de 250 m)	8+ 45 à 12 +75	430	--	24,315	
	- Poutres caissons d'acier (Portées 90 m)	7+ 55 à 8 +45	90	--	1,835	
		11+ 75 à 13 +65	90	--	1,835	
		1+ 60 à 21 +15	1,955	--	34,261	5.65

8.3 LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD

Nous présentons aux tableaux 8.13 à 8.16 les coûts intégrés d'un lien autoroute à six voies entre la rive nord et la rive sud du fleuve Saint-Laurent, soit d'un lien joignant l'autoroute #440 et l'autoroute #20. Les coûts n'incluent pas le coût des raccords au réseau routier actuel.

Ces coûts sont divisés en trois parties, soit le coût des structures nécessaires pour franchir le chenal nord, de celles nécessaires pour franchir le chenal sud, et enfin, de celles nécessaires pour accéder à l'Ile d'Orléans et la traverser. Ces structures sont illustrées aux figures des chapitres V, VI, et VII. On remarquera que le coût total du lien varie de $243 millions à $439 millions selon l'axe et le type de lien choisi.

Enfin, mentionnons qu'il est aussi possible d'interchanger et de combiner différemment entre elles les structures dans le chenal nord et dans le chenal sud pour obtenir des propositions autres que celles contenues dans les différents tableaux. Les solutions présentés ici semblaient, cependant, les plus plausibles.

TABLEAU 8.13

COUTS INTEGRES D'UN LIEN A SIX VOIES ENTRE L'AUTOROUTE # 440 ET L'AUTOROUTE # 20, SANS LE COUT DES RACCORDS AU RESEAU ROUTIER ACTUEL

AXE	CHENAL NORD			CHENAL SUD			ILE D'ORLEANS		
	STRUCTURE	REF FIG	COUT $*	STRUCTURE	REF FIG	COUT $*	STRUCTURE	COUT $*	COUT TOTAL $*
I	Tunnel déposé	6.4	84.1	Tunnel déposé	6.4	355.1	--	--	439.2
2	Jetée et pont en encorbellem.	5.41	41.7	Pont suspendu	6.1	242.0	Surface	2.0	285.7
2-2A	Jetée et pont à haubans (150 m)	5.42	37.7	Tunnel foré	6.16	206.0	--	--	243.7
2-2A	Jetée et pont à haubans (250 m)	5.43	40.3	Tunnel déposé	6.5	313.6	--	--	353.9
2	Pont encorbellem. approches poutres d'acier	5.44	54.9	Pont suspendu	6.1	242.0	Surface	2.0	298.9
2	Pont encorbellem. approches poutres préf.	5.45	56.3	Pont suspendu	6.1	242.0	Tunnel	11.3	309.6
2C	Tunnel déposé	6.6	90.0	Tunnel déposé	6.6	282.1	--	--	372.1

* Les coûts sont présentés en millions de dollars.

TABLEAU 8.14

COUTS INTEGRES D'UN LIEN A SIX VOIES ENTRE L'AUTOROUTE # 440 ET L'AUTOROUTE # 20, SANS LE COUT DES RACCORDS AU RESEAU ROUTIER ACTUEL

AXE	CHENAL NORD			CHENAL SUD			ILE D'ORLEANS		
	STRUCTURE	REF FIG	COUT $*	STRUCTURE	REF FIG	COUT $*	STRUCTURE	COUT $*	COUT TOTAL $*
2D	Jetée	5.46	12.2	Pont suspendu	6.1	242.0	Tunnel-surface	26.0	280.2
2D	Jetée et pont en encorbellement	5.51	32.4	Pont suspendu	6.1	242.0	Tunnel-surface	26.0	300.4
2D	Jetée et pont à haubans (150 m)	5.52	28.5	Pont suspendu	6.1	242.0	Tunnel-surface	26.0	296.5
2D	Jetée et pont à haubans (250 m)	5.53	31.6	Pont suspendu	6.1	242.0	Tunnel-surface	26.0	299.6
2D	Pont encorbellem. approches poutres d'acier	5.54	52.0	Pont suspendu	6.1	242.0	Tunnel-surface	26.0	320.0
2D	Pont encorbellem. approches portées préf.	5.55	51.0	Pont suspendu	6.1	242.0	Tunnel-surface	26.0	319.0

* Les coûts sont présentés en millions de dollars.

TABLEAU 8.15

COUTS INTEGRES D'UN LIEN A SIX VOIES ENTRE L'AUTOROUTE # 440 ET L'AUTOROUTE # 20, SANS LE COUT DES RACCORDS AU RESEAU ROUTIER ACTUEL

AXE	CHENAL NORD			CHENAL SUD			ILE D'ORLEANS		
	STRUCTURE	REF FIG	COUT $*	STRUCTURE	REF FIG	COUT $*	STRUCTURE	COUT $*	COUT TOTAL $*
3A	Jetée et pont en encorbellem.	5.57	34.3	Pont suspendu	6.2	253.0	Tunnel et surface	47.0	334.3
3A	Pont encorbellem. approches portées de béton	5.58	54.2	Pont suspendu	6.2	253.0	Surface	7.0	314.2
3A	Jetée et pont à haubans (150m)	5.59	31.0	Pont suspendu	6.2	253.0	Tunnel et surface	47.0	331.0
3A	Jetée et pont à haubans	5.60	34.2	Pont suspendu	6.2	253.0	Tunnel et surface	47.0	334.2
3A	Jetée	5.56	11.3	Pont suspendu	6.2	253.0	Tunnel et surface	47.0	311.3

* Les coûts sont présentés en millions de dollars.

TABLEAU 8.16

COUTS INTEGRES D'UN LIEN A SIX VOIES ENTRE L'AUTOROUTE # 440 ET L'AUTOROUTE # 20, SANS LE COUT DES RACCORDS AU RESEAU ROUTIER ACTUEL

AXE	CHENAL NORD			CHENAL SUD			ILE D'ORLEANS		
	STRUCTURE	REF FIG	COUT $*	STRUCTURE	REF FIG	COUT $*	STRUCTURE	COUT $*	COUT TOTAL $*
5	Jetée et pont en encorbellem.	5.61	35.1	Pont suspendu	6.2	252.0	Surface	8.0	295.1
5	Pont encorbellem. approches poutres d'acier	5.62	41.3	Pont suspendu	6.2	252.0	Surface	8.0	301.3
5	Pont encorbellem. approches poutres préf.	5.63	40.7	Pont suspendu	6.2	252.0	Surface	8.0	300.7
5	Jetée et pont à haubans (150 m)	5.64	33.8	Pont suspendu	6.2	252.0	Surface	8.0	293.8
5	Jetée et pont à haubans (250 m)	5.65	34.3	Pont suspendu	6.2	252.0	Surface	8.0	294.3

* Les coûts sont présentés en millions de dollars.

8.4 LIEN A DEUX VOIES DANS LE CHENAL NORD POUVANT ETRE INTEGRE A UN AUTOROUTE EVENTUEL.

La présente section présente le coût d'une structure à deux voies franchissant le chenal nord et accédant sur le plateau de l'Ile d'Orléans, pour ensuite relier la route nord de l'Ile.

Cette structure est conçu avec des pentes limitées à 4% et des courbes presque inexistantes afin d'être intégrée éventuellement à une autoroute reliant l'autoroute #440 et l'autoroute #20.

Les coûts sont regroupés selon les quatres axes d'études, soit les axes 2, 2D, 3A et 5. (Voir les tableaux 8.17 et 8.18). On constatera que la structure la plus avantageuse au point de vue économique est la jetée complète dans l'axe 2D avec montée sur l'Ile d'Orléans en tunnel. Cependant, s'il s'avèrait qu'on doive exclure la possibilité de construire une jetée dans le chenal nord pour des raisons d'impact sur l'environnement, on remarquera que ce sont surtout les axes 2 et 2D qui sont les plus avantageux économiquement. Par contre, les propositions dans l'axe 3A se révèlent plus coûteuses à cause des longueurs importantes de tunnel pour la montée à l'Ile d'Orléans.

TABLEAU 8.17

LIEN A DEUX VOIES POUVANT ETRE INTEGRE A UN AUTOROUTE EVENTUEL DE SIX VOIES AVEC LA RIVE SUD

CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	REF FIG	COUT $*	ACCES A L'ILE D'ORLEANS	COUT $*	COUT TOTAL $*
2 NORD	Jetée et pont par encorbellem.	5.41	24.6	Surface	0.8	25.4
2 NORD	Pont encorbellem. approches poutres d'acier	5.44	30.5	Surface	0.8	31.3
2 NORD	Pont encorbellem. approches poutres préf.	5.45	32.3	Tunnel	2.5	34.8
2D NORD	Jetée complète	5.46	8.6	Tunnel	13.0	21.6
2D NORD	Jetée et pont par encorbell.	5.51	19.7	Tunnel	13.0	32.7
2D NORD	Pont par encorb. approches poutr. préfabriquées	5.54	28.3	Tunnel	13.0	41.3
2D NORD	Pont encorbell. approches poutres préfabriquées	5.55	28.1	Tunnel	13.0	41.1

* Les coûts sont présentés en millions de dollars

TABLFAU 8.18

LIEN A DEUX VOIES POUVANT ETRE INTEGRE A UN AUTOROUTE EVENTUEL DE SIX VOIES AVEC LA RIVE SUD

CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	REF FIG	COUT $*	ACCES A L'ILE D'ORLEANS	COUT $*	COUT TOTAL $*
3A NORD	Jetée plus pont par encorbellem.	5.57	20.5	Tunnel	25.0	45.5
3A NORD	Pont encorbellem. approches poutr. préfabriquées	5.58	30.0	Surface	3.0	33.0
3A NORD	Jetée complète	5.56	8.8	Tunnel	25.0	33.8
5 NORD	Jetée plus pont par encorbellem.	5.61	22.4	Surface	4.0	26.4
5 NORD	Pont par encorb. approches poutr. préfabriquées	5.62	24.0	Surface	4.0	28.0
5 NORD	Pont par encorb. approches poutr. préfabriquées	5.63	23.6	Surface	4.0	27.6

* Les coûts sont présentés en millions de dollars

8.5 LIEN A DEUX VOIES DANS LE CHENAL NORD SANS CONSIDERATION D'UN LIEN EVENTUEL AVEC LA RIVE SUD.

Enfin, nous présentons dans la présente section, les coûts des solutions qui apparaissent les plus avantageuses dans l'éventualité où le pont actuel de l'Ile d'Orléans devrait être remplacé sans envisager un lien autoroutier futur avec la rive sud. On peut alors se permettre des critères beaucoup moins sévères pour la limitation des pentes et des courbes, et dans cette éventualité il semble que la solution la plus logique serait de construire le nouveau lien dans l'axe 3B, parallèlement au pont actuel, et de réutiliser la côte existante à l'Ile d'Orléans (voir figure 7.2). Les coûts d'accès à l'Ile seraient alors minimisés. Il en coûterait $9. millions pour relier l'Ile avec une jetée complète, et $20.7 millions pour la relier avec un pont de béton donnant une ouverture hydraulique de 750 m (Voir tableau 8.19).

D'autre part, si on décidait de favoriser un autre axe pour établir ce lien, nous croyons qu'il serait préférable d'accéder directement sur le plateau de l'Ile d'Orléans, afin d'éviter la construction d'une route au pied de la falaise. Cette route, en effet, hypothèquerait en partie l'accessibilité au fleuve par les habitants riverains actuels. Le coût de ces accès serait cependant plus élevé qu'un accès par la côte actuelle. Le lecteur se réfèrera à la section 8.4 où ces coûts ont déjà été établis pour chaque axe.

TABLEAU 8.19

LIEN A DEUX VOIES SANS CONSIDERATION D'UN LIEN EVENTUEL AVEC LA RIVE SUD

CHENAL NORD

AXE	STRUCTURE	REF FIG	COUT $*	ACCES A L'ILE D'ORLEANS	COUT $*	COUT TOTAL $*
3B NORD	Jetée complète	5.56	8.8	Côte actuelle	0.2	9.0
3B NORD	Jetées plus pont par encorbelle.	5.57	20.5	Côte actuelle	0.2	20.7

* Les coûts sont présentés en millions de dollars

8.6 CONCLUSION

Le présent chapitre présente un éventail complet des coûts de différentes solutions possibles pour la réalisation d'un lien dans la région de l'Ile d'Orléans.

Comme on peut le constater, les coûts varient de $9. millions à $440. millions selon qu'on réalise un lien unique avec l'Ile d'Orléans en jetée ou un lien autoroutier entre la rive nord et la rive sud du fleuve Saint-Laurent en tunnel déposé. Bien que des considérations économiques favoriseraient certaines propositions plutôt que d'autres, on ne saurait conclure pour l'instant en faveur d'une proposition particulière. Les coûts mentionnés dans le présent chapitre devront plutôt être intégrés comme paramètres dans un processus décisionnel, dans lequel seront inclus les conclusions d'études d'aménagement du territoire,d'environnement et d'hydraulique.

CHAPITRE IX

CHAPITRE IX

CONCLUSION

Le présent rapport se veut une analyse de faisabilité technique concernant une nouvelle liaison entre la rive nord et la rive sud du Saint-Laurent, via l'Ile d'Orléans.

D'autre part, le lecteur ne saura trouver dans le rapport des conclusions et des recommandations précises car le travail a été orienté de façon à produire un document de travail pouvant éclairer la prise de décisions relatives à un tel projet. Donc, l'analyse ainsi que la synthèse de l'étude sont colligées de façon à présenter aux décideurs une gamme d'alternatives plausibles avec les caractéristiques majeures inhérentes à chacune des propositions sélectionnées.

D'ailleurs, à la lecture du document, il est évident que, le but de l'étude, le nombre des possibilités d'aménagement, les instances décisionnelles impliquées, la conjoncture au moment où une décision doit être arrêtée ainsi que la volonté proprement dite de réaliser ces travaux, ne sont pas exclusivement du ressort des consultants. C'est pourquoi, l'étude répond tout d'abord aux objectifs fixés par le mandat et délimitée dans le devis technique.

D'autre part, l'apport de renseignements devant se retrouver dans les études comme l'environnement, le transport et la circulation, l'aménagement du territoire ainsi que la contribution reliée à l'utilisa-

tion des modèles hydrauliques, apporteront un éclairage supplémentaire et nécessaire au dossier. En effet, les considérations techniques proprement dites ne sauraient être complétées sans la contribution contextuelle fournie par ces études d'appoint. Donc, en plus du présent travail, la prise de décision devra être éclairée par la réalisation de ces études contextuelles à compléter éventuellement.

Le travail d'analyse a été réalisé de façon à ce qu'une prise de décision partielle ou progressive puisse être prise au sujet des aménagements. Donc, le lecteur retrouvera dans la présentation du document une progression de la proposition la plus élémentaire (i.e. un lien entre la rive nord et l'Ile d'Orléans, à deux voies) jusqu'à des propositions plus complexes impliquant la rive nord et la rive sud via l'Ile d'Orléans, à six voies. Il demeure que dans le choix d'un aménagement complet rive nord - rive sud, via l'Ile d'Orléans, toute réalisation, devant comporter un phasage de réalisation, exigera la prévision de corridors pouvant s'interconnecter aisément.

Enfin, le rapport se veut avant tout une étape intérimaire contribuant à éclairer davantage la complexité de ce projet de liaison rive nord - rive sud, via l'Ile d'Orléans.

Québec, Avril 1979

VANDRY, JOBIN & ASSOCIES
Ingénieurs-conseils

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

1 - A.A.S.H.O., Construction Manual for Highway Bridges and Incidental Structures, 1973.

2 - A.A.S.H.O., Computer Systems Index, 1976.

3 - A.B.B.D.L. & METRA CONSULTANTS LTEE,Etude du Port de Québec, 10 volumes, 1973.

4 - AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY BRIDGES, Standard Specifications for Highway Bridges, 1973.

5 - AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, Concrete Bridge Design, 1st International Symposium, Détroit, Michigan, 1969.

6 - AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, Concrete Bridge Design, 2nd International Symposium, 2 vol., 1971

7 - AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, Design Manual for Orthotropic Steel Plate Deck Bridge, 1963.

8 - AN., Orléans,une Ile à Vendre, Cahiers de Géo. du Québec, Vol. 20, no 49, avril 1976.

9 - ASSOCIATION FRANCAISE DES PONTS ET CHARPENTES, Problèmes Spéciaux d'Etude et d'Exécution des Ouvrages, 22-23 avril 1974.

10 - B.A.E.Q.M., Diffusion, Rapport d'étude et d'avant projet, mars 1970.

11 - BANKS, S.R., The Superstructure of the Island of the Orleans Suspension Bridge, Québec, Canada, Journal of the Institution of Civil Engineers, paper no 5036, Oct. 1936, pp. 357-470.

12 - BERGERON, CLAUDE, L'Avenir de la Colline Parlementaire, 1974.

13 - BICKEL, J.O., Trench Type Subaqueous Tunnel-Design and Construction, The Structural Engineer, Vol. 44, no 10, Oct. 1966, p. 339 - 50

14 - BRANCHAUD, A., Le Pont-Tunnel Louis Hippolyte Lafontaine sur le St-Laurent, Génie Civil, 1967, vol. 144 no 2, p. 137-41.

15 - BRACKEL, J., Some Considerations of Submerged Tunnelling, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. 48, Apr. 1971. p 559 620

16 - BUREAU DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE DU QUEBEC METROPOLITAIN INC., Les Communications Routières entre les Rives du Saint-Laurent dans la Région Métropolitaine de Québec, 1963.

17 - BUREAU DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE DU QUEBEC METROPOLITAIN INC., Programme d'Expansion Economique pour la Région de Québec, 1967.

18 - BONFORTE, GILBERT A., Rock Tunnel Costs for Highway Planning, presented at International Road Federation sixth world meeting, 1970.

19 - BUSINESS AND TRANSPORTATION AGENCY, STATE OF CALIFORNIA, Manual of Bridge Design, 1971.

20 - CANADIAN URBAN ECONOMICS LTD., Les Perspectives Economiques, Etude de Transport et Circulation du Québec Métropolitain, 1966.

21 - CARRIER, TROTTIER & AUBIN, Collection et Disposition des Eaux Usées du Comté de Lévis, 1975.

22 - CAYOUETTE, FOSTER & METIVIER, Le Marketing dans le Secteur Public, Le Cas de l'Opération (Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur), de l'Ile D'Orléans, Québec, 1976.

23 - CENTRE D'AFFAIRES ST-ROCH, Mémoire sur les Communications entre Québec-Lévis, Québec 1966.

24 - CENTREAU, Aménagement du Bras Nord du Saint-Laurent, Phase I: Etude du Milieu, Potentialités et Contraintes, Québec 1972.

25 - CENTREAU, Projet d'Aménagement du Chenal Nord de l'Ile d'Orléans: Etude d'Opportunité, Québec 1972.

26 - COMITE DE RENOVATION ET DE MISE EN VALEUR DU VIEUX-QUEBEC, Concept Général de Réaménagement du Vieux Québec, Québec 1970.

27 - COMMISSION D'AMENAGEMENT DE LA C.U.Q., Prévisions Démographiques 1976-2001-C.U.Q., Québec 1974.

28 - COMMISSION D'AMENAGEMENT DE LA C.U.Q. Schéma d'Aménagement de la Communauté Urbaine de Québec - Le Concept, Québec 1975.

29 - COMMISSION D'AMENAGEMENT DE LA C.U.Q., Schéma d'Aménagement de la Communauté Urbaine de Québec - Résumé du Concept, Québec 1975.

30 - COMMISSION D'AMENAGEMENT DE LA C.U.Q., Schéma d'Aménagement de la Communauté Urbaine de Québec, l'Environnement Urbain et Rural, Québec 1975.

31 - COMMISSION D'AMENAGEMENT DE LA C.U.Q., Schéma d'Aménagement de la Communauté Urbaine de Québec, Les Espaces Industriels, Québec 1975.

32 - COMMISSION D'AMENAGEMENT DE LA C.U.Q., Schéma d'Aménagement de la Communauté Urbaine de Québec, Les Espaces Verts Récréatifs, Québec 1975.

33 - COMMISSION D'AMENAGEMENT DE LA C.U.Q., Schéma d'Aménagement de la Communauté Urbaine de Québec, Première Phase: Etudes Sectorielles, Transports, Québec 1972.

34 - COMMISSION D'AMENAGEMENT DE LA C.U.Q., Schéma d'Aménagement de la Communauté Urbaine de Québec, Habitation, Québec 1975.

35 - COMMISSION D'AMENAGEMENT DE LA C.U.Q., Schéma d'Aménagement de la Communauté Urbaine de Québec, Résumé des Annexes Techniques, Québec 1975.

36 - COMMISSION D'AMENAGEMENT DE LA C.U.Q., Les Transports au Centre-Ville de Québec, Québec 1976.

37 - C.T.C.U.Q., Enquête Origine-Destination, Région Nord-Ouest, Québec 1973.

38 - C.T.C.U.Q., Enquête Cordon, Québec 1973.

39 - C.T.C.U.Q., Rapport sur la Voie Réservée aux Autobus, Québec 1975.

40 - COOK, J.P., Composite Construction Methods, McGraw-Hill 1977.

41 - CULVERWELL, D.R., Immersed-Tubes and the Tees, Tunnels and Tunnelling, Vo. 8 no 1, Jan.1976, p. 27-33.

42 - CULVERWELL, D.R., Immersed-Tubes Tunnels, Tunnels and Tunnelling, Vo. 8 no. 3, March and April 1976, p. 91-95-97-98.

43 - DANCOSE, M. & ALL, Projet d'Expansion du Port de Québec, Aménagement des Battures de Beauport, 1967.

44 - DOMINION BRIDGE CO. LTEE, Communications entre les Cités de Québec et de Lévis.

45 - ENERGIE, MINES & RESSOURCES, Yearly Extremes Tide Livels, Ottawa 1970.

46 - ENVIRONNEMENT CANADA, Données à 1'Aéroport de Québec.

47 - ENVIRONNEMENT CANADA, SCIENCES MARINES, Hydrodynamical Studies on St-Lawrence River, 1971.

48 - ENVIRONNEMENT CANADA, Monthly and Yearly Mean Water Levels, Vol 2: Tidal, 1975.

49 - ENVIRONNEMENT CANADA, Renseignements Climatologiques de Base, 1976.

50 - ENVIRONNEMENT CANADA, PECHES ET MER, Traitement Statistique des Niveaux de Marée (1946-1976), 1977.

51 - ENVIRONNEMENT CANADA,PECHES ET MER, Table des Marées et Courants du Canada, Vol 3: Fleuve St-Laurent et Rivière Saguenay, 1976-1977-1978.

52 - ENVIRONNEMENT CANADA, PECHES ET MER, Water Levels 1974, Vol 2, Tidal, Part 1, 1974.

53 - F.E.N.C.O., Rapport Traversées du Fleuve à Québec, 1962.

54 - FISET, ED., Rapport sur l'Aménagement de la Cité Parlementaire et du Secteur Limitrophe, 1963.

55 - FRENETTE, M. & ALL., Le Saint-Laurent: Son Environnement, ses Usages, 1'Ingénieur, mars-avril 1976, mai-juin, 1976, juillet-août 1976.

56 - GALABRU, P., Les Fondations et les Souterrains, Editions Eyrolles, Paris 1 1969.

57 - GAUTRIN, H.F., Pour Relier Québec à Lévis, un Tunnel sous le Fleuve, 1'Ingénieur, nov. 1967.

58 - GOUVERNEMENT DU CANADA, Loi sur la Protection des Eaux Navigables, Ottawa,

59 - GOUVERNEMENT DU QUEBEC, MIN. DES TRANSPORTS, Contrôle de la Qualité des Ponts et Charpentes Métalliques, 1974.

60 - GOUVERNEMENT DU QUEBEC, MIN. DES TRANSPORTS, SERV. DES SOLS ET MATERIAUX, Lien Rive-Nord /Rive-Sud via Tunnel, 1975.

61 - GOUVERNEMENT DU QUEBEC, MIN. VOIRIE ET TRANSPORTS, SERV. TECHNIQUE DE LA CIRCULATION, Région de Québec, Lien Rive-Nord, Rive-Sud, 1973.

62 - GUYON, Y., Limit-State Design of Prestresseed Concrete, vol. 1 et 2, Halsted-Wiley, 1972-1974.

63 - HALL, P. BRONDUM-NEILSEN T., KIVISILD H.R., Deas Island Tunnel, ASCE, Journal of the Structual, Division, paper 1436.

64 - HALL P., COUTURE A., EARLE G., Prestressed Concrete in Sub-Aqueous Tunnel Construction, Prestressed Concrete Institute Journal, Vol. 10 no. 4, Aug. 1965, p.44-53.

65 - HAUT COMMISSARIAT A LA JEUNESSE, AU LOISIR ET AUX SPORTS, Installation Sportives des Municipalités, Région de l'Ile d'Orléans, 1976.

66 - HAVNO, K., John F. Kennedy Tunnel under the Shelde in Antwerp, Tunnels and Tunnelling, July 1969, p. 68-73.

67 - HAVNO, K. Tunnels Imergés, Travaux no 420, mars 1970, p. 175-83.

68 - HOLZ, E. ASS., Rapport d'Etude Séismique Fleuve St-Laurent, pour le Ministère des Transports du Québec, 1974.

69 - HUBERT, F., Le Développement et l'Aménagement Industriels du Territoire dans la Région de Québec, Université Laval, 1975.

70 - HUBERT, F., Espaces et Industries dans la région de Québec; Tendances Récentes et Perspectives, Cahiers de Géographie du Québec, Vol. 20, no 49, avril 1976.

71 - HYDRO-QUEBEC, Météorologie industrielle de la Baie James.

72 - INNES, K.W., Design and construction of Hong-Kong Cross Harbour Tunnel, Tunnels and Tunnelling, July and August 1971.

73 - INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERING, Steel Box Girders Bridges, William Glowes and Sons, London, 1973.

74 - JANIN ET CIE LTEE, Tunnel Québec-Lévis, 1962.

75 - KHACHUTURIAN AND CURFINKEL, Prestressed Concrete, McGraw-Hill, 1969.

76 - KNOWLES, P.R., Composite Steel and Concrete Construction, Halsted-Wiley 1973.

77 - KOWENDANT, August F., Contemporary Concrete Structure, 1972.

78 - LACROIX-MOQUIN, C., Synthèse du Lien Direct Lévis-Québec, Centre à Centre, Québec 1972.

79 - LEE, D.H., Deep Foundation and Sheet Piling, Concrete Publ. Limited, London, 1961.

80 - LENNUT CANADA LTEE, Une Solution pour les Communications entre Québec-Rive Sud, 1966.

81 - LEVEES GEODESIQUES DU CANADA, B.M. Géodésiques,

82 - MAJOR ET MARTIN INC., Développements de Complexes Industriels Reliés au Port de Québec, pour la Société Interport, 1977

83 - MARINE SCIENCES BRANCH ENVIRONNEMENT CANADA, Tide and Water Level Bench Marks, Vol. 3, St-Lawrence and Saguenay Rivers, Ottawa 1968.

84 - MINISTERE DE L'ENERGIE, MINES, ET, RESSOURCES, Atlas du Canada: Table des Matières, 1975.

85 - MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT CANADA, Température et Précipitation, Québec 1941-1970, 1971.

86 - MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT, SERVICE DES TUNNELS, FRANCE, Dossier Pilote des Tunnels, Paris 1970.

87 - MINISTERE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE, Etude de Localisation de l'Aluminerie, Québec 1976.

88 - MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES, Les Vents dans la Région de Québec, 1970.

89 - MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES, Climat du Québec Méridional, Québec 1974.

90 - MINISTERE DES TERRES ET FORETS DU QUEBEC, Répertoire des Cartes Géographiques et des Photographies Aériennes, 1975.

91 - MINISTERE DU TOURISME, CHASSE ET PECHE, Golf Québec, 1976.

92 - MINISTERE DU TOURISME, CHASSE ET PECHE, Camping Québec-1976, 1976.

93 - MINISTERE DU TOURISME, CHASSE ET PECHE, Hôtels du Québec, 1976.

94 - MINISTERE DU TOURISME, CHASSE ET PECHE, Inventaire de l'Equipement Touristique, Région de Québec, 1976.

95 - MINISTERE DU TOURISME, CHASSE ET PECHE, Pourvoyeurs en Chasse et Pêche, 1976, 1976.

96 - MINISTERE DES TRANSPORTS DU QUEBEC, Compteurs Routiers 1976, Région 03, 1976.

97 - MINISTERE DES TRANSPORTS DU QUEBEC, Transport en Commun Québec-Lévis, Etude de Pré-Factibilité, 1974.

98 - MINISTERE DES TRANSPORTS DU QUEBEC, SERVICE DE LA CIRCULATION, Le Bruit de la Circulation Routière, Montréal, 1976.

99 - MINISTERE DES TRANSPORTS DU QUEBEC, SERVICE DE LA CIRCULATION, Enquête Origine-Destination du Québec Métropolitain, Tomes 1, 2 et 3, 1971.

100 - MINISTERE DES TRANSPORTS DU QUEBEC, SERVICE DE LA CIRCULATION, Normes de Classification des Routes du Québec, 1976.

101 - MINISTERE DES TRANSPORTS DU QUEBEC, SERVICE DES PONTS, Etude des Marées, 1974.

102 - O'CONNOR, C., Design of Bridge Superstructures, Wiley-Interscience 1971.

103 - OFFICE DE PLANIFICATION ET DE DEVELOPPEMENT DU QUEBEC, Dossier Aluminerie: Les Sites Potentiels et leurs Implications au Niveau d'Aménagement du Territoire, 1976.

104 - OFFICE DE PLANIFICATION ET DE DEVELOPPEMENT DU QUEBEC, Légende des Cartes de l'inventaire des Terres du Canada.

105 - OUELLET, Y., Hydraulique Maritime, Notes de cours, Université Laval 1975.

106 - PERELLON, A., Ponts sur Pieux Métalliques, Sécrétariat aux Affaires Etrangères, République Française, 1970.

107 - PIETTE, AUDY, LEPINAY, BERTRAND ET LEMIEUX, Diffusion dans le Fleuve St-Laurent des Eaux Usées du Québec Métropolitain, pour le B.A.E.Q.M., Québec 1970.

108 - PIETTE, AUDY, BERTRAND, LEMIEUX, FUGERE ET LEBLOND, Forages Diffuseur Québec, B.A.E.Q.M., 1972.

109 - PODOLNY AND SCALZI, Construction and Design of Cable-Stayed Bridges, Wiley-Interscience 1976.

110 - PRESTON AND SOLLENBURG, Modern Prestressed Structure, McGraw-Hill 1967.

111 - PRESTRESSED CONCRETE INSTITUTE, Prestressed Concrete for Long-Span Bridges, 1967.

112 - QUINN, ALONZO DE F., Design and Construction of Ports and Marine Structures, McGraw-Hill, 1972.

113 - RAU, P., Etude des Liens Proposés entre les Rives Nord et Sud; Impact Environnemental, Document de Travail, Université Laval, 1974.

114 - REDMA ET PLURAM, Etude de Cadrage des Espaces Industriels - Rive Sud de Québec, 3 vol. pour le M.I.C., 1976.

115 - ROUSSEAU JEAN, Plan de Circulation et de Transports du Québec Métropolitain: Rapport sur l'Utilisation du Sol, 1968.

116 - SABOURIN, R., Géologie d'une Partie de la Seigneurie de Beaupré, Ministère des Richesses Naturelles, 1973.

117 - SENI, A., Cours de Ponts, Ecole Polytechnique, notes de cours, 1975.

118 - SERVICE DES PONTS, MINISTERE DES TRANSPORTS, Pont de l'Ile d'Orléans, Québec, juillet 1947.

119 - SERVICE DES SOLS ET MATERIAUX, MINISTERE DES TRANSPORTS, Forage du Boulevard des Grèves, 1972.

120 - SERVICE HYDROGRAPHIQUE DU CANADA, Signes Conventionnels et Abbréviations Utilisées sur les Cartes Marines Canadiennes, Ottawa, 1976.

121 - SERVICE HYDROGRAPHIQUE DU CANADA, Tidal Current Charts, St-Lawrence Estuary, 1939.

122 - SERVICES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT, Plan Directeur d'Aqueduc, Région Métropolitaine de Québec, 3 vol., Québec 1974.

123 - SERVICE D'URBANISME VILLE DE QUEBEC, Concept Céneral de Réaménagement de l'Aire no 10, 1972.

124 - SERVICE D'URBANISME VILLE DE QUEBEC, Kabir Kouba: Etude sur l'aménagement de la Rivière St-Charles et ses Environs, 1974.

125 - SERVICE D'URBANISME VILLE DE QUEBEC, Programme détaillé de Rénovation Aire no 10, Zone 1, 1971.

126 - SOCIETE D'HABITATION DU QUEBEC ET VILLE DE QUEBEC, Le concept Général de Réaménagement de la Colline Parlementaire 1967-1987, Québec 1967.

127 - STATISTIQUES CANADA, Recensements 1901-1971.

128 - STELCO CO., Bridging with Steel, Stelco Co, Bulletin technique no 19, July 1977.

129 - ST-JULIEN P., OSBORNE F., Géologie de la Région de la Ville de Québec, Ministère des Richesses Naturelles, 1973.

130 - SVERDRUP, L.J., Chesapeake Bay Bridge - Tunnel Project, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. 46, May 1970, p. 1-19.

131 - SZECHY, Traité de Construction des Tunnels, Dunod, 1971.

132 - TERRATECH LTEE, Rapport d'Etude de Sols pour les Pylones de l'Hydro-Québec, Ile d'Orléans, Bras Nord et Bras Sud, 1971.

133 - TORONTO ROADS AND TRANSPORTATION ASSOCIATION OF CANADA, Guide to Bridge Hydraulics, University of Toronto Press, 1973.

134 - TROITSKY, M.S., Cable-Stayed Bridges Theory and Design, Crosby, Lockwood Staples, London, 1977.

135 - TROITSKY, M.S. Orthotropic Bridges Theory and Design, the James F. Lincoln, Arc Welding Foundation, Cleveland, Ohio, 1967.

136 - UNITED STATES STEEL CO., Highway Structures Design Handbook, Vol 1 et 2, 1965.

137 - URBANEX, Ile d'Orléans - Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur - Phase 1 - Esquisse d'aménagement du secteur Haut Estuairien, pour l'O.P.D.Q. et le M.A.C., 1975.

138 - URBANEX, Ile d'Orléans - Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur - Phase II - Etude du milieu Physique, 5 volumes, pour L'O.P.D.Q. et le M.A.C., 1976.

139 - URBATIQUE INC., Projet Colline Parlementaire, pour la Commission d'Aménagement de la C.U.Q. , 1974.

140 - U.S. ARMY COASTAL ENGINEERING - RESEARCH CENTER, Breakwaters with Vertical and Sloping Faces, 1966.

141 - U.S. ARMY COASTAL ENGINEERING - RESEARCH CENTER, Shore Protection Planning and Design, 1966.

142 - VANDRY, CHARLAND ET JOBIN, Etude des Mouvements des Véhicules dans les Zones de la Cité Parlementaire et de l'Aire de Réaménagement Limitrophe, 1963.

143 - VANDRY, JOBIN ET ASS., Etude sur la Faisabilité d'un Lien entre la Rive Nord et la Rive Sud du Fleuve St-Laurent, via l'Ile d'Orléans - Rapport d'Etape, Québec 1977.

144 - VANDRY, JOBIN, DE LEUW, CATHER ET ASS. , Plan de Circulation et de Transport, Région Métropolitaine de Québec, 2 volumes, 1968.

145 - WHITE AND PRENTIS, Cofferdams, Columbia University Press, 1940.

146 - WILLIAMS G.M.J. INNES K.W., Structural aspects of Submerged Tube Tunnel Construction, Struct. Eng., Vol. 50 no. 2, Feb. 1972, p. 81-93.

MINISTERE DES TRANSPORTS
QTR A 093 843

GOUVERNEMENT DU QUEBEC

Ministère des
Transports du Québec

étude sur la faisabilité d'un lien
entre la rive nord et la rive sud
du fleuve saint-laurent
via l'ile d'orléans

RAPPORT FINAL

Volume II Figures

CANQ
TR
606
V.2

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

Mai 1979

Québec

4 29969

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
21e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

GOUVERNEMENT DU QUEBEC

Ministère des
Transports du Québec

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
JUIL 17 1981
TRANSPORTS QUÉBEC

étude sur la faisabilité d'un lien entre la rive nord et la rive sud du fleuve saint-laurent via l'ile d'orléans

RAPPORT FINAL

Volume II Figures

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

Québec

CANQ
TR
606
V.2

Mai 1979

LISTE DES FIGURES (VOLUME II)

CHAPITRE III: DESCRIPTION DU SITE

Figure no 3.1 Zone d'étude
3.2 Températures et précipitations à Québec
3.3 Fréquences annuelles des vents
3.4 Variation de la température de l'eau
3.5 Bathymétrie et topographie
3.6 Socle rocheux
3.7 Plan des forages 1977
3.8 Plan des forages 1978
3.9 Sondages séismiques dans le chenal nord, 1977
3.10 Résistance au cisaillement, forage #3
3.11 Sondages et stations d'arpentages

CHAPITRE V: CHENAL NORD

Figure no 5.1 Présentation des axes étudiés
5.2 Pont haubané à caisson d'acier et dalle orthotrope, axe 2 nord
5.3 Pont haubané à caisson d'acier et dalle orthotrope, portées 60-150-60 m.
5.4 Pont haubané à caisson d'acier et dalle orthotrope, portées 90-250-90 m.
5.5 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, élévation axe 2 nord.
5.6 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, élévation axe 2D nord.
5.7 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, élévation axe 3A nord.
5.8 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, élévation 5 nord.
5.9 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, conditions aux appuis.
5.10 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, coupe transversale
5.11 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, coupe longitudinale du tablier, coupe transversale du tablier.
5.12 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, pilier
5.13 Pont tubulaire en béton précontraint construit par encorbellement, pilier.
5.14 Pont à poutres caissons d'acier avec dalle orthotrope, superposition des contraintes dans le tablier d'un pont à dalle orthotrope.
5.15 Pont à poutres caissons d'acier avec dalle orthotrope, structures existantes.

5.16 Pont à poutres caissons d'acier avec dalle orthotrope, structures existantes.
5.17 Pont à poutres caissons d'acier avec dalle orthotrope, 2 ponts à 3 voies.
5.18 Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint et dalle composite en béton armé, élévation du pont, deux ponts jumelés de 13.65 m de largeur.
5.19 Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint et dalle composite en béton armé, élévation du pont, deux ponts jumelés de 13.09 m de largeur.
5.20 Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint et dalle composite en béton armé, élévation du pont, pont simple de de 13.65 m de largeur avec trottoir.
5.21 Pont à poutres préfabriquées en béton précontraint et dalle composite en béton armé, poutres AASHO de type V.
5.22 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armée, élévation du pont dans le chenal nord.
5.23 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armée, ponts jumelés de 3 voies, pont simple 2 X 3 voies.
5.24 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, pont simple 2 voies + un trottoir, séquences des coulées de la dalle.
5.25 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, ensemble contreventement.
5.26 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, cadre de torsion et contreventement de la semelle supérieure, diaphragmes aux piliers.
5.27 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, diaphragme en béton aux culées.
5.28 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, diaphragme en acier aux culées.
5.29 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, dimension des plaques.
5.30 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, méthode de construction.
5.31 Pont à poutres caissons d'acier et dalle composite en béton armé, coût par mètre linéaire vs portée principale.
5.32 Pont à poutres assemblées en acier avec dalle composite en béton armé, coupe longitudinale.
5.33 Pont à poutres assemblées en acier avec dalle composite en béton armé, coupe transversale ponts jumelés, détails.
5.34 Pont à poutres assemblées en acier avec dalle composite en béton armé, coupe transversale pont simple avec trottoir, détails.
5.35 Infrastructure des portées d'approches, piliers des poutres d'acier.
5.36 Infrastructure des portées d'approches, piliers des poutres préfabriquées en béton.
5.37 Infrastructure des portées d'approches, pilier des poutres caissons en acier.
5.38 Infrastructure des portées d'approches, pilier des poutres à base unique et fûts séparés.
5.39 Infrastructure des portées d'approches, coupe type d'un batardeau en enrochement.

5.40 Infrastructure des portées d'approches, exemple d'un batardeau de palplanches d'acier.
5.41 Jetée et pont en encorbellement, axe #2
5.42 Jetée et pont à haubans (150 m), axe #2
5.43 Jetée et pont à haubans (250 m), axe #2
5.44 Pont en béton avec portées d'approches en poutres d'acier, axe #2
5.45 Pont en béton avec portées d'approches en poutres préfabriquées de béton, axe #2
5.46 Jetée complète, axe #2D
5.47 Coupes types pour jetées à 2 voies
5.48 Coupes types pour jetées à 2 voies
5.49 Coupes types pour jetées à 6 voies
5.50 Coupes types pour jetées à 6 voies
5.51 Jetée et pont en encorbellement, axe #2-D
5.52 Jetée et pont à haubans (150 m) axe #2-D
5.53 Jetée et pont à haubans (250 m) axe #2-D
5.54 Pont en béton avec portées d'approches en poutres d'acier, axe #2-D
5.55 Pont en béton avec portées d'approches en poutres d'acier, et de béton, axe #2-D
5.56 Jetée complète, axe #3-A
5.57 Jetée et pont en encorbellement, axe #3-A
5.58 Pont en béton avec portées d'approches en poutres préfabriquées de béton, axe #3-A
5.59 Jetée et pont à haubans (150 m), axe #3-A
5.60 Jetée et pont à haubans (250 m), axe #3-A
5.61 Jetée et pont en encorbellement, axe #5
5.62 Pont en béton avec portées d'approches en poutres d'acier, axe #5
5.63 Pont en béton avec portées d'approches en poutres préfabriquées de béton, axe #5
5.64 Jetée et pont à haubans (150 m), axe #5
5.65 Jetée et pont à haubans (250 m), axe #5

CHAPITRE VI: CHENAL SUD

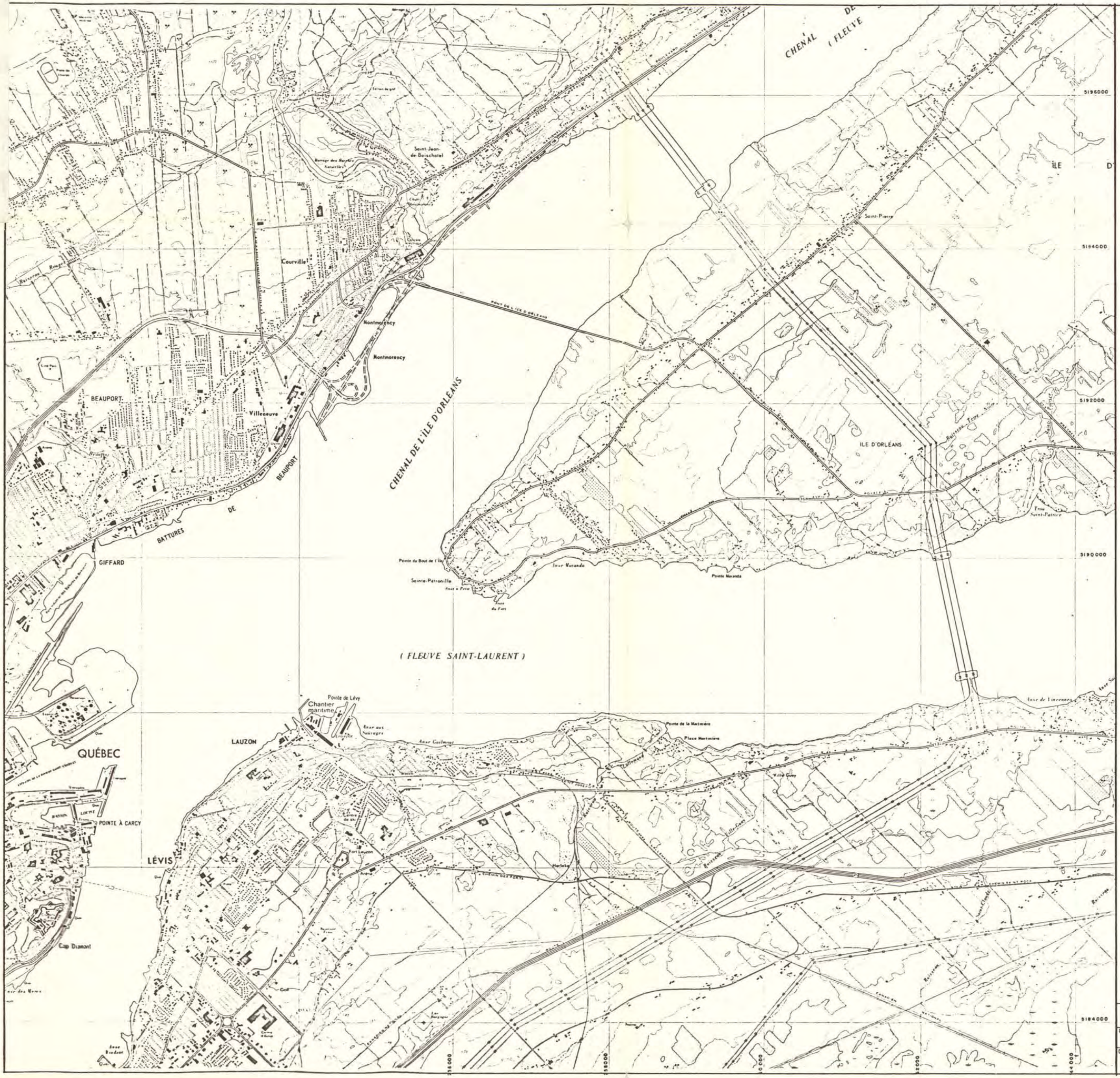
Figure no 6.1 Pont suspendu, axe #2 et #2-D
6.2 Pont suspendu, axe #3-A et #5
6.3 Pont suspendu, travée de 790 m.
6.4 Tunnel déposé et foré, axe #1
6.5 Tunnel déposé et foré, axe #2-A
6.6 Tunnel déposé et foré, axe #2-C
6.7 Tunnel déposé, sections types, méthode américaine
6.8 Tunnel déposé, nivellement de la tranchée, méthode américaine
6.9 Tunnel déposé, joint type, section américaine
6.10 Tunnel déposé, sections rectangulaires
6.11 Tunnel déposé, mise en place d'un élément, section rectangulaire
6.12 Tunnel déposé, joint type, section rectangulaire
6.13 Tunnel déposé, injection du coussin de sable, méthode européenne
6.14 Tunnel déposé, ouvertes types des rampes d'approches

6.15 Tunnel foré, tracé approximatif considéré
6.16 Tunnel foré, axe #2-A
6.17 Tunnel foré, profil en plan
6.18 Tunnel foré, profil en coupe
6.19 Tunnel foré, profil en travers.

CHAPITRE VII: ILE D'ORLEANS

Figure no 7.1 Possibilité d'accès sur l'Ile d'Orléans
7.2 Possibilité d'accès sur l'Ile d'Orléans

CHAPITRE III



MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

ETUDE SUR LA POSSIBILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT, VIA L'ILE D'ORLÉANS.

ZONE D'ÉTUDE

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS-CONSEILS

PRÉPARÉ PAR	DATE
DESSINÉ PAR	PLAN N° FIG. 3.1

TEMPERATURES ET PRECIPITATIONS A QUEBEC

QUEBEC LATITUDE 46 48 N LONGITUDE 71 13 W ELEVATION 90.24 METRES ASL

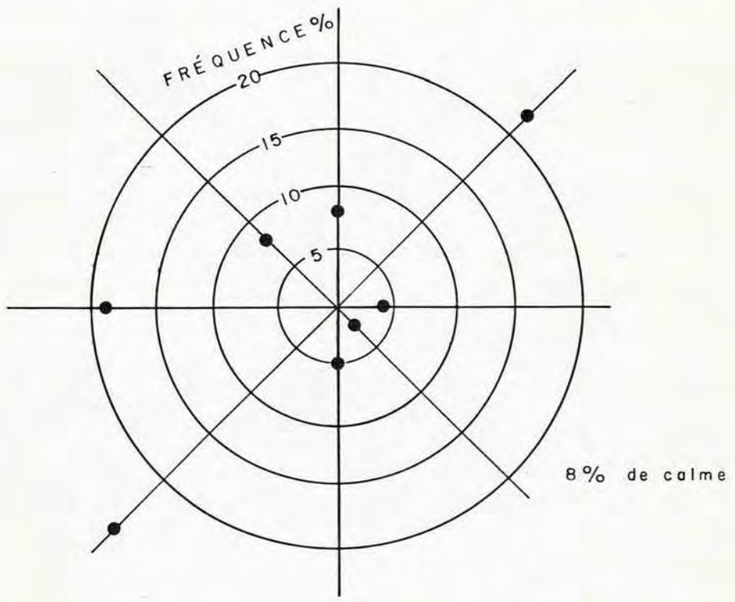
	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Ans	Type de normale
TEMP. MOYENNE QUOTIDIENNE (deg C)	-10.61	- 9.05	- 3.1	+ 4.1	11.11	16.88	20.11	18.83	13.88	7.99	.83	- 7.83	5.27	4
TEMPERATURE MAX. QUOTIDIENNE MOYENNE	- 6.61	- 4.94	.72	8.38	16.38	22.05	25.49	23.83	18.77	11.88	3.66	- 4.33	9.55	4
TEMPERATURE MIN. QUOTIDIENNE MOYENNE	-14.66	-13.16	- 7.05	- .22	6.22	11.61	14.61	13.55	9.38	4.11	- 2.05	-11.33	.94	4
TEMPERATURE MAXIMALE	11.11	11.11	17.77	26.66	16.11	34.44	36.11	35.55	31.11	27.77	21.66	14.99	36.11	1
NOMBRE D'ANNEES EN RECORD	83	83	82	82	82	81	82	79	82	84	84	84		
TEMPERATURE MINIMALE	-36.66	-35.56	-30.55	-18.88	- 7.77	0.00	3.88	2.77	- 2.77	-10.00	-26.11	-35.55	-36.66	1
NOMBRE D'ANNEES EN RECORD	83	84	82	83	83	83	83	81	83	84	84	84		
NOMBRE DE JOURS DE GEL	31	28	28	16	2	0	0	0	*	4	20	30	159	4
HAUTEUR DE PLUIE MOYENNE (cm)	2.03	.83	2.84	6.40	9.27	11.17	12.09	11.32	10.89	8.66	7.62	18.21	86.13	8
CHUTE DE NEIGE MOYENNE	72.89	66.29	42.67	16.25	1.01	---	---	---	---	2.54	29.46	70.86	302.	8
PRECIPITATION TOTALE MOYENNE	9.32	7.46	7.11	8.02	9.37	11.17	12.09	11.32	10.89	8.91	10.56	10.05	116.33	8
PLUIE MAXIMUM EN 24 HEURES	6.45	5.61	3.42	4.59	4.74	10.43	7.49	13.13	9.70	8.20	5.02	3.47	13.13	1
NOMBRE D'ANNEES EN RECORD	84	87	85	86	86	86	85	85	86	87	87	86		
CHUTE DE NEIGE MAXIMUM EN 24 HEURES	55.88	53.34	35.56	35.56	15.24	---	---	---	---	20.32	45.72	44.70	55.88	1
NOMBRE D'ANNEES EN RECORD	84	87	85	86	86	86	86	87	87	87	87	87	86	
PRECIPITATION MAXIMUM EN 24 HEURES	6.70	5.61	3.56	4.59	4.59	10.43	7.49	13.13	9.70	8.20	5.25	4.47	13.13	1
NOMBRE D'ANNEES EN RECORD	84	87	85	86	86	86	85	85	86	87	87	87	86	
NOMBRE DE JOURS AVEC PLUIE MESURABLE	3	1	4	10	12	13	13	11	12	12	9	3	103	4
NOMBRE DE JOURS AVEC NEIGE MESURABLE	16	13	11	4	*	0	0	0	0	1	7	15	67	4
NOMBRE DE JRS AVEC PRECIPITATION MBLE.	18	13	14	12	12	13	13	11	12	12	14	17	161	4

Source: Environnement Canada, Température et Précipitation
1941 - 1970 QUEBEC

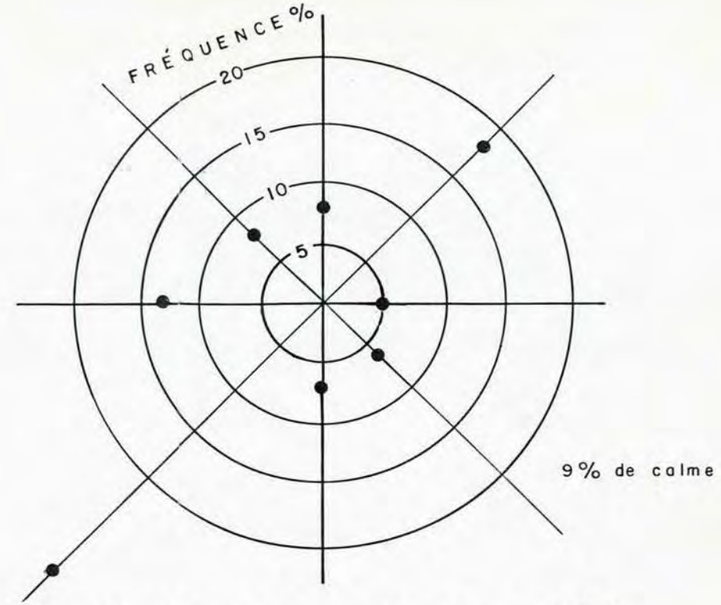
Explication du code chiffré apparaissant dans la colonne "Type de Normale".

1: 30 ans entre 1941 et 1970
4: De 15 à 19 ans, entre 1941 et 1970
8: Corrigé

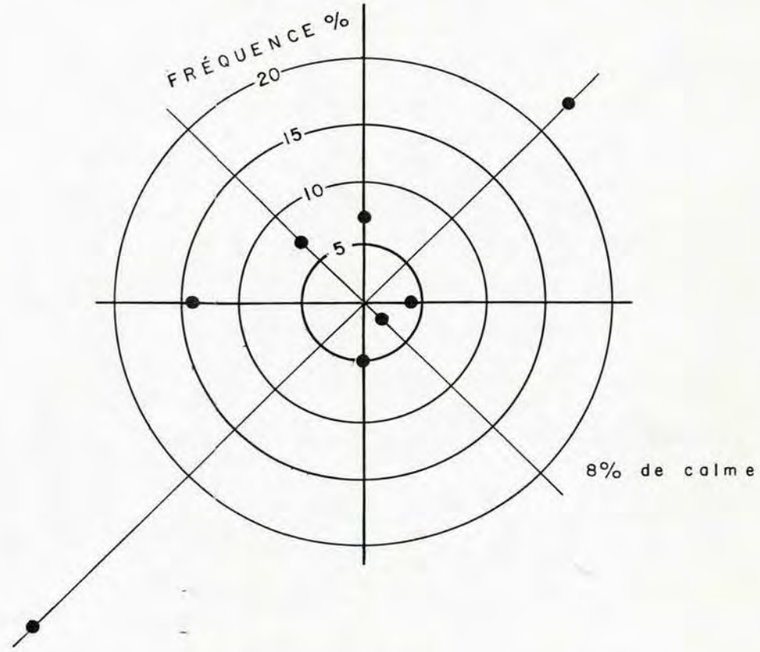
Fig. 3.2



FRÉQUENCES ET DIRECTIONS DES VENTS MOYENS



FRÉQUENCES ET DIRECTIONS DES VENTS D'ÉTÉ



FRÉQUENCES ET DIRECTIONS DES VENTS D'HIVER

FRÉQUENCES ANNUELLES DES VENTS
EN % POUR LA PERIODE 1949 - 1963
FIG. 3.3

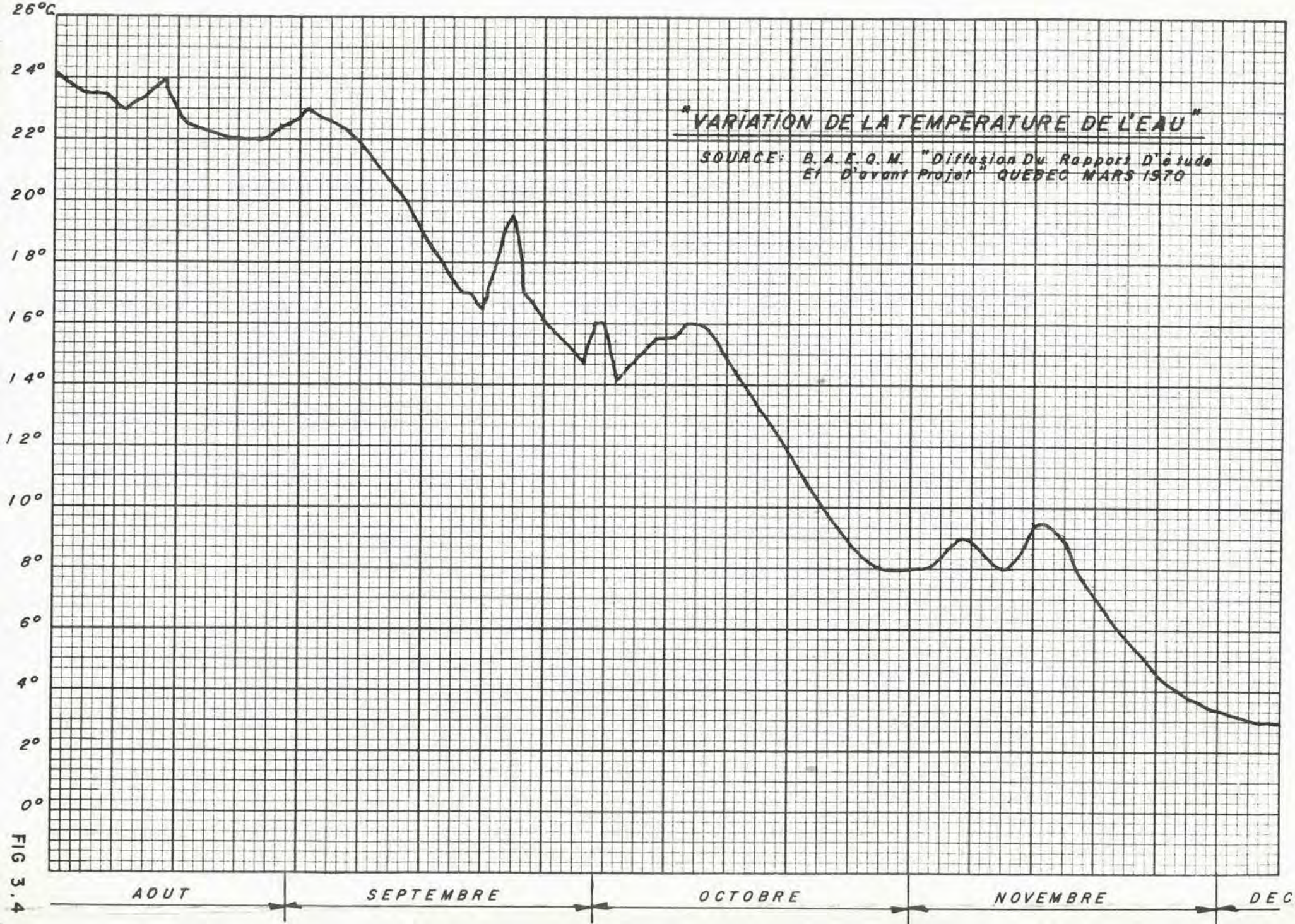

26°C
24°
22°
20°
18°
16°
14°
12°
10°
8°
6°
4°
2°
0°
"VARIATION DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU"
SOURCE: B.A.E.Q.M. "Diffusion Du Rapport D'étude Et D'avant Projet" QUEBEC MARS 1970
AOUT
SEPTEMBRE
OCTOBRE
NOVEMBRE
DEC.

FIG 3.4

LÉGENDE

NOTE

ÉQUIDISTANCE DES COURBES DU TERRAIN 10 MÈTRES, COTÉES PAR RAPPORT AU NIVEAU DE RÉFÉRENCE S.C.G.

ÉQUIDISTANCE DES COURBES DE PROFONDEUR D'EAU 5 MÈTRES, COTÉES PAR RAPPORT AU NIVEAU DE RÉFÉRENCE DES CARTES HYDROGRAPHIQUE (CHART DATUM)

SOURCE CARTES PLANI-TOP, MINISTÈRE DES TERRES ET FORETS
CARTES BATHYMÉTRIQUES SERVICE HYDROGRAPHIQUE DU CANADA

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

ETUDE SUR LA POSSIBILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT, VIA L'ILE D'ORLÉANS.

BATHYMETRIE ET TOPOGRAPHIE

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS-CONSEILS

PRÉPARÉ PAR	DATE
DESSINÉ PAR	PLAN N° FIG. 3.5
APPROUVÉ PAR	

LÉGENDE

ÉQUIDISTANCE DES COURBES DU ROC DANS LE FLEUVE 25 PIEDS, COTÉE EN-DESSOUS DU NIVEAU DE RÉFÉRENCE S.G.C.

- Compagnie Nationale De Forage & De Sondage Inc. Pour Vandry Jobin et Ass. (Fev. & Mars 1977, Fev. 1978)
- FORAGES - Ministère Des Transports (Gouv. Du Québec)
- FORAGES - Hydro-Québec
- SONDAGES - Seismique par Réfraction Gouvernement du Québec - Ministere des Transports (oct. 1977) R.S. = Roc Sain R.A. = Roc Altéré

COMPAGNIE NATIONALE DE FORAGE & DE SONDAGE INC.

NO	ÉLÉV. ROC	NO	ÉLÉV. ROC	NO	ÉLÉV. ROC
1	- 60	2	Plus Profond - 31	3	- 204
4	- 4.60	5		6	- 4.5
7	- 0.61	8	Plus Profond - 24	9	Plus Profond - 61
10		11	Plus Profond - 24	12	Plus Profond - 20
13	- 31	14			

FORAGES - MINISTERE DES TRANSPORTS Gouvernement Du Québec

NO	Nombre De Forages	ÉLÉV. ROC	NO	Nombre De Forages	ÉLÉV. ROC
15			16	1 FORAGE	Plus Profond - 35
17	1 FORAGE	Plus Profond - 32	18	1 FORAGE	- 17
19			20	1 FORAGE	- 0.61
21	7 FORAGES	+0.30 @ +1.22	22	6 FORAGES	+0.61 @ +1.22
23	6 FORAGES	+1.22 @ +1.83	24	1 FORAGE	Plus Profond - 67

FORAGES - HYDRO-QUÉBEC

NO	Nombre De Forages	ÉLÉV. ROC
25	4 FORAGES	- 1.80
26	4 FORAGES	+ 0.61

NOTE: NIVEAU DE RÉFÉRENCE S. G. C.

SOURCE: MINISTÈRES DES TERRES ET FORÊTS & DE LA VOIRIE

PIEDS 0 1000 2000 4000 6000

MÈTRES 0 500 1000 2000

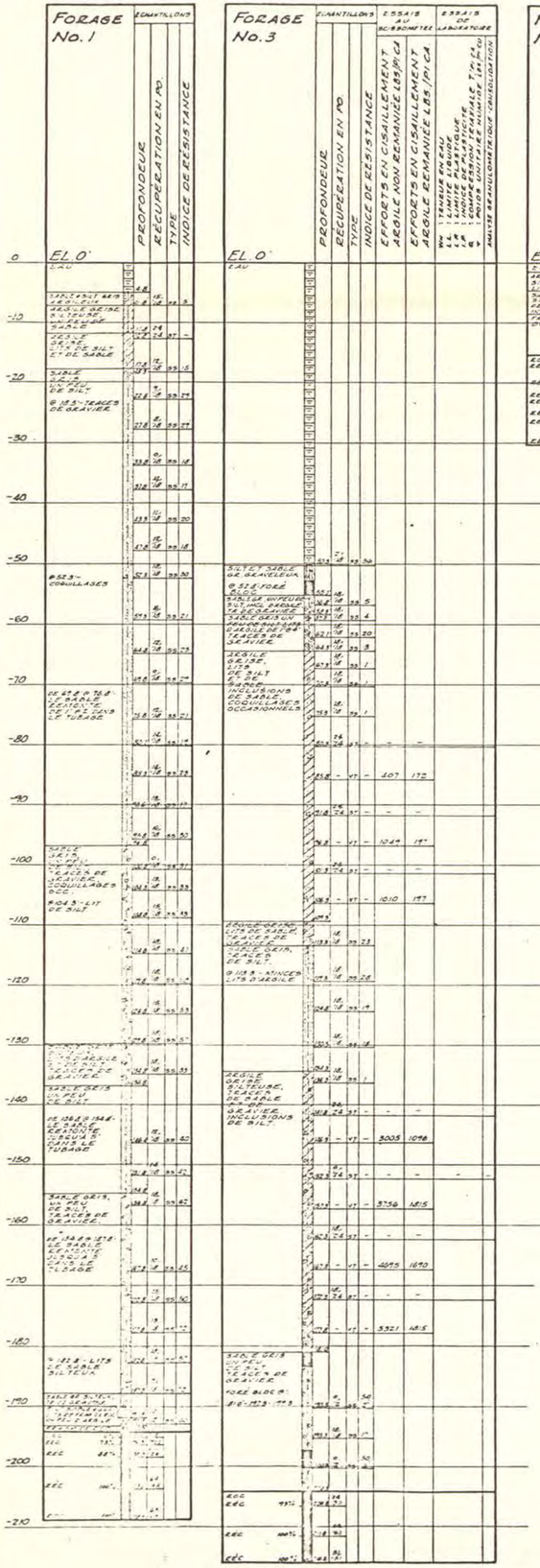
MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

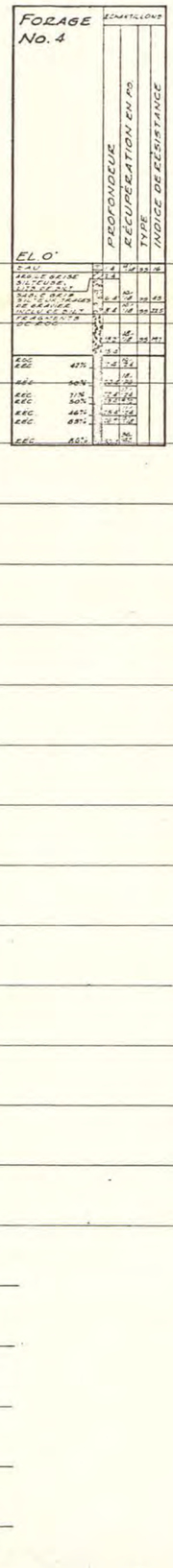
ETUDE SUR LA POSSIBILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT, VIA L'ILE D'ORLÉANS.

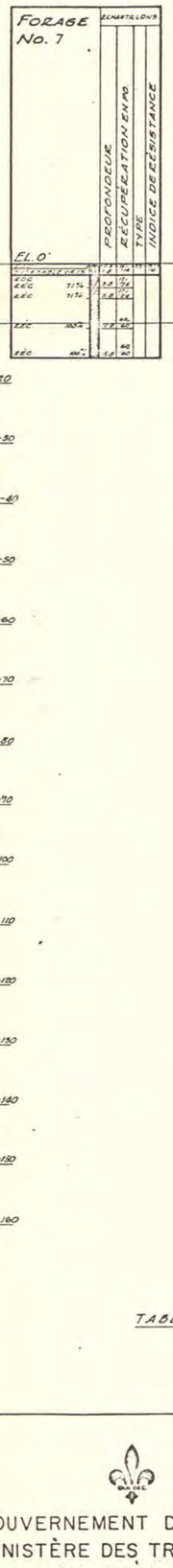
SOCLE ROCHEUX

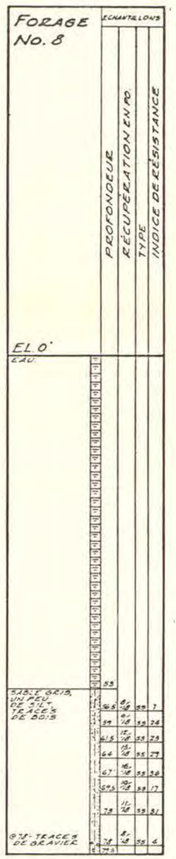
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS-CONSEILS

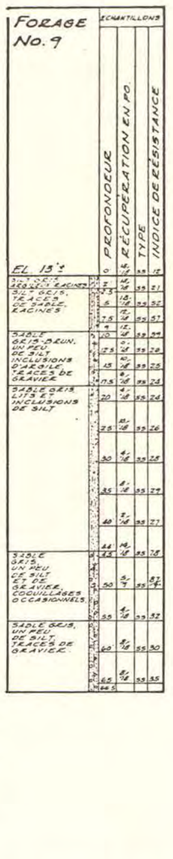
PRÉPARÉ PAR	DATE
DESSINÉ PAR	PLAN N° FIG. 3.6
APPROUVÉ PAR	





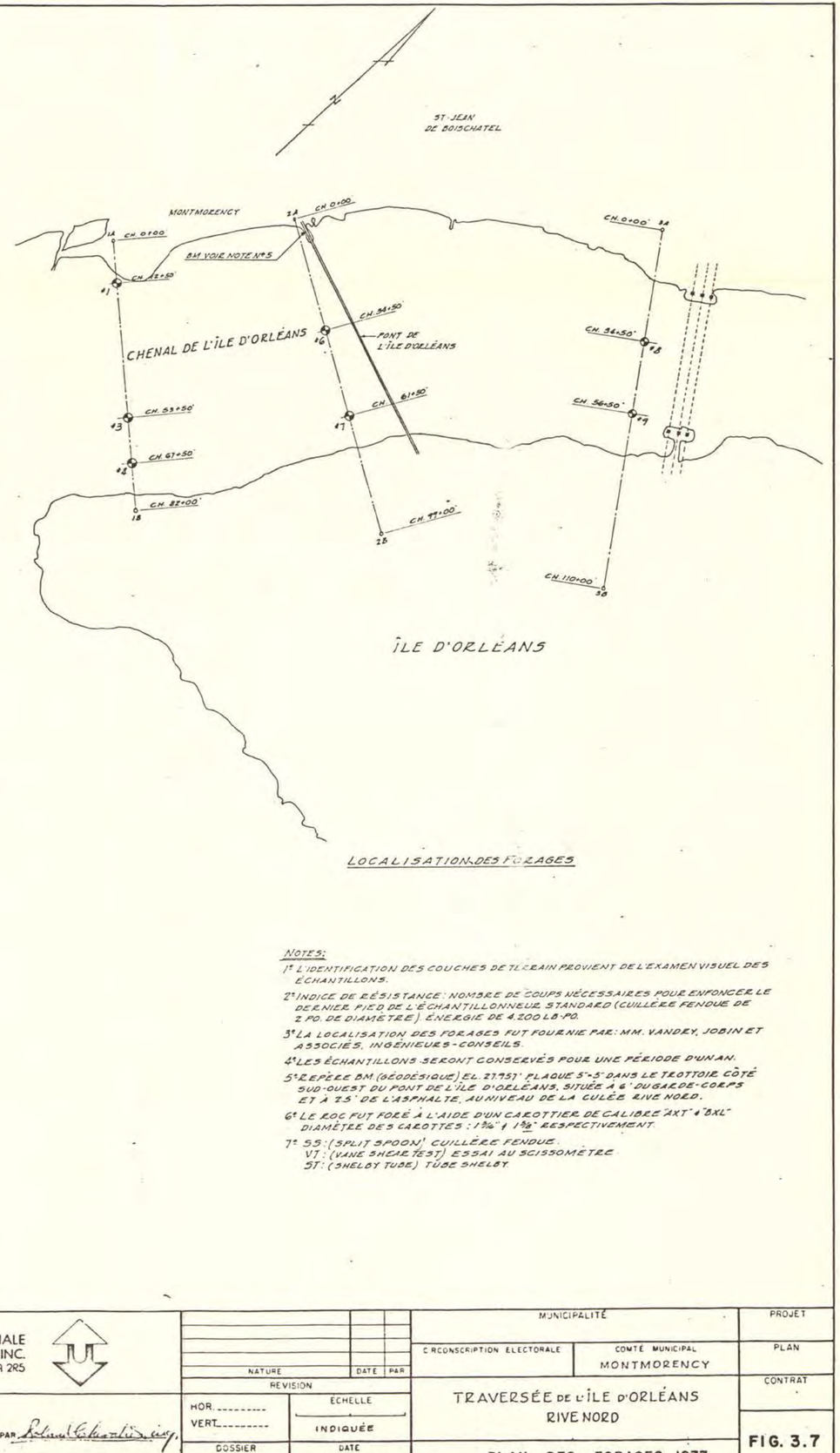






NOTE: LES ÉLÉVATIONS DES FORAGES NOS 8 ET 9 SONT APPROXIMATIVES.

TABLEAU DES FORAGES



LOCALISATION DES FORAGES

NOTES:

1° L'IDENTIFICATION DES COUCHES DE TERRAIN PROVIENT DE L'EXAMEN VISUEL DES ÉCHANTILLONS.

2° INDICE DE RÉSISTANCE: NOMBRE DE COUPS NÉCESSAIRES POUR ENFONCER LE DERNIER PIED DE L'ÉCHANTILLONNEUR STANDARD (CUILLÈRE FENDUE DE 2 PO. DE DIAMÈTRE). ÉNERGIE DE 4,200 LB-PO.

3° LA LOCALISATION DES FORAGES FUT FOURNIE PAR: MM. VANDRY, JOBIN ET ASSOCIÉS, INGÉNIEURS-CONSEILS.

4° LES ÉCHANTILLONS SERONT CONSERVÉS POUR UNE PÉRIODE D'UN AN.

5° REPÈRE BM (GÉODÉSIQUE) EL 27.95': PLAQUE 5"-5" DANS LE TROTTOIR CÔTÉ SUD-OUEST DU PONT DE L'ÎLE D'ORLÉANS, SITUÉE À 6' DU GARDE-CORPS ET À 25' DE L'ASPHALTE, AU NIVEAU DE LA CULÉE RIVE NORD.

6° LE ROC FUT FORÉ À L'AIDE D'UN CAROTTIER DE CALIBRE "AXT" & "BXL" DIAMÈTRE DES CAROTTES: 1 5/8" & 1 5/8" RESPECTIVEMENT.

7° SS: (SPLIT SPOON) CUILLÈRE FENDUE.
VT: (VANE SHEAR TEST) ESSAI AU SCISSOMÈTRE.
ST: (SHELBY TUBE) TUBE SHELBY.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DES TRANSPORTS

COMPAGNIE NATIONALE DE FORAGE ET SONDAGE INC.
1130 ouest, rue sherbrooke, montréal H3A 2R5

DESSINÉ PAR: M. BARCELO
VÉRIFIÉ PAR: Henri Martin, ing.
APPROUVÉ PAR: Roland Chevrette, ing.

NATURE	DATE	PAR
RÉVISION		

HOR. ---------
VERT. ---------
ÉCHELLE: INDIQUÉE
DOSSIER: 4796-10
DATE: MARS 1977

MUNICIPALITÉ
CIRCONSCRIPTION ÉLECTORALE
COMTÉ MUNICIPAL: MONTMORENCY

PROJET
PLAN
CONTRAT

TRAVERSÉE DE L'ÎLE D'ORLÉANS
RIVE NORD

PLAN DES FORAGES 1977

FIG. 3.7

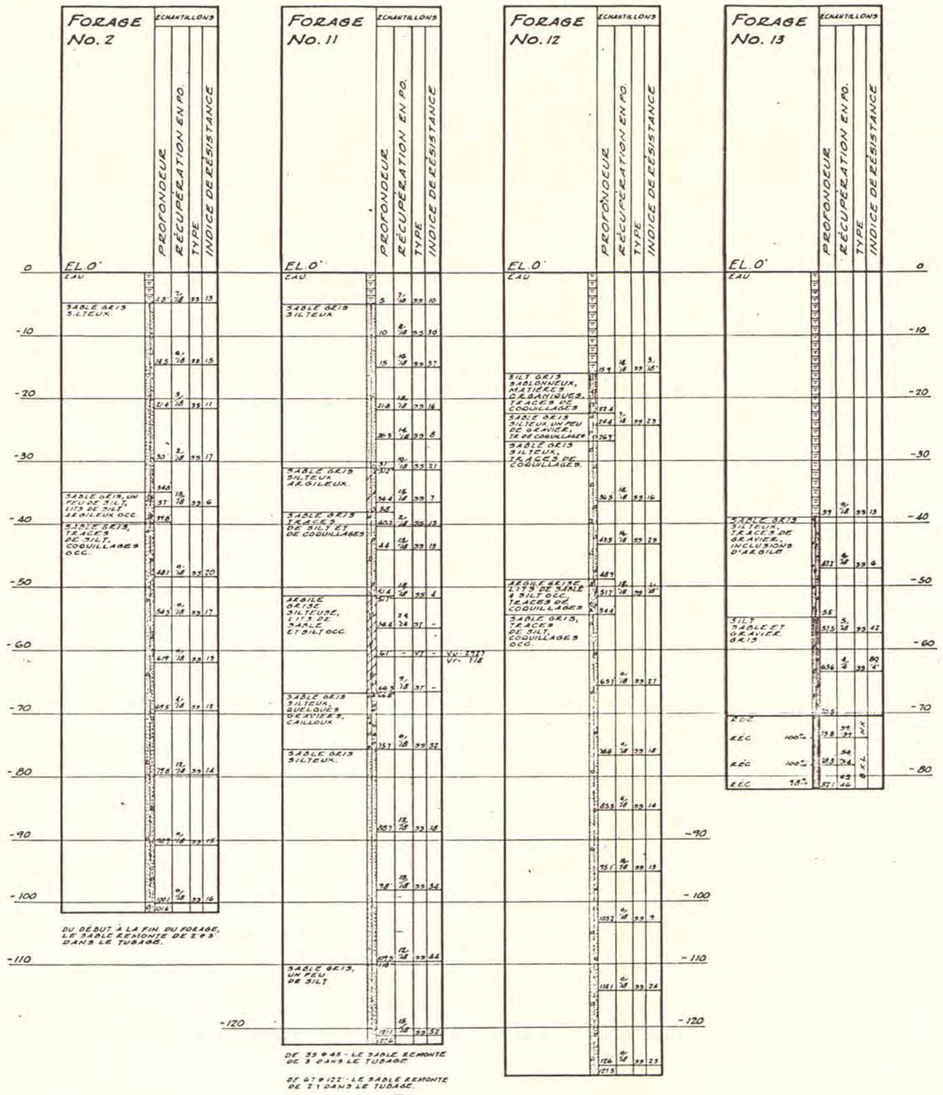
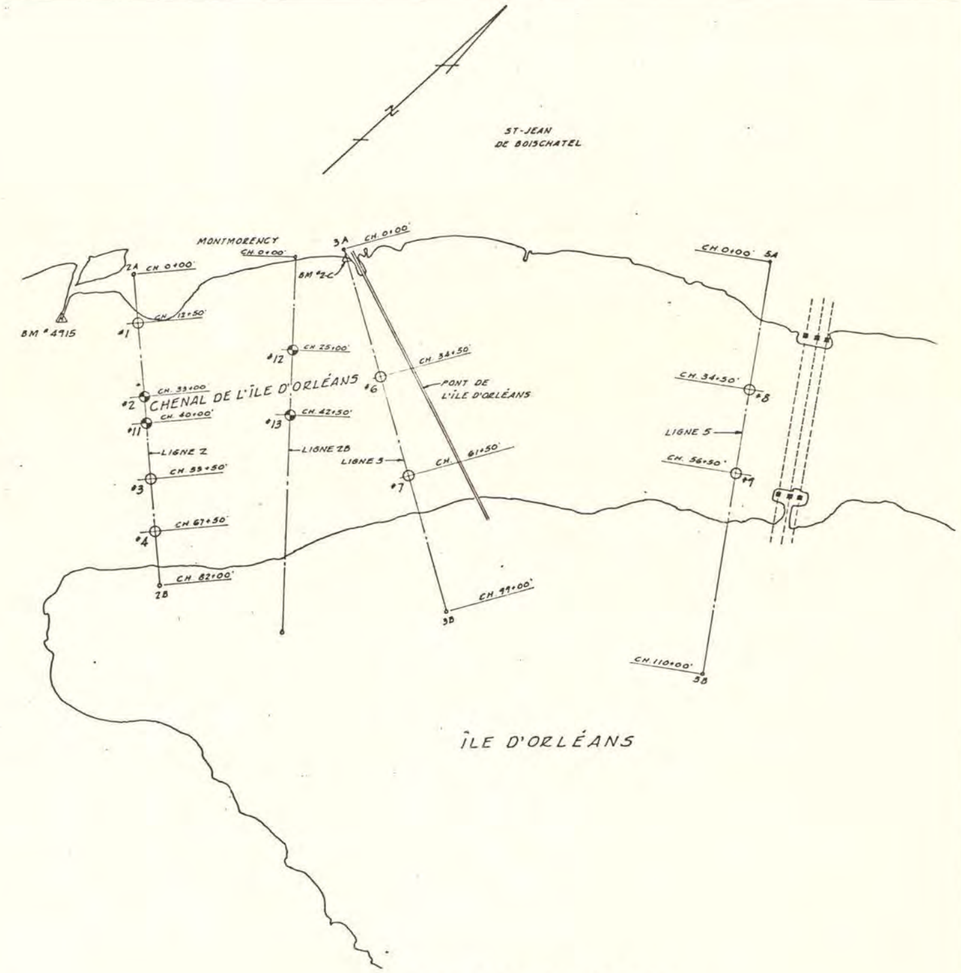


TABLEAU DES FORAGES



LOCALISATION DES FORAGES

LÉGENDE

- FORAGE EXÉCUTÉ EN MARS 1977 CONTRAT # 4796-10.
- FORAGE EXÉCUTÉ EN FÉV. ET EN MARS 1978

NOTES:

1° L'IDENTIFICATION DES COUCHES DE TERRAIN PROVIENT DE L'EXAMEN VISUEL DES ÉCHANTILLONS.

2° INDICE DE RÉSISTANCE: NOMBRE DE COUPS NÉCESSAIRES POUR ENFONCER LE DERNIER PIED DE L'ÉCHANTILLONNEUR STANDARD (CUILLÈRE FENDUE DE 2 PO DE DIAMÈTRE × 18 PO DE LONGUEUR) ENERGIE DE 4,200 LB-PO.

3° LE PLAN DE LOCALISATION DES FORAGES FUT FOURNI PAR : MM VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS, INGÉNIEURS-CONSEILS.

4° LES ÉCHANTILLONS SERONT CONSERVÉS POUR UNE PÉRIODE D'UN AN.

5° LE ROC FUT FORÉ À L'AIDE D'UN CAROTTIER DE CALIBRE "BXL" ET "NX" RESPECTIVEMENT. DIAMÈTRE DES CAROTTES : 1 5/8" ET 2 3/16"

6° REPÈRE BM (GÉODÉSIQUE N° 4915) UTILISÉ POUR FORAGES # 2 ET # 11 (ÉL. 21.719') PLAQUE DE MÉTAL D.O.T. SUR L'ANCIEN QUAI EN FACE DE CIMENT ST-LAURENT
REPÈRE BM ("2C POINTS-C") UTILISÉ POUR FORAGES # 12 ET # 13 (ÉL. 21.67)
PEINTURE JAUNE SUR LA BORDURE DE BÉTON - CHAINAGE 1+31 (VOIE POUR L'ÎLE D'ORLÉANS.

7° SS: CUILLÈRE FENDUE
ST: TUBE SHELBY (3" DIA × 24" DE LONG).
VT: ESSAI AU SCISSOMÈTRE
Vu EFFORTS EN CISAILLEMENT, ARGILE NON REMANIÉE LB/PI CA
Vr EFFORTS EN CISAILLEMENT, ARGILE REMANIÉE LB/PI CA

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DES TRANSPORTS

COMPAGNIE NATIONALE DE FORAGE ET SONDAGE INC.
1130 ouest, rue sherbrooke, montreal H3A 2R5

DESSINÉ PAR M BARCELO — APPROUVÉ PAR —
VÉRIFIÉ PAR —

MUNICIPALITÉ — MONTMORENCY
ARRONDISSEMENT OU VILLE NATURELLE
ÉCHELLE HOR. — VERT. — INDIQUÉE
DOSSIER 4796-11
DATE MARS 1978

TRAVERSÉE DE L'ÎLE D'ORLÉANS
RIVE NORD.

PLAN DES FORAGES 1978

FIG. 3.8

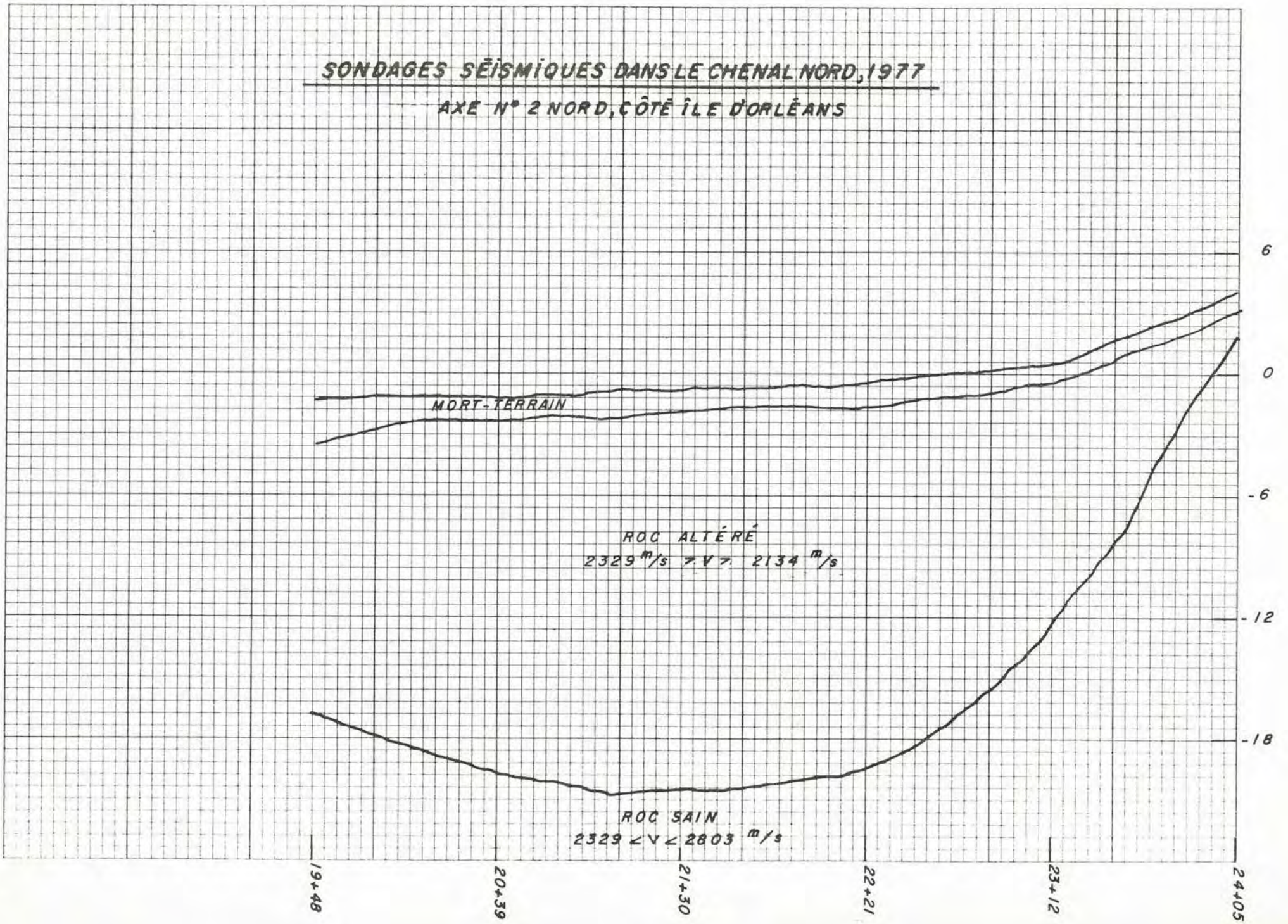

SONDAGES SÉISMIQUES DANS LE CHENAL NORD, 1977
AXE N° 2 NORD, CÔTÉ ÎLE D'ORLÉANS
6
0
-6
-12
-18
MORT-TERRAIN
ROC ALTÉRÉ
2329 m/s > V > 2134 m/s
ROC SAIN
2329 < V < 2803 m/s
19+48
20+39
21+30
22+21
23+12
24+05

FIG. 3.9A

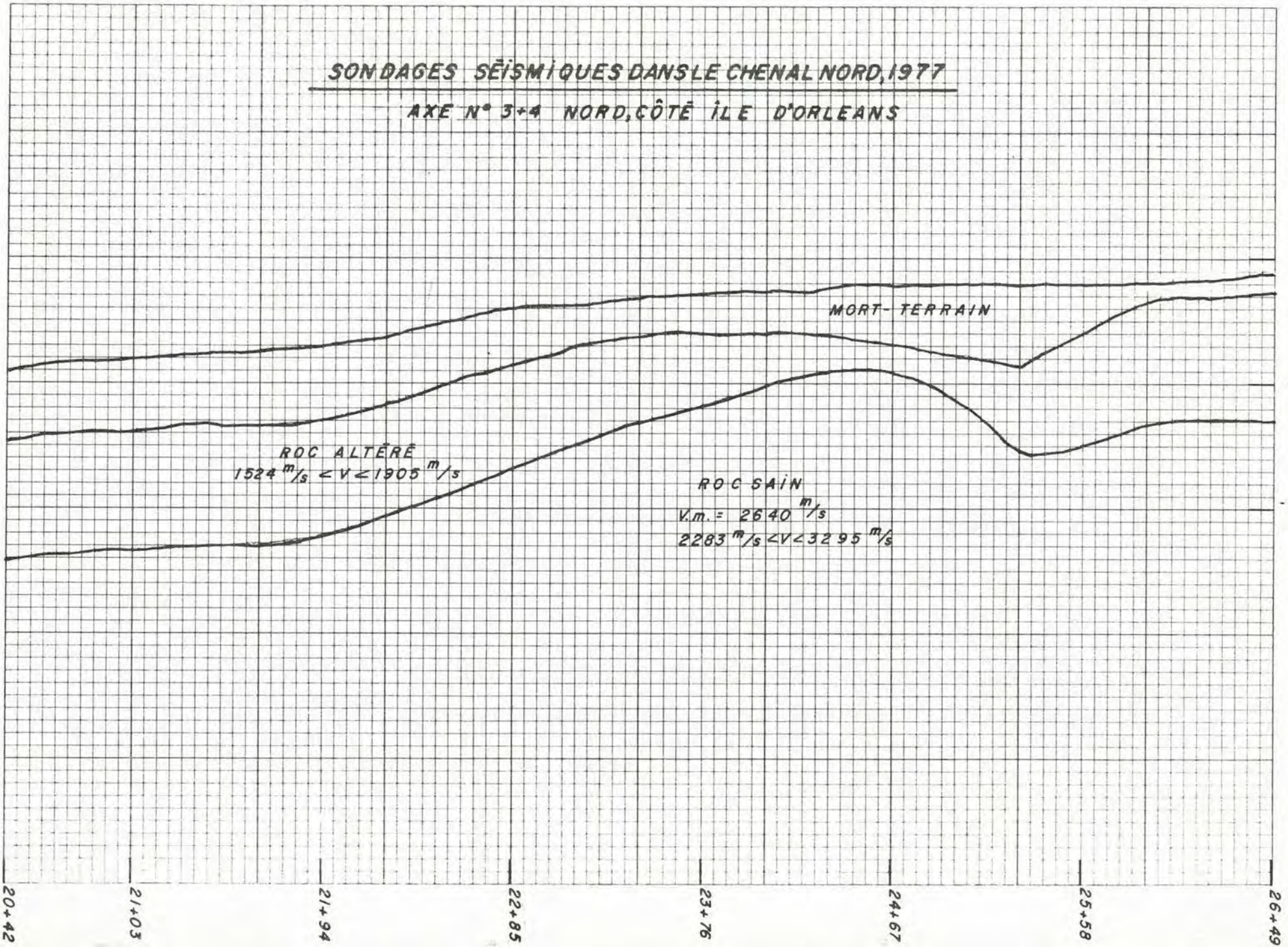

SONDAGES SÉISMIQUES DANS LE CHENAL NORD, 1977
AXE N° 3+4 NORD, CÔTÉ ÎLE D'ORLEANS
6
0
-6
MORT-TERRAIN
ROC ALTÉRÉ
1524 m/s < V < 1905 m/s
ROC SAIN
V.m. = 2640 m/s
2283 m/s < V < 3295 m/s
20+42
21+03
21+94
22+85
23+76
24+67
25+58
26+49

FIG. 3.9B

SONDAGES SÉISMIQUES DANS LE CHENAL NORD, 1977

AXE N° 5 NORD, CÔTÉ MONTMORENCY

6

0

-6

ROC ALTÉRÉ

ROC SAIN
V.=2835 m/s

1+83 | 2+47 | 3+38 | 4+29 | 5+20 | 6+11 | 7+93

FIG. 3.9C

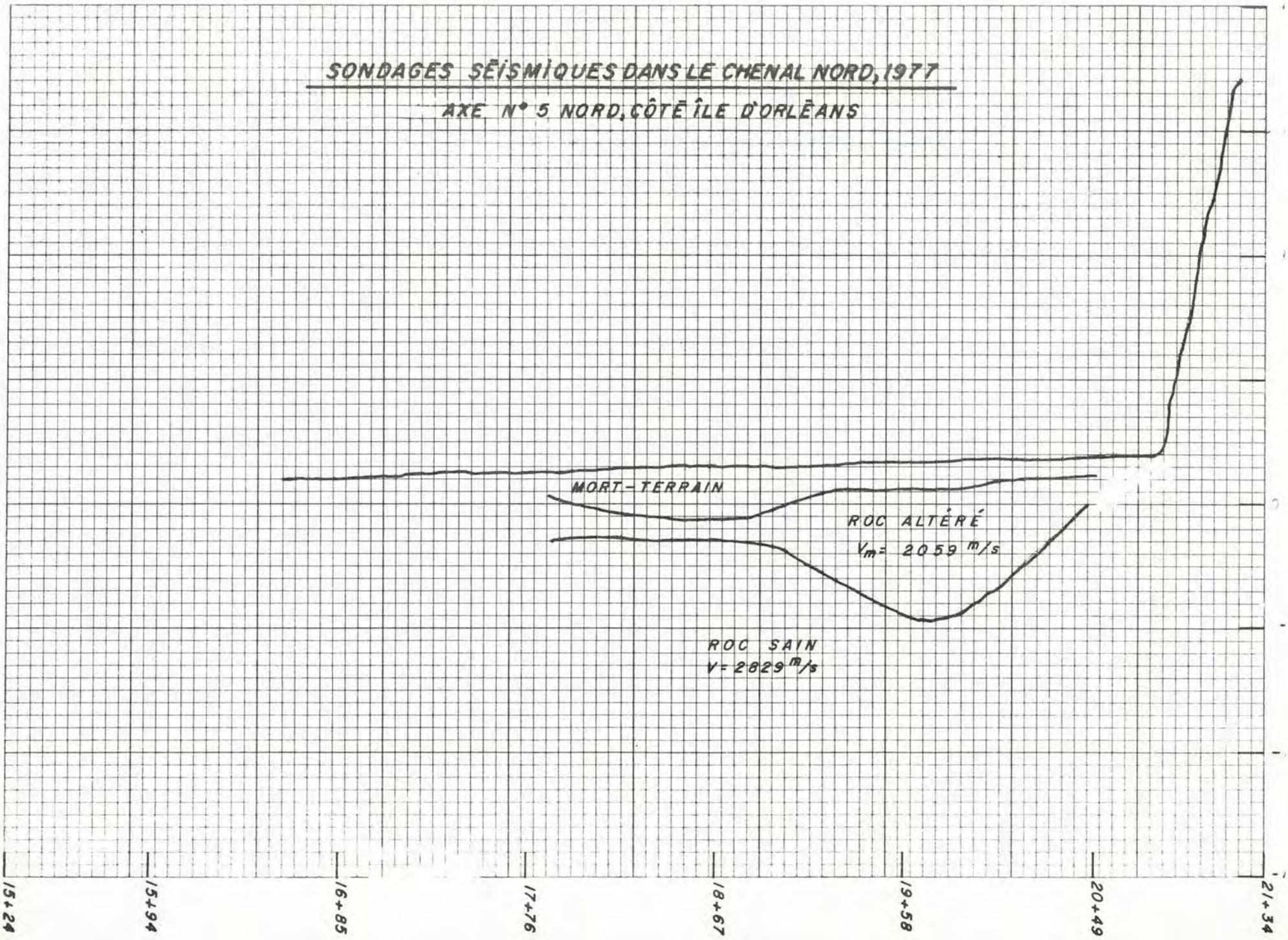

SONDAGES SÉISMIQUES DANS LE CHENAL NORD, 1977
AXE N° 5 NORD, CÔTÉ ÎLE D'ORLÉANS
MORT-TERRAIN
ROC ALTÉRÉ
V_m = 2059 m/s
ROC SAIN
V = 2829 m/s
15+24
15+94
16+85
17+76
18+67
19+58
20+49
21+34

FIG. 3.9D

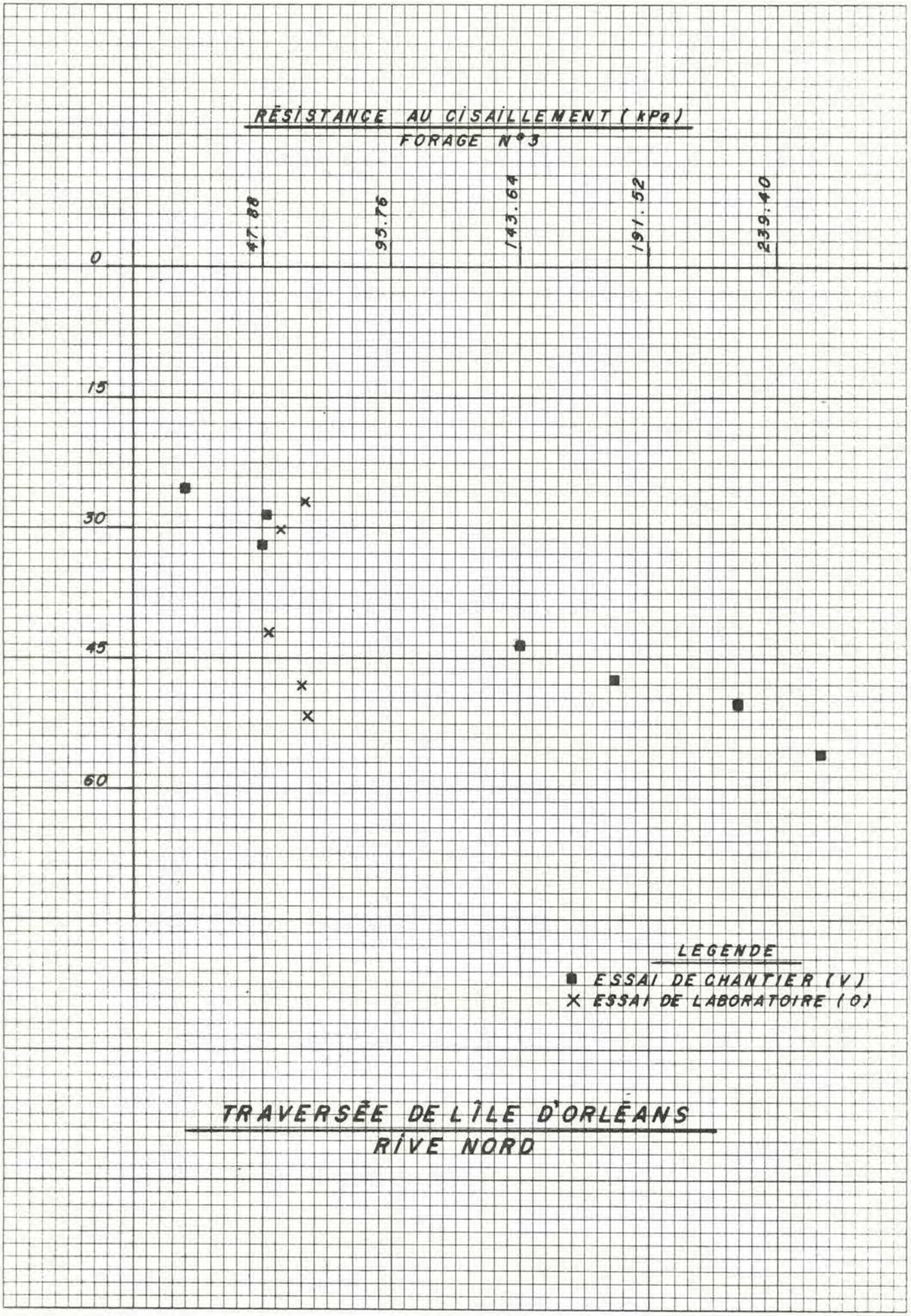
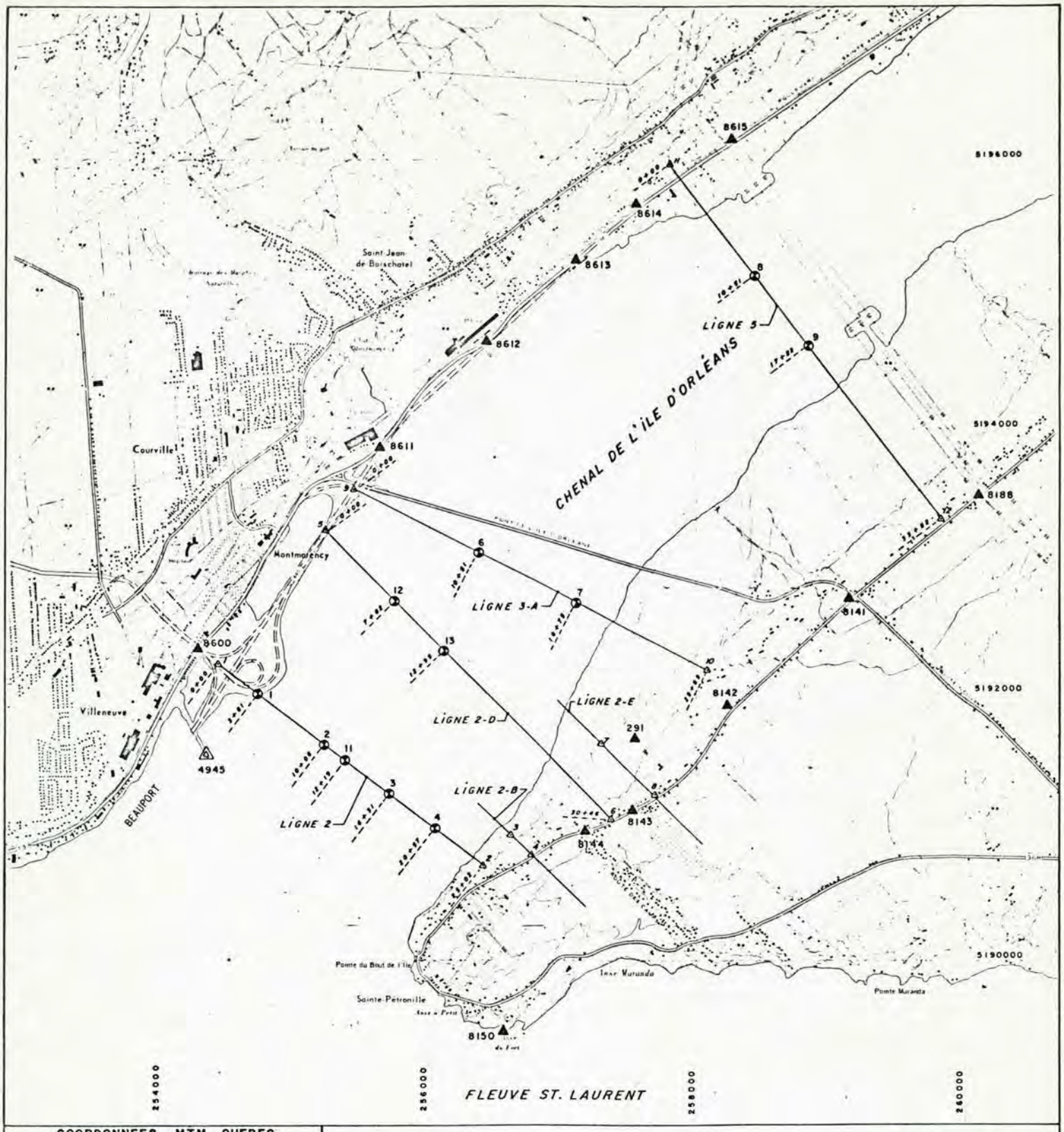

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (kPa)
FORAGE N°3
47.88
95.76
143.64
191.52
239.40
0
15
30
45
60
LEGENDE
ESSAI DE CHANTIER (V)
ESSAI DE LABORATOIRE (O)
TRAVERSÉE DE L'ÎLE D'ORLÉANS
RIVE NORD

FIG. 3.10



COORDONNEES MTM QUEBEC			
STATION	LONGITUDE (METRES)	LATITUDE (METRES)	REMARQUES
Δ1	254417.262	5192216.323	LIGNE 2
Δ2	256403.525	5190693.958	LIGNE 2
Δ3	256612.551	5190947.911	LIGNE 2-B
Δ4	256769.203	5190783.568	LIGNE 2-B
Δ5	255172.475	5193178.931	LIGNE 2-D
Δ6	257352.900	5191052.717	LIGNE 2-D
Δ7	257296.557	5191627.680	LIGNE 2-E
Δ8	257688.905	5191233.847	LIGNE 2-E
Δ9	255400.460	5193503.138	LIGNE 3-A
Δ10	258079.156	5192176.745	LIGNE 3-A
Δ11	257785.746	5195972.692	LIGNE 5
Δ12	259818.002	5193307.591	LIGNE 5

LÉGENDE

- SONDAGE
- POINT GÉODÉSIQUE 2ᵉ ORDRE
- POINT GÉODÉSIQUE 3ᵉ ORDRE
- STATION D'ARPENTAGE

TYPE DE LIEN — ÎLE D'ORLÉANS

SONDAGES & STATIONS D'ARPENTAGE

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

DATE: 4 JANVIER 1979

ECH. 1 : 40 000

FIG. 3.11

CHAPITRE V

LÉGENDE

PONT

ROUTE EN SURFACE

TUNNEL

#5 NORD-NUMERO D'AXE

N

PIEDS 0 1000 2000 4000 6000

MÈTRES 0 500 1000 2000

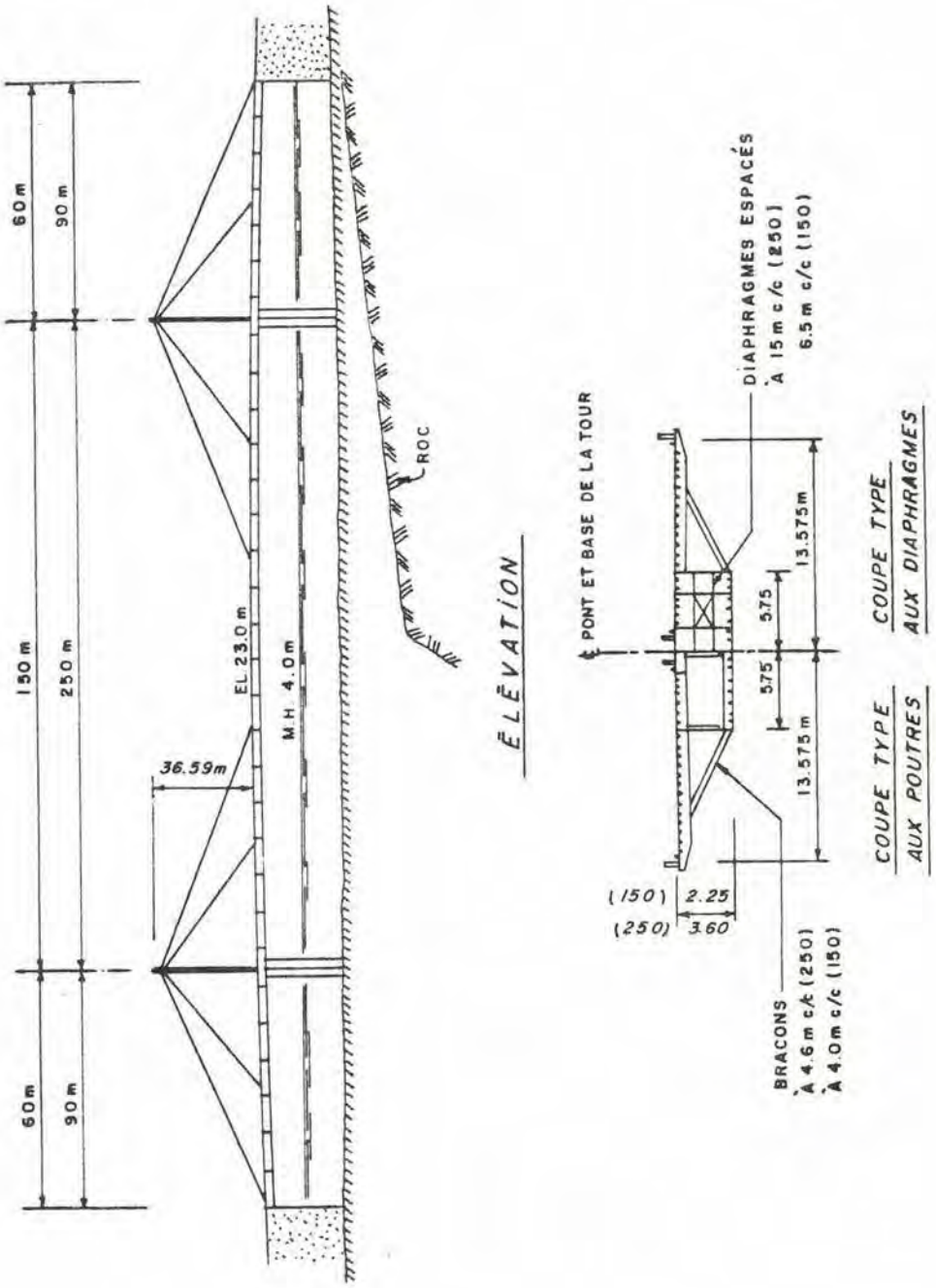
MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

ETUDE SUR LA POSSIBILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT, VIA L'ILE D'ORLÉANS.

PRÉSENTATION DES AXES ÉTUDIÉS

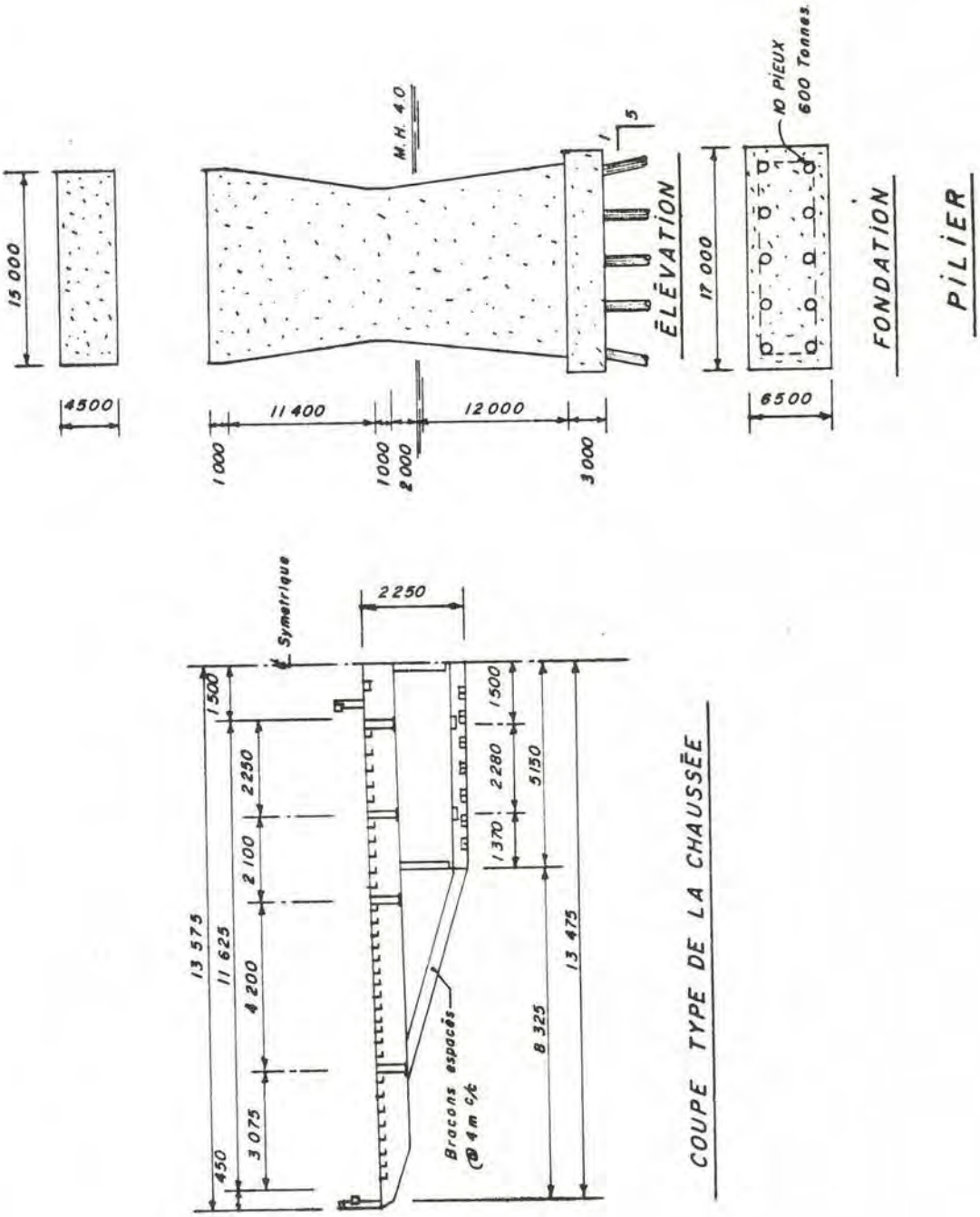
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS-CONSEILS

PRÉPARÉ PAR	DATE
DESSINÉ PAR	PLAN N°
APPROUVÉ PAR	FIG. 5.1



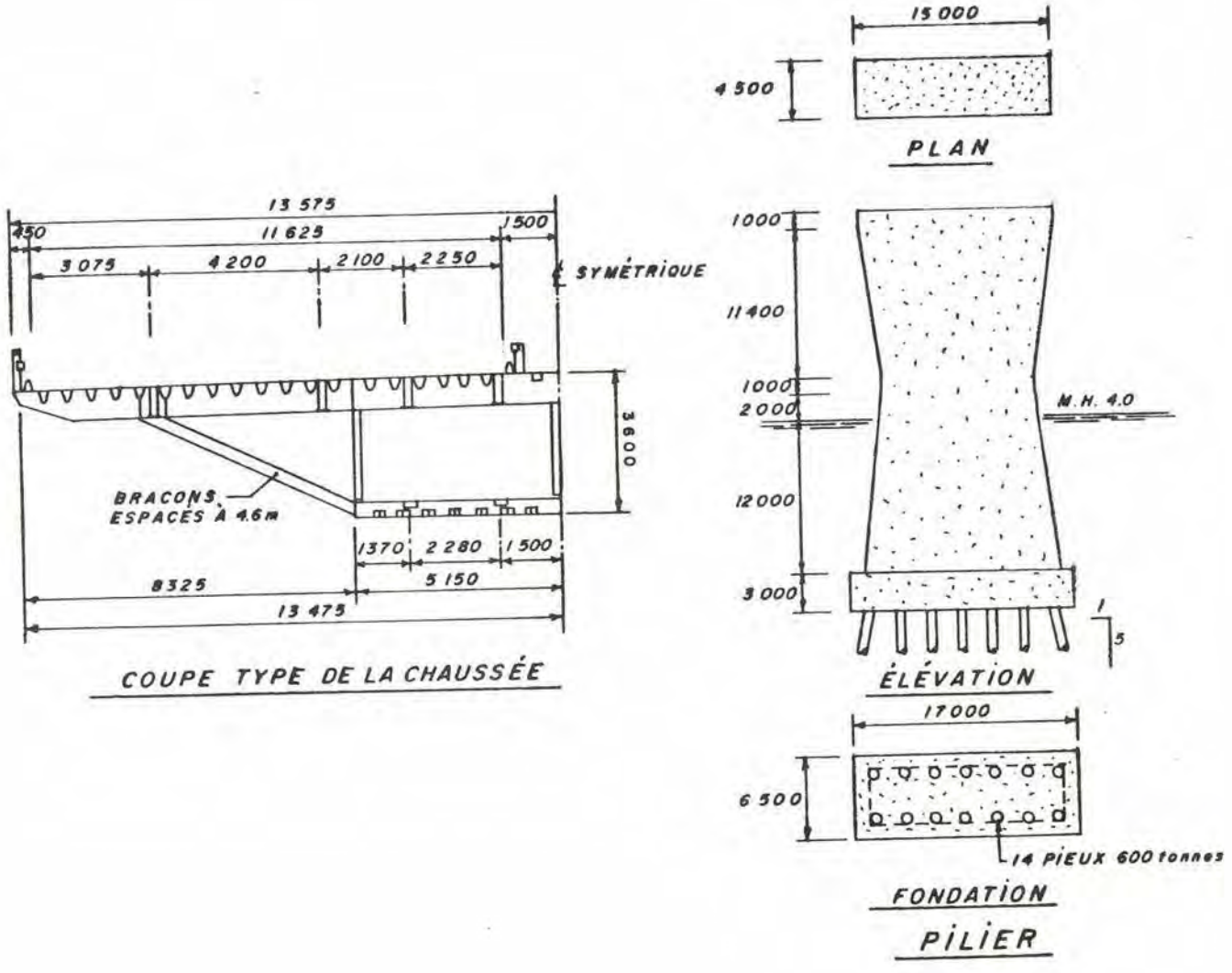
PONT HAUBANÉ À CAISSON D'ACIER
ET DALLE ORTHOTROPE
AXE 2D NORD

FIG. 5.2



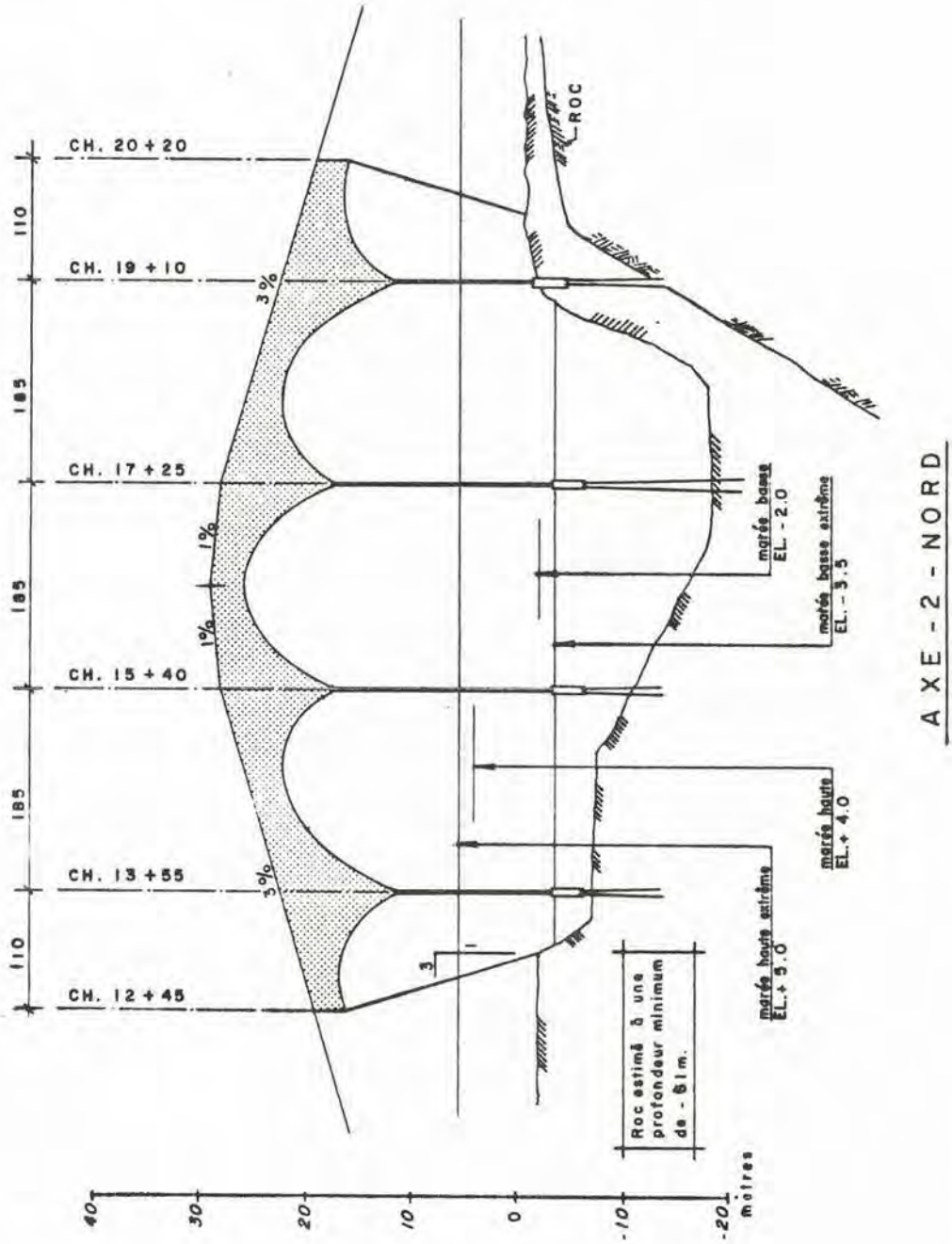
PONT HAUBANÉ À CAISSON D'ACIER
ET DALLE ORTHOTROPE
PORTÉES 60 - 150 - 60 M

FIG. 5.3



PONT HAUBANÉ À CAISSON D'ACIER
ET DALLE ORTHOTROPE
PORTÉES 90-250-90 M

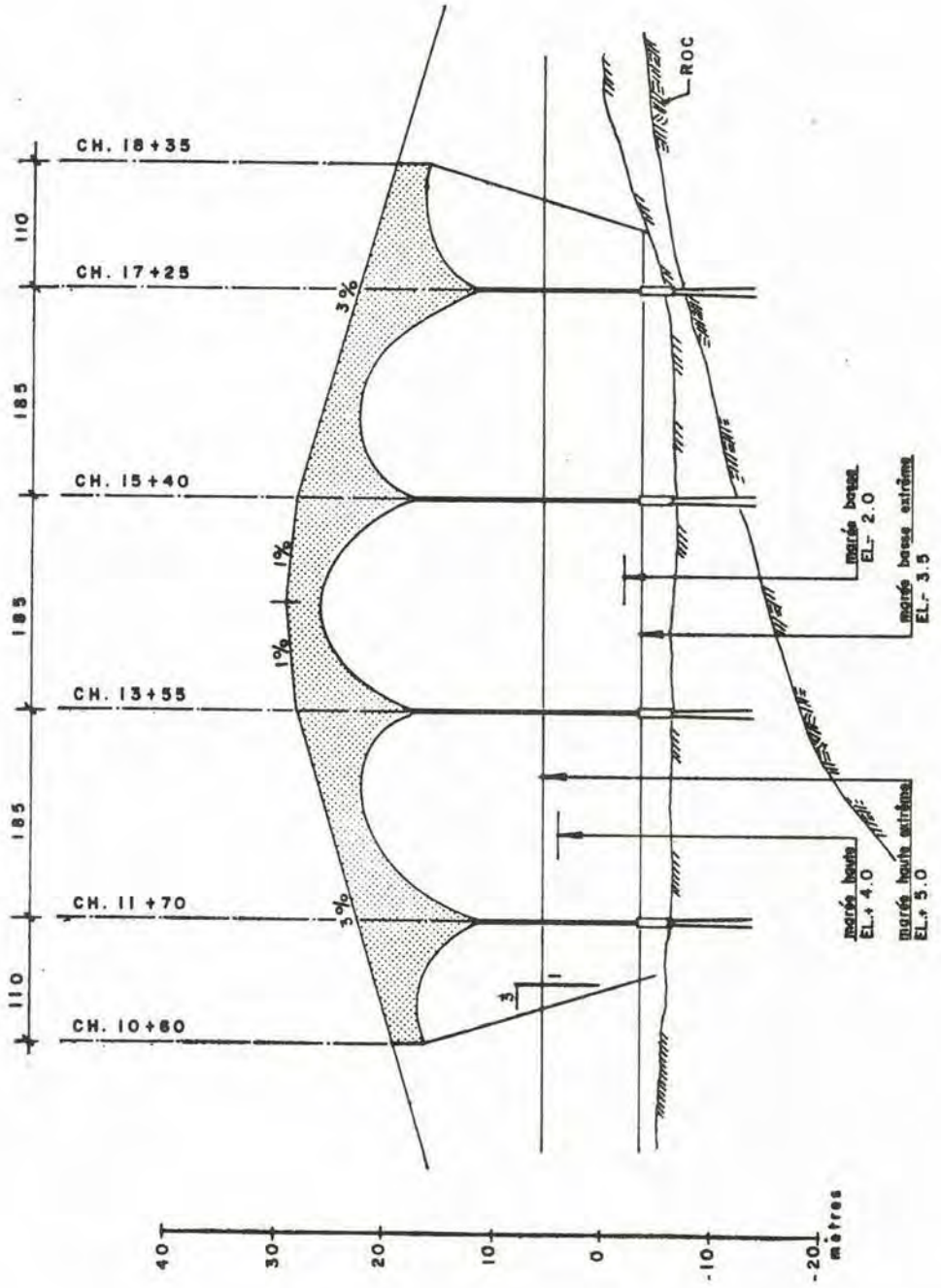
FIG. 5.4



AXE - 2 - NORD

PONT TUBULAIRE EN BÉTON PRÉCONTRAINT
CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT

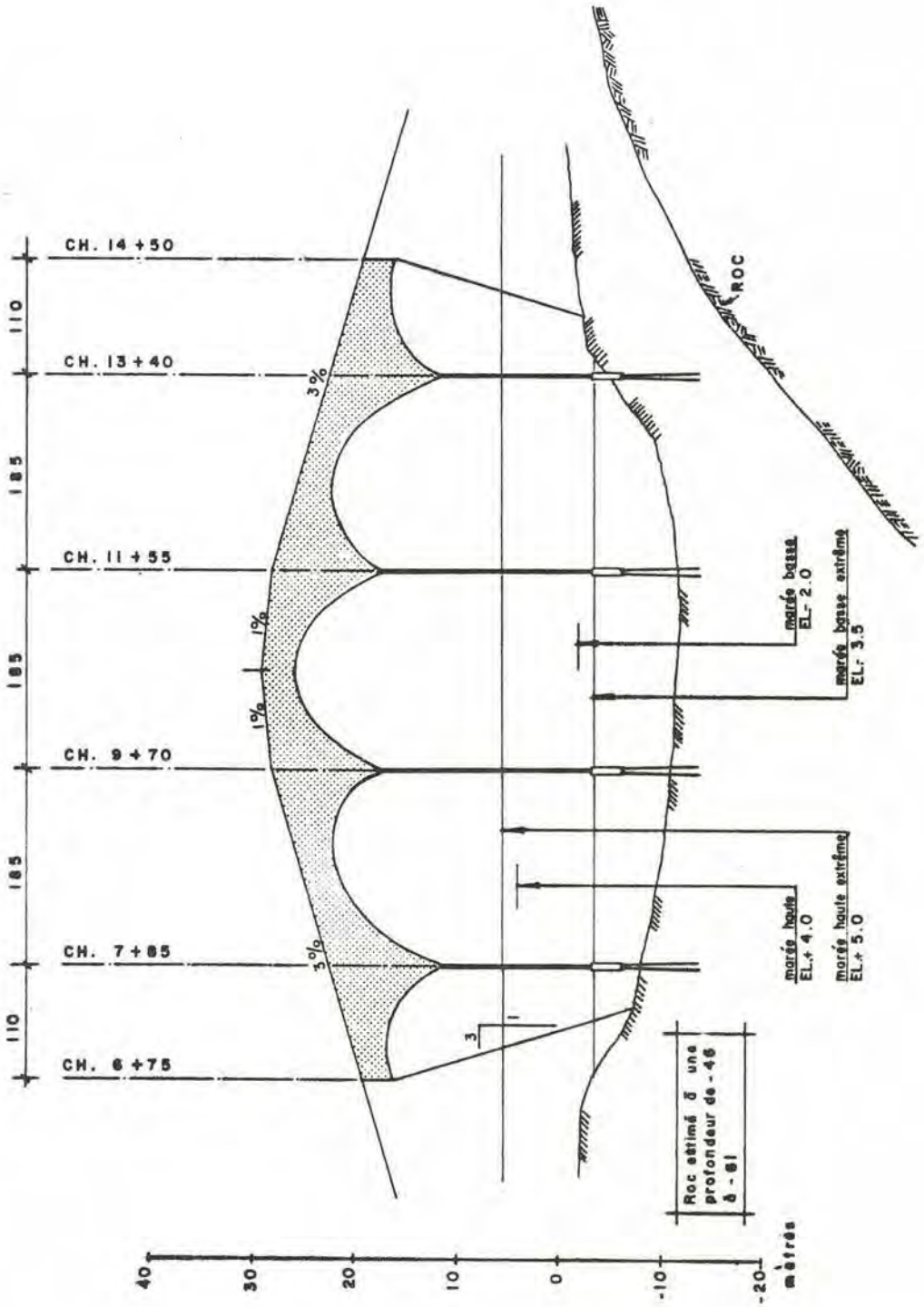
FIG. 5.5



AXE - 2 D-NORD

PONT TUBULAIRE EN BÉTON PRÉCONTRAINT
CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT

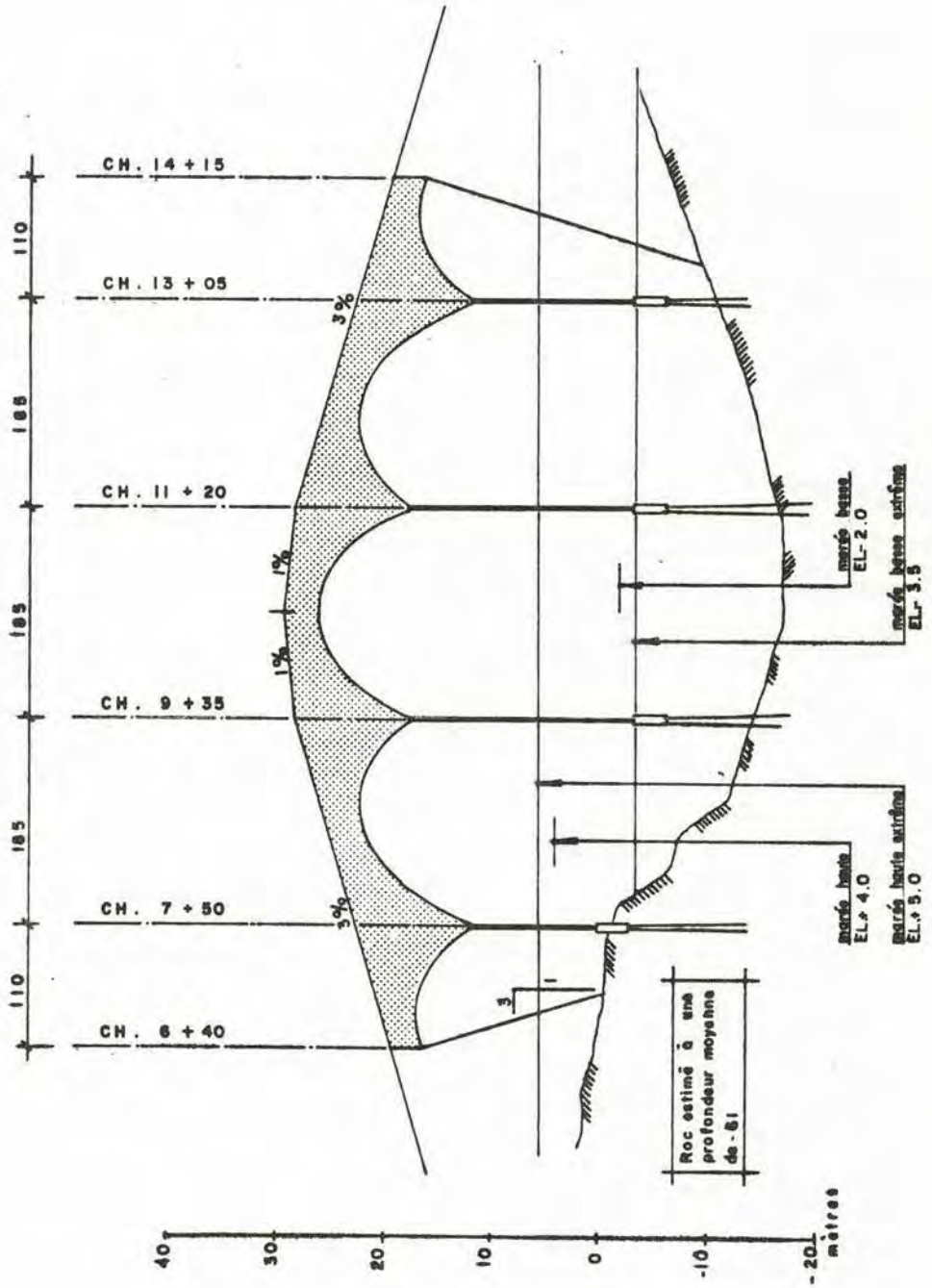
FIG. 5.6



AXE-3A-NORD

PONT TUBULAIRE EN BÉTON PRÉCONTRAINT
CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT

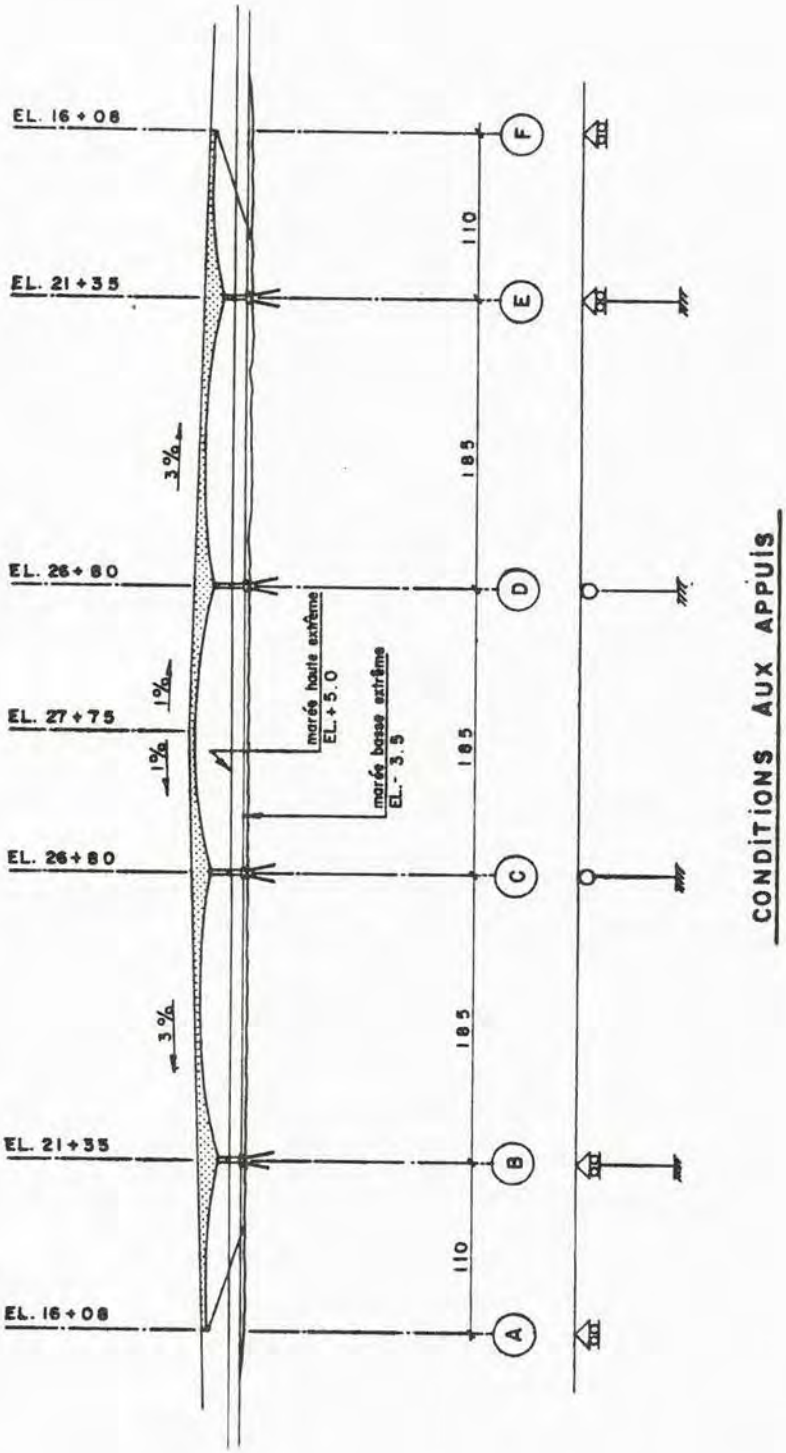
FIG. 5.7



AXE - 5 - NORD

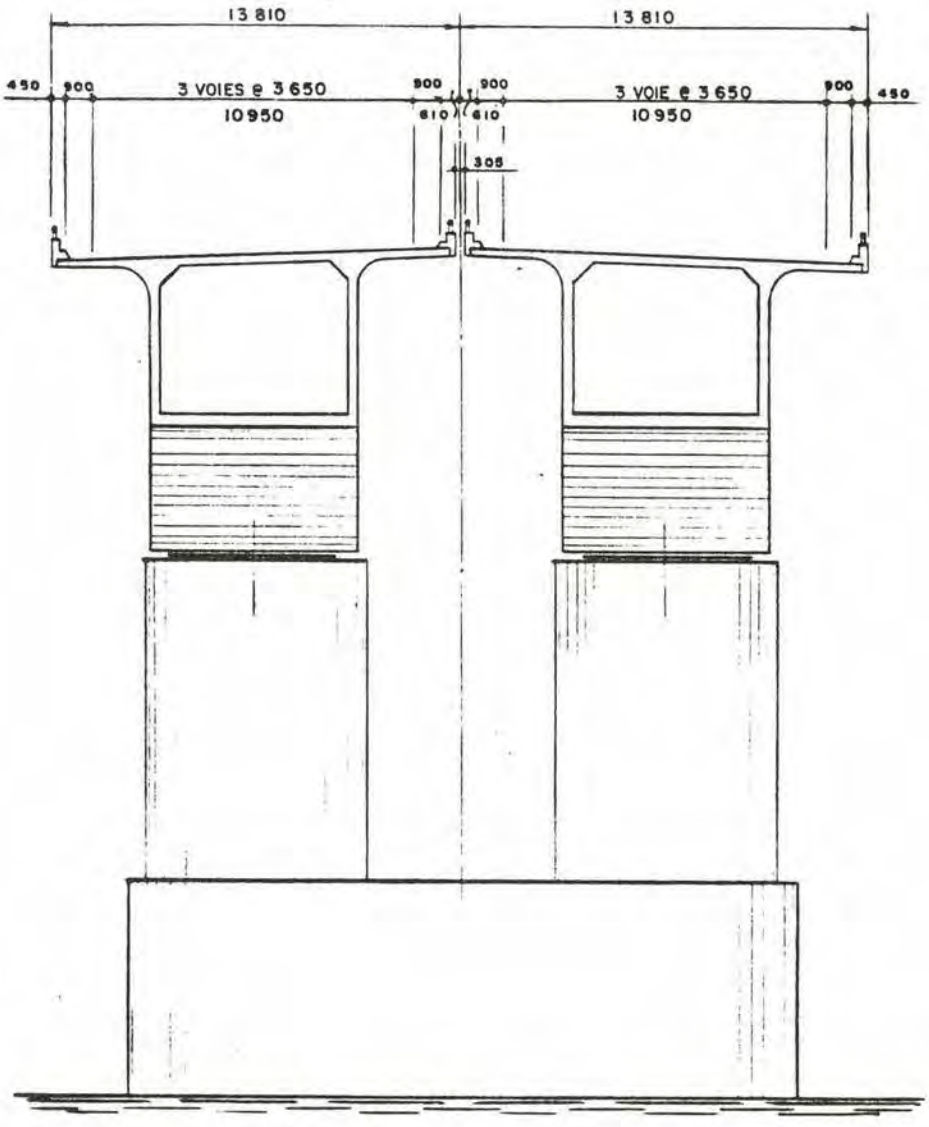
PONT TUBULAIRE EN BÊTON PRÊCONTRAINT
CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT

FIG. 5.8



PONT TUBULAIRE EN BÊTON PRÊCONTRAINT
CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT

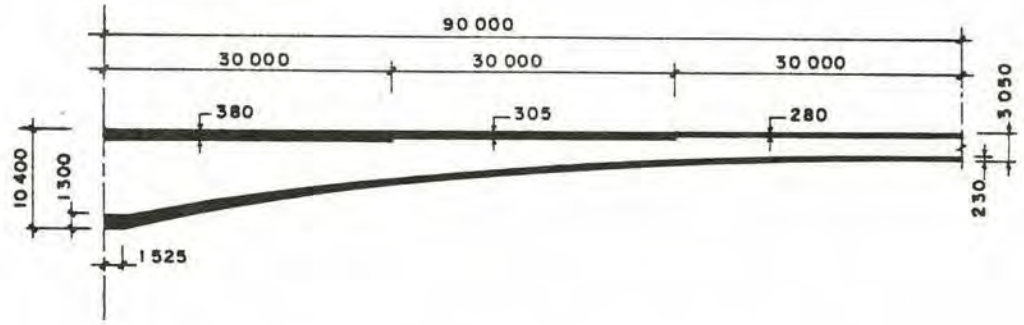
FIG. 5.9



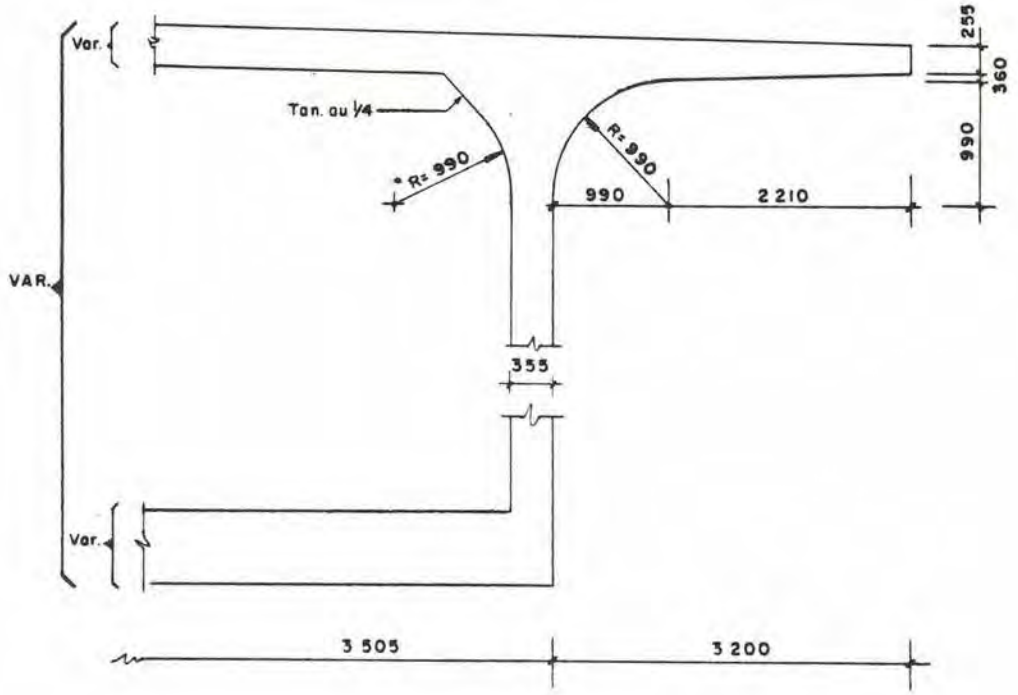
COUPE TRANSVERSALE

PONT TUBULAIRE EN BÊTON PRÊCONTRAINT
CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT

FIG. 5.10



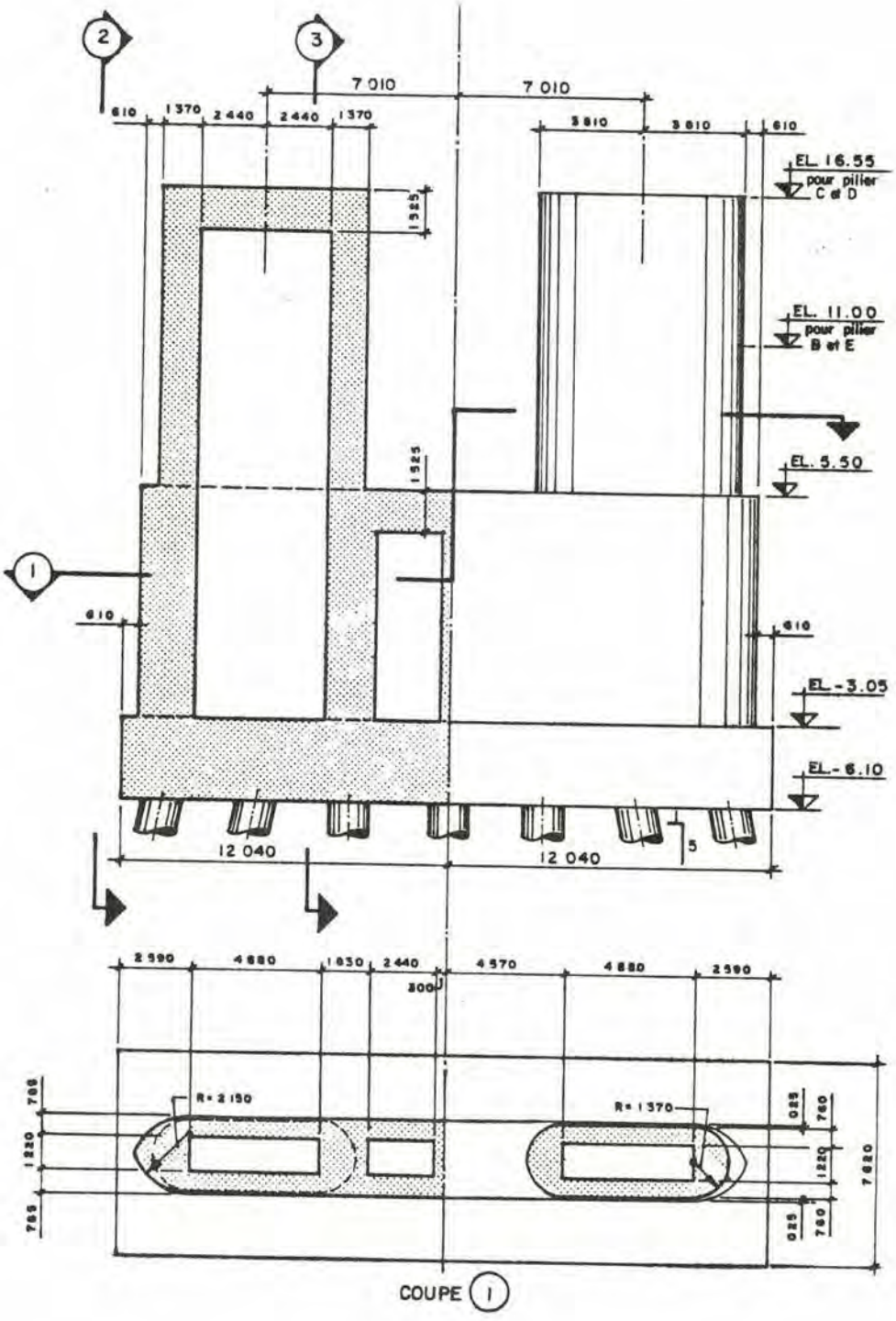
COUPE LONGITUDINALE DU TABLIER



COUPE TRANSVERSALE DU TABLIER

PONT TUBULAIRE EN BÊTON PRÉCONTRAINT
CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT

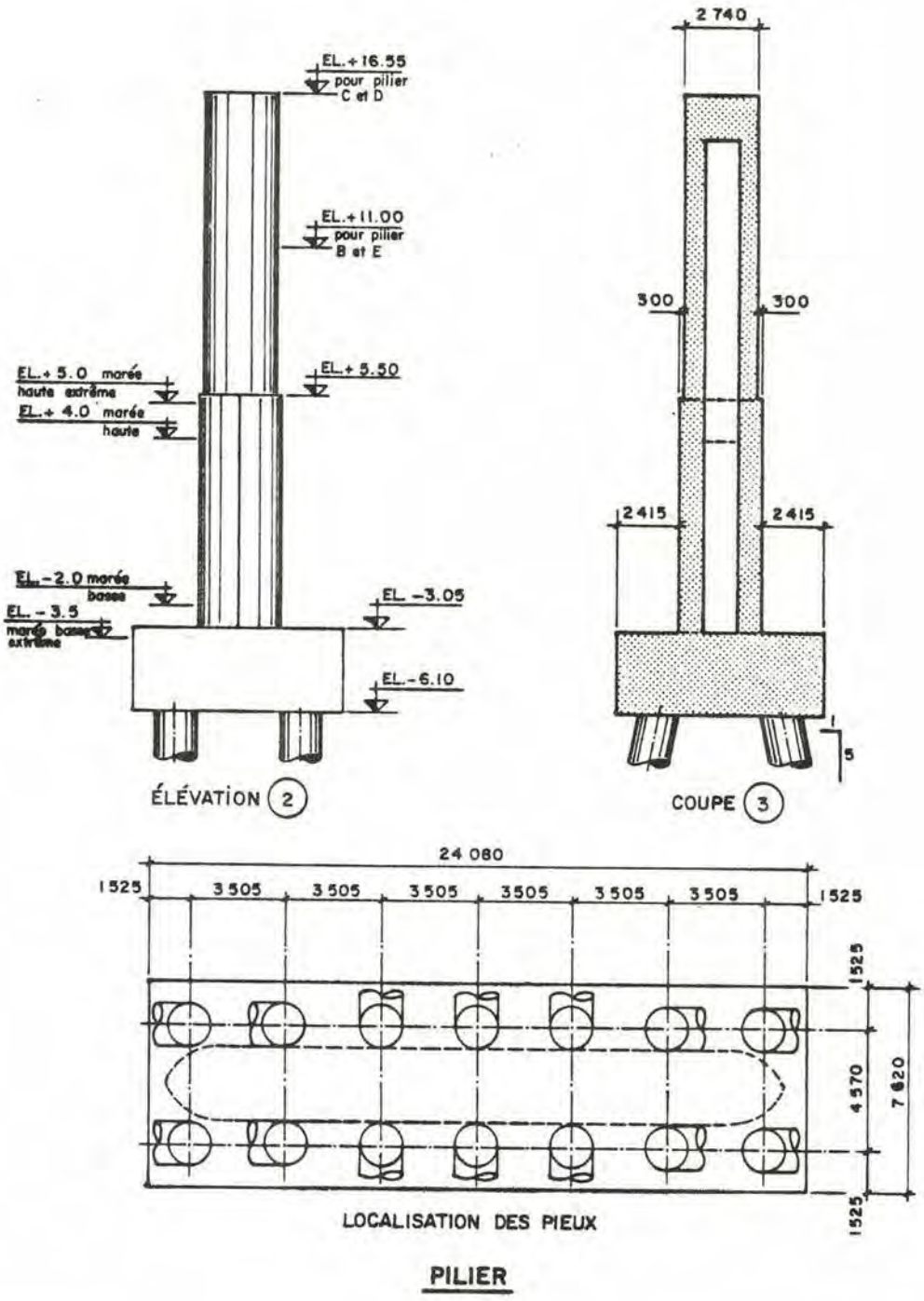
FIG. 5.11



PILIER

PONT TUBULAIRE EN BÉTON PRÉCONTRAINT
CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT

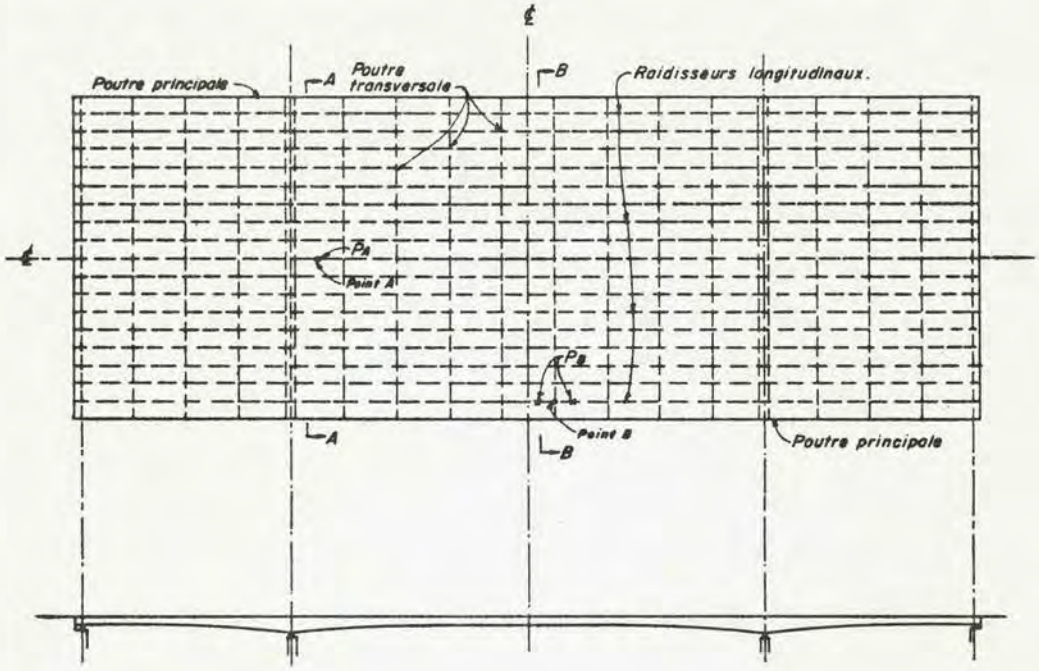
FIG. 5.12



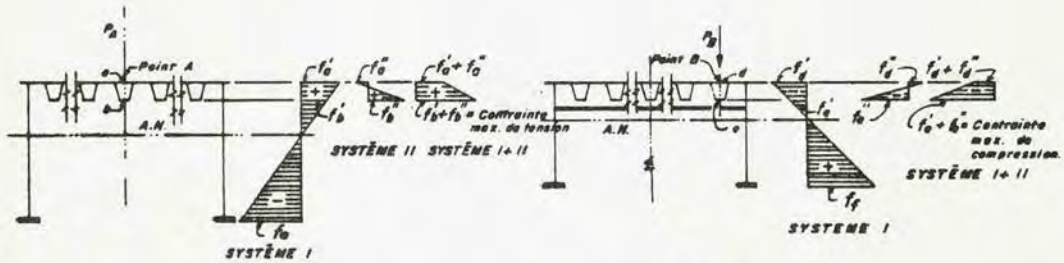
PILIER

PONT TUBULAIRE EN BÉTON PRÉCONTRAINT
CONSTRUIT PAR ENCORBELLEMENT

FIG. 5.13



PLAN & ÉLÉVATION DU PONT



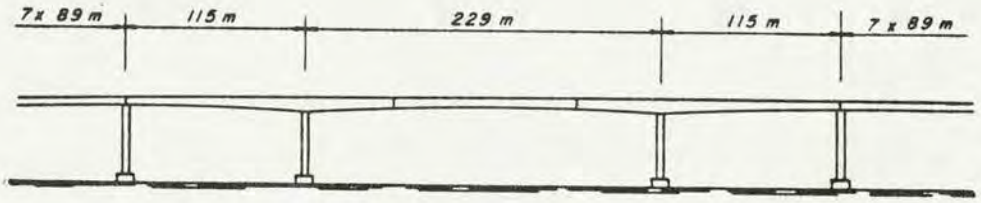
SECTION A-A

SECTION B-B

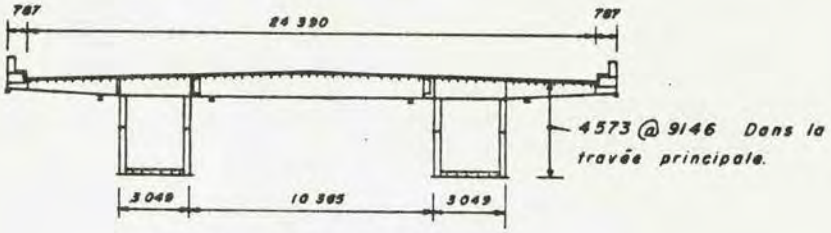
SUPERPOSITION DES CONTRAINTES DANS LE TABLIER D'UN PONT À DALLE ORTHOTROPE.

PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER AVEC DALLE ORTHOTROPE

FIG. 5.14

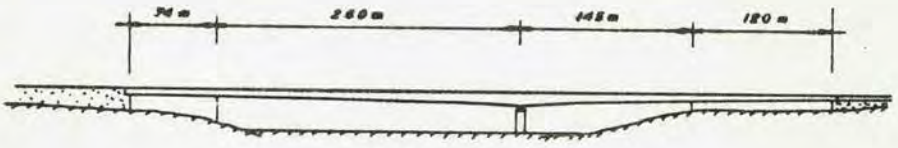


ÉLÉVATION

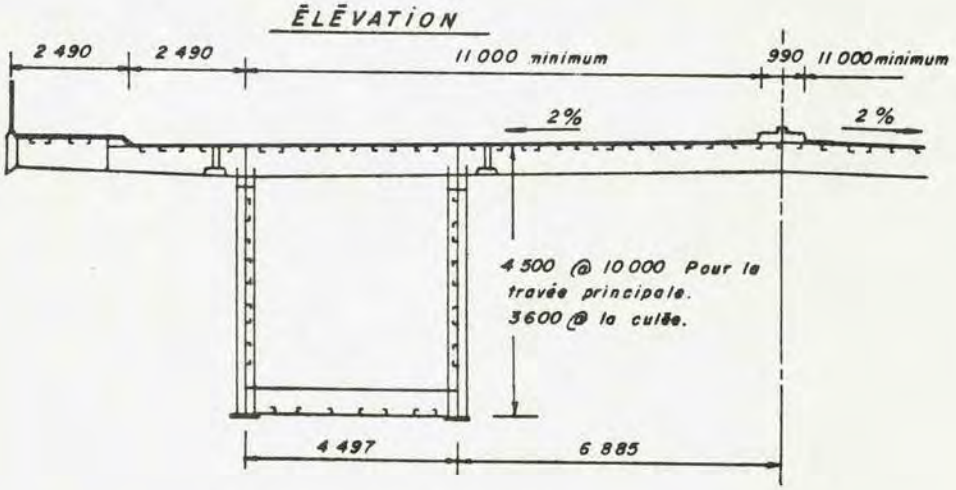


COUPE TRANSVERSALE

PONT SAN MATEO-HAYWARD



ÉLÉVATION



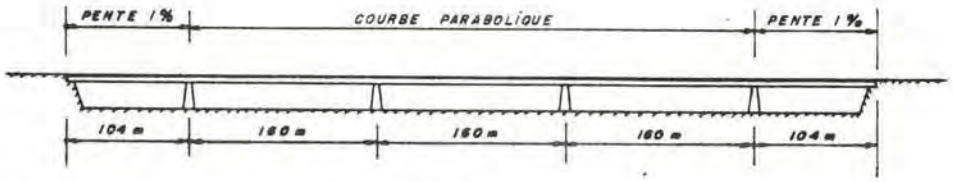
COUPE TRANSVERSALE

PONT DU ZOO

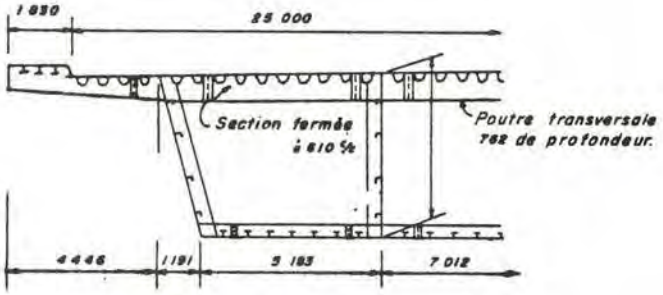
STRUCTURES EXISTANTES

PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER AVEC DALLE ORTHOTROPE

FIG. 5.15

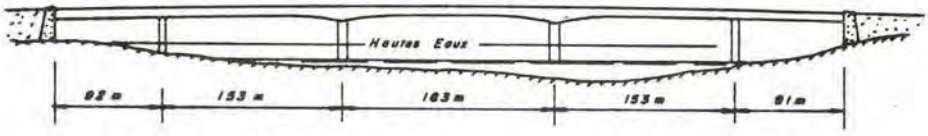


ÉLÉVATION

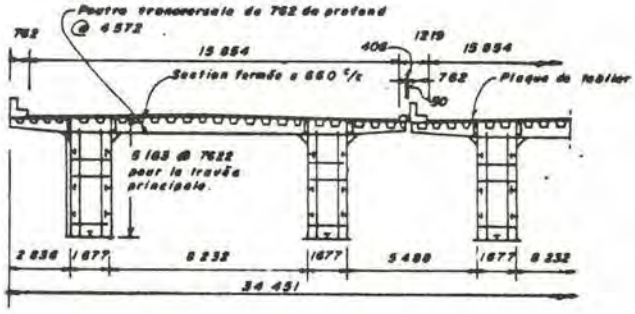


COUPE TRANSVERSALE

PONT DE LA CONCORDE, MONTRÉAL.



ÉLÉVATION



COUPE TRANSVERSALE

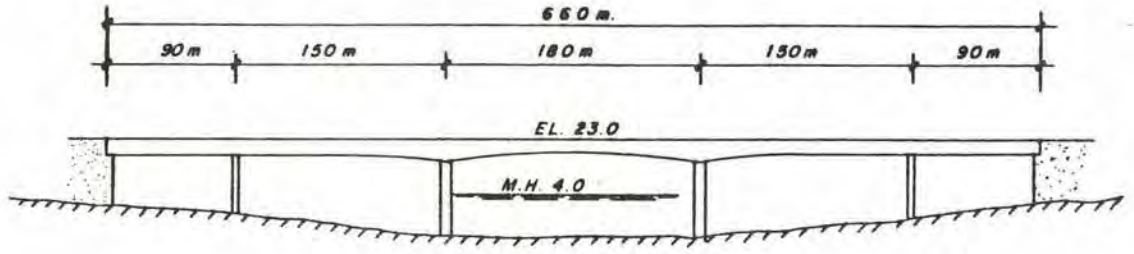
PONT POPLAR STREET, ST-LOUIS

STRUCTURES EXISTANTES

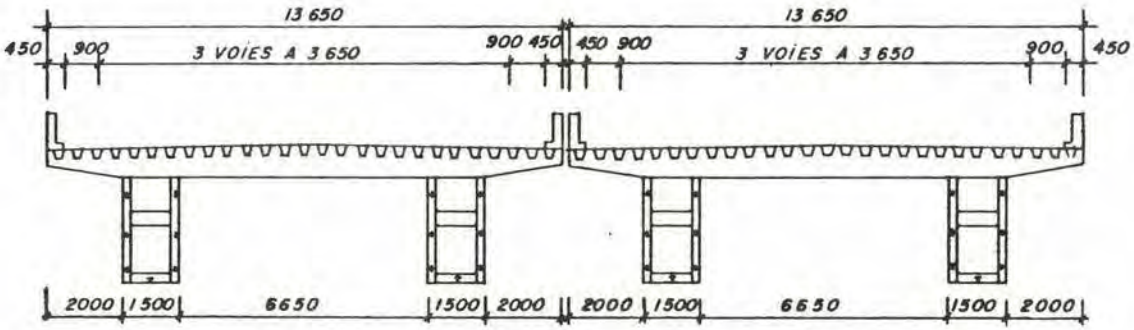
PONT Ā POUTRES CAISSONS D'ACIER AVEC DALLE ORTHOTROPE

FIG. 5.16

PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER
AVEC DALLE ORTHOTROPE



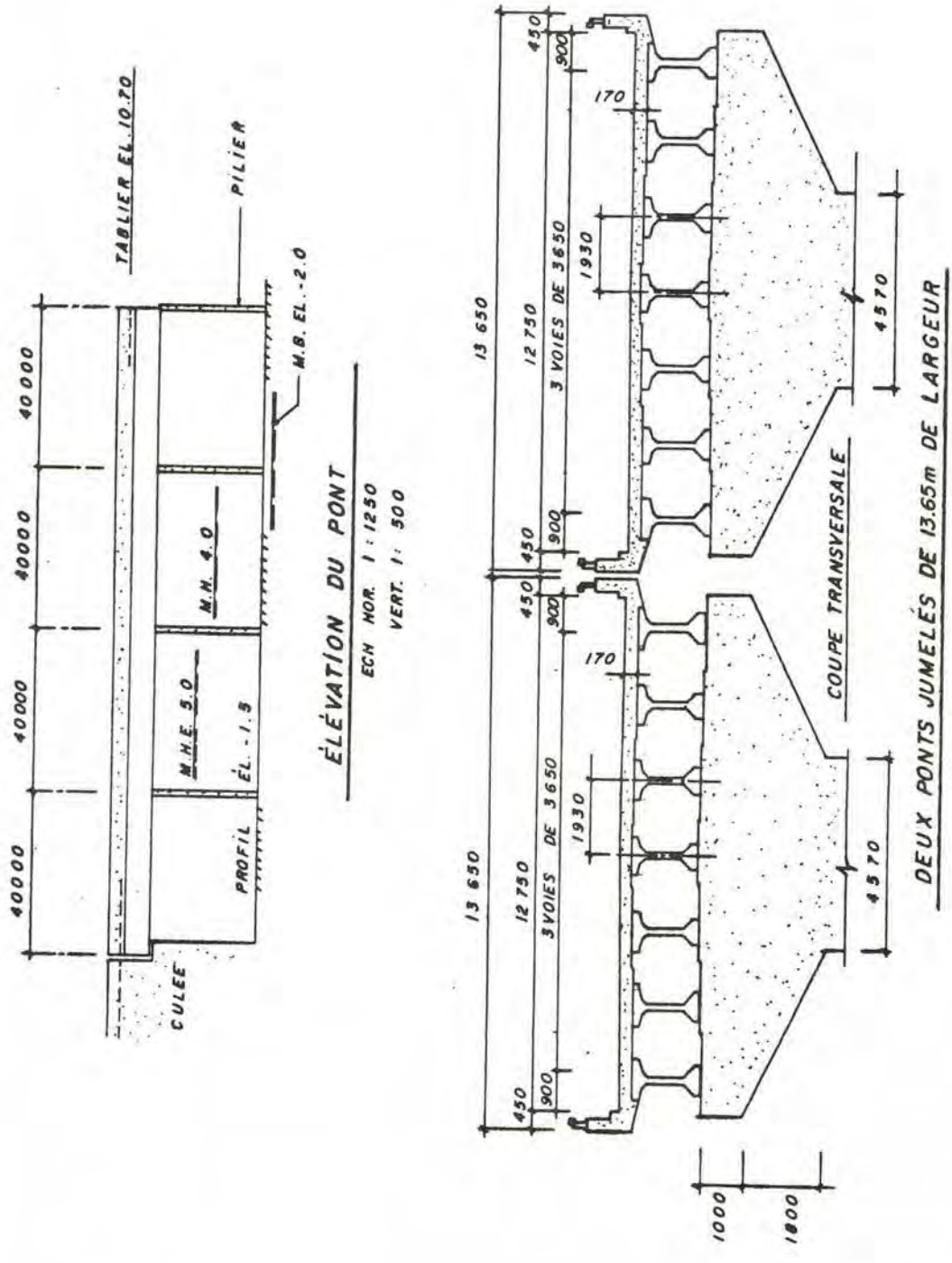
ÉLÉVATION CHENAL NORD



COUPE TRANSVERSALE

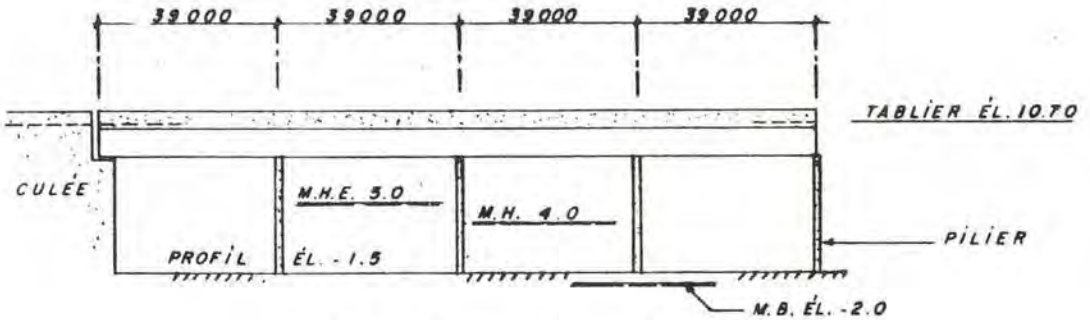
2 PONTS DE 3 VOIES

FIG. 5.17



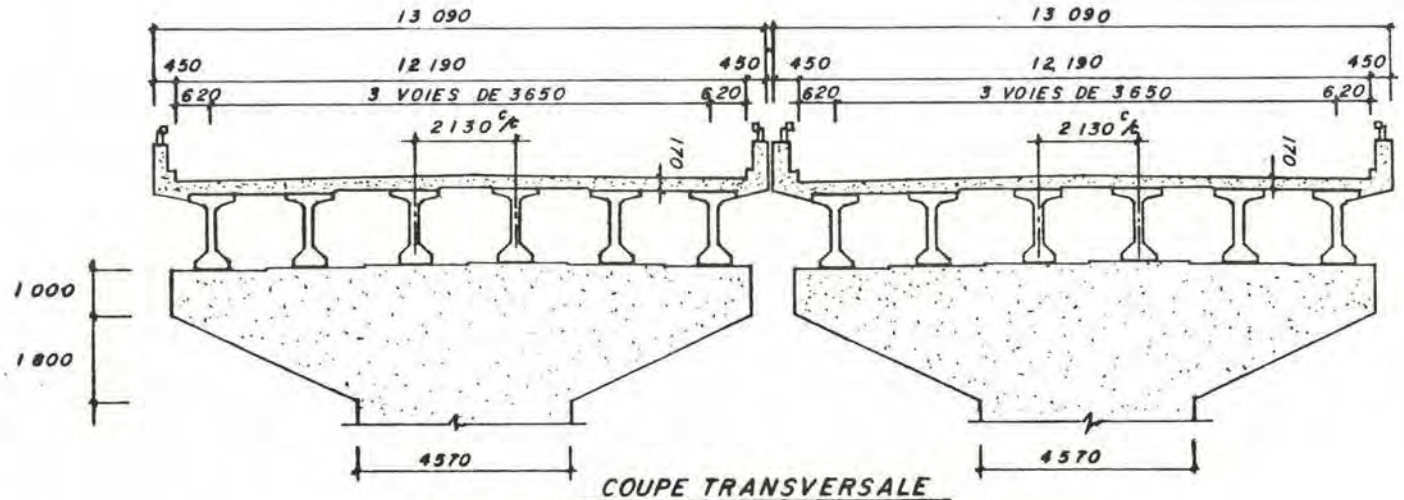
PONT À POUTRES PRÉFABRIQUÉES EN BÉTON PRÉCONTRAINT ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ

FIG. 5.18



ÉLÉVATION DU PONT

ECH HOR. 1 : 1250
VERT. 1 : 500

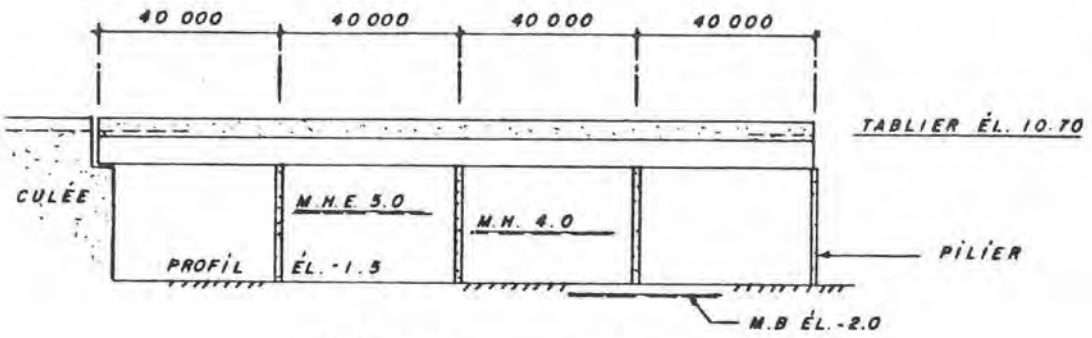


COUPE TRANSVERSALE

DEUX PONTS JUMELÉS DE 13.090m DE LARGEUR

PONT À POUTRES PRÉFABRIQUÉES EN BÉTON PRÉCONTRAINT ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ

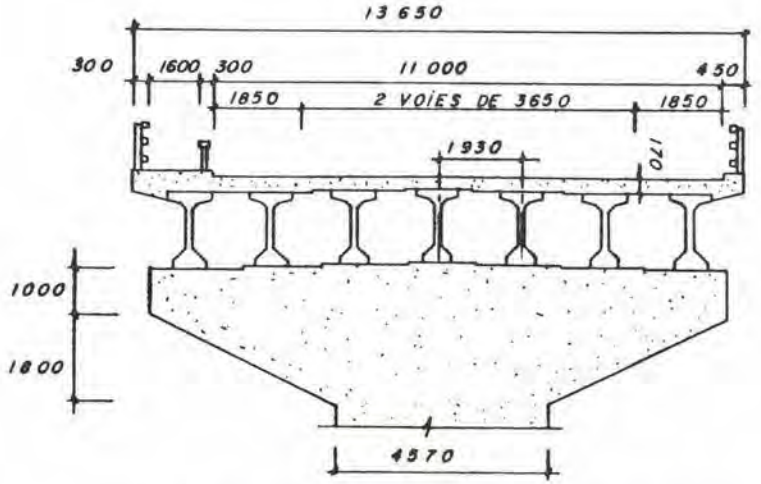
FIG. 5.19



ÉLÉVATION DU PONT

ECH. HOR. 1 : 1250

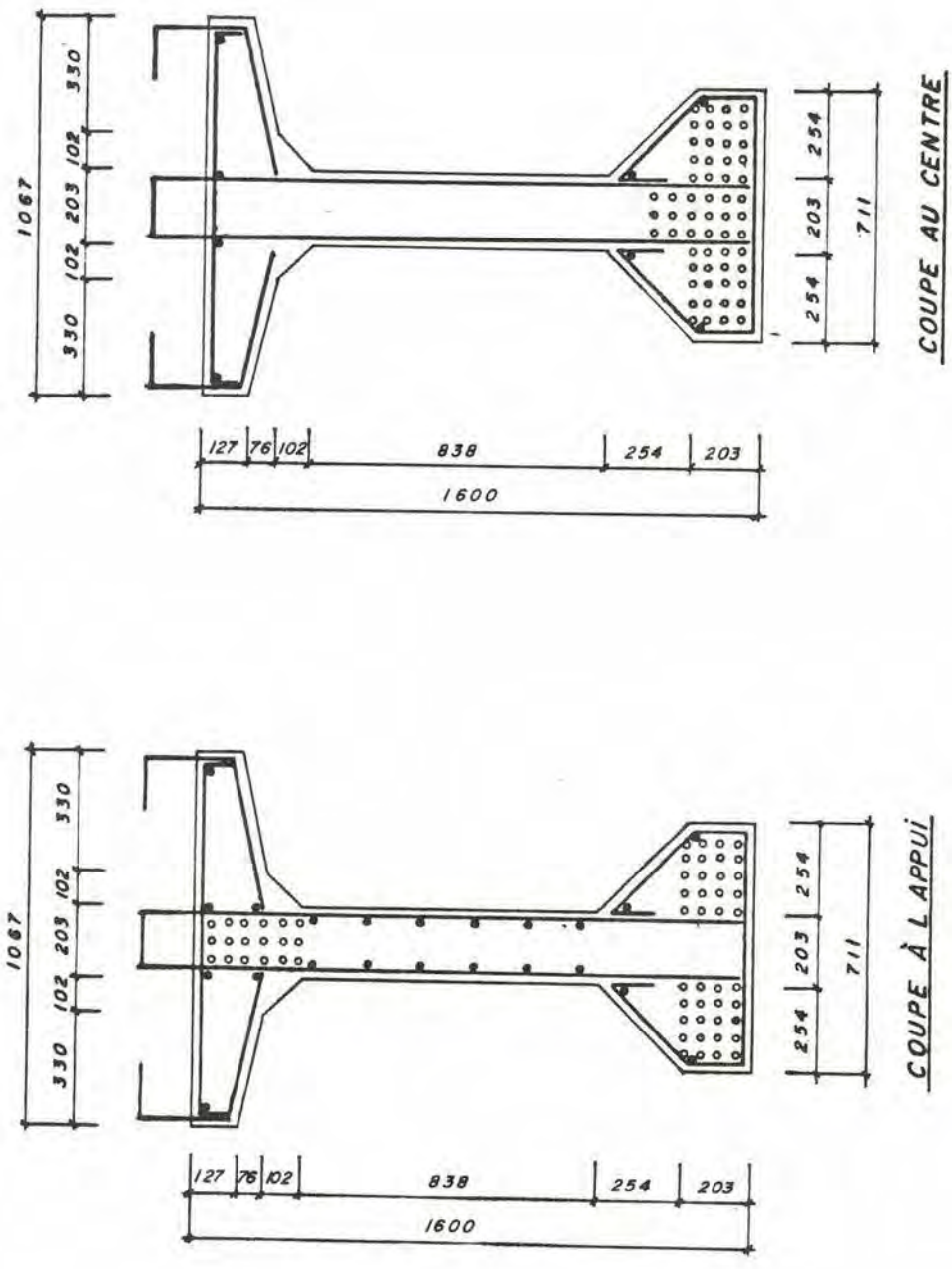
VERT. 1 : 500



PONT SIMPLE DE 13.65m DE LARGEUR
AVEC TROTTOIR

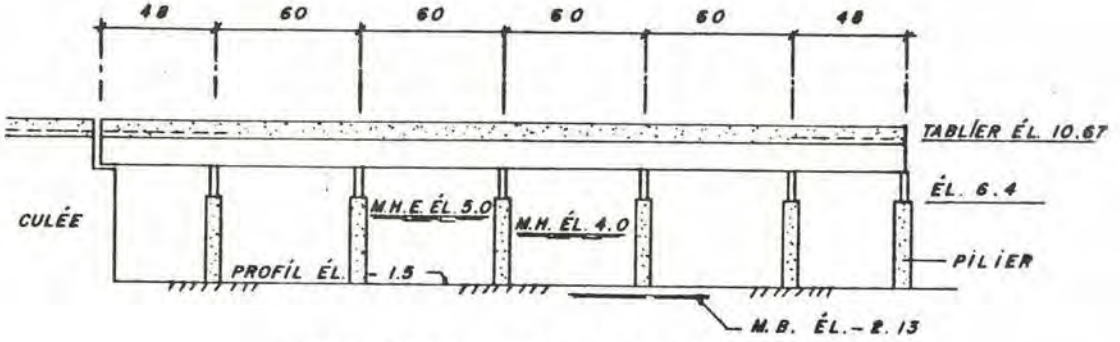
PONT À POUTRES PRÉFABRIQUÉES
EN BÉTON PRÉCONTRAINT ET
DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ

FIG. 5.20



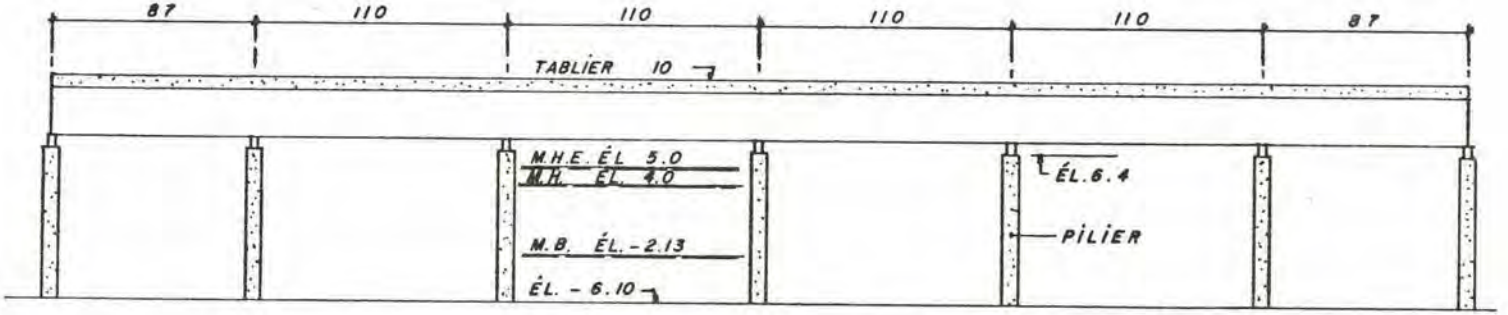
PONT À POUTRES PRÉFABRIQUÉES EN BÉTON PRÉCONTRAINT ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ

FIG. 5.21



PORTÉE PRINCIPALE 60 m.

ECH. HOR. 1 : 2 500
VERT. 1 : 500



PORTÉE PRINCIPALE 110 m.

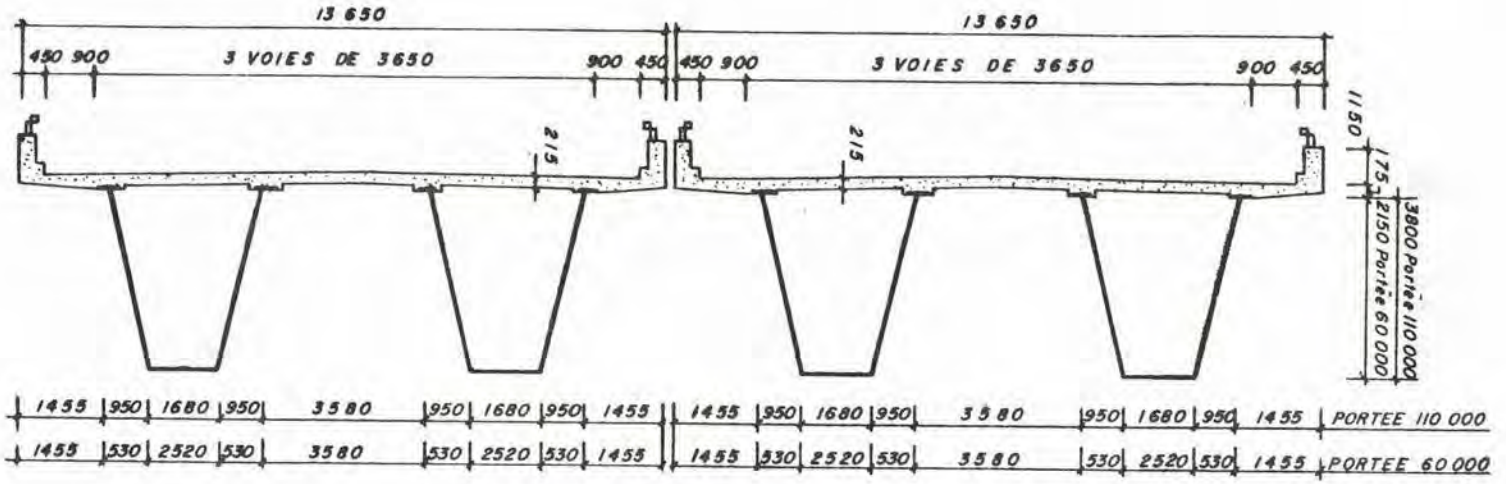
ECH. HOR. 1 : 2 500
VERT. 1 : 300

ÉLÉVATION DU PONT DANS LE CHENAL NORD

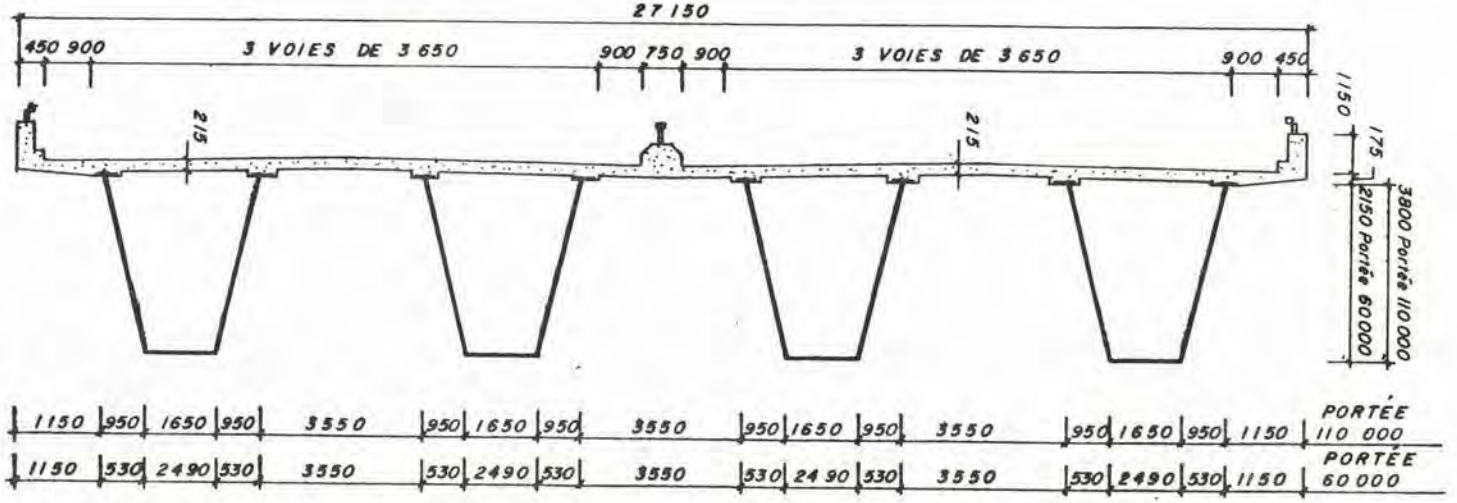
PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER
ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ

FIG. 5.22

PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER
ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ



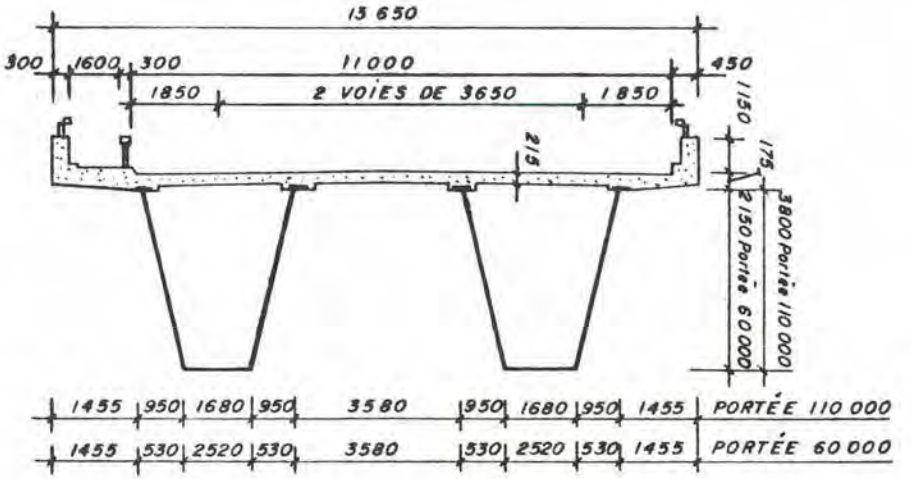
PONTS JUMELÉS DE 3 VOIES



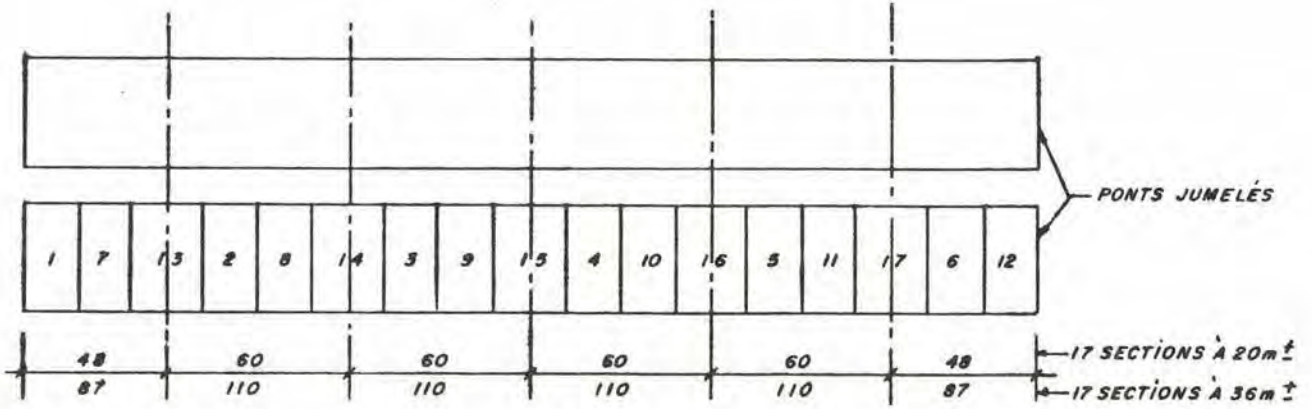
PONT SIMPLE 2 x 3 VOIES

FIG. 5.23

PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER
ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ

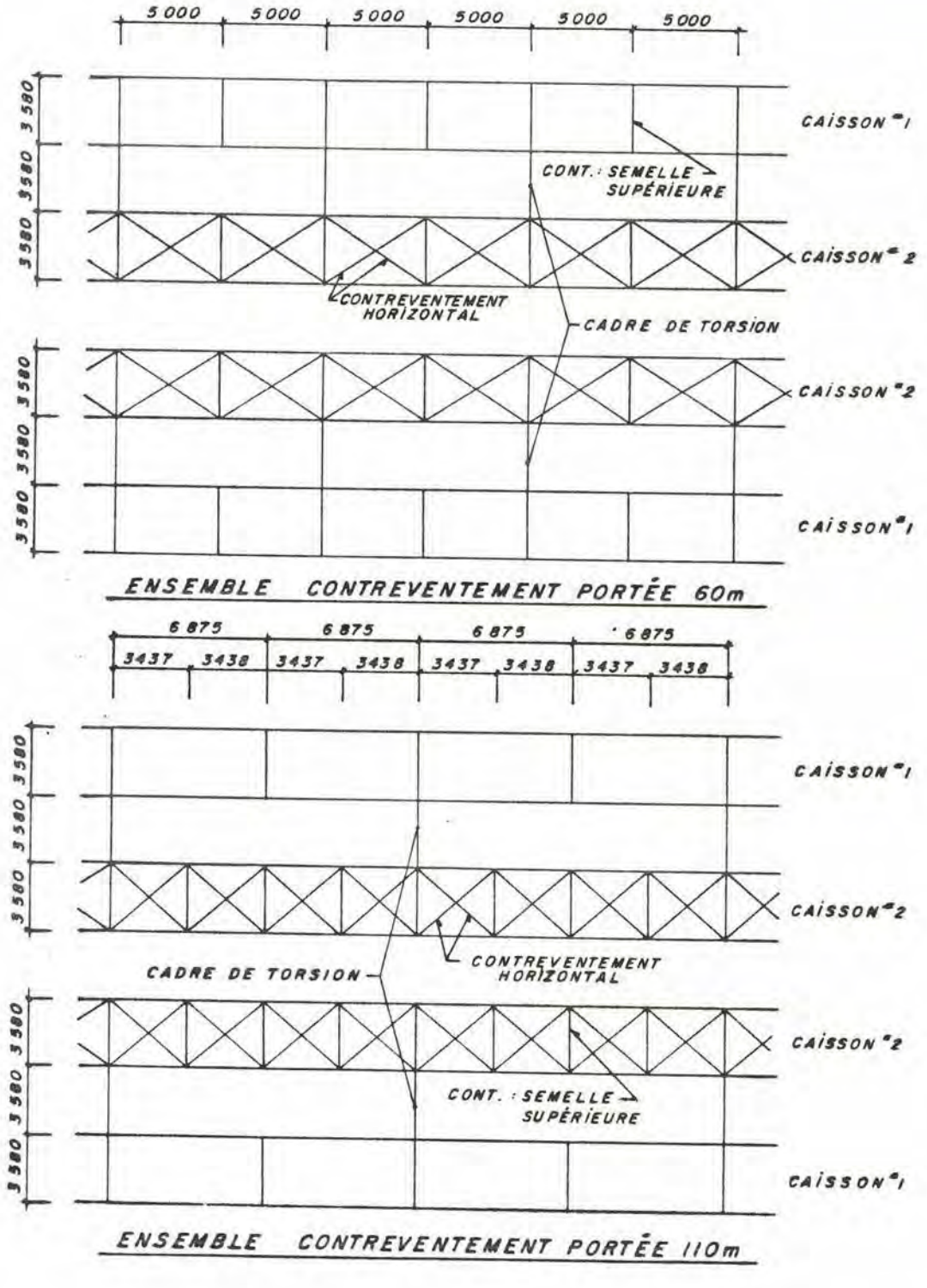


PONT SIMPLE 2 VOIES + UN TROTTOIR



SÉQUENCES DES COULÉES DE LA DALLE

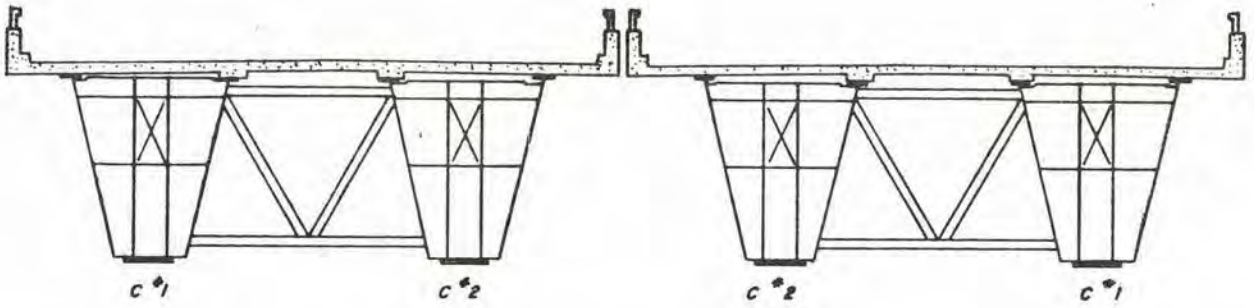
FIG. 5.24



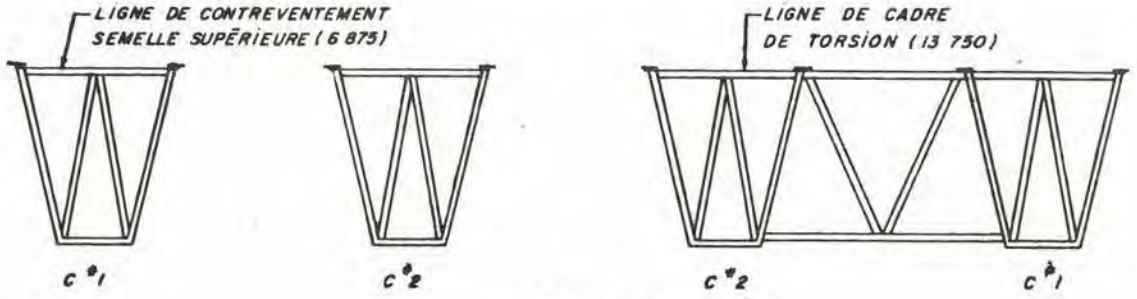
PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ

FIG. 5.25

PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER
ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ



DIAPHRAGMES AUX PILIERS

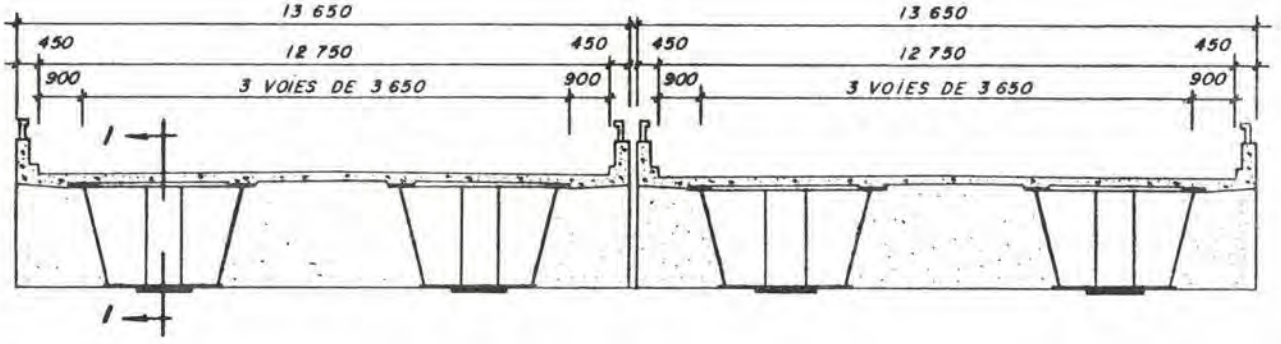


PORTÉE 110 m.

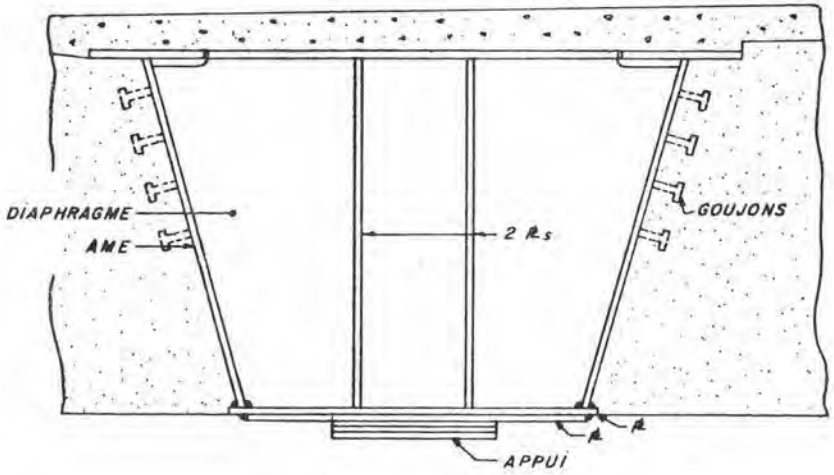
CADRE DE TORSION & CONTREVENTEMENT DE LA SEMELLE SUPÉRIEURE

FIG. 5.26

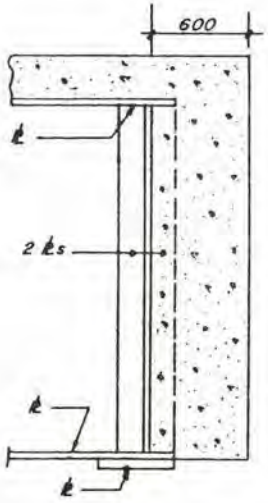
PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER
ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ



COUPE TRANSVERSALE



DÉTAIL TYPE

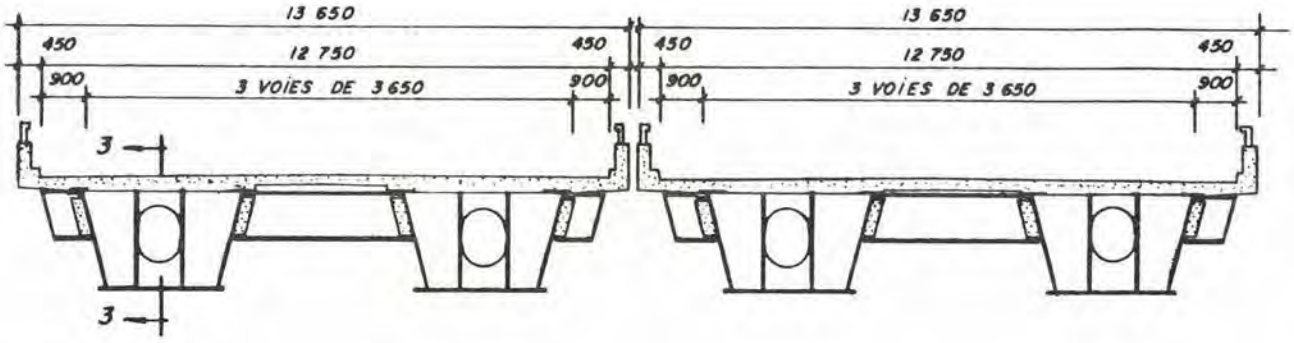


COUPE -I-

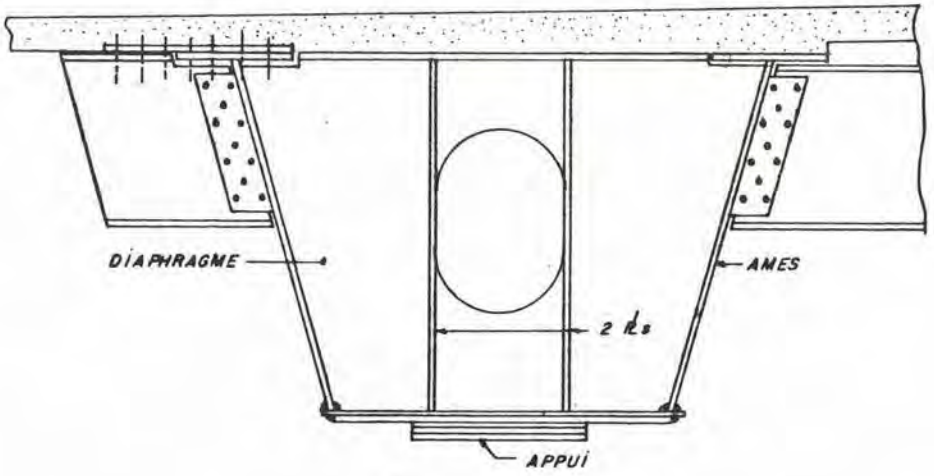
DIAPHRAGME EN BÉTON AUX CULÉES

FIG. 5.27

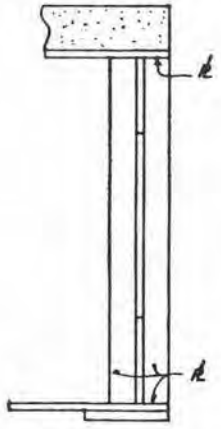
PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER
ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ



COUPE TRANSVERSALE



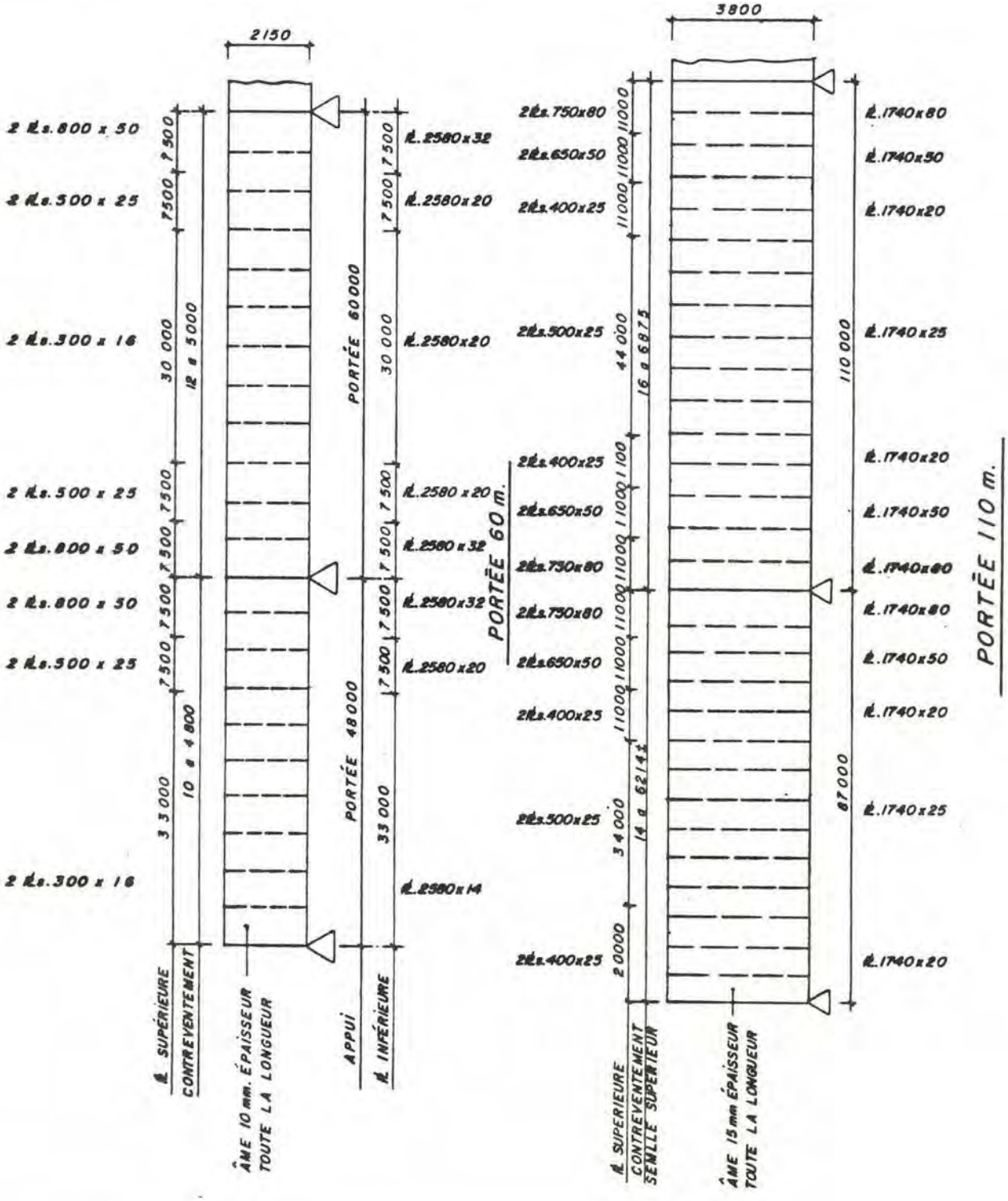
DÉTAIL TYPE



COUPE -3-

DIAPHRAGME EN ACIER AUX CULÉES

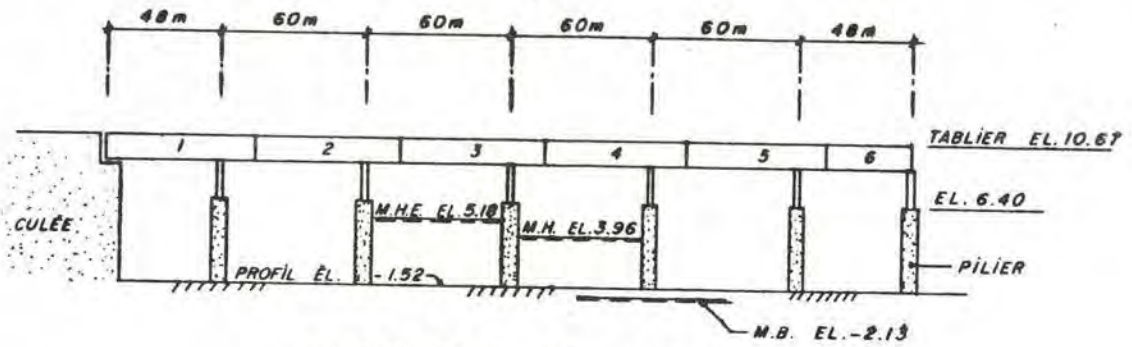
FIG. 5.28



PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ

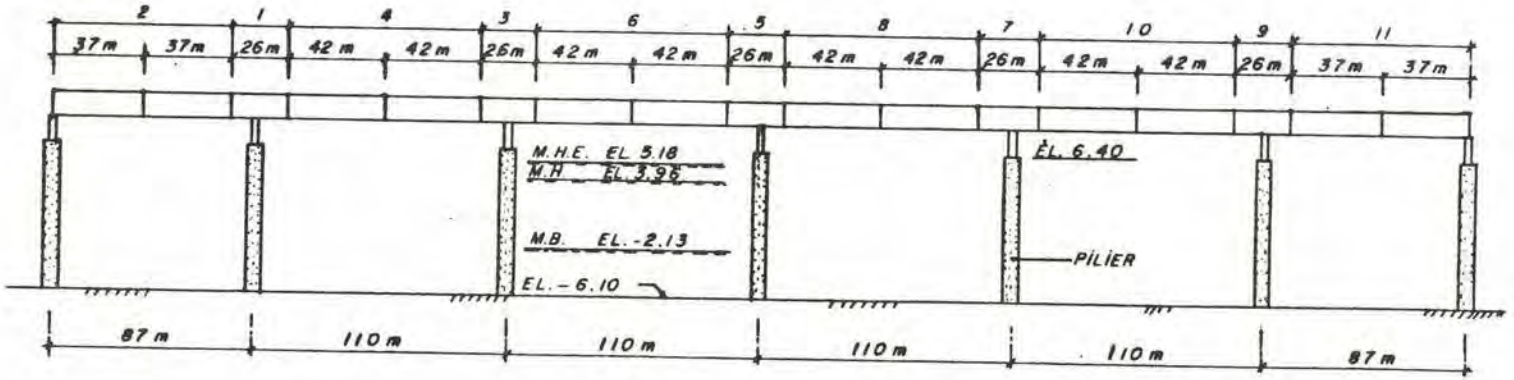
FIG. 5.29

PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER
ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ



ÉLÉVATION DU PONT

ÉCH. HOR. 1:500
VERT. 1:2500

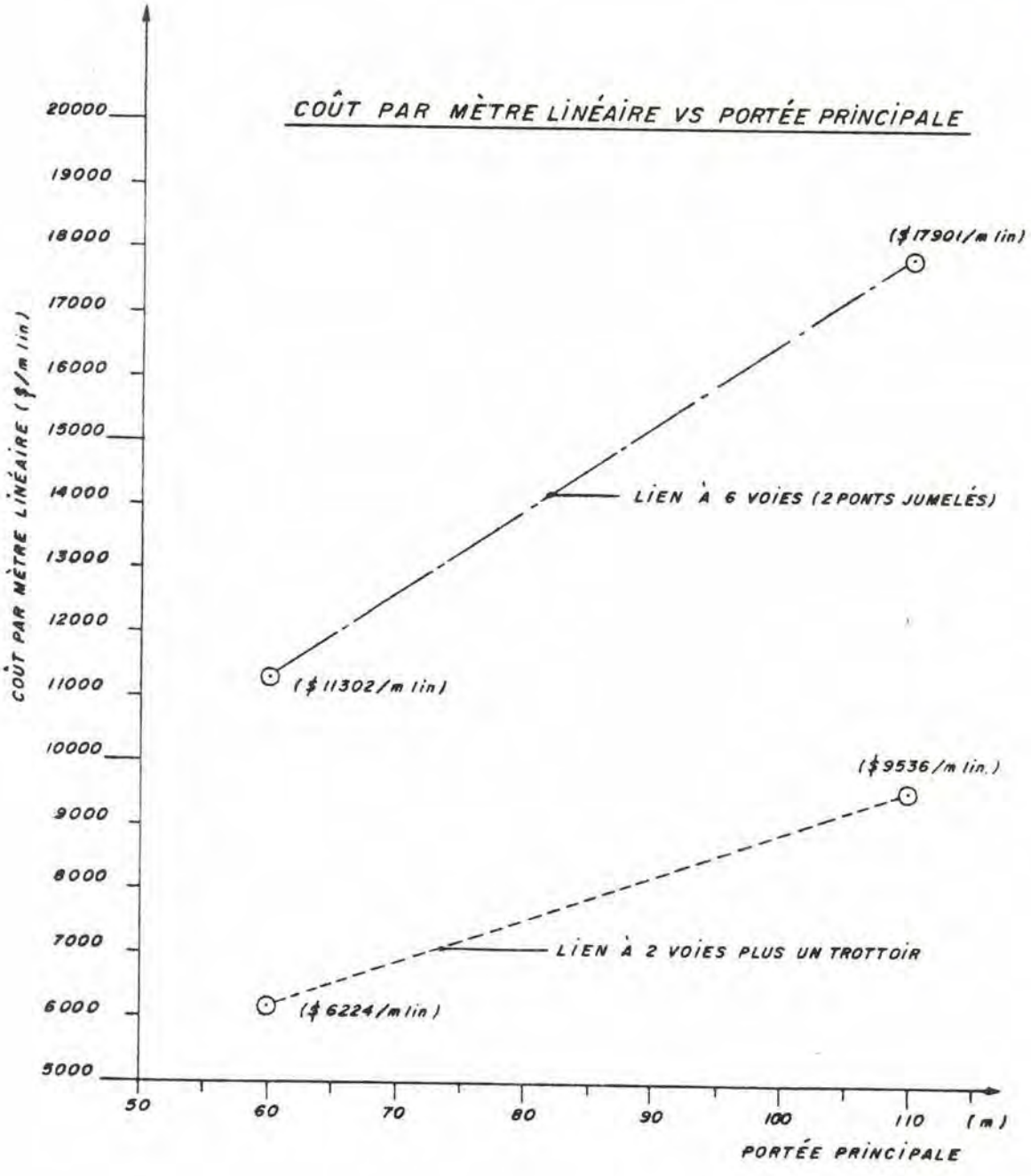


ÉLÉVATION DU PONT

ÉCH. HOR. 1 : 500
VERT. 1 : 2500

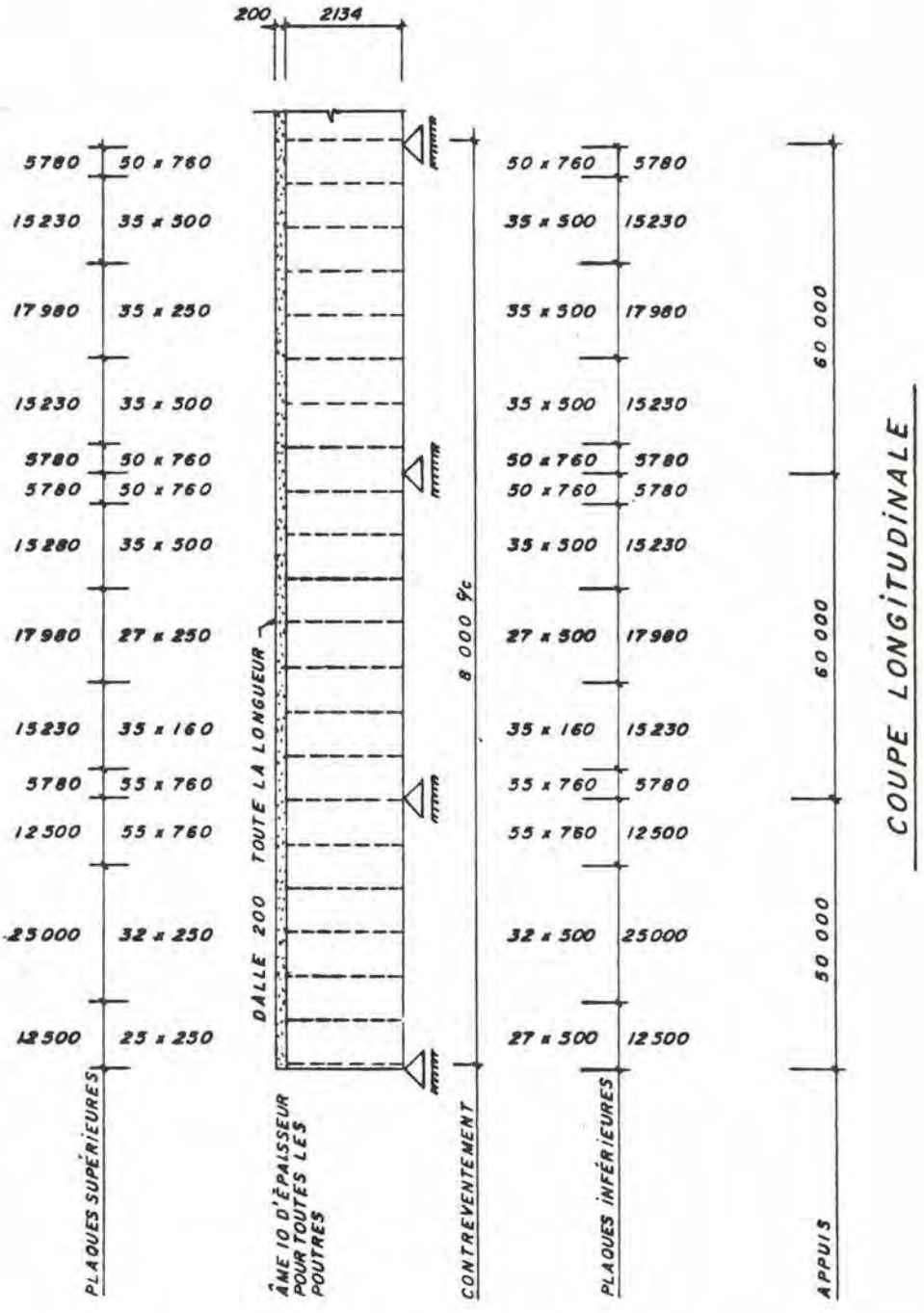
MÉTHODE DE CONSTRUCTION

FIG. 5.30



PONT À POUTRES CAISSONS D'ACIER
ET DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ

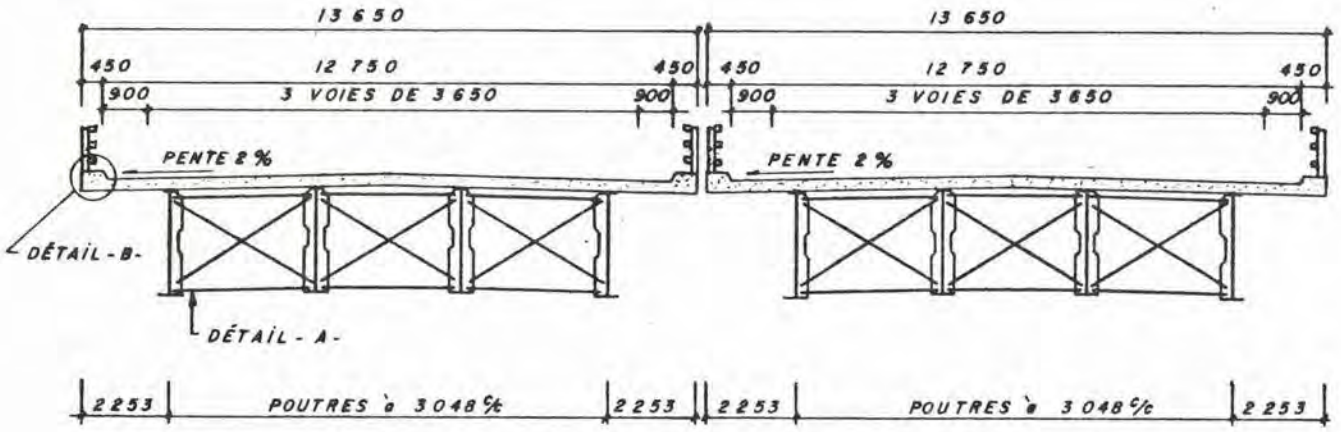
FIG. 5.31



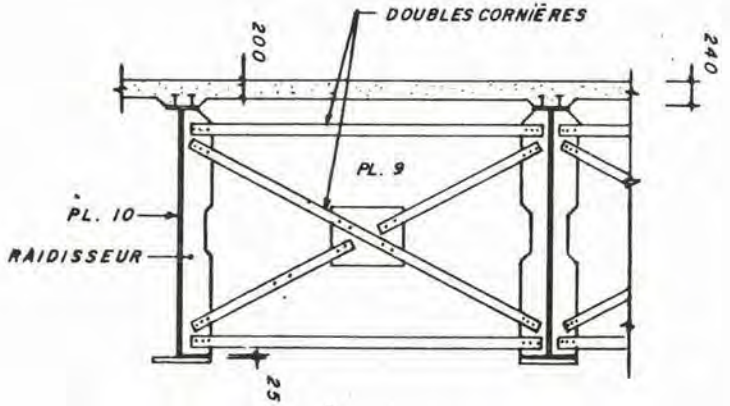
PONT À POUTRES ASSEMBLÉES EN ACIER
AVEC DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ

FIG. 5.32

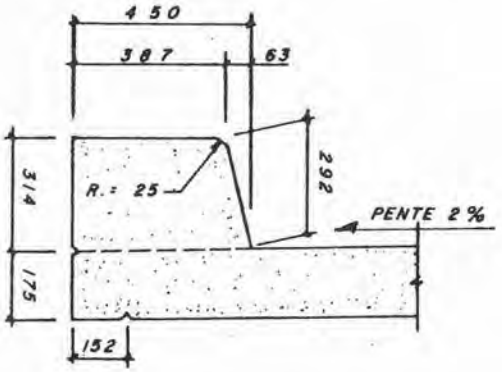
PONT À POUTRES ASSEMBLÉES EN ACIER
AVEC DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ



COUPE TRANSVERSALE DU TABLIER ET DES POUTRES

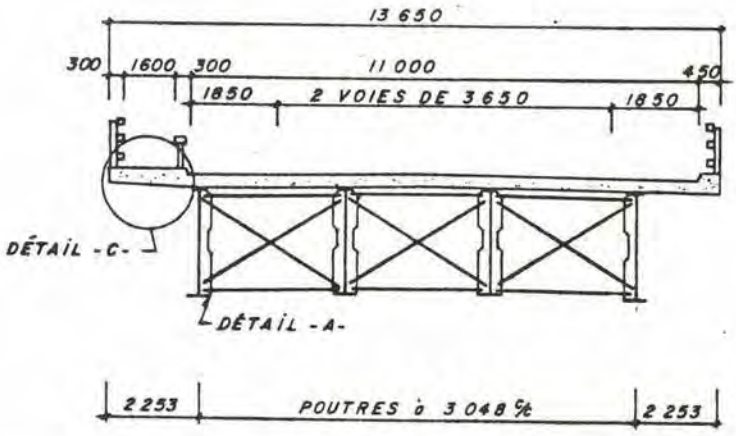


DÉTAIL - A -

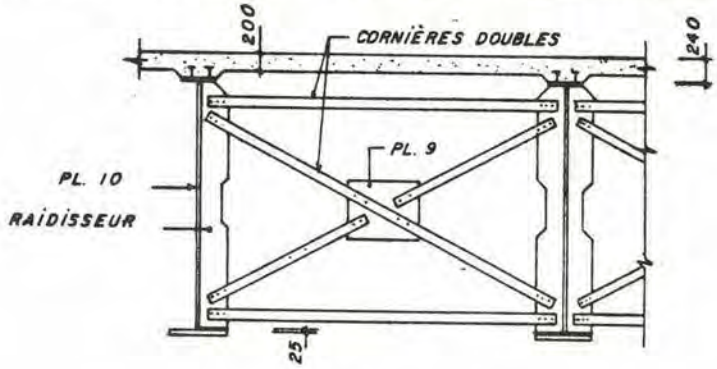


DÉTAIL - B -

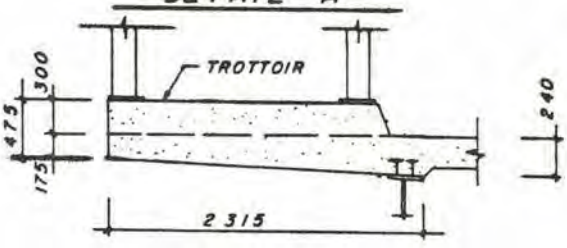
FIG. 5.33



COUPE TRANVERSALE DU TABLIER ET DES POUTRES



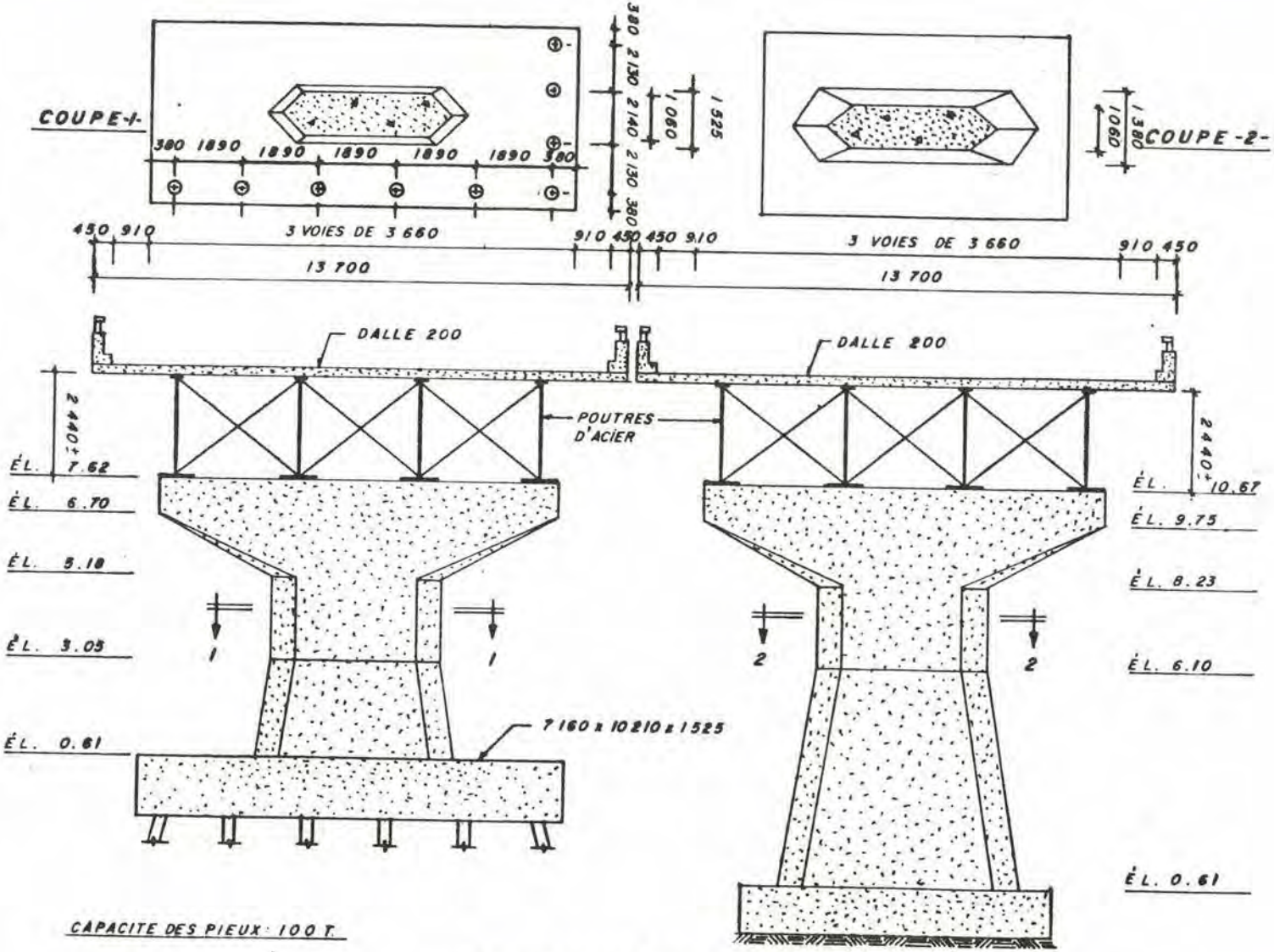
DETAIL - A -



DETAIL - C -

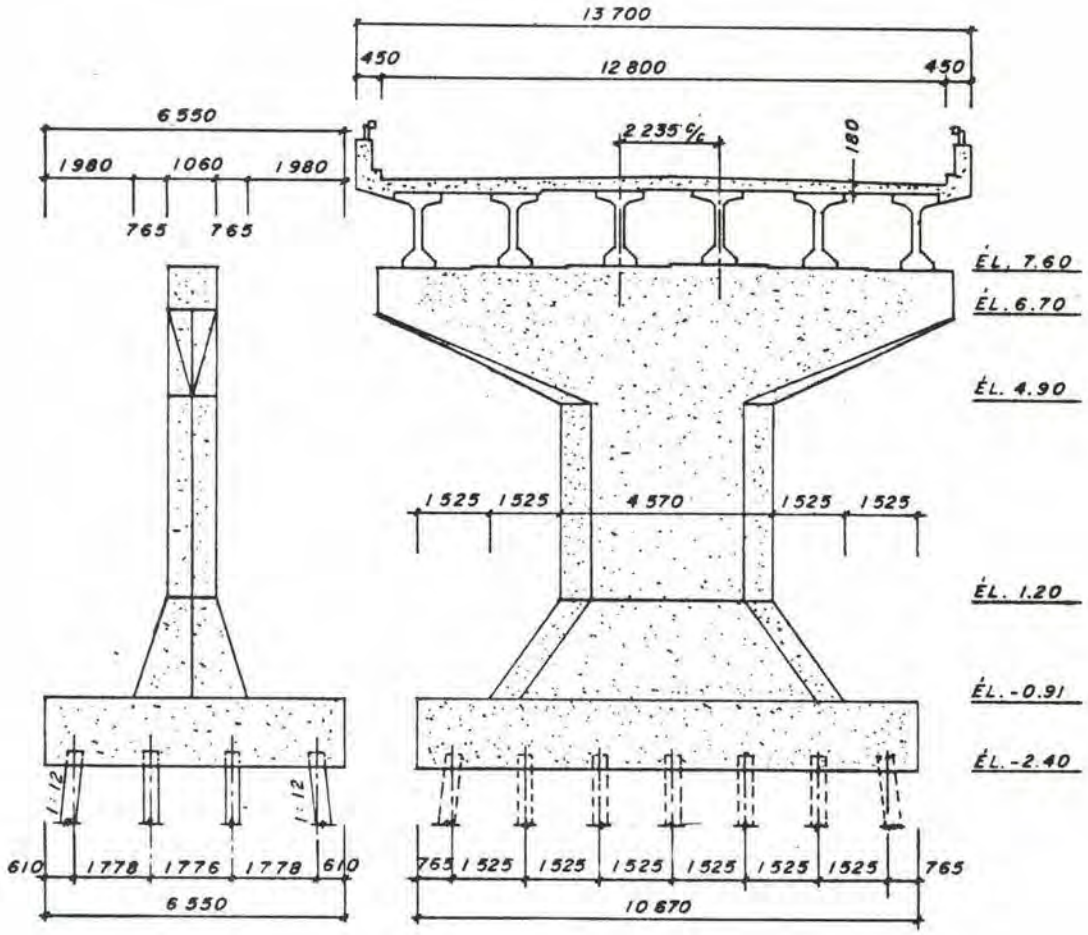
PONT À POUTRES ASSEMBLÉES EN ACIER AVEC DALLE COMPOSITE EN BÉTON ARMÉ

FIG. 5.34



PILIERS DES POUTRES D'ACIER

FIG. 5.35

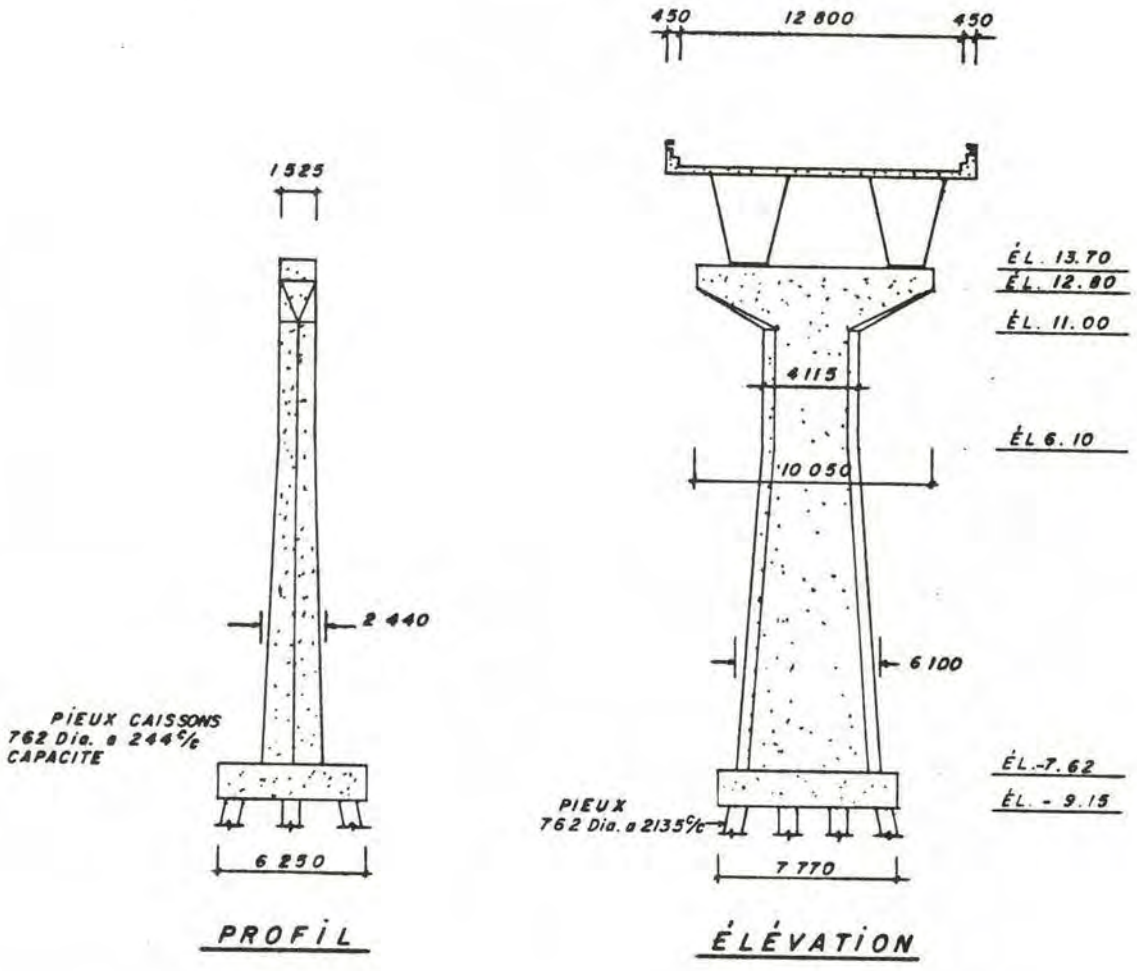


PILIER DES POUTRES PRÉFABRIQUÉES EN BÉTON

CAPACITÉ DES PIEUX: 100 T.

INFRASTRUCTURE DES PORTÉES D'APPROCHES

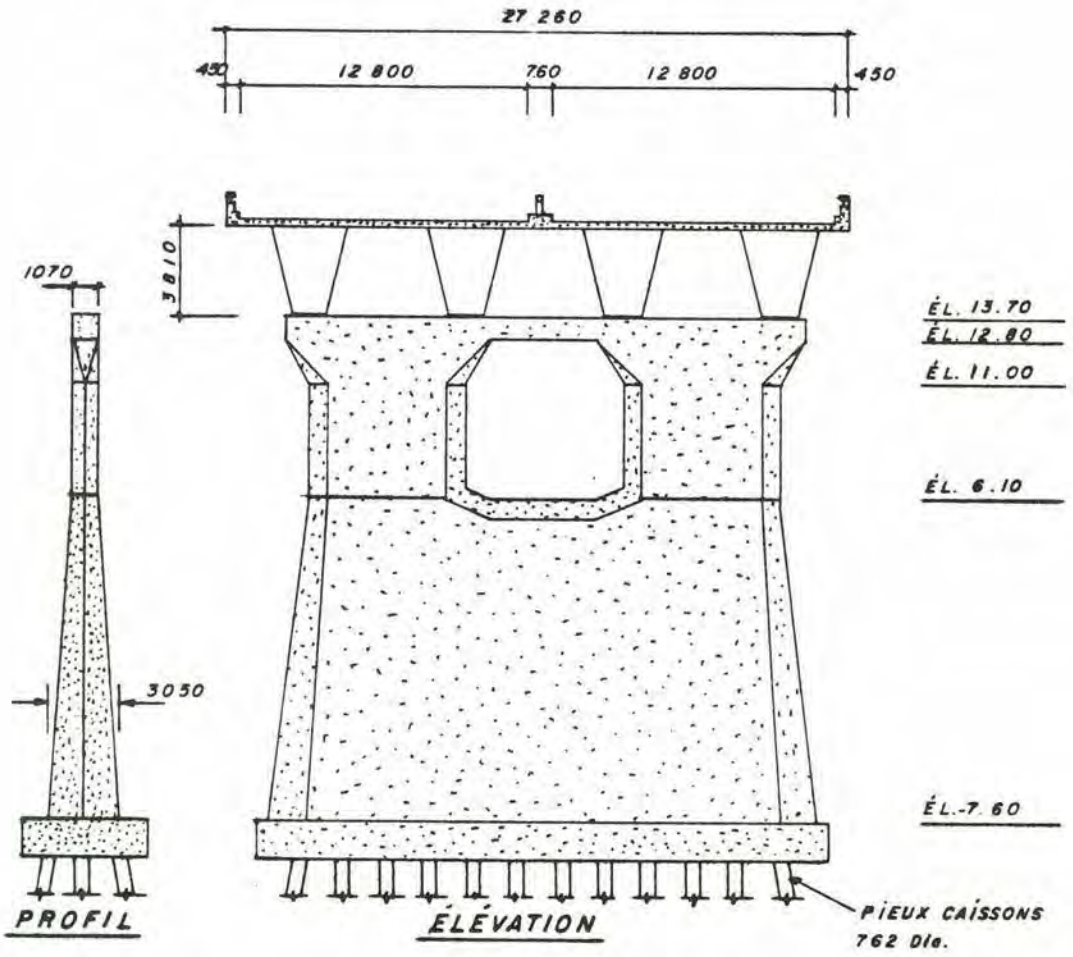
FIG. 5.36



PILIER DES POUTRES CAISSONS EN ACIER

INFRASTRUCTURE DES PORTÉES D'APPROCHES

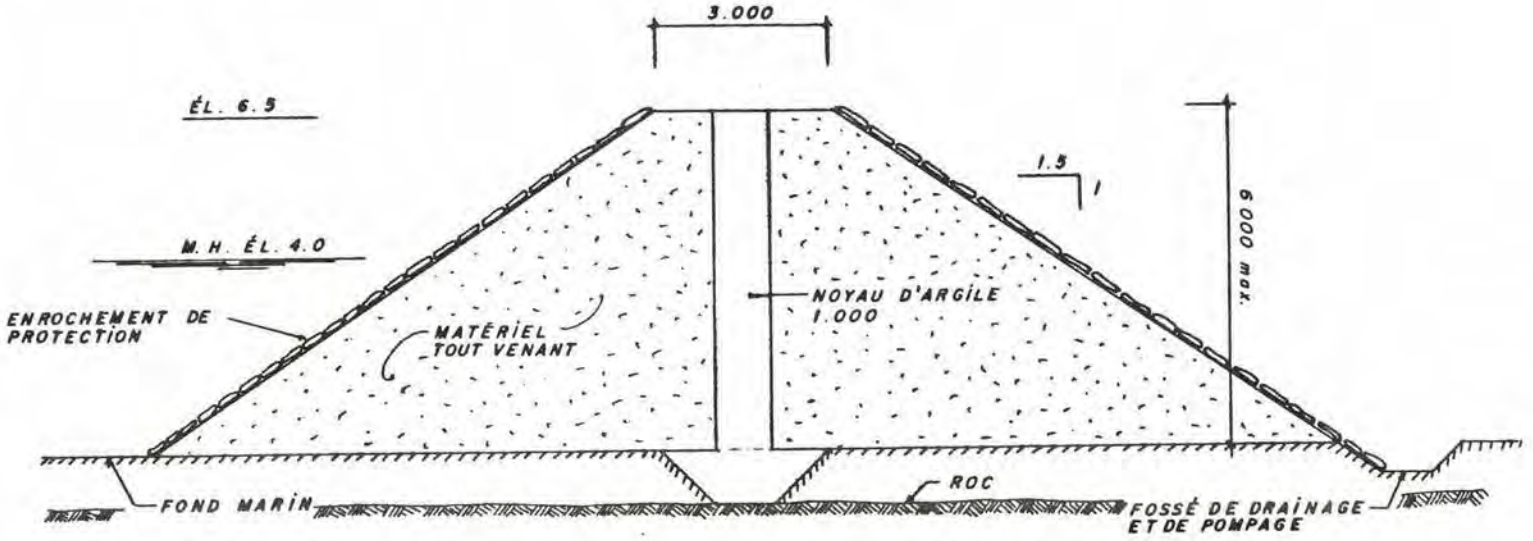
FIG. 5.37



PILIER À BASE UNIQUE ET FÛTS SÉPARÉS

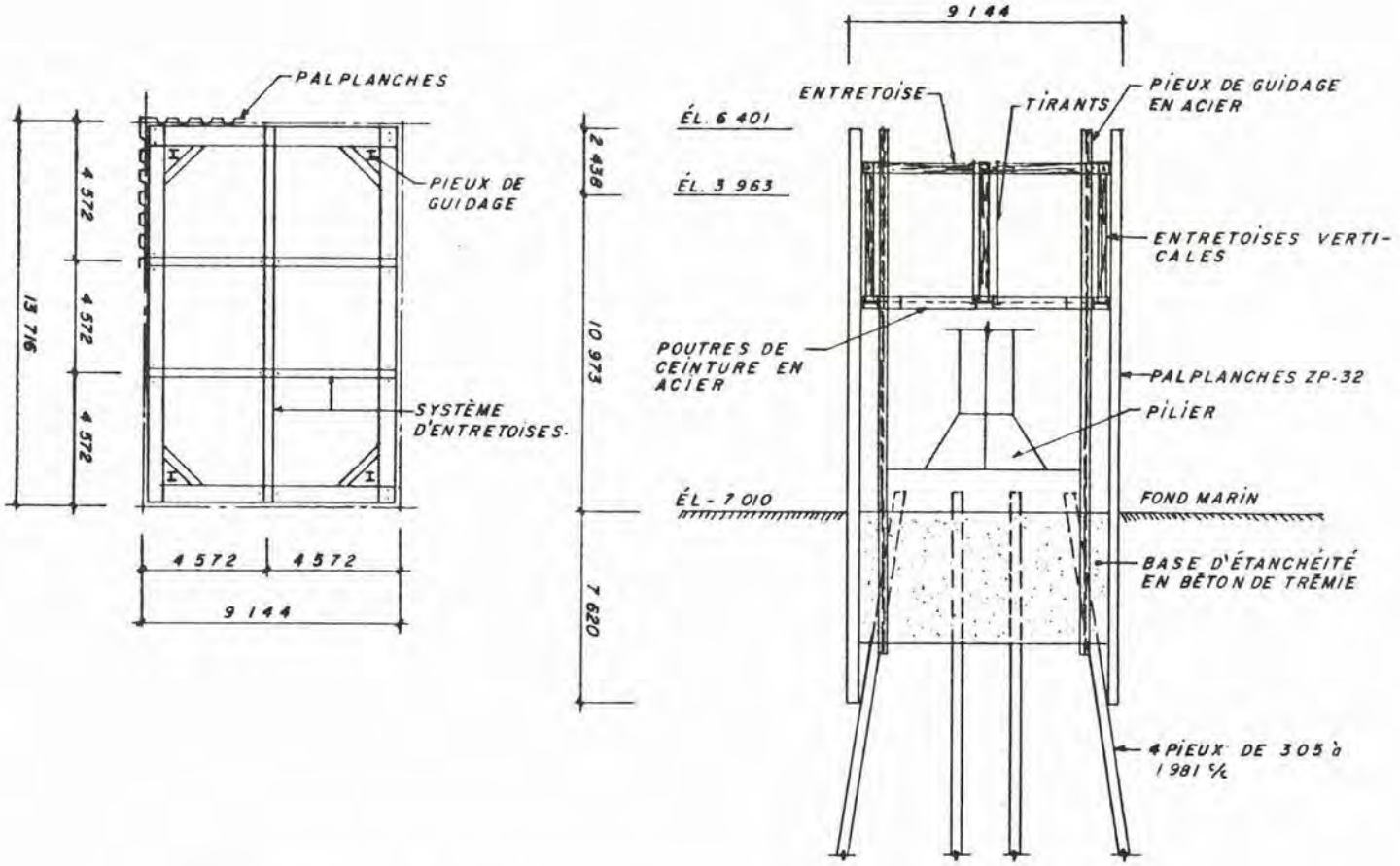
INFRASTRUCTURE DES PORTÉES D'APPROCHES

FIG. 5.38



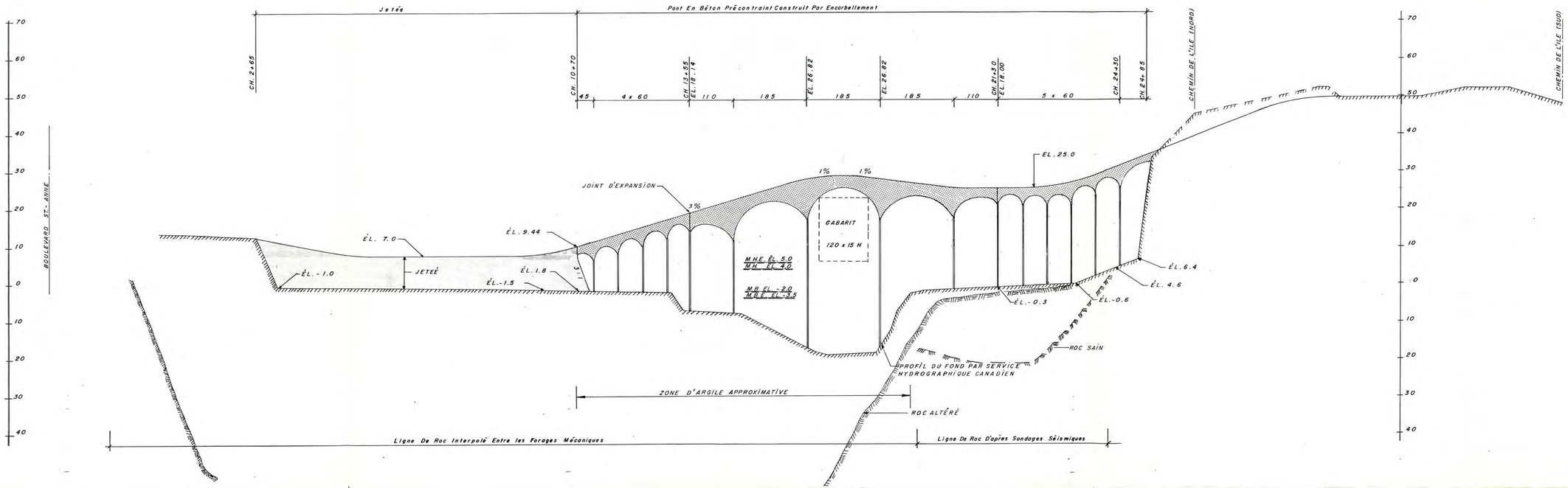
COUPE TYPE D'UN BATARDEAU EN ENROCHEMENT

ECH. 1:100



EXEMPLE D'UN BATARDEAU DE PALPLANCHES D'ACIER

FIG. 5.40



TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS

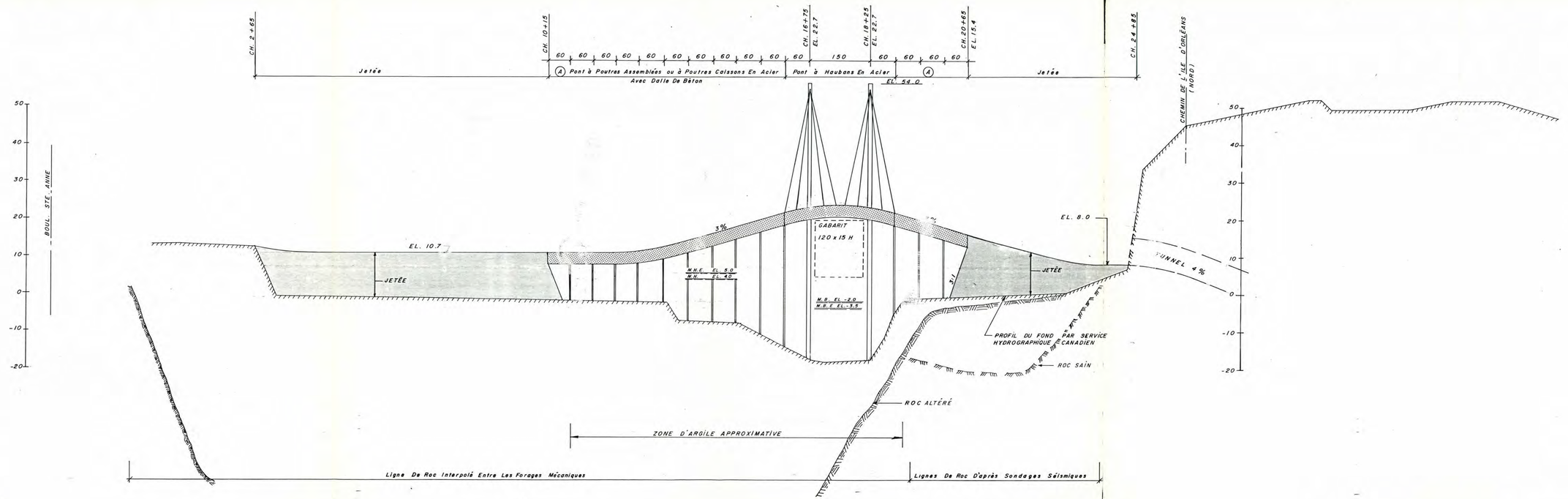
AXE -2- (NORD)

JETÉE ET PONT EN ENCORBELLEMENT

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

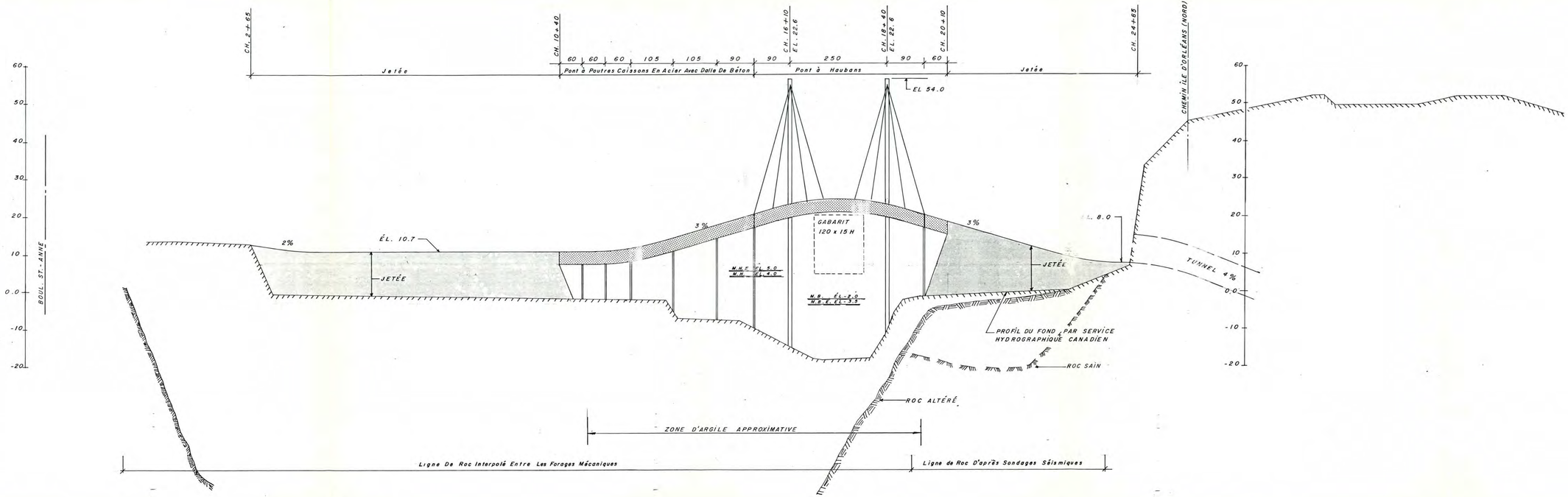
ECH: HOR. 1:1000
VERT. 1:100

FIG. 5.41



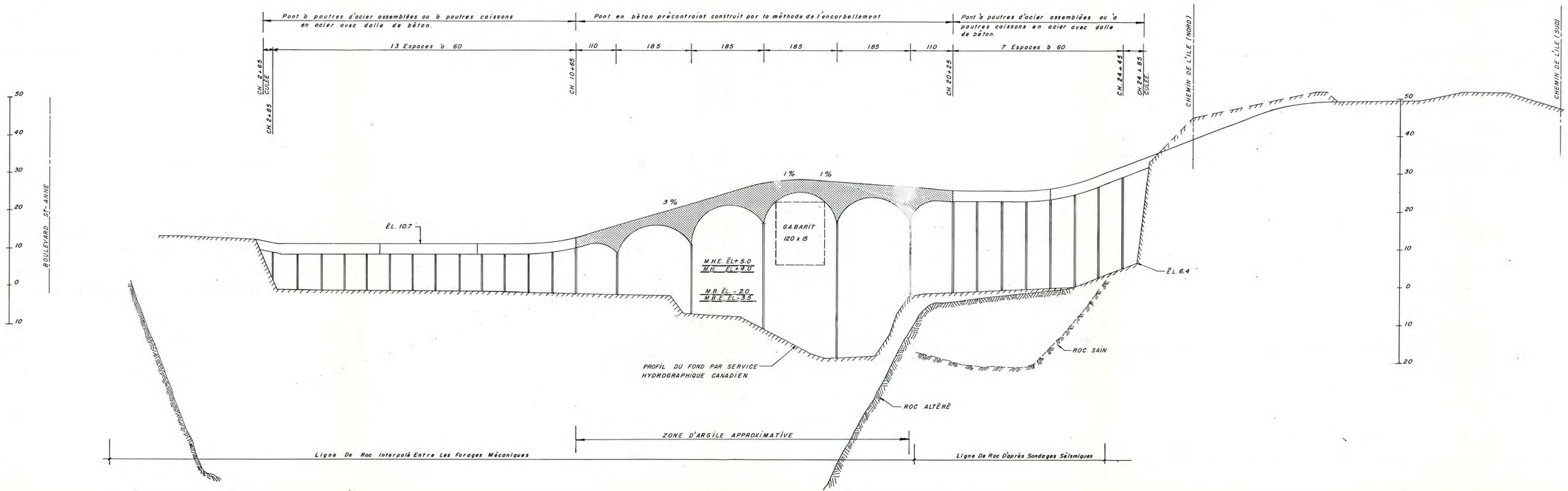
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
AXE -2- (NORD)
JETÉE ET PONT À HAUBANS
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: HOR. 1:5000
VERT. 1:500

FIG. 5.42



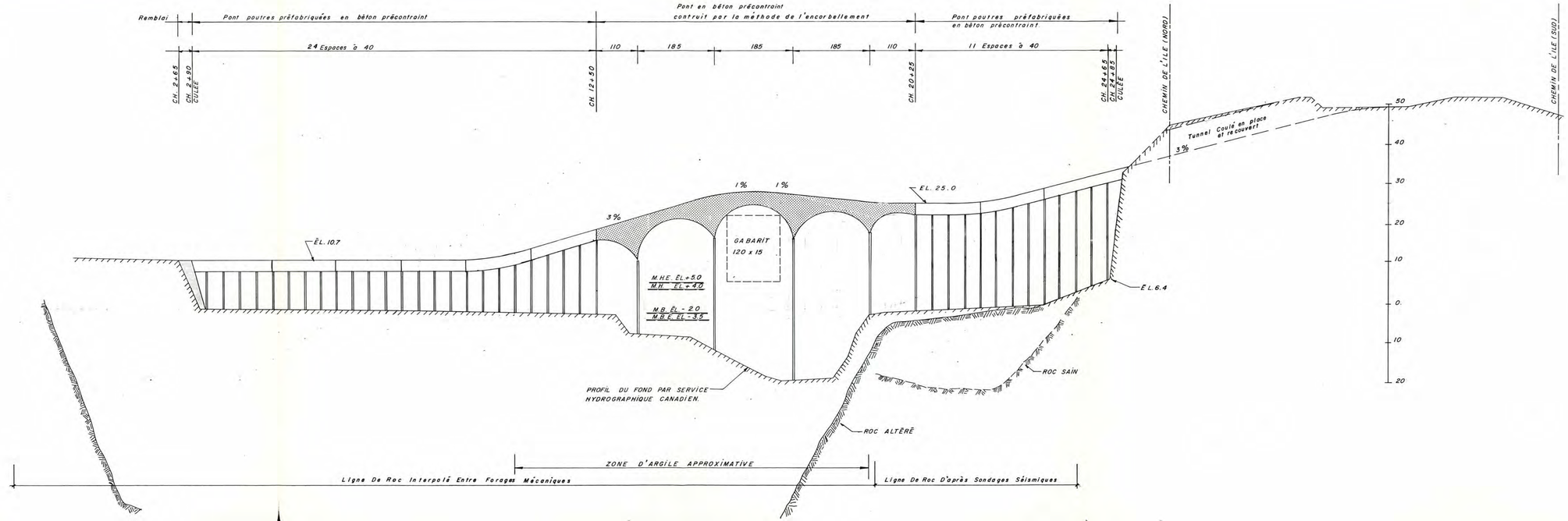
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLEANS
AXE -2- (NORD)
JETÉE ET PONT À HAUBANS
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH. HOR. 1:5000
VERT. 1:500

FIG. 5.43



TYPE DE LIEN – ILE D'ORLÉANS
AXE 2 - (NORD)
PONT EN BÉTON AVEC PORTÉES D'APPROCHES EN POUTRES D'ACIER
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: HOR. 1=5,000
" VERT. 1=500

FIG. 5. 44



TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS
AXE - 2 - (NORD)
PONT EN BÉTON AVEC PORTÉES D'APPROCHES
EN POUTRES PRÉFABRIQUÉES DE BÉTON
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH. HOR. 1 : 2,000
" VERT. 1 : 500

FIG. 5.45

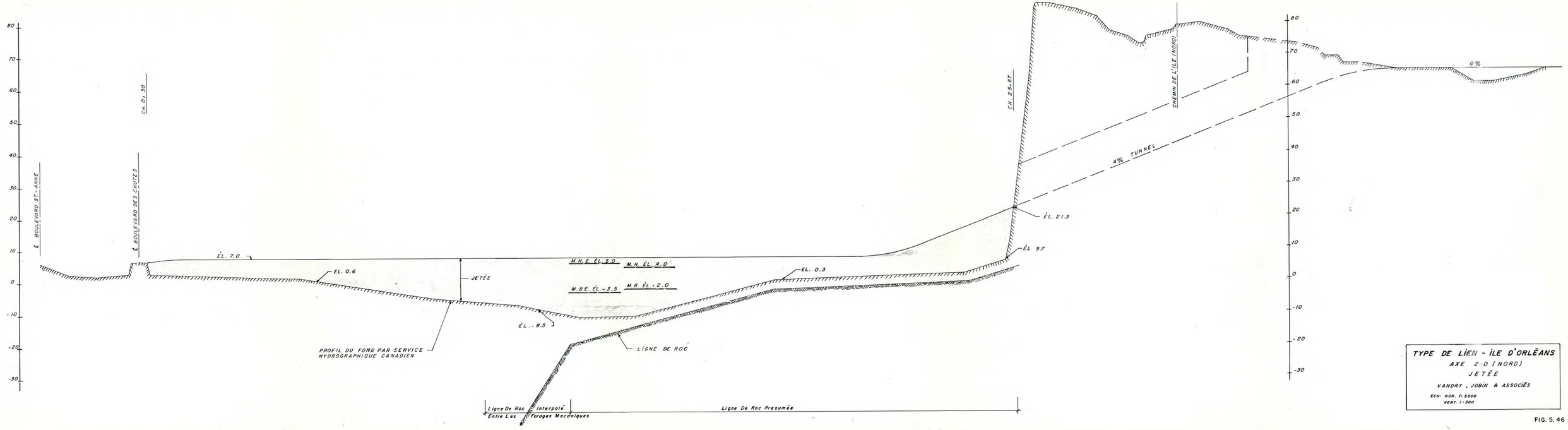
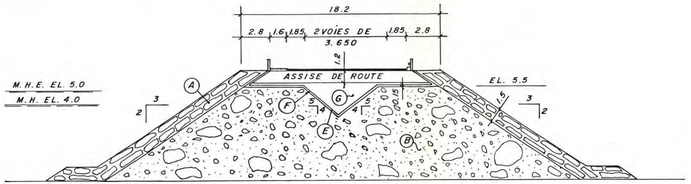
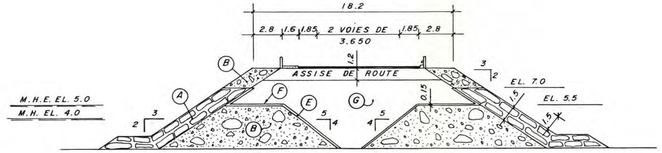

80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
℄ BOULEVARD ST.-ANNE
CH. 0+30
℄ BOULEVARD DES CHUTES
ÉL. 7.0
EL. 0.6
JETÉE
M.H.E ÉL. 5.0
M.H. ÉL. 4.0
M.B.E ÉL. -3.5
M.B. ÉL. -2.0
ÉL. -8.5
PROFIL DU FOND PAR SERVICE HYDROGRAPHIQUE CANADIEN
LIGNE DE ROC
EL. 0.3
CH. 2+67
ÉL. 21.3
ÉL. 5.7
CHEMIN DE L'ILE (NORD)
4% TUNNEL
0%
Ligne De Roc Entre Les Interpolé Forages Mecaniques
Ligne De Roc Presumée
TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS
AXE 2-D (NORD)
JETÉE
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: HOR. 1:5000
VERT. 1:500

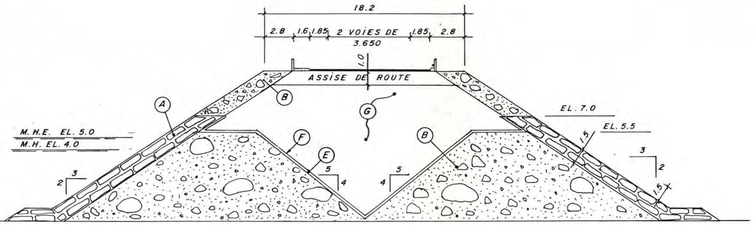
FIG. 5.46



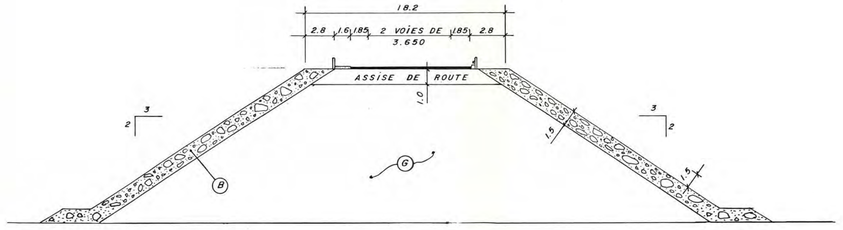
ÉLÉVATION DES VOIES 7m.



ÉLÉVATION DES VOIES 9m.±



ÉLÉVATION DES VOIES 11.5 m.±



COUPE AU-DESSUS DU NIVEAU DE LA M.H.E. EL. 5.0m.

DESCRIPTION DES MATÉRIAUX

A- ENROCHEMENT SÉLECTIONNÉ DE 1150 kg.

B- TOUT-VENANT DE CARRIÈRE (GRANIT) DE 0-700mm DE DIAMÈTRE (Dso = 450mm) OU (CALCAIRE) DE 0-760mm DE DIAMÈTRE (Dso = 150mm).

E- PIERRE CONCASSÉE DE 0-100mm DE DIAMÈTRE (Dso = 20mm) OU GRAVIER NATUREL (0-100mm DE DIAMÈTRE).

F- MEMBRANE SYNTHÉTIQUE.

G- EMPRUNT " CLASSE -B- ".

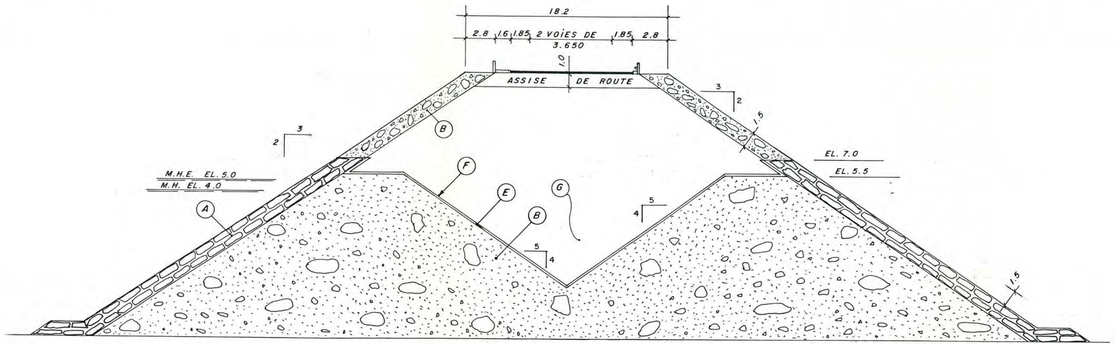
TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS

COUPES TYPES POUR JETÉE 2 VOIES

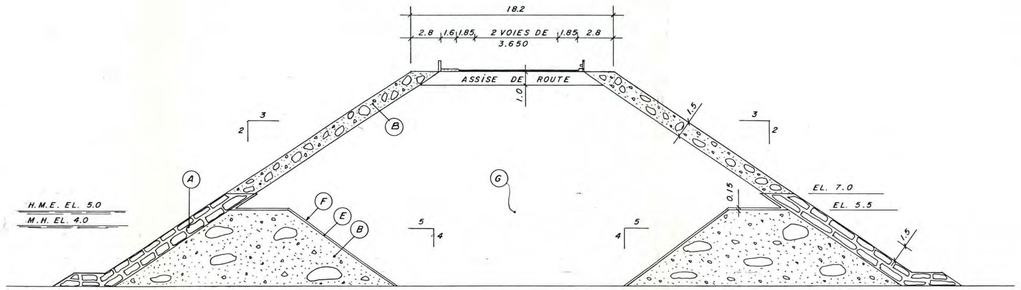
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH: 1:250

FIG. 5.47



ÉLÉVATION DES VOIES 15.5m.±



ÉLÉVATION DES VOIES 18.5m.±

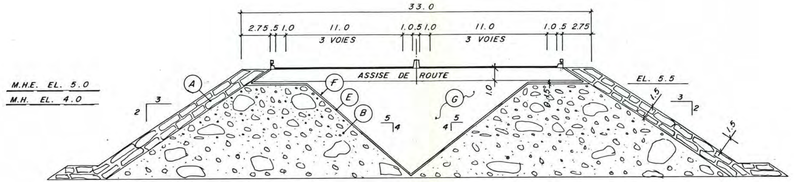
TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS

COUPES TYPES POUR JETÉE 2 VOIES

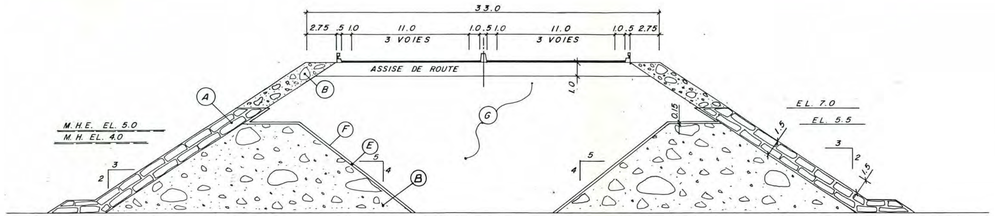
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH: 1:250

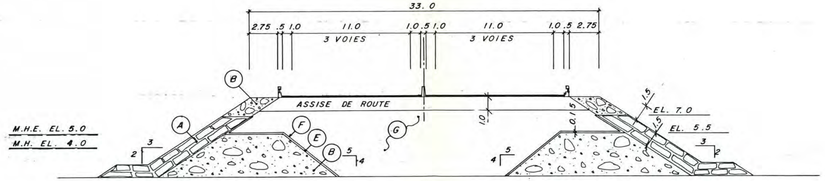
FIG. 5.48



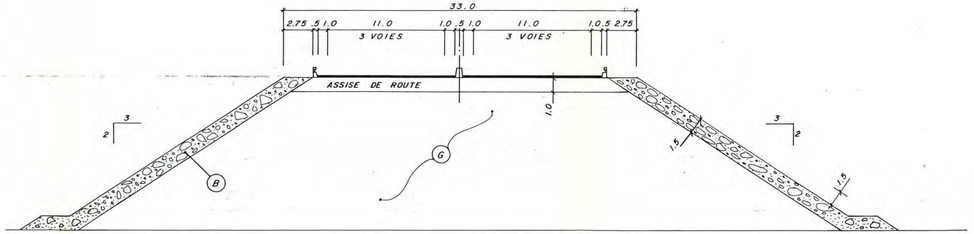
ÉLÉVATION DES VOIES 7m.



ÉLÉVATION DES VOIES 11.5 m.±



ÉLÉVATION DES VOIES 9m.±



COUPE AU-DESSUS DU NIVEAU DE LA M.H.E. EL. 5.0 m.

DESCRIPTION DES MATÉRIAUX

A - ENROCHEMENT SÉLECTIONNÉ DE 1150 kg.

B - TOUT-VENANT DE CARRIÈRE (GRANIT) DE 0-700mm DE DIAMÈTRE (Dso = 450mm) OU (CALCAIRE) DE 0-760mm DE DIAMÈTRE (Dso = 150mm).

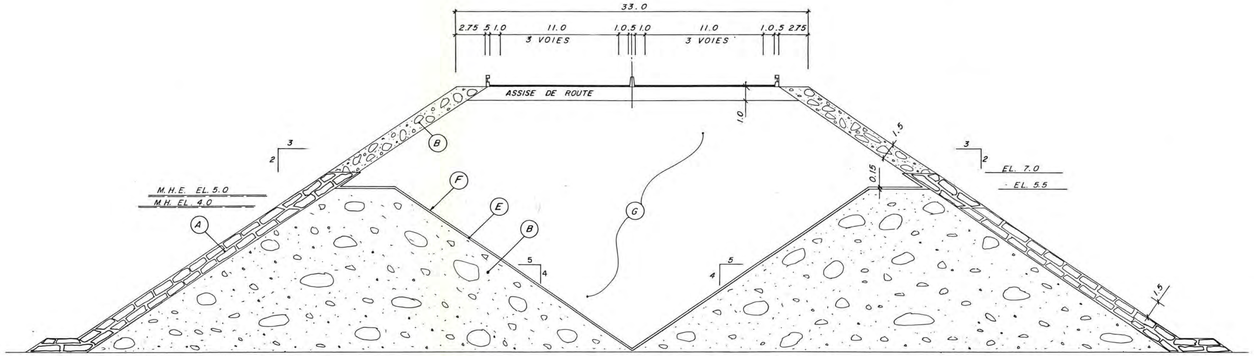
E - PIERRE CONCASSÉE DE 0-100mm DE DIAMÈTRE (Dso = 20mm) OU GRAVIER NATUREL (0-100mm. DE DIAMÈTRE).

F - MEMBRANE SYNTHÉTIQUE.

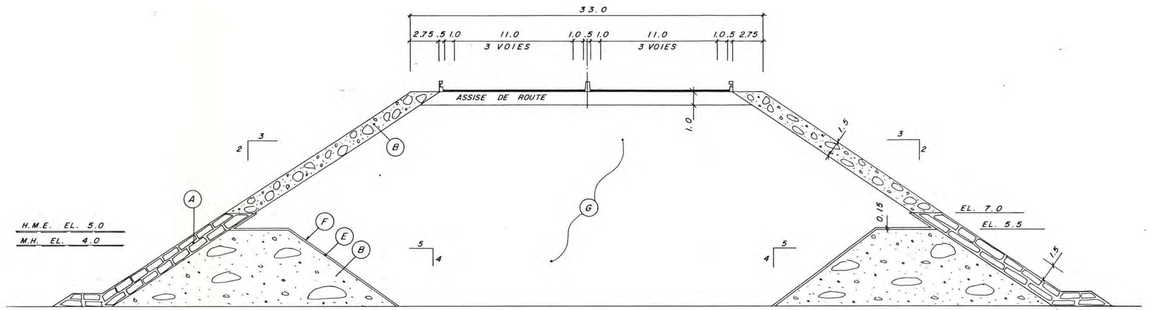
G - EMPRUNT "CLASSE -B-"

TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
COUPES TYPES POUR JETÉE 6 VOIES
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: 1:250

FIG. 5.49



ÉLÉVATION DES VOIES 15.5 m. ±



ÉLÉVATION DES VOIES 18.5 m. ±

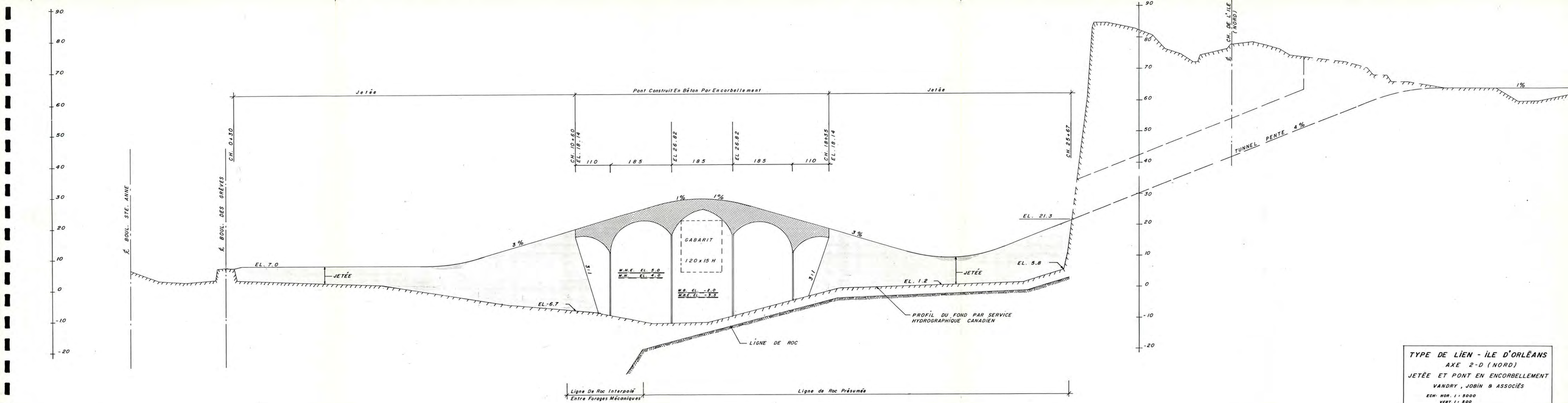
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS

COUPES TYPES POUR JETÉE
6 VOIES

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH: 1:250

FIG. 5. 50



TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS
AXE 2-D (NORD)
JETÉE ET PONT EN ENCORBELLEMENT
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: HOR. 1:1000
VERT. 1:500

FIG. 5.51

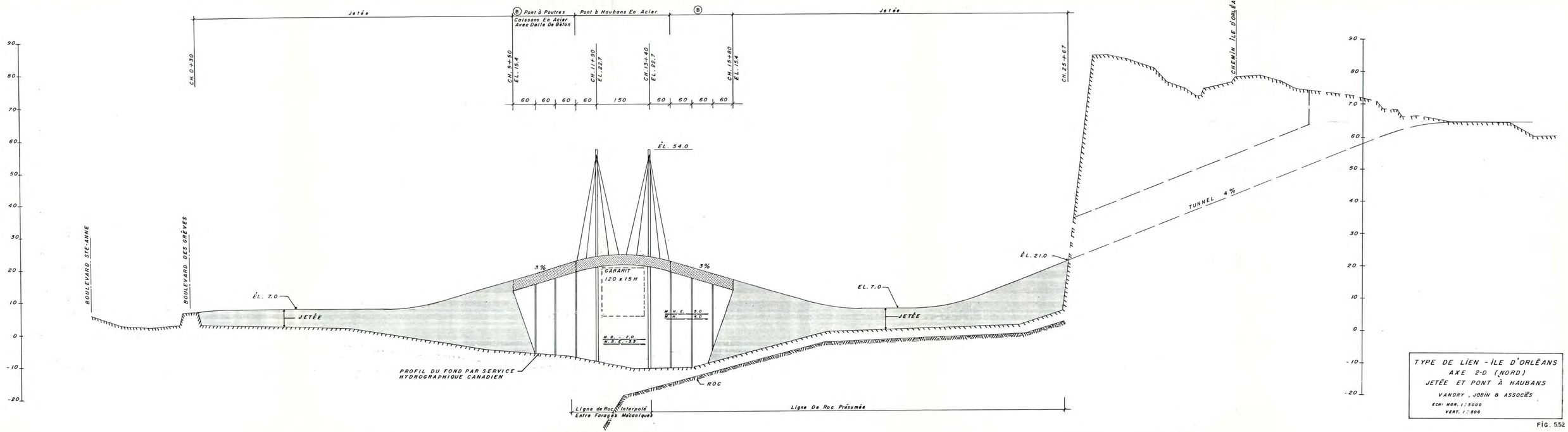
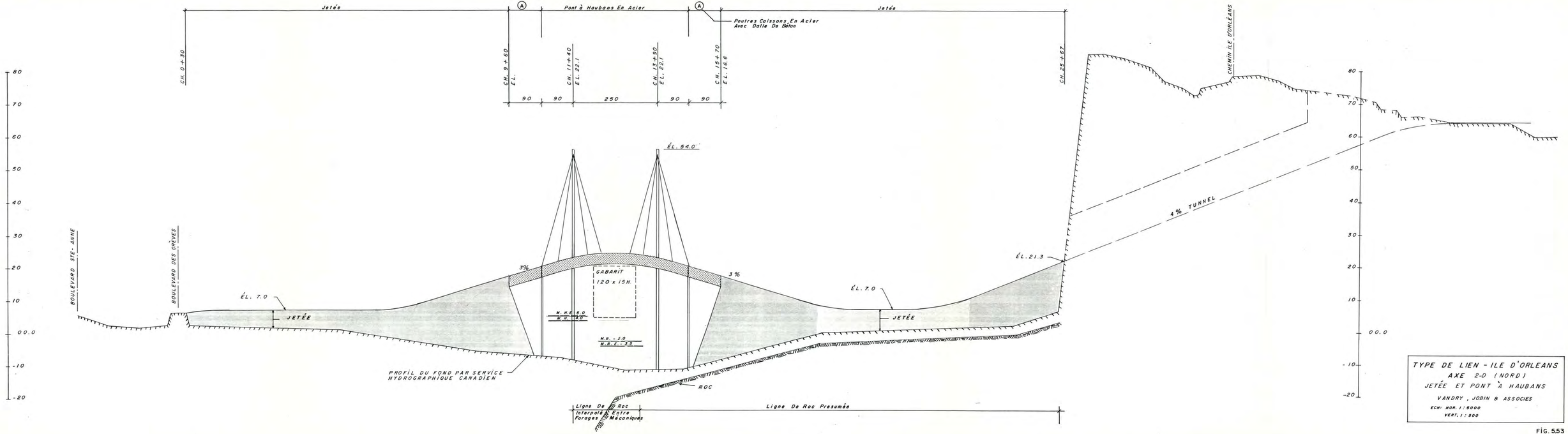

Jetée
Ⓑ Pont à Poutres
Caissons En Acier Avec Dalle De Béton
Pont à Haubans En Acier
Ⓑ
Jetée
CH. 0+30
CH. 9+50 EL. 15.4
CH. 11+90 EL. 22.7
CH. 13+40 EL. 22.7
CH. 15+80 EL. 15.4
CH. 25+67
60 60 60 60 150 60 60 60 60
ÉL. 54.0
BOULEVARD STE-ANNE
BOULEVARD DES GRÈVES
ÉL. 7.0
JETÉE
3%
3%
GABARIT 120 x 15H
N.H.E. 5.0
N.B. 4.0
N.B. = 2.0
N.B.E. = 3.5
EL. 7.0
JETÉE
ÉL. 21.0
PROFIL DU FOND PAR SERVICE HYDROGRAPHIQUE CANADIEN
ROC
Ligne de Roc Interpolé Entre Forages Mécaniques
Ligne De Roc Présumée
CHEMIN ÎLE D'ORLÉANS
TUNNEL 4%
90 80 70 60 50 40 30 20 10 0 -10 -20
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
AXE 2-D (NORD)
JETÉE ET PONT À HAUBANS
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: HOR. 1:5000
VERT. 1:500

FIG. 552

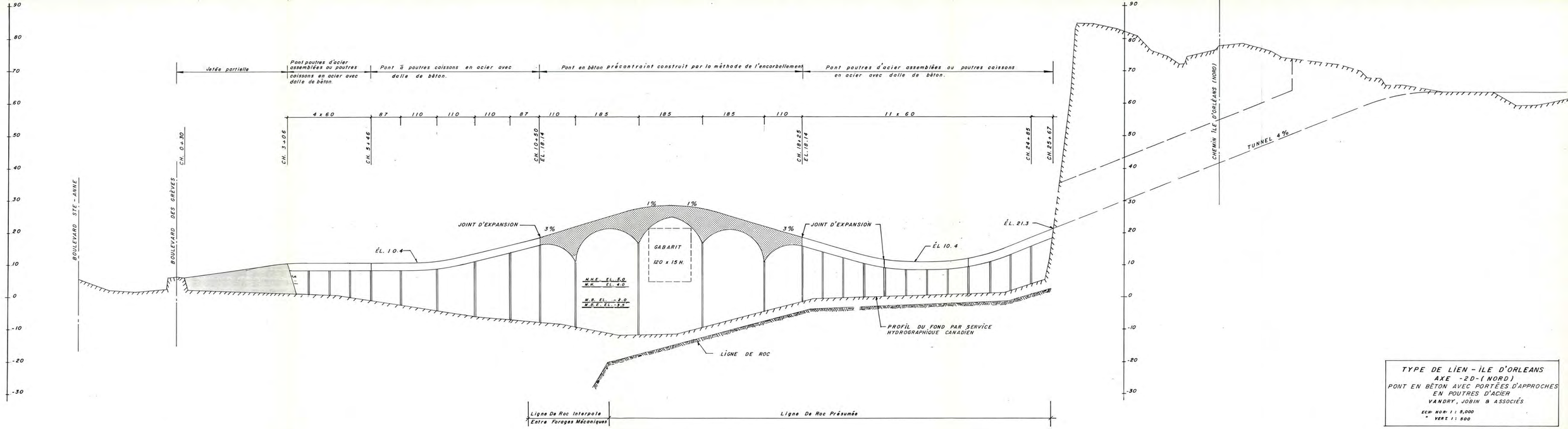


TYPE DE LIEN - ILE D'ORLEANS
AXE 2-D (NORD)
JETÉE ET PONT À HAUBANS

VANDRY, JOBIN & ASSOCIES

ECH: HOR. 1:5000
VERT. 1:500

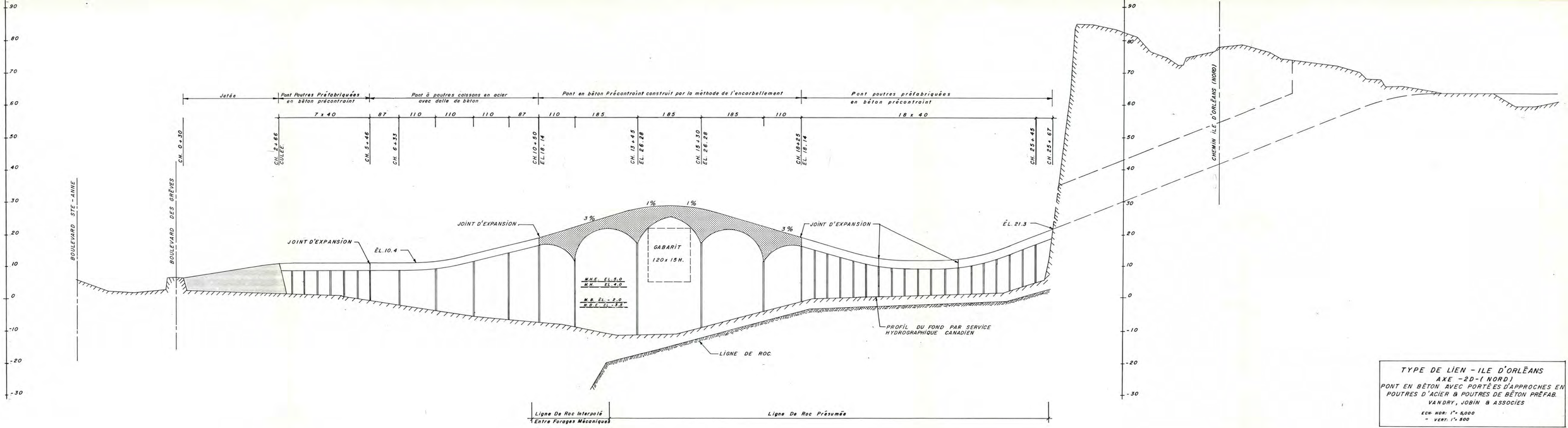
FIG. 5.53



TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLEANS
AXE -2D-(NORD)
PONT EN BÉTON AVEC PORTÉES D'APPROCHES EN POUTRES D'ACIER
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

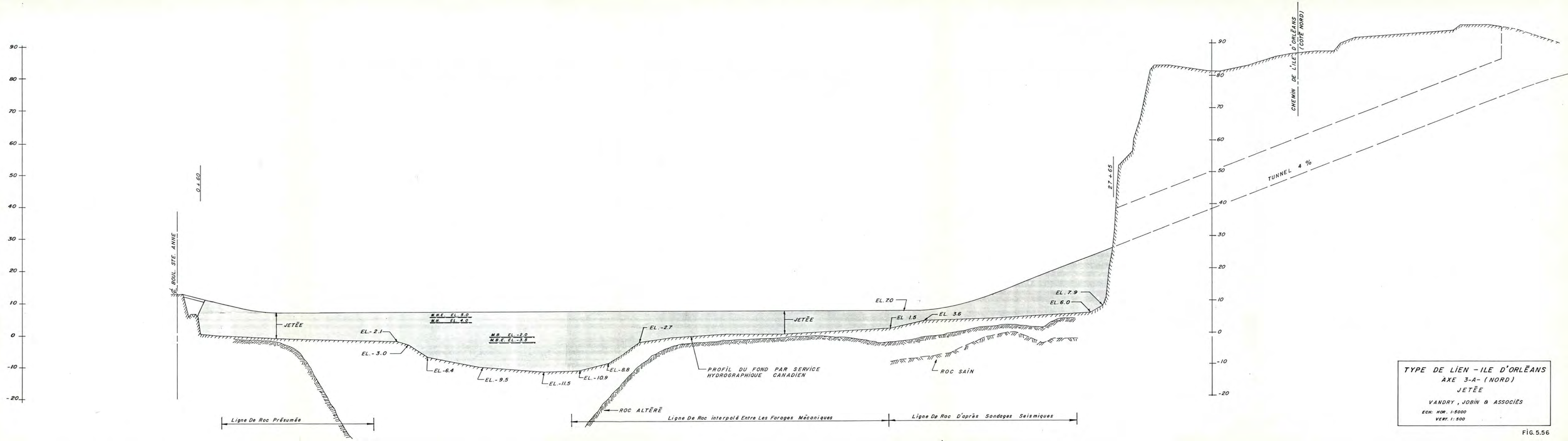
ECH. HOR. 1 : 5,000
" VERT. 1 : 500

FIG. 5.54



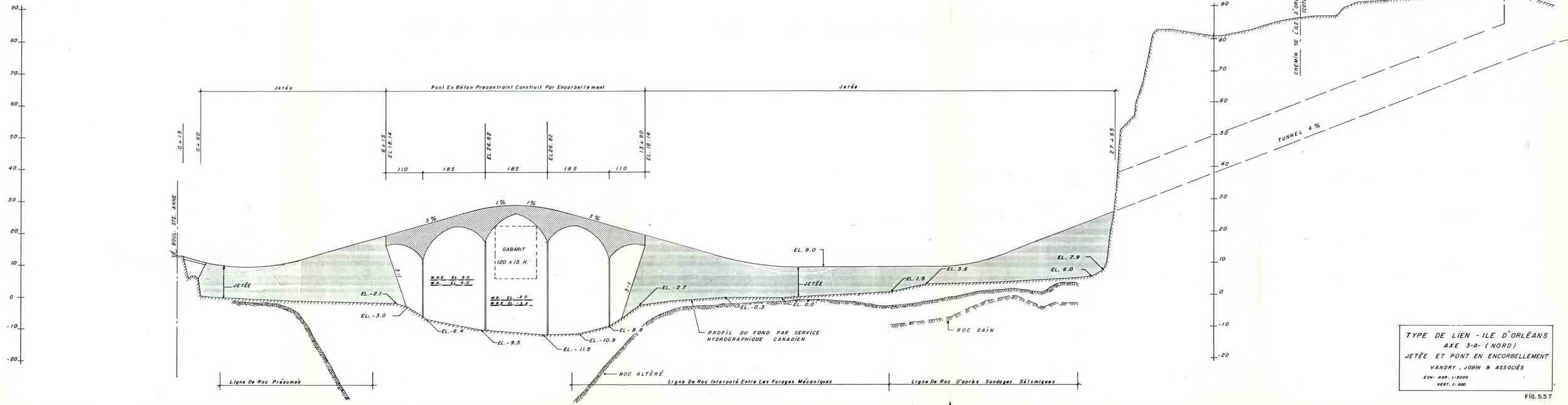
TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS
AXE -2D-(NORD)
PONT EN BÉTON AVEC PORTÉES D'APPROCHES EN POUTRES D'ACIER & POUTRES DE BÉTON PRÉFAB.
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH. HOR: 1"= 5,000
" VERT: 1"= 800

FIG. 5.55



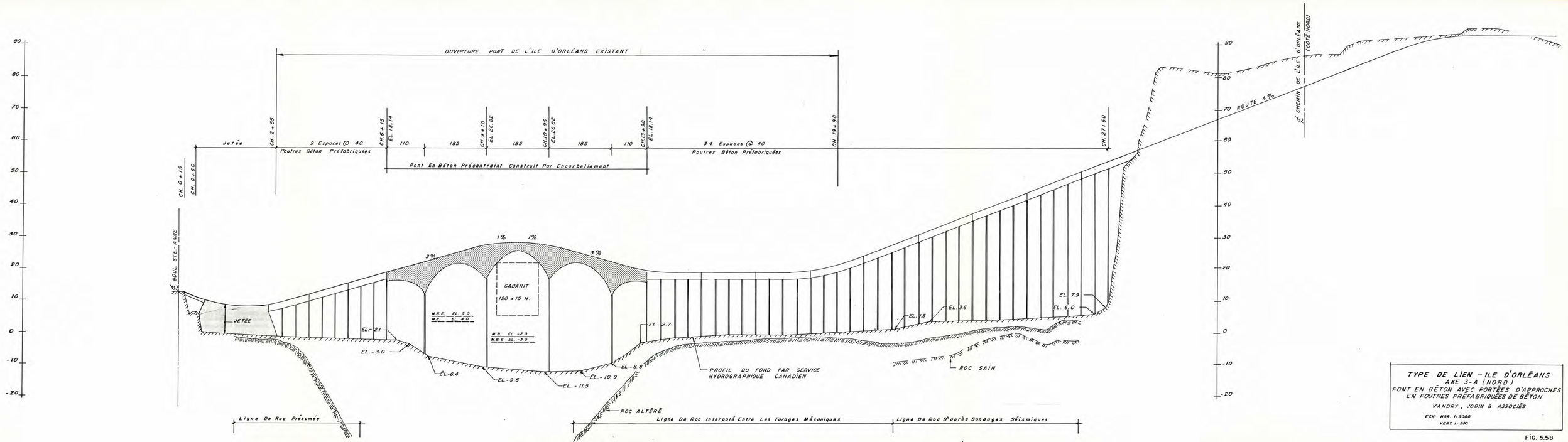
TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS
AXE 3-A- (NORD)
JETÉE
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: HOR. 1:5000
VERT. 1:500

FIG. 5.56



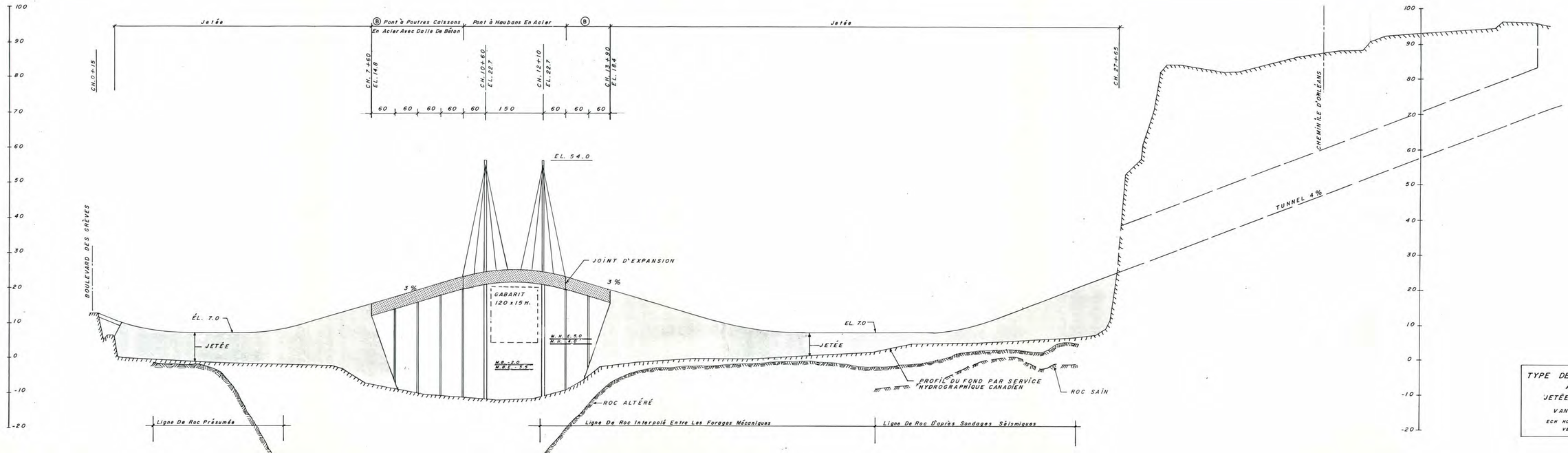
TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS
AXE 3-A- (NORD)
JETÉE ET PONT EN ENCORBELLEMENT
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH. HOR. 1:5000
VERT. 1:500

FIG. 5.5.7



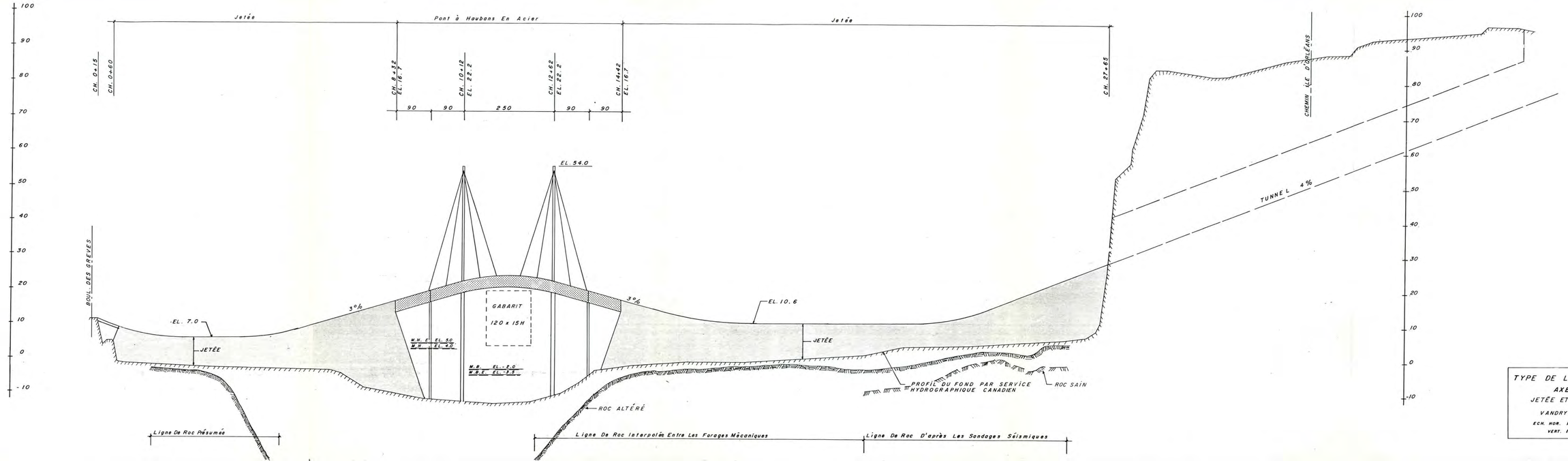
TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS
AXE 3-A (NORD)
PONT EN BÉTON AVEC PORTÉES D'APPROCHES EN POUTRES PRÉFABRIQUÉES DE BÉTON
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ÉCH: HOR. 1:5000
VERT. 1:500

FIG. 5.58



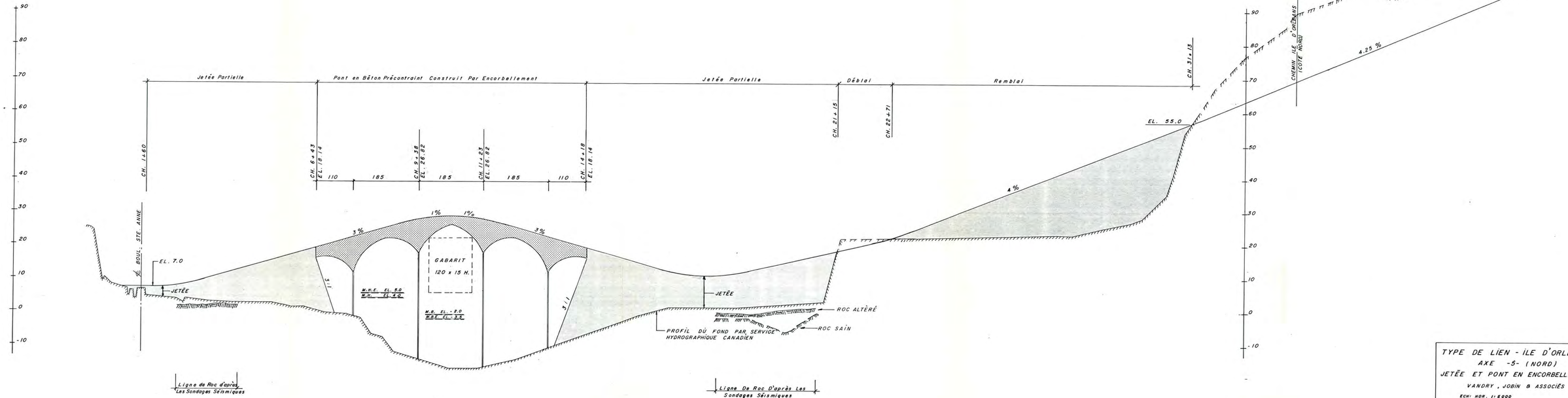
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
AXE 3-A- (NORD)
JETÉE ET PONT À HAUBANS
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH HOR. 1 : 5000
VER. 1 : 500

FIG. 5.59



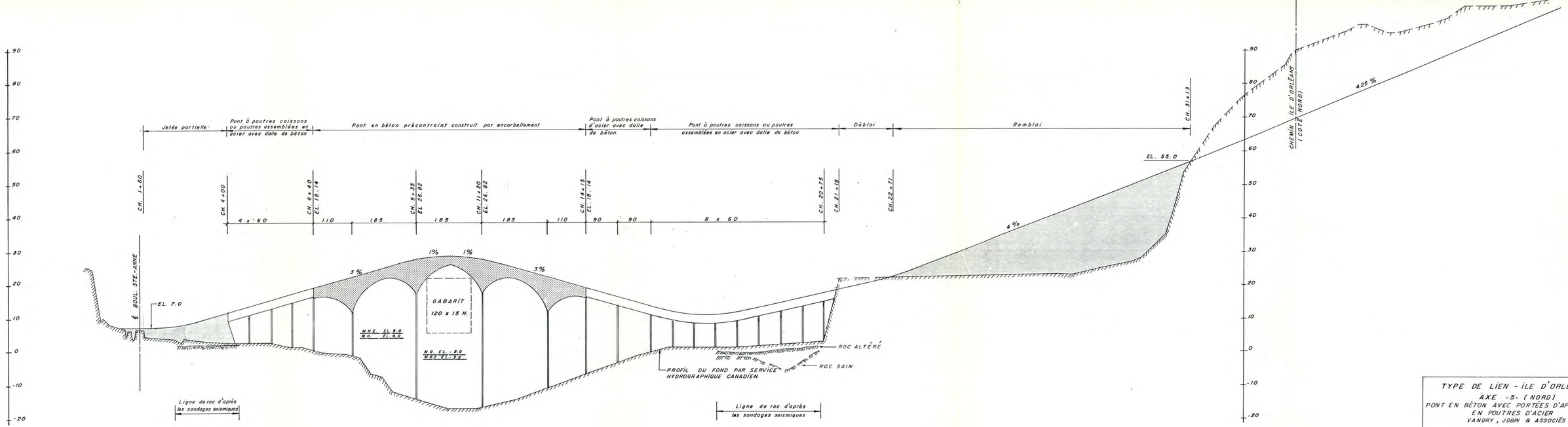
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
AXE 3-A- (NORD)
JETÉE ET PONT À HAUBANS
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH. HOR. 1: 5000
VERT. 1: 500

FIG. 5.60



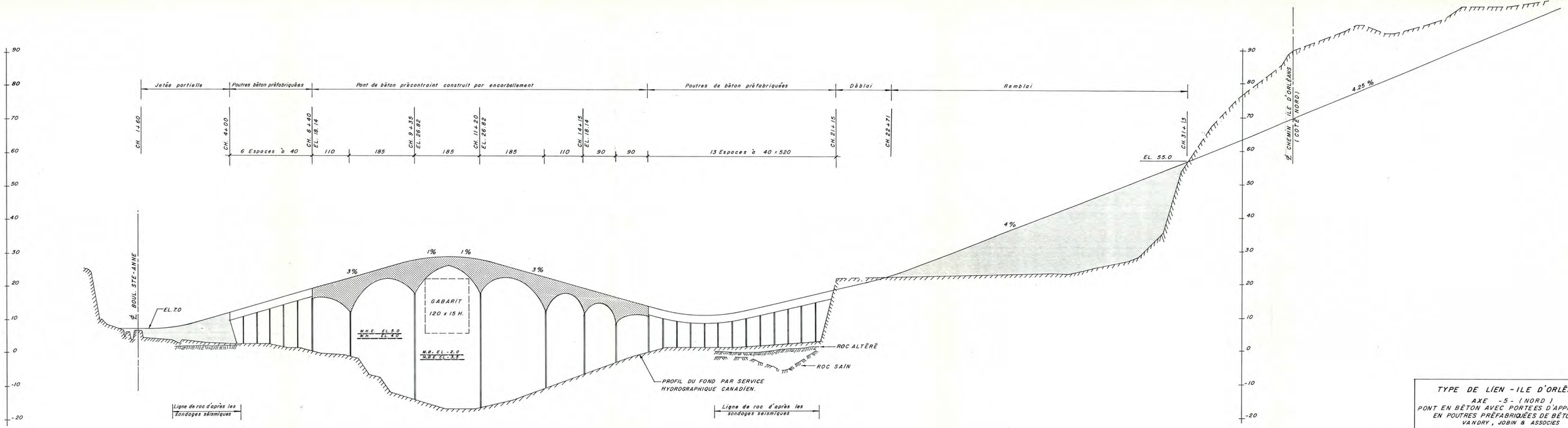
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
AXE -5- (NORD)
JETÉE ET PONT EN ENCORBELLEMENT
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: HOR. 1:2000
VERT. 1:200

FIG. 5.61



TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
AXE -5- (NORD)
PONT EN BÉTON AVEC PORTÉES D'APPROCHES EN POUTRES D'ACIER
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: HOR. 1:5000
VERT. 1:500

FIG. 5.62



TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS

AXE -5- (NORD)

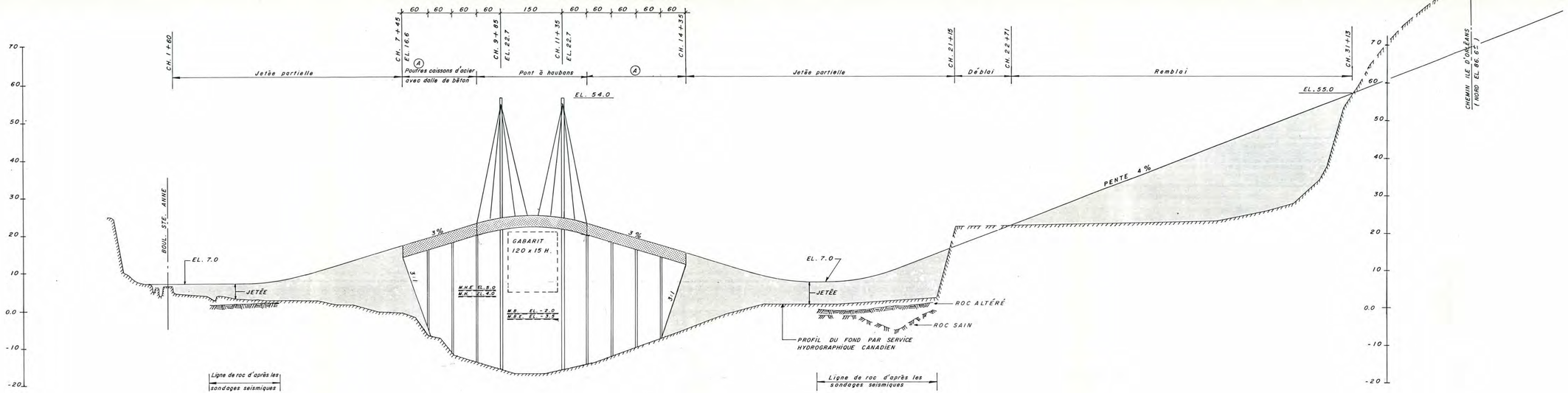
PONT EN BÉTON AVEC PORTEES D'APPROCHES EN POUTRES PRÉFABRIQUÉES DE BÉTON

VANDRY, JOBIN & ASSOCIES

ECH: HOR. 1:5000

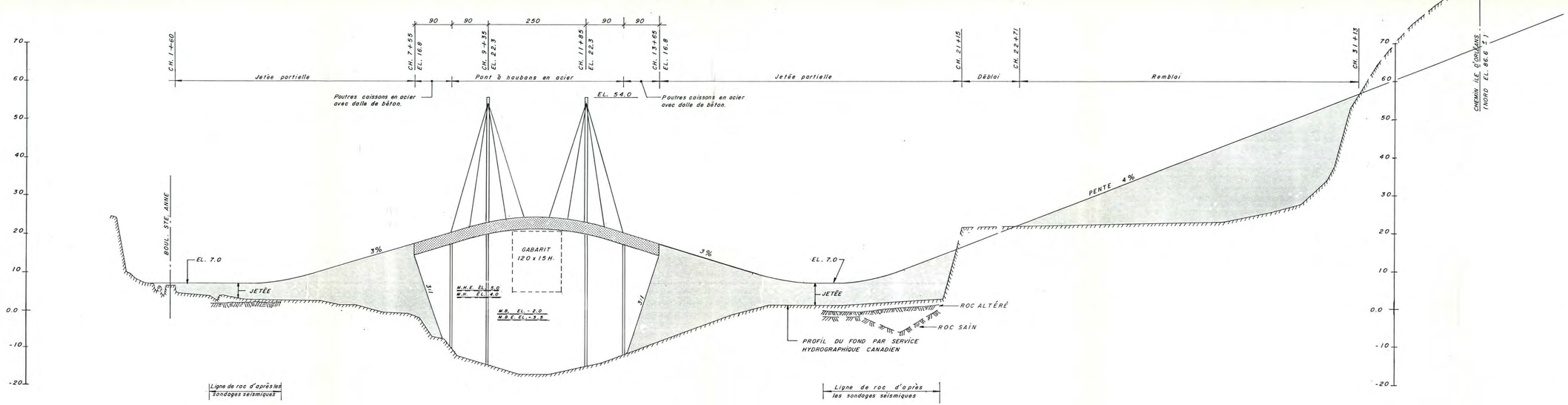
VERT. 1:500

FIG. 5.63



TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
AXE -5- (NORD)
JETÉE ET PONT À HAUBANS
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: HOR. 1:1000
VERT. 1:500

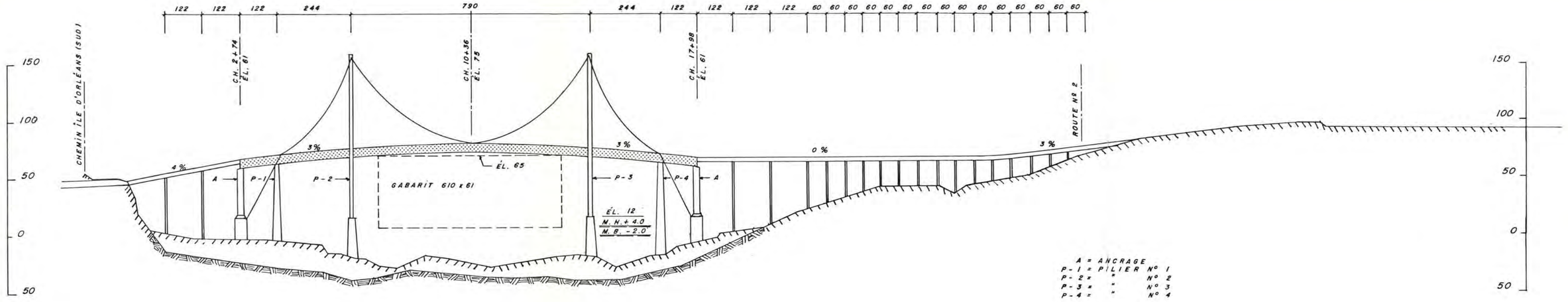
FIG. 5.64



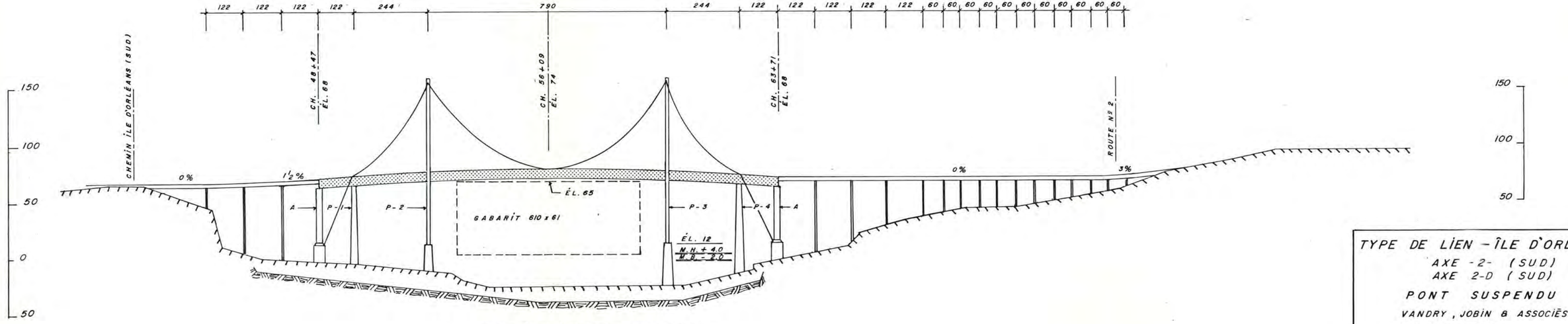
TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
AXE -5- (NORD)
JETÉE ET PONT À HAUBANS
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH: HOR. 1:2000
VERT. 1:200

FIG. 5.65

CHAPITRE VI



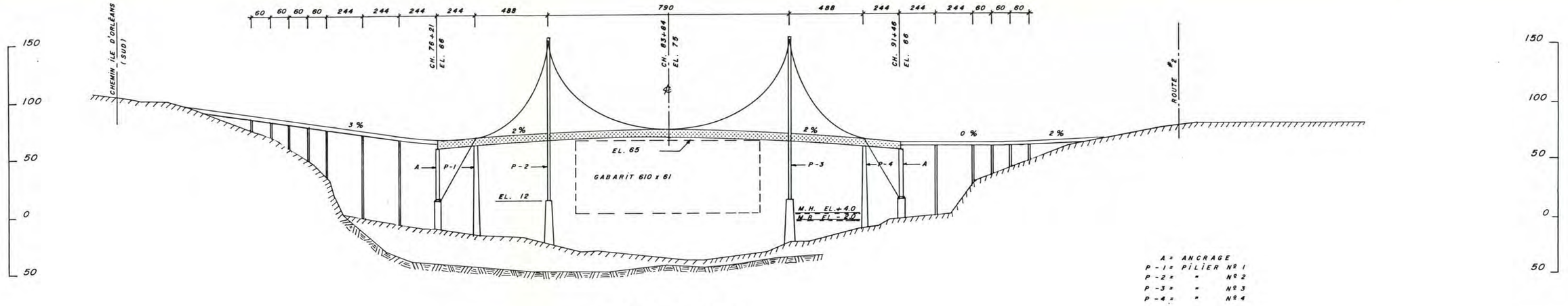
PROFIL LIGNE Nº 2 (SUD)



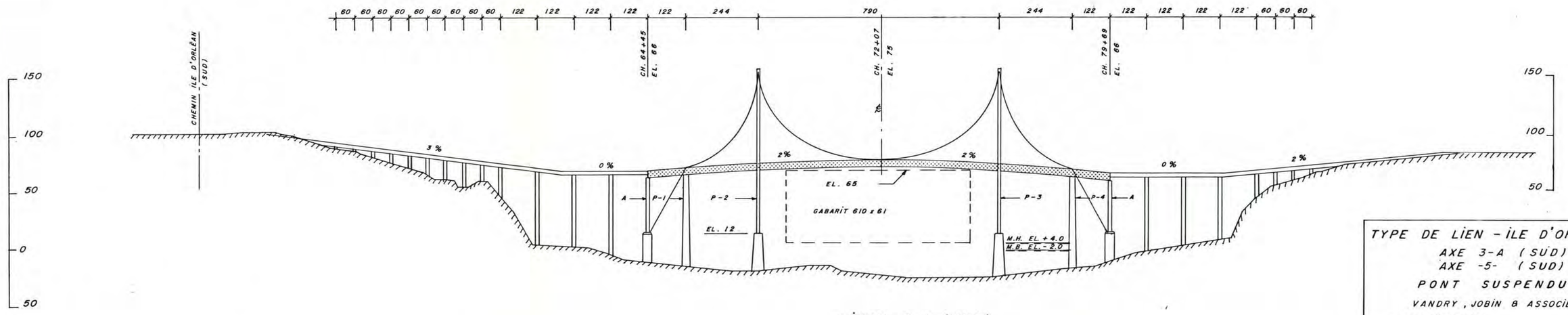
PROFIL LIGNE Nº 2-D (SUD)

TYPE DE LIEN – ÎLE D'ORLÉANS
AXE -2- (SUD)
AXE 2-D (SUD)
PONT SUSPENDU
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH. HOR 1 : 10 000
" VERT 1 : 2 500

FIG. 6.1



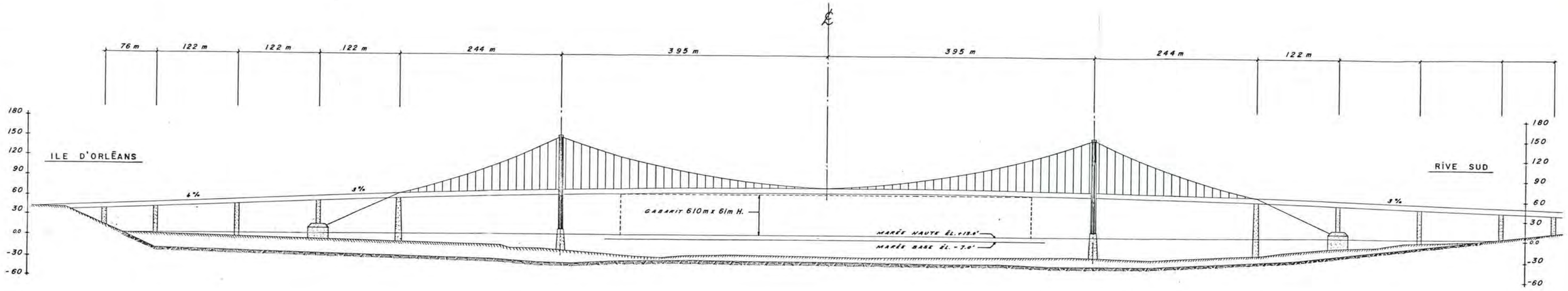
LIGNE 5 (SUD)



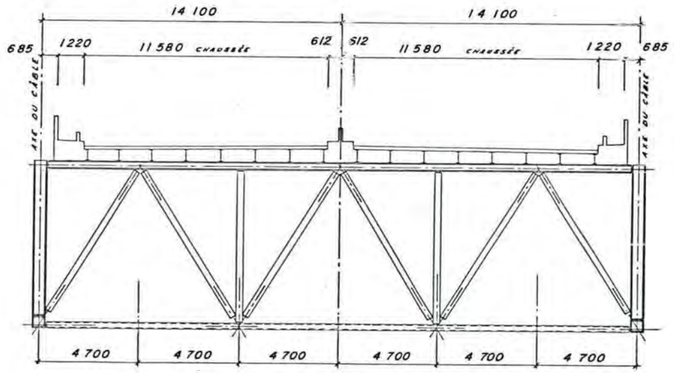
LIGNE 3-A (SUD)

TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
AXE 3-A (SUD)
AXE -5- (SUD)
PONT SUSPENDU
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH. HOR: 1=10,000
" VERT: 1=2,500

FIG. 6.2



ÉLÉVATION - LIGNE 2 SUD



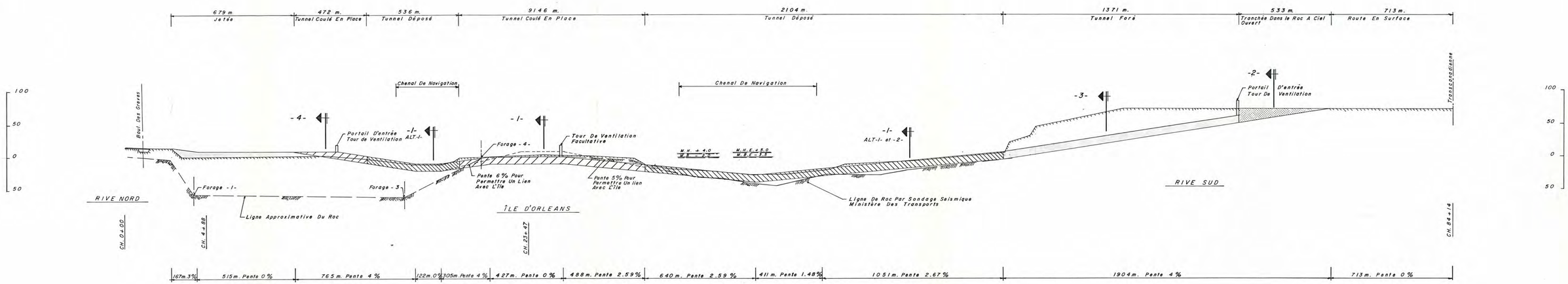
COUPE TRANSVERSALE

TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS

PONT SUSPENDU (TRAVÉE 790m)

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

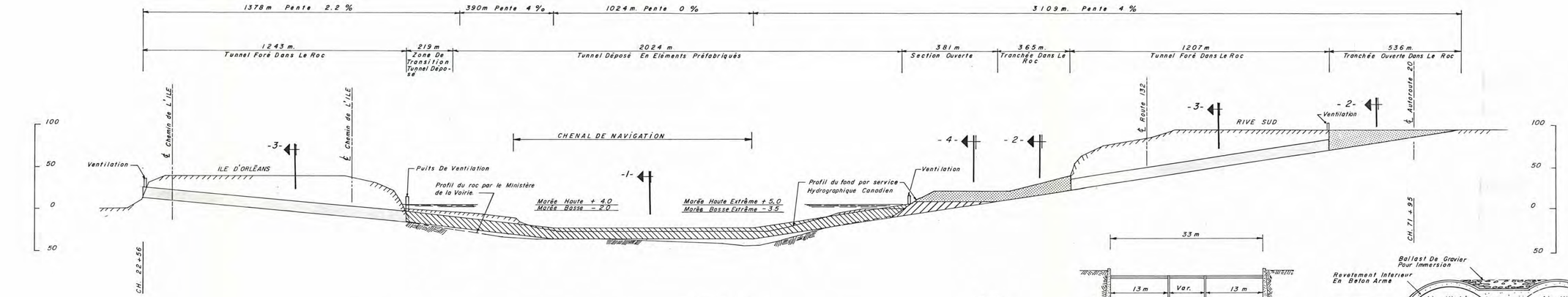
FIG. 6.3

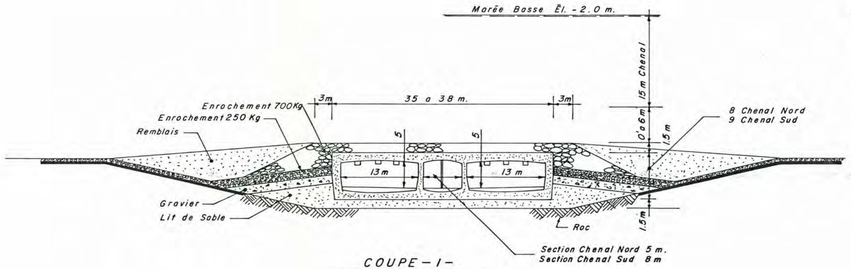


NOTE POUR LES COUPES CORRESPONDANTES VOIR PROFIL LIGNE 2-A SUD

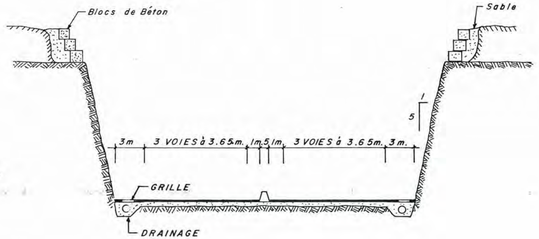
TYPE DE LIEN-ÎLE D'ORLÉANS
PROFIL AXE Nº 1
TUNNEL DÉPOSÉ ET FORÉ
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH. HOR. 1:10 000
" VERT. 1:2 000

FIG. 6.4

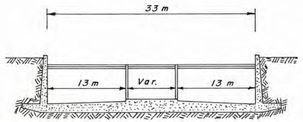




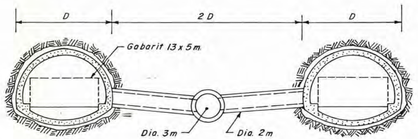
COUPE - 1 -
ALTERNATIVE N° 1



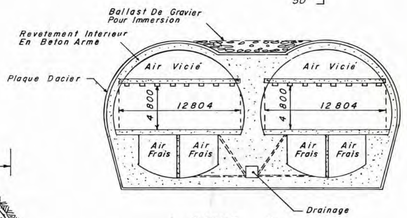
COUPE - 2 -
ECH. 1:300



COUPE - 4 -



COUPE - 3 -



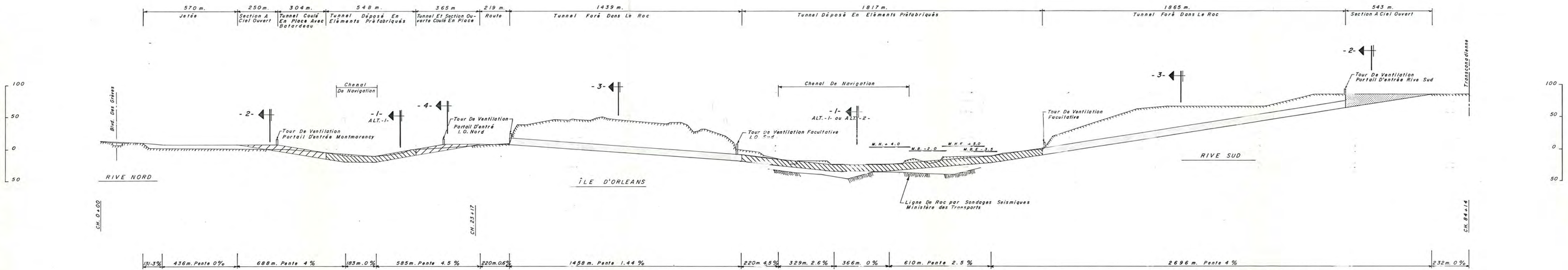
COUPE - 1 -
ALTERNATIVE - 2 -

TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
PROFIL AXE N°2-A SUD
TUNNEL DÉPOSÉ ET FORÉ

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

ECH. HOR. 1 : 10,000
" VERT. 1 : 2 500

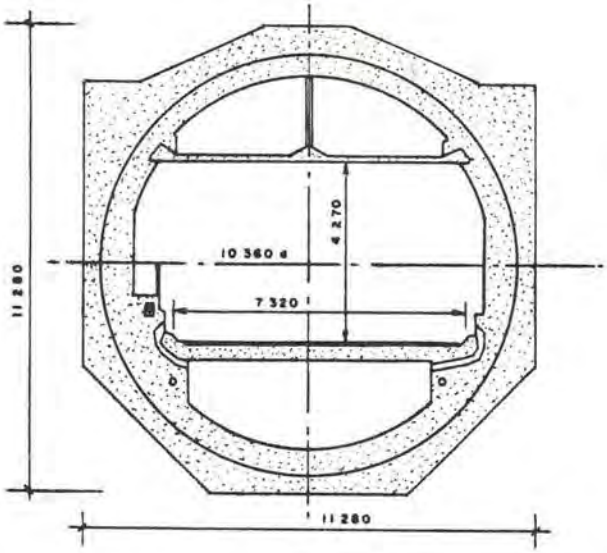
FIG. 6.5



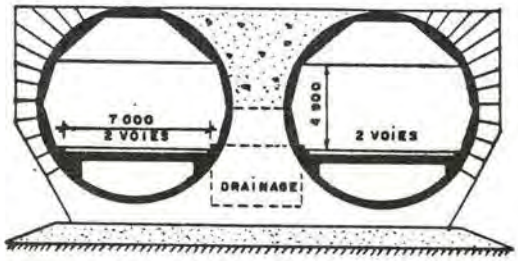
NOTE POUR LES COUPES CORRESPONDANTES VOIR PROFIL LIGNE 2-A SUD

TYPE DE LIEN - ÎLE D'ORLÉANS
PROFIL AXE N° 2-C
TUNNEL DÉPOSÉ ET FORÉ
VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
ECH. HOR: 1: 10 000
" VERT. 1: 2 500

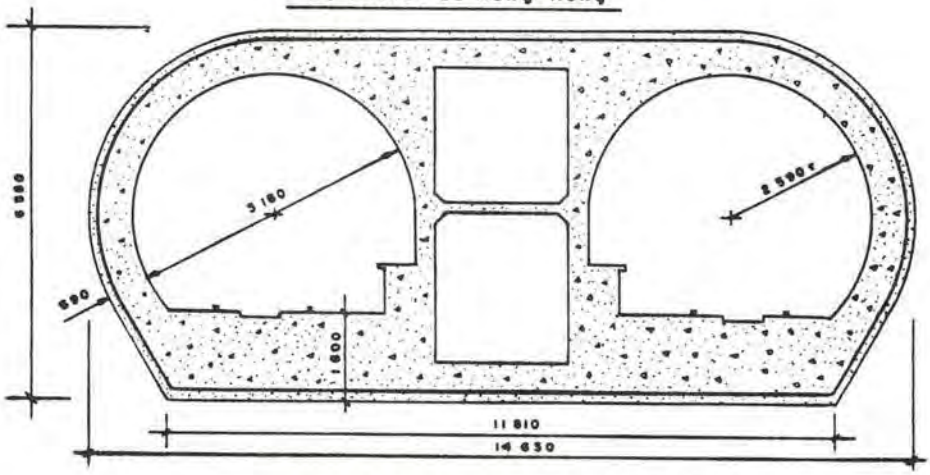
FIG. 6.6



A) Tunnel de Chesapeake



B) Tunnel de Hong-Kong

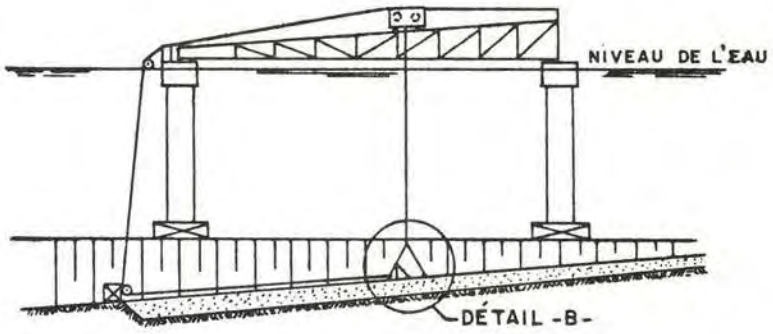


C) Tunnel B.A.R.T. San-Francisco

SECTIONS TYPES, MÉTHODE AMÉRICAINE

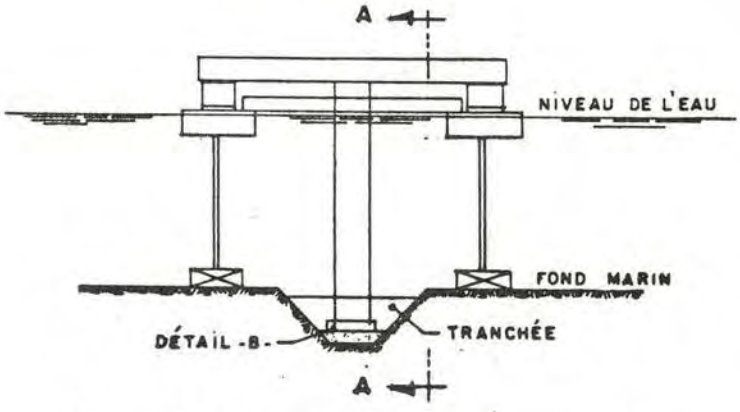
TUNNEL DÉPOSÉ

FIG. 6.7



COUPE A-A

DÉTAIL - B -



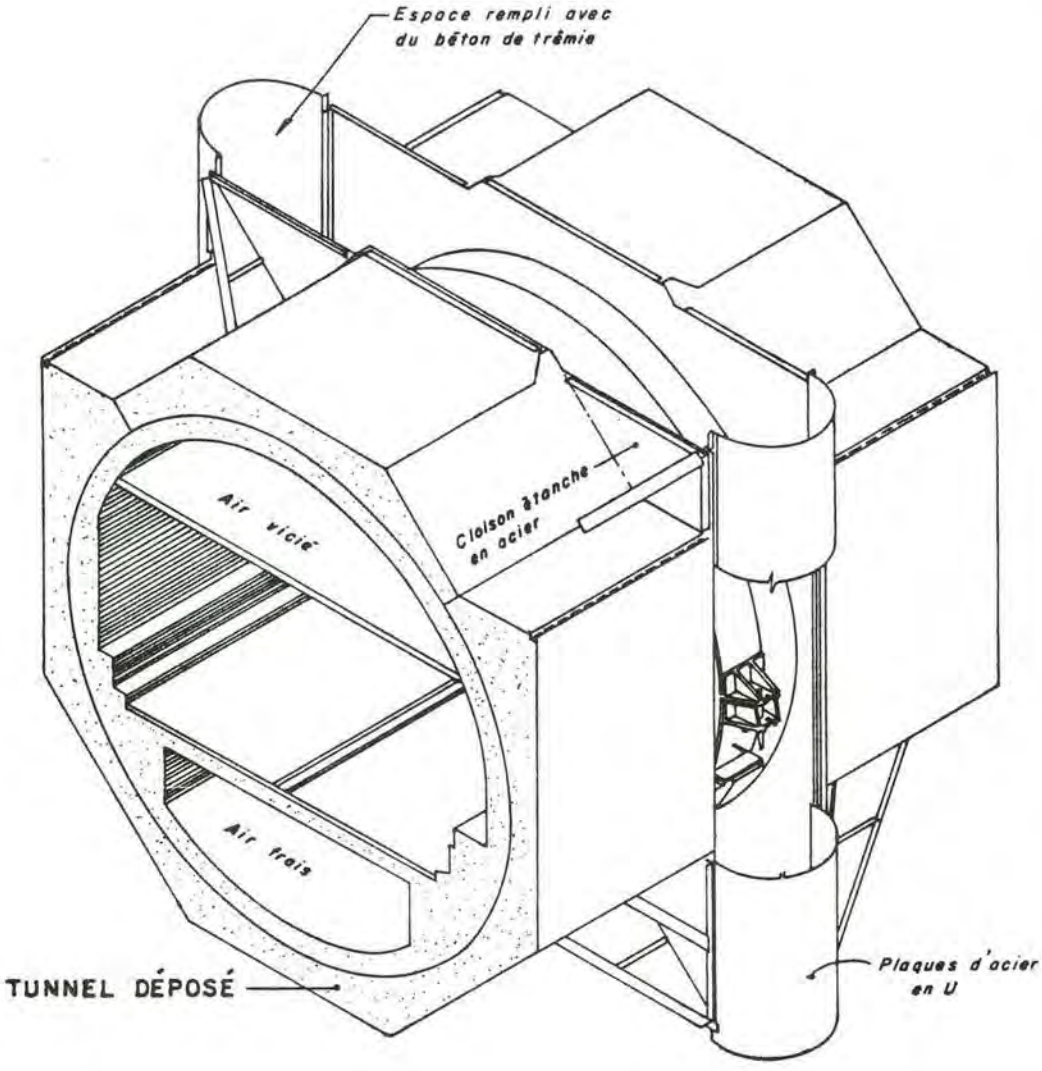
NIVELLEMENT DE LA TRANCHÉE

MÉTHODE AMÉRICAINE

SOURCE : Brakel, J. "Some Considerations Of Submerged Tunnelling" Procedings Of The Institution Of Civil Engineers Vol. 48 Apr. 1971 p. 607

TUNNEL DÉPOSÉ

FIG. 6.8

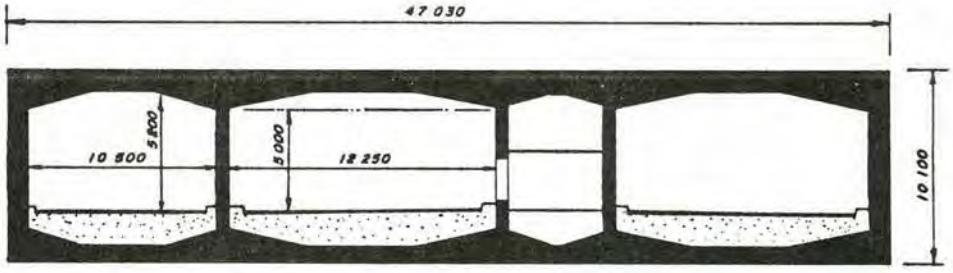


JOINT TYPE, SECTION AMÉRICAINE

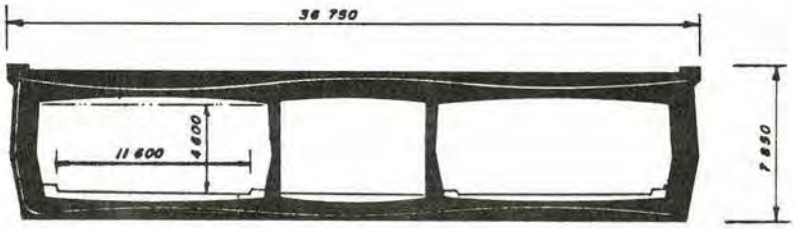
SOURCE : Bickel, J.O. "Trench Type Subagueous Tunnel Design And Construction"
The Structural Engineer Vol. 44 N° 10 Oct. 1966 p. 342

TUNNEL DÉPOSÉ

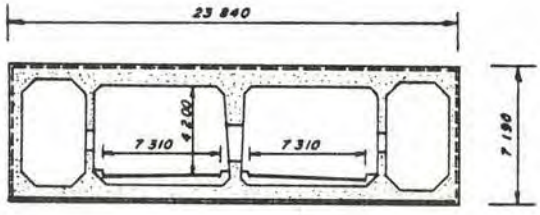
FIG. 6.9



A) TUNNEL J.F. KENNEDY À ANVERS



B) TUNNEL LOUIS HYPPOLITE LAFONTAINE



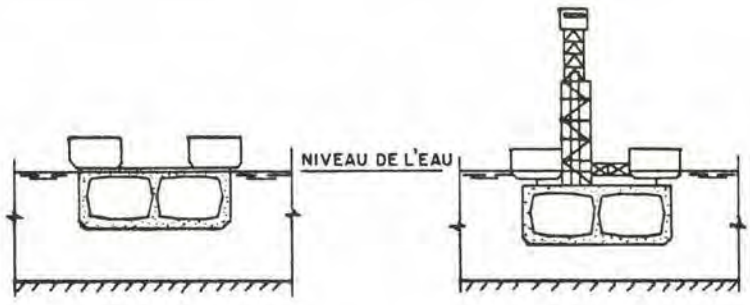
C) TUNNEL DE VANCOUVER

SECTIONS RECTANGULAIRES

TUNNEL DÉPOSÉ

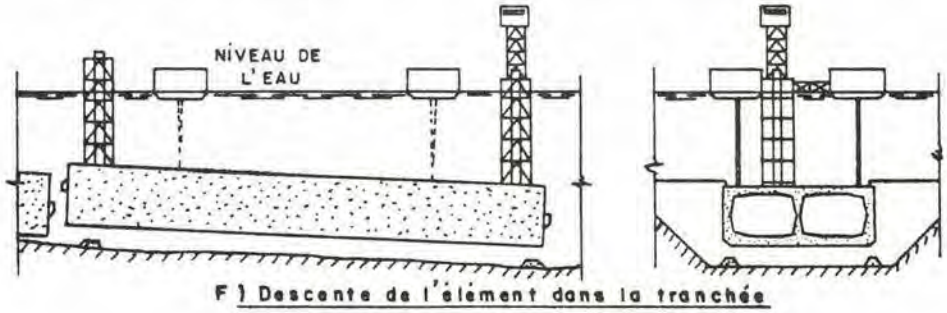
FIG.6.10

A) Élément terminé. B) Mise à flot de la cale sèche. C) Fixation des pontons sur l'élément.



D) Flottage de l'élément qui est amené au quai pour les travaux de finitions

E) Mise en place des tours d'alignement, de contrôle et des puits d'accès.



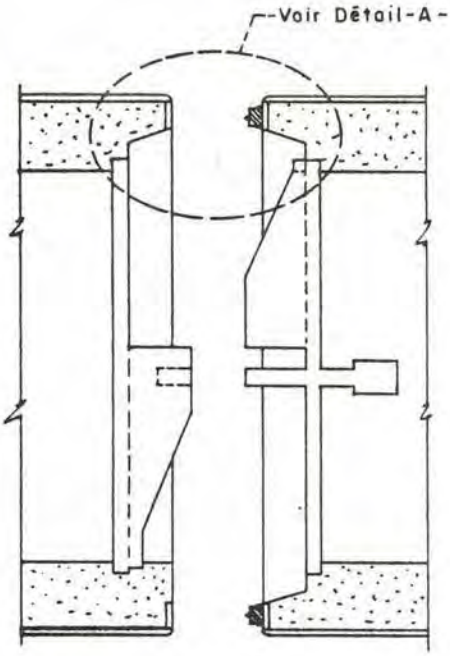
F) Descente de l'élément dans la tranchée

MISE EN PLACE D'UN ÉLÉMENT
SECTION RECTANGULAIRE

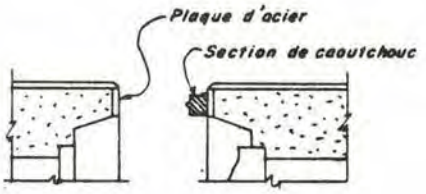
SOURCE : Culverwell, D. R. " Immersed - Tube Tunnels
Tunnels And Tunnelling Vol. 8 N° 3 Mar.- Apr. 1976 p. 95

TUNNEL DÉPOSÉ

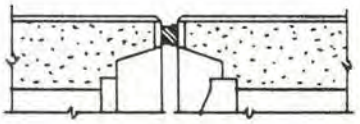
FIG. 6.11



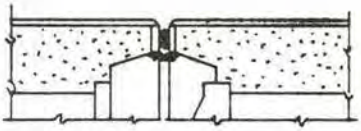
ÉLÉVATION



Joint avant le contact

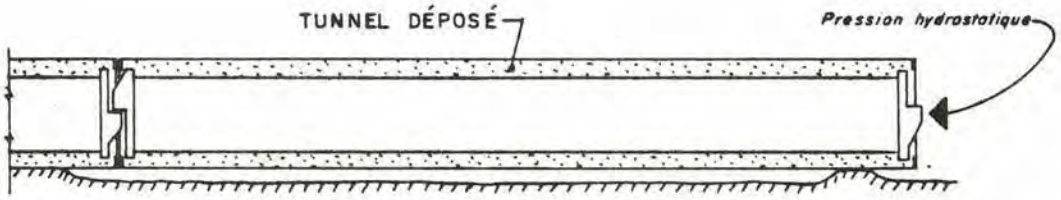


Joint lors du contact initial



Joint en position finale

DETAIL - A -



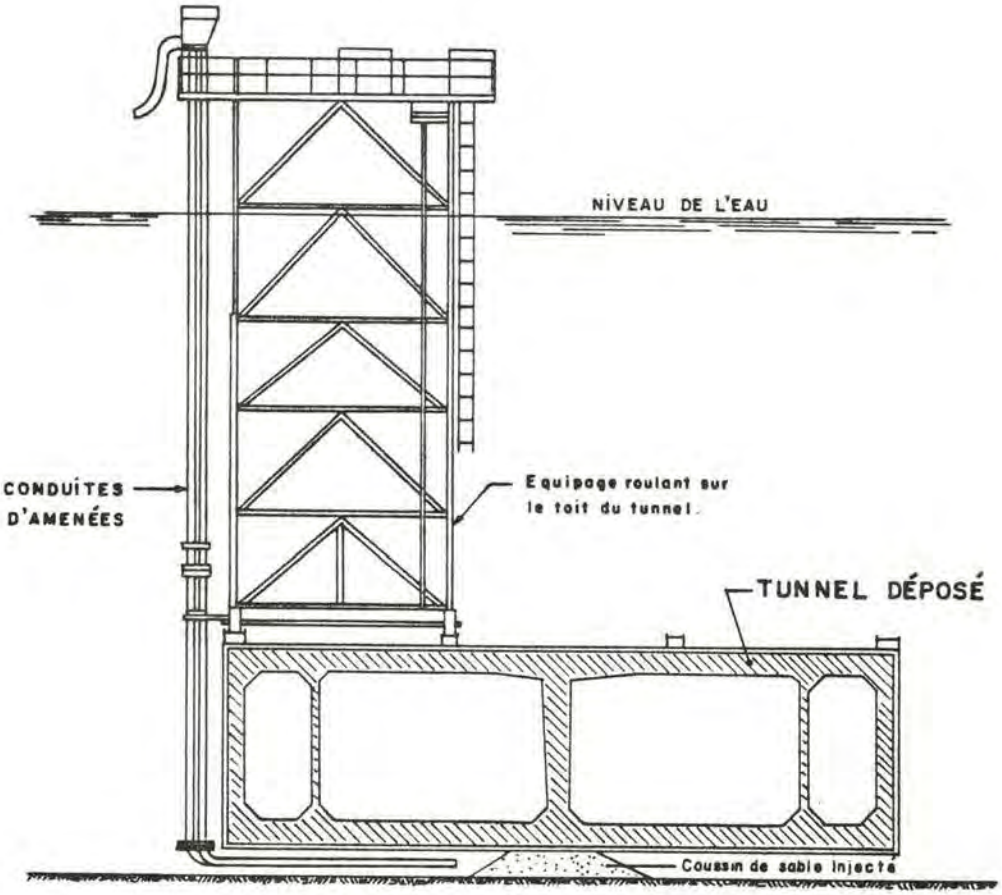
SCELLEMENT FINAL

JOINT TYPE, SECTION , RECTANGULAIRE

SOURCE : Culverwell, D.R. " Immersed - Tube Tunnels "
Tunnels And Tunnelling, Vol. 8 N° 3 Mar. - Apr 1976 p 97

TUNNEL DÉPOSÉ

FIG. 6.12

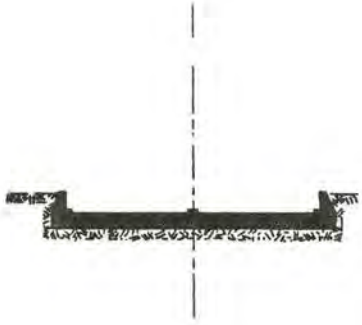


INJECTION DU COUSSIN DE SABLE
MÉTHODE EUROPÉENNE

SOURCE : Havno, K. "Tunnels Immerges"
Travaux N° 420 Mars 1970 p.178

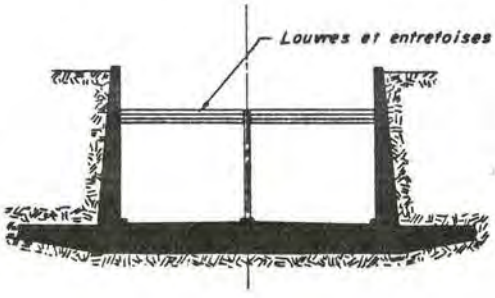
TUNNEL DÉPOSÉ

FIG. 6.13



A) Sections agissant par gravité pour les sections peu profondes.

B) Sections avec consoles pour les régions moyennement profondes

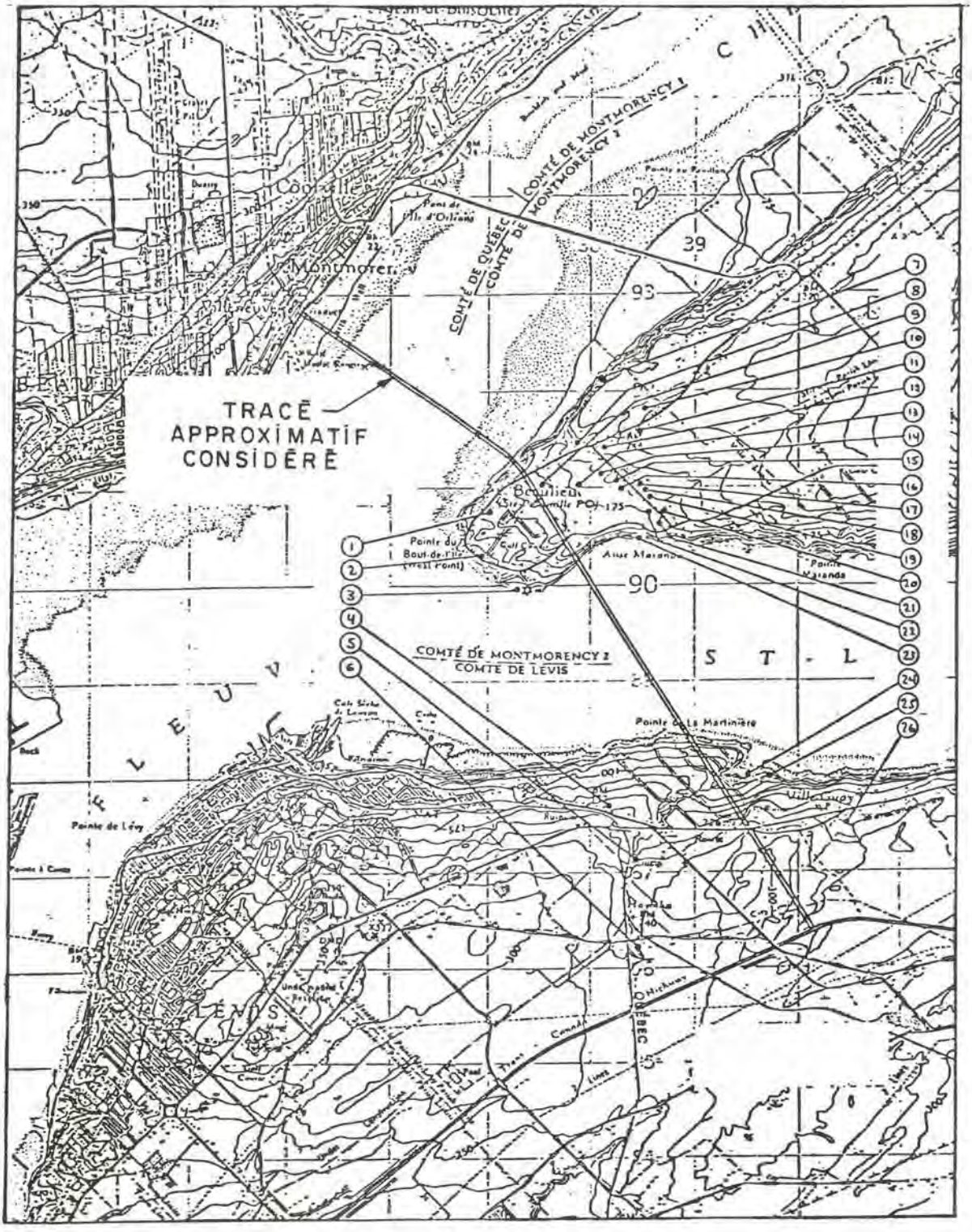


C) Sections avec consoles pour les régions très profondes

SECTIONS OUVERTES TYPE DES RAMPES D'APPROCHES

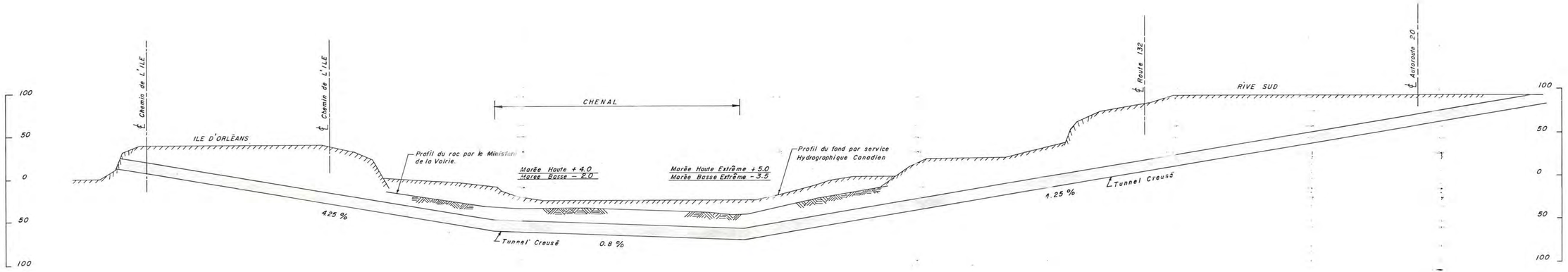
TUNNEL DÉPOSÉ

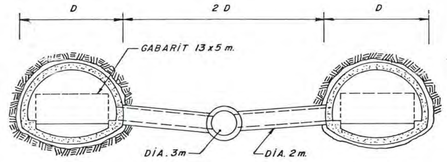
FIG. 6.14



TUNNEL FORÉ

FIG.6.15





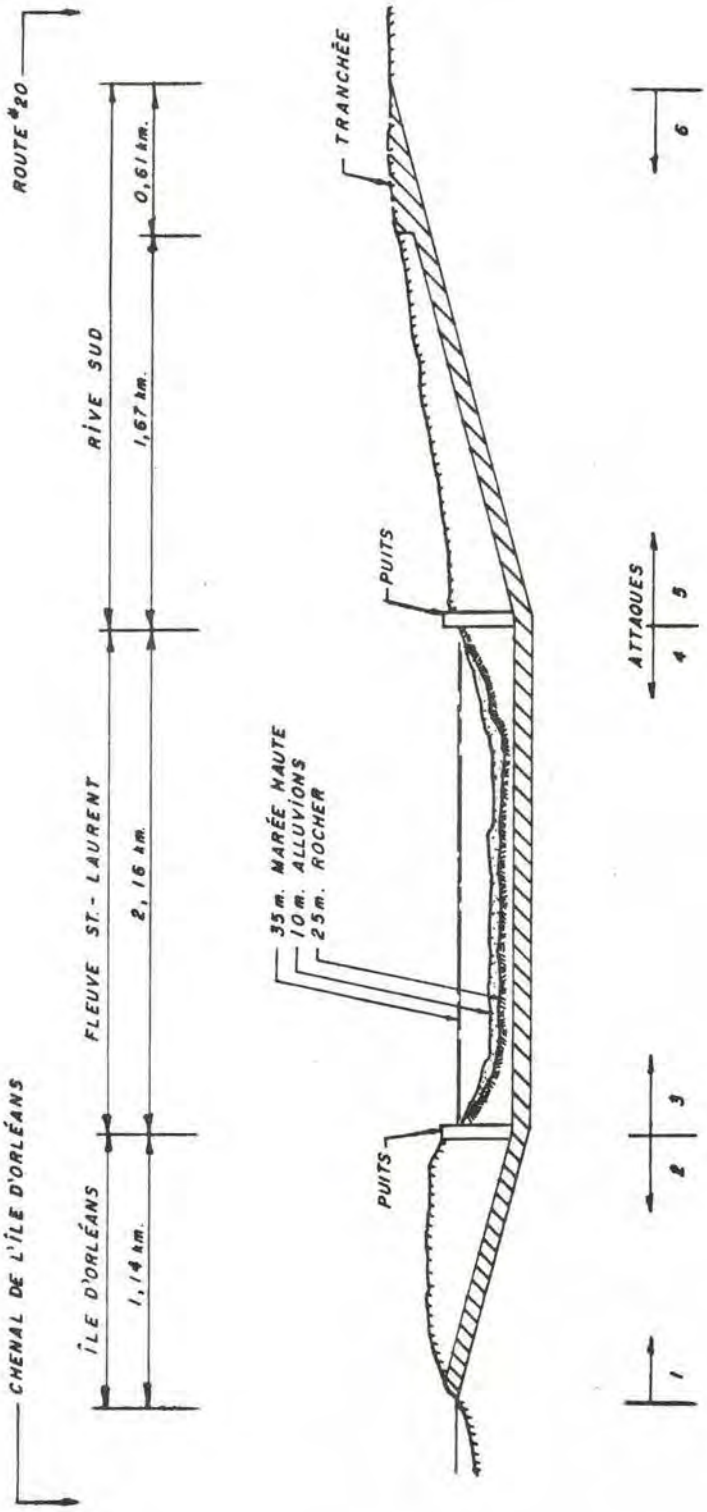
COUPE TYPE

TYPE DE LIEN - ILE D'ORLÉANS
PROFIL AXE N° 2-A SUD
TUNNEL FORÉ

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS

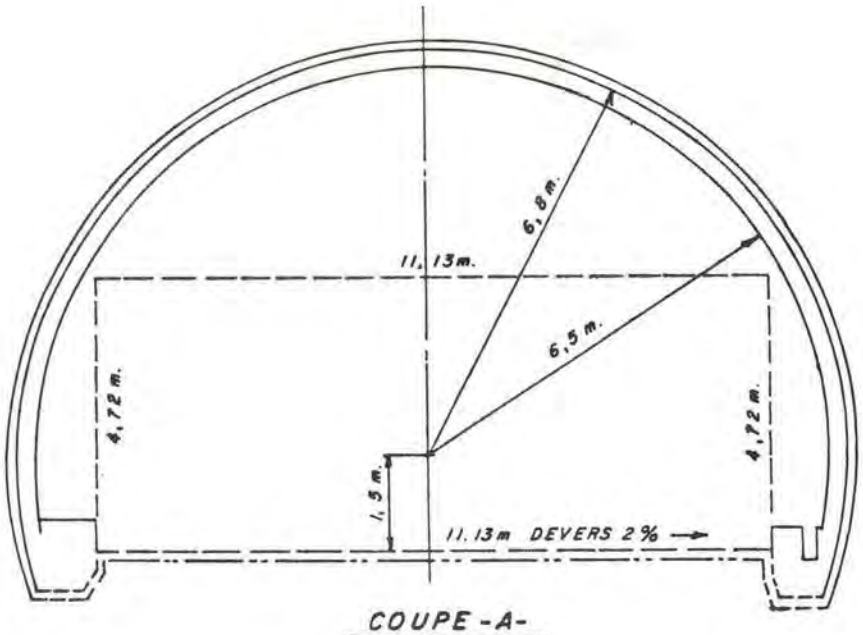
ECH. HOR. 1" = 10,000
" VERT. 1" = 2,500

FIG. 6.16

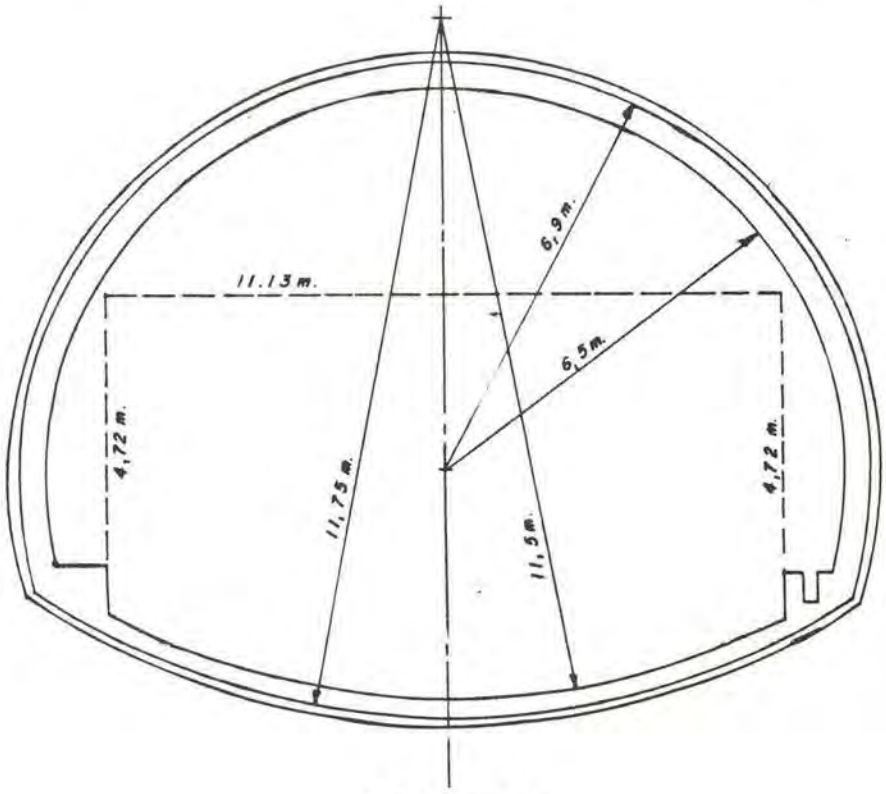


TUNNEL FORÉ

FIG. 6.17



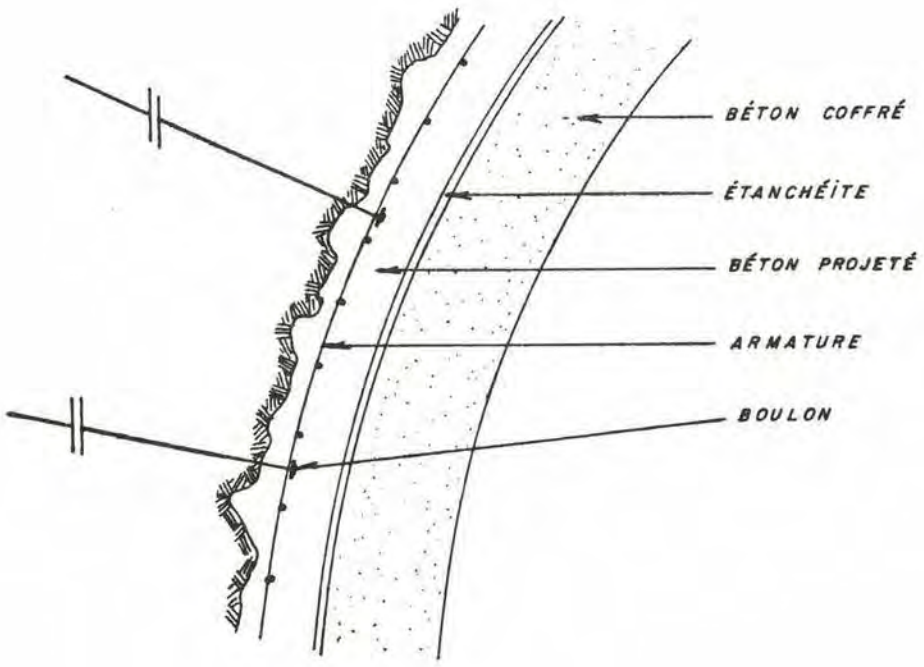
COUPE -A-



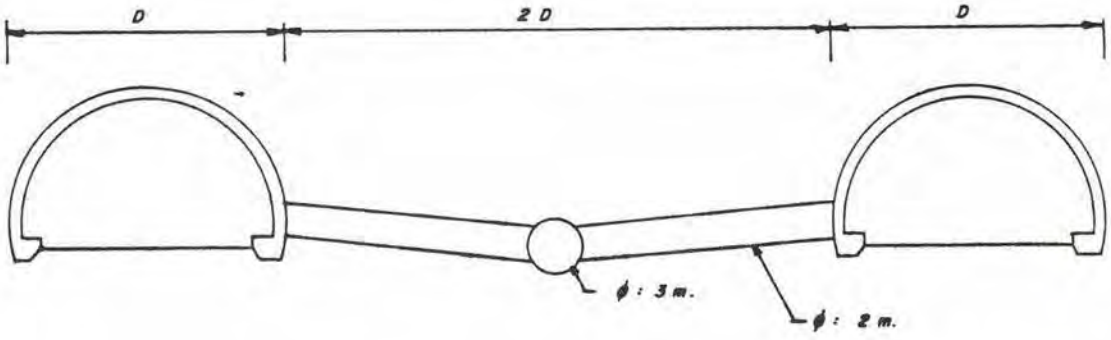
COUPE - B -

TUNNEL FORÉ

FIG.6.18



COUPE -C-



COUPE -D-

TUNNEL FORÉ

FIG. 6.19

CHAPITRE VII

LÉGENDE

PONT

ROUTE EN SURFACE

TUNNEL

N

PIEDS 0 1000 2000 4000 6000

MÈTRES 0 500 1000 2000

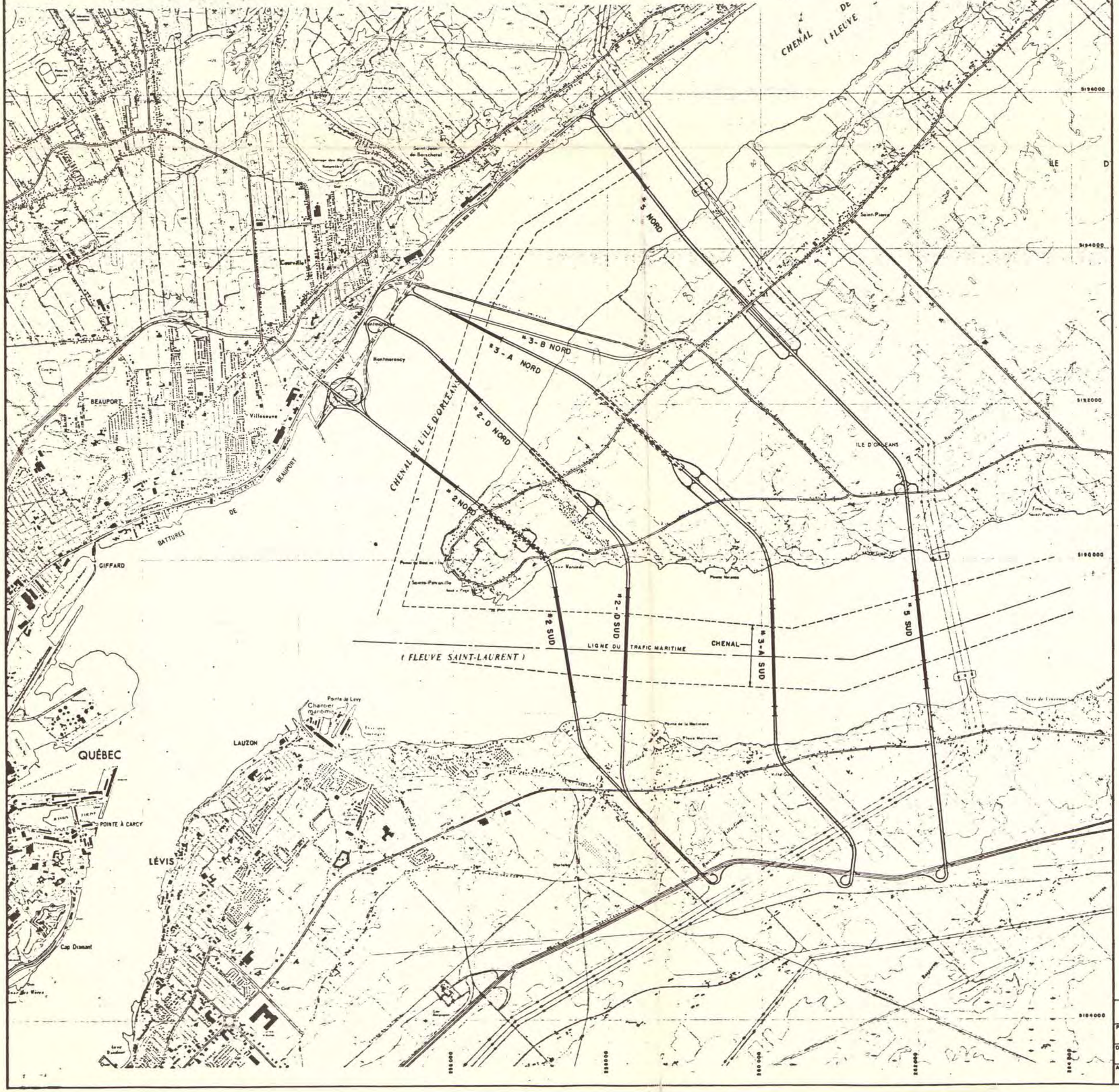
MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

ETUDE SUR LA POSSIBILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT, VIA L'ILE D'ORLÉANS.

POSSIBILITÉ D'ACCÈS SUR L'ÎLE D'ORLÉANS

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS-CONSEILS

PRÉPARÉ PAR	DATE
DESSINÉ PAR	PLAN Nº FIG. 7.1
APPROUVÉ PAR	



LÉGENDE

PONT

ROUTE EN SURFACE

TUNNEL

N

PIEDS 0 1000 2000 4000 6000

MÈTRES 0 500 1000 2000

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

ETUDE SUR LA POSSIBILITÉ D'UN LIEN ENTRE LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLEUVE ST-LAURENT, VIA L'ILE D'ORLÉANS.

POSSIBILITE D'ACCÈS SUR L'ÎLE D'ORLÉANS

VANDRY, JOBIN & ASSOCIÉS
INGÉNIEURS-CONSEILS

PRÉPARÉ PAR	DATE
DESSINÉ PAR	PLAN N° FIG. 7.2
APPROUVÉ PAR	

MINISTERE DES TRANSPORTS
QTR A 093 844

LE LIEN VIA L'ILE D'ORLEANS
FACE AU DEVELOPPEMENT
ET A L'AMENAGEMENT REGIONAL

CANQ
UL
194

429989

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
21e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

PROGRAMME EN AMENAGEMENT

DU TERRITOIRE ET DEVELOPPEMENT REGIONAL

SEP 19 1981
TRANSPORTS QUÉBEC

ESSAI

PRESENTE A

L'ECOLE DES GRADUES

DE

L'UNIVERSITE LAVAL

POUR L'OBTENTION D'UNE MAITRISE EN

AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DEVELOPPEMENT REGIONAL

PAR

DENIS BORDELEAU

ET

GERARD ROBERGE

LE LIEN VIA L'ILE D'ORLEANS FACE AU DEVELOPPEMENT ET A L'AMENAGEMENT REGIONAL

JUILLET 1976

CANQ
VL
194

A.250.1

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
SERVICE DE LA GÉOGRAPHIE
PLACE HAUTEVILLE, 17e ÉTAGE
700 EST, BOUL. ST-CYRILLE
QUÉBEC. G1R 5A9

TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux

Liste des cartes

Avant-propos

INTRODUCTION 1

Partie I - PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE 4

1 - Problématique 4

1.1 Historique des liaisons inter-rives dans la région de Québec 4

1.2 Les solutions envisagées 6

1.3 Description du lien inter-rives via l'Ile d'Orléans 7

2 - Méthodologie 8

2.1 La nature des impacts d'une nouvelle infrastructure routière 8

2.2 Les variables stratégiques 9

2.3 Les étapes de la recherche 10

2.31 Le développement régional et l'urbanisation 11

2.32 Les impacts du lien inter-rives via l'Ile d'Orléans 12

3 - La zone d'étude 13

3.1 Limites de la zone d'étude 13

3.2 Caractéristiques physiques 15

3.3 Contraintes statistiques 16

Partie II - DEVELOPPEMENT REGIONAL ET URBANISATION 19

1 - Situation économique et possibilités de développement 20

1.1 Contexte socio-économique 20

1.11 Evolution de la population 20

1.12 Habitation 32

1.13 Les revenus 35

1.2 L'activité économique régionale 38

1.21 La structure économique régionale 38

1.22 Le secteur primaire 41

1.23 L'industrie manufacturière 50

1.24 Le secteur tertiaire 61

1.25 Perspectives de croissance régionale 66

2 - Le réseau de transport 75

2.1 Les composantes du réseau de transport 75

2.11 Les composantes en 1974 75

2.12 Les composantes en 1986 76

2.2 Accessibilité aux centres-villes 76

2.21 Centre-ville de Québec 78

2.22 Centre-ville de Ste-Foy 80

3 - Le développement spatial de la région 82

3.1 L'évolution de la structure régionale 82

3.11 La localisation de l'emploi structurant 82

3.12 Localisation de la population 101

3.13 Localisation de l'agriculture 119

3.2 Circulation 147

3.21 Evolution de la circulation 147

3.22 Les routes touristiques 158

3.23 Le trafic inter-régional 161

3.24 Déplacements inter-rives 164

3.3 Synthèse du développement spatial de la région de Québec 172

4 - Perspectives d'urbanisation 177

4.1 Prospective du développement régional 177

4.11 Les propositions d'aménagement de la région 178

4.12 Les implications des propositions d'aménagement sur l'urbanisation future de la région 180

4.2 La localisation future de la population et de l'emploi 182

4.21 La localisation future de l'emploi 183

4.22 La localisation future de la population 189

4.3 Impacts du développement urbain sur l'agriculture 195

4.4 Déplacements inter-rives 196

4.41 Les facteurs influençant la génération des déplacements 196

4.42 Prévisions des déplacements inter-rives en 1986 198

4.43 Conclusion 203

4.5 Synthèse des perspectives d'urbanisation 204

Partie III - LES IMPACTS D'UN LIEN INTER-RIVES VIA L'ILE D'ORLEANS 207

1 - Impacts sur la circulation 208

1.1 Intégration au réseau routier 208

1.2 Distribution de la circulation inter-rives 208

1.3 Accessibilité aux centres-villes 209

1.31 Centre-ville de Québec 209

1.32 Centre-ville de Ste-Foy 217

1.33 Accessibilité à l'Ile d'Orléans 217

1.4 Circuits touristiques 218

2 - Impacts sur l'utilisation du sol des zones attenantes 221

2.1 Impacts sur l'industrie 221

2.2 Impacts sur les commerces 222

2.3 Impacts sur l'habitation 224

2.31 Rive-sud 224

2.32 Ile d'Orléans 225

2.33 Côte de Beauport 226

2.4 Impacts sur l'agriculture 226

3 - Liaisons routières 229

3.1 Echangeur rive-nord 229

3.2 Accès limité à l'Ile d'Orléans 229

3.21 Lien à accès illimité 230

3.22 Lien à accès limité 230

3.3 Echangeur rive-sud 235

4 - Impacts sur le développement régional 236

CONCLUSION 239

ANNEXES 241

I - Calcul des prévisions démographiques 241

II - Répartition, par municipalité, des édifices à bureaux selon la superficie et l'emploi 244

III - Définition du potentiel des sols 245

IV - Degré d'auto-approvisionnement en denrées alimentaires au Québec 249

V - Projets de construction domiciliaires connus et retenus par la C.A.C.U.Q. 250

BIBLIOGRAPHIE 257

LISTE DES TABLEAUX

1 - Municipalités de la zone d'étude et population au 1er juin 1974 14

2 - Population régionale et provinciale de 1961 à 1974 21

3 - Prévisions du rapport Lithwick 22

4 - Prévisions de la Société centrale d'hypothèques et de logement 23

5 - Prévisions du B.S.Q. 25

6 - Prévisions de l'O.P.D.Q. 26

7 - Prévisions de la C.A.C.U.Q. 26

8 - Tableau comparatif C.A.C.U.Q., B.S.Q., O.P.D.Q. 28

9 - Prévisions de la population 1976-1986 31

10 - Taille des ménages 33

11 - Taille moyenne des ménages 33

12 - Type de logements en 1971 35

13 - Evolution du revenu, zone métropolitaine de Québec, 1961 et 1971 36

14 - Croissance comparée du revenu dans la zone métropolitaine de Québec, la province de Québec et le Québec urbain, 1961 et 1971 37

15 - Nombre d'employés par grand secteur d'activité économique, répartition en pourcentage et taux de croissance 1961 et 1971. Zone métropolitaine de Québec 38

16 - Valeur ajoutée brute par secteur, répartition en % et quotient de localisation, Z.M.Q. 1969 40

17 - Nombre de fermes 45

18 - Superficie des fermes en acres 46

19 - Superficie en culture en acres 47

20 - Statistiques principales des industries manufacturières de la R.A.Q. et de la Z.M.Q., 1971 50

21 - Caractéristiques principales des industries de la Z.M.Q. classées suivant le nombre de personnes occupées par établissement, 1971 51

22 - Principales industries de la région métropolitaine de Québec 52

23 - Statistiques principales des industries manufacturières de la région métropolitaine de Québec, par groupe industriel, 1971 54

24 - Variations relatives nettes et ses composantes pour la R.M.Q., 1961 et 1971 59

25 - Répartition de l'emploi tertiaire dans la R.M.Q. et taux de croissance comparée R.M.Q./P.Q., 1961 et 1971 63

26 - Statistiques principales de l'industrie manufacturière pour certaines municipalités de la région 84

27 - Superficie totale, occupée et disponible des espaces industriels et taux d'occupation 1975 87

28 - Description des parcs et zones industrielles de la région de Québec 1975 90

29 - Superficies nettes de vente pour les principaux secteurs commerciaux, par groupe de commerces 94

30 - Distribution par secteur des commerces de gros, 1972 96

31 - Répartition de l'emploi administratif pour certaines municipalités de la région, 1971 98

32 - Répartition par municipalité des espaces et de l'emploi administratif 99

33 - Population par municipalité et par zone 103

34 - Taux d'accroissement annuel de la population par zone, 1961-1974 106

35 - Densité de la population par municipalité 108

36 - Densité nette de population 112

37 - Logements occupés par municipalité 115

38 - Type de logement par zone, 1971 117

39 - Nombre de personnes par ménage, par zone 118

40 - Zones agricoles 121

41 - Nombre de fermes en 1971 122

42 - Utilisation de sol en 1971 124

43 - Revenu agricole dans le comté de Québec, en 1971 126

44 - Revenu agricole dans le comté de Montmorency en 1971 127

45 - Revenu agricole dans le comté de Lévis en 1971 128

46 - Utilisation du sol d'une ferme moyenne par zone et subdivision 132

47 - Moyenne des biens d'une ferme par zone et subdivision 134

48 - Fermes classées selon la catégorie économique par zone et subdivision 136

49 - Population vivant dans les fermes par zone et subdivision 137

50 - Age de l'exploitant 139

51 - Evolution du jour moyen annuel sur certaines routes entre 1964 et 1974 156

52 - Evolution du trafic inter-régional entre 1967 et 1970 et prévisions pour 1980 et 1990 162

53 - Nombre de véhicules selon le jour moyen annuel sur les ponts de Québec et Pierre-Laporte 165

54 - Capacité des ponts de Québec et Pierre Laporte pour les niveaux de service "A" à "E" pour un jour moyen annuel 167

55 - Rapport entre les volumes du J.M.A. et la capacité des ponts pour les niveaux de service A à E de 1960 à 1974 168

56 - Matrice origine-destination 170

57 - Population de la rive-sud 190

58 - Population de l'Ile d'Orléans 191

59 - Population de la Côte de Beaupré 192

60 - Population de la rive-nord 193

61 - Rapport du nombre de véhicules traversant le fleuve sur les ponts entre 1961 et 1974 par habitant de la région 200

62 - Distances via le pont Pierre Laporte 210

63 - Distances via l'Ile d'Orléans 211

64 - Origine-Destination via les ponts actuels 212

65 - Origine-destination via l'Ile d'Orléans 213

66 - Nombre de véhicules traversant le fleuve en 1986, selon l'hypothèse moyenne, via les ponts actuels 214

67 - Nombre de véhicules traversant le fleuve en 1986, selon l'hypothèse moyenne, via l'Ile d'Orléans 215

AVANT-PROPOS

Entreprise au mois de mai 1975 dans le cadre d'un stage effectué au Service de géographie du ministère des Transports, cette recherche a tenté de concilier 2 objectifs: satisfaire les exigences du programme en aménagement du territoire et développement régional de l'université Laval et fournir au ministère des Transports une étude qui leur serait utile pour leur prise de décision face à un problème qui implique l'ensemble de la collectivité québécoise. C'est pourquoi il ne faudra pas se surprendre de l'emphase mise sur certains sujets qui, à certains moments, peuvent sembler inconciliables; cela peut provenir d'incompatibilités de fait ou encore d'insuffisances de notre part dans la définition des relations qui les unissent.

Bien que cette recherche fut entreprise dans le cadre d'un stage au ministère des Transports, les idées et conclusions exprimées dans cette étude sont sous l'entière responsabilité des auteurs et ne sauraient être prises, en aucune façon, comme positions de ce ministère.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à rendre possible la réalisation de cette étude et plus particulièrement Messieurs Jean Alaurent et Roland St-Amand, respectivement de l'université Laval et du ministère des Transports qui ont bien voulu assurer la direction et la co-direction de cet essai. De même, nous ne voulons pas passer sous silence la collaboration de M. Michel Bérard,

directeur du Service de géographie, qui a bien voulu nous accorder l'appui technique de son service.

LISTE DES CARTES

1 - La zone d'étude dans la région 03	17
2 - La zone d'étude	18
3 - Prévisions de la population	29
4 - Région agricole 02	43
5 - Réseau routier 1971-1986	77
6 - Lignes isochrones (Parlement)	79
7 - Lignes isochrones (Ste-Foÿ)	81
8 - Espaces industriels	92
9 - Population: zones statistiques	102
10 - Densité brute de la population	110
11 - Densité nette de la population	113
12 - Agriculture: zones statistiques	120
13 - Potentiel des sols	130
14 - Secteurs agricoles dynamiques	144
15 - Diagramme d'écoulement 1974	148
16 - Augmentation brute des JMA et JME 1972-1974	151
17 - Augmentation en % des JMA et JME 1972-1974	154
18 - Les routes touristiques	160
19 - Origine-destination: zones statistiques	171
20 - Développement urbain 1962-1974	176
21 - Circuits touristiques	220

INTRODUCTION

Les inter-relations entre le réseau de transport et la structure urbaine sont très étroites tout en étant très complexes. Très étroites d'une part au sens où l'influence du réseau de transport sur la localisation des différents agents économiques se manifeste continuellement; une juxtaposition de ce réseau sur la zone urbanisée nous montrerait clairement que le développement urbain tend à se situer à proximité des grands axes de communications. D'autre part, ces relations sont complexes parce que les différentes composantes de la vie urbaine inter-agissent l'une sur l'autre, i.e. que l'urbanisation, se situant le long des axes de communications va engendrer une nouvelle demande de déplacements et donc, d'infrastructures de transport qui, à leur tour, vont générer des développements nouveaux.

La planification du réseau de transport a été fortement influencée par cette situation. Dans un premier temps, les réalisations routières se situaient après l'organisation de l'espace; la ville étant donnée et les activités localisées, les premiers plans de transport ont tenté de répondre à cette demande de déplacements. La demande étant trop forte par rapport à l'offre de moyens de circulation, il fallait diminuer la congestion, la saturation du réseau routier et la construction d'infrastructures voulait répondre à ce besoin. La deuxième phase du développement des plans de transport peut être définie comme en étant une de prévision, i.e. qu'on tentait d'évaluer les besoins futurs de déplacements et ainsi, éviter la

congestion et les coûts qui en découlent. Dans ce contexte, on a pu se rendre compte de la grande complémentarité qui pouvait exister entre la planification du réseau de transport et celle de la structure urbaine. La troisième étape de l'élaboration des plans de transport découle de cette dernière considération; on peut s'attendre à ce que la planification des transports et la planification urbaine se conçoivent dorénavant comme faisant partie d'un même tout: le réseau de transport étant l'une des composantes importantes de la structure urbaine, sa planification ne pourra plus se faire en vase clos mais bien dans le cadre d'un projet global devant permettre à la communauté d'atteindre les objectifs qu'elle s'était fixée.

Notre recherche s'inscrit bien dans les deux dernières phases du processus de planification des transports. La construction du lien inter-rives via l'île d'Orléans est proposée parce que l'on prévoit la saturation des ponts actuels dans un avenir assez rapproché; il s'agit donc, d'une part, de voir si l'infrastructure proposée va pouvoir répondre à cette demande accrue de déplacements inter-rives. D'autre part, il est indispensable d'inclure les implications d'une telle liaison sur le développement urbain non seulement à cause des coûts directs qu'elle pourrait occasionner, mais également parce que la forme d'urbanisation que connaîtra la région suite à la construction de l'infrastructure influencera considérablement l'efficacité du réseau de transport.

Pour atteindre ces objectifs, nous diviserons notre recherche en trois parties: la première, problématique et méthodologie, servira à bien définir le problème et à décrire les grandes étapes de notre étude.

La seconde partie, développement régional et urbanisation, tracera l'évolution des grandes variables socio-économiques de la région ainsi que leur localisation dans l'espace urbain de façon à permettre de dégager, dans la troisième partie, les impacts du lien inter-rives via l'Ile d'Orléans.

PARTIE I

PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE

I - Problématique

Le problème des liaisons inter-rives dans la région de Québec ne date pas d'aujourd'hui; il provient d'un besoin de communications et d'échanges, lié à l'augmentation de la population, entraînant un accroissement du nombre de déplacements entre les deux rives, que ce soit pour le travail, les achats, les loisirs ou autres motifs. La problématique servira à replacer dans un contexte historique les problèmes de liaison entre les deux rives du St-Laurent dans la région de Québec, à étudier les solutions envisagées pour le résoudre et à décrire le projet qui semble le plus susceptible de se réaliser.

1.1 Historique des liaisons inter-rives dans la région de Québec

Dès 1851, la ville de Québec adressait au gouverneur général une requête en vue d'étudier la possibilité de relier les deux rives du St-Laurent par un pont situé à proximité de Cap-Rouge. Cette initiative a porté fruit puisqu'en 1917 on inaugurait le pont de Québec. Celui-ci ne favorisait en aucune façon les relations entre les noyaux urbanisés des rives nord et sud puiqu'il était situé beaucoup plus à l'ouest, en pleine campagne.

Par la suite, de nombreux projets de ponts ou tunnel ont été mis

de l'avant pour permettre de relier Québec et Lévis. En 1946, un architecte de Lévis présentait, à cette fin, les plans d'un pont et, 10 ans plus tard, W. Langlais lança, le premier, l'idée d'un tunnel devant relier les deux rives.

C'est surtout à partir des années 60 que l'intérêt d'une liaison directe se manifesta de plus en plus. En 1962, le pont de Québec atteignait un niveau d'utilisation qui diminuait sensiblement la qualité des services offerts. Bien que le ministère des Transports ait opté pour un nouveau pont situé à proximité de l'ancien, l'intérêt pour un lien direct ne diminua pas pour autant. Le projet Fenco, en 1962, celui du Bureau de l'industrie et du commerce du Québec métropolitain en 1963, et celui de W. Langlais, qui revenait à la charge avec son idée de tunnel en 1965, sont autant de preuves de l'intérêt manifesté, par différents organismes, à l'égard d'un lien direct entre Québec et Lévis.

C'est également à partir de 1965 qu'on commença à porter une attention spéciale à une liaison devant relier les deux rives du fleuve via l'île d'Orléans. Cet axe devient, par la suite, l'une des principales propositions à l'étude.

En 1968, la firme Vandry et Jobin présentant son plan de circulation et de transport pour la région de Québec et y allait, également, d'une proposition de lien direct. Finalement, en 1972, les villes de Québec et de Lévis revenaient à la charge et mettaient sur pied un comité chargé de promouvoir un lien centre à centre entre les deux cités.

Actuellement, le problème des liaisons inter-rives prend une nouvelle

dimension puisque, selon une étude du Service de circulation du ministère des Transports[1], les ponts actuels seront saturés au milieu des années 80. Une nouvelle liaison s'avérerait nécessaire afin d'offrir un niveau de service adéquat aux usagers.

1.2 Les solutions envisagées

L'emplacement du nouveau lien inter-rives suscite évidemment, beaucoup d'intérêt. Nous pouvons regrouper les nombreux projets qui ont été présentés en deux corridors; l'un reliant directement Québec à Lévis et l'autre, Montmorency à Lauzon via l'Ile d'Orléans.

Le choix de l'une ou l'autre de ces propositions n'est pas encore définitif. Celui-ci doit être fait, non seulement en fonction des objectifs reliés à l'offre de transport mais également en regard d'autres buts externes au réseau de transport; il s'agit surtout, dans ce dernier cas, des coûts sociaux, directs ou indirects, qui seront engendrés par la nouvelle infrastructure routière. Bien qu'aucune étude approfondie n'ait été effectuée à ce sujet, il semble qu'une liaison directe soit difficilement réalisable en raison du coût élevé de sa réalisation, de son caractère inesthétique, des conséquences néfastes que cet emplacement aurait sur le développement urbain et des problèmes de pollution engendrés par les flux d'automobiles qui y circuleraient. C'est pourquoi, en dépit des pressions constantes exercées par divers groupes, l'axe Orléans semble être le projet le plus susceptible de se réaliser.

---

(1) Ministère des Transports: Région de Québec, Lien rive-nord, rive-sud, Service technique de la circulation, 1973.

1.3 Description du lien inter-rives via l'Ile d'Orléans

Le projet se divise en deux parties distinctes; entre la rive-nord et l'Ile d'Orléans, on prévoit, pour 1980, la constructinn d'une jetée comportant entre 6 et 8 voies. Cette construction est, à toute fin pratique, assurée étant donné l'obsolescence du pont qui relie actuellement d'Orléans à l'agglomération québécoise. Entre la rive-sud et l'Ile d'Orléans, bien qu'aucune décision définitive n'ait été prise, on avance de plus en plus qu'il s'agirait d'un tunnel à cause de nombreux problèmes techniques suscités par la construction d'un pont.

2 - Méthodologie

Après avoir défini la problématique du lien inter-rives via l'Ile d'Orléans, il est nécessaire d'expliquer la méthodologie que nous allons suivre pour identifier les impacts de cette nouvelle infrastructure routière. Auparavant, il serait bon de préciser davantage notre cadre d'analyse, i.e., de choisir le type d'impact à identifier et de déterminer les variables stratégiques de notre recherche.

2.1 La nature des impacts d'une nouvelle infrastructure routière

Les impacts qui peuvent être suscités par la construction d'un tel type d'infrastructure sont de tout ordre et se présentent aussi bien lors de l'annonce du projet que pendant les travaux de construction et à la suite de son ouverture. Ainsi, dès que le projet sera annoncé, on peut s'attendre à une valorisation des prix du sol dans les zones attenantes au corridor. De plus, il sera nécessaire, avant le début des travaux, de procéder à un certain nombre d'expropriations pour la réalisation de l'infrastructure elle-même et de ses voies d'accès. Pendant la construction, des impacts vont également se faire sentir sur les communautés traversées, sur l'économie régionale (emploi, demande de matériaux, etc) et sur la circulation. Une fois l'infrastructure complétée, des impacts d'une autre nature toucheront le milieu physique et le développement des zones limitrophes, la circulation et l'évolution globale de la communauté urbaine.

Le type d'impact à identifier dépend des objectifs que l'on peut assigner à la réalisation du lien. Si les prévisions établies par le Service de circulation du ministère des Transports se réalisent, le pre-

mier objectif serait de diminuer la pression sur les ponts actuels. D'autre part, l'importance du réseau de transport sur la structure urbaine est depuis longtemps reconnue; en effet, ce réseau, par l'accessibilité plus ou moins grande qu'il offre aux différents secteurs de l'agglomération urbaine, influence considérablement les décisions de localisation de tous les agents économiques. Ces décisions vont, par la suite, accentuer ou diminuer la pression sur certains chaînons du réseau routier. Il est donc nécessaire de prévoir les développements suscités par la construction du lien, non seulement à cause des conséquences sur la circulation, mais également en raison de leur nature même, afin de voir s'ils correspondent à une urbanisation cohérente et qui ne causent pas de préjudice à l'ensemble de la collectivité.

A l'état actuel du projet, i.e. au niveau des études préliminaires, ce sont là les deux objectifs majeurs qui doivent être pris en considération pour l'évaluation des impacts et le déroulement de la recherche, puisque la décision de sa réalisation sera surtout prise en vertu de son habilité à les atteindre. A ce stade-ci, les inconvénients qui surgiront lors de la construction de l'infrastructure ne sont pas considérés mais devraient sans aucun doute, faire l'objet d'études ultérieures.

2.2 Les variables stratégiques

Certaines variables sont décisives dans ce type de recherche en ce sens que, non seulement elles subissent les impacts de la nouvelle infrastructure mais, en plus, leur évolution entraîne des répercussions sur l'ensemble de l'agglomération. Quelles sont ces variables?

Comme nous l'avons déjà mentionné, le réseau de transport exerce une influence sensible sur la structure urbaine; diverses études ont démontré que le développement urbain avait tendance à se produire le long des grandes voies de circulation. Cette influence s'explique, en grande partie, par la notion d'accessibilité, que ce soit au travail, aux commerces, aux services, etc. Les autres facteurs étant égaux, le réseau de transport incite les gens, les entreprises, les commerces à se localiser là où l'accessibilité est la plus grande en fonction des besoins propres à chacun de ces groupes. D'ailleurs, la majorité des études traitant de localisation intra-urbaine accorde une large place à l'accessibilité dans la construction de leurs modèles. Les impacts d'une nouvelle infrastructure de transport se feront donc sentir, dans un premier temps, sur la localisation des activités humaines.

Ainsi, les grandes variables dont il faudra estimer l'évolution et la répartition dans le tissu urbain, sont celles de la population et de l'emploi; celles-ci ont des influences directes sur l'utilisation du sol, le volume de circulation, etc... et permettront d'évaluer les impacts du lien inter-rives.

2.3 Les étapes de la recherche

L'identification des impacts du lien inter-rives implique un travail de prévision conditionnelle; en effet, compte tenu des caractéristiques actuelles de la région et des divers développements que l'on peut envisager à la lumière des politiques mises en place par les différents niveaux de gouvernement, il faut prévoir quelle sera la situation qui prévaudra dans

notre région à la suite de la construction de cette infrastructure. La recherche se divisera donc en 2 parties principales: en premier lieu, il faut déterminer les caractéristiques futures de la zone d'étude, tant au niveau des indicateurs globaux que de la répartition spatiale des activités et, par la suite, localiser les impacts du lien et tenter d'évaluer leur intensité.

2.31 Le développement régional et l'urbanisation

La prévision des caractéristiques futures de notre région peut se scinder en deux: l'estimation de la croissance de la population et de l'emploi pour l'ensemble de la zone et sa localisation à l'intérieur de l'aire urbaine.

Les études de prévision de la population sont nombreuses: le Bureau de la statistique du Québec, l'Office de Planification et de Développement du Québec et d'autres organismes en ont produites. Il s'agira de juger de la validité de chacune d'entre elles et de conserver celle qui nous semble la plus réaliste. La situation est la même en ce qui concerne l'emploi. Il faudra évaluer les possibilités de réalisation de chacune d'entre elles en tenant compte des politiques gouvernementales en matière de développement régional ainsi que des modifications qui ont pu se produire dans la structure économique régionale.

La croissance de la population et de l'emploi étant connue, il s'agit par la suite de la localiser à l'intérieur de la zone. De nombreux modèles de localisation ont été développés tant aux Etats-Unis qu'en Europe; cependant, ils n'ont que rarement apporté les résultats escomptés à cause de

la multiplicité et de la complexité des variables. Ils sont par contre, d'une grande utilité pour déterminer les facteurs de localisation les plus importants pour chaque groupe d'activités; en tenant compte de ceux-ci, il sera alors possible de préciser les tendances futures de la distribution de la population et de l'emploi à l'intérieur de l'espace régional.

2.32 Les impacts du lien inter-rives via l'Ile d'Orléans.

La localisation future de la population et de l'emploi constitue une base solide pour évaluer les impacts du lien inter-rives. En effet, quel que soit l'objectif considéré, cela nous fournira l'ensemble des éléments nécessaires à l'identification des effets qu'aura la nouvelle liaison, tant sur le réseau routier que sur le développement régional.

Toutefois, il ne faudra pas oublier de considérer que le lien s'inscrit dans l'ensemble du réseau de transport de la région; cela implique que les impacts qu'il pourra avoir seront susceptibles d'être accentués ou affaiblis par les autres composantes du réseau. Ainsi, nous pourrions avancer que le lien serait un facteur favorable de localisation industrielle dans les zones situées à proximité; cependant, si cela s'avérait véridique, ce serait plutôt la conjugaison du lien et des installations portuaires qui expliquerait ce fait et non le lien seul. Le même raisonnement peut s'appliquer pour les autres infrastructures routières qui seront complétées entre temps. Il faudra, dans la mesure du possible, isoler les effets que l'on peut imputer directement au nouveau lien et ceux qui sont le résultat de la combinaison de plusieurs composantes du réseau de transport.

3 - La zone d'étude

3.1 Limites de la zone d'étude

En tenant compte des objectifs assignés à la réalisation du lien, il devient évident que la zone d'étude doit être suffisamment vaste pour permettre de tenir compte de l'ensemble des impacts sur le développement urbain et, par le fait même, sur la circulation. En effet, même si les effets les plus sensibles se feront sentir surtout sur les zones attenantes au nouveau pont, l'"onde" de choc va se répercuter sur un territoire beaucoup plus étendu. Cette liaison va, sans aucun doute, apporter certaines modifications aux tendances qui se manifestent actuellement dans la région de Québec et la zone d'étude doit être assez étendue pour permettre de les considérer.

La région choisie comprendra donc, en totalité ou en partie, les divisions de recensement de Portneuf, Québec, Montmorency 1 et 2, Lévis et Bellechasse (cartes no 1 et 2); le tableau 1 présente la liste des municipalités de la zone d'étude ainsi que leur population respective au 1er juin 1974.

TABLEAU 1: Municipalités de la zone d'étude et population au 1er juin 1974.

Municipalité	Population
RIVE-NORD	
Ancienne-Lorette	9,870
Beauport	16,000
Charlesbourg	38,700
Charlesbourg-Est	1,530
Château-Richer	3,150
Courville	6,520
Giffard	14,000
Lac St-Charles	2,800
L'Ange-Gardien	2,234
Lorette (Rés. Ind.)	935
Loretteville	13,300
Montmorency	4,690
N.-D.-des-Laurentides	5,460
Orsainville	16,600
Québec	187,500
St-Augustin-de-Desmaures	3,170
St-Emile	2,970
St-Félix-du-Cap-Rouge	3,560
St-Jean-de-Boischatel	1,710
St-Michel-Archange	3,150
Ste-Foy	76,900
Ste-Thérèse-de-Lisieux	2,900
Sillery	14,000
Val-Bélair	7,900
Vanier	9,930
Villeneuve	4,518
RIVE-SUD	
Bernières	1,500
Charny	5,540
Lauzon	13,100
Lévis	17,200
St-David-de-l'Auberivière	3,976
St-Etienne-de-Beaumont	1,280
St-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	360
St-Louis-de-Pintendre	1,440
St-Nicolas	3,500
St-Rédempteur	1,870
St-Romuald-d'Etchemin	9,000

ILE D'ORLEANS	
Beaulieu	745
St-François	470
St-Jean	830
St-Laurent	1,230
St-Pierre	1,210
Ste-Famille	1,010
Total	518,258

SOURCE: Bureau de la statistique du Québec.

3.2 Caractéristiques physiques

Cette région, de par ses caractéristiques physiques (fleuve, promontoire), fut l'un des sites privilégiés d'implantation dès le début de la colonie. Le fleuve demeure toujours un facteur de développement important pour la région, étant la voie navigable de pénétration pour le nord-est du continent américain. Cependant, il est un frein au développement urbain, car il crée trois ensembles nécessitant des liens spéciaux: la rive-nord, la rive-sud et l'Ile d'Orléans.

La rive-nord se caractérise par la dépression Cap-Rouge - Limoilou, orientée sud-ouest-nord-est et intercalée entre les Laurentides, à l'ouest, et la colline de la haute-ville à l'est. La zone de dépression s'élargit en direction est pour atteindre sa largeur maximale à la hauteur de Loretteville, puis se rétrécit pour n'être qu'une mince bande de terre de Montmorency à la limite nord-est de la zone étudiée. La colline de la haute-ville est délimitée par une falaise sur tout son pourtour et s'étend du Vieux-Québec à St-Félix-du-Cap-Rouge.

La rive-sud se caractérise par un plateau légèrement ondulé et est

traversée par les rivières Chaudière et Etchemin. L'Ile d'Orléans, plateau peu ondulé et bordé de terrasses, est située au nord-est de Québec, au milieu du fleuve St-Laurent.

Les contraintes physiques qui ont été prédominantes jusqu'ici, pour le développement urbain cohérent et contigu, sont:

1 - le fleuve St-Laurent;

2 - les falaises de part et d'autre du fleuve;

3 - la falaise entre la basse-ville et la haute-ville;

4 - la rivière St-Charles;

5 - la rivière Montmorency;

6 - les Laurentides. *

3.3 Contraintes statistiques

Etant donné que la zone d'étude ne correspond à aucune unité statistique reconnue, certaines lacunes se manifesteront au niveau de ce type d'information. Alors qu'il est relativement aisé d'obtenir les données statistiques sur la population, cela devient plus difficile lorsqu'il s'agit de l'industrie, de l'habitation, des revenus, etc. Il ne faudra donc pas se surprendre, qu'en certaines occasions, les données ne couvrent que le territoire de la zone métropolitaine de recensement de Québec. (Carte no 2).

---

* Carte topographique au 1:50,000 en pochette.

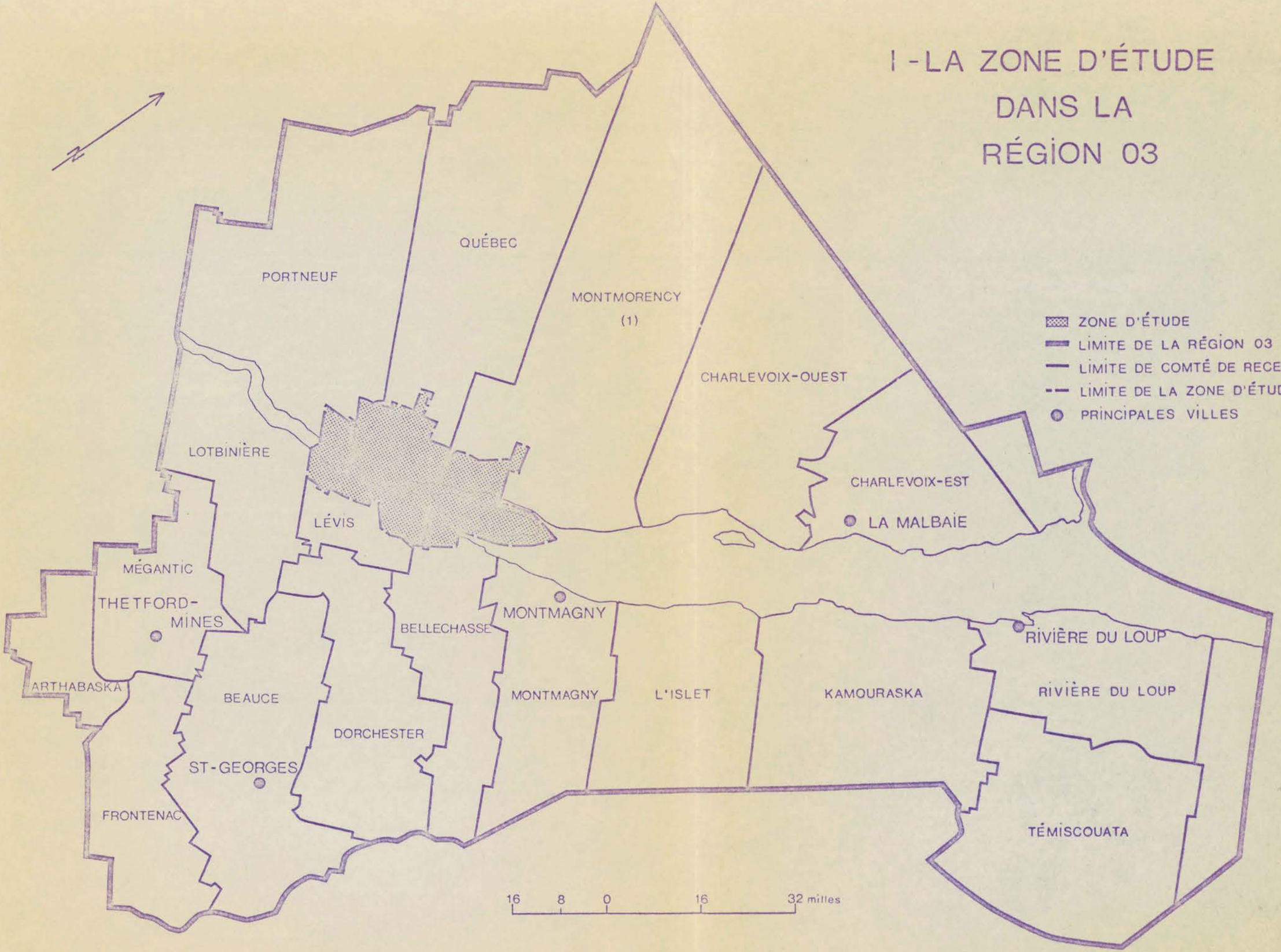
2-LA ZONE D'ÉTUDE

Limites municipales
Limite de la zone d'étude
Zone métropolitaine de Québec

0 .5 1 mi.

Lac-St-Charles
Notre-Dame-des-Laurentides
Val-Belair
Lorette
St-Emile
Orsainville
Charlesbourg-Est
Ste-Therese-de-Lisieux
Beauport
St-Jean-de-Boischatel
L'Ange-Gardien
Chateau-Richer
Quebec
Loretteville
Ancienne-Lorette
Charlesbourg
Charlesbourg-Ouest
Villeneuve
Courville
Sainte-Foy
Vanier
St-Michel-Archange
Giffard
Montmorency
Ste-Famille
St-Francois
St-Augustin-de-Desmaures
St-Pierre
Beaulieu
St-Jean
St-Laurent
St-Felix-du-Cap-Rouge
Sillery
Lauzon
St-Nicolas
Levis
St-David-de-l'Auberiviere
St-Romuald-Etchemin
St-Joseph-de-la-Pointe-de-Levy
St-Etienne-de-Beaumont
Bernieres
Charny
St-Louis-de-Pintendre

I - LA ZONE D'ÉTUDE DANS LA RÉGION 03



PARTIE II

DEVELOPPEMENT REGIONAL ET URBANISATION

L'objectif de cette partie est de prévoir la physionomie de notre région vers le milieu des années 80, tant au point de vue des indicateurs globaux que de la répartition spatiale des activités. Au premier chapitre, nous ferons l'analyse de la situation actuelle de la région qui nous préoccupe; ainsi, il s'agira de voir quel a été le comportement de la population, de son habitat et de ses revenus ainsi que celui de l'activité économique régionale pour pouvoir évaluer, par la suite, les possibilités de développement de la région, tant au niveau démographique qu'économique.

Le développement spatial de la région, tant passé que futur, fera l'objet des chapitres subséquents. Cependant, il sera nécessaire auparavant de décrire le réseau de transport actuel ainsi que les améliorations qui y seront apportées dans les prochaines années; cette étape est indispensable pour la compréhension des forces qui ont structuré le développement de la région.

1 - Situation économique et possibilités de développement

Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'objet de ce chapitre est d'analyser les comportements récents de la population et de l'activité économique pour pouvoir, par la suite, estimer l'évolution de ces grandes variables dans le futur.

La croissance de la population est l'une des grandes variables qui modifient le tissu urbain. Un accroissement significatif implique une demande nouvelle de logements et de nombreux autres services qui changent les "patterns" d'utilisation du sol. Les implications de la croissance économique sont différentes mais non moins importantes que l'évolution démographique. Les activités nouvelles qui sont susceptibles d'être attirées dans la zone urbaine créent, par leur localisation, des pôles d'attraction qui, à leur tour, influencent la localisation des autres agents économiques. C'est pourquoi il est indispensable de tenir compte de leur évolution future.

1.1 Contexte socio-économique

1.11 Evolution de la population

1.111 Comportements récents de la population

La population de la région d'étude n'a cessé d'augmenter depuis 1961 tout comme celle de la province de Québec. Par contre, elle s'est accrue à un rythme quinquennal beaucoup plus rapide, ce qui lui a permis d'accroître son importance vis-à-vis l'ensemble de la province.

TABLEAU 2: Population provinciale et régionale de 1961 à 1974.

	1961	1966	taux de croissance annuel 1961-1966	1971	taux de croissance annuel 1966-1971	1974	Taux de crois. ann. 1971-1974
Province	5,259,211	5,700,845	1.98%	6,027,764	0.85%	6,211.888	1.02%
Région	381,382	443,726	3.26%	487,958	1.99%	518,258	2.07%
Région / Province	7.25%	7.68%		8.10%		8.34%	

SOURCE: Statistique Canada et compilation spéciale BSQ.

Si la tendance se perpétuait, le poids démographique de la région dans la province irait en s'accentuant, même si le taux de croissance régional a diminué entre 1961 et 1974 (de 3.26% à 2.07%). Ainsi en 1961, il n'aurait fallu que 22 ans pour que la population double alors qu'en 1974 le temps requis était de 56 ans, soit 2.5 fois plus.

1.112 Perspectives de croissance démographique

Nous avons évalué la population de notre région pour l'année 1986, en nous servant des prévisions démographiques déjà effectuées par certains organismes. Nous avons utilisé les résultats publiés par l' O.P.D.Q. en 1973 dans "Prévisions démographiques des régions administratives et des principales agglomérations urbaines 1976-2001" et des prévisions pour la Communauté urbaine de Québec incluses dans le schéma d'aménagement de la C.U.Q. phase 2. Notre objectif est d'obtenir une estimation assez précise de la population régionale en 1986.

1.1121 Revue des prévisions effectuées par divers organismes

a) Etude de cadrage

La firme LA HAYE & Associés, dans l'étude de cadrage sur la zone spéciale de Québec, a effectué ses prévisions de population de l'agglomération de Québec* pour 1971, 1976 et 1981. Elles étaient basées sur les données provisoires du recensement fédéral de 1971 et les résultats obtenus pour 1971 s'avèrent très près de la réalité, avec un surplus de seulement 2,244 personnes.

Pour notre recherche, ces prévisions présentent deux lacunes principales: elles sont estimées sur une période trop courte (arrêt en 1981) et couvrent un territoire différent du nôtre. Quoiqu'il en soit, les résultats obtenus étaient de 482,744 personnes en 1971, de 527,000 en 1976 et 573,000 en 1981.

b) Le rapport Lithwick

Le rapport Lithwick prévoyait que la population de l'agglomération québécoise oscillerait à l'intérieur des "rateaux" suivants:

TABLEAU 3: Prévisions du rapport Lithwick

Hypothèses	ANNEES	
	1971	1981
1	482,300	707,900
2	434,400	579,400
3	436,600	583,700
4	460,000	562,000
5	447,000	499,000
6	473,000	631,000

SOURCE: O.P.D.Q. Prévisions démographiques des régions administratives et des principales agglomérations urbaines 1976-2001, p. 55

* Comprend l'ensemble des comtés de Québec et de Lévis.

Ce rapport s'appuie sur les projections d'évolution naturelle, la croissance de la main-d'oeuvre et les courants migratoires.

L'hypothèse 1 semble la plus réaliste pour l'année 1971, alors que la population, selon le recensement fédéral, était de 480,500. Par contre, cette hypothèse s'avère de moins en moins valable pour 1981 alors que l'hypothèse 4 le serait beaucoup plus. Enfin, ces prévisions ont le désavantage de s'appliquer à un territoire non-délimité à notre connaissance et de ne pas donner de résultat pour l'horizon 1986.

c) Société centrale d'hypothèques et de logement (S.C.H.L.)

Dans le cadre de l'étude "Canada 2000", la S.C.H.L. a procédé à l'évaluation de la population de l'agglomération de Québec* pour la période allant de 1971 à l'an 2001.

Ces prévisions ont été effectuées à partir de données antérieures à 1971 et l'écart avec le recensement de cette même année n'est que de 3,252 personnes en moins.

TABLEAU 4: Prévisions de la Société centrale d'hypothèques et de logement.

Année	Population	Taux d'accroissement annuel
1971	473,000	
		2.66%
1976	536,000	
		2.537%
1981	604,000	
		2.38%
1986	676,000	

SOURCE: S.C.H.L., Canada 2000

---

* Telle que définie par le recensement fédéral de 1971

Toutefois, la S.C.H.L. prédit un taux de croissance annuel de 2.66% entre 1971 et 1976 alors que ce taux était de 2.07% entre 1971 et 1974; nous estimons donc que ces prévisions sont trop optimistes. D'ailleurs, comme nous le verrons plus loin, les autres organismes proposent plutôt un taux annuel oscillant entre 1.5 et 2.0%.

d) Bureau de la statistique du Québec (B.S.Q.)

Le Bureau de la statistique du Québec a procédé à la prévision de la population de 34 régions urbaines, soit celles qui dépassaient 12,000 habitants en 1966. Pour ce faire, le B.S.Q. disposait des données définitives du recensement de 1971.

En plus d'émettre des hypothèses sur la mortalité, la natalité, la fertilité, etc, il en pose également sur les bilans migratoires. Cette dernière variable est particulièrement importante dans le cas de la région de Québec, celle-ci étant depuis longtemps identifiée comme une zone réceptrice.(2) Les prévisions du B.S.Q., sont établies par période quinquennale jusqu'en 1986 et ce pour un territoire comprenant les secteurs à vocation urbaine les plus probables. (voir carte 3)

---

(2) LA HAYE, Jean-Claude et associés, La zone spéciale de Québec, Etude de cadrage, Synthèse, 1973, p. 45

TABLEAU 5: Prévisions du B.S.Q.

Années	Population	Taux de croissance annuel
1971	452,400	
		1.85%
1976	494,200	
		1.84%
1981	539,700	
		1.79%
1986	587,900	

SOURCE: O.P.D.Q. Prévisions démographiques des régions administratives et des principales agglomérations urbaines, Québec, 1973 p. 66

c) Office de planification et de développement du Québec (O.P.D.Q.)

L'O.P.D.Q., dans l'ouvrage précédemment mentionné, effectue ses propres prévisions de population. Elles couvrent le même territoire que celles du B.S.Q. et portent sur une période allant de 1976 à 2001. Des données statistiques sont fournies pour les années 1981 et 1986.

Bien qu'il se serve des données du recensement de 1971 et du même territoire que le B.S.Q., l'O.P.D.Q. n'a pas cru bon d'en adapter les résultats pour des raisons méthodologiques, même s'il emploie également les bilans migratoires.

TABLEAU 6: Prévisions de l'O.P.D.Q.

Année	Population	Taux de croissance annuel
1971	452,000	
		1.68%
1976	490,000	
		1.84%
1981	535,000	
		1.46%
1986	574,000	

SOURCE: O.P.D.Q. Prévisions démographiques des régions administratives et des principales agglomérations urbaines. Québec, 1973, p. 74

f) Commission d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec. (C.A.C.U.Q.)

La Commission d'aménagement de la C.U.Q. a, elle aussi, effectué des prévisions démographiques couvrant le territoire sous sa juridiction (voir carte no 3). Elles ont été établies à partir du recensement de 1971. La population retenue pour l'année 1975 est la moyenne entre les hypothèses de forte et faible migration.

TABLEAU 7: Prévisions de la C.A.C.U.Q.

Année	Population	Taux de croissance annuel
1975	467,100	
		2.18%
1976	477,300	
		2.29%
1981	531,900	
		2.05%
1986	586,500	

SOURCE: C.A.C.U.Q. Schéma d'aménagement de la C.U.Q., annexe technique Habitation, Québec, 1975, p. 55

1.1122 Prévisions de la population 1976-1986

Pour les fins du présent travail, nous avons retenu les trois ensembles de prévisions qui nous semblaient les plus réalistes. D'abord, elles ont été effectuées à partir des données du recensement fédéral de 1971 et s'appuient sur une méthodologie tenant compte des mouvements migratoires.

Ces trois ensembles de prévisions sont celles du Bureau de la statistique du Québec, de l'Office de Planification et de Développement du Québec et de la Commission d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec.

Mais, comme nous l'avons mentionné précédemment, ces prévisions ne s'appliquent pas sur l'entité de la zone d'étude, aboutissant ainsi à des résultats différents. Nous les avons donc comparées afin d'élaborer nos propres prévisions.

Les taux de croissance quinquennaux de la C.A.C.U.Q. sont supérieurs à ceux de l'O.P.D.Q. De plus, la population prévue par la C.A.C.U.Q. en 1986 serait supérieure à celle estimée par l'O.P.D.Q ce qui semble très improbable. En effet, serait-il possible qu'en 1986 la population de la rive-nord soit plus élevée que la population totale de la rive-nord et de la rive-sud? Donc, de deux choses l'une, ou bien les prévisions de l'O.P.D.Q. sont trop faibles ou bien celles de la C.A.C.U.Q. sont trop optimistes.

Nous pouvons émettre les mêmes réflexions, à quelques exceptions près, quant à la comparaison des prévisions de la C.A.C.U.Q. et celles du B.S.Q. Cependant, ces dernières sont plus optimistes face au développement démographique de la région que celles de l'O.P.D.Q.

TABLEAU 8: Tableau comparatif C.A.C.U.Q. B.S.Q. O.P.D.Q.

ANNEE	C.A.C.U.Q.(1)	O.P.D.Q.(1)	B.S.Q.(1)
1971	415,715(2)	452,391(2)	452,391(2)
1974	448,613(3)	484,414(3)	484,414(3)
1976	477,300	490,000	494,200
1981	531,900	535,000	539,700
1986	586,500	574,000	587,900

(1) Voir la carte pour la délimitation des territoires.

(2) Populations tirées du recensement fédéral de 1971

(3) Populations tirées des statistiques annuelles du B.S.Q.

En définitive, nous pouvons qualifier les prévisions démographiques de la C.A.C.U.Q. d'optimistes, celles de l'O.P.D.Q. de pessimistes et celles du B.S.Q. de modérées. Il y aurait donc de très fortes probabilités pour que la population de l'agglomération de Québec se situe en 1986 entre 574,000 et 587,900 personnes.

Cependant, ces études ne peuvent nous satisfaire pleinement vu leur territoire d'investigation. C'est dans le but de pallier à ce problème que nous avons émis nos propres prévisions. Notre démarche consiste à établir des hypothèses pour 1986 compte tenu des travaux démographiques existants.

Nous avons basé, en premier lieu, nos calculs sur la population de l'année 1974(3) et appliqué les taux respectifs de croissance à chaque

---

(3) La population de 1974 nous a été fournie par municipalités par le Service de la démographie et du recensement du B.S.Q.

3 - PRÉVISIONS DE LA POPULATION

C.U.Q.

O.P.D.Q. - B.S.Q.

Limite de la zone d'étude

Municipalités non-incluses dans les prévisions de la C.U.Q. et de l'O.P.D.Q.

0 .5 1mi.

N

ensemble de prévisions et ce pour leur territoire; puis nous avons émis l'hypothèse que la population de notre région d'étude qui est située hors des territoires considérés par les organismes ci-haut mentionnés, croîtrait à un rythme semblable à ceux émis par l'O.P.D.Q. ou par le B.S.Q. (voir annexe 1). Cette hypothèse se base sur le fait que les taux de croissance estimés par l'O.P.D.Q. et le B.S.Q. entre 1971 et 1976 étaient inférieurs au résultat obtenu entre 1971 et 1974, c'est-à-dire que normalement selon ces organismes, la population aurait atteint le chiffre de 473,441 et 477,476 personnes en 1974, alors qu'on dénombrait 484,414 habitants. Ces différences équivalent à une diminution de taux de croissance de 34% dans le cas de l'O.P.D.Q. et de 21.6% pour le B.S.Q. De plus, il est évident que la population du territoire considéré croîtra à un rythme plus lent que celle de l'aire délimitée par l'O.P.D.Q., de sorte qu'en utilisant leurs taux de croissance pour l'ensemble de notre territoire, l'on tend à minimiser le pourcentage d'erreur.

Donc, des trois ensembles de prévisions du départ, nous en déduisons six hypothèses. Nous n'avons pas retenu le taux de croissance émis par la C.A.C.U.Q. pour le reste de notre région parce que ce dernier était déjà trop élevé en 1974 et qu'il tient compte beaucoup plus d'une réalité urbaine que régionale.

Ainsi, selon nos résultats, la population de notre région d'étude se situerait en 1986, entre 627,500 et 666,000 personnes. Pour les besoins de cette étude, nous retiendrons plutôt une hypothèse médiane, soit celle combinant les taux de croissance du B.S.Q. pour la partie urbanisée (1.85%, 1.84% et 1.79%) et ceux de l'O.P.D.Q. pour le reste du territoire (1.68%,

TABLEAU 9: Prévisions de la population 1976-1986

Année	Hypothèse	TERRITOIRE			total
		C.U.Q.	O.P.D.Q. - B.S.Q.	Reste	
1974	1	448,613		69,645	518,258
	2	448,613		69,645	518,258
	3		484,414	33,844	518,258
	4		484,414	33,844	518,258
	5		484,414	33,844	518,258
	6		484,414	33,844	518,258
1976	1	471,992		71,987	543,979 (1)
	2	471,992		72,219	544,211
	3		500,704	34,982	535,686
	4		500,704	35,095	535,799
	5		502,317	35,095	537,412
	6		502,317	34,982	537,299
1981	1	525,985		78,598	604,583
	2	525,985		78,868	604,853
	3		546,687	38,195	584,882
	4		546,687	38,326	585,013
	5		548,564	38,326	586,890
	6		548,564	38,195	586,759
1986	1	579,978		84,328	664,306
	2	579,978		85,912	665,890
	3		586,539	40,979	627,518
	4		586,539	41,749	628,288
	5		597,555	41,749	639,304
	6		597,555	40,979	638,534

Hypothèse 1: emploi du taux de croissance de la C.A.C.U.Q. sur le territoire de la C.U.Q. et de celui de l'O.P.D.Q. sur le reste.

2: emploi du taux de croissance de la C.A.C.U.Q. sur le territoire de la C.U.Q. et de celui du B.S.Q. sur le reste

3: emploi du taux de croissance de l'O.P.D.Q. pour toute la région.

4: emploi du taux de croissance de l'O.P.D.Q. sur son territoire et de celui du B.S.Q. pour le reste.

5: emploi du taux de croissance du B.S.Q. pour toute la région

6: emploi du taux de croissance du B.S.Q. sur son territoire et de celui de l'O.P.D.Q. pour le reste.

(1) Voir annexe 1 pour les calculs détaillés.

1.84% et 1.46%). Ainsi, la sixième hypothèse tient compte d'une plus grande potentialité de croissance pour la population de la zone urbaine par rapport à celle de la zone rurale qui, par définition, ne devrait pas croître dans les années futures à un rythme aussi élevé. Donc, la population de la région en 1986 devrait osciller autour de 638,500 personnes.

1.12 Habitation

1.121 Composition des ménages

Dans son étude sur l'habitation[4], la C.A.C.U.Q. fait ressortir les grands traits de l'évolution des ménages depuis 1951 sur son territoire. Nous avons utilisé ces données parce que 1° - la C.U.Q. constitue la majeure partie de notre région d'étude; 2° - sa population représente 86.6% de la population totale; 3° - les ménages dans l'ensemble ont tendance à se comporter de façon similaire et 4° - les données relatives à l'habitation ne sont pas disponibles pour toutes les municipalités de notre région pour l'année 1961.

Ainsi, depuis 1951, la taille des ménages est en diminution constante (voir tableau X)et cette tendance tend à s'installer dans nos moeurs de sorte que les ménages augmentent plus rapidement que la population. Mais, la baisse de la taille moyenne des ménages ne signifie pas nécessairement la disparition des grandes familles. Toutefois, celles-ci sont composées par de moins en moins de personnes (voir tableauXI)tandis que les ménages non-familiaux enregistrent une augmentation du nombre moyen de personnes et augmentent plus rapidement que les ménages familiaux.

---

(4) C.A.C.U.Q. Schéma d'aménagement de la C.U.Q. annexe technique sur l'habitation, août 1975.

TABLEAU 10: Taille des ménages.

1951	:	4.2 personnes	)
			)
1966	:	4.0 personnes	) recensements R.M.R.Q.
			)
1971	:	3.6 personnes	)
1975	:	3.4 personnes	) estimés de la C.A.C.U.Q.
			)
1986	:	3.0 personnes.	)

SOURCE: C .A.C.U.Q., Annexe technique sur l'habitation, p. 11

TABLEAU 11: Taille moyenne des ménages.

Année	Ménages	
	familiaux	non-familiaux
1951	4.4	1.7
1966	4.4	1.6
1971	3.9	2.1

SOURCE: C.A.C.U.Q., Annexe technique sur l'habitation, p. 11

Le but de notre étude n'étant pas de prévoir avec une grande rigueur le nombre de logements en 1986, mais plutôt d'en avoir une approximation, nous avons employé aussi les prévisions émises par la C.A.C.U.Q. en ce qui concerne la taille moyenne des ménages dans les années à venir, bien que nous serions d'avis que la taille moyenne pour notre région

sera légèrement supérieure compte tenu d'une moins forte proportion de ménages non-familiaux et d'une taille moyenne plus élevée des ménages familiaux situés hors de la C.U.Q. Donc,le nombre moyen de personnes par ménage retenu pour l'année 1986 est de 3.0 .

1.122 Besoins en logement

Lors du recensement de 1971, la population sur notre territoire d'étude était de 487,958 personnes et occupait 131,728 logements, soit un nombre moyen de 3.7 personnes par logement. En 1986, selon nos hypothèses, la population sera de 638,500 habitants et, à raison de 3.0 personnes par ménage (1 ménage = 1 logement occupé), il faudra 212,833 logements pour les abriter. Il y aurait donc une demande de 81,105 nouveaux logements entre 1971 et 1986, soit près de 5,500 par année.

1.123 Type de logements

En 1971, le nombre de logements unifamiliaux de la région était de 48,360 et représentait 36.8% du total. Une brève comparaison des données régionales à celles de la province et des régions urbaines indique que le pourcentage des maisons individuelles de la région est plus élevé que celui de l'ensemble de la province de 3.1% et plus faible que celui des régions urbaines de 5.3%. C'est donc dire que plus une région s'urbanise plus les besoins en logements multifamiliaux augmentent. Ainsi, nous pouvons émettre l'hypothèse que la proportion des logements unifamiliaux de la région aura tendance à diminuer d'autant plus que les problèmes de circulation, de spéculation foncière, de coûts de services municipaux, de prix des logements inciteront les gens à partager les frais par des logements multifamiliaux.

TABLEAU 12: Type de logements en 1971.

	Province	Régions urbaines	Région d'étude
Nombre de logements	1,604,785	1,345,365	131,728
Logements unifamiliaux	640,515	423,860	48,476
Logements multifamiliaux	924,270	921,505	83,252
% log. unifamiliaux	39.9%	31.5%	36.8%

SOURCE: Statistique Canada, Recensement 1971

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
SEP 18 1981
TRANSPORTS QUÉBEC

Cependant, la proportion des nouvelles constructions unifamiliales sera plus élevée que 36.8%.* La C.A.C.U.Q. estime que la proportion des maisons individuelles à construire sera de 47.2% d'ici 1986. Comme la majorité des nouveaux logements de notre région devrait être bâties sur le territoire de la C.U.Q., on peut estimer que près de 38,000 maisons individuelles seront construites d'ici 1986.

1.13 Les revenus

Entre 1961 et 1971, la croissance des revenus, dans la région métropolitaine de Québec, s'est faite à un rythme accéléré. Qu'il s'agisse du revenu des particuliers, d'un emploi, de la famille ou du ménage, on note un accroissement sensible des sommes d'argent mises à la disposition de la population.

---

* L'agglomération de Québec possède un stock de logements multifamiliaux important. Ce stock est un héritage des siècles passés où la densification de l'habitat était une nécessité.

En 1971, les particuliers touchaient 5,240 dollars en revenu de toute sorte, comparativement à 3,167 dollars en 1961, pour un taux de croissance annuel moyen de 6.6%. La croissance est du même ordre en ce qui concerne le revenu du ménage alors qu'elle est de 7.1% pour le revenu du chef de ménage, 7.5% pour le revenu de la famille et de 8.5% pour le revenu d'un emploi.

Cependant, il est nécessaire d'ajouter que ces moyennes sont évaluées en dollars courants, i.e. qu'elles ne permettent pas d'estimer l'accroissement réel du revenu de la population. Bien que n'étant pas l'instrument

TABLEAU 13: Evolution du revenu, zone métropolitaine de Québec, 1961 et 1971.

	1961	1971	Croissance en %
	dollars		
Revenu des particuliers	3,167	5,240	65.5
Revenu d'un emploi	3,061	5,652	84.7
Revenu de la famille	5,801	10,159	75.1
Revenu du ménage	5,972	9,800	64.1
Revenu du chef de ménage	4,284	7,315	70.8

SOURCE: Statistique Canada, Recensements 1961 et 1971

idéal pour mesurer la part de cet accroissement qui est dû à l'augmentation générale des prix, l'indice des prix à la consommation permet quand même une évaluation satisfaisante de l'accroissement réel du revenu. Ainsi, en 1971, pour l'ensemble du Canada, cet indice s'élevait pour l'ensemble

des produits, à 133.4%[5] soit une augmentation de 33.4% par rapport à 1961, l'année de base; même avec cette élévation substantielle du niveau des prix, il n'en demeure pas moins que la croissance des revenus a été de beaucoup supérieure.

D'ailleurs, la comparaison de la croissance des revenus entre la région métropolitaine, la province de Québec et le Québec urbain, nous indique que, pour toutes les catégories considérées, l'accroissement a été plus important dans notre région que dans la province; pour les revenus d'un emploi, par exemple, l'écart est de près de 20% .

TABLEAU 14: Croissance comparée du revenu dans la zone métropolitaine de Québec, la province de Québec et le Québec urbain, 1961 et 1971.

	Z.M.Q.	Québec urbain	Prov. de Qué.
Revenu des particuliers	65.5	58.2	58.6
Revenu d'un emploi	84.7	56.3	55.6
Revenu de la famille	75.1	72.7	71.9
Revenu du chef de ménage	70.8	N.D.	55.9

SOURCE: Statistique Canada, Recensements 1961 et 1971

(5) Statistique Canada, Prix et indices des prix, cat. 62-002

1.2 L'activité économique régionale

Cette section sera consacrée à l'analyse de l'activité économique de la région ainsi que de ses perspectives de croissance. La première partie dressera un tableau de la structure économique régionale et les parties suivantes feront l'étude détaillée de chacun des secteurs et de leur contribution à la croissance de la région.

1.21 La structure économique régionale

Bien que n'étant pas l'indicateur le plus adéquat pour mesurer l'importance de chaque secteur dans l'activité économique régionale,

TABLEAU 15: Nombre d'employés par grand secteur d'activité économique, répartition en pourcentage et taux de croissance 1961 et 1971, zone métropolitaine de Québec.

	1961		1971		Taux de croissance
	NB	%	NB	%	
Primaire	1,842	1.5	1,490	.93	- 19.1
Secondaire	23,749	19.29	21,950	13.73	- 7.6
Construction	9,074	7.37	10,575	6.61	16.5
Tertiaire	88,442	71.84	125,915	78.73	42.4
Total (1)	123,107	100.	159,930	100.	29.9

(1) Le total ne tient pas compte des indéfinis.

SOURCE: Statistique Canada, Recensements 1961 et 1971

le nombre d'employés permet quand même d'en arriver à une approximation assez juste de la participation de chacun d'entre eux à la production et à la croissance de la région.

Ainsi, en 1971, près de 80% de la main-d'oeuvre était employée dans le secteur tertiaire, alors qu'il n'y en avait qu'un peu plus de 70% en 1961. Cette croissance spectaculaire du tertiaire (42.4% entre 1961 et 1971) ne pouvait évidemment se produire qu'aux dépens des autres secteurs; ainsi, le nombre d'employés dans les secteurs primaire et secondaire a diminué, en termes absolus, au cours de cette période (19.1% et 7.6% respectivement), alors que le secteur de la construction a augmenté de 16.5%, mais a vu sa part relative diminuer de 7.3% à 6.1% . Ceci démontre le rôle important joué par le tertiaire dans la région au cours de cette décennie.

L'utilisation du nombre d'employés par secteur pour l'étude de la structure économique de la région comporte certaines faiblesses, surtout en raison des différences de productivité entre les divers groupes d'activités. Toutefois, les résultats sont sensiblement les mêmes en utilisant la valeur ajoutée brute au coût des facteurs. En effet, même si de légères différences apparaissent, la prédominance du tertiaire dans la région n'en ressort pas moins clairement.

La comparaison de la structure économique de la région avec celle de la province va permettre de dégager les forces et les faiblesses de celle-ci, i.e. les secteurs excédentaires ou déficitaires. Le quotient de localisation, en comparant la contribution de chaque activité à la production totale permet de dégager la spécialisation relative de la zone.

TABLEAU 16: Valeur ajoutée brute par secteur, répartiton en % et quotient de localisation, Z.M.Q. 1969.

	P.Q.		Z.M.Q.		Quotient de localisation(1)
	En millions de dollars	%	En millions de dollars	%	
1 - Primaire	906	5.5	10	0.8	.145
2 - Fabrication	4,172	25.5	211	17.3	.678
3 - Construction	687	4.2	73	6.0	1.429
4 - Transport et communications	2,213	13.5	154	12.6	.933
5 - Commerces	2,505	15.3	193	15.8	1.033
6 - Finances, assurances et immeubles	1,665	10.2	181	14.9	1.461
7 - Services	3,205	19.6	213	17.5	.893
8 - Adm. publique	1,001	6.2	184	15.1	2.435
Total	16,354	100.	1,219	100.	

(1) $Q_1 = \frac{\text{V.A. de i dans la région/V.A. totale de la région}}{\text{V.A. de i dans la province/V.A. totale de la province.}}$

SOURCE: LA HAYE Jean-Claude & Associés, La zone spéciale de Québec, étude de cadrage: Economie. 1973, p. 19 et 35

Ainsi un quotient supérieur à un (1) indique que la région se concentre davantage dans cette activité que la province, alors qu'un quotient inférieur à un (1) implique que l'activité considérée est déficitaire dans la région.

Les résultats obtenus viennent confirmer l'analyse précédente. En effet, il y a déficience dans la région au niveau du primaire, ce qui est logique étant donné le caractère urbain de la zone. Par ailleurs, trois

postes du tertiaire sont en surplus: les commerces, les finances et, surtout, l'administration publique; la spécialisation de la région se fait sentir fortement dans ce dernier domaine.

1.22 Le secteur primaire

L'importance des activités du secteur primaire tend à décroître constamment dans la majorité des zones urbaines. Grandes consommatrices d'espaces, elles résistent mal à la pression qu'exerce le développement urbain. Malgré tout, notre région comprend quand même un certain nombre d'activités, surtout au niveau de l'agriculture.

1.221 Mines et forêts

Les exploitations minières, sur notre territoire d'étude, se limitent aux carrières de pierre (granite, schiste et calcaire) et de sable. En 1971, selon le recensement fédéral, la main-d'oeuvre employée dans le secteur minier était de 350 personnes, ce qui ne représente même pas 1% de la main-d'oeuvre totale de la zone.

Les boisés de ferme ou les anciens boisés de ferme constituent la très grande majorité du couvert forestier, qui recouvre d'ailleurs la presque totalité du relief laurentien. Les agriculteurs en retirent, soit un revenu d'appoint, soit la totalité ou une partie du bois d'oeuvre nécessaire à la ferme. Quant à la grande exploitation forestière, elle n'existe pas sur le territoire étudié.

1.222 Agriculture

1.2221 Aire d'étude

La région d'étude fait partie de la région agricole no 2 et comprend une partie des comtés agricoles de Portneuf (1 municipalité sur 37), de Québec (22/28), de Montmorency (13/15), de Lévis (11/17) et de Bellechasse (1/21). Elle s'étend donc sur cinq des neuf comtés de la région agricole no 2. (voir carte 4)

1.2222 Caractéristiques physiques

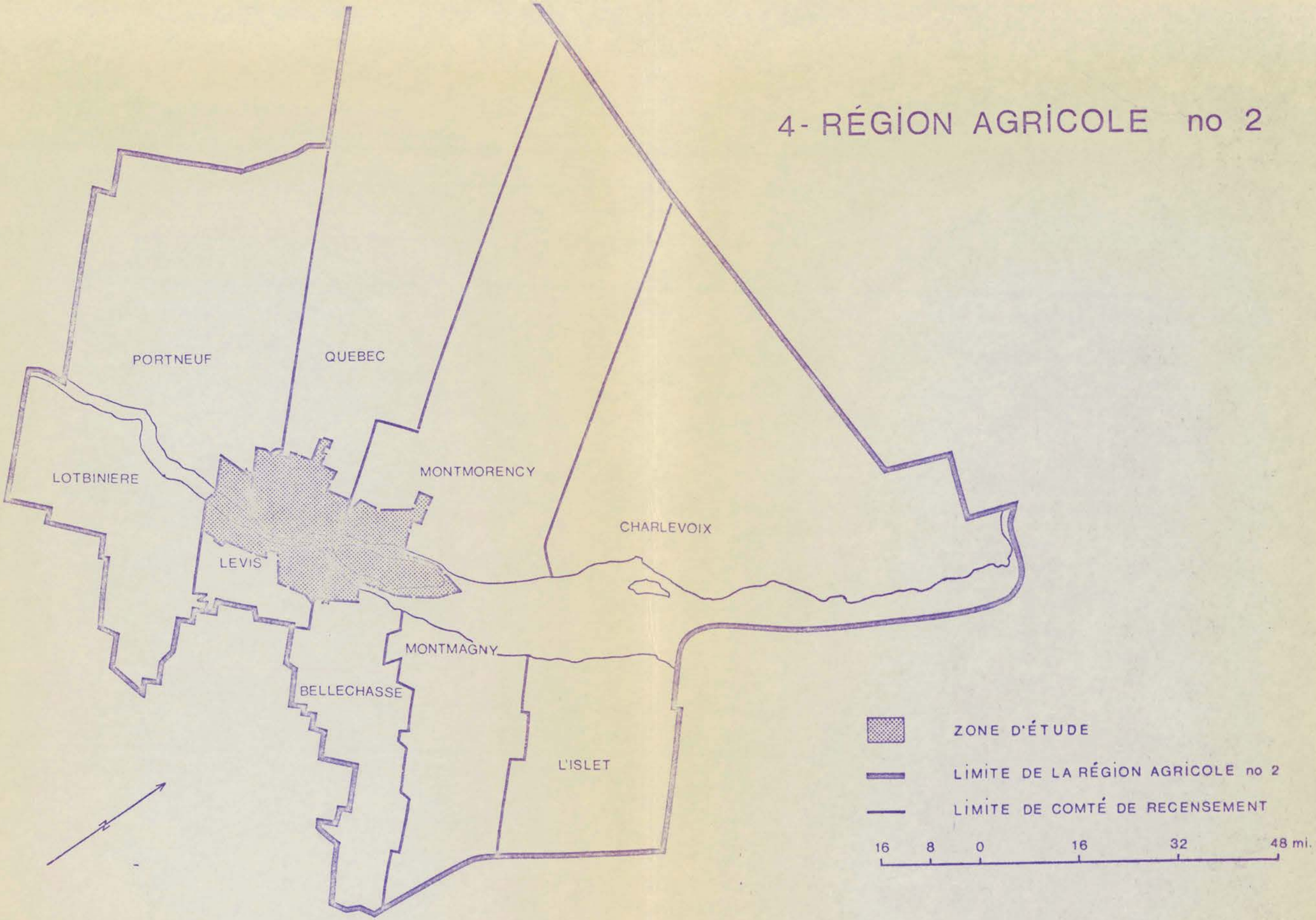
Les différents reliefs présents à l'intérieur de la région d'étude ont joué un rôle déterminant sur la localisation de l'activité agricole. En effet, à l'origine de la colonisation, la majorité des fermes étaient implantées sur les basses terres du Saint-Laurent. Cette zone, orientée sud-ouest-nord-est, longe le fleuve et se rétrécit considérablement en direction nord-est. Le sol est composé en majeure partie d'argile, de limon et de sable d'origine marine, bien qu'aux pieds des Laurentides, on retrouve du "till délavé et du sable remanié par l'action des anciens niveaux marins."(6)

Sauf dans les grandes vallées, les Laurentides, par leur topographie très accidentée, n'ont pas été utilisées comme zone agricole. La seule exploitation appropriée sur ce territoire est sans contredit celle de la forêt, à cause des sols pierreux, des affleurements rocheux et encore une fois de la topographie trop accidentée.

---

(6) C.A.C.U.Q., Schéma d'aménagement de la C.U.Q., annexe technique sur l'environnement rural et urbain, p. 61

4- RÉGION AGRICOLE no 2



Sur la rive-sud, le relief légèrement ondulé et la présence de sols argileux et limoneux ont permis l'exploitation agricole de ce terroir.

1.2223 Evolution comparée de l'agriculture régionale

Nous avons comparé notre territoire d'étude à l'ensemble de la province et de la région agricole no 2, afin de dégager quelques caractéristiques de l'agriculture régionale.

a) Nombre de fermes

La diminution du nombre de fermes depuis 1961 est un phénomène provincial et la région d'étude n'y fait pas exception. Elle suit la tendance dégagée au niveau de la province, maintenant sa part relative à près de 1.5%. Par contre, vis-à-vis la région agricole no 2, elle a accru sa part relative de 0.3% passant de 11.8% à 12.1%.

Au chapitre de la diminution du nombre de fermes, la région d'étude se distingue des deux niveaux supérieurs par une progression différente: ainsi entre 1961 et 1966, le nombre de fermes décroît beaucoup plus lentement, alors que pendant les cinq années suivantes, la région double son taux de diminution pour rejoindre le schéma provincial sur une base décennale.

b) Superficie des fermes

La baisse des superficies des fermes s'est manifestée avec beaucoup plus d'âpreté dans l'ensemble de la province et dans la région agricole no 2 que dans notre région d'étude. Cette constatation est d'autant plus réelle durant la période 1966-1971, alors que la région ne perdait

que 4.7% de la superficie de ses fermes comparée à 16.2% et 20.4% pour les autres zones.

TABLEAU 17: Nombre de fermes.

Variable	Année	Province	Région agricole no 2	Région d'étude
Nombre de fermes	1961	95,777	12,468	1,470
	1966	80,294	10,360	1,281
	1971	61,257	7,885	958
Diminution du nombre de fermes	1961-1966	16.2%	16.9%	12.9%
	1966-1971	23.7%	23.9%	25.2%
Part relative de la région	1961	1.53%	11.8%	
	1966	1.59%	12.4%	
	1971	1.56%	12.1%	

SOURCE: Statistique Canada, Recensements 1961 - 1966 - 1971

La région a augmenté sa part relative vis-à-vis la région agricole no 2 de 1.4% entre 1961 et 1971, principalement grâce à des pertes moins considérables au niveau des fermes à grandes superficies. A cet égard, notons qu'entre 1961 et 1966, la région a perdu, en termes de pourcentage, beaucoup plus de superficies que de fermes i.e. que les pertes se sont produites au niveau des grandes fermes. Par contre, entre 1966 et 1971, la situation est inversée; bien que le nombre de fermes diminue considéra-

blement (25.2), les superficies perdues ne totalisent que 4.7%.
Ce phénomène peut s'expliquer par des modifications de l'utilisation du sol sur plusieurs petites fermes ou par un important mouvement de fusion des fermes (agrandissement).

Enfin, la superficie moyenne des fermes tend partout à augmenter; d'ailleurs, dans notre région depuis 1966, l'effort vis-à-vis l'agrandissement semble important (104 acres à 133 acres), mais, malgré cela, les fermes de notre région demeurent plus petites que celles de l'ensemble de la province ou même que celles de la région agricole no 2.

TABLEAU 18: Superficie des fermes en acres

Variable	Année	Province	Région agricole no 2	Région d'étude
Superficie des fermes	1961	14,198,492	1,761,469	160,282
	1966	12,886,069	1,519,052	133,633
	1971	10,801,116	1,208,645	127,369
Diminution des superficies	1961-1966	9.2%	13.7%	16.6%
	1966-1971	16.2%	20.4%	4.7%
Part relative de la région	1961	1.13%	9.1%	
	1966	1.04%	8.8%	
	1971	1.18%	10.5%	
Superficie moyenne des fermes.	1961	148.2	141.3	109.0
	1966	160.5	146.6	109.3
	1971	176.3	153.3	133.0

SOURCE: Statistique Canada, Recensements, 1961, 1966, 1971

c) Superficie en culture

La baisse des superficies en culture est caractéristique des trois niveaux d'aggrégation. Cependant, ces pertes sont plus importantes dans la région agricole no 2 quoique, entre 1966 et 1971, les taux de diminution aient été presqu'équivalents. Il est à noter que la région d'étude, de concert avec l'ensemble de la province, a perdu, en pourcentage, plus de cinq fois plus de superficie en culture entre 1966 et 1971 que durant la période quinquennale précédente.

TABLEAU 19: Superficie en culture, en acres.

Variable	Année	Province	Région agricole No 2	Région d'étude
Superficie	1961	5,213,302	587,467	63,147
en	1966	5,166,421	513,404	61,069
culture	1971	4,337,236	429,024	50,319
diminution des	1961-1966	0.9%	12.6%	3.3%
superficies	1966-1971	16.5%	16.4%	17.6%
Part relative	1961	1.21%	10.8%	
de la région	1966	1.18%	11.9%	
	1971	1.16%	11.7%	
Superficie moyenne en culture par	1961	54.4	47.1	43.0
	1966	64.3	49.6	47.7%
ferme	1971	70.8	54.4	52.5

SOURCE: Statistique Canada, Recensements 1961, 1966 et 1971

La part relative de la région diminue légèrement vis-à-vis l'ensemble de la province tandis que, par rapport à la région agricole no 2, elle prend plus d'importance, passant de 10.8% en 1961 à 11.7% en 1971.

La superficie moyenne des fermes de notre région tend à égaliser celle de la région agricole no 2; cependant elle demeure bien en deça (- 18 acres) de la superficie moyenne de l'ensemble de la province. En effet, la superficie régionale, en 1971, égale celle de la province en 1961. Ainsi, la superficie moyenne en culture par ferme pour la région n'égale que 74% de la superficie moyenne en culture, par ferme, au niveau provincial.

d) Conclusion

Les baisses du nombre de fermes, des superficies des fermes et des superficies en culture caractérisent les trois niveaux de recensement. Cependant, entre 1961 et 1971, la région qui nous préoccupe se distingue des autres par des pertes importantes de petites fermes à fortes proportions en culture, i.e. des fermes où les possibilités d'agrandissement étaient faibles.

Un autre phénomène, commun aux trois zones, est la hausse des superficies moyennes et des superficies moyennes en culture par ferme. Les fermes de la région demeurent cependant plus petites mais utilisent une plus grande partie du sol pour la culture.

La région se distingue aussi par des pertes plus importantes au niveau des sols cultivés comparées à celles des sols non-cultivés (entre 1966 et 1971, la région a perdu 10750 acres en culture et gagné 4486 acres

non-cultivés pour une perte totale de 6264 acres de superficie des fermes). Cette tendance est d'autant plus grave qu'à la limite, elle entraîne la disparition de l'agriculture dans notre région.

1.23 L'industrie manufacturière

1.231 La structure industrielle

1.2311 Caractéristiques générales

La zone métropolitaine de Québec constitue le centre industriel majeur de la région administrative de Québec. En 1971, elle comptait 530 établissements qui absorbaient 22 930 travailleurs, soit 51.4% du total régional. Par ailleurs, ces entreprises contribuaient pour 49.5% de la valeur totale des expéditions de propre fabrication et 56.9% de la valeur ajoutée à la production.

TABLEAU: 20 Statistiques principales des industries manufacturières de la R.A.Q. et de la Z.M.Q., 1971.

	Etablissements		Employés		Valeur des expéditions de propre fabrication		Valeur ajoutée à la production	
	Nb	%	Nb	%	$ 000	%	$ 000	%
ZMQ	530	38.9	22930	51.4	566 318	49.5	286 998	56.9
RAQ	1362	100	44595	100	1,143 082	100	504 386	100

SOURCE: Statistique Canada. Industries manufacturières du Canada: répartition géographique, cat 31-209

Les entreprises de la Z.M.Q. ne comptaient en moyenne que 43 employés en 1971. A cette époque, il n'y avait que 23 établissements de plus de 200 employés et seulement 7 de plus de 500. La grande entreprise est donc faiblement représentée dans la région, plus de 80% des établissements ayant moins de 50 employés.

TABLEAU 21: Caractéristiques principales des industries de la Z.M.Q. classées suivant le nombre de personnes occupées par établissement, 1971.

	Etablissements		Employés		Valeur des expéditions de propre fabrication		Valeur ajoutée à la production	
	Nb	%	Nb	%	$ 000	%	$ 000	%
0- 4	177	33.4	224	1.0	5,539	1.0	2 738	0.9
5- 9	92	17.4	578	2.5	13,481	2.4	5,002	1.7
10- 19	71	13.4	1007	4.4	26,549	4.7	10,941	3.8
20- 49	99	18.7	2983	13.0	72,905	12.9	33,653	11.7
50- 99	44	8.3	2982	13.0	69,821	12.3	31,833	11.1
100-199	24	4.5	3387	14.8	88,238	15.6	40,049	14.0
200-499	16	3.0	4824	21.0	122,683	21.6	66,190	23.1
500 et +	7	1.3	6945	30.3	167,103	29.5	96,592	33.7
Total	530	100	22930	100	566,318	100	286,998	100

SOURCE: Statistique Canada, Industries manufacturières du Canada: répartition géographique, cat 31-209

Les grandes entreprises occupent toutefois plus de 50% de la main-d'oeuvre du secteur manufacturier. Elles totalisent des expéditions pour une valeur de $ 289.8 millions (51.1%) et une valeur ajoutée à la production de $ 162.8 millions (56.8%).

TABLEAU 22: Principales industries de la région métropolitaine de Québec. (200 employés et plus)

Nom	Municipalité	Employés	Produits
1 - Davie Shipbuilding Ltée	Lauzon	2900	Construction et réparation de navires.
2 - Anglo Canadian Pulp and Paper Mills Ltée	Québec	2700	Papier
3 - Dominion Corset Cie.	Québec	912	Vêtements
4 - Dominion Textile Ltée.	Montmorency	805	Textile
5 - Le Soleil Ltée	Québec	641	Journal
6 - Rothmans Pall Mall Canada Ltée.	Québec	610	Tabac
7 - Baribeau & Fils Inc.	Lévis	464	Produits du bois
8 - Les Textiles McDonald Stewart Ltée, B.V.D. Division	St-Romuald	445	Vêtements
9 - Canadian Lady Canadelle Inc.	Québec	430	Vêtements
10- Canadian General Electric Cie Ltée	Québec	400	Appareils électriques.
11- Les Ciments du St-Laurent	Villeneuve	400	Ciment
12- Laiterie Laval Ltée	Québec	400	Produits laitiers
13- St-Lawrence Manufacturing Cie Inc.	Giffard	359	Lames de patin
14- Imperial Tobacco Products	Québec	352	Tabac
15- Vibrek Inc.	Québec	308	Béton
16- Treco Ltée	St-Romuald	300	Maisons mobiles et articles d'ameublement
17- Goodyear Tire and Rubber Cie of Canada Ltée	Québec	274	Produits du caoutchouc
18- Dynamic Industries Inc.	Québec	266	Produits métalliques.
19- Faber Shoes Inc.	Québec	241	Chaussures
20- Gale Shoes Ltée	Québec	225	Chaussures

21- Standard Paper Box Ltée	Québec	223	Boîtes en carton
22- Quebec Poultry Ltée	Québec	211	Préparation de la volaille
23- Golden Eagle Canada Ltée.	St-Romuald	200	Produits pétroliers
24- Coca-Cola Ltée	Québec	200	Liqueurs douces

SOURCE: Scott's, Répertoire industriel du Québec, publié par Penstock publications Limited et
L'industrie manufacture de la région administrative de Québec. Ministère de l'Industrie et du commerce Québec.

1.2312 Répartition par industrie

Les secteurs industriels sont très inégalement représentés dans la Z.M.Q. certains y occupent une place prépondérante alors que d'autres sont pratiquement inexistants.

Le groupe des aliments et boissons est celui qui vient en tête de la structure industrielle de la Z.M.Q. avec 16.4% de l'emploi, 21.1% de la valeur des expéditions et 14.1% de la valeur ajoutée. Ce groupe domine nettement tous les autres secteurs et c'est un phénomène habituel dans les zones fortement urbanisées.

Le second secteur en importance dans la région est celui des pâtes et papiers. Cette industrie regroupe 7.9% des emplois, 11.1% de la valeur des expéditions et 9.4% de la valeur ajoutée.

L'imprimerie, l'édition et les activités connexes, à cause de la présence de l'administration provinciale, constitue un groupe important de la structure industrielle de la zone, se classant premier pour le nombre

TABLEAU 23: Statistiques principales des industries manufacturières de la région métropolitaine de Québec, par groupe industriel 1971.

	Etablissements		Employés		Valeur des expéditions de propre fabrication		Valeur ajoutée à la production	
	No	%	No	%	$ 000	%	$ 000	%
Aliments et boissons	76	14.3	3,750	16.4	1195031	21.1	40519	14.1
Cuir	34	6.4	1,784	7.8	24830	4.4	12696	4.4
Vêtement	31	5.9	1,858	8.1	19892	3.5	11974	4.2
Bois	38	7.2	691	3.0	15121	2.7	5954	2.1
Meubles et articles d'ameublement	38	7.2	806	3.5	12906	2.3	6333	2.2
Papier et activités annexes	6	1.1	1,813	7.9	62776	11.1	27037	9.4
Imprimerie et édition	96	18.1	1,900	8.3	33946	6.0	22855	8.0
Produits métalliques	61	11.5	1,447	6.3	34128	6.0	15862	5.5
Machinerie	7	1.3	292	1.3	4658	0.8	2674	0.9
Produits électriques	12	2.3	813	3.6	18385	3.2	10124	3.5
Produits minéraux non métalliques	21	4.0	1,020	4.4	33168	5.9	19468	6.8
Produits chimiques	24	4.5	1,125	4.9	26615	4.7	14331	5.0
Industries manufacturières diverses	54	10.2	923	4.0	11812	2.1	7048	2.5
Autres groupes	32	6.0	4,708	20.5	148577	26.2	90122	3.4
Total	530	100	22,930	100	566318	100	286998	100

SOURCE: Statistique Canada, Industries manufacturières du Canada: répartition géographique, cat. 31-209

d'établissements (18.1%), second pour la main-d'oeuvre (8.3%) et troisième pour la valeur des expéditions (6.0%) et la valeur ajoutée (8%)

L'industrie du vêtement, bien que contribuant faiblement à la valeur des expéditions (3.5%) et à la valeur ajoutée (4.2%), embauche 1858 travailleurs, ce qui représente 8.1% du total régional. La productivité du travail est faible dans ce secteur ce qui explique l'écart assez important entre le nombre d'employés et la valeur ajoutée.

Les autres groupes importants de la zone sont les produits métalliques avec 6.3% de l'emploi, 6.0%des expéditions et 5.5% de la valeur ajoutée et les produits minéraux non métalliques avec 4.4%, 5.9% et 6.8% respectivement.

Sommairement, l'industrie manufacturière de la Z.M.Q. est surtout concentrée dans des entreprises de biens non-durables de faible et moyenne productivité, le groupe des aliments et boissons y étant nettement prédominant. Par ailleurs, les groupes qui sont à la base d'une structure industrielle solide et qui sont susceptibles d'effets d'entraînement importants ne sont que faiblement représentés dans la région.

1.232 L'analyse dynamique de l'industrie manufacturière de la Z.M.Q.

L'analyse précédente ne portait que sur les caractéristiques actuelles de l'industrie manufacturière de la zone métropolitaine de Québec. Pour pouvoir déterminer les perspectives de croissance de ce secteur, il est nécessaire d'analyser ce qu'elle a été au cours des dernières années, de déterminer les facteurs prédominants de son évolution.

La croissance industrielle d'une région est le résultat du jeu d'un ensemble de facteurs qui évoluent dans le temps et qui entraînent des décisions et des actes dont les conséquences se font sentir dans l'avenir. Parmi ces facteurs, ceux que l'on peut considérer comme critiques ont trait aux décisions de localisation des industries, décisions qui se prennent à la lumière des exigences d'input et de marché des industries

majeures et de l'économie.

Comme point de départ de l'étude de la croissance d'une région, il faut regarder sa structure industrielle. L'économie d'une région faisant partie de l'ensemble plus vaste de l'économie nationale, il serait plausible de s'attendre à ce que sa composition industrielle soit semblable à celle de la nation et que la croissance de ses industries soit la même que pour la nation. Le problème n'est pas aussi simple, car, dans beaucoup de cas, de nombreux facteurs d'ordre régional viennent influencer le comportement d'une entreprise. L'analyse de la composition industrielle et des conditions régionales permet d'évaluer ces différents facteurs. Le premier terme fait référence à la part occupée dans la structure industrielle régionale par des industries à haut taux de croissance alors que le second met en relief le comportement des industries dans une région. En permettant de quantifier les deux facteurs, l'analyse "Shift and share" servira à déterminer le rôle joué par ceux-ci dans la croissance industrielle de la Z.M.Q. entre 1961 et 1971.

1.2321 Définitions(7)

a) Variation relative nette

Ce terme représente pour une période donnée, la différence entre la variation réelle de l'emploi dans les industries manufacturières d'une région et l'accroissement national, ce terme étant défini comme la croissance de l'emploi qui se serait produite dans la région si l'emploi de ses industries manufacturières avait augmenté au même taux que

---

(7) Les définitions utilisées ici sont celles adoptées par Statistique Canada dans La croissance de l'emploi dans les industries manufacturières. Cat 31-505

dans l'ensemble des industries de la province. La variation relative nette est composée de deux éléments, la composition industrielle et les conditions régionales.

b) La composition industrielle

C'est la différence entre, d'une part, la croissance prévisible de l'emploi dans les industries d'une région si la croissance de chacune d'entre elles s'était faite au taux réalisé par ces industries au niveau provincial et d'autre part, l'emploi qui existerait si la croissance des industries s'était faite au taux de croissance moyen de l'ensemble des industries de la province. Ce terme prend en considération le fait, qu'à l'échelon de la province, certaines industries croissent plus vite que d'autres.

c) Les conditions régionales

Ce terme peut être défini comme étant la différence entre la variation réelle de l'emploi dans les industries d'une région donnée et la variation qui se serait produite si la croissance de chacune des industries s'était faite au même rythme que l'industrie en question au niveau de la province. Cette différence survient à la suite de la croissance inégale des industries d'une région à l'autre. Cette croissance inégale peut provenir de différents facteurs comme, par exemple, un meilleur accès au marché ou à un réservoir de main-d'oeuvre spécialisée, les facilités d'approvisionnement en matières premières, etc..

1.2322 Analyse de la variation relative nette et de ses composantes

Cette analyse a été effectuée pour les industries

manufacturières de la zone métropolitaine de Québec entre 1961 à 1971 et montre clairement la situation assez précaire dans laquelle se trouve le secteur secondaire de la Z.M.Q.En termes absolus, il y a eu perte d'emplois entre 1961 et 1971, les secteurs les plus déficitaires étant ceux des aliments et boissons, du cuir, du textile, du vêtement et de l'équipement de transport.

Par ailleurs, au cours de cette période, la région métropolitaine a subi des variations relatives nettes négatives de plus de 3500 emplois, pertes qui sont attribuables à des conditions régionales néfastes puisque 78% de ces variations négatives proviennent du fait que les industries croissent moins vite dans la région qu'au niveau de la province. De plus, il faut noter que seulement 7 postes sur 20 présentent des variations relatives positives: caoutchouc, meubles, métaux primaires, machinerie, produits électriques, pétrole et charbon et industries manufacturières diverses. Ces sept groupes industriels ne représentaient en 1971, que 20% de l'emploi manufacturier de la zone.

Parmi les postes qui ont connu des variations négatives importantes, il faut mentionner l'industrie du cuir qui, avec des pertes de 1381 emplois, représente le secteur le plus touché au cours de cette période. C'est un secteur qui, même au niveau provincial, a connu de sérieuses difficultés dernièrement puisque sa croissance a été beaucoup plus faible que l'ensemble des industries. De plus, même au niveau régional, c'est une industrie qui a dû faire face à des conditions assez désavantageuses. Les autres postes qui ont subi des variations négatives importantes sont ceux des aliments et boissons (776), de l'équipement de transport (721), du vêtement

TABLEAU 24: Variations relatives nettes et ses composantes pour la R.M.Q. 1961-1971.

	Emploi 1961	Emploi 1971	Variations relatives nettes	Composition industrielle	Conditions régionales
01 - Aliments et boissons	3862	3380	- 776	- 139	- 637
02 - Tabac	829	745	- 147	- 253	106
03 - Caoutchouc	342	430	62	401	- 339
04 - Cuir	2789	1620	-1381	- 804	- 577
05 - Textile	1326	885	- 542	- 134	- 408
06 - Bonneterie	71	35	- 41	- 7	- 34
07 - Vêtement	2247	1830	- 588	- 24	- 564
08 - Bois	591	490	- 146	- 52	- 94
09 - Meubles	445	535	56	67	- 11
10 - Papier	1965	1640	- 474	63	- 537
11 - Imprimerie	1821	1910	- 49	217	- 266
12 - Métaux primaires	149	230	70	3	67
13 - Produits métalliques	1172	1190	- 71	83	- 154
14 - Machinerie	199	695	481	99	382
15 - Equipement de transport	2496	1965	- 721	- 175	- 546
16 - Produits électriques	469	970	465	63	402
17 - Produits minéraux non-métalliques	771	790	- 40	- 117	77
18 - Pétrole et charbon	36	360	321	1	320
19 - Produits chimiques	1420	1375	- 153	- 141	- 12
20 - Divers	749	900	94	38	56
Total	23749	21950	-3580	- 811	-2769

SOURCE: Statistique Canada, Recensement du Canada 1961-1971 et La croissance de l'emploi dans les industries manufacturières, cat 31-505

(588), du textile (542) et du papier (474). Fait à noter, les pertes subies par ces secteurs proviennent, dans une large proportion, des mauvaises conditions rencontrées par ces industries dans la région métropolitaine de Québec.

Les effets de la composition industrielle n'ont été responsables que de 22.6% des variations relatives nettes négatives.

Cependant, ce chiffre peut être trompeur puisque la comparaison s'est faite avec la province de Québec qui n'est pas reconnue pour avoir une structure industrielle solide. Quoiqu'il en soit, dix groupes industriels de la région présentent un bilan positif en ce qui concerne la composition industrielle dont les plus importants sont le caoutchouc (401) et l'imprimerie (217). Notre région peut donc compter sur la présence d'industries qui, au niveau provincial, ont connu un taux de croissance supérieur à la moyenne au cours des dix dernières années; cependant, les conditions régionales sont défavorables à certains de ces groupes et font qu'au total, ils présentent des variations relatives nettes négatives.

Les conditions régionales, pour l'ensemble du secteur manufacturier de la région, sont responsables d'une perte de 2,769 emplois. Seulement sept groupes présentent un bilan positif sous cet aspect et, en particulier, les produits électriques (402), la machinerie (382) et les produits du pétrole et du charbon (320). Dans ce dernier cas, l'implantation de la raffinerie de l'Aigle d'Or à St-Romuald explique ce fait et ce ne sont pas les conditions régionales qui en sont la cause mais bien l'intervention gouvernementale. Par ailleurs, d'autres groupes ont eu des performances beaucoup moins intéressantes à ce chapitre, tels les aliments et

boissons (-637) le cuir (-577), le vêtement (-564), le papier (-537) et les équipements de transport (-546).

Somme toute, au cours des dix dernières années, la croissance du secteur manufacturier de la région a été négative et seuls quelques groupes ont démontré un certain dynamisme. Pour ces groupes, les conditions régionales ont été un facteur favorable de croissance. Par contre, ces mêmes conditions ont affaibli la position concurrentielle de beaucoup de groupes industriels.

1.24 Le secteur tertiaire

La croissance de l'industrie manufacturière s'est faite au ralenti entre 1961 et 1971. Au cours de cette période, une structure industrielle déficiente et, surtout, des conditions régionales peu propices ont occasionné des pertes d'emploi dans ce secteur. Par contre, l'ensemble de la région a connu une croissance satisfaisante au niveau de l'emploi, de la production et des revenus; c'est le secteur tertiaire qui a été à la base de ce processus.

Le secteur tertiaire regroupe un ensemble d'activités hétérogènes qui s'adressent à la population, aux entreprises ou à l'ensemble de la collectivité; c'est ce qui rend son étude assez complexe. De plus, des insuffisances statistiques empêchent une analyse approfondie. Cependant, à l'aide des données sur l'emploi, il sera quand même possible d'identifier les activités les plus dynamiques à l'intérieur de ce secteur et de qualifier ses apports à la croissance régionale.

1.241 La répartition de l'emploi tertiaire

L'importance du secteur tertiaire dans la structure économique régionale est évidente: près de 80% des travailleurs y sont occupés contribuant pour plus de 75% à la production régionale.

Ce secteur comptait, en 1971, 125,915 travailleurs dont la plus grande partie (41.1%) dispensait des services de tout ordre: éducation, santé, divertissements et loisirs, services personnels, services aux entreprises, etc. Les autres activités qui regroupaient un nombre important de personnes, étaient le groupe des commerces avec 19.6% de l'emploi tertiaire, l'administration publique et la défense avec 24.4%. Les transports, communications et autres services publics ainsi que les finances, assurances et affaires immobilières, avec respectivement 11,120 et 7,540 travailleurs, comptaient pour moins de 15% de l'emploi tertiaire total.

Il est également bon de noter l'importance, en termes d'emploi, des activités qui fournissent à la population des services de tout ordre: commerce de détail (18.0%), enseignement (11.3%), santé (12.7%), services personnels (8.7%). Ces groupes représentent près de 50% de l'emploi tertiaire total et ils s'adressent presqu'exclusivement à la satisfaction des besoins de la population. D'autres groupes ne visent aucune catégorie en particulier, pouvant être utiles aussi bien à l'entreprise qu'à la population (assurances, transports, administration publique, etc). Finalement, il faut ajouter que les activités qui s'intègrent au processus de production, en amont ou en aval, sont très faibles dans la région et ne constituent sûrement pas un facteur valable d'implantation.

TABLEAU 25: Répartition de l'emploi tertiaire dans la R.M.Q. et taux de croissance comparés R.M.Q. P.Q., 1961 et 1971.

	Emploi tertiaire, 1971		Taux de croissance régional	Taux de croissance provincial
	Nombre	%		
Transports, communications et autres services publics	11,120	8.8	1.3	6.5
Transports	6,185	4.9	- 17.3	0.1
Entreposage	140	.1	19.7	59.2
Communication	3,485	2.8	49.1	19.4
Eléctricité, gaz et eau	1,310	1.0	25.4	16.3
Commerces	24,735	19.6	13.5	18.8
Commerces de gros	5,840	4.6	- 11.9	13.8
Commerces de détail	18,895	15.0	24.5	20.7
Finances, assurances et affaires immobilières	7,540	6.0	47.1	45.7
Finances	3,395	2.7	50.2	59.1
Assurances et affaires immobilières	4,145	3.3	44.6	32.6
Services socio-culturels commerciaux et personnels	51,795	41.1	58.3	48.6
Enseignement	14,205	11.3	119.0	89.7
Services médicaux et sociaux	16,055	12.7	74.1	72.8
Organisations culturelles	2,415	1.9	- 39.0	- 30
Divertissements et loisirs	1,335	1.1	107.9	72.2
Services aux entreprises	4,515	3.6	127.2	101.6
Services personnels	10,995	8.7	19.6	5.7
Services divers	2,275	1.8	85.1	76.7
Administration publique et défense	30,725	24.4	72.4	41.2
Administration fédérale	9,480	7.5	55.1	30.5
Administration provinciale	17,960	14.3	99.0	108.9
Administration locale	3,240	2.6	21.7	14.9
Gouvernements étrangers	45	...	164.7	- 8.6
TOTAL	125,915	100.	42.4	32.2

SOURCE: Statistique Canada, Recensements 1961 et 1971.

1.242 La croissance du secteur tertiaire

Comme nous l'avons déjà mentionné, la croissance de la région a été tributaire, en grande partie de la croissance du secteur tertiaire au cours des dernières années. Ainsi, il n'est pas surprenant de constater qu'entre 1961 et 1971, le nombre de travailleurs ait augmenté de 42.4%, alors que pour l'ensemble de la province cette hausse a été de l'ordre de 32.2%.

Les groupes majeurs du tertiaire qui présentent les augmentations les plus sensibles sont les finances, assurances et immeubles (47.1%), les services (58.3%) et surtout l'administration publique (72.4%). Mis à part le groupe des finances où la croissance s'est faite à peu près au même rythme que pour la province, il y a des écarts substantiels entre les taux de croissance régional et provincial. Pour les services et l'administration publique, ce taux a été beaucoup plus élevé dans la région alors que pour les transports et le commerce, la croissance a été plus lente dans la région que dans la province.

Les services et l'administration publique ont donc constitué entre 1961 et 1971, les activités les plus dynamiques de la région. Pour les services, ce dynamisme provient surtout de l'enseignement qui représente plus de 11% de l'emploi tertiaire et qui a doublé des effectifs au cours de la période. Même au niveau de la province, le nombre de personnes ayant à oeuvrer dans le domaine de l'enseignement a augmenté de façon sensible quoiqu'à un degré moindre que dans la région. Le groupe des services médicaux et sociaux représentait également une part importante du secteur tertiaire avec près de 13% de l'emploi et sa croissance a aussi été forte

(74.1%), légèrement supérieure à la moyenne provinciale. Finalement, toujours à l'intérieur des services, les divertissements et loisirs et les services aux entreprises ont augmenté considérablement leurs effectifs mais, étant donné leur importance négligeable dans le secteur, n'ont sans doute que peu contribué à la croissance de l'économie.

En ce qui concerne l'administration publique, il représente vraiment le secteur de spécilisation de la région. L'agglomération de Québec, étant le siège du gouvernement provincial, compte de nombreux employés de l'Etat à l'intérieur de ses limites. Entre 1961 et 1971, le nombre de fonctionnaires provinciaux a doublé dans notre région ce qui, étant donné les relations qui existent entre les administrations fédérale et provinciale, a également attiré une part substantielle des employés fédéraux travaillant au Québec.

Deux groupes assez importants du tertiaire ont subi des pertes d'emploi au cours de la période; il s'agit des transports et du commerce de gros. Même si, au niveau de la province, la croissance de ces activités a été lente, elle a quand même été positive alors que dans notre région, le nombre de travailleurs dans ces secteurs diminuaient.

Somme toute, l'enseignement, les services médicaux et sociaux de même que l'administration publique ont été les secteurs les plus dynamiques du tertiaire et, étant donné la faiblesse du secteur secondaire, l'une des causes principales de la croissance régionale depuis 1961.

1.25 Perspectives de croissance régionale

Un secteur primaire en perte de vitesse, une industrie manufacturière en stagnation depuis une vingtaine d'années et un développement spectaculaire du tertiaire, surtout au niveau des services et de l'administration publique, telles sont les caractéristiques que nous avons dégagées de l'analyse de la structure économique régionale. A partir de cette situation, quelles sont les possibilités de croissance que l'on peut envisager pour la région au cours des prochaines années?

Même si, à moyen terme, les théoriciens s'entendent pour dire que la croissance économique régionale dépend de sa base économique, i.e. de ses activités exportatrices, à long terme, le problème se pose en termes différents. En effet, la première hypothèse ne suppose aucune modification aux structures actuelles: le processus se poursuit et la base, en générant des revenus nouveaux, entraînent la croissance du reste de l'économie.

A long terme: par contre, des changements de structure, occasionnés par des modifications aux conditions régionales peuvent se produire, attirant ainsi des activités nouvelles dans la région, lui permettant un développement soutenu.

Il est nécessaire de tenir compte de ces deux approches pour évaluer les possibilités de croissance de la région; pour l'industrie, seules des modifications importantes aux structures actuelles seraient susceptibles de lui faire quitter son état précaire alors que pour certains groupes du tertiaire, la continuation de la croissance actuelle serait suffisante.

1.251 La croissance industrielle régionale

L'industrie de la région présente des lacunes importantes à différents niveaux ce qui a entraîné une stagnation quasi-complète de ce secteur au cours des dernières années. Pour pouvoir évaluer ses possibilités de croissance, il est nécessaire, dans un premier temps, d'approfondir les causes de cette situation, ce qui permettra, par la suite, de juger de la valeur des solutions qui ont été proposées pour résoudre ce problème.

1.2511 Les causes du retard industriel de la région

L'industrie manufacturière de la région est concentrée dans des secteurs peu dynamiques et peu entraînants, orientés surtout sur le marché local ou régional. En fait, selon Hulbert(8), seulement 15% de l'emploi industriel est occupé dans des secteurs démontrant un certain dynamisme. Cette forte concentration dans des secteurs peu entraînants diminuent d'autant le pouvoir d'attraction de la région sur d'autres industries qui pourraient bénéficier des économies externes générées par la proximité d'entreprises ayant des effets d'entraînement sensibles. Même les grandes entreprises localisées dans la région ne modifient pas cette situation parce que la majorité d'entre elles datent d'une centaine d'années et n'utilisent pas une technologie avancée.

---

(8) HULBERT, François. Aménagement régional au Québec. Le développement et l'aménagement industriels du territoire dans la région de Québec. Université Laval, 1975, p. 42

Ce faible pouvoir d'attraction de la région pour les entreprises dynamiques peut s'expliquer par le schéma actuel du développement spatial de la province. L'agglomération montréalaise y joue en effet un rôle prépondérant qui ne va pas sans créer de problèmes aux autres zones du Québec. Cette région, par la qualité et la diversité de ses activités, exerce un pouvoir d'attraction très fort qui, non seulement attire la majorité des nouvelles implantations industrielles mais également certaines activités du tertiaire qui engendrent des économies externes pour l'entreprise: sièges sociaux, direction de certains ministères, centres de recherche, de traitement de l'information, etc. De plus, cette polarisation draine également vers Montréal la main-d'oeuvre qualifiée puisque ses possibilités d'emploi et de revenu y sont plus intéressantes.

Cette situation se reflète aussi au niveau des sommes allouées par les gouvernements pour le développement des entreprises. A titre d'exemple, la région administrative de Montréal a touché, en vertu des programmes administrés par la Société de développement industriel(9), 60.2% des montants octroyés en 1973, comparativement à 17.3% pour la région de Québec. On peut s'attendre à une situation comparable pour les autres programmes d'aide à l'entreprise administrés par le provincial ou le fédéral.

La région de Québec ne peut que difficilement concurrencer le pouvoir d'attraction de Montréal et cela explique sûrement une partie de son retard industriel. De plus, la stratégie de développement futur du Québec, finalisée par l'entente-cadre de développement,(10) mise sur le dévelop-

---

(9) Société de développement industriel: Rapport annuel, 1972-73

(10) M.E.E.R. - O.P.D.Q., L'entente-cadre de développement pour le Québec, 1974.

pement de Montréal comme pôle de développement québécois et canadien alors qu'on ne propose rien de particulier pour Québec, si ce n'est lui accorder une attention particulière à cause de son rôle de capitale provinciale.

1.2512 Les perspectives de développement industriel régional

Les raisons que nous avons évoquées pour expliquer le retard industriel de la région sont depuis longtemps connues ainsi que la nécessité de la doter d'un secteur industriel valable. De nombreuses propositions, émanant d'organismes divers, ont été avancées pour que la région puisse compter sur une meilleure structure industrielle. Parmi celles-ci, le développement d'un complexe industrialo-portuaire est sûrement celle qui a retenu le plus l'attention. Cette proposition suppose de faire du port de Québec un centre portuaire majeur de l'Atlantique Nord et d'attirer diverses industries intégrées à ce complexe, industries qui devraient être exportatrices avec de forts effets d'entraînement: alumi-nerie, métallurgie, matériel de transport, amiante, agro-alimentaire, élec-tronique, télécommunications.

Juger de la possibilité de réalisation d'un tel objectif s'avère difficile à cause de la complexité des facteurs qui entrent en ligne de compte. La stratégie actuelle de développement de la province est plus ou moins compatible avec cet objectif, Il faut également ajouter que cer-taines politiques fédérales en matière de transport ne favorisent pas le port de Québec, mais plutôt les ports de l'Atlantique qui, en plus de certains avantages naturels leur permettant d'accueillir des navires de plus fort tonnage, disposent de tarifs ferroviaires qui favorisent le dé-

barquement des marchandises dans ces ports et le transport par chemin de fer jusqu'aux grands centres de transformation.

En fait, la région ne possède pas d'avantages très marqués pour la localisation de ce type d'entreprises et les moyens à prendre pour les attirer supposeraient une forte intervention gouvernementale. Les problèmes industriels de la région sont depuis longtemps connus et il est difficile à l'heure actuelle, de déceler une volonté ferme d'y remédier. C'est pourquoi, à notre avis, l'apport du secteur industriel à la croissance régionale ne devrait pas s'accroître de façon sensible et le nombre d'emplois devrait osciller autour des niveaux que l'on connaît actuellement.

1.252 Le développement des autres secteurs

La faiblesse du secteur industriel a contribué au gonflement relatif des activités du tertiaire de sorte que certaines d'entre elles ont joué un rôle capital dans la croissance de la région. Ces activités, en raison de leurs performances passées, auront donc un impact sensible sur le développement régional et il est nécessaire d'évaluer leurs possibilités de croissance. Nous allons également tenir compte de l'industrie touristique sur laquelle on mise beaucoup pour les prochaines années.

1.2521 L'administration publique

La croissance annuelle moyenne de l'administration publique a été de l'ordre de 7.2% entre 1961 et 1971 (9.9% pour le provincial et 5.5% pour le fédéral). Par contre, il serait surprenant que cette croissance se poursuive au même rythme et ce pour 2 raisons principales; en premier lieu, la mise en place de nombreux programmes sociaux, surtout dans les domaines de l'éducation et de la santé, ont

contribué à la création d'un grand nombre d'emplois pour l'administration et la gestion de ces programmes. A l'heure actuelle, même si des insuffisances subsistent, la plus grande partie du personnel nécessaire est déjà en place et ces programmes n'entraîneront plus la création d'un grand nombre d'emplois.

D'autre part, entre 1961 et 1971, l'administration provinciale se concentrait surtout dans la capitale mais, ce mouvement semble s'atténuer; on assiste déjà à une déconcentration vers Montréal de certains services des ministères à vocation économique. De plus, les autres régions québécoises sont susceptibles d'attirer un plus grand nombre de fonctionnaires avec la mise en place des conférences administratives régionales.

Il est donc peu probable que l'emploi dans l'administration publique croisse de façon aussi spectaculaire au cours des prochaines années et l'on peut considérer que le taux de croissance annuel moyen ne dépassera pas 2% à l'avenir, ce qui impliquerait la création de 10,000 nouveaux emplois dans ce secteur pour la période qui nous préoccupe.

1.2522 Les services d'éducation et de santé

L'accessibilité plus grande offerte à toutes les classes de la population pour les services d'éducation et de santé a contribué fortement à l'accroissement de la demande pour ces services, d'autant plus que la région souffrait d'un certain retard à cet égard par rapport à d'autres régions de la province. Ces deux facteurs peuvent expliquer en grande partie la croissance sensible de l'emploi dans ces secteurs.

L'influence de ces deux facteurs se fera par contre moins sentir dans l'avenir. Il faut toutefois ajouter que la présence, dans l'agglomération québécoise, de services hautement spécialisés (universités, hôpitaux spécifiques, etc) contribuera à maintenir un taux de croissance relativement élevé dans ces domaines, quoiqu'inférieur à ce qu'il a été entre 1961 et 1971.

1.2523 L'industrie touristique

La région immédiate de Québec possède un potentiel touristique élevé (histoire, topographie, climat). D'ailleurs l'industrie touristique marque le paysage de la région par ses facilités d'hébergement, ses sites historiques, ses restaurants, ses visites organisées, ses centres d'accueil, etc; elle s'inscrit presque tout au long de l'année dans la vie des québécois par le carnaval, la festival d'été et l'afflux de touristes du mois de juin au mois de septembre.

La clientèle touristique de la région se compose principalement de montréalais, d'ontariens et d'américains qui viennent visiter la Vieille Capitale et représentent environ 30% des touristes en territoire québécois, non-résidents de la province. Les touristes demeurent en moyenne 2.5 jours,(11) et dépensaient en 1970 entre $ 44.01 et 50.01 par personne/séjour.(12) Un séjour prolongé de la part des touristes rentabiliserait les investissements notamment au niveau du secteur hôtelier qui connaît momentanément des difficultés.

---

(11) Cette information nous a été fournie par M. Guy Poulin de l'O.P.D.Q.

(12) Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Le touriste non-résident au Québec, p. 2

Présentement, les efforts au ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche et des autres organismes oeuvrant dans le milieu touristique sont concentrés sur la publicité à l'extérieur de la région et de la province, le but visé étant l'augmentation du nombre de visiteurs. Il ne se fait que peu de chose afin de prolonger le séjour des touristes. Mais on étudie toutefois la possibilité d'offrir des "packages" i.e. montrer que la région comprend outre le vieux Québec et le "french spirit", d'autres sites intéressants à visiter et des activités récréatives de tout genre.

Les nouveaux investissements dans ce secteur devraient donc être limités puisque l'infrastructure actuelle semble suffisante et que les efforts porteront davantage sur les projets pouvant rentabiliser ces équipements (information, publicité, etc.).

1.2524 Les autres activités

De nombreuses autres activités n'ont pas été touchées par notre analyse: les transports, les finances et certains services. Mis à part le groupe des finances, assurances et immeubles, ces secteurs n'ont que peu contribué à la croissance régionale, soit à cause de leur peu d'importance dans la structure régionale de l'emploi, soit parce qu'elles n'ont pas connu un taux de croissance élevé.

Ces activités sont surtout entraînées par la population ou l'industrie et leur développement futur devrait suivre la croissance démographique ou industrielle.

2 - Le réseau de transports

Le réseau de transport exerce une influence considérable sur le développement des autres secteurs de la vie urbaine; cette influence se fait particulièrement sentir sur la localisation des agents économiques. En effet, ".... l'échange entre la proximité et la dispersion est rendu possible par le système de transport, un élément crucial affectant la dispersion physique et l'efficacité d'opération de tous les marchés d'une aire urbaine."(13)

Le réseau de transports manifeste son influence par l'accessibilité plus ou moins grande qu'il offre à certains sites, facteur primordial dans le choix d'une localisation, qu'il s'agisse de firmes ou de ménages. Il devient donc évident que l'ensemble du réseau doit entrer comme variable dans notre recherche: le réseau actuel et celui que l'on peut prévoir. Nous ferons donc, en premier lieu, la description des principales composantes du réseau de transport de la région de Québec et, avec l'aide des lignes isochrones, nous dégagerons l'accessibilité qu'il offre par rapport aux deux principaux pôles d'emplois.

---

(13) HIRSCH, Werner Z., Urban economic analysis, McGraw-Hill Book Company, 1973, p. 82

2.1 Les composantes du réseau de transports.

2.11 Les composantes en 1974

Le réseau routier structurant de la région métropolitaine de Québec comprend un quadrillage d'autoroutes et de routes principales. Il est davantage développé (étendu) dans le sens est-ouest, tant sur la rive-nord que sur la rive-sud, à cause de la forme de l'agglomération urbaine. Les principales routes en cette direction sont: les autoroutes 20 et 40 et les routes 132, 138, 175 et 440 tandis qu'en direction nord-sud, le squelette routier se compose des autoroutes 73, 540 et du Vallon et des routes 173, 175, 358, 371, 1ère avenue, Henri-Bourassa et d'Estimauville. (voir carte 5)

Le réseau routier est plus développé et structuré sur la rive-nord, particulièrement dans la partie ouest (territoire le plus urbanisé); cependant, l'ouverture prochaine de l'autoroute Dufferin-Montmorency devrait faciliter les déplacements des résidents de Beauport vers le centre-ville et ainsi raccorder un grand territoire jusqu'ici mal desservi. Sur la rive-sud, le réseau routier de base se résume aux routes 20 et 132, toutes deux parallèles au fleuve et en quelques routes de moindre importance qui relient l'arrière-pays aux villes de la rive-sud et qui jouent le rôle de réseau structurant nord-sud.

Le réseau d'autoroute de la région est relativement jeune et semble assez bien adapté à la configuration urbaine quoiqu'il tende à disperser l'habitat tout en voulant réduire les distances-temps et faciliter plutôt les déplacements intra-régionaux au détriment des déplacements intra-urbains. Bien qu'il ne soit pas terminé, ce réseau répond favorablement aux besoins régionaux.

2.12 Les composantes en 1986

Dans le domaine des transports, les perspectives pour 1986 se résument par le parachèvement du réseau autoroutier, par un désir de structuration du réseau urbain (C.U.Q.) et par une amélioration des transports en commun, par la qualité des services ("abribus" voies réservées, fréquence, etc) et/ou par un mode de transport en site propre.

En 1986, en plus des autoroutes actuelles, le réseau comprendra:

1 - le prolongement du boulevard Henri IV jusqu'à Valcartier.

2 - le parachèvement de l'autoroute 40 qui reliera Québec à Montréal

3 - l'autoroute de la Beauce en totalité

4 - le prolongement de l'autoroute 540 (Duplessis) jusqu'à l'autoroute 40

5 - l'autoroute Dufferin-Montmorency

6 - le prolongement de l'autoroute 73 vers Chicoutimi

7 - le prolongement de l'autoroute de la Capitale vers l'Ile d'Orléans (jetée) afin de remplacer le pont actuel.

2.2 Accessibilité aux centres-villes

Les lignes isochrones que nous présentons ici illustrent l'accessibilité aux centres-villes de Québec et Sainte-Foy à l'heure de pointe du soir. Nous les avons analysées afin de discerner les limites de l'agglomération urbaine et pour montrer l'impact des nouvelles constructions routières sur l'accessibilité aux principaux lieux d'emploi. Nous avons préféré l'heure de pointe du soir à celle du matin parce qu'elle est moins étalée et provoque par conséquent plus d'ennuis à l'automobiliste.

5-RÉSEAU ROUTIER
1971-1986

Autoroutes
Routes
Poste de comptage
Lien inter-rives axe Orléans
Limite de la zone d'étude

0 .5 1 mi.

Les cartes que nous utilisons ont été dressées à partir de relevés faits entre août et octobre 1975. Les points de départ étaient le Parlement (kilomètre zéro) pour le centre-ville de Québec et le carrefour Jean De Queen - boulevard Laurier à Sainte-Foy.

2.21 Centre-ville de Québec

La limite de l'agglomération urbaine par rapport au centre-ville de Québec se situe, si l'on considère la variable temps de parcours, à 21 minutes vers l'ouest et le nord-ouest, à près de 30 minutes vers le nord et à 27 minutes vers l'est. Toutefois, l'autoroute Dufferin - Montmorency portera cette dernière limite à 24 minutes. Ainsi, si l'on considère le temps de parcours, il y aurait place encore pour un développement résidentiel vers l'ouest (21 minutes à au moins 24 minutes), vers le nord-ouest et vers l'est au nord de l'autoroute de la Capitale (21 minutes à 24 minutes).

Toujours selon le temps de parcours, il serait tout aussi avantageux de résider à Saint-Nicolas et Saint-Romuald qu'à Charlesbourg si l'on travaille sur la colline parlementaire. Il en serait de même pour Ancienne-Lorette et Loretteville et la pointe ouest de l'Ile d'Orléans.

Les cartes des lignes isochrones montrent clairement la nette difficulté de circuler à travers la basse-ville de Québec. Ainsi, il prend autant de temps pour se rendre du Parlement au boulevard Charest via la Côte d'Abraham que d'accéder aux centres d'achats de Sainte-Foy. L'autoroute Dufferin-Montmorency facilitera la circulation vers l'est mais ne modifiera que très légèrement l'accès à la ville de Charlesbourg.

6-LIGNES ISOCHRONES

(PARLEMENT)

— Réseau actuel

– – Réseau proposé

15 Temps de parcours

SOURCE : SERVICE DE LA CIRCULATION. MIN DES TRANSPORTS · 1975

.5 0 .5 1mi.

C'est sur la rive-sud que l'on enregistre le plus fort temps de parcours vers le centre-ville, soit plus de 33 minutes.

2.22 Centre-ville de Sainte-Foy

La limite de la trame urbaine sur la rive-nord par rapport au centre-ville de Sainte-Foy se situe à 9 minutes vers l'ouest et le nord-ouest, à 18 minutes vers le nord et vers l'est. Sur la rive-sud, Lauzon n'est distant que de 24 minutes. Ainsi, le centre-ville de Sainte-Foy est plus accessible que celui de Québec et ce pour l'ensemble de la population de l'agglomération. Cet état de chose est dû aux autoroutes de banlieue et aux difficultés de circuler en basse-ville de Québec. De plus, il serait tout aussi avantageux de résider dans la municipalité de Beaulieu qu'à Lauzon si l'on travaille au centre-ville de Sainte-Foy.

L'accès au centre - ville de Sainte-Foy est facilité par une moins forte concentration de l'emploi en ce lieu par rapport à la colline parlementaire. Un nombre accru de travailleurs modifierait les temps de parcours de sorte qu'il serait plus difficile d'y accéder ou d'en sortir.

7-LIGNES ISOCHRONES

(SAINTE-FOY)

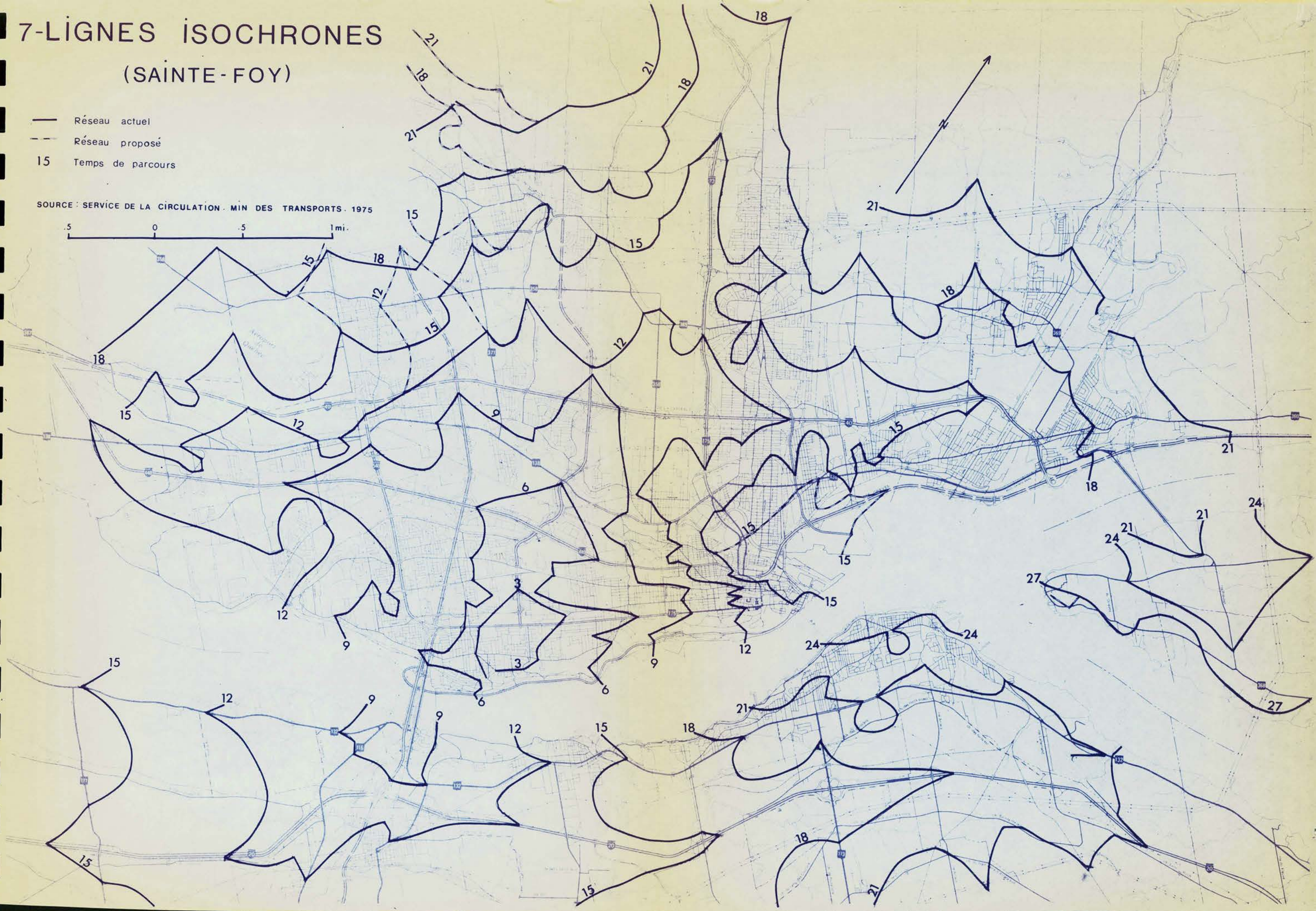
Réseau actuel

Réseau proposé

15 Temps de parcours

SOURCE : SERVICE DE LA CIRCULATION . MIN DES TRANSPORTS . 1975

.5 0 .5 1 mi.



3.0 - Le développement spatial de la région

L'analyse de la situation économique de la région a dégagé le comportement des grandes variables au cours des dernières années pour permettre de prévoir leur évolution probable dans le futur. A ce stade-ci de la recherche, nous nous préoccuperons davantage de l'aspect spatial du développement de la région et de ses répercussions sur le réseau routier. Dans un premier temps, nous dégagerons les tendances récentes de la localisation de la population et de l'emploi pour, par la suite, voir de quelle façon le réseau routier y a contribué. La synthèse de tous ces éléments facilitera grandement l'établissement des perspectives d'urbanisation.

3.1 L'évolution de la structure régionale

3.11 La localisation de l'emploi structurant

La localisation de l'emploi est l'une des variables déterminantes dans l'orientation du développement urbain. La population, quand elle en a la possibilité, tend à se localiser à proximité des lieux d'emploi, qu'il s'agisse de sa propre occupation ou de certaines facilités (commerces, services, etc.). Il s'agira donc, dans cette section, d'étudier quelles ont été les tendances majeures dans la localisation de l'emploi au cours des dernières années. Il n'est pas nécessaire, par contre, de le faire pour tous les types d'emploi, mais seulement pour les activités qui, par leur concentration et leur importance, ont des répercussions sensibles sur le développement urbain; l'industrie, les commerces et les espaces administratifs.

3.111 L'industrie

Même si la croissance industrielle de la région de Québec s'est faite au ralenti au cours des dix dernières années, il n'en demeure pas moins que des localisations se sont effectuées à l'intérieur de la zone, favorisant certaines municipalités et entraînant la création ou l'agrandissement des espaces industriels.

3.1111 La répartition géographique de l'industrie manufacturière.

La ville de Québec constitue le centre industriel majeur de la région métropolitaine; en 1972, 262 établissements manufacturiers y étaient localisés, employant plus de 11,000 travailleurs et contribuant à la production régionale pour une valeur de 175 millions de dollars. Sur la rive-nord, les autres municipalités importantes au niveau de l'emploi étaient en 1972, Ste-Foy (821), Giffard (747) et Beauport (608). Pour la production intérieure, l'ordre reste le même, sauf que Vanier devance Beauport.

Sur la rive-sud, Lauzon, avec les chantiers maritimes, engageait plus de 3,000 personnes en 1972 et constituait ainsi, le centre principal de l'emploi industriel. Cependant, au niveau de la production, elle est devancée par St-Romuald qui avec une valeur ajoutée de 33 millions de dollars, se situe immédiatement après Québec dans ce domaine.

St-Romuald, d'ailleurs, est la municipalité qui a connu un dynamisme industriel assez fort entre 1967 et 1972, doublant le nombre de ses employés et augmentant sa production intérieure de plus de 4 fois.

TABLEAU 26: Statistiques principales de l'industrie manufacturière pour certaines municipalités de la région, 1967 et 1972.

	Etablissements		Employés		Valeur ajoutée	
	1967	1972	1967	1972	1967	1972
					$ 000	
Beauport	10	15	275	608	2863	4689
Charlesbourg	16	14	107	81	845	1313
Charny (1)	5	7	201	339	1718	4960
Giffard	18	14	558	747	6572	8915
Lauzon	18	13	2839	3271	32331	30395
Lévis	25	27	547	724	3849	5787
Loretteville	20	21	332	442	2426	3784
Québec	299	262	9528	11149	129559	174875
St-Emile	12	12	421	454	3124	4412
Ste-Foy	24	37	224	821	4218	11095
St-Romuald	25	28	739	1369	8252	33036
Vanier(2)	19	23	241	406	2419	5391

(1) Données statistiques de 1965

(2) Données statistiques de 1966

SOURCE: Statistique Canada, Industries manufacturières du Canada; répartition géographique. cat. 31-209

Le rythme de croissance de Ste-Foy a également été intéressant; 13 nouveaux établissements s'y sont localisés, triplant le nombre d'employés et la valeur ajoutée. En somme, toutes les municipalités, sauf Charlesbourg ont accru le nombre de leurs emplois industriels et la valeur de leur production (sauf Lauzon). Ainsi, bien qu'entre 1961 et 1972, pour l'ensemble de la région, le nombre d'emplois ait diminué, il semble qu'une certaine reprise se soit amorcée à partir de 1967, reprise qui s'est surtout manifestée à St-Romuald, Ste-Foy, Québec et Beauport.

3.1112 Les espaces industriels

De nombreux facteurs rendent difficile l'analyse des espaces industriels. Les transactions les concernant se font régulièrement et il est pratiquement impossible d'avoir un inventaire à date. De plus, les changements d'affectation de certaines zones suite à des modifications dans les plans de zonage municipaux de même que l'incompatibilité de diverses sources d'information viennent compliquer l'analyse et rendent aléatoires les comparaisons dans le temps. C'est pourquoi, nous nous servirons presqu'exclusivement de l'enquête effectuée par la Commission d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec[14] puisque c'est la plus récente (et donc la plus à jour) et qu'elle ne présente pas de lacunes sérieuses au niveau de la méthodologie.

Après avoir tracé les caractéristiques globales de l'espace industriel régional, nous ferons une description détaillée des parcs et des zones pour, par la suite, évaluer les besoins futurs en ce domaine et voir

---

(14)C.A.C.U.Q. Schéma d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, annexe technique. Les espaces industriels, Québec, 1975.

si des insuffisances se produiront.

a) Caractéristiques de l'espace industriel régional

Les superficies consacrées à l'industrie dans la région, mises à part les implantations hors zones, représentaient, en 1975, près de 8,000 acres dont 69.5% étaient localisés sur la rive-nord et le reste sur la rive-sud. Ces espaces étaient occupées (construits ou non) à 43% et le pourcentage était légèrement supérieur sur la rive-nord. Les superficies disponibles se chiffraient à 4443 acres et, en tenant compte des superficies occupées mais non-construites, ce total atteignait 5000 acres.

Les parcs industriels de la région ont une superficie totale de 4452.4 acres dont 3234 sur la rive-nord et 1217 sur la rive-sud. Les divers secteurs de l'activité économique occupent 35% de cette superficie; le taux d'occupation est beaucoup plus faible sur la rive-sud (19%) que sur la rive-nord (41%). C'est donc dire que la superficie disponible pour d'éventuelles entreprises est assez élevée (3088 acres).

Les zones industrielles ont un taux d'occupation plus élevé qui représente 52% de la superficie totale (3442 acres). La disponibilité de terrains dans les zones industrielles est donc beaucoup plus faible que dans les parcs et cette rareté devrait aller en s'accentuant puisque l'on prévoit la désaffectation de certaines zones, sur les berges de la rivière St-Charles en particulier.

Même si ces espaces sont désignés comme étant industriels, il n'en demeure pas moins qu'ils ne sont pas à l'usage exclusif des entreprises de fabrication. Ainsi, selon la C.A.C.U.Q.[15], sur les 850 établissements

---

(15) Idem p. 98

TABLEAU 27: Superficie totale, occupée et disponible des espaces industriels et taux d'occupation 1975. (en acres)

	Superficie totale	Superficie occupée			Superficie disponible	Taux d'occupation en pourcentage
		Construite	Non-construite(1)	Totale		
Rive-nord						
parcs	3234.7	946.17	383.94	1330.12	2108.54	41
zones	2176.8	779.09	286.05	1065.14	856.34	49
Total	5411.5	1725.26	669.99	2395.26	2964.88	44
Rive-sud						
Parcs	1217.7	237.33	---	237.3	980.3	19
Zones	1266.0	N.D.	N.D.	727.5	538.5	57
Total	2483.7	237.33	---	962.8	1518.8	39
Parcs	4452.4	1183.5	383.94	1567.45	3088.84	35
Zones	3442.8	779.09	286.05	1792.64	1394.84	52
Grand Total	7895.2	1962.59	669.99	3360.1	4483.7	43

(1) Terrains vendus sur lesquels il n'y a aucun bâtiment.

SOURCE: C.A.C.U.Q., Schéma d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, annexe technique, les espaces industriels, Québec, 1975.

recensés dans les espaces industriels, seulement 21% étaient des entreprises manufacturières qui ne couvraient que 34% de la superficie occupée totale. Parmi les autres secteurs d'activités économiques localisés à l'intérieur des espaces industriels, on peut mentionner le commerce de gros (225 établissements), de détail (92) et les transports et communications (94).

Le faible nombre d'établissements industriels à l'intérieur des parcs et des zones indique donc qu'il y a de nombreuses implantations à l'extérieur de ces espaces. La Commission d'aménagement a recensé 572 industries à l'intérieur de la région métropolitaine ce qui implique que seulement un établissement sur trois est localisé à l'intérieur des espaces réservés à cette fin. La localisation de toutes ces entreprises isolées s'avère pratiquement impossible parce que, dans bien des cas, il s'agit de petites entreprises familiales, ne comptant que quelques employées et dont l'importance sur l'utilisation du sol est minime. Hulbert[16] a identifié un certain nombre de sites pour la région; ceux-ci devaient avoir un minimum de 10 employés pour être considérés. Les municipalités qui en comptent le plus sont Québec avec 30, Loretteville 13, St-Emile et Lévis 9, Beauport et Ste-Foy 7. [17]

---

(16) HULBERT, François, op. cit. p. 162 et ss.

(17) Idem p. 171

b) Description des parcs et zones industriels

Le tableau 28 présente la description détaillée des espaces industriels de la région de Québec, qui ont été implantés, pour la très grande majorité, à partir des années 60. Les espaces les plus importants, en termes de superficie, sont sans contredit le parc industriel Métropolitain (1010 acres) et celui de Bernières (803 acres) ainsi que la zone industrielle de la Gare de triage Joffre à Charny (820 acres). C'est également dans ces zones qu'on retrouve la plus grande disponibilité d'espaces.

La ville de Québec a un taux d'occupation de ses espaces assez élevé et un bon nombre d'entre eux sont occupés à pleine capacité; les parcs de Beauport et Colbert le sont également ainsi que les zones industrielles du Pont de Québec à Ste-Foy, de Charlesbourg, Giffard-Sud, Villeneuve et de la raffinerie Aigle d'or à St-Romuald.

Au chapitre du nombre d'employés, on retrouve les plus fortes concentrations dans les vieux espaces industriels de Québec (Battures, St-Malo, Bassin Louise, La Canardière, St-Charles et Duberger), ainsi que dans les parcs industriels de Vanier, Jean-Talon et Colbert à Ste-Foy et de St-Romuald.

Mis à part le parc industriel de Bernières et les zones industrielles de Bélair, St-Emile et Giffard-Nord, tous les espaces sont bien équipés en services d'aqueduc, d'égoût et d'électricité et ont accès, dans la majorité des cas, à des installations ferroviaires.

TABLEAU 28: Caractéristiques des parcs et zones industrielles de la région de Québec: 1975.

	Superficie totale	taux d'occupation	Etablissements	Employés	Industries	Prix de vente	Localisation	Année d'implantation
	Acres	%				$/pi.^{2}		
Parcs industriels								
1 - Battures	475	35	10	1147	1	location	Québec	N.D.
2 - St-Malo	150	100	95	5008	23	.72 - .75	Québec	1946
3 - Vanier	335	46	87	1546	22	.30 - .50	Vanier	1955
4 - Jean-Talon	216	53	126	2854	11	.50 - .70	Ste-Foy	1958
5 - Colbert	438	100	108	3484	15	.50	Ste-Foy	1965
6 - Champigny	263	27	12	478	2	.50 - .70	Ste-Foy	1968
7 - Chaudière	85	26	6	470	1	.30	Ste-Foy	1968
8 - Les Saules	128	14	2	65	0	.18	Anc.-Lor.-Québec	1967
9 - Métropolitain	1010	13	9	537	6	.12	St-Augustin	1972
10 - Beauport	17	100	7	240	3	N.D.	Beauport	1965
11 - Métrobec	119	59	4	25	1	.20	Québec	1972
12 - Lauzon	185	22	6	304	4	.20	Lauzon	1964
13 - St-Romuald	230	46	33	1571	16	.15 - .20	St-Romuald	1969
14 - Bernières	804	11	5	364	2	.04	Bernières	1967
Zones industrielles								
15 - Bassin Louise	157	14	31	1363	1	location	Québec	1946
16 - La Canardière	126	93	48	1014	6	1.40	Québec	1946
17 - St-Charles (rive gauche)	44	100	46	913	9	Homologation	Québec	N.D.
18 - St-Charles (rive droite)	154	100	51	1277	14	" "	Québec	1946
19 - Du Colisée	57	68	25	721	5	.84	Québec	1946
20 - Marie-de-l'Incarnation	44	100	37	458	7	1.15	Québec	1946
21 - Duberger	332	52	63	1668	9	.69 - .76	Québec	1964
22 - Anse aux Foulons	160	93	19	905	1	location	Québec-Sillery	1946
23 - Pont de Québec	140	100	11	101	4	"	Ste-Foy	1959
24 - Hamel	210	26	6	47	1	.26	Anc-Loret.-Québec	1968
25 - De l'Aéroport	148	23	17	87	2	.52	Anc.-Loret.-Ste-Foy	1968
26 - Charlesbourg	31	100	12	294	1	.45	Charlesbourg	1954
27 - Giffard sud	35	100	6	568	5	1.12	Giffard	1940
28 - Giffard nord	75	0	0	0	0	.15	Giffard	1970
29 - Bélair	184	9	1	119	1	.02	Val-Bélair	1968
30 - St-Emile	122	1	1	N.D.	0	.15	St-Emile	N.D.
31 - Villeneuve	158	100	3	298	2	.14	Villeneuve	1955
32 - Aigle-d'or	334	100	1	300	N.D.	.15 - .20	St-Romuald	1939
33 - Gare de triage Joffre	820	38	3	50	N.D.	.30	Charny	1964
34 - Chantier Maritime	112	72	2	2613	N.D.	location	Lauzon	1958

SOURCE: Commission d'aménagement de la Communauté Urbaine de Québec. Schéma d'aménagment de la Communauté urbaine de Québec, Les espaces industriels, Québec 1975.

L'importance de l'infrastructure routière dans la localisation de ces espaces industriels est très claire. Les nouvelles implantations tendent à se situer le long des grandes voies de circulation, en particulier des autoroutes. Le boulevard Charest, joue, à cet égard, un rôle prépondérant: les parcs industriels Métropolitain, Chaudière, Champigny, Jean-Talon, Colbert, St-Malo sont situés à proximité. En termes d'emplois, ce boulevard est le lieu de concentration de plus de 10,000 travailleurs. Les autres axes de circulation qui sont attractifs pour les espaces industriels sont le boulevard de la Capitale et l'autoroute 20 sur la rive-sud.

c) La capacité potentielle des espaces industriels.

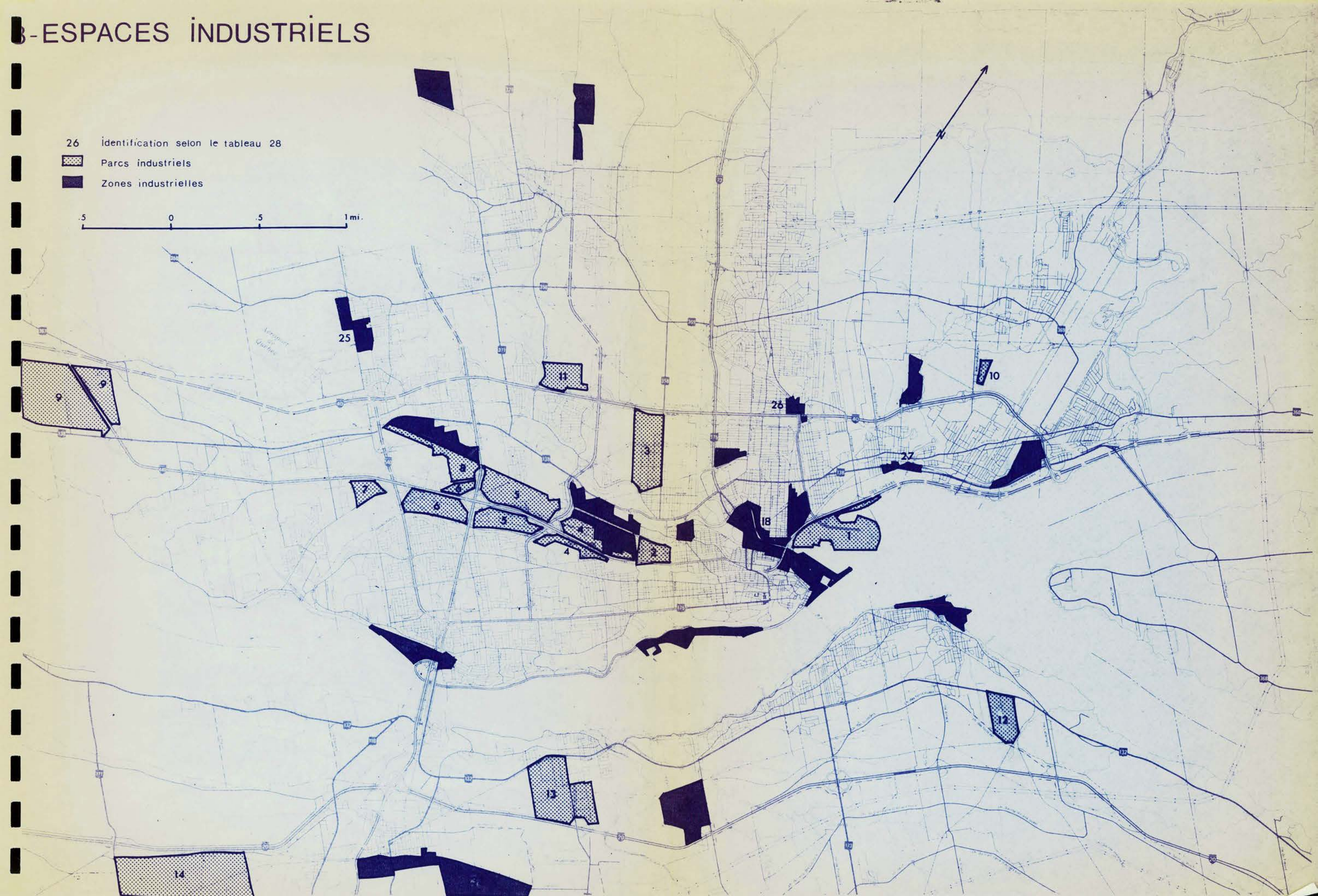
L'étude de cadrage[18] et la Commission d'aménagement[19] ont évalué, en utilisant une méthodologie différente, la capacité potentielle des espaces industriels de la région. Ces deux études ne prévoient pas de lacunes à ce niveau pour les prochaines années. D'ailleurs, la disponibilité d'espaces ne s'avère que rarement un problème pour les implantations industrielles. En effet, les autorités municipales qui prévoient la venue d'industries auront tôt fait d'apporter des modifications à leur plan de zonage, permettant ainsi à la nouvelle entreprise de s'installer. De plus, les perspectives de croissance du secteur industriel de la région ne sont pas très bonnes de sorte que la pression pour l'appropriation des terrains réservés à l'industrie ne devrait pas être très forte.

---

(18) LA HAYE, Jean-Claude et associés. La zone spéciale de Québec. Etude de cadrage; les équipements. Québec, 1973, p. 77 et ss.

(19) C.A.C.U.Q. op. cit. p. 133 et ss.

3-ESPACES INDUSTRIELS



3.112 Les espaces commerciaux

3.1121 Le commerce de détail

Le début des années 60 a marqué l'apparition d'un phénomène nouveau pour la mise en marché des produits de consommation; l'utilisation généralisée de l'automobile par la population a permis aux commerçants de se regrouper à l'intérieur de grandes surfaces de ventes facilement accessibles, les centres d'achats. La localisation des centres majeurs a grandement été influencée par le réseau routier (surtout autoroutier) et la concurrence qu'ils ont exercée sur les espaces commerciaux traditionnels a été et demeure très vive.

L'agglomération québécoise n'a pas échappé à ce phénomène et on a assisté à l'ouverture de centres d'achats importants dans la région. Les commerces du centre-ville ont été grandement touchés et ont du faire preuve d'imagination pour demeurer rentables (mail St-Roch). Ainsi, en 1972, il y avait 50% des superficies de ventes regroupées à l'intérieur des centres commerciaux et ce pourcentage serait encore beaucoup plus élevé si l'on excluait les surfaces consacrées à la vente d'automobiles.

Ceci démontre clairement l'importance de plus en plus considérable prise par les centres d'achats pour la vente des produits de consommation. Le tableau 29 présente, de façon détaillée, la répartition des surfaces de ventes par secteur et par groupe de produits. Ce tableau ne tient toutefois pas compte des agrandissements qui ont été faits à plusieurs centres d'achats depuis 1972 (Galeries Chagnon, Place Laurier, Place Ste-Foy, etc.).

TABLEAU 29: Superficies nettes de vente pour les principaux secteurs commerciaux, par groupe de commerces

	St-Roch	1è Ave.	Vieux Québec	Charest	Cartier	Place Laurier	Place Ste-Foy	Place Fleur de Lys	Canardière	Galeries Charlesbourg	Lévis	Plaza Laval	Petits Centres d'achats	Total
	SUPERFICIE EN 100 PIEDS CARRES													
Alimentation	181	77	140	190	322	380	115	54	628	238	200	117	1652	4294
Grands magasins	1630	50	90	645	50	4820	1054	2990	294	475	300	19	568	12985
Automobile	1012	624	17	10915	825	--	--	14	8	--	--	--	33	13448
Vêtements	967	126	842	46	32	2547	455	1031	368	425	229	51	199	7318
Quincaillerie	853	30	65	496	33	655	6	127	81	8	119	22	147	2642
Autres	645	108	511	335	269	747	99	216	111	147	130	53	215	3586
Total	5288	1015	1665	12627	1531	9149	1729	4432	1490	1293	978	262	2814	44273

SOURCE: Urbatique Inc., Etude sur le commerce de détail dans le territoire de la C.U.Q., 1972.

ds. Schéma d'aménagement de la C.U.Q. Etudes sectorielles, p. 521

A partir de ce tableau, il est possible d'identifier les secteurs structurants au point de vue commercial. Ainsi, avec au moins 10% des superficies nettes, les secteurs St-Roch, Places Laurier et Ste-Foy ainsi que Place Fleur-de-Lys remplissent pleinement ce rôle. Si on disposait de données plus récentes, il serait sans doute possible d'inclure Lévis comme centre structurant puisque, avec l'ouverture des Galeries Chagnon, ce secteur a sensiblement augmenté son importance. Ces centres semblent jouer un rôle aussi bien local que régional puisqu'ils disposent d'un ensemble varié de marchandises et qu'aucun groupe ne ressort nettement.

D'autre part, certains secteurs se spécialisent dans un groupe donné de marchandises et, de ce fait, peuvent jouer le rôle de centre structurant. C'est le cas en particulier de l'axe Charest qui regroupe près de 81% des superficies allouées à la vente d'automobiles.

En résumé, l'espace commercial de la région de Québec semble se structurer autour de 4 pôles principaux: St-Roch, Place Fleur-de-Lys, Places Laurier et Ste-Foy et sur la rive-sud, l'ensemble de centres d'achats localisés à proximité du carrefour des routes Kennedy et 132. Pour les espaces spécialisés, l'axe Charest ressort nettement pour l'automobile.

3.1122 Le commerce de gros

Le tableau 30 nous fournit la distribution, par secteur, des commerces de gros pour la rive-nord (il n'existe aucune donnée en ce sens pour la rive-sud). Comme dans le cas des établissements industriels, l'axe Charest est prédominant, puisque 62% des unités y sont localisées. La majorité des commerces de gros de ce boulevard sont localisés

TABLEAU 30: Distribution par secteur des commerces de gros, 1972.

	NOMBRE	%
St-Roch	55	25
1è Avenue	5	2
Canardière	4	2
Vieux-Québec	5	2
Charest	134	62
Cartier	12	6
Laurentien - Hamel	1	1
Total	216	100

SOURCE: Urbatique inc., Commerce de gros ds Schéma d'aménagement de la C.U.Q., études sectorielles, p. 572

à l'intérieur des parcs industriels et ceux qui en contenaient le plus en 1974 étaient: Jean-Talon (53), Colbert (44), Vanier (22) et St-Malo (11).

L'autre secteur important est le quartier St-Roch qui compte 25% des établissements recensés en 1972. Comme il fallait s'y attendre, les activités qui consomment beaucoup d'espaces ont tendance à se localiser en banlieue alors que celles qui transigent de petits objets ont moins de réticence à se localiser au centre-ville. Ainsi, les commerces de gros du boulevard Charest sont surtout concentrés dans des produits qui exigent plus d'espace: automobile, alimentation, bois d'oeuvre, meubles et ameublements. Le quartier St-Roch est dominé par le vêtement, les jouets, le papier et les articles en papier.

3.113 Les espaces administratifs

3.1131 Répartition municipale de l'emploi administratif

Nous nous sommes servis de l'emploi dans l'administration publique et les finances, assurances et immeubles pour juger de l'importance des municipalités de la région au niveau de l'emploi administratif. Nous sommes conscients que ce n'est pas la mesure la plus exacte parce qu'elle exclut certains groupes, mais cela permettra quand même une approximation assez juste de la localisation de ce type d'emploi à l'intérieur de la région.

Comme il fallait s'y attendre, la municipalité la plus importante à ce chapitre est Québec qui regroupe près de 70% de tous les emplois de la zone; au chapitre des finances, par contre, ce pourcentage est moins élevé (57.7%). Ste-Foy est la municipalité qui compte le plus d'emplois après Québec; le pourcentage est à peu près le même pour l'administration publique et les finances. Les autres municipalités de la région qui jouent un certain rôle en plus de Québec et Ste-Foy sont Lévis (3.1%), Vanier (2.5%) et Sillery (1.9%).

3.1132 Les édifices à bureaux

La répartition municipale de l'emploi dans l'administration publique et les finances nous a montré l'importance de la ville de Québec dans ce domaine. Il n'est donc pas surprenant d'y retrouver la grande majorité des édifices à bureaux importants (300 employés et plus). Ainsi, le tableau 32 indique que 84% des superficies y sont localisées et que près de 30,000* personnes y travaillent. La présence de

---

* La différence avec les données du tableau 31 provient que l'emploi

TABLEAU 31: Répartition de l'emploi administratif pour certaines municipalités de la région, 1971.

	Administration publique		Finances, assurances et affaires immobilières		Total	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Charlesbourg	325	1	115	1.5	440	1.1
Québec	21410	70	4515	57.7	25925	67.5
Ste-Foy	2955	10	1065	13.6	4020	10.5
Beauport	95	0.3	65	0.8	160	0.4
Giffard	110	0.4	35	0.4	145	0.4
Lauzon	115	0.4	45	0.6	160	0.4
Lévis	200	0.7	985	12.6	1185	3.1
Loretteville	125	0.4	75	1	200	0.5
Orsainville	230	0.8	15	0.2	245	0.6
Sillery	160	0.5	560	7	720	1.9
Vanier	735	2.4	235	3	970	2.5
Total Z.M.Q.	30600	86.9	7815	97.8	38415	94.9

SOURCE: Statistique Canada, Recensement 1971

---

* (suite)

administratif ne se retrouve pas uniquement dans l'administration publique et les finances.

TABLEAU 32: Répartition, par municipalité des espaces et de l'emploi administratif(1).

Municipalité	Superficie		Emploi	
	nombre en pi.^{2}	%	Nombre	%
Québec	4,134,509	84	29,137	82
Sillery	184,839	4	1,479	4
Ste-Foy	605,342	12	4,843	14
Total	4,924,690	100	34,459	100

(1) Edifices de 300 emplois et plus.

SOURCE: C.A.C.U.Q., Schéma d'aménagement de la C.U.Q. 1ère phase, Etudes sectorielles, p. 581

l'administration provinciale y est très forte et ses principaux édifices sont regroupés autour de la colline parlementaire.

L'importance de Sillery et Ste-Foy pour les édifices à bureaux de 300 employés et plus est minime comparée à celle de Québec. Seulement 16% des superficies y sont localisées pour 18% de l'emploi.

Les édifices à bureaux se localisent, à l'intérieur des limites municipales selon certains axes: Urbatique (20) a reconnu comme zone principale de concentration, la colline parlementaire, avec comme axe principal le boulevard St-Cyrille et le carré d'Youville, comme point terminal.

---

(20) URBATIQUE INC., Edifices à bureaux, ds Schéma d'aménagement de la C.U.Q. Etudes sectorielles, p. 578

Le deuxième axe est composé par les édifices localisés en bordure du chemin Ste-Foy et de la rue St-Jean et le troisième est la Grande-Allée. (Voir l'annexe II pour la localisation des édifices à bureaux).

Ces trois axes constituent, à l'heure actuelle, les points forts pour la localisation des emplois administratifs et leur importance dans le développement urbain futur sera prédominant.

3.12 Localisation de la population

3.121 Aire statistique

Tout au long du chapitre 3.12, nous avons utilisé comme aire statistique de base les territoires municipaux. Toutefois, afin de faciliter l'analyse et de dégager des observations plus globales, nous avons regroupé les données en neuf zones. Celles-ci tiennent compte soit des nouvelles limites municipales, soit de l'homogénéité du territoire (Voir carte 9).

3.122 Evolution de la population

L'augmentation de la population ne s'est pas faite au même rythme dans toutes les municipalités de la région. Quelques-unes ont bénéficié d'un taux de croissance plus rapide de sorte que les écarts entre certaines zones se sont accrus entre 1961 et 1974. Ainsi, les zones de Sainte-Foy, de Charlesbourg et du Nord-Ouest ont plus que doublé leurs effectifs tandis que les zones de Beauport et de Saint-Romuald accroissaient leur population de façon importante. Pendant ce temps, les autres zones n'augmentaient que très légèrement leurs effectifs ou même diminuaient leur population (Zone de Québec).

Les zones de Sainte-Foy et de Charlesbourg sont celles qui ont accru le plus leur population; elles ont accueilli 90,886 nouveaux venus, soit 66.4% de l'augmentation de la population de la région.

Le rythme de croissance de la population est différent selon les zones. Celles de Charlesbourg, de Sainte-Foy et du Nord-Ouest ont toujours

9 - POPULATION
ZONES STATISTIQUES

Limite de la zone d'étude

Limites des zones statistiques

0 .5 1 mi.

NORD-OUEST

CHARLESBOURG

BEAUPORT

CÔTE DE BEAUPRÉ

SAINTE-FOY

QUÉBEC

ÎLE D'ORLÉANS

SAINT-ROMUALD

LÉVIS-LAUZON

TABLEAU 33: Population par municipalité et par zone.

Subdivisions	1961	1966	1971	1974
Zone Ste-Foy (ouest)	41,627	63,922	82,704	93,500
Ancienne-Lorette	3,961	5,691	8,304	9,870
Saint-Augustin-de-Desmaures	2,253	2,828	3,041	3,170
Saint-Félix-du-Cap-Rouge	1,727	1,992	2,974	3,560
Sainte-Foy	33,686	53,411	68,385	76,900
Zone Québec (centre)	204,658	205,819	198,100	193,858
Québec	181,816	181,720	174,451	169,928(1)
Sillery	14,109	14,737	13,932	14,000
Vanier	8,733	9.362	9,717	9,930
Zone Nord-Ouest	19,667	26,606	37,508	45,477
Charlesbourg-Ouest	1,032	1,291	1,745	2,130(1)
Lac St-Charles	1,431	1,684	2,384	2,800
Lorette	765	837	898	935
Loretteville	7,579	9,465	11,644	13,300
Québec (41)	3,135	6,613	11,637	15,442
Saint-Emile	1,806	2,104	2,645	2,970(1)
Val-Bélair	3,919	4,612	6,555	7,900
Zone Charlesbourg (nord)	23,277	37,914	52,530	62,290
Charlesbourg	14,308	24,926	33,443	38,700
Charlesbourg-Est	845	1,474	1,487	1,530
Notre-Dame-des-Laurentides	3,888	4,446	5,080	5,460
Orsainville	4,236	7,068	12,520	16,600
Zone Beauport (est)	35,399	47,468	49,841	51,778
Beauport	10,489	13,226	14,681	16,000
Courville	4,670	5,724	6,222	6,520
Giffard	10,129	12,585	13,135	14,000

Montmorency	5,985	5,541	4,949	4,690
St-Michel-Archange	6,138	5,597	4,069	3,150
Ste-Thérèse-de-Lisieux	1,324	1,966	2,723	2,900
Villeneuve	1,934	2,829	4,062	4,518
Zone Côte de Beaupré	6,756	6,868	6,998	7,094
Château-Richer	3,113	3,118	3,110	3,150
L'Ange-Gardien	2,067	2,102	2,203	2,234
St-Jean-de-Boischatel	1,576	1,648	1,685	1,710
Zone Ile d'Orléans	4,974	5,268	5,435	5,495
Beaulieu	510	498	659	745
Ste-Famille	901	1,016	1,032	1,010
St-François	508	510	485	470
St-Jean	884	856	839	830
St-Laurent	1,162	1,241	1,235	1,230
St-Pierre	1,009	1,147	1,185	1,210
Zone Saint-Romuald	13,674	16,168	18,334	21,410
Bernières	1,089	1,109	1,140	1,500
Charny	4,189	4,762	5,175	5,540
Saint-Nicolas	1,295	1,635	1,975	3,500
Saint-Rédempteur	1,035	1,287	1,650	1,870
Saint-Romuald	6,066	7,375	8,394	9,000
Zone Lévis-Lauzon	31,350	35,093	36,508	37,356
Lauzon	11,533	12,877	12,809	13,100
Lévis	15,112	15,907	16,597	17,200
Saint-David	1,968	2,962	3,818	3,976
Saint-Etienne	1,243	1,303	1,399	1,280
Saint-Joseph	299	228	305	360
Saint-Louis	1,465	1,816	1,580	1,440
Total	381,382	443,726	487,958	518,258

(1) Population estimée selon les taux de croissance de 1966 à 1971

SOURCE: Statistique Canada, Recensements 1961 - 1966 et 1971 et compilation spéciale du B.S.Q. pour 1974

été les plus dynamiques. Cependant, la zone de Saint-Romuald, depuis l'ouverture du pont Pierre Laporte, a doublé son taux de croissance ce qui la place en avant de celle de Sainte-Foy. Quant aux autres zones, elles croissent à un rythme très lent et dans certains cas à un rythme de plus en plus lent (Ile d'Orléans, Lévis-Lauzon). Mentionnons de plus que le taux de croissance annuel de la population est semblable sur les deux rives soit un peu plus de 2%, pendant qu'à l'Ile d'Orléans, avec 0.37%, on enregistrait le plus faible taux.

Dans l'ensemble, la région se caractérise par un net ralentissement de la croissance de sa population durant les années 60 et par une tendance à la hausse depuis 1971. De plus, les taux d'augmentation les plus élevés se situent tous à l'ouest de Québec, à l'exception de celui de la zone de Charlesbourg. Cette caractéristique est valable tant sur la rive-nord que sur la rive-sud de sorte que la pression urbaine sur le sol rural s'y exerce avec le plus de vigueur, tout en déplaçant le centre de gravité de l'ensemble de l'agglomération vers l'ouest.

TABLEAU 34: Taux d'accroissement annuel de la population par zone de 1961 à 1974.

Subdivisions	Périodes		
	61 - 66	66 - 71	71 - 74
Zone Sainte-Foy	10.71	5.88	4.35
Zone Québec (centre)	0.11	- 0.75	- 0.71
Zone Nord-Ouest	7.1	8.2	7.1
Zone Charlesbourg (nord)	12.5	7.7	6.2
Zone Beauport (est)	6.82	1.00	1.30
Zone Côte de Beaupré	0.32	0.38	0.46
Zone Ile d'Orléans	1.18	0.63	0.37
Zone Saint-Romuald	3.65	2.68	5.59
Zone Lévis-Lauzon	2.39	0.81	0.77
Rive-Nord	3.37	2.04	2.13
Rive-Sud	2.77	1.40	2.39
Ile d'Orléans	1.18	0.63	0.37
Total	3.27	1.99	2.07

SOURCE: Tableau 33

3.123 Densité de la population

La densité de la population indique le nombre de personnes par surface de référence; il existe deux types de densité, la densité brute et la densité nette; la première se rapporte à l'entité de la superficie quelqu'en soit l'utilisation du sol, tandis que la deuxième nous renseigne sur la densité des personnes par unité de surface résidentielle; afin de tenir compte de cette distinction, nous avons analysé brièvement les densités brute et nette pour chaque municipalité de la région.

3.1231 Densité brute

Les municipalités enregistrant les plus fortes densités brutes sont Montmorency (27.14 personnes/acre), Québec (19.52), Lorette (14.61) et Charlesbourg (14.33). Remarquons que la densité de la population diminue presque graduellement et uniformément du centre de la région vers la périphérie.

La densité brute de la population varie proportionnellement avec le nombre de personnes par municipalité. Ainsi, elle identifie les grands centres résidentiels de la région et nous indique le potentiel résidentiel d'une municipalité i.e. les possibilités d'urbanisation. Par exemple, la municipalité de Montmorency aurait atteint un très fort pourcentage d'utilisation de son territoire de sorte que l'augmentation de sa population ne pourrait se faire qu'en densifiant les habitations alors qu'à Saint-Nicolas le même but serait atteint par la construction de nouvelles habitations.

TABLEAU 35: Densité de la population par municipalité.

Subdivision	Superficie en acre (1)	Population (2) 1971	1974	Densité 1971	1974	1974/1971 en %
Zone Sainte-Foy	45,299.2	82,704	93,500	1.83	2.06	12.6
Ancienne-Lorette	1,984.0	8,304	9,870	5.01	5.95	18.8
Saint-Augustin-de-Desmaures	21,081.6	3,041	3,170	0.14	0.15	7.1
St-Félix-du-Cap-Rouge	1,568.0	2,974	3,560	1.90	2.27	19.5
Sainte-Foy	20,665.6	68,385	76,900	3.31	3.72	12.4
Zone Québec (centre)	11,513.6	198,100	193,858	17.21	16.84	- 2.2
Québec	8,704.0	174,451	169,928	20.04	19.52	- 2.6
Sillery	1,657.6	13,932	14,000	8.40	8.45	0.6
Vanier	1,152.0	9,717	9,930	8.43	8.62	2.3
Zone Nord-Ouest	41,196.8	37,508	45,477	0.91	1.10	20.9
Charlesbourg-O.	4,217.6	1,745	2,130	0.41	0.51	24.4
Lac St-Charles	8,857.6	2,384	2,800	0.27	0.32	18.5
Lorette	64.0	898	935	14.03	14.61	4.1
Loretteville	1,907.2	11,644	13,300	6.11	6.97	14.1
Québec 41	8,953.6	11,637	15,442	1.30	1.72	32.3
Saint-Emile	2,150.4	2,645	2,970	1.23	1.38	12.2
Val-Bélair	15,046.4	6,555	7,900	0.30	0.53	76.7
Zone Charlesbourg(Nord)	16,659.2	52,530	62,290	3.15	3.74	18.7
Charlesbourg	2,700.8	33,443	38,700	12.38	14.33	15.7
Charlesbourg-Est	3,270.4	1,487	1,530	0.45	0.47	4.4
N.-D.-des-Laurentides	8,755.2	5,080	5,460	0.58	0.62	6.9
Orsainville	1,932.8	12,520	16,600	6.48	8.59	32.6
Zone Beauport (Est)	17,625.6	49,841	51,778	2.83	2.94	3.9
Beauport	8,454.4	14,681	16,000	1.74	1.89	8.6

Courville	819.2	6,222	6,520	7.60	7.96	4.7
Giffard	1,523.2	13,135	14,000	8.62	9.19	6.6
Montmorency	172.8	4,949	4,690	28.64	27.14	- 5.2
St-Michel-Archange	320.0	4,069	3,150	12.72	9.84	-22.6
Ste-Thérèse-de-Lisieux	4,755.2	2,723	2,900	0.57	0.61	7.0
Villeneuve	1,550.8	4,062	4,518	2.57	2.86	11.3
Zone Côte de Beaupré	49,433.6	6,998	7,094	.14	.14	---
Château-Richer	32,057.6	3,110	3,150	0.10	0.10	---
L'Ange-Gardien	12,851.2	2,203	2,234	0.17	0.17	---
St-Jean-de-Boischatel	4,524.8	1,685	1,710	0.37	0.38	2.7
Zone Ile d'Orléans	47,398.4	5,435	5,495	.11	.12	9.1
Beaulieu	1,113.6	659	745	0.59	0.67	13.6
Sainte-Famille	11,475.2	1,032	1,010	0.09	0.09	---
Saint-François	7,603.2	485	470	0.06	0.06	---
Saint-Jean	10,784.0	839	830	0.08	0.08	---
Saint-Laurent	8,729.6	1,235	1,230	0.14	0.14	---
Saint-Pierre	7,692.8	1,185	1,210	0.15	0.16	6.7
Zone Saint-Romuald	30,636.8	18,334	21,410	0.60	0.70	16.7
Bernières	14,137.6	1,140	1,500	0.08	0.11	37.5
Charny	1,856.0	5,175	5,540	2.12	2.28	7.5
Saint-Nicolas	9,126.4	1,975	3,500	0.22	0.38	72.7
Saint-Rédempteur	857.6	1,650	1,870	1.92	2.18	13.5
Saint-Romuald	4,659.2	8,394	9,000	1.80	1.93	7.2
Zone Lévis-Lauzon	43,571.2	36,508	37,356	.84	.86	2.4
Lauzon	4,275.2	12,809	13,100	3.00	3.06	2.0
Lévis	4,044.8	16,597	17,200	4.10	4.25	3.7
St-David-de-L'Auberivière	2,694.4	3,818	3,976	1.42	1.47	3.5
St-Etienne-de-Beaumont	11,193.6	1,399	1,280	0.12	0.11	- 8.3
St-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévis	8,275.2	305	360	0.04	0.04	---
St-Louis-de-Pintendre	13,088.0	1,580	1,440	0.12	0.11	3.5
Total	303,334.4	487,958	518,258	1.61	1.71	6.2

(1) D'après Statistique Canada, recensement 1971, 98-701

(2) Source: Bureau de la Statistique du Québec.

SOURCE: Statistique Canada, recencement 1971

10-DENSITE BRUTE DE LA POPULATION

(Par subdivision)

Sur la carte de densité brute, nous pouvons observer la nette barrière qu'est la rivière Montmorency, empêchant l'urbanisation facile de la municipalité de Saint-Jean-de-Boischatel.

Entre 1971 et 1974, les augmentations en pourcentage de la densité de population ont été les plus fortement ressenties en banlieue, particulièrement à Val-Bélair (76.7%), Saint-Nicolas (72.7), Bernières (37.5%), Québec 41 (32.3%), Orsainville (32.6%) et Charlesbourg-Ouest (24.4%). Ces fortes augmentations indiquent les municipalités qui ont vu s'accroître de façon substantielle leur stock de logements.

3.1232 Densité nette

Le calcul de la densité nette de la population requiert la connaissance de la superficie du sol urbain utilisée par habitation. Malheureusement, cette donnée n'est pas disponible pour l'ensemble des municipalités de notre région d'étude de sorte que nous avons employé, les résultats publiés par la C.A.C.U.Q.

La densité nette de la population est semblable dans les zones de Sainte-Foy, Charlesbourg et Beauport, soit les zones de banlieue résidentielle. La zone de Québec est sans contredit la plus densément peuplée avec 67.23 personnes à l'acre. Les municipalités les plus densément peuplées sont celles de Québec (79.04), Montmorency (69.79), Vanier (63.45) et Giffard (45.55), puis suivent les municipalités de banlieue de Sainte-Foy, Charlesbourg, Orsainville et Beauport.

Au point de vue spatial, la densité nette de la population diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne des plus anciens centres résidentiels et ce, le long des grands axes de circulation. C'est ce qui explique la faible densité des municipalités de la zone Nord-Ouest. Ainsi, les municipalités de banlieue se caractérisent par un type d'habitat peu dense ce qui laisse supposer une très forte proportion de maisons unifamiliales ou bi-familiales.

TABLEAU 36: Densité nette de population

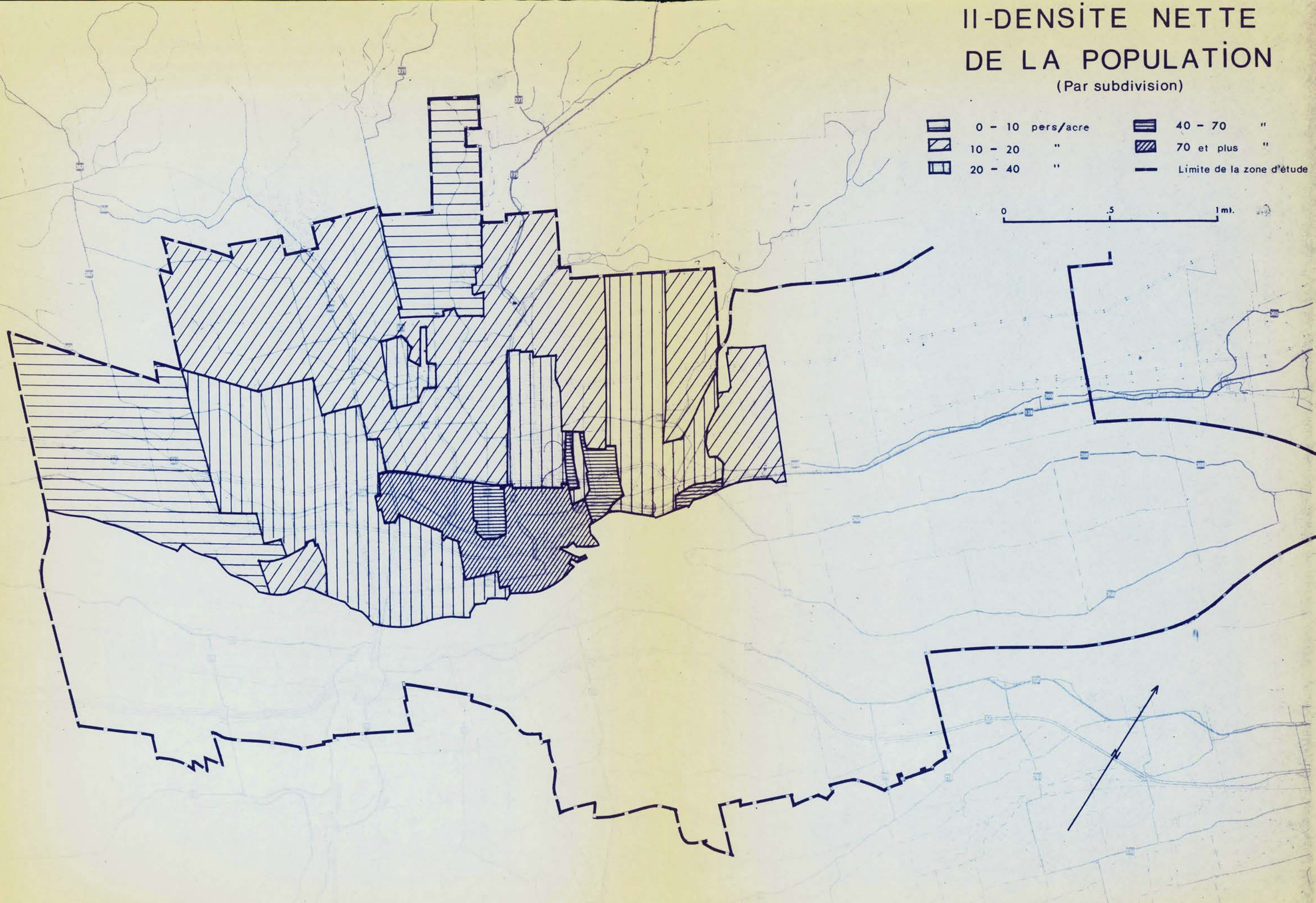
	Superficie en habitation	Population 75	Densité nette
Zone Sainte-Foy	3,770	96,482	25.59
Ancienne-Lorette	525	11,636	22.16
Saint-Augustin	410	3,311	8.08
Saint-Félix-de-Cap-Rouge	375	5,302	14.14
Sainte-Foy	2,460	76,233	30.99
Zone Québec (centre)	2,912	195,785	67.23
Québec	2,150	169,928(1)	79.04
Sillery	570	13,673	23.99
Vanier	192	12,184	63.45
Zone Nord-Ouest	2,949	50,152	17.01
Charlesbourg-Ouest	200	2,130(1)	10.65
Lac St-Charles	275	2,747	9.99
Lorette	34	1,000	29.41
Loretteville	700	16,306	23.29
Québec 41	875	15,442(1)	17.65
Saint-Emile	195	3,647	18.70
Val-Bélair	670	8,880	13.25
Zone Charlesbourg(nord)	2,490	67,447	27.09
Charlesbourg	1,315	42,613	32.40
Charlesbourg-Est	125	1,931	15.45
Notre-Dame-des-Laurentides	490	6,093	12.43
Orsainville	560	16,810	30.02
Zone Beauport (Est)	1,775	52,250	29.88
Beauport	700	17,932	25.62
Courville	235	6,870	29.23
Giffard	315	14,348	45.55
Montmorency	67	4,676	69.79
Saint-Michel-Archange	3	66	22.00
Sainte-Thérèse-de-Lisieux	275	3,416	12.42
Villeneuve	180	4,912	27.29
Zone Côte de Beaupré			
Saint-Jean-de-Boischatel	125	1,965	15.72

(1) Population estimée pour 1974.

SOURCE: C.A.C.U.Q.: Schéma d'aménagement de la C.U.Q., annexe technique sur l'habitation, 1975, p. 26-27

II-DENSITE NETTE DE LA POPULATION

(Par subdivision)



3.124 Caractéristiques de l'habitation.

3.1241 Logements occupés

Malheureusement, les données de 1961 et 1966 relatives aux logements ne sont pas disponibles pour toutes les municipalités de la région d'étude, par conséquent, nous n'avons pu calculer les taux d'augmentation par municipalité et ainsi obtenir les données par zone.

Cependant, il y avait en 1971, 131,728 logements occupés (ménages) dans la région. Les augmentations les plus considérables se sont produites dans les municipalités de banlieue; c'est-à-dire que le développement résidentiel s'est effectué avec le plus d'acuité dans les municipalités de l'Ancienne-Lorette, Orsainville, Saint-Félix-du-Cap-Rouge, Sainte-Foy, Charlesbourg, Charlesbourg-Ouest, Val-Bélair, Villeneuve, Saint-David-de-l'Auberivière et Saint-Rédempteur. La zone Québec, malgré un faible accroissement, demeure la zone la plus occupée et les zones Sainte-Foy, Charlesbourg et Nord-Ouest enregistrent les plus hauts taux d'augmentation.

3.1242 Type de logements

La forte concentration de logements dans la zone de Québec s'explique principalement par le faible pourcentage de logements unifamiliaux (18.76%). Mais, tel n'est pas le cas pour tout le territoire, car les zones Ile d'Orléans (77.24%), Nord-Ouest (65.85%), Côte de Beaupré (63.55%) enregistrent de forts pourcentages de logements unifamiliaux.

Un rapide portrait de la région montre une concentration des immeubles multifamiliaux au centre et dans la partie est; les zones de Sainte-Foy et de Lévis semblent tendre vers un équilibre tandis que dans tout le

TABLEAU 37: Logements occupés par municipalité,

	1966	1971	1966-1971 augmentation en %
Zone Sainte-Foy		21,900	
Ancienne-Lorette	992	2,045	106.15
Saint-Augustin-de-Desmaures		630	
Saint-Félix-du-Cap-Rouge	444	750	68.92
Saint -Foy	12,240	18,475	50.94
Zone Québec (centre)	54,434	60,120	10.45
Québec	49,088	54,220	11.45
Sillery	3,325	3,445	3.61
Vanier	2,021	2,455	21.47
Zone Nord-Ouest		8,785	
Charlesbourg-Ouest	281	440	56.58
Lac St-Charles		535	
Lorette	187	230	22.99
Loretteville	2,024	2,825	39.58
Québec 41		2,580	
Saint-Emile	446	640	43.50
Val-Bélair	981	1,535	56.47
Zone Charlesbourg(nord)	8,084	12,810	58.46
Charlesbourg	5,515	8,365	51.67
Charlesbourg-Est	242	305	26.03
Notre-Dame-des-Laurentides	906	1,195	31.90
Orsainville	1,421	2,945	107.25
Zone Beauport(Est)	9,163	11,440	24.85
Beauport	2,778	3,520	26.71
Courville	1,262	1,510	19.65
Giffard	2,784	3,500	25.72

Montmorency	1,273	1,295	1.73
Saint-Michel-Archange	21	15	- 28.57
Sainte-Thérèse-de-Lisieux	438	635	44.98
Villeneuve	607	965	58.98
Zone Côte de Beaupré		1,605	
Château-Richer		685	
L'Ange-Gardien		490	
Saint-Jean-de-Boischatel	366	430	17.49
Zone Ile d'Orléans		1,230	
Beaulieu		165	
Sainte-Famille		210	
Saint-François		100	
Saint-Jean		230	
Saint-Laurent		270	
Saint-Pierre		255	
Zone Saint-Romuald		4,553	
Bernières		230	
Charny	1,092	1,325	21.33
Saint-Nicolas	333	475	42.64
Saint-Rédempteur	277	408(1)	47.29
Saint-Romuald	1,657	2,115	27.64
Zone Lévis-Lauzon		9,285	
Lauzon	2,886	3,255	12.78
Lévis	3,532	4,310	22.03
Saint-David	613	980	59.87
Saint-Etienne		320	
Saint-Joseph		65	
Saint-Louis		355	
Total		131,728	

(1) Estimé à partir du nombre de pers/log. dans la zone de Saint-Romuald

SOURCE: Statistique Canada, Recensements 1966 et 1971

reste du territoire, la vogue est à la maison unifamiliale. En général, il y aurait deux logements multifamiliaux pour un unifamilial, c'est-à-dire qu'un ménage sur trois possède une propriété individuelle.

TABLEAU 38: Type de logement par zone 1971.

	Nombre de logements	unifamiliaux	Autres	% de logement unifamiliaux
Zone Sainte-Foy	21,900	10,430	11,345	47.63
Zone Québec(centre)	60,120	11,280	49,260	18.76
Zone Nord-Ouest	8,785	5,785	3,060	65.85
Zone Charlesbourg(Nord)	12,810	7,620	5,150	59.48
Zone Beauport (Est)	11,440	4,345	7,090	37.98
Zone Côte de Beaupré	1,605	1,020	580	63.55
Zone Ile d'Orléans	1,230	950	225	77.24
Zone Saint-Romuald	4,145(1)	2,530(1)	1,580(1)	55.57
Zone Lévis-Lauzon	9,285	4,400	4,755	47.39
Total	131,320	48,360	83,045	36.83

(1) Ces nombres ne tiennent pas compte de la municipalité de Saint-Rédempteur.

SOURCE: Statistique Canada, Recensement 1971.

3.1243 Nombre de personnes par ménage

Le nombre de personnes par ménage était de 3.7 pour l'ensemble de la région en 1971. Cependant, ce nombre oscillait entre 3.8 et 4.4 personnes par ménage pour sept des huit zones tandis que Québec faisait exception en enregistrant 3.3 personnes/ménage. Ainsi, les

ménages au centre de la région comprennent moins de personnes que ceux résidant en périphérie de sorte que les ménages des zones Beauport, Côte de Beaupré et Ile d'Orléans sont les plus populeux.

En définitive, le nombre de personnes/ménage augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre et plus particulièrement vers la partie est de la région. En somme, on pourrait avancer que plus l'on se rapproche du centre, plus les ménages auraient tendance à être non-familiaux ou comportant peu d'enfants.

TABLEAU 39: Nombre de personnes par ménage par zone.

	Population	Ménage	Nombre de pers/ ménage
Zone Sainte-Foy	82,704	21,900	3.8
Zone Québec (centre)	198,100	60,120	3.3
Zone Nord-Ouest	37,508	8,785	4.3
Zone Charlesbourg(Nord)	52,530	12,810	4.1
Zone Beauport (Est)	49,841	11,440	4.4
Zone Côte de Beaupré	6,998	1,605	4.4
Zone Ile d'Orléans	5,435	1,230	4.4
Zone Saint-Romuald	18,334	4,553	4.0
Zone Lévis-Lauzon	36,508	9,285	3.9
Total	487,958	131,728	3.7

SOURCE: Statistique Canada, Recensement 1971

3.13 Localisation de l'agriculture

Sous ce chapitre, nous présenterons les principaux traits de l'agriculture régionale tels le potentiel des sols, les principales cultures, le revenu, etc. Lorsque nous le pourrons, nous localiserons ces caractéristiques afin de délimiter les secteurs agricoles de la région méritant l'intérêt des planificateurs.

Le travail que nous présentons ici se base sur une subdivision de la région différente des municipalités. Elle devient nécessaire afin de permettre des commentaires plus globaux et de pallier au manque de désagrégation des données du recensement agricole.

Les zones que nous avons retenues sont différentes de celles établies au chapitre 3.12 à cause de la présentation des données du recensement. Toutefois, nous avons tenté de les faire coïncider le plus possible. Ces zones sont présentées dans le tableau suivant.

Les municipalités de Saint-Félix-du-Cap-Rouge, Lorette, Saint-Michel-Archange, Sainte-Thérèse-de-Lisieux et Charny ne font pas partie de notre zone d'étude parce que les données agricoles se rapportant à ces territoires ont été regroupées avec celles de municipalités extérieures à notre région. Ce regroupement a été effectué par Statistique Canada en raison du caractère confidentiel des données du recensement.

3.131 Région d'étude - comtés agricoles

Nous comparons ici certaines caractéristiques de la région d'étude à celles des comtés agricoles compris, en partie, dans notre région. Cette comparaison a pour but de sélectionner les comtés

12-AGRICULTURE
ZONES STATISTIQUES

M.N.I. Municipalité non-incluse

Limite de la zone d'étude

Limite des zones statistiques

0 .5 1mi.

SAINTE-FOY

M.N.I. WENDAYE

QUÉBEC-BEAUPORT

M.N.I. STE THÉRÈSE DE LISIEUX

CÔTE DE BEAUPRÉ

M.N.I. ST-MICHEL ARCHANGE

M.N.I. CAP-ROUGE

ÎLE D'ORLÉANS

RIVE-SUD

M.N.I. CHERRY

RIVE-SUD

TABLEAU 40: Zones agricoles.

Zones	Subdivisions de recensement	Territoire couvert
Zone Sainte-Foy	Saint-Augustin-de-Desmaures	Saint-Augustin-de-Desmaures
	Sainte-Foy	Sainte-Foy
		Val-Bélair
		Loretteville
		Sillery
Zone Québec-Beauport	Beauport	Beauport
		Montmorency
		Courville
		Villeneuve
		Giffard
		Orsainville
		Notre-Dame-des-Laurentides
		Saint-Emile
		Québec
		Ancienne-Lorette
		Vanier
	Charlesbourg-Ouest	Charlesbourg-Ouest
		Charlesbourg-Est
		Lac Saint-Charles
Côte de Beaupré	Château-Richer	Château-Richer
	L'Ange-Gardien	L'Ange-Gardien
		Saint-Jean-de-Boischatel
Ile d'Orléans	Sainte-Famille	Sainte-Famille
	Saint-François	Saint-François
	Saint-Jean	Saint-Jean
	Saint-Laurent	Saint-Laurent
	Saint-Pierre	Saint-Pierre
		Beaulieu
Rive - Sud	Bernières	Bernières
		St-Rédempteur
	Lauzon	Lauzon
	St-Etienne-de-Beaumont	St-Etienne-de-Beaumont
	St-Joseph-de-la Pointe-de-Lévy	St-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy
	St-Louis-de-Pintendre	St-Louis-de-Pintendre
	St-Nicolas	St-Nicolas
		St-Romuald-d'Etchemin
		St-David-de-l'Auberivière
		Lévis

représentatifs de la région afin de dégager les principales activités agricoles de la région ainsi que leur importance vis-à-vis la région agricole no. 2. Cette comparaison permettra par la suite de dégager les secteurs agricoles d'intérêt.

3.1311 Importance de la région

a) Nombre de fermes

La région d'étude renferme près des trois quarts (3/4) des fermes des comtés de Québec et Montmorency, près de la moitié de celles du comté de Lévis et moins de 10% de celles des comtés de Bellechasse et Portneuf. Dans ce dernier cas, la sous-représentation de la région s'explique par la présence d'une seule municipalité du comté dans notre territoire d'étude.

TABLEAU 41: Nombre de fermes en 1971.

Comté	Nombre de fermes		
	Comté(1)	Région (2)	(2)/(1) en %
Bellechasse	1302	56	4.3
Lévis	582	275	47.3
Montmorency	527	387	73.4
Portneuf	1274	108	8.5
Québec	295	231	78.3

SOURCE: Statistique Canada, Recensement 1971

Cette donnée (nombre de fermes) nous permet d'ores et déjà de conclure en la non-représentativité de la région vis-à-vis les comtés de Bellechasse et Portneuf.

b) Utilisation du sol

Le tableau 42 portant sur l'utilisation du sol des fermes selon les comtés, démontre encore une fois que les municipalités de la région faisant partie des comtés de Bellechasse et Portneuf, ne sont pas représentatives de ces comtés.

Au niveau du comté de Québec, les municipalités de la région, malgré un pourcentage de la superficie totale des fermes inférieur au pourcentage du nombre des fermes, totalisent au niveau des superficies en culture et en grande culture notamment un pourcentage beaucoup plus élevé qu'il devrait l'être. Alors, nous pouvons en déduire que les municipalités de la région comprises dans le comté de Québec représentent très bien le comté avec en plus 89.5% des superficies cultivées.

Les municipalités de la région incluses dans le comté de Montmorency sont représentatives de ce dernier. En effet, 73.4% des fermes occupent 72.7% de la superficie totale, 75.4% de la superficie en culture et 73.9% de la superficie en grande culture.

Pour ce qui est du comté de Lévis, il est représenté par 47.3% des fermes qui totalisent 44.8% de la superficie totale, 45.5% de la superficie en culture et 43.9% de la superficie en grande culture. Donc, les municipalités du comté de Lévis incluses dans la région suivent assez bien le comportement du comté et sont par conséquent, représentatives de celui-ci.

TABLEAU 42: Utilisation du sol en 1971, en acres.

Comté	Superficie totale			Terre défrichée														Terre non-défrichée					
				en culture						pâturage			jachères			autres			Terre à bois			Autres		
				Grande culture																			
	Comté	Région	%	Comté	Région	%	Comté	Région	%	Comté	Région	%	Comté	Région	%	Comté	Région	%	Comté	Région	%	Comté	Région	%
Québec	23895	15231	63.7	7766	6949	89.5	6349	5545	87.3	3404	2038	59.9	253	245	96.8	1322	849	64.2	8344	3424	41.0	2806	1756	62.6
Montmorency	77077	56003	72.7	25008	18856	75.4	22300	16488	73.9	9514	6363	74.7	667	413	61.9	2702	1876	69.4	30073	22084	73.4	9743	6411	65.8
Lévis	78978	35418	44.8	33833	15390	45.5	33650	14596	43.9	12531	5219	46.6	1196	464	38.8	3413	1955	57.3	21059	9605	45.6	6946	2785	40.1
Bellechasse	199535	6915	3.4	69606	2908	4.2	69136	2768	4.0	31043	1735	5.6	1306	172	13.2	6027	293	4.9	73160	1427	2.0	18393	380	2.1
Portneuf	210204	13802	6.6	80095	6216	7.8	79673	5996	7.5	36300	2605	7.1	1276	151	11.8	4997	278	5.6	74468	3566	4.8	13068	986	7.5

NOTE: (1) Ne comprend que les principales grandes cultures.

SOURCE: Statistique Canada, Recensement 1971.

En résumé, nous considérerons que l'activité agricole de la région se caractérise par l'agriculture pratiquée dans les comtés de Québec, Montmorency et Lévis.

3.1312 Sources de revenu agricole

Les principales sources du revenu agricole en 1971 dans les comtés de la région 02 ont été étudiées par le ministère de l'Agriculture.(21) Nous avons employé ces résultats pour caractériser les sources de revenu des trois comtés représentatifs de notre région d'étude.

a) Comté de Québec

Les agriculteurs du comté de Québec retirent principalement (68.8%) leurs revenus des produits avicoles, tout en se spécialisant également dans les produits maraîchers et les patates. Ils sont les plus importants producteurs de la région no 2 en ce qui concerne les produits avicoles et seconds pour les produits maraîchers. Cependant, selon les informations qui nous ont été transmises par M. Tavan, les principaux aviculteurs du comté se situent dans les municipalités de Stoneham et Tewkesburry, donc, hors de la région. De ce fait, nous caractériserons le comté de Québec seulement comme second producteur de produits maraîchers.

b) Comté de Montmorency

Les revenus des agriculteurs du comté de Montmorency proviennent

---

(21) Cette étude a été effectuée par M. Patrick Tavan du Bureau régional du ministère de l'Agriculture.

en majorité (79%) des produits maraîchers, des patates, des produits laitiers et des fraises. Ils sont les premiers producteurs de la région

TABLEAU 43: Revenu agricole dans le comté de Québec en 1971

Produits	Revenu-agricole brut en milliers de dollars	rang / Région No 2	Pourcentage revenu agricole par produit par comté	Pourcentage revenu agricole de la région selon les comtés
Laitiers	824.6	9	9.2	1.4
Bovins	180.7	9	2.	1.6
Porcins	13.7	9	0.1	0.
Avicoles	6221.2	1	68.8	24.3
Maraîchers	588	2	6.6	8.3
Patates	450	4	5	6.6
Fraises	95	6	1.	3.5
Erablière	20	8	0.2	.8
Pommes	10	6	0.1	1.
Forêt rurale	500	6	5.6	4.2
Total	8903.2	8	100.	5.9

SOURCE: M. Patrick Tavan, Bureau régional du ministère de l'Agriculture.

agricole no 2 pour quatre produits et leurs recettes équivalent à 80.7% des revenus tirés des produits maraîchers, à 47% des fraises, à 39.6% des patates et à 35.5% des pommes. Ils sont de plus, les seconds producteurs de sirop d'érable, y retirant 22.7% des revenus provenant des produits de l'érablière

dans la région agricole no 2.

TABLEAU 44: Revenu agricole dans le comté de Montmorency en 1971.

Produits	Revenu agricole brut		Pourcentage du revenu agricole par produit par comté	Pourcentage du revenu agricole de la région selon les comtés
	en milliers de dollars	Rang / Région no 2		
Laitiers	2500	7	16.0	4.3
Bovins	610	7	4.0	5.5
Porcins	507.8	7	3.3	2.1
Avicoles	980	9	6.4	3.8
Maraîchers	5660	1	37.0	80.7
Patates	2700	1	17.8	39.6
Fraises	1250	1	8.2	47.0
Erablière	525	2	3.4	22.7
Pommes	330	1	2.1	35.5
Forêt rurale	90	9	0.5	0.7
Total	15152.8	4	100	10.1

SOURCE: M. Patrick Tavan, Bureau régional du ministère de l'Agriculture.

c) Comté de Lévis

Les cultivateurs du comté de Lévis retirent principalement leurs revenus des produits laitiers et de l'élevage porcin et bovin. Le comté ne possède pas de véritable spécialité, si ce n'est la présence du bétail (vaches laitières, poules et dindes, porcs et boeufs). Le comté se carac-

térise donc par la polyvalence des cultures.

TABLEAU 45: Revenu agricole dans le comté de Lévis en 1971.

Produits	Revenu agricole brut		Pourcentage du revenu agricole par produit par comté	Pourcentage du revenu agricole de la région selon les comtés.
	en milliers de dollars	Rang		
Laitiers	3911.7	6	35.8	6.8
Bovins	1092	4	10.0	9.9
Porcins	2420	4	22.1	10.1
Avicoles	2588.7	5	23.7	10.1
Maraîchers	110	5	1.0	1.5
Patates	396	5	3.6	5.8
Fraises	137.5	4	1.2	5.2
Erablière	28	7	0.2	1.1
Pommes	33	5	0.3	3.5
Forêt rurale	192	8	1.7	1.6
Total	10908.9	7	100	7.3

SOURCE: M. Patrick Tavan, Bureau régional du ministère de l'Agriculture.

Conclusion

La région d'étude par rapport à la région agricole no 2 se caractérise par sa spécialisation dans les produits maraîchers, patates, fraises et pommes avec respectivement 90.5%, 52%, 55.7% et 40% des revenus.

Donc, les superficies réservées à la culture de ces produits sont importantes à conserver de par leur affectation, leur proximité du marché et leur rareté.

3.132 Potentiel des sols

Selon l'Inventaire des Terres du Canada, l'on ne retrouve pas dans notre région d'étude de sols de classe 1 et 6 (voir annexe III pour la définition des classes). Nous avons regroupé sous forme de tableau, les spécifications de chaque zone.

Zone Sainte-Foy: Majorité de sols de classe 3 et 7, présence appréciable de sols de classe 2.

Zone Québec - Beauport: Majorité de sols de classe 3 et 7, quatre (4) poches importantes de sols de classe 4.

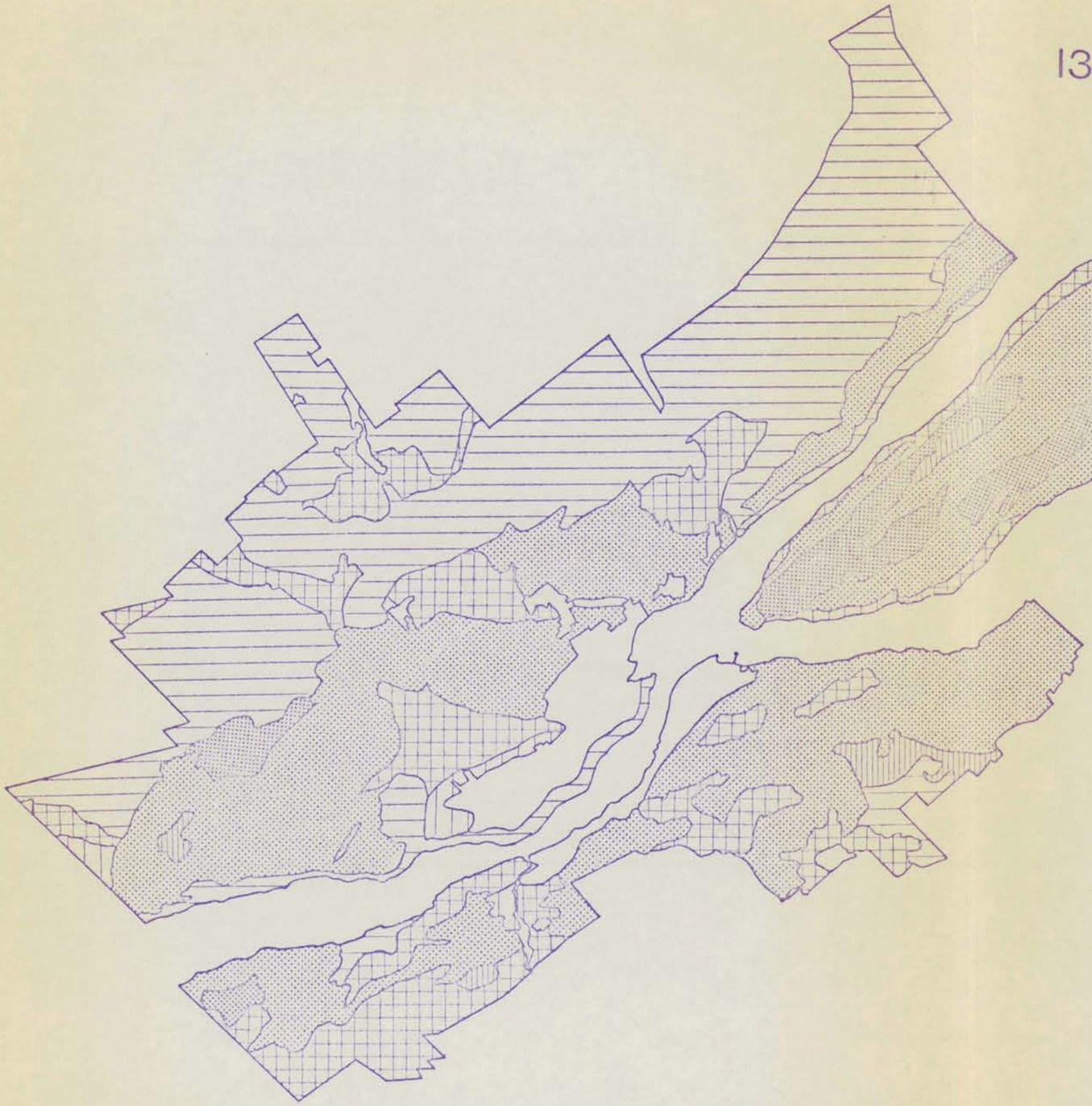
Zone Côte de Beaupré: Plus des 4/5 du territoire en classe 7, présence d'une mince bande le long du fleuve de sols de classe 3, très petite poche de sols de classe 2 à l'intérieur de la municipalité de Château-Richer.

Zone Ile d'Orléans: Majorité de sols de classe 3, important dépôt de sols de classe 2. Les classes 2 et 3 équivalent à environ 75% des sols.

Zone Rive-Sud: Majorité de sols de classe 3, importante présence de sols de classe 4.

Donc, les sols de la région étudiée sont en majorité des sols de classe 3 et 7. De plus, en termes de possibilités agricoles, nous pouvons affirmer que: 1 - la majeure partie des sols de la Côte de Beaupré et de la zone Québec-Beauport sont impropres à l'agriculture;

13-POTENTIEL AGRICOLE DES SOLS



CLASSE 0

CLASSE 2

CLASSE 3

CLASSE 4

CLASSE 5

CLASSE 7

Pour détails, voir annexe 3

N

Source : Ministère de l'Expansion économique régionale, 1973

5 0 5 10 mi.

2 - les sols de classe 3 dans la zone Québec-Beauport sont presque tous urbanisés ou en voie de l'être à brève échéance;

3 - les meilleurs sols agricoles non-urbanisés de la rive-nord se situent en premier lieu à Sainte-Foy et à Saint-Augustin, puis sur la Côte de Beaupré et à Beauport;

4 - l'Ile d'Orléans de par la forte présence de sols de classe 2, se présente comme le meilleur endroit pour pratiquer l'agriculture dans la région;

5 - la rive-sud offre de forts potentiels agricoles bien qu'elle ne possède pas de sols de classe 2. De plus, l'agriculture serait plus favorisée dans les municipalités à l'est de Lévis par le potentiel de leurs sols.

3.133 Caractéristiques municipales

3.1331 Utilisation du sol

Dans l'ensemble de la région, les fermes ont une superficie variant entre 100 et 140 acres dont 45 à 55 acres sont en culture. La superficie réservée au boisé est généralement près du tiers de la superficie totale de la ferme. Toutefois, les fermes de la zone Côte de Beaupré sont beaucoup plus étendues avec 259.80 acres en moyenne dont 185.75 acres de terre non-défrichée. Cette grande proportion non-défrichée (2/3) des fermes s'explique par le mode de division cadastrale et par le potentiel des sols. Quant à la zone de Québec-Beauport, elle se distingue par une superficie moyenne de ses fermes très inférieure à la moyenne régionale (50%).

TABLEAU 46: Utilisation du sol d'une ferme moyenne par zone et subdivision.

Subdivision	Superficie totale	Superficie défrichée en culture	Superficie défrichée autres(1)	Superficie non-défrichée
Zone Sainte-Foy	102.96	47.28	21.59	34.09
Saint-Augustin-de-Desmaures	127.80	57.56	28.09	42.15
Sainte-Foy	75.99	35.08	13.88	24.53
Zone Québec-Beauport	61.68	27.02	13.45	21.20
Beauport	64.92	29.32	11.41	24.19
Charlesbourg-Ouest	49.34	18.34	21.17	9.83
Zone Côte de Beaupré	259.80	44.98	29.08	185.75
Château-Richer	262.33	50.39	33.33	178.60
L'Ange-Gardien	256.0	36.84	22.69	196.47
Zone Ile d'Orléans	120.61	52.25	21.66	46.70
Sainte-Famille	126.66	47.32	18.58	60.76
Saint-François	100.87	46.60	23.56	30.71
Saint-Jean	137.61	68.58	25.89	43.14
Saint-Laurent	122.36	47.12	24.30	50.94
Saint-Pierre	106.83	49.13	15.87	41.83
Zone Rive-Sud	132.99	55.76	21.88	45.36
Bernières	139.36	50.19	33.21	55.96
Lauzon	125.27	53.00	35.73	36.54
Saint-Etienne -de-Beaumont	123.48	51.93	39.29	32.26
Saint-Joseph -de-la-Pointe-de-Levy	157.58	51.42	24.71	81.45
Saint-Louis-de-Pintendre	121.11	64.54	48.44	8.13
Saint-Nicolas	139.23	62.61	30.48	46.14

(1) Comprend les superficies en pâturage, en jachère et autres.

SOURCE: Statistique Canada, Recensement 1971.

Au niveau des superficies en culture, les subdivisions de Beauport, Charlesbourg-Ouest et l'Ange-Gardien enregistrent des résultats très en deça du reste de la région.

3.1332 Valeur moyenne des biens d'une ferme

En général, le capital d'une ferme se répartit comme suit: 75% dans la terre et les bâtiments, 14.3% dans les machines et l'outillage et 10.7% dans le bétail.

La valeur moyenne des fermes dans les zones Sainte-Foy et Québec-Beauport est 1.5 fois plus élevée que celles des fermes des autres zones. Cette différence provient d'une mise de fonds plus importante dans l'item terre et bâtiments (1.75 fois plus).

Les machines et l'outillage impliquent en général une mise de fonds de 6 à 7000 dollars. La zone de l'Ile d'Orléans consacre à cet item 18.2% de la valeur totale de la ferme, soit plus que les autres zones.

Les fermiers de l'est de la sous-région Rive-Sud accordent beaucoup d'importance au bétail (Lauzon, Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy et Saint-Louis-de-Pintendre), en y investissant de 7 à 8000 dollars. Par contre, la zone Québec-Beauport n'y consacre qu'un peu plus de 3000 dollars. Ces observations montrent la spécialisation de la zone Québec-Beauport comme zone à culture et la zone Rive-Sud comme zone d'élevage.

La proximité de la ville semble influencer la valeur des fermes, car plus l'on s'éloigne du centre urbain, plus la valeur des fermes diminue tandis que la superficie par ferme augmente. En effet, les petites

TABLEAU 47 Valeur moyenne des biens d'une ferme par zone et par subdivision.

Subdivisions	Valeur totale	Terre et Bâtiments	%	Machines et outillage	%	Bétail et volailles	%
Zone Sainte-Foy	59177	46959	79.35	6480	10.95	5738	9.7
Saint-Augustin-de-Desmaures	72764	58200	79.99	7929	10.90	6633	9.12
Sainte-Foy	43053	33618	78.08	4760	11.08	4674	10.86
Zone Québec-Beauport	55907	45817	81.95	6783	12.13	3307	5.92
Beauport	62372	51237	82.15	7547	12.10	3588	5.75
Charlesbourg-Ouest	31382	25258	80.49	3882	12.37	2241	7.14
Zone Côte de Beaupré	37441	26566	70.95	5933	15.84	4943	13.2
Château-Richer	38512	29093	75.54	5543	14.39	3875	10.06
L'Ange-Gardien	35834	22775	63.56	6515	18.18	6543	18.26
Zone Ile d'Orléans	38598	27346	70.84	7009	18.16	4244	10.99
Sainte-Famille	38994	27538	70.62	7194	18.45	4260	10.92
Saint-François	34401	24351	70.79	7092	20.62	2957	8.60
Saint-Jean	45712	32387	70.85	8424	18.43	4900	10.72
Saint-Laurent	37082	27128	73.16	6342	17.10	3612	9.74
Saint-Pierre	34297	23495	68.51	5331	15.56	5470	15.95
Zone Rive-Sud	43614	35235	75.05	6715	14.3	4998	10.65
Bernières	40456	27106	67.00	6734	16.65	6615	16.35
Lauzon	41900	27906	66.60	6000	14.32	7993	19.08
St-Etienne-de-Beaumont	47105	34201	72.60	7001	14.86	5901	12.52
St-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	47264	29993	63.46	8403	17.78	8867	18.76
St-Louis-de-Pintendre	44075	28778	65.29	8124	18.43	7171	16.27
Saint-Nicolas	39545	26958	68.17	7474	18.90	5112	12.93
Total régional	46947	35234	75.05	6715	14.30	4998.	10.65

SOURCE: Statistique Canada, Recensement 1971

fermes, les plus chères, sont situées dans les zones Sainte-Foy et Québec-Beauport (à proximité du centre urbain) et les plus grandes, les moins chères, sont localisées dans la zone Côte de Beaupré, zone peu urbanisée à potentiel agricole restreint (rareté de bons sols).

3.1333 Revenu agricole

Le seuil de rentabilité d'une exploitation agricole étant difficile à établir avec les données que nous avions en main, nous avons posé l'hypothèse qu'en 1971 l'agriculteur devait vendre pour au moins 5000 dollars de produits agricoles. Cette hypothèse a été établie en fonction de la présentation des données du recensement 1971, du revenu potentiel en intérêt par l'investissement du capital à un taux de 10% (4700 dollars). D'ailleurs, le seuil que nous proposons est plutôt le minimum vital car, en moyenne, une exploitation agricole, devait nourrir 6.1 personnes en 1971.

Suivant l'hypothèse mentionnée ci-haut, moins de la moitié des fermes seraient exploitables économiquement et ce pourcentage s'abaisserait à 29.5% dans le cas de la zone Côte de Beaupré (principalement à Château-Richer). Pour ce qui est des fermes déclarant un revenu de moins de 2500 dollars provenant de la vente de produits agricoles, nous considérons qu'elles interviennent dans le revenu familial qu'à titre de revenu d'appoint.

Au point de vue de la rentabilité, la zone de l'Ile d'Orléans est sans contredit la plus dynamique*, suivie des subdivisions de Saint-Augustin-de-Desmaures, Beauport, Saint-Louis-de-Pintendre et Saint-Nicolas.

---

* d'autant plus que l'investissement y est le plus bas de la région.

TABLEAU 48: Fermes classées selon la catégorie économique par zone et subdivision.

Subdivisions	Nombre de fermes	Valeur des produits vendus							
		moins de 2500		2500 à 4900		5000 et plus		indéterminée	
		nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%
Zone Sainte-Foy	199	72	36.2	32	16.1	93	46.7	2	1.0
St-Augustin-de-Desmaures	108	22	20.4	22	20.4	63	58.4	1	0.9
Ste-Foy	91	50	54.9	10	11.0	30	33.0	1	1.1
Zone Québec-Beauport	139	51	36.7	21	15.1	64	46.0	3	2.2
Beauport	110	35	31.8	18	16.4	54	49.1	3	2.7
Charlesbourg-O.	29	16	55.2	3	10.3	10	34.5	-	-
Zone Côte de Beaupré	95	40	42.1	26	27.4	28	29.5	1	1.1
Château-Richer	63	33	52.4	15	23.8	14	22.2	1	1.6
L'Ange-Gardien	32	7	21.9	11	34.4	14	43.8	-	-
Zone Ile d'Orléans	292	83	28.4	56	19.2	152	52.1	1	0.3
Sainte-Famille	77	24	31.2	13	16.9	40	51.9	-	-
Saint-François	52	17	32.7	14	26.9	21	40.4	-	-
Saint-Jean	66	16	24.2	12	18.2	37	56.1	1	1.5
Saint-Laurent	50	14	28.0	8	16.0	28	56.0	-	-
Saint-Pierre	47	12	25.5	9	19.1	26	55.3	-	-
Zone Rive-Sud	248	89	35.9	45	18.1	110	44.4	4	1.6
Bernières	58	24	41.4	9	15.5	24	41.4	1	1.7
Lauzon	15	7	46.7	2	13.3	5	33.3	1	6.7
St-Etienne-de-Beaumont	56	23	41.1	16	28.6	17	30.3	-	-
St-Joseph-de-la-Pointe-de-Levy	31	12	38.7	3	9.7	14	45.2	2	6.5
St-Louis-de-Pintendre	57	16	28.1	10	17.5	31	54.4	-	-
St-Nicolas	31	7	22.6	5	16.1	19	61.3	-	-

SOURCE: Statistique Canada, Recensement 1971.

En conclusion, plus de la moitié des fermes ne permettraient pas de vivre que de l'agriculture et les exploitants de ces fermes seraient

sûrement en même temps des travailleurs non-agricoles.

TABLEAU 49: Population vivant dans les fermes par zone et subdivision.

Subdivisions	Nombre de fermes	Population	Nombre de personnes par ferme
Zone Ste-Foy	199	1210	6.1
St-Augustin-de-Desmaures	108	746	6.9
Ste-Foy	91	464	5.1
Zone Québec-Beauport	139	882	6.3
Beauport	110	689	6.3
Charlesbourg-Ouest	29	193	6.7
Zone Côte de Beaupré	80	542	6.8
Château-Richer	48	369	7.7
L'Ange-Gardien	32	173	5.4
Zone Ile d'Orléans	292	1708	5.8
Sainte-Famille	77	452	5.9
Saint-François	52	277	5.3
Saint-Jean	66	343	5.2
Saint-Laurent	50	339	6.8
Saint-Pierre	47	297	6.3
Zone Rive-Sud	248	5838	6.0
Bernières	58	392	6.8
Lauzon	15	65	4.3
St-Etienne-de-Beaumont	56	331	5.9
St-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	31	168	5.4
St-Louis-de-Pintendre	57	359	6.3
St-Nicolas	31	181	5.8
Total	958	5838	6.1

SOURCE: Statistique Canada, Recensement 1971.

3.1334 Age de l'exploitant

L'âge de l'exploitant est une variable qui montre à la fois la rentabilité et le dynamisme d'une zone agricole; en effet, si de jeunes gens ont investi de 40,000 à 75,000 dollars dans une exploitation agricole, c'est qu'ils ont normalement la possibilité d'obtenir un revenu intéressant compte tenu de la mise de fonds et des heures de travail à y consacrer.

Dans notre région d'étude, nous retrouvons une plus forte proportion de jeunes agriculteurs à l'Ile d'Orléans que partout ailleurs; d'autant plus que les subdivisions de Beauport et de l'Ange-Gardien ainsi que la zone de la Rive-Sud montrent un net vieillissement avec respectivement 49.4%, 46.9% et 37.1% des agriculteurs âgés de plus de 55 ans. Les jeunes gens qui ont investi argent, temps et espoir dans l'agriculture se sont localisés dans les subdivisions de l'Ile d'Orléans (40.8%), Saint-Augustin-de-Desmaures (31.5%) et sur la Rive-Sud (32.7%).

3.134 Situation de l'agriculture par zone

3.1341 Zone de Sainte-Foy

La zone de Sainte-Foy comprend deux subdivisions hétérogènes, soient Saint-Augustin-de-Desmaures et Sainte-Foy que nous avons d'ailleurs étudiées séparément.

La ferme moyenne de la première subdivision se caractérise par une superficie modérément élevée (127.80 acres), par une grande superficie en culture (57.56 acres), par une valeur totale ($ 72,763.89), une valeur

TABLEAU 50: Age de l'exploitant.

Subdivisions	Age de l'exploitant							
	Moins de 45 ans		45 à 54		55 à 64		65 et plus	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Zone de Ste-Foy								
St-Augustin-de-Desmaures	34	31.5	40	37.0	30	27.8	4	3.7
Zone Québec-Beauport								
Beauport	23	21.3	34	31.5	36	33.3	17	15.7
Zone Côte de Beaupré								
L'Ange-Gardien	7	21.9	10	31.25	9	28.1	6	18.8
Zone Ile d'Orléans	119	40.8	89	30.5	66	27.6	18	6.2
Sainte-Famille	26	33.8	22	28.6	23	29.9	6	7.8
Saint-François	21	40.4	20	38.5	9	17.3	2	3.8
Saint-Jean	34	51.5	20	30.3	9	13.6	3	4.5
Saint-Laurent	19	38.0	15	30.0	13	26.0	3	6.0
Saint-Pierre	19	40.4	12	25.5	12	25.5	4	8.5
Zone Rive-Sud	81	32.7	75	30.2	61	24.6	31	12.5
Bernières	18	31.0	19	32.7	17	29.3	4	6.9
Lauzon	5	33.3	4	26.7	4	26.7	2	13.3
St-Etienne-de-Beaumont	14	25.0	17	30.3	14	25.0	11	19.6
St-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	14	45.2	9	29.0	6	16.1	3	9.7
St-Louis-de-Pintendre	17	29.8	19	33.3	15	26.3	6	10.5
St-Nicolas	13	41.9	7	22.6	6	19.4	5	16.1

SOURCE: Statistique Canada, Recensement 1971.

de la terre et des bâtiments ($ 58,200.93) et une valeur des machines et de l'outillage très élevée ($ 7,929.63) et par une valeur du bétail élevée par rapport à la moyenne régionale ($ 6,633.33). Les fermes rapportent

annuellement plus de 5,000 dollars par la vente des produits dans une proportion de 58% et 68.5% des exploitants sont âgés de moins de 55 ans.

A Sainte-Foy, la situation est différente; les fermes sont beaucoup plus petites, valent moins chères $ 43,052.75 et sont moins rentables (33% ont un revenu supérieur à 5000 dollars).

Ainsi sur les fermes de Saint-Augustin-de-Desmaures, on pratique une agriculture sur une base qu'on pourrait qualifier de rentable. Les valeurs élevées sont probablement dues au potentiel agricole et résidentiel et à la présence du parc industriel de la C.U.Q. Par contre, à Sainte-Foy, les fermes sont moins rentables et ont une valeur moindre qu'à Saint-Augustin-de-Desmaures. Cette dernière caractéristique serait la conséquence de l'éloignement du centre urbain, de la proximité de l'aéroport et du faible potentiel résidentiel.*

En résumé, à l'intérieur de la zone Sainte-Foy, l'agriculture est passablement rentable et l'abandon de la culture ne devrait pas se faire de sitôt compte tenu de la valeur des fermes (surtout équipements et bétail), de l'âge des exploitants et du zonage agricole d'une partie de ce territoire.

3.1342 Zone Québec-Beauport

La ferme moyenne de la zone Québec-Beauport, malgré de très petites superficies totales (61-68 acres) et en culture (27.02 acres), vaut très chère comparativement aux autres fermes de la région. Cette valeur est comprise à 81.9% dans la terre et les bâtiments. Il y a très peu de bétail, les fermes sont rentables dans une proportion

---

* La municipalité de Sainte-Foy a zoné un vaste espace près de l'aéroport afin de préserver ces terres à l'agriculture.

de 46% et les exploitants sont âgés, du moins pour Beauport.

Dans cette zone, le prix d'un pied carré de sol est élevé car c'est là que l'on rencontre les plus petites fermes et des valeurs marchandes très élevées. Cette dernière variable est un facteur à la fois répulsif pour un jeune agriculteur et révélateur en ce sens que le prix du sol est élevé à cause du potentiel des sols et de la proximité du centre urbain. C'est d'ailleurs cette proximité qui explique le vieillissement des exploitants: ceux-ci attendant "la venue de la ville" et/ou leur retraite tout en continuant une agriculture qui ne peut être rentable que pour eux.

3.1343 Côte de Beaupré

Les fermes de la Côte de Beaupré ont une très grande superficie (259.80 acres). L'aire réservée à la culture est modérément élevée (44.98 acres). La valeur des fermes ($ 37,441.25) est en deça de la moyenne régionale et celles-ci ne sont que peu rentables (29.5%). Notons à ce propos que la subdivision de l'Ange-Gardien (43.8%) est deux fois plus rentable que celle de Château-Richer (22.2%).

La principale raison qui justifie une agriculture moins rentable et de faible superficie en culture sur la Côte de Beaupré, est la présence de seulement une mince bande de bon sol le long du fleuve permettant la culture maraîchère et l'orientation du cadastre (perpendiculaire au fleuve).

3.1344 Zone de l'Ile d'Orléans

La ferme moyenne de l'Ile d'Orléans occupe une superficie (120.61 acres) légèrement en dessous de la moyenne régionale; elle a une plus grande superficie en culture (52.25 acres) et nécessite

un investissement moins considérable qu'ailleurs, principalement à cause du bas prix de la terre et des bâtiments. Elle est rentable dans 52.1% des cas et est administrée par un homme de moins de 55 ans dans une proportion de 71.3%. C'est donc dire que l'agriculture y est prospère, car avec un investissement réduit, une plus grande proportion des fermiers retirent un revenu supérieur. De plus, le fait de retrouver 40.8% des agriculteurs âgés de moins de 45 ans est significatif en ce sens qu'il peut être rentable (intéressant) pour un jeune homme de pratiquer l'agriculture à l'Ile d'Orléans.

3.1345 Zone Rive-Sud

La ferme moyenne sur la rive-sud a une superficie totale (132.99 acres) équivalente à la moyenne régionale; cependant, elle a une plus vaste étendue cultivée (55.76 acres) notamment à Saint-Louis-de-Pintendre et à Saint-Nicolas. La valeur totale de la ferme (43,614) est légèrement inférieure à la valeur moyenne régionale ($ 46,947.65) mais les valeurs des machines et outillage et du bétail et de la volaille sont supérieures à la moyenne. Les fermes sont rentables dans 44% des cas et ce pourcentage passe à 61.3% et 54.4% dans les subdivisions de Saint-Louis-de-Pintendre et Saint-Nicolas. Quant à la proportion de fermiers âgés de moins de 55 ans, elle est de 60% et ils se rencontrent en concentration dans les subdivisions de Saint-Nicolas et Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy.

3.135 Localisation des meilleurs secteurs agricoles

Nous avons localisé les meilleurs secteurs agricoles durant l'été 1975 grâce au Bureau régional du ministère de l'Agriculture et principalement aux agronomes locaux.

Les conditions régissant la délimitation d'un secteur étaient:

1 - la présence de plusieurs fermes contigues et cultivées,

2 - le réinvestissement des profits en vue d'augmenter les revenus agricoles et enfin

3 - il fallait que la ferme semble être la première source de revenu de l'exploitant.

Ainsi à partir de la localisation des secteurs agricoles les plus dynamiques, nous pouvons de nouveau caractériser les cinq zones de la région comme suit: (carte 14)

Zones	Produits	Localisation
Sainte-Foy	laitiers	surtout à Saint-Augustin-de-Desmaures, le long des rangs no 3 et 4.
Québec-Beauport	laitiers (petits producteurs)	Charlesbourg-Ouest
	maraîchers	Beauport, au nord de l'autoroute de la Capitale et le long de la route 369.
Côte de Beaupré	maraîchers	le long de la route 360 principalement à l'ouest du village de Château-Richer.
	laitiers	à l'est du village de Château-Richer.
Ile d'Orléans	laitiers	principalement à Saint-Pierre et Saint-Jean.
	maraîchers	Sainte-Famille, Saint-François, Saint-Laurent à l'est de la route des Prêtres.
Rive-Sud	laitiers	à l'ouest: Saint-Nicolas et Bernières à l'est: Saint-Louis-de-Pintendre, Lauzon, Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy, Saint-Etienne-de-Beaumont

14 - SECTEURS AGRICOLES DYNAMIQUES

Ferme laitière

Limite de la zone d'étude

Cultures spécialisées

B Bovins

F Fraises

H Horticulture

P Pomme de terre

V Verger

SOURCE : MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE . QUÉBEC .

0 .5 1 mi.

3.136 Secteurs agricoles d'intérêt.

Nous avons délimité des secteurs où l'agriculture devrait être continuée, donc protégée et facilitée. Notre délimitation tient compte des cultures pratiquées, de l'importance de ces cultures dans la région, du potentiel des sols, du développement urbain futur et prévisible et enfin de la relocalisation possible d'une culture dans la région.

Idéalement, toutes les surfaces cultivées ou non où le potentiel des sols permet une agriculture rentable auraient dû être incluses dans les secteurs d'intérêt.

3.1361 Secteurs d'intérêt primordial

Nous distinguons des secteurs d'intérêt, les secteurs où l'on pratique la culture maraîchère, car nous croyons que ces secteurs sont les plus importants à conserver à cause 1 - de l'insuffisance de la production (voir annexe 4) à l'échelle provinciale, 2 - qu'ils représentent 89% des revenus de la région tirés de la culture maraîchère, 3 - qu'ils sont situés en grande partie sur de très bons sols agricoles et 4 - qu'ils sont non-relocalisables pour la plupart des cultures.

Ces secteurs se situent sur la Côte de Beaupré, à l'Ile d'Orléans et dans la subdivision de Beauport (voir carte 14)

3.1362 Secteurs d'intérêt.

Les secteurs d'intérêt sont les secteurs délimités dans le chapitre 3.135. Ils comprennent donc le reste de

l'Ile d'Orléans[22], le secteur de Sainte-Foy-Saint-Augustin-de-Desmaures et les deux secteurs de la zone Rive-Sud.

---

(22) Nous avons intégré tout le territoire de l'Ile d'Orléans à cause de la présence de l'agriculture sur tout ce territoire et aussi à cause de la spéculation et les torts que causerait la non-protection de ces sols.

3.2 Circulation

3.21 Evolution de la circulation

L'étude de la circulation au cours des dix dernières années demande des relevés complets pour un grand nombre de postes de comptage. Malheureusement, les postes du ministère des Transports ne se situent qu'à la périphérie de l'agglomération urbaine, empêchant toute conclusion sur l'évolution du trafic intra-urbain; tout au plus, ils nous renseignent sur l'évolution de la circulation sur certaines routes en périphérie urbaine.

Pour pallier au manque de relevés en milieu urbain, nous avons comparé les "Diagrammes d'écoulement de la circulation de 1972 et 1974" publiés par le ministère des Transports. Nous avons dressé deux cartes illustrant l'augmentation, en termes réels et en pourcentage, des débits du jour moyen annuel (J.M.A.) et du jour moyen d'été (J.M.E.).

3.211 La circulation en 1974

3.2111 Jour moyen annuel

En 1974, selon la variable jour moyen annuel (voir carte 15), nous pouvons distinguer deux groupes de routes qui ont été fort achalandées; ce sont premièrement le boulevard Henri IV (73) (60 300; 47 600; 38 000 véhicules), le pont Pierre Laporte (73) (44 914) et l'autoroute de la Capitale (40) (40 000; 42 000; 32 130;) puis, deuxièmement le boulevard Laurentien (73 et 175) du centre-ville à la route 369 (34 200; 29 400), le boulevard Laurier (175) (28 274), le boulevard Hamel (138) de Montmorency à l'autoroute Du Vallon (23 285; 30 750; 28 365;

15-DIAGRAMME D'ÉCOULEMENT DE LA CIRCULATION 1974

— 0 - 4999 véhicules
— 5000 - 9999 ''
— Limite de la zone d'étude
▬ 10 000 - 19 999 ''
▬ 20 000 et plus

SOURCE : SERVICE DE LA CIRCULATION. MINISTÈRE DES TRANSPORTS.

0 .5 1 mi.

26 590; 24 370), le boulevard Charest (440) du boulevard Henri IV au centre-ville (27 800) et enfin l'autoroute Trans-canadienne (20) du pont Pierre Laporte à la route 173 (30 530; 36 570; 26 653; 26 650).

Cette distinction montre clairement que le réseau le plus fréquenté est autoroutier, c'est-à-dire les principales routes d'accès au centre-ville et périphériques. Ainsi, la région de Québec pourrait être caractérisée par son réseau routier majeur convergeant vers le centre-ville ou divergeant vers la banlieue. De plus, il nous semble que le boulevard Henri IV fait office de distributeur de la circulation par rapport aux autres autoroutes ou boulevards; il serait en quelque sorte la colonne vertébrale du réseau routier, du moins en ce qui concerne le trafic dans la partie ouest de la région et la circulation inter-rives.

Sur la rive-sud, l'autoroute 20 est sans contredit la route la plus utilisée, au détriment de la route 132. De plus, le réseau routier sur cette rive est en fonction des déplacements est-ouest plutôt que nord-sud.

3.2112 Jour moyen d'été

L'examen du diagramme d'écoulement de la circulation de 1974 selon le jour moyen d'été donne un résultat similaire au jour moyen annuel quant aux routes les plus fréquentées. Certes, l'écart entre ces deux variables n'évolue pas de la même façon sur toutes les routes; d'ailleurs, nous nous y attarderons à l'item 3.22 intitulé les routes touristiques.

3.212 Evolution du jour moyen annuel et d'été entre 1972 et 1974.

3.2121 Jour moyen annuel

L'augmentation du jour moyen annuel (voir carte 16) a été importante principalement sur les routes suivantes:

- pont Pierre Laporte et ses approches (9966 véhicules)
- autoroute 20 entre l'autoroute 73 et la route 173 (6335 et 6250)
- boulevard Charest à l'est du boulevard Henri IV (6300)
- autoroute 40 (5500, 2500, 4630)
- autoroute 20 (de l'autoroute 73 vers l'ouest (4478, 4770)
- boulevard Henri IV (4300, 3100)
- autoroute 20 de la route 173 vers l'est (3550, 1500)

Par contre, une forte diminution a été enregistrée particulièrement dans la partie ouest de la rive nord sur les routes 138 (4000, 3864 véhicules) 367,(1230) et sur la route 132 à l'est de Lauzon (1350).

Entre 1972 et 1974, les augmentations les plus fortes se sont donc produites sur le réseau autoroutier périphérique (20 - 73 - 40) et de pénétration (73-440).

3.2122 Jour moyen d'été

Le nombre de véhicules par jour moyen d'été (voir carte 16) a augmenté de façon très appréciable sur les routes qui ont été affectées par une augmentation du jour moyen annuel. Cependant, l'ordre décroissant du nombre d'augmentations a été modifié comme suit:

- Pont Pierre Laporte et ses approches (9519 véhicules)
- boulevard Charest à l'est du boulevard Duplessis (8530, 6180)
- autoroute 20 entre l'autoroute 73 et la route 173 (8240, 8030)

16 - L'AUGMENTATION DES J.M.A. ET J.M.E. (1972 - 1974)

6335 Augmentation du J.M.E.
8240 " J.M.A.

- -6236 - O véhicules
- 1 - 1999
- 2000 - 3999
- 4000 et plus
- Limite de la zone d'étude

0 .5 1 mi.

- autoroute 73 (8200, 3400)
- autoroute 40 (6400, 2900, 7900)
- autoroute 20 de l'autoroute 73 vers l'ouest (1230, 5100)
- autoroute 20 de la route 173 vers l'est (4830, 3450)

Toutefois, le jour moyen d'été a subi lui aussi des pertes dans la partie ouest sur les routes 138 (6236, 4000, 3995, véhicules), 367 (1770) et sur la route 132 entre Lauzon et Saint-Etienne-de-Beaumont (2050).

Les augmentations du jour moyen d'été les plus importantes se sont donc elles aussi produites sur le réseau autoroutier périphérique et/ou de pénétration.

3.213 Evolution du jour moyen annuel et d'été entre 1972 et 1974 en pourcentage

3.2131 Jour moyen annuel

L'augmentation en pourcentage du jour moyen annuel nous permet de déceler des augmentations importantes par rapport au trafic antérieur qui ne peuvent retenir l'attention dans un contexte régional. Ainsi, nous avons relevé une augmentation de 188.1% sur la route 171 entre l'autoroute 20 et le village de Saint-Etienne-de-Lauzon (urbanisation). D'autres hausses ont été notées, il s'agit:

- autoroute 20 (29%, 29.5%, 30%, 32.4%, 30.6%, 44.9%, 19%)
- boulevard Charest (29%, 29.3%)
- pont Pierre Laporte (28.5%)
- autoroute 40 (15.9%, 6.3%, 16.8%).

- pont et tour de l'Ile d'Orléans (14.8%, 14.56%, 14.7%, 15.5%, 22.4%, 14.9%)
- route 175 au nord de la route du Lac Beauport (14.8%).

Par contre, des diminutions se sont produites sur les routes:

- 138 à l'ouest du boulevard Henri IV (42.7%, 36.4%, 51.6%)
- 367 (40%)
- 132 entre Lauzon et Saint-Etienne-de-Beaumont (35.5%)
- 171 (23.6%)
- 358 (19.8%)

Ainsi, l'augmentation du jour moyen annuel a été plus importante en termes de pourcentage sur les autoroutes orientées est-ouest et sur des routes sises en banlieue telles que 175, 171, 368. Quant aux diminutions, mentionnons que celles survenues sur les routes 138, 367 et 358 ont probablement été compensées par une hausse sur l'autoroute 440.

3.2132 Jour moyen d'été

Les fortes augmentations ou les diminutions enregistrées au sujet du jour moyen d'été en termes de pourcentage se sont produites sur les mêmes routes et dans le même ordre que le jour moyen annuel, à l'exception du boulevard Henri IV, qui connaît des augmentations de 13.4% et 29.0% pour son J.M.E. comparativement à 7.7% et 7.0% pour son J.M.A..

3.214 Evolution du jour moyen annuel sur certaines routes entre 1964 et 1974.

Afin d'obtenir une image, bien que très partielle,

17- L'AUGMENTATION EN % DES J.M.A. ET J.M.E. (1972 -1974)

9.9 Augmentation en % du J.M.E.
9.7 Augmentation en % du J.M.A.

- -56 5 - 0 %
- 0 - 10
- 20 - 50 %
- 50 et plus
- Limite de la zone d'étude

0 .5 1 mi.

de l'évolution du nombre de véhicules pour le jour moyen annuel depuis 1964, nous avons regroupé sous un même tableau les relevés enregistrés aux neuf postes de comptage permanents que le ministère des Transports opère dans la région immédiate de Québec. (Voir carte 5).

D'abord, il est important de noter que ces postes de comptage sont tous, à l'exception de celui de Sillery, localisés en périphérie de la zone urbanisée. Donc, nous ne pouvons qu'en déduire des conclusions sur l'évolution du trafic extérieur - intérieur et vice-versa.

Nous analyserons sommairement les relevés par poste de comptage. Ainsi, sur la route 138 à l'Ancienne-Lorette, le J.M.A. a augmenté jusqu'en 1972, puis a subi une très forte baisse en 1973 et repris une progression en 1974. La cause de la baisse de 1973 nous est malheureusement inconnue. Quant au poste de Boischatel, on peut remarquer une progression lente mais continuelle; il y aurait donc une augmentation modérée du trafic vers l'est sur la rive-nord.

Sur la route 368, l'augmentation du trafic se fait de façon assez accélérée, surtout depuis 1970, montrant là l'importance du tourisme et des débuts de l'urbanisation sur l'Ile d'Orléans.

La route 132 pour sa part connaît une baisse d'achalandage depuis 1968, baisse attribuable à la saturation du pont de Québec et à l'ouverture de l'autoroute 20. Le pont de Québec a lui aussi connu une baisse appréciable, soit 62.1% entre 1969 et 1971 lors de l'ouverture du pont Pierre Laporte. Mais en 1973, le nombre de véhicules pour le J.M.A. a augmenté ce qui laisse peut-être entrevoir un retour au vieux pont, soit

parce que la période d'émerveillement pour le nouveau pont est révolue ou soit parce qu'il est plus avantageux d'y circuler, vu le nombre croissant des véhicules sur le pont Pierre Laporte.

La baisse perçue sur le boulevard Laurier serait probablement attribuable à l'ouverture du boulevard Champlain et à l'élargissement du boulevard Charest. De toute façon, cette artère urbaine est sans contredit près du point de saturation aux heures de pointe, ce qui expliquerait aussi cette légère diminution annuelle depuis 1972.

L'autoroute Trans-Canadienne (20) connaît naturellement de fortes hausses annuelles tant au poste de Saint-Nicolas qu'à celui de Saint-Romuald, car, de par sa fonction, elle draine la circulation autre que locale des routes 132, 116, 175, 275, et 173.

Le pont Pierre Laporte, après avoir connu de fortes hausses durant ses trois premières années d'existence, a vu, en 1974, son taux d'augmentation diminuer de 60% par rapport à l'année précédente, de 19.3% à 7.8%. Il demeure que ce pont, depuis son ouverture, permet à un nombre de véhicules sans cesse croissant de traverser le fleuve Saint-Laurent et ce, à un rythme supérieur à celui prévu.(23)

En résumé, les baisses de véhicules pour le J.M.A. se sont produites vers les années 1970, soit au moment de l'ouverture de voies autoroutières.

---

(23) Le Service de la circulation du ministère des Transports prévoyait en 1972 que le taux moyen annuel d'augmentation serait de 7% alors qu'il est présentement de 18.2% entre 1971 et 1974.

3.215 Conclusion

Le réseau autoroutier et certaines routes nationales sont les plus achalandés et leurs taux d'augmentation sont supérieurs tant au niveau du J.M.A. que du J.M.E. Cet état des choses laisse donc prévoir une hausse de l'achalandage de ces routes dans les années à venir et une pression vers la périphérie urbaine; car c'est sur le réseau autoroutier périphérique (20-73-40) que l'on enregistre les plus fortes additions de véhicules. De plus, malgré une nette supériorité du nombre de véhicules circulant dans la partie ouest de la rive-nord, nous observons une progression rapide du J.M.A. pour ces mêmes routes (40, 440, 73, 20, 138) par rapport à celles desservant la partie est de l'agglomération.

3.22 Les routes touristiques

Nous avons comparé, en termes de pourcentage, le jour moyen d'été au jour moyen annuel de 1974 (voir carte 18) afin de dégager les routes ou tronçons de route où, durant l'été, on enregistre une recrudescence de véhicules. Nous leur avons donné le vocable touristique parce qu'une partie importante de ce surplus de circulation est occasionné par des touristes ou par des gens qui se déplacent par plaisir.

Ainsi, nous avons relevé douze tronçons de routes touristiques qui sont:

- la route 138 à l'ouest des boulevard Duplessis
- la route 132 à l'est de Lauzon
- la route 138 à l'est de l'autoroute 40
- la route 368

- la route 367
- la route 360 à l'est de l'autoroute 40
- la route 358 à l'ouest de la rue de l'aéroport
- la route 175 au nord de la route du Lac Beauport
- la route 371 au nord de Loretteville
- la route 132 à l'ouest du pont de Québec
- la route 20 à l'ouest de l'autoroute 73
- la route 171
- la route 116
- la route 20 à l'est de l'autoroute 73.

Il est intéressant de remarquer que les routes touristiques sont toutes situées en dehors de l'agglomération urbaine, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas un volume important de véhicules en circulation de sorte que le supplément d'été les affecte plus en termes de pourcentage.

Par ailleurs, nous avons aussi cartographié la différence du nombre de véhicules entre le J.M.E. et le J.M.A. pour 1974. Les résultats obtenus confirment ce que nous mentionnons ci-haut soit que: 1 - le volume annuel de certaines routes urbaines était assez élevé pour presque noyer le surplus d'été et 2 - que certaines routes peuvent être, hors de tout doute, appelées sous le vocable touristique. Ainsi, les routes 138 (à l'ouest du boulevard Duplessis), 20, 175 (au nord de la route du Lac Beauport) et 132 (entre Lévis et Lauzon) sont sans contredit affectées par leur vocation touristique (augmentation importante en nombre et en pourcentage des véhicules).

18-LES ROUTES TOURISTIQUES

271 / 1384 — Rapport en % J.M.E./J.M.A. / Augmentation des véhicules

- 0 - 2000 véhicules
- 2000 - 3500 "
- 3500 - 5000 "
- 5000 et plus
- Limite de la zone d'étude

0 .5 1 mi.

Les routes urbaines ayant une vocation touristique indéniable, sont pour la plupart des voies autoroutières ou des routes nationales d'importance. Ainsi, nous retrouvons les autoroutes 73,40,440,540 et les routes 138 (du centre-ville vers l'est), 173 (Laurier) et 369.

En conclusion, nous pouvons donc attribuer au réseau autoroutier une vocation touristique d'importance ainsi qu'aux routes 132, 138, 175, 368 et 369.

3.23 Le trafic inter-régional

Le trafic routier inter-régional peut être révélateur du dynamisme d'une région en indiquant avec quelles zones celle-ci entretient le plus de relations. De plus, pour la région de Québec, ce trafic prend une importance accrue étant donné ses implications sur le niveau des déplacements inter-rives.

Pour cette fin, nous avons utilisé les résultats de l'étude de cadrage[24]. Les auteurs se sont basés sur les enquêtes d'origine destination effectuées en 1967 et en 1970 par le ministère des Transports. Ils ont analysé le trafic inter-régional entre la région de Québec et six des dix régions administratives de la province en plus de la sous-région de la Chaudière qui fait partie de la région administrative de Québec.

Le tableau 52 montre l'évolution de ce trafic entre 1967 et 1970.

La dépendance de la région de Québec à l'égard de Montréal est très nette et va en s'accentuant puisque l'augmentation entre 1967 et 1970 a

---

(24) LA HAYE, Jean-Claude et associés: La zone spéciale de Québec, Etude de cadrage. Transports. Québec, 1973.

TABLEAU 52: Evolution du trafic inter-régional entre 1967 et 1970 et prévisions pour 1980 et 1990.

Régions	Principales routes (numéro)	J.M.A.		1970/1967	Prévisions	
		1967	1970		1980/1970	1990/1970
Bas St-Laurent-Gaspésie	132, 20(1)	5100	N.D.	---	---	---
Saguenay-Lac-St-Jean	175, 75(1)	6422	N.D.	---	---	---
Chaudière	173, 277	7295	7980	1.09	1.34	1.80
Trois-Rivières	138	6668	7786	1.17	1.67	2.78
Cantons-de-l'Est	173	4004	4469	1.27	1.41	1.99
Montréal	132, 20	17152	20673	1.41	1.88	3.54
Côte-Nord	138	7049	8318	1.18	174	2.38

(1) N'existant pas en 1967

SOURCE: LA HAYE, Jean-Claude & associés: La zone spéciale de Québec, Etude de Cadrage, Transports 1973 p. 13, 15 et 18

été de plus de 40%, soit plus qu'avec toutes les autres régions de la province. Cette prépondérance de la région montréalaise dans le trafic inter-régional de Québec peut s'expliquer par le pouvoir économique très fort de Montréal comparativement aux autres régions.

La région de Québec entretient également des relations assez intenses avec Trois-Rivières, la Côte-Nord et la Chaudière bien qu'entre 1967 et 1970, l'augmentation en pourcentage a été plus forte avec les Cantons de l'Est. Nous ne disposons malheureusement pas des données de 1970 sur la circulation avec le Bas-St-Laurent, la Gaspésie, le Saguenay et le Lac St-Jean. Cependant, en 1967, les échanges entre Québec et le Bas-St-Laurent-Gaspésie étaient faibles alors que, pour le Saguenay-Lac-St-Jean, ils étaient comparables à ceux que la région entretenait avec Trois-Rivières.

Entre 1970 et 1980, la région devrait accroître ses échanges de façon plus marquée avec Montréal, la Côte-Nord et Trois-Rivières. La prépondérance de Montréal semble vouloir se continuer à l'avenir puisque le trafic augmentera de 8.8% annuellement entre 1970 et 1980. Pour les autres régions ce taux varie de 3.4% pour la Chaudière à 7.4% pour la Côte-Nord.

Entre 1980 et 1990, les tendances vont se poursuivre sauf que les échanges avec Trois-Rivières devraient s'intensifier. En 1990, Montréal devrait avoir triplé son trafic avec Québec, par rapport à 1970 et Trois-Rivières et la Côte-Nord doubleraient le leur. "En somme, les débits journaliers annuels des grandes radiales de la région de Québec croissent proportionnellement plus vite lorsqu'ils sont engendrés par les régions riveraines du St-Laurent plutôt que par les régions perpendiculaires au fleuve. Il

s'avère normal qu'il en soit ainsi puisque ces régions sont greffées à l'axe principal de développement du Québec."(25)

3.24 Déplacements inter-rives

Sous ce chapitre, nous montrerons l'évolution des déplacements inter-rives ce qui nous permettra, d'évaluer les taux futurs de croissance annuelle.

3.241 Evolution des déplacements inter-rives

Le tableau 53 montre l'évolution des débits pour le J.M.A. sur les ponts de Québec et Pierre Laporte de 1960 à 1974. Durant cette période, le nombre de déplacements a augmenté de plus de 3 fois, soit un accroissement moyen annuel de 15.9%. Cependant, ce taux est grandement influencé par la forte augmentation de la circulation à partir de 1971 (ouverture en novembre 1970 du pont Pierre Laporte), de sorte qu'entre 1960 et 1970, le taux de croissance moyen annuel était de 8.8% et qu'entre 1970 et 1974, il était deux fois supérieur, soit 17.9%.

Cette forte augmentation enregistrée depuis l'ouverture du pont Pierre Laporte s'explique principalement par l'important développement résidentiel de la rive-sud et plus particulièrement dans les municipalités de Saint-Nicolas, Saint-Romuald et Bernières. Cependant, en 1974, le débit du J.M.A. n'a augmenté que de 7.5%, soit la moitié de l'année précédente. Ce taux (1974) révèle la fin de la période de récupération, période qui débuta avec l'ouverture du pont Laporte. Ainsi, en 1974, le taux de croissance des déplacements est inférieur à celui de la période 1960-1970, ce qui laisse prévoir une période de croissance modérée pour

---

(25) Idem p. 17

TABLEAU 53: Nombre de véhicules selon le jour moyen annuel sur les ponts de Québec et Pierre Laporte entre 1960 et 1974.

Année	J.M.A. Pont de Québec	% aug.	J.M.A. Pont Laporte	% aug.	Total 2 ponts	% aug.
1960	17,529	-	-	-	17,259	-
1961	18,984	8.3	-	-	18,984	8.3
1962	20,958	10.4	-	-	20,958	10.4
1963	22,132	5.6	-	-	22,132	5.6
1964	23,592	6.6	-	-	23,592	6.6
1965	25,245	7.0	-	-	25,245	7.0
1966	27,059	7.2	-	-	27,059	7.2
1967	29,609	9.5	-	-	29,609	9.5
1968	29,995	1.3	-	-	29,995	1.3
1969	31,284	4.3	-	-	31,284	4.3
1970	26,558	-15.1	4169	-	32,995	5.5
1971	11,852	-55.4	29043	-	40,895	23.9
1972	10,848	- 8.5	34971	20.4	45,819	12.0
1973	10,988	1.3	41707	19.3	52,695	15.0
1974	11,715(1)	6.6	44944	7.8	56,659	7.5

NOTE: Pourcentage moyen d'augmentation sur les deux ponts.

de 1960 à 1970 = 8.8%
de 1970 à 1973 = 19.9%
de 1970 à 1974 = 17.9%
de 1960 à 1974 = 15.9%

(1) Nombre estimé à partir des comptages pour les quatres premiers mois de l'année et des tendances mensuelles sur ce pont en 1973.

SOURCE: 1 - Ministère des Transports, Lien rive-nord - rive-sud, Service technique de la circulation, janvier 1973, page 21

2 - Ministère des Transports, Recensement de la circulation sur les routes du Québec, Service de la circulation, 1970, 1971, 1972, 1973 et 1974.

les années à venir, d'autant plus que la facilité de circuler tend à diminuer avec l'augmentation des véhicules.

3.242 Niveau de service

La capacité d'une route varie avec le niveau de service que l'on veut offrir aux automobilistes. Le niveau de service tient compte de la vitesse et de la durée du trajet, des interruptions ou contraintes de la circulation, de la liberté de manoeuvre, du confort et de l'aisance, de la conduite et de l'économie.(26)

Le ministère des Transports retient cinq niveaux de service et les définit comme suit:

- "Le niveau de service "A" correspond à un écoulement libre de la circulation avec des débits faibles et des vitesses élevées.
- Le niveau de service "B" se place dans la zone d'un écoulement stable avec des vitesses praticables auxquelles les caractéristiques de la circulation commencent à imposer de légères diminutions.
- Le niveau de service "C" se situe toujours dans une zone d'écoulement stable, mais les vitesses et l'aisance des manoeuvres sont plus étroitement sous la dépendance des débits élevés. La plupart des automobilistes ne peuvent circuler à la vitesse qu'ils désirent et la possibilité de dépasser est réduite.
- Le niveau "D" se rapproche de l'écoulement instable. Bien que momentanément acceptable, la vitesse est affectée par les modifications qui interviennent dans la vitesse du flot des véhicules. Les conducteurs ont une liberté de manoeuvre très réduite, le confort et l'aisance sont médiocres. On ne peut supporter ces conditions de circulation que

---

(26) Ministère des Transports, Lien rive-nord - rive-sud, Service technique de la circulation, janvier 1973, p. 26

pendant de brèves périodes.

- Le niveau "E" représente une circulation qui a atteint le point d'instabilité. La vitesse est basse et le flux est saccadé. Le volume de trafic est pratiquement à capacité. Passé ce niveau c'est la congestion."(27)

Au tableau 55, nous présentons le rapport entre les volumes (V) du jour moyen annuel et la capacité (C) des ponts pour les niveaux de services "A" à "E" de 1960 à 1974. La capacité à un niveau de service est atteinte lorsque le rapport V/C = 1

TABLEAU 54: Capacité des ponts de Québec et Pierre Laporte pour les niveaux de service "A" à "E" pour un jour moyen annuel.

Niveaux de service	Pont de Québec	Pont Pierre Laporte
A	4,700	33,000
B	10,500	48,000
C	16,500	60,000
D	20,000	72,000
E	30,000	100,000

SOURCE: Ministère des Transports, Lien rive-nord - rive-sud, Service de la circulation, janvier 1973, p. 28

C'est ainsi que le pont de Québec après avoir dépassé le niveau de service "E" avec 1.04 en 1969, procurait aux automobilistes en 1972 un

---

(27) Idem, p. 26 et 29

niveau de service "B" et en 1974 un niveau "C". Quant au pont Pierre Laporte, dès 1972, il dépassait le niveau "A", toutefois, il ne devrait atteindre le niveau "C" qu'au cours de l'année 1975.

TABLEAU 55: Rapport entre les volumes du J.M.A. et la capacité des ponts pour les niveaux de service A à E de 1960 à 1974.

Année	Pont de Québec					Pont Pierre Laporte				
	niveau de service									
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1960	3.73	1.67	1.06	0.88	0.58					
1961	-	-	1.15	0.95	0.63					
1962	-	-	-	1.05	0.70					
1963	-	-	-	-	0.74					
1964	-	-	-	-	0.79					
1965	-	-	-	-	0.84					
1966	-	-	-	-	0.90					
1967	-	-	-	-	0.99					
1968	-	-	-	-	1.00					
1969	-	-	-	-	1.04					
1970	-	-	-	1.33	0.88					
1971	-	1.13	0.72	0.59	0.40	0.88	0.60	0.48	0.40	0.29
1972	-	1.03	0.66	0.54	0.36	1.06	0.73	0.58	0.49	0.35
1973	-	-	0.67	0.55	0.37	-	0.87	0.70	0.60	0.42
1974	-	-	0.71	0.59	0.39	-	0.94	0.75	0.63	0.45

SOURCE: Ministère des Transports, Lien rive-nord - rive-sud, Service technique de la circulation, janvier 1973 p. 21 et 28
Ministère des Transports, Recensement de la circulation sur les routes du Québec, Service de la circulation, 1970, 1971, 1972, 1973 et 1974.

3.243 Origine et destination

La matrice origine-destination des déplacements par automobile est nécessaire à l'analyse de tout investissement en transport. Nous présentons ici la matrice développée par la firme De Luc[28] en 1973, elle-même basée sur une enquête origine-destination faite en 1966. Cette matrice a été réajustée au trafic de 1973 et comprend 18 zones sur la rive-nord et 9 sur la rive-sud.

La matrice indique la répartition en pourcentage des voyages entre les deux rives. Elle nous démontre clairement que tous les déplacements inter-rives, par rapport aux zones de la rive-sud, sont faits premièrement en direction du centre de Québec à l'exception des zones 44-45 (Saint-Romuald et Charny). Ainsi, 31.02% des déplacements inter-rives ont soit comme origine ou comme destination, le centre de Québec et il en est de même pour le centre de Sainte-Foy dans une proportion de 20.18%.

---

(28) DE LUC & associés: Transport en commun Québec-Lévis. Etude de préfactibilité, ministère des Transports, 1974, p.6

TABLEAU 56: MATRICE ORIGINE-DESTINATION

R I V E - N O R D

R I V E S U D	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	Total
41	445	0	71	24	0	30	46	22	188	24	98	336	130	47	70	31	27	24	1613
42	214	46	30	22	62	22	0	0	92	0	19	71	68	30	22	31	13	24	766
43	143	0	0	0	0	0	0	0	59	22	22	0	0	25	0	0	1	1	251
44	186	0	0	22	0	21	55	0	30	24	0	273	21	24	0	31	16	27	730
45	278	24	67	0	0	0	0	22	19	0	0	399	0	21	0	24	4	28	886
46	105	0	21	0	0	21	33	0	30	0	55	65	72	0	29	1	6	10	448
50	810	98	74	22	28	18	46	36	142	7	223	438	163	50	13	197	214	53	2632
51	625	56	105	36	15	10	41	15	140	12	129	299	117	16	19	62	35	74	1806
52	296	25	58	10	0	7	15	6	71	4	72	137	37	15	4	31	24	56	868
TOTAL	3102	249	426	136	105	129	236	101	771	71	618	2018	608	228	157	408	340	297	10000

= 100%

% DES DEPLACEMENTS K

$$50 \longrightarrow \frac{223}{10000} \quad \text{soit } 2.23\%$$

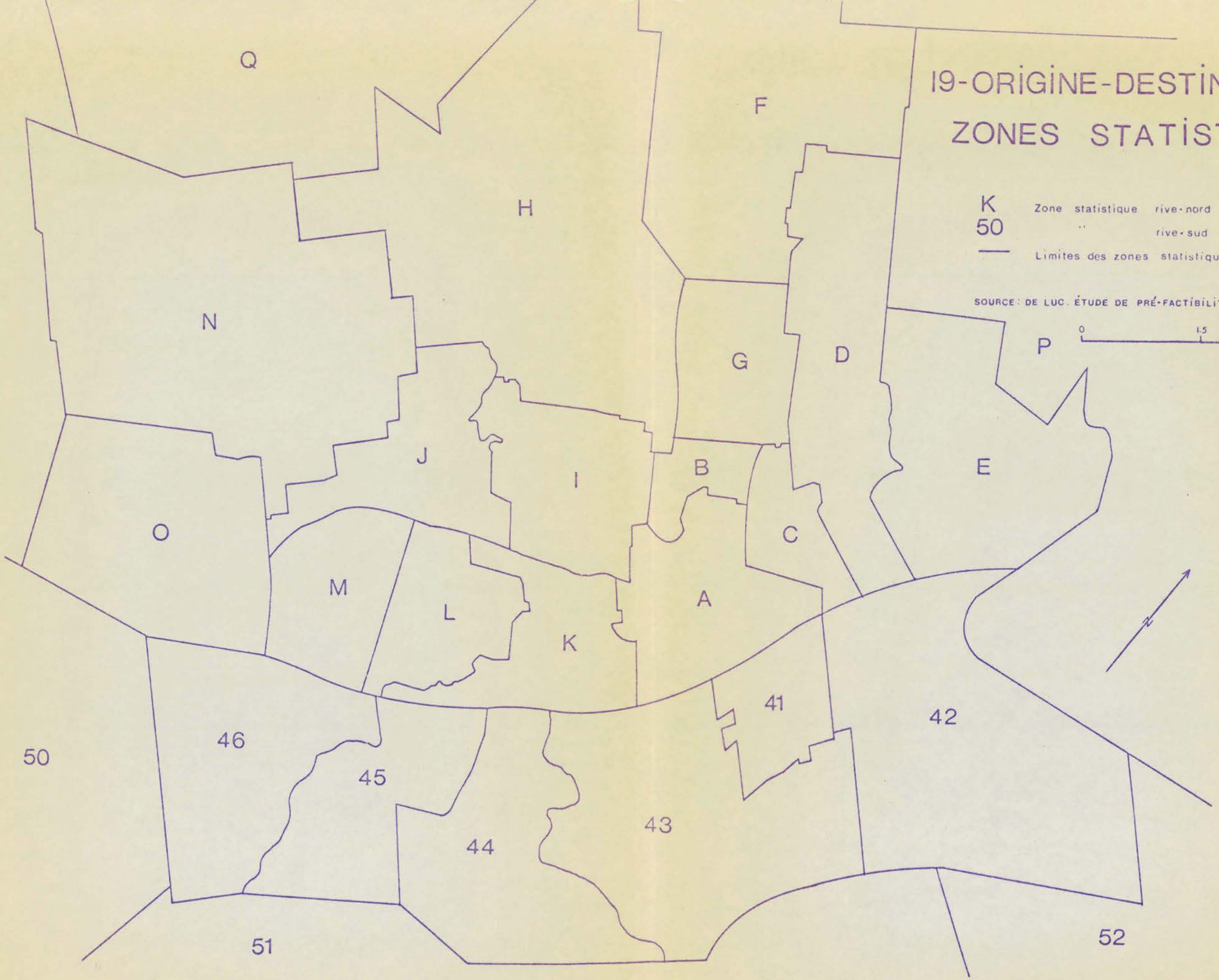
SOURCE: De LUC, Transport en commun Québec-Lévis, Etude de préfactibilité, ministère des Transports, p. 6

19-ORIGINE-DESTINATION
ZONES STATISTIQUES

K 50 Zone statistique rive-nord
" rive-sud
— Limites des zones statistiques

SOURCE: DE LUC. ÉTUDE DE PRÉ-FACTIBILITÉ. PLANCHE 2.

0 1.5 3 mi.



3.3 Synthèse du développement spatial de la région de Québec

Comme dans toutes les grandes agglomérations urbaines, on a assisté dans la région de Québec, au phénomène de suburbanisation de la population et de certains types d'emplois et à la concentration des édifices à bureaux au centre-ville ou à proximité. L'émigration de la population vers les banlieues dépend de diverses raisons, mais la plus importante sans doute, est la plus grande mobilité des gens rendue possible par l'utilisation de l'automobile particulière. De plus, les prix du sol moins élevés en périphérie qu'au centre-ville facilite l'acquisition d'une propriété individuelle par un grand nombre de gens. La banlieue se caractérise donc, au point de vue résidentiel, par une faible densité d'occupation vu la grande proportion de logements unifamiliaux qui y sont localisés.

La mobilité plus grande de la population a évidemment eu des impacts sur la répartition spatiale des commerces. Alors qu'auparavant, le centre-ville jouait un rôle prépondérant à cet égard, l'accession de la population à l'automobile particulière a été à la base d'un phénomène nouveau pour la mise en marché des produits de consommation: les centres commerciaux. La localisation de ceux-ci est en grande partie déterminée par la configuration du réseau routier et surtout, autoroutier.

Parallèlement à la population, l'industrie manufacturière a amorcé un mouvement d'émigration vers la banlieue et ce pour trois raisons principales:

1 - l'utilisation moins intensive du sol par ce type d'activité provenant de changements technologiques et la constitution de réserves d'espaces pour pallier aux besoins futurs engendrés par la croissance de l'entreprise;

2 - les changements dans la technologie des transports qui, par les améliorations aux voies de circulation et aux véhicules moteurs ont accru l'importance du camionnage pour le transport des marchandises aux dépens des moyens traditionnels de transport (surtout ferroviaire).

3 - la suburbanisation de la population elle-même puisque l'entreprise tend à se localiser en des sites facilement accessibles aux travailleurs.

La concentration des édifices administratifs au centre-ville s'explique par l'accessibilité très grande que doivent avoir les activités qui y sont localisées face aux services urbains et que, théoriquement, c'est le centre-ville qui remplit le plus cette condition. L'accessibilité, qui se reflète dans les prix du sol, exige une utilisation intensive de celui-ci et donc, la construction en hauteur.

La suburbanisation de la population dans la région de Québec est très nette; alors que dans les vieux centres urbanisés, la croissance démographique était très faible et même négative, les municipalités de banlieue connaissent des taux de croissance élevés, en particulier, les zones de Ste-Foy, Charlesbourg et Nord-Ouest sur la rive-nord et St-Romuald sur la rive-sud. C'est également dans ces zones qu'on retrouve un fort pourcentage de logements unifamiliaux bien que cette proportion soit moindre à Ste-Foy. L'accroissement sensible de la population dans ces zones s'explique, en grande partie, par la configuration du réseau routier. Alors qu'à l'est, l'accessibilité au centre-ville n'est favorisée par aucune infrastructure routière majeure, le nord et l'ouest disposent d'un bon réseau de voies de circulation rapides. Le développement de la zone St-Romuald

s'explique en partie, par l'ouverture du pont Pierre-Laporte, mais également par le dynamisme industriel de ce secteur.

La construction d'autoroutes dans la région s'est également répercutée sur la distribution des commerces. Ainsi, on peut identifier 3 centres commerciaux d'importance qui ont des effets structurants: les Places Laurier, Ste-Foy et Fleur de Lys ainsi que l'ensemble des centres d'achats localisés au rond-point de Lévis (le plus important étant sans contredit, les Galeries Chagnon). Ces centres jouissent tous d'une position stratégique face au réseau routier. Par ailleurs, le centre-ville subissait fortement la concurrence de ces structures, mais grâce à l'imagination des commerçants, peut quand même entrevoir l'avenir avec plus d'optimisme.

Au point de vue industriel, le boulevard Charest ressort nettement. De nombreux espaces industriels sont localisés en bordure de cette voie de circulation et la disponibilité de terrains y est faible si l'on excepte évidemment le parc industriel de la C.U.Q. En termes d'emplois, cet axe regroupe plus de 10,000 travailleurs, occupés directement dans l'industrie ou dans les services connexes. C'est également le long de ce boulevard que sont localisés la majorité des commerces de gros de la région. L'autoroute 20 structure le développement industriel de la rive-sud; la zone St-Romuald, étant donné sa proximité de l'agglomération québécoise, en retire de grands bénéfices.

La concentration d'édifices à bureaux sur la colline parlementaire constitue également un pôle d'emplois important. Partant de ce point, on peut distinguer deux axes forts de localisation des édifices administratifs:

le boulevard St-Cyrille et le chemin Ste-Foy. Cette zone constitue un pôle très fort d'attraction et la localisation des ménages et des firmes se fait, en partie, en fonction de ce secteur.

L'accaparation de nouveaux espaces par l'aire urbaine, rendue nécessaire par la croissance de la population, se répercute évidemment sur l'agriculture de la région. Ainsi, alors que dans une zone peu urbanisée, le prix d'un terrain dépend surtout de la valeur agricole du sol, la demande de nouveaux terrains développables dans une zone urbaine en expansion va en augmenter la valeur et rendre l'agriculture beaucoup moins intéressante. Dans la région de Québec, certains secteurs ont pratiquement vu leurs activités agraires disparaître (Québec, Beauport) alors que d'autres subissent la pression des promoteurs immobiliers qui veulent développer de nouveaux espaces résidentiels.

Le développement spatial de la région se fait sentir sur l'utilisation du réseau routier. En effet, on peut s'attendre à ce que les zones qui croissent plus vite, utilisent de façon plus intensive les infrastructures routières à leur disposition. Ainsi, en 1974, les artères du réseau les plus achalandées étaient le boulevard Henri IV, le pont Pierre Laporte et le boulevard de la Capitale. De même, l'augmentation du nombre de véhicules entre 1972 et 1974 viennent confirmer ces tendances, i.e. l'utilisation très forte des voies d'accès au centre-ville et des boulevards périphériques.

20 - DÉVELOPPEMENT URBAIN

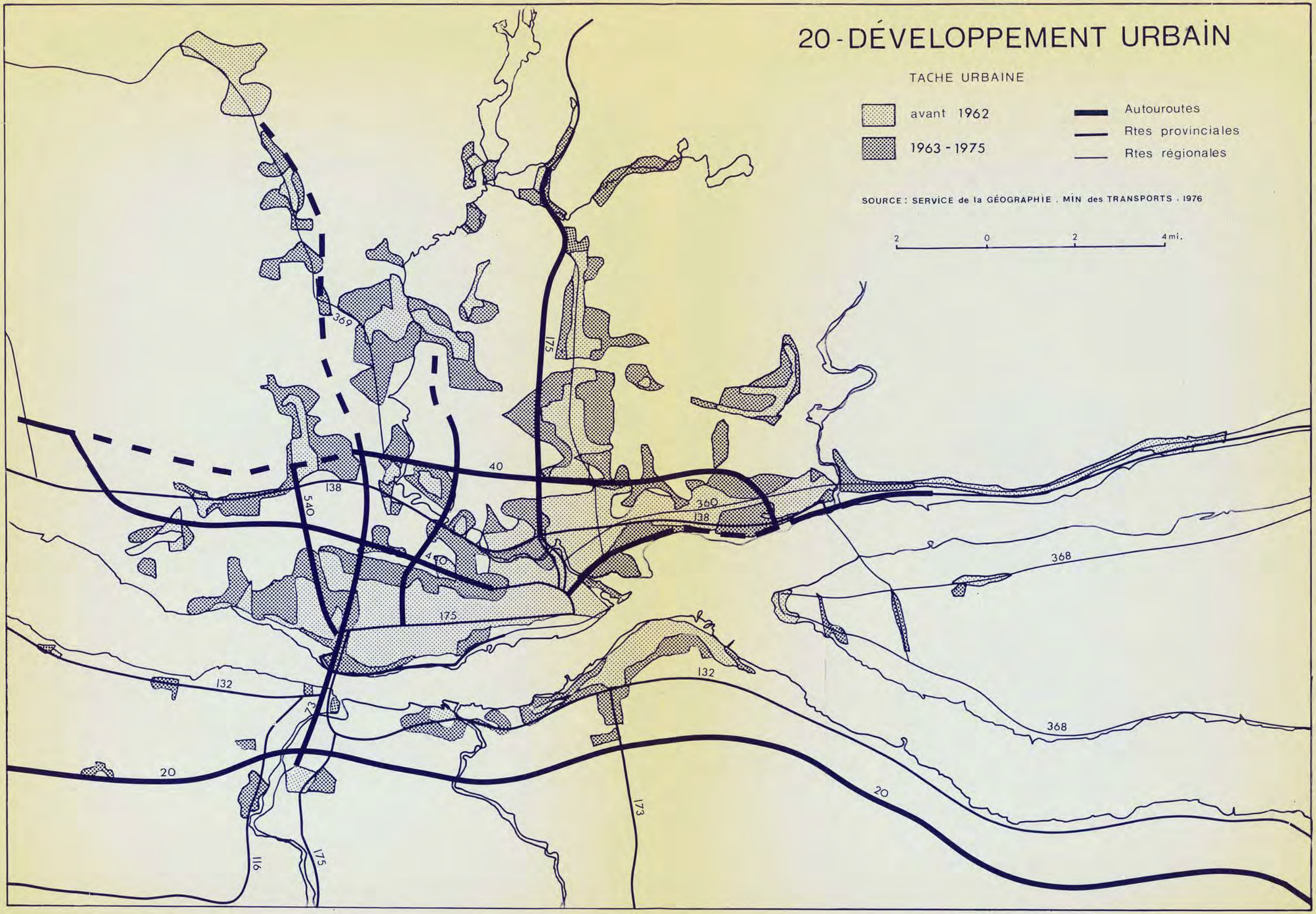
TACHE URBAINE

- avant 1962
- 1963 - 1975

- Autouroutes
- Rtes provinciales
- Rtes régionales

SOURCE : SERVICE de la GÉOGRAPHIE . MIN des TRANSPORTS . 1976

2 0 2 4 mi.



4. Perspectives d'urbanisation

L'évolution récente de la structure urbaine de la région de Québec a montré qu'un certain nombre de facteurs ont contribué à l'expansion du tissu urbain vers le nord et l'ouest. Peut-on prévoir que le processus se déroulera de la même façon à l'avenir et que la population et l'emploi auront tendance à se localiser dans les mêmes zones qu'auparavant?

Ce chapitre sur les perspectives d'urbanisation va nous permettre de répondre à cette question. La distribution future de la population et de l'activité économique doit être envisagée sous deux aspects: d'une part, une volonté interventionniste de la part des autorités gouvernementales peut entraîner la mise en place de diverses politiques restrictives ou contraignantes qui influenceraient les localisations futures, alors que d'autre part, les décisions des agents se prennent en fonction de leurs intérêts propres et ne sont que très peu modifiées par les pouvoirs publics. En tenant compte de ces deux hypothèses, il sera possible de dégager les tendances probables du développement urbain et ses implications sur l'agriculture et le réseau routier, en particulier sur les déplacements inter-rives.

4.1 Prospective du développement régional.

"La prospective fait intervenir la volonté de l'homme et ses instruments politiques pour atteindre un but qu'aucun mouvement spontané n'indique comme probable."(29). De nombreuses propositions ont été avancées pour orienter le développement futur de l'agglomération québécoise, certaines au niveau sectoriel ou spatialement limitées, alors que d'autres

---

(29) BOUDEVILLE, J.R., Les notions d'espace et d'intégration dans l'Espace et les pôles de croissance, Paris, P.U.F., 1968, p. 39

couvraient la majorité des aspects de l'aménagement futur de la région. C'est à partir de ces dernières que nous allons dégager la prospective du développement régional.

4.11 Les propositions d'aménagement de la région.

4.111 Le schéma d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec.(30)

La Commission d'aménagement de la C.U.Q. a fait connaître, à l'automne 1975, son plan d'aménagement de la communauté urbaine. Bien que, légalement, ses interventions se limitent au territoire sous sa juridiction, elle a quand même présenté des propositions qui touchent la plus grande partie de notre région d'étude.

En fonction des objectifs qu'ils s'étaient donnés (l'amélioration de la qualité de vie et la mise en valeur des ressources de l'environnement), les auteurs ont proposé un concept "qui répartit globalement le développement en un centre-ville et des centres secondaires."(31) Ils jugent nécessaire de renforcer le centre-ville par une diversification des fonctions en mettant l'accent sur l'habitation; alors que les centres secondaires, "localisés à proximité des bassins de population de banlieue, auraient pour fonction d'offrir au territoire plus faiblement structuré des foyers d'ac-

---

(30) C.A.C.U.Q., Schéma d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, phase 2: Le concept. Québec, P.U.L., 1975.

(31) Idem p. 17

tivités adaptés aux besoins plus courants de la population."(32) Ces centres secondaires seraient localisés sur la rive-nord, à Ste-Foy, Beauport et Le Bourgneuf et à Lévis sur la rive-sud. Le développement de ces centres s'échelonnerait sur une certaine période de temps et la priorité devrait être accordée, à court terme, à Ste-Foy.

Au niveau du transport, la commission met l'accent sur le transport en commun. "La politique d'intervention proposée vise à freiner la construction de routes et d'autoroutes dans l'agglomération urbaine et à se limiter aux raccordements essentiels afin de parachever l'armature routière actuelle qui peut répondre aux besoins des 20 prochaines années, si on met désormais l'accent sur le transport en commun."(33)

Les zones industrielles localisées en milieu urbain devraient être évaluées en fonction de leur compatibilité avec l'environnement et relocalisées, si nécessaire. Pour ce qui est des espaces verts et récréatifs, la Commission propose un concept qui faciliterait l'accessibilité d'un plus grand nombre: création d'un réseau de parcs linéaires et priorité aux berges des rivières et du fleuve.(34)

4.112 Le schéma régional du Québec métropolitain de l'Office de planification et de développement du Québec.(35)

Les propositions de l'Office de planification

---

(32) Idem p. 18

(33) Idem p. 30

(34) Idem p. 41

(35) Les grandes lignes de ce schéma nous ont été présentées par M. Guy Poulin de l'O.P.D.Q. lors d'une rencontre au mois d'août 1975.

et de développement du Québec en ce qui concerne l'aménagement futur du Québec métropolitain se rapprochent beaucoup de celles de la C.A.C.U.Q. Ainsi, l'Office est favorable à l'implantation de pôles secondaires qui auraient pour effets:

- d'équilibrer le développement urbain,
- viabiliser et rentabiliser les grands équipements structurants,
- situer les équipements aux endroits stratégiques;
- réduire les déficits accumulés au niveau des budgets municipaux;
- conserver au maximum les superficies agricoles productives autour de la Z.M.Q.
- favoriser la conservation et la mise en valeur des ressources naturelles.

Ces pôles secondaires seraient également localisés à Ste-Foy, Le Bourgneuf, Beauport et Lévis et leur développement reposerait sur la déconcentration des emplois gouvernementaux i.e. des édifices.

Au niveau des espaces récréatifs, les propositions sont semblables à celles de la C.U.Q., alors que pour les transports, l'O.P.D.Q. est favorable à la construction d'un lien via l'Ile d'Orléans pour refermer le quadrilataire de circulation autour de la zone métropolitaine, tout en prenant certaines précautions pour éviter des dommages irréparables à l'arrondissement naturel constitué par l'Ile.

4.12 Les implications des propositions d'aménagement sur l'urbanisation future de la région.

Les implications des propositions d'aménagement sur le

développement spatial de la région pourraient sans doute être importantes mais, pour ce faire, il faut qu'elles soient appliquées; diverses raisons permettent d'en douter.

Au niveau juridique, les dispositions actuelles de la Loi constituant la Communauté urbaine de Québec ne permettent pas à celle-ci d'obliger les municipalités la constituant à respecter le schéma d'aménagement: les municipalités pourraient donc entreprendre des projets qui leur semblent intéressants même s'ils vont à l'encontre des recommandations de la C.A.C.U.Q. ou de l'O.P.D.Q. D'autre part, de nombreux ministères ou organismes, tant au niveau fédéral que provincial, exercent certaines juridictions sur le territoire de la région: les ministères des Transports, des Affaires culturelles, de l'Industrie et du Commerce, la Société centrale d'hypothèques et de logement, la Société d'habitation du Québec, etc. L'application du schéma nécessiterait l'existence d'un certain consensus entre ces différentes administrations sur le développement futur de la région. Ainsi, dans le domaine de l'habitation, les politiques visent, depuis de nombreuses années, à accroître la construction domiciliaire neuve, alors que très peu est fait pour le maintien et l'amélioration des logements existants, ayant ainsi pour effet de favoriser davantage l'émigration vers la banlieue. Au niveau des transports, la situation se présente de la même façon: beaucoup d'argent a été investi pour faciliter l'utilisation massive de l'automobile particulière alors que le transport en commun se débrouillait pratiquement seul avec ses petites misères. Des modifications dans l'orientation des programmes de transport devront se produire pour que certaines propositions d'aménagement se réalisent.

Finalement, au niveau politique, il y a lieu de s'interroger sur la volonté d'engager le processus de planification. L'Amérique du Nord est le terrain de prédilection du libéralisme économique et l'utilisation du sol y a toujours été déterminée par les forces du marché. La province de Québec n'échappe pas à la règle et la mise en application d'un tel schéma nécessiterait des modifications profondes aux comportements de l'ensemble de la collectivité; sur une si brève période, il serait surprenant que cela se produise.

Quoiqu'il en soit, même si l'application intégrale des propositions d'aménagement nous semble pratiquement impossible, il n'en demeure pas moins que certaines d'entre elles seront plus susceptibles d'attirer l'attention des pouvoirs publics et ainsi modifier l'urbanisation future de la région: déconcentration de l'emploi administratif, transport en commun, préservation et rénovation des vieux quartiers, espaces verts, etc.

4.2 La localisation future de la population et de l'emploi

Cette section a pour objet de déceler dans quelle direction s'orientera le développement de la région, i.e. quelles sont les zones de l'espace urbain les plus susceptibles d'être attractives pour la population et l'emploi. De nombreux modèles[36] ont été développés pour répartir la croissance à l'intérieur d'une zone urbaine; quoique difficilement applicables, ils permettent toutefois de mettre en relief les variables importantes affectant les décisions de localisation. Il s'agira d'identifier ces variables et de voir dans quelle mesure elles influenceront

---

(36) MERLIN, Pierre, Modèles d'urbanisation. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région parisienne, Paris. Ce document donne un bref aperçu des modèles de croissance urbaine développés aux ETATS-UNIS et en EUROPE.

le développement de la région.

4.21 La localisation future de l'emploi

4.211 L'emploi industriel

De nombreux facteurs entrent en ligne de compte lorsqu'il s'agit de prévoir la localisation future d'une industrie à l'intérieur d'une zone urbaine. La prise en considération de toutes ces variables s'avère difficile mais, en se servant des tendances passées et de certains facteurs spécifiques à la région, il sera quand même possible de se faire une idée assez précise des orientations du développement industriel à l'intérieur de la région de Québec.

4.2111 Les facteurs de localisation industrielle.

Le prix du sol, le dynamisme de la zone, les infrastructures d'accueil, la capacité des sols, la disponibilité d'espaces et l'accessibilité au marché, à la main-d'oeuvre, aux autres entreprises, aux services offerts par le centre-ville, à certains services de transport (port, aéroport) sont les facteurs reconnus comme étant déterminants dans le choix d'une localisation à l'intérieur d'une zone urbaine. Il serait téméraire d'évaluer, pour chacun des espaces industriels, l'importance de ces variables; en effet, tout dépendant du type d'activité considérée, l'une ou l'autre de ces variables sera déterminante dans le choix de localisation de l'entreprise. Certaines, par contre, ont un rôle mineur dans la région; ainsi, au niveau des infrastructures d'accueil, la description des espaces industriels a montré que les mêmes équipements et services étaient offerts dans presque toutes les zones et,

pour celles où il y a des déficiences, on s'attend à ce qu'elles soient comblées au cours des prochaines années. D'autre part, la disponibilité d'espace et les prix du sol éliminent les zones qui sont situées à proximité du centre-ville parce que les prix y sont élevés et que dans la majorité des cas, le taux d'occupation dépasse 80%.

La capacité portante du sol est un facteur qui joue seulement dans le cas d'industries lourdes et, à l'heure actuelle, il est peu probable que des entreprises de ce type s'implantent dans la région.

Ainsi, pour la région de Québec, les facteurs qui devraient avoir une influence sensible sur la localisation future de l'industrie seraient l'accessibilité et le dynamisme démontré par la zone.

4.2112 Les zones à potentiel industriel élevé

L'accessibilité, pour l'entreprise, se conçoit en fonction des avantages fournis par l'agglomération urbaine: bassin de main-d'oeuvre, dimension du marché, facilité d'approvisionnement, qualité et diversité des services spécialisés (recherche, gestion, transport). Selon ses besoins, l'entreprise se localisera à proximité des services qui lui sont le plus nécessaire

Le centre-ville est le lieu de prédilection pour la localisation d'un grand nombre de ces services et l'accessibilité à celui-ci sera donc recherchée par la majorité des entreprises. Comme nous l'avons déjà mentionné, la configuration du réseau de transport favorise nettement l'ouest de l'agglomération. De nombreuses voies de circulation rapide desservent cette zone, accroissant ainsi son potentiel industriel.

Pour bénéficier d'économies externes, l'entreprise peut également vouloir se localiser à proximité des zones où existent déjà un certain nombre d'industries, contribuant ainsi à accroître la concentration d'emplois dans les secteurs où des entreprises sont déjà implantées. Ainsi, les axes industriels majeurs de la région (boulevard Charest et autoroute 20) seraient susceptibles d'accueillir un nombre encore plus élevé d'emplois à l'avenir.

Sur la rive-sud, les zones situées à proximité du pont Pierre Laporte seront également avantagées. L'accessibilité au centre-ville y est satisfaisante et ces emplacements jouissent d'une position privilégiée étant localisés à l'intersection des axes routiers nord-sud et est-ouest. Dans ce territoire, il serait plausible de s'attendre à un développement industriel intéressant étant à la jonction de l'autoroute de la Beauce (région jouissant d'une bonne base industrielle) et de l'autoroute 20.

Le dynamisme antérieur vient également accentuer les pressions pour le développement industriel à l'ouest. En effet, St-Romuald et Ste-Foy ont connu une forte croissance industrielle au cours des dernières années et cette situation pourrait se prolonger à l'avenir, si la région devenait plus attractive pour l'industrie.

4.2113 Les projets spécifiques

Les tendances probables de localisation que nous avons dégagées au point précédent ne tenaient pas compte de certains projets qui ont été proposés pour améliorer la structure industrielle de la région, à savoir le développement d'un complexe industrialo-portuaire et l'implantation d'une aluminerie. Si ces projets se réalisent, leur localisation pourra entraîner des modifications à la structure urbaine

de la région.

Pour ce qui est du complexe industrialo-portuaire, son implantation se ferait à proximité des installations du port de Québec et nécessiterait l'aménagement des battures de Beauport.

La localisation de l'aluminerie fait encore l'objet de discussions et son emplacement exact n'est pas encore déterminé. Les premières études proposaient St-Augustin mais, à cause des répercussions sur l'environnement et le patrimoine, ce choix n'a pas fait l'unanimité au sein de la population et des divers groupes intéressés. Lauzon semblerait un choix plus propice parce que les effets néfastes sur l'environnement y seraient limités et que ce site possède la majorité des avantages reconnus à St-Augustin. Par contre, sa position assez excentrique par rapport à l'agglomération québécoise pourrait entraîner des coûts supplémentaires pour l'entreprise.

. 4.212 Les espaces commerciaux

La structure commerciale de la région de Québec ne devrait pas subir de modifications profondes au cours des prochaines années; on assistera plutôt à la consolidation des grands espaces structurants: Places Laurier et Ste-Foy, Place Fleur-de-Lys, quartier St-Roch et les Galeries Chagnon à Lévis. L'évolution future de ces centres est conditionnée, en grande partie, par les modifications au réseau de transport, la disponibilité d'espace et la croissance de la population et de ses revenus à l'intérieur de la zone d'influence.

Le complexe Places Laurier et Ste-Foy constitue présentement le plus

vaste espace commercial de la région et son aire d'influence s'étend à toute l'agglomération québécoise. Cependant, sa croissance future, en termes de superficie de vente, peut être compromise par une faible disponibilité d'espaces.

Les perspectives de croissance pour le quartier St-Roch, malgré quelques intitiatives heureuses, ne sont pas très bonnes; tout au plus peut-il espérer maintenir sa position actuelle dans la structure commerciale du Québec métropolitain. En effet, il doit subir de plus en plus la concurrence des centres d'achats périphériques qui en plus d'une accessibilité meilleure, disposent de facilités de stationnement qu'on ne retrouve pas à proximité du centre-ville.

Bien que disposant de possibilités physiques d'expansion, Place Fleur-de-Lys peut voir sa croissance compromise face à la concurrence potentielle de nouveaux développements commerciaux. L'ouverture du boulevard de la Capitale a créé en effet, des zones à fort potentiel commercial, particulièrement à l'intersection des boulevards Laurentien et de la Capitale.

Finalement, les centres d'achats regroupés autour du rond-point à Lévis pourraient bien ressentir quelques séquelles de l'ouverture de l'autoroute de la Beauce puisque celle-ci améliorera l'accessibilité des centres Laurier et Ste-Foy sur la rive-sud, en direction de la Beauce. Cependant, il y a lieu de se demander si l'aire d'influence des centres d'achats de Lévis s'étend jusque-là; en effet, selon Brunner[37], un centre d'achats retrouve de 70 à 75% de ses clients dans un rayon de 5 minutes et c'est à une distance maximum de 15 minutes qu'un centre commer-

---

(37) BRUNNER, J.A. et J.L. Mason, The influence of driving time upon shopping center preference, ds Journal of marketing, avril 1968, Vol 32, no 2, p. 58

cial trouve la presque totalité de sa clientèle.

Somme toute, la physionomie commerciale de l'agglomération québécoise ne devrait pas subir de changements sensibles. Les centres d'achats qui exercent actuellement des fonctions régionales continueront à le faire à l'avenir. Les espaces les plus prometteurs en terme de potentiel commercial sont situés à proximité du boulevard de la Capitale, à la jonction des autoroutes Henri IV, du Vallon et surtout Laurentien.

4.213 L'emploi administratif

L'emploi administratif de la région est surtout concentré dans la fonction publique et la localisation future de ce type d'emploi dépendra évidemment des décisions gouvernementales.

Jusqu'à présent, les raisons qui ont été évoquées pour justifier la concentration de l'administration publique autour de la colline parlementaire avaient trait à l'efficacité qu'on voulait obtenir dans la fonction publique québécoise, en posant comme hypothèse que la proximité était l'une des conditions de l'efficacité. Si pour les cadres supérieurs, une localisation au centre-ville semble préférable à cause de communications plus faciles entre ministères et avec l'entreprise privée,* la situation n'est plus la même en ce qui concerne d'autres catégories d'emploi de la fonction publique. On peut en effet s'interroger sur les avantages que retirent certains services gouvernementaux d'une localisation au centre-ville.

---

* Le développement des moyens de communication pourra par contre modifier sensiblement cet état de fait.

Il faut cependant ajouter qu'une certaine déconcentration commence à se manifester en particulier vers Ste-Foy. Ainsi, à Pointe Ste-Foy, un édifice pouvant loger 3,000 emplois est en construction pour le ministère du Revenu. Il est évident qu'une politique de déconcentration de l'emploi administratif public ne pourrait que favoriser l'application des propositions d'aménagement. De plus, les décisions de localisation de l'administration provinciale influence également la localisation de certaines entreprises privées. En effet, de nombreuses firmes de recherches, d'informatique de publicité tendent à se situer à proximité des édifices du gouvernement provincial puisque celui-ci constitue leur meilleur client.

4.22 La localisation future de la population

Sous ce chapitre, nous tenterons de distribuer l'ensemble de la population de 1986 par secteurs (4), puis nous déterminerons les zones réceptrices de nouveaux développements résidentiels sur la rive-nord.

La population de notre région d'étude devrait augmenter de 120,242 personnes au cours des 12 prochaines années (voir chapitre 1.11) de sorte qu'en 1986, elle oscillera autour de 638,500 personnes. De prime abord, nous supposerons que le stock actuel de logements sera maintenu, c'est-à-dire que tout logement détruit sera reconstruit, sinon sur le même site, tout au moins dans le même arrondissement. Ainsi, notre tâche consiste à localiser les nouveaux logements qui devront être bâtis pour combler les besoins croissants de logements dû à la baisse du nombre de personnes par ménage et à l'accroissement démographique de la région.

4.221 Distribution de la population par secteurs :

4.2211 Rive-sud

La population sur la rive-sud totalisait 58,766 personnes en 1974 et nous l'estimons entre 70,000 et 72,000 en 1986. Les raisons qui justifient notre évaluation sont:

1 - le non-dynamisme des villes de Lévis-Lauzon aux points de vue industriel et démographique (taux de croissance en baisse depuis 1961);

2 - la période de récupération après l'ouverture du pont Pierre Laporte est terminée ou presque;

3 - le dynamisme industriel de la zone Saint-Romuald;

4 - le potentiel industriel élevé de la zone Saint-Romuald (carrefour autoroutier, parcs aménagés, voie ferrée, proximité de Québec);

5 - la perte d'année en année du rôle de pôle régional par la ville de Lévis (facilité de communication avec la rive-nord).

Pour ces raisons, nous prévoyons que l'augmentation de la population au cours des 12 prochaines années sera égale à celle des 13 dernières années (1961-1974) et que la zone Saint-Romuald devrait croître plus rapidement que la zone Lévis-Lauzon.

TABLEAU 57: Population de la rive-sud.

Années	1961	1966	1971	1974	1986
Population	45024	51261	54842	58766	71000
Taux de croissance annuel	2.77	1.40	2.39	1.73	
en %	2.34				

4.2212 Ile d'Orléans

La zone de l'Ile d'Orléans se caractérise par un très faible taux de croissance démographique depuis 1961 et notamment depuis 1971, de sorte que la population ne s'est accrue que de 521 personnes entre 1961 et 1974. A cette date, la population était de 5,495 âmes.

Cependant, nous croyons que cette zone est vouée à un avenir plus prometteur en matière de développement résidentiel; car les municipalités de Beaulieu et Saint-Pierre seront plus accessibles grâce à l'autoroute Dufferin-Montmorency et incessamment par une jetée entre la rive-nord et l'île.

Donc, malgré les restrictions gouvernementales face à la construction domiciliaire sur l'Ile d'Orléans depuis le début des années 1970, nous croyons qu'au recensement de 1986, on y enregistrera aux environs de 6,000 personnes.

TABLEAU 58: Population de l'Ile d'Orléans.

	1961	1966	1971	1974	1986
Population	4,974	5,268	5,435	5,495	6,000
Taux de croissance annuel en %	1.18	0.63	0.37		0.77
	0.81				

4.2213 Côte de Beaupré

La population de la Côte de Beaupré ne s'est accrue que très légèrement depuis 1961 de sorte qu'en 13 ans, le nombre d'habitants est passé de 6,756 à 7,094. Cependant, malgré les faibles taux de croissance depuis 1961, la population de cette zone devrait atteindre 8,000 personnes en 1986, principalement à cause d'une meilleure accessibilité (Saint-Jean-de-Boischatel en particulier) de cette zone par l'autoroute Dufferin-Montmorency et de la demande croissante de terrains résidentiels.

TABLEAU 59: Population de la Côte de Beaupré.

	1961	1966	1971	1974	1986
Population	6756	6868	6998	7094	8000
Taux de croissance annuel en%	0.32	0.38	0.46	1.06	
	0.38				

4.2214 Rive-nord

La population sur la rive-nord totalisait 446,903 personnes en 1974 et elle devrait atteindre environ 553,500 personnes en 1986. Cette estimation se base sur les faits suivants:

- potentiel résidentiel élevé;
- localisation de la majorité des emplois tant industriels,

qu'administratifs et commerciaux;

- préférence marquée des gens pour résider sur la rive-nord.

TABLEAU 60 : Population de la rive-nord.

	1961	1966	1971	1974	1986
Population	324,628	380,329	420,841	446,903	553,500
Taux de croissance annuel en %	3.43		2.13	2.06	1.99
	2.90				

4.222 Distribution de la population de la rive-nord par zone

Le territoire de la C.U.Q. offre une diversité de choix intéressants en termes de localisation résidentielle. C'est pourquoi, nous tenterons de localiser les nouveaux lieux de résidence avec une plus grande précision. Pour ce faire, nous employerons la liste des projets domiciliaires connus et retenus comme probables et intéressants par la C.A.C.U.Q.(38) ainsi que les potentiels résidentiels identifiés par ce même organisme et les lignes isochrones établies entre août et octobre 1975 à partir du Parlement et du centre-ville de Sainte-Foy.

En janvier 1975, il y avait 135,419 logements sur le territoire de la C.U.Q. (incluant les municipalités de Lorette et de Saint-Michel-

(38) C.A.C.U.Q., Schéma d'aménagement de la C.U.Q., annexe technique, habitation, août 1975, p. 182 et ss.

-Archange) et les besoins en 1986 seront de 184,167 logements à raison de 3.0 personnes par ménage. Donc, les besoins en nouveaux logements sont de 48,748 unités et nous connaissons la localisation de 31,800 d'entre eux (projets retenus, voir annexe V), ce qui en laisse 16,948 à distribuer.

La répartition de ces nouveaux logements devrait être la suivante: 8,500 partie ouest (Sainte-Foy), 3,000 au centre (Québec), 1,000 partie nord-ouest (Le Bourgneuf) et 4,400 partie est (Beauport-Charlesbourg).

Cet apport de nouveaux logements portera la limite de l'urbanisation en termes de temps de parcours à partir de la colline parlementaire à 24 minutes vers l'ouest (Sainte-Foy), 27 minutes au nord-ouest (Val-Bélair), 30 minutes au nord (Charlesbourg) et à 27 minutes à l'est (Rivière Montmorency et pointe de l'Ile d'Orléans). Quant au centre-ville de Sainte-Foy, il sera distant des limites ouest de 12 minutes, nord de 18 minutes (Val-Bélair, Loretteville), nord-est (Charlesbourg) de 18 minutes et est (Beauport) de 21 minutes (Voir cartes 6 et 7).

La répartition des nouveaux logements déjà connus ou non sera donc:

aire	Projets connus	autres	total	Potentiel établi par la C.A.C.U.Q. (39)
Partie ouest	12,180	8,500	20,680	22,680
Partie centre	6,000	3,000	9,000	9,000
Partie nord-ouest	11,620	1,000	12,620	21,620
Partie est	2,000	4,400	6,400	11,600
Total	31,800	16,900	48,700	64,900

(39) Idem

3.225 Synthèse

La distribution spatiale des 638,500 personnes résidant sur notre territoire d'étude sera comme suit en 1986:

Rive-nord:	nombre	%
Partie ouest	160,200 (1)	25.1
Partie centre	156,100 (2)	24.4
Partie nord-ouest	116,600 (3)	18.3
Partie est	120,800 (4)	18.9
Total	553,700	86.7%
Rive-sud	71,100	11.1
Ile d'Orléans:	6,000	0.9
Côte de Beaupré:	8,000	1.3

(1) A raison de 3.1 personnes/ménage

(2) " de 2.5 " "

(3) " de 3.5 " "

(4) " de 3.3 " "

4.3 Impacts du développement urbain sur l'agriculture

Nous ne relèverons ici que les espaces agricoles d'intérêt (voir chapitre 3.13) réquisitionnés pour l'urbanisation. Bien entendu, les impacts du développement urbain se feront aussi ressentir sur des

terres agricoles peu rentables (aujourd'hui) par la construction d'immeubles ou une farouche spéculation (abandon de la culture). Cependant, ces terrains n'offrent que peu de potentiel agricole, ce qui minimise les impacts négatifs.

Les secteurs agricoles d'intérêt primordiaux ou non qui seront affectés par l'urbanisation d'ici 1986 sont localisés:

1 - à la jonction du boulevard Henri IV et de la route 369 dans la municipalité de Neufchatel;
2 - au nord du boulevard de la Capitale dans la municipalité de Beauport entre la rue Seigneuriale et l'avenue Bourg-Royal;
3 - le long de la route 369 entre la rue Seigneuriale et l'avenue Bourg-Royal;
4 - le long des routes 138 et 360 dans les municipalités de Saint-Jean-de-Boischatel;
5 - dans les municipalités de Beaulieu et Saint-Pierre de l'Ile d'Orléans près du pont de l'Ile.

Pour l'ensemble de l'agriculture régionale, les dommages seront plus considérables dans les secteurs de Beauport car les cultures qui y sont pratiquées sont difficilement relocalisables, contrairement à la production laitière.

4.4 Déplacements inter-rives

4.41 Les facteurs influençant la génération des déplacements.

La génération actuelle et future des déplacements est fonction des 3 grands facteurs suivants:

" 1 - le "pattern" d'utilisation du sol de l'aire urbaine, incluant la localisation et la densité d'occupation (Partie II, chapitre 1.0, 3.0, 4.0)

2 - le type et l'extension des facilités de transport dans l'aire urbaine (Partie II, chapitre 2.0)

3 - les diverses caractéristiques économiques et sociales de la population"(40)

Les deux premiers facteurs ont été traités dans les chapitres précédents. Parmi les caractéristiques économiques et sociales de la population, le taux de possession d'automobile ressort comme la plus importante. Cette caractéristique est influencée par le revenu des ménages, par les coûts de transport et les politiques gouvernementales. Ainsi, lorsque le revenu d'une population augmente, le taux de possession d'automobile a tendance à croître lui aussi.

Les coûts de transport (achat, essence, entretien, stationnement) par automobile ont eux aussi d'importants effets sur la possession d'une automobile. En milieu densément peuplé, les coûts seront généralement plus élevés à cause de la congestion de la circulation, du temps de déplacement et des difficultés et du coût de stationnement de sorte que ce mode de transport, comparé aux substituts possibles, devient moins intéressant. Donc, une forte densité de population aura tendance à réduire le nombre d'automobiles.

Les politiques gouvernementales quant à elles, s'exercent par le

---

(40) FINNEY, Nigel D.: Trip distribution models, ds Catanese New perspectives in urban transportation research, Lexington books, 1972, p. 64

biais des taxes (à l'achat, sur l'essence et les réparations), des immatriculations, des permis de conduire, de la construction de routes et autoroutes.

Cependant, Martin, Memmatt III et Bone[41] citent d'autres variables affectant la génération des déplacements. Ce sont: le but du voyage, la distance du lieu d'origine au centre des affaires, la durée du trajet, le mode de transport, le taux d'occupation de l'automobile et l'heure du jour.

Malheureusement, mettre les variables ci-haut mentionnées en relation afin de déterminer le taux de possession d'automobile, s'avère pratiquement impossible. Cependant, nous pouvons avancer que la croissance de ce taux devrait être moins forte qu'elle ne l'a été auparavant, particulièrement dans les zones fortement urbanisées où les coûts d'utilisation sont plus élevés.

4.42 Prévisions des déplacements inter-rives en 1986

Nos prévisions des déplacements sont basées sur la distinction entre les déplacements dits provinciaux ou régionaux et ceux dits locaux, car la croissance future des déplacements se fera différemment selon le type. Le ministère des Transports évaluait pour l'année 1972 que:

1 - "la circulation extérieure à la région étudiée, soit en provenance, soit en destination, ne représente que 7.1% de la circulation totale traversant le fleuve;

2 - la circulation extérieure-intérieure ou vice-versa représente 48.4% du total de la circulation;

---

(41) MARTIN, B.V., F.W. Memmott et A.J. Bone, Principles and techniques of predicting future demand for urban area transportation, M.I.T. Report no 3, 1967, p. 77

3 - la circulation intérieure-intérieure, par conséquent locale, représente 44.5% de la circulation totale."(42)

Ainsi, il apparaît que la circulation totale ne représente que 44.5% comparativement à 55.5% pour le trafic régional.(43)

Nos prévisions ne s'appliquent qu'au nombre de véhicules traversant le fleuve sur les ponts existants, soit le pont de Québec et le pont Pierre Laporte. Nous avons omis intentionnellement la traverse Québec-Lévis parce qu'il aurait fallu faire appel au concept de déplacement plutôt qu' à celui du nombre de véhicules. De plus, la traverse aurait pratiquement atteint la capacité de service D en 1973, car, il y avait 2,250 véhicules qui l'empruntaient par jour moyen annuel sur une capacité de 2,600 au niveau D. Donc, ce n'est pas le peu de véhicules supplémentaires que pourrait absorber la traverse (350) par jour moyen annuel qui rétablira pour un long laps de temps les facilités de transport entre les deux rives. De plus, il est favorablement proposé de convertir complètement la traverse en un mode de transport en commun et de la conserver jusqu'à ce qu'il y ait un meilleur service centre-à-centre entre Québec et Lévis, car, en 1972, près de 72% de sa clientèle est captive des transports en commun.(44)

Enfin, nous présenterons nos prévisions sous forme de 3 hypothèses tenant compte soit des tendances passées (haute), soit des estimations de

---

(42) Ministère des Transports, Région de Québec, Lien rive-nord - rive-sud, janvier 1973, p. 44

(43) Selon la source ci-haut mentionnée, ces données de la circulation seraient valables pour plusieurs années.

(44) DE LUC, Etude de transport Québec-Lévis, pour le ministère des Transports, janvier 1973, p. 66

croissance minimale (basse), soit des plus fortes probabilités de réalisation compte tenu du développement et de l'aménagement de la région.

4.4221 Hypothèse haute

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la circulation régionale représente 55.5% du trafic inter-rives. Celle-ci devrait croître à un rythme de 7% par année si l'on se fit aux tendances observées par le passé.(45) Par contre, la circulation locale s'accroîtrait de 9.09% par année si la tendance se perpétue. Le tableau suivant montre la tendance du rapport du nombre de véhicules traversant le fleuve sur les ponts entre 1961 et 1974 par habitant de la région.

TABLEAU 61: Rapports du nombre de véhicules traversant le fleuve sur les ponts entre 1961 et 1974 par habitant de la région.

Année	Population	Véhicules	Rapport	
			circulation totale	circulation locale
1961	369,652	18,984	0.0513564	0.0228535
1966	431,590	27,059	0.062696	0.0278997
1971	475,525	40,895	0.0859996	0.0382698
1974	505,669	56,659	0.1120476	0.0498611

Ainsi, 4.98% de la population de la région* traverserait le fleuve une fois par jour et, si le taux de croissance était le même d'ici 1986, 10.4% de la population ferait le même trajet à cette date.

---

* Le terme région comprend le territoire de la région d'étude moins l'Ile d'Orléans et la Côte de Beaupré qui n'entrent que très légèrement dans la circulation locale inter-rives.

(45) Ministère des Transports, op. cit.

L'hypothèse haute s'énoncerait donc comme suit:

circulation régionale (55.5% de 56,659) x 7% pendant 12 ans = 31,446

x 7% pendant 12 ans = 66,189

circulation locale: 624,500 personnes de la région x 10.4% = 65,106

circulation totale 131,295 véhicules

taux de croissance annuel moyen de 10.9

Cette hypothèse est considérée comme haute parce qu'elle perpétue les tendances passées alors que le taux de croissance était élevé principalement à cause de la forte augmentation du taux de possession d'automobiles et du désir de voyager et elle ne tient pas compte de la hausse des coûts de transport (achat, réparation, essence, assurance, congestion, stationnement). De plus, cette hypothèse indiquerait une intégration très rapide de la rive-sud à la rive-nord. Ce dernier énoncé semble peu probable compte tenu du développement différent de la rive-sud par rapport à la rive-nord et la presqu'autosuffisance de la rive-sud tant dans les domaines de l'emploi et des services que des achats, exception faite du secteur de Saint-Romuald dans ce dernier cas.

En fonction de cette hypothèse, nous considérons que le nombre maximum de véhicules qui traverseront le fleuve sur les ponts actuels sera de 131,295 et ce pour les raisons suivantes:

1 - "quand les volumes de déplacement augmentent les taux de croissance ont généralement tendance à baisser;

2 - il semble que la période de croissance rapide du taux de possession d'automobile soit révolue;"(46)

3 - la période de rattrapage suivant l'ouverture du pont Pierre Laporte est révolue.

---

(46) DE LUC, Transport en commun, Québec-Lévis, Etude de pré-factibilité, ministère des Transports, 1974

4.422 Hypothèse basse

L'hypothèse basse au contraire de la précédente, illustre la situation la plus pessimiste. Elle serait réelle si, par exemple, les coûts de transport devenaient tels que la possession d'une automobile soit presqu'un grand luxe ou que les transports en commun deviennent très attractifs. Quoiqu'il en soit, la situation ci-dessous mentionnée est peu probable, notamment au niveau de la circulation régionale car ce serait postuler une augmentation moins rapide des échanges inter-régionaux alors que les régions du Québec deviennent de moins en moins autosuffisantes.

L'hypothèse basse prévoit une augmentation annuelle de 4% pour la circulation régionale et un taux de "traversée" de 7% pour le trafic local.

circulation régionale: 31,446 x 4% pendant 12 ans = 48,409

circulation locale: 624,500 x 7% pendant 12 ans = 43,715

circulation totale: 92,124

taux de croissance annuel moyen: 5.2%

4.423 Hypothèse moyenne

Comme nous l'avons mentionnée ci-haut, il est fort probable que la réalité se situe entre les hypothèses haute et basse de sorte que la situation pourrait être la suivante:

circulation régionale: 31,446 x 5.5% pendant 12 ans = 56,668

circulation locale: 624,500 x 8.5% pendant 12 ans = 53,082

circulation totale: 109,750

taux de croissance annuel moyen = 7.8%

4.43 Conclusion

Il est vraisemblable que le nombre de véhicules traversant le fleuve Saint-Laurent sur les ponts Pierre Laporte et de Québec sera tel que le niveau de service sera soit au palier E ou un peu plus dans le cas de l'hypothèse haute. Si les autorités gouvernementales veulent offrir au public un niveau de service D, il faudra prévoir un nouveau pont, soit pour 1986 dans le cas où l'hypothèse haute se réaliserait, soit pour 1988-89 dans le cas de l'hypothèse moyenne, soit pour 1993 dans le cas de l'hypothèse basse. Bien entendu, si le niveau de service était abaissé comme cela a été fait durant les années 1963 à 1970 sur le pont de Québec, la construction d'une nouvelle infrastructure de transport inter-rives en serait retardé d'autant.

En somme, un nouveau pont reliant les rives du fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Québec ne serait pas nécessaire avant 1986 et probablement pas avant 1990; de plus, le doublement des traversiers retarderait de 3 ans le besoin de nouvelle infrastructure.(47)

---

(47) Idem, p. 50

4.5 Synthèse des perspectives d'urbanisation

Le fort développement qu'a connu l'ouest de l'agglomération québécoise pendant les années 60 influencera considérablement l'urbanisation à venir. En effet, les facteurs qui à l'époque, étaient à la base de cette croissance sont toujours présents et à cela s'ajoute un pouvoir d'attraction plus grand occasionné par le dynamisme antérieur de ces zones.

La localisation de l'emploi tant industriel qu'administratif ou commercial continuera à se faire selon les tendances observées dans le passé. Les deux axes industriels majeurs que nous avons identifiées constitueront encore le choix d'implantation privilégiée des nouvelles entreprises. Le développement d'un complexe industrialo-portuaire ne ferait qu'étendre l'axe Charest vers l'est alors que l'implantation d'une aluminerie dans la région se ferait en bordure de l'un ou l'autre des axes industriels prédominants.

La structure commerciale de la région devrait passer par une phase de consolidation au cours des prochaines années. Il faut par ailleurs s'attendre à des développements commerciaux le long du boulevard de la Capitale, aux points de jonction avec les autoroutes.

La localisation future de l'emploi administratif est celle qui peut avoir le plus de répercussions sur l'aménagement global de la région. Jusqu'à présent, on a assisté à une concentration très forte des édifices administratifs au centre-ville, engendrant ainsi des problèmes sérieux de circulation et de stationnement. Pour remédier à cela, les propositions d'aménagement recommandent de déconcentrer ce type d'emploi vers les centres

secondaires, ce qui aurait pour effets de viabiliser les équipements urbains et d'éviter le développement en tache d'huile.

La croissance de la population devrait, encore une fois se manifester avec plus d'acuité sur la rive-nord bien que la zone de St-Romuald puisse connaître un taux de croissance comparable à cause de son dynamisme industriel et du potentiel élevé qu'on y retrouve pour la localisation de nouvelles entreprises (carrefour autoroutier). Sur la rive-nord, les parties ouest et nord-ouest continueront à accaparer une bonne partie de la croissance de l'agglomération québécoise. Ainsi, pour ces deux zones, on prévoit la construction de plus de 30,000 logements. Il était difficile pour la prévision de la distribution future de la population de tenir compte des deux projets industriels majeurs proposés pour renforcer la structure économique de la région. L'implantation d'un complexe industrialo-portuaire à proximité du port de Québec serait sûrement un atout pour le développement de la Côte de Beauport. La même remarque peut s'appliquer pour l'aluminerie, surtout si elle est localisée à Lauzon. Par contre,ces projets n'affecteraient que très peu la distribution de la population que nous avons établie; les zones d'implantation seraient sûrement le site de localisation de nouveaux résidents qui proviendraient non pas de la région immédiate de Québec, mais d'autres régions.

Les effets de l'urbanisation sur l'agriculture seront dommageables surtout dans le secteur de Beauport parce que l'on y pratique la culture maraîchère qui est difficilement relocalisable comparativement à d'autres types de culture.

La pression de l'urbanisation vers l'ouest va également se répercuter sur les déplacements inter-rives. En effet, Ste-Foy est sur le point de devenir un pôle majeur d'attraction par la qualité de ses équipements et services, accroissant ainsi sa zone d'influence sur la rive-sud. L'ouverture de l'autoroute de la Beauce va accentuer ce mouvement, alors que l'autoroute 40 sur la rive-nord sera susceptible de drainer une certaine partie de la circulation allant vers Montréal.

PARTIE III

LES IMPACTS D'UN LIEN INTER-RIVES VIA L'ILE D'ORLEANS

L'utilité du lien inter-rives via l'Ile d'Orléans peut être envisagée sous deux aspects: en premier lieu, il s'agira de voir si sa réalisation va permettre une nouvelle répartition des déplacements inter-rives de sorte que le niveau de service offert aux usagers puisse être satisfaisant et, comme deuxième aspect, si sa construction va favoriser un développement régional et urbain qui soit compatible avec le mieux-vivre de l'ensemble de la population.

L'image synthétique de l'urbanisation de la région que nous avons dégagée dans la deuxième partie facilitera la détermination des impacts du lien et leur localisation dans l'espace régional. Le premier chapitre traitera des impacts sur la circulation et permettra de voir si la nouvelle liaison diminuera la congestion prévisible des ponts actuels. En second lieu, nous examinerons les implications du lien inter-rives sur l'utilisation du sol des zones attenantes et nous proposerons, au troisième chapitre, des aménagements techniques qui pourraient atténuer les impacts les plus négatifs sur l'utilisation du sol. Finalement, nous nous interrogerons sur les implications du lien sur le développement global de la région de Québec.

1. Impacts sur la circulation

Ce chapitre sera consacré aux impacts sur la circulation d'un lien inter-rives via l'Ile d'Orléans. Nous verrons comment il s'intégrerait au réseau routier régional et quels seraient ses implications sur la circulation inter-rives. Nous examinerons aussi les effets d'un tel lien inter-rives sur l'accessibilité des résidents de la rive-sud au centre-ville de Québec. Enfin, nous dégagerons les avantages d'un lien pour la création de circuits touristiques organisés ou non.

1.1 Intégration au réseau routier

Un lien via l'Ile d'Orléans serait le parachèvement logique du réseau autoroutier périphérique de la région de Québec. En effet, il compléterait le quadrilatère formé par le boulevard Henri IV (75), l'autoroute de la Capitale (40) et l'autoroute trans-canadienne (20). De plus, il remplacerait avantageusement le pont de l'Ile d'Orléans, maintenant désuet et nécessitant continuellement des réparations.

1.2 Distribution de la circulation inter-rives

Nous avons réparti le trafic du jour moyen annuel de 1986 (selon l'hypothèse moyenne), sur les ponts actuels (axe ouest) et sur celui qui serait construit via l'Ile d'Orléans (axe est). Pour ce faire, nous avons premièrement calculé la distance via les deux axes (tableaux 62 et 63) entre les centroïdes* des zones (carte 19) pour lesquelles nous avions des données sur l'origine et la destination des déplacements inter-rives; puis nous avons assigné un trajet entre chaque zone, en prenant comme cri-

---

* Intersection routière importante au centre d'une zone.

tère de base, la distance la plus faible. (tableaux 64 et 65)
A partir de cette répartition des trajets, nous avons distribué le nombre de véhicules traversant le fleuve selon l'enquête origine-destination de 1966 remis à jour en 1973.(48)

Les résultats obtenus montrent que le trafic moyen que nous avons prévu se répartirait comme suit: 89,648 véhicules traversant le fleuve via les ponts actuels et 20,050 via l'Ile d'Orléans. (tableaux 66 et 67). Bien entendu, cette répartition ne présuppose aucune modification au "pattern" des origines-destinations. Cependant, la réalité devrait être différente, car il y aura inévitablement un rééquilibre des niveaux de service, de sorte que le débit moyen sur le lien via l'Ile d'Orléans sera plus élevé que 20,050 véhicules, d'autant plus que les "patterns" origine-destination devraient se modifier en relation directe avec les changements dans l'utilisation du sol.

1.3 Acessibilité aux centres-villes

1.31 Centre-ville de Québec

L'accessibilité au centre-ville de Québec via l'Ile d'Orléans en termes de distance ne serait accrue, dans les conditions de circulation de 1976, que d'environ 0.4 mille pour les gens de Lévis, de 4.2 milles pour ceux de Lauzon et de 9.0 pour ceux provenant de l'est du comté de Lévis. Pour toutes les autres provenances, un lien via l'Ile d'Orléans ne les rapprocherait pas du centre-ville de Québec.

---

(48) Idem p. 6

TABLEAU 62: Distances[1] via le Pont Pierre Laporte .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
41	17.5	19.4	20.2	21.7	24.6	23.5	20.9	20.1	18.0	14.3	14.7	12.6	12.9	16.2	17.8		23.1	
42	18.9	20.8	21.6	23.1	26.0	24.9	22.3	21.5	19.4	15.7	16.1	14.0	14.3	17.6	19.2		24.5	
43	14.7	16.6	17.4	18.9	21.8	20.7	18.1	17.3	15.2	11.5	11.9	9.8	10.1	13.4	15.0		20.3	
44	11.2	13.1	13.9	15.4	18.3	17.2	14.6	13.8	11.7	8.0	8.4	6.3	6.6	9.9	11.5		16.8	
45	8.9	10.8	11.6	13.1	16.0	14.9	12.3	11.5	9.4	5.7	6.1	4.0	4.3	7.6	9.2		14.5	
46	10.5	12.4	13.2	14.7	17.6	16.5	13.9	13.1	11.0	7.3	7.7	5.6	5.9	9.2	10.8		16.1	
50	13.3	15.2	16.0	17.5	20.4	19.3	16.7	15.9	13.8	10.1	10.5	8.4	8.7	12.0	13.6		18.9	
51	13.4	15.3	16.1	17.6	20.5	19.4	16.8	16.0	13.9	10.2	10.6	8.5	8.8	12.1	13.7		19.0	
52	23.4	25.3	26.1	27.6	30.5	29.4	26.8	26.	23.9	20.2	20.6	18.5	18.8	22.1	23.7		29.0	

(1) en milles

TABLEAU 63: Distances[1] via l'Ile d'Orléans.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
41	17.1	17.8	16.5	15.1	12.2	19.9	17.8	22.7	20.2	23.3	19.8	24.5	25.7	23.7	27.5		28.9	
42	14.7	15.4	14.1	12.7	9.8	17.5	15.4	20.3	17.8	20.9	17.4	22.1	23.3	21.3	25.1		26.5	
43	19.0	19.7	18.4	17.0	14.1	21.8	19.7	24.6	22.1	25.2	21.7	26.4	27.6	25.6	29.4		30.8	
44	19.1	19.8	18.5	17.1	14.2	21.9	19.8	24.7	22.2	25.3	21.8	26.5	27.7	25.7	29.5		30.9	
45	21.4	22.1	20.8	19.4	16.5	24.2	22.1	27.0	24.5	27.6	24.1	28.8	30.0	28.0	31.8		33.2	
46	22.4	23.1	21.8	20.4	17.5	25.2	23.1	28.0	25.5	28.6	25.1	29.8	31.0	29.0	32.8		34.2	
50	26.8	27.5	26.2	24.8	21.9	29.6	27.5	32.4	29.9	33.0	29.5	34.2	35.4	33.4	37.2		38.6	
51	25.9	26.6	25.3	23.9	21.0	28.7	26.6	31.5	29.0	32.1	28.6	33.3	34.5	32.5	36.3		37.7	
52	14.4	15.1	13.8	12.4	9.5	17.2	15.1	20.	17.5	20.6	17.1	21.8	23.	21.	24.8		26.2	

(1) en milles

TABLEAU 64: Origine - destination via les ponts actuels,

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	TOTAL
41	-	-	-	-	-	-	-	22	188	24	98	336	130	47	70	-	27	24	966
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	19	71	68	30	22	-	13	24	247
43	143	0	0	-	-	0	0	0	59	0	22	0	0	25	0	-	01	11	251
44	186	0	0	22	-	21	55	0	30	24	0	273	21	24	0	-	16	27	699
45	278	24	67	0	0	0	0	22	19	0	0	399	0	21	0	24	04	28	886
46	105	0	21	0	-	21	33	0	30	0	55	65	72	0	29	01	06	10	448
50	810	98	74	22	28	18	46	36	142	7	223	438	163	50	13	197	214	53	2632
51	625	56	105	36	15	10	41	15	140	12	129	299	117	16	19	62	35	74	1806
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	137	37	-	4	-	-	56	238
Total	2147	178	267	80	43	70	175	95	608	71	546	2018	608	213	157	284	316	297	8173

TABLEAU 65: Origine-destination via l'Ile d'Orléans.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	TOTAL
41	445	0	71	24	0	30	46	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	-	647
42	214	46	30	22	62	22	0	0	92	-	-	-	-	-	-	31	-	-	519
43	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0
44				-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	-	31
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
46	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
52	296	25	58	10	0	7	15	6	71	-	72	-	-	15	-	31	24		630
Total	955	71	159	56	62	59	61	6	163	0	72	0	0	15	0	124	24	0	1827

TABLEAU 66: Nombre de véhicules traversant le fleuve, en 1986, selon l'hypothèse moyenne, via les ponts actue

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	TOTAL
41	-	-	-	-	-	-	-	241	2063	263	1075	3687	1426	515	768	-	296	263	10597
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	208	779	746	329	241	-	142	263	2708
43	1569	0	0	-	-	0	0	0	647	0	241	0	0	274	0	-	10	10	2751
44	2041	0	0	241	-	230	603	0	329	263	0	2996	230	263	0	-	175	296	7667
45	3050	263	735	0	0	0	0	241	208	0	0	4378	0	230	0	263	43	307	9718
46	1152	0	230	0	-	230	362	0	329	0	603	713	790	0	318	10	65	109	4911
50	8889	1075	812	241	307	197	504	395	1558	76	2447	4806	1788	548	142	2161	2348	581	28875
51	6859	614	1152	395	164	109	449	164	1536	131	1415	3281	1284	175	208	680	384	812	19812
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	1503	406	-	43	-	-	614	2609
Total	23560	1952	2929	877	471	766	1918	1041	6670	776	5989	22143	6670	2334	1720	3114	3463	3255	89648

TABLEAU 67: Nombre de véhicules traversant le fleuve en 1986, selon l'hypothèse moyenne, via l'Ile d'Orléans.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	TOTAL
41	4884	0	779	263	0	329	505	-	-	-	-	-	-	-	-	340	-	-	7100
42	2349	505	329	241	680	241	0	0	1010	-	-	-	-	-	-	340	-	-	5695
43	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	
44	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	340	-	-	340
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
52	3249	274	637	110	0	77	165	66	779	-	790	-	-	165	-	340	263	-	6915
Total	10482	779	1745	614	680	647	670	66	1789	-	790	-	-	165	-	1360	263	0	20050
Grand Total	34044	2733	4675	1493	1152	1415	2591	1108	8462	779	6783	22148	6672	2502	1723	4476	3732		109745

Ce nouveau lien réduirait le temps de parcours entre Québec (centre-ville) et Lauzon (centre-ville) de près de 6 minutes en moyenne et de 3 à plus de 6 minutes entre Québec et Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévis et l'est de Lauzon (carte 6). Par contre, les gens de Lévis ne pourraient pas bénéficier d'une réduction de temps de parcours parce que cette municipalité se situe exactement à égale distance-temps de Québec quel que soit l'itinéraire choisi.

Cependant nous devons mentionner qu'en 1986, le niveau de service sur les ponts actuels sera tel que le temps de parcours via ceux-ci sera augmenté de sorte que le "breaking point" sera déplacé vers l'ouest. Ainsi, un lien à l'est de Lauzon sera à ce moment plus profitable aux résidents de Lévis-Lauzon que s'il était construit immédiatement. Par contre, le lien routier via l'Ile d'Orléans ne fera qu'accroître le trafic sur l'autoroute Dufferin-Montmorency et ainsi en diminuer le niveau de service. A propos de cette voie autoroutière, mentionnons que le niveau de service devrait être médiocre dès les premières années, car cette autoroute drainera une forte proportion du trafic de l'est de la rive-nord qui se fait présentement sur des voies telles le boulevard Sainte-Anne, la Canardière etc... De plus, il y aura inévitablement là comme ailleurs, une période de récupération, c'est-à-dire, une période où la croissance des déplacements en provenance ou vers l'est de l'agglomération de Québec (urbanisation) sera plus forte qu'au cours des dernières années. (Exemple: croissance rapide des déplacements sur le pont Pierre Laporte).

Ainsi, un pont via l'Ile d'Orléans ne pourra augmenter l'accessibilité des gens de l'est de la rive-sud au centre de Québec que très légè-

rement ou pas du tout à cause du faible niveau de service (capacité/véhicules) du réseau routier reliant Beauport à Québec. Bien entendu, les lévisiens pourront accéder à Beauport très rapidement; cependant, ce type de liaison (entre les gens de Beauport et Lévis) reste à créer; les destinations premières des gens de la rive-sud étant les centres-villes de Québec et de Sainte-Foy.

1.32 Centre-ville de Sainte-Foy

Un lien via l'Ile d'Orléans ne rapprocherait vraisemblablement pas les résidents de la rive-sud du centre-ville de Sainte-Foy tant au point de vue temps que distance (carte 7).

1.33 Accessibilité à l'Ile d'Orléans

Un pont inter-rives via l'Ile d'Orléans accroîtrait considérablement l'accessibilité à l'Ile d'Orléans. D'une part, la jetée entre la rive-nord et l'île remplacerait avantageusement le pont actuel de sorte que le temps de parcours entre la colline parlementaire et l'île serait raccourci de 16.6% passant de 30 à 24 minutes [49] (cartes 6 et 7). En plus, un niveau de service supérieur serait offert aux automobilistes en même temps qu'une réduction de la distance entre ces deux zones.

D'autre part, un tunnel vers la rive-sud créerait un lien inexistant et faciliterait l'accès, soit à l'île pour les gens de la rive-sud (de Montréal à Gaspé), soit inversement pour les insulaires.

De plus, les déplacements routiers seraient facilités, entre certaines régions du Québec par l'accessibilité à l'Ile d'Orléans. Ainsi la

---

(49) L'autoroute Dufferin-Montmorency raccourcirait ce parcours de 6 minutes.

Gaspésie serait plus proche de la sous-région de Charlevoix de près de 30 milles. Les échanges entre Montréal, Sept-Iles, Sherbrooke, Rivière-du-Loup, Chicoutimi, La Malbaie, etc., seraient facilités, étant donné qu'il ne serait plus nécessaire de traverser l'agglomération québécoise.

1.4 Circuits touristiques

Un lien via l'Ile d'Orléans s'intégrerait très bien au concept de circuit touristique entre Québec, Saint-Siméon, Rivière-du-Loup et l'Ile d'Orléans. Ce circuit aurait comme buts de prolonger le séjour des touristes dans la région de Québec et de permettre un essor touristique des régions de Charlevoix et du Bas Saint-Laurent.(50) Ce circuit sillonnerait les 3 zones touristiques importantes de la région administrative 03 autre que la ville de Québec.

De plus, ce nouvel investissement routier créerait un circuit de promenade pour les Québécois, en greffant au tour de l'Ile d'Orléans, la visite de la rive-sud. Ce nouveau parcours en forme de 8 comprend les routes 138 ou 360 ou 40, 368, 132 ou 20, et 73 (carte no 21). Ce circuit de promenade pourrait être utilisé avec intérêt par la population car la promenade en automobile est l'activité de plein-air la plus pratiquée par les Québécois.(51)

Conclusion

Un lien via l'Ile d'Orléans compléterait le réseau autoroutier périphérique tout en dégageant quelque peu les ponts actuels. Il accroî-

---

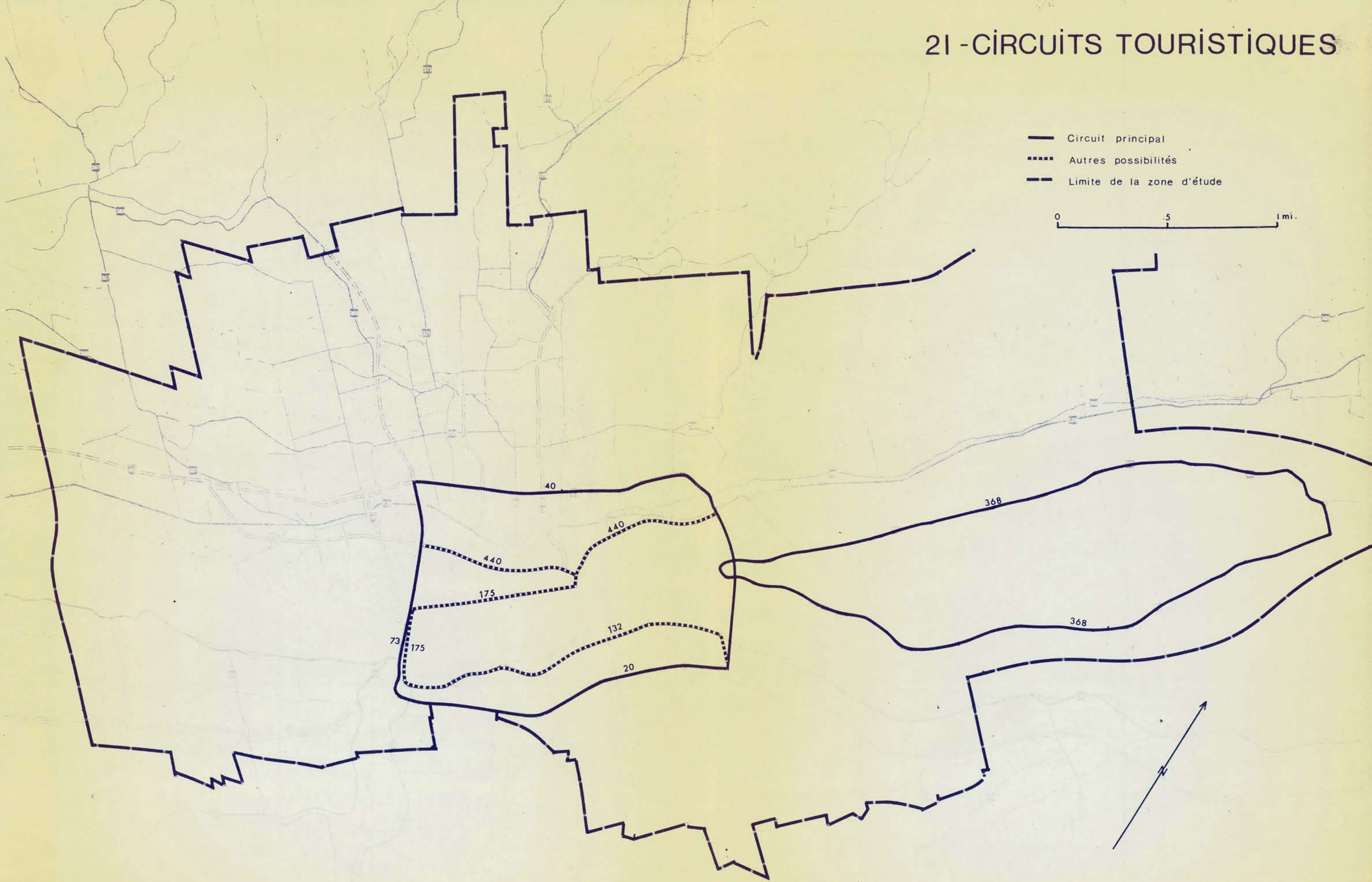
(50) L'étude de cadrage considère comme prioritaire la réalisation de ce circuit (Tourisme, p. 15)

(51) Selon l'enquête CROD en 1970, 69% de la population s'adonnait à la balade en automobile.

trait l'accessibilité entre les deux rives seulement lorsque l'origine et/ou la destination des déplacements sont situées dans la partie est de la région d'étude et/ou entre certaines régions du Québec.

Au point de vue touristique, ce lien complèterait le réseau routier indispensable à la création du circuit touristique no 1. de la région administrative 03, soit celui de Québec - Saint-Siméon - Rivière-du-Loup - Ile d'Orléans.

21 - CIRCUITS TOURISTIQUES



2.0 Impacts sur l'utilisation du sol des zones attenantes

Les modifications au réseau de transport sont l'une des raisons principales qui font varier les prix du sol et donc, l'utilisation de celui-ci; ainsi, le lien via l'Ile d'Orléans, en améliorant l'accessibilité de certaines zones, va contribuer à valoriser les prix du sol par le biais d'une demande accrue des utilisateurs potentiels. Il est indéniable que l'agriculture de ces zones sera la première touchée parce que, à la valeur purement agricole du sol, viendra s'ajouter une plus-value causée par l'amélioration globale du réseau routier de ces zones. La demande accrue d'espaces développables proviendra des diverses activités urbaines: l'habitation, l'industrie, les commerces, certains services, etc... Tous ces évènements viendront modifier la physionomie de la zone et nous nous attarderons, dans ce chapitre, à les identifier.

2.1 Impacts sur l'industrie

Le dynamisme industriel des zones situées à proximité de la nouvelle infrastructure routière n'a pas été très fort au cours des dernières années et il était difficile de prévoir des modifications sensibles à cette situation dans l'avenir. C'est pourquoi les impacts du lien interrives sont surtout susceptibles de se faire sentir par de nouvelles implantations et non par un dynamisme accru des entreprises existantes.

Il est indéniable que les espaces industriels de Lauzon, tout en possédant des caractéristiques physiques et des infrastructures comparables aux meilleures zones industrielles de la région, ne jouissent pas d'une position privilégiée face aux principaux services offerts par l'ag-

glomération québécoise. Le nouveau lien, en diminuant sensiblement les temps d'accès au centre-ville et aux services localisés ailleurs dans l'agglomération québécoise, augmenterait sensiblement l'attraction de cette zone pour de nouvelles implantations industrielles. De plus, dans le cas où l'aluminerie serait localisée à Lauzon, le lien inter-rives faciliterait l'intégration de cette entreprise au secteur industriel de la rive nord, faisant ainsi profiter toute la région des retombées économiques qu'aurait cet investissement industriel important.

Sur la rive-nord, il est difficile d'envisager des impacts très sensibles sur la localisation de nouvelles entreprises. Cette zone, avec l'ouverture de l'autoroute Dufferin-Montmorency, jouira de toute l'accessibilité voulue aux services de la région de Québec et le nouveau lien ne viendrait que très peu modifier cette situation.

2.2 Impacts sur les commerces

Les impacts de modifications au réseau routier sur la structure commerciale déjà en place peuvent se manifester de deux façons:

- ces modifications vont favoriser certains sites et les rendre propices pour l'implantation de nouvelles surfaces de vente;
- elles vont entraîner des diminutions de temps de parcours pour se rendre à certains centres commerciaux, accroissant ainsi leur zone d'influence aux dépens des autres centres d'achats.

Pour ce qui est de la première hypothèse, on peut difficilement envisager la construction d'un centre commercial d'importance dans les

zones attenantes au nouveau lien et ce, pour deux raisons majeures: en premier lieu, le bassin de population à desservir n'est pas suffisamment vaste pour rentabiliser un investissement commercial important dans ces zones. On considère habituellement qu'un centre d'achats d'une centaine de magasins doit disposer d'une aire de marché comptant 100,000 personnes.(52) Même en tenant compte des développements résidentiels qui se produiront dans ces zones, ce ne sera pas suffisant pour une implantation commerciale importante. De plus, sur la rive-nord, il existe déjà une concurrence commerciale assez forte: Galeries Canardière, Ste-Anne, Place Fleur-de-Lys et le centre potentiel le long du boulevard de la Capitale.

Les impacts vont donc surtout se faire sentir sur les centres d'achats existants, particulièrement sur ceux de Lévis qui risquent de voir une partie de leur clientèle aller faire leurs achats sur la rive-nord. En effet, le consommateur, qu'il s'agisse d'un centre d'achats ou de tout autre produit, cherche à maximiser son utilité lorsqu'il fait le choix d'un service. Pour les centres commerciaux, deux variables sont déterminantes: le temps de parcours (facteur négatif) et les marchandises offertes (taille du centre).

Le temps de parcours pour la rive-nord (et donc de ses centres d'achats) diminuera sensiblement pour les municipalités situées à l'est de Lévis; toutefois, cela ne devrait pas être suffisant pour apporter des modifications importantes aux comportements des consommateurs car, même si la distance-temps diminue, les centres d'achats de Lévis seront quand même plus près des consommateurs qu'un centre commercial localisé en bordure du boulevard de la Capitale. De plus, la taille des centres devrait être compara-

---

(52) GARRISSON, Berry et autres, Studies of highway development and geographic changes. University of Washington Press, Seatle, 1959, p. 46 et ss.

ble ce qui, encore là, ne devrait pas causer de préjudices aux commerces de Lévis.

En fonction de ces seules variables, on ne peut affirmer qu'un lien routier via l'Ile d'Orléans causera des torts élevés aux centres commerciaux de Lévis. Il faut par contre ajouter que d'autres facteurs pourront influencer le choix du consommateur; en effet, même si, au point de vue commercial, Lévis garde ses avantages pour les consommateurs de l'est, il n'en demeure pas moins que cette municipalité ne dispose pas du potentiel de services à la population offert par l'agglomération québécoise. Ce potentiel pourrait devenir le facteur déterminant qui inciterait la population à modifier ses habitudes de consommation et à se rendre sur la rive-nord, non seulement pour les achats, mais également pour d'autres motifs; activités sociales, récréatives, éducatives ou autres.

2.3 Impacts sur l'habitation

Un lien via l'Ile d'Orléans suscitera le développement domiciliaire tant sur la rive-sud qu'à l'Ile d'Orléans et sur la rive-nord. Bien entendu, le développement se produira de façon différente selon ces grands ensembles.

2.31 Rive-sud

Sur la rive-sud, le développement se fera en grande partie, dans les municipalités de Lauzon, Saint-Etienne-de-Beaumont et Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy, car, il est inéluctable que le secteur privilégié se situera près du point de raccordement entre le lien et le réseau routier principal. Cependant, un lien via l'Ile d'Orléans ne pourra pas

provoquer un développement résidentiel sur la rive-sud comparable à celui entraîné par l'ouverture du pont Pierre Laporte; en effet, les municipalités de Lauzon et Saint-Etienne-de-Beaumont seront presque aussi distantes du principal lieu d'emploi (centre-ville de Québec) via l'Ile d'Orléans que par les ponts actuels.

Même si nous ne prévoyons pas que ces municipalités deviennent des banlieues résidentielles de Québec en 1986, elles seront comparables, de par leur localisation en termes de temps de parcours à partir de la colline parlementaire, aux municipalités déjà fortement influencées par le développement domiciliaire, telles Loretteville, Québec (Neufchatel), Saint-Romuald, Saint-Emile et Saint-Jean-de-Boischatel.

Le développement de la rive-sud (secteur Lauzon-Saint-Etienne-de-Beaumont), au point de vue résidentiel, sera d'ailleurs largement tributaire du nombre d'emplois créés dans ce même secteur et des infrastructures d'accueil et de services (rues, égoût, aqueduc, câble, commerces et services d'appoint).

Quant aux autres municipalités de la rive-sud, elles ne seront que très légèrement affectées par la construction domiciliaire due à un lien via l'Ile d'Orléans, car, l'accessibilité aux principaux lieux d'emploi et de commerces ne sera pas accrue.(53)

2.32 Ile d'Orléans

Les plus fortes pressions en vue d'un développement de type urbain entraîné par le lien s'exerceront sur l'Ile d'Orléans et plus

---

(53) La municipalité de Beauport ne pouvant être considérée comme un pôle d'attraction important dans les conditions qui prévalent en 1976 et qui prévaleront, semble-t-il en 1986.

particulièrement à l'intérieur des municipalités de Beaulieu et de Saint-Pierre. Ce développement urbain sera déjà amorcé avec l'ouverture de l'autoroute Dufferin-Montmorency et accentué par la construction de la jetée dans l'axe du boulevard de la Capitale; le temps de trajet pour accéder à l'Ile de la colline parlementaire sera comparable à celui nécessaire pour atteindre la partie de Beauport au nord de l'autoroute 40.

Les règlementations restrictives du ministère des Affaires culturelles vis-à-vis de la construction sur l'Ile d'Orléans, n'empêcheront pas cette dernière d'être plus attractive que la Côte de Beauport, grâce surtout à son environnement pittoresque. Le développement résidentiel devrait y être plus intense que par les années passées et s'inscrire dans les mêmes tendances, soit la construction de maisons unifamiliales à cachet canadien, de sorte que les résidents de l'île seront des gens probablement plus aisés que la moyenne des ménages de la région.

2.33 Côte de Beauport

Un lien inter-rives comme prolongement du boulevard de la Capitale, ne pourra que renforcer le potentiel résidentiel de Beauport en donnant une plus grande facilité d'accès et de sortie à cette zone. De plus, la municipalité de Beauport pourrait à ce moment être privilégiée par les gens entretenant des liens avec la région du Bas-Saint-Laurent-Gaspésie, car, ceux-ci tout en étant près de leur lieu de travail se rapprocheraient de leur point d'attache.

2.4 Impacts sur l'agriculture

L'agriculture sera affectée par un lien via l'Ile d'Orléans

dans la mesure où ce même lien aura des répercussions sur le développement résidentiel, commercial et industriel, car, les impacts sur l'agriculture s'exerceront par ricochet, c'est-à-dire qu'ils seront produits par d'autres activités (que le lien), elles-mêmes entraînées par le lien.

La construction d'un lien aura probablement des effets majeurs sur la culture maraîchère pratiquée sur le territoire de la municipalité de Beauport ainsi que sur celle de l'Ile d'Orléans. Toutefois, dans ce dernier cas, l'intensité des modifications à l'utilisation du sol sera en relation directe avec les infrastructures routières d'échanges avec le réseau orléanais. (Voir partie III, chapitre 3.0). Les municipalités les plus affectées par un développement urbain dû à un lien via l'Ile d'Orléans, seront Beauport, Beaulieu, Saint-Pierre, Lauzon, Saint-Etienne-de-Beaumont et nous avons identifié ces municipalités comme ayant une vocation agricole certaine. Donc, un lien via l'Ile d'Orléans affectera la culture maraîchère principalement à Beauport et à l'Ile d'Orléans et l'agriculture dans les municipalités de l'Ile d'Orléans (lait, bovin, ovin), Saint-Etienne-de-Beaumont (lait), Lauzon (lait) et Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy (lait).

Bien entendu, les effets ne porteront pas préjudice avec la même importance et la même intensité partout. Ainsi, sur la rive-nord, les impacts feront disparaître l'agriculture plus vite à Beauport tandis que sur la Côte de Beaupré, ils accentueront le phénomène de l'abandon de la culture.

A l'Ile d'Orléans, dépendant des facilités d'accès, les torts causés à l'agriculture seront ressentis plus fortement à Saint-Pierre. (Beaulieu étant déjà peu agricole (4 fermes)).

Sur la rive-sud, un lien via l'Ile d'Orléans accentuera l'abandon des terres dû à l'urbanisation, à l'industrialisation, ou aux deux.

En résumé, un lien via l'Ile d'Orléans causera des torts à l'agriculture régionale, mais ceux-ci ne feront qu'accentuer un processus déjà en place, c'est-à-dire que le lien ne serait pas le seul responsable.

3.0 Liaisons routières

Nous présentons dans ce chapitre des propositions de liaisons entre l'éventuel lien et le réseau routier existant. Ces liaisons optimiseraient, à notre avis, les sommes d'argents investies, en ce sens qu'elles permettraient de minimiser les effets négatifs du projet tout en maximisant ses bienfaits.

Enfin, nous pensons que ces propositions devraient faire partie intégrale du projet lors de l'évaluation de ce dernier par le ministère des Transports.

3.1 Echangeur rive-nord

Nous proposons, afin de faciliter un flux continu de la circulation, la construction d'un échangeur de type directionnel entre la jetée et l'autoroute 440 (Figure 1). Le nombre de véhicules pressentis sur ces artères justifient un tel aménagement, d'autant plus que la topographie des lieux réduit considérablement les choix d'aménagement (Ex: liaison entre 440 voie nord-est (vers Québec) et la 40 voie sud-ouest (vers l'Ile d'Orléans)).

3.2 Accès limité à l'Ile d'Orléans

Nous voulons ici faire une distinction entre les impacts d'un lien à accès illimité et un lien à accès limité à l'Ile d'Orléans. Dans le premier cas, les aménagements routiers permettront d'accéder facilement à l'île et ce, de toutes les directions, c'est-à-dire par un échangeur complet soit de type trèfle, par-clos, losange ou même directionnel. Dans le

deuxième cas, les infrastructures routières permettraient moins facilement d'accéder à l'île, c'est-à-dire soit que l'échangeur entre le lien et la route 368 ne permette d'accéder à l'île que via la rive-nord, (figure 1) soit que la jetée comporte 2 voies strictement réservées au trafic de et vers l'île entre la rive-nord et l'île et que la circulation dans le tunnel se fasse de façon habituelle, (figure 2) soit que le lien n'ait aucun raccordement avec le réseau routier insulaire de sorte que le pont actuel continuerait de relier l'île au continent.

3.21 Lien à accès illimité

Un lien inter-rives à accès illimité provoquerait les impacts sur le territoire de l'Ile d'Orléans tels que nous les avons définis aux points 2.1, 2.32 et 2.4.

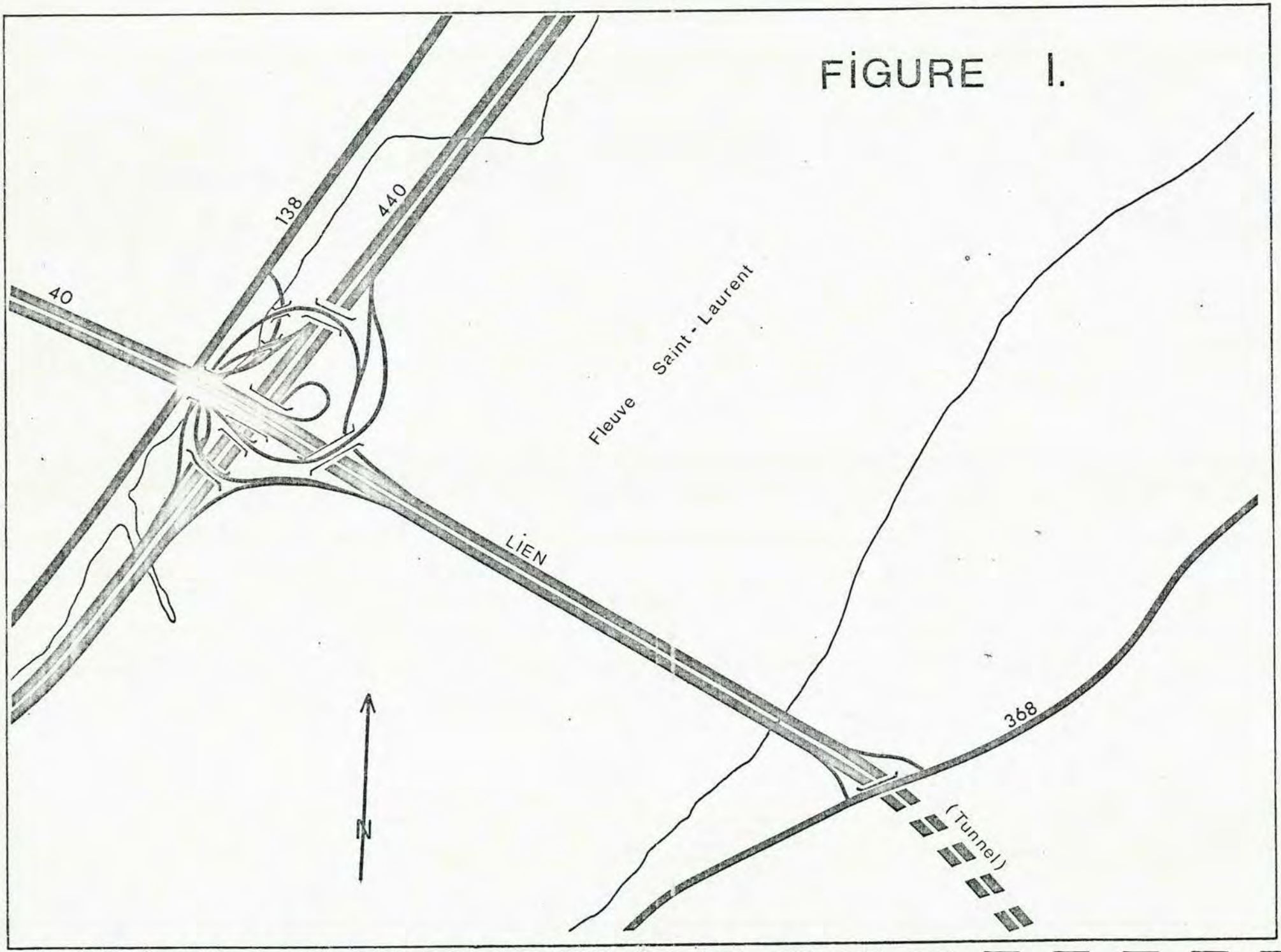
3.22 Lien à accès limité

Un lien à accès limité aurait comme effet direct d'amoindrir les impacts du développement résidentiel sur l'agriculture.

3.221 Accès via la rive-nord

Si l'accès et/ou la sortie de l'Ile d'Orléans nécessitait obligatoirement une origine ou une destination via la rive-nord, le trafic de et vers l'île serait sûrement diminué. Cependant, cette façon d'agir influencerait plutôt les déplacements entre l'Ile et la rive-sud et vice-versa, de sorte que l'élément dissuasif serait amoindri par le jeu d'échange entre ces deux zones. Cet aménagement ne diminuerait en rien l'attrait de l'île comme site résidentiel pour les travailleurs de la rive-nord.

FIGURE I.



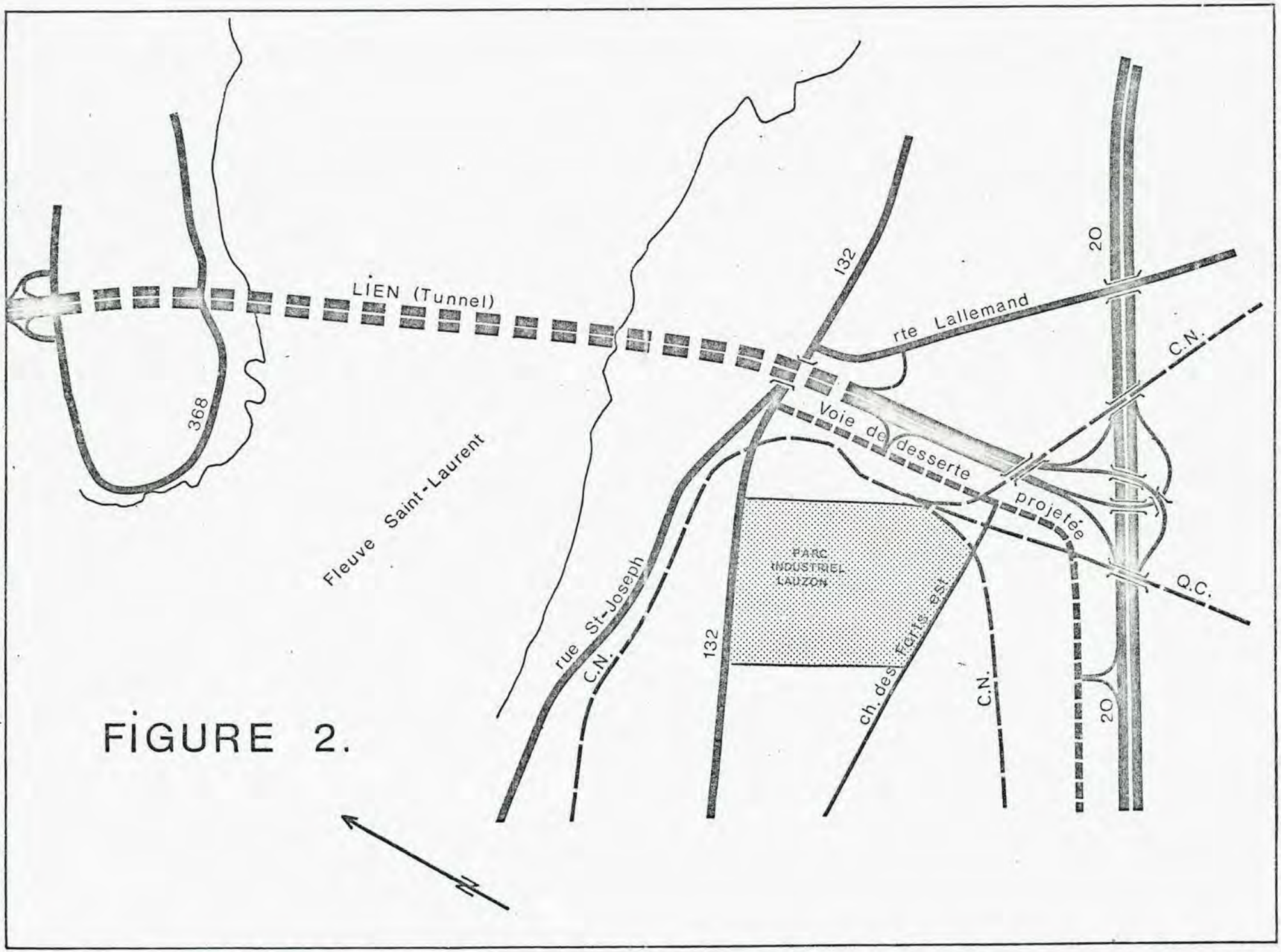

LIEN (Tunnel)
368
Fleuve Saint-Laurent
132
rte Lallemand
20
C.N.
Voie de desserte
projetée
PARC INDUSTRIEL LAUZON
rue St-Joseph
C.N.
132
ch. des Forts est
C.N.
20
Q.C.

FIGURE 2.

3.222 Voies réservées.

La réservation de deux voies pour le trafic de ou vers l'Ile d'Orléans entre la rive-nord et l'île aurait pour effet de restreindre la capacité du réseau routier d'accès à l'île, de manière à ce que la capacité de ce dernier ne soit que légèrement supérieure à celle du pont actuel.

Cet aménagement entraînerait peu d'effet sur l'utilisation du sol orléanais dû au lien inter-rives; tout au plus, il se substituerait au pont de l'île qui ne demande plus qu'à être remplacé à cause du design, de sa faible capacité et des réparations fréquentes.

Ainsi, les facilités d'accès à l'île seraient quasi les mêmes qu'aujourd'hui, sauf que la distance et le temps de trajet entre la colline parlementaire et l'île seraient réduits.

De plus, la réservation de 2 voies pourrait également se faire sur le tronçon en tunnel de sorte que les échanges rive-sud-Ile d'Orléans seraient aussi favorisés que ceux entre l'île et la rive-nord.
A ce moment, on augmenterait les possibilités de développement sur l'île par une plus grande facilité d'accès et par l'ouverture de ce territoire comme lieu dortoir aux travailleurs du grand Lévis.

3.223 Aucun raccordement

Un lien inter-rives via l'Ile d'Orléans sans raccordement au réseau routier orléanais n'aurait évidemment aucun impact

si ce n'est la création d'une barrière physique. Bien entendu, cette barrière pourrait être négligeable dépendamment des infrastructures à mettre en place.*

Conclusion

Un lien inter-rives via l'Ile d'Orléans entraînera des effets sur l'utilisation du sol orléanais de façon différente selon le type des infrastructures routières que l'on pourrait y construire et le choix de l'une d'entre elles devrait être fait selon les objectifs poursuivis par les organismes qui exercent quelque juridiction sur ce territoire.

---

* Notamment par la fin de la jetée au niveau de la seconde terrasse (côté nord) et au début du tunnel vers la rive-sud.

3.3 Echangeur rive-sud

Sur la rive-sud, nous proposons que le lien longe le parc industriel Lauzon et se termine à l'autoroute trans-canadienne par un échangeur de type bretelle. Les raisons qui motivent cette proposition sont:

1 - l'aboutissement du lien dans l'axe de la route Lallemand causerait des problèmes de liaison entre la route 132 et 20 et vice-versa ainsi qu'entre les route 132 et Lallemand (au sud-est de l'autoroute 20).

2 - le lien en bordure du parc industriel Lauzon viendrait renforcir sa vocation et faciliter les échanges entre cette zone et l'extérieur.

3 - un échangeur de type bretelle permettrait un flux continu de la circulation, tout en donnant une capacité et un niveau de service élevés.

En plus, s'il est possible, nous proposons de retarder la construction d'un échangeur entre le lien et la route 132, afin d'éviter une suburbanisation plus rapide de la rive-sud (banlieue de la rive-nord). Toutefois, les échanges avec cette même route pourraient être assurés via l'autoroute 20.

4. Impacts sur le développement régional

Jusqu'à présent, nous avons étudié les impacts de façon très localisée, il s'agit maintenant de voir quelles seront, pour l'ensemble de la région métropolitaine de Québec, les implications du lien inter-rives via l'Ile d'Orléans sur le développement régional.

L'urbanisation récente de la région, de même que les perspectives qu'il était possible de déceler, ont montré le fort potentiel de l'ouest de l'agglomération au niveau de l'emploi et de l'habitation, ainsi que la prépondérance du centre-ville pour l'emploi administratif. Cependant, l'ouverture de l'autoroute Dufferin-Montmorency équilibrera quelque peu le développement urbain de la région en rendant accessibles des zones qui, auparavant, avaient montré très peu de dynamisme, tant au niveau résidentiel qu'industriel et commercial. Le lien via l'Ile d'Orléans viendra accentuer le potentiel de ces zones en leur donnant un accès direct à la rive-sud. Ce potentiel supérieur favorisera sûrement la venue d'activités, qui par le passé, préféraient se localiser ailleurs dans la région.

Ce développement spatial plus équilibré va permettre de rentabiliser davantage les équipements urbains structurants en les rendant accessibles à une plus grande partie de la population; celle-ci, en retour, en retirera des bénéfices accrus.

Il faut par contre ajouter que la situation ne se présente pas de la même façon sur la rive-sud. Bien que le lien soit susceptible de favoriser le développement industriel de cette zone, surtout à l'est, il ne pourra que difficilement être favorable aux équipements tertiaires déjà en place. Nous avons déjà mentionné que des répercussions négatives

devraient se produire sur la structure commerciale de la rive-sud; il faut également ajouter que certains services publics (hôpitaux, écoles, etc) pourraient perdre de leur attraction aux dépens des installations localisées sur la rive-nord. En fait, il semble bien que la zone d'influence de Lévis, tant au sud qu'à l'est, diminuera considérablement suite, en premier lieu, à l'ouverture de l'autoroute de la Beauce et, finalement, à la construction du lien inter-rives via l'Ile d'Orléans.

Face aux propositions d'aménagement avancées par l'O.P.D.Q. ou la C.A.C.U.Q., le lien en favorise certaines; pour d'autres, par contre, il diminue considérablement leurs possibilités de réalisation. Ainsi, au niveau des pôles secondaires, il est proposé que l'un de ceux-ci soit localisé, à long terme, à Beauport. Il est évident que la construction du lien inter-rives ne peut que rendre plus facile la mise en place d'une telle politique. Par contre, le renforcement de Lévis comme centre secondaire semble plus problématique advenant la réalisation de l'infrastructure et ce, pour les raisons que nous avons mentionnées au paragraphe précédent. Un développement industriel à l'est ne semble pas non plus, en désaccord avec les objectifs d'aménagement; en effet, étant donnée la direction des vents dominants dans la région, il est préférable que les industries polluantes soient localisées dans ces zones plutôt qu'à l'ouest parce que les répercussions nocives affecteront moins l'ensemble de la collectivité. Finalement, l'Ile d'Orléans que plusieurs veulent conserver comme arrondissement naturel et historique, devrait faire l'objet d'une attention toute particulière des pouvoirs publics à cause des implications qu'aura le lien sur ce territoire. En effet, de par sa proximité et son caractère, ce site est et sera recherché par plusieurs comme lieu de

résidence entraînant un ensemble de répercussions qui ne seront pas sans diminuer l'intérêt de ce site enchanteur.

Somme toute, pour l'ensemble de la région, la réalisation du lien présente des avantages et des inconvénients. Un développement urbain à l'est de l'agglomération est susceptible d'apporter des bénéfices à l'ensemble de la région, alors que la baisse du potentiel d'attraction de l'agglomération lévisienne va causer des torts par le biais des équipements déjà en place et qu'il sera de plus en plus difficile de rentabiliser.

Conclusion

En fonction des hypothèses que nous avons formulées sur le développement urbain de la région, le lien inter-rives via l'Ile d'Orléans produira des répercussions diverses sur l'ensemble de l'agglomération québécoise tant sur le réseau de transport que sur la structure urbaine.

L'un des objectifs assignés au lien via l'Ile d'Orléans était la diminution de la congestion des ponts de Québec et Pierre Laporte qui devraient se produire, selon nos hypothèses, entre 1986 et 1993. Nos résultats ont démontré que les impacts du lien sur cette situation devraient être assez minimes et ne retarder l'échéance que de quelques années; en effet, la diminution prévue serait de l'ordre de 20,000 véhicules par jour moyen annuel, soit un peu moins de 20% de la circulation totale prévue sur les ponts actuels. On peut donc affirmer que le problème des échanges inter-rives ne serait pas résolu par la construction de cette infrastructure et que d'autres solutions devraient être envisagées. Puisque les répercussions négatives d'un lien centre-à-centre seraient très fortes, il semble qu'il faudrait se pencher sur le transport en commun pour résoudre le problème. De nombreuses propositions ont été avancées à ce sujet et elles devraient faire l'objet d'études sérieuses pour juger de leur efficacité à améliorer les échanges entre les deux rives du St-Laurent.

En regard de la structure urbaine, le lien favoriserait, sur la rive nord, un développement plus équilibré. A l'heure actuelle, on fait face à une urbanisation très forte à l'ouest et au nord (développement résidentiel) alors que l'est de l'agglomération ne réussit que faiblement à attirer des activités nouvelles. Le lien favoriserait la venue de ces activités

et permettrait ainsi d'atteindre un certain équilibre urbain sur la rive-nord. Sur la rive-sud par contre, le lien via l'Ile d'Orléans, bien que favorisant un certain développement industriel à l'est, dans le secteur de Lauzon, aura des répercussions néfastes sur le potentiel de Lévis en tant que centre de services pour l'est de la région.

Finalement, un lien à accès illimité favoriserait un fort développement résidentiel sur l'Ile d'Orléans et il serait préférable, pour l'ensemble de la communauté québécoise, de construire une infrastructure qui n'accroîtrait pas de façon sensible, l'accessibilité à l'Ile d'Orléans et ce, pour protéger ce site naturel et historique et prolonger les investissements routiers de la partie est de la réginn. De plus, il serait nécessaire avant d'entreprendre la construction du lien, de pouvoir évaluer les effets, sur ce territoire, de la pollution de l'air générée par les bouches d'aération du tunnel.

ANNEXE I : Calculs des prévisions démographiques

a) Taux de croissance par période selon les hypothèses.

1. C.A.C.U.Q.

	Population	Taux de croissance
1971:	415,715	2.962846%
1975:	467,100	2.18368%
1976:	477,300	11.43934%
1981:	531,900	10.26508%
1986:	586,500	

2. O.P.D.Q.

	Population	Taux de croissance
1971:	452,000	8.40707%
1976:	490,000	9.18367%
1981:	535,000	7.28971%
1986:	574,000	

3. B.S.Q.

	Population	Taux de croissance
1971:	452,400	9.23961%
1976:	494,200	9.20679%
1981:	539,700	8.93088%
1986:	587,900	

b) Calculs des prévisions par territoire d'investigation

1. C.U.Q. selon les taux de la C.A.C.U.Q.

Population

1974: 448613

1976: 448613 + (448613 x 2.962846) + (448613 x 2.962846) x 2.18368) = 471992

1981: 471992 + (471992 x 11.43934) = 525985

1986: 525985 + (525985 x 10.26508) = 579978

2. Territoire de l'O.P.D.Q. selon les taux de l'O.P.D.Q.

1974: 484414

1976: 484414 + (484414 x 3.362828) = 500704

1981: 500704 +(500704 x 9.18367) = 546687

1986: 546687 +(546687 x 7.28971) = 586539

3. Territoire du B.S.Q. selon les taux du B.S.Q.

1974: 484414

1976: 484414 + (484414 x 3.695844) = 502317

1981: 502317 + (502317 x 9.206679) = 548564

1986: 548564 + (548564 x 8.93088) = 597555

4. Territoire hors C.U.Q. selon les taux de l'O.P.D.Q.

1974: 69645

1976: 69645 + (69645 x 3.362828) = 71987

1981: 71987 + (71987 x 9.18367) = 78598

1986: 78598 + (78598 x 7.28971) = 84328

5. Territoire hors C.U.Q. selon les taux du B.S.Q.

1974: 69645

1976: 69645 + (69645 x 3.695844) = 72219

1981: 72219 + (72219 x 9.20679) = 78868

1986: 78868 + (78868 x 8.93088) = 85912

6. Territoire hors O.P.D.Q. selon les taux de l'O.D.D.Q.

   1974: 33844

   1976: 33844 + (33844 x 3.362828) = 34982

   1981: 34982 + (34982 x 9.18367) = 38195

   1986: 38195 + (38195 x 7.28971) = 40979

7. Territoire hors O.D.D.Q. selon les taux de B.S.Q.

   Voir aliéna 8

8. Territoire hors B.S.Q. selon les taux du B.S.Q.

   1974: 33844

   1976: 33844 + (33844 x 3.695844) = 35095

   1981: 35095 + (35095 x 9.20679) = 38326

   1986: 38326 + (38326 x 8.93088) = 41749

9. Territoire hors B.S.Q. selon les taux de l'O.P.D.Q.

   Voir aliéna 6.

ANNEXE II

REPARTITION, PAR MUNICIPALITE, DES EDIFICES-A-BUREAUX SELON LA SUPERFICIE ET L'EMPLOI

		MUNICIPALITE	SUPERFICIE	EMPLOI
QUEBEC			S.L. p.c.	
P	1	930 D'Aiguillon	75,000(1)	600
GP	2	1050 St-Augustin	220,375(1)	1,763
GF	3	165 Dorchester sud	65,000(2)	367
GP	4	250-300 St-Cyrille	87,500(1)	700
P	5	580 Grande-Allée	84,300	576
P	6	500 Grande-allée	102,250(2)	597
GP	7	625 St-Amable	48,750(2)	319
P	8	390 St-Vallier	83,462	675
GP	9	265 de la Couronne	99,512(2)	330
GF	10	710 Place d'Youville	95,500(1)	764
GF	11	300 St-Paul	127,204(2)	825
GP	12	22 Chauveau	128,500(1)	1,028
GP	13	1075 Chemin Ste-Foy	100,409(2)	1,300
GP	14	930 Chemin Ste-Foy	96,783	475
GP	15	880 Chemin Ste-Foy	190,625	1,525
GP	16	1005 Chemin Ste-Foy	63,000	550
GP	17	764-770 Kirouac	95,230(2)	400
GF	18	200 Dorchester	123,665(2)	373
GP	19	20 St-Jean	65,000(1)	302
GP	20	117 St-André	70,375(2)	563
GP	21	Rue Desjardins	118,725(2)	400
GF	22	15 Henderson	92,719(1)	500
GP	23	800 Place d'Youville	130,375(1)	1,043
GP	24	Complexe G	514,000(1)	4,112
GP	25	Complexe H	206,250(1)	1,650
GP	26	1640 de l'Entente	93,750(1)	750
GP	27	310 Chemin Ste-Foy	250,000(1)	2,000
GP	28	14 rue St-Louis	37,500(1)	300
P	29	Immeubles St-Cyrille	250,000(1)	2,000
P	30	Place Québec I	125,000(1)	1,000
P	31	Place Québec 2	120,000(1)	1,000
GP	32	524 Bourdages	168,750(1)	1,350
Sous-total			4,134,509	29,137
			.84	.82
SILLERY			S.L.p.c.	
P	33	1080 Chemin St-Louis	32,569(2)	261(3)
P.	34	1040 Chemin St-Louis	95,738(2)	766(3)
GF.	35	2475 Boulevard Laurier	56,532(2)	452(3)
Sous-total			184,839	1,479
			.04	.04
STE-FOY				
GP	36	S.S.Q.	72,360(2)	579(3)
P	37	2385 Chemin Gomin	46,163(2)	369(3)
P	38	1000 de l'Eglise	84,919(2)	679(3)
GP	39	1995 Boulevard Charest Ouest	63,201(2)	506(3)
P	40	L'Unique	49,821	399
GP	41	Société Delta	92,502	740
P	42	Tour centrale, Place Laurier	88,328	707
GF	43	1141-5 de l'Eglise	108,048	864
Sous-total			605,342	4,843
			.12	.14
TOTAL			4,924,680	35,459

GF = gouvernement fédéral
GP = gouvernement provincial, régie provinciale, municipalité, communauté urbaine, enseignement.

(1) S.L.E.: superficie louable estimée à partir du nombre d'emplois (125 p.c. par emploi).
(2) S.L.E.: superficie totale x .75.
(3) Emploi estimé sur la base de 125 p.c. de S.L. par emploi. (voir appendice L).

SOURCE: C.A.C.U.Q.: Schéma d'aménagement de la C.U.Q. phase 1 Etudes sectorielles p. 579-580

ANNEXE III Définition du potentiel des sols *

La présente méthode de classement groupe les sols minéraux en sept classes d'après les renseignements contenus dans les relevés pédologiques. Les sols des classes 1, 2, 3 et 4 sont considérés aptes à la production continue des récoltes de grande culture, ceux des classes 5 et 6 ne conviennent qu'aux plantes fourragères vivaces et ceux de la classe 7 ne conviennent à aucune de ces productions.

Le classement repose sur les postulats suivants:

- Le travail du sol et les récoltes se font à l'aide de la machinerie moderne.
- Le terrain qui nécessite des améliorations (y compris le défrichement) que l'exploitant peut exécuter lui-même est classé selon les limitations ou les risques que son utilisation pourrait entraîner après ces améliorations.
- Le terrain qui nécessite des améliorations dépassant les capacités de l'exploitant lui-même est classé d'après les limitations actuelles.
- On ne tient pas compte de la distance des marchés, de la qualité des routes, de l'emplacement ou de l'étendue des exploitations du mode de faire-valoir, des systèmes de culture, de l'habileté ou des ressources des exploitants, ni des dommages que des tempêtes pourraient causer aux récoltes.

Le classement ne tient pas compte des aptitudes des sols pour la production d'arbres, l'établissement de vergers, la culture de petits fruits et de plantes d'ornement, la récréation et la faune.

---

* Cette classification provient de l'inventaire des terres du Canada du Ministère de l'Expansion économique régionale.

Les classes sont fondées sur l'intensité plutôt sur le le genre des limitations imposées dans l'utilisation des sols pour des fins agricoles.

Chaque classe comprend plusieurs sortes de sols, dont certains, dans une même classe exigent une gestion et des traitements différents.

CLASSE I: SOLS NE COMPORTANT AUCUNE LIMITATION IMPORTANTE DANS LEUR UTILISATION POUR LES CULTURES

Ces sols sont profonds, bien ou imparfaitement drainés, ils retiennent bien l'eau et, à l'état naturel, ils sont bien pourvus d'éléments nutritifs. Les travaux de culture et d'entretien sont faciles. Une bonne gestion permet d'en obtenir une productivité élevée à modérément élevée pour un choix étendu de grandes cultures.

CLASSE 2: SOLS COMPORTANT DES LIMITATIONS QUI RESTREIGNENT QUELQUE PEU LE CHOIX DES CULTURES OU IMPOSENT DES PRATIQUES MODEREES DE CONSERVATION.

Ces sols sont profonds et retiennent bien l'eau, leurs limitations sont modérées. Les travaux s'y exécutent avec un minimum de difficulté. Une bonne gestion y assure une productivité variant de modérément élevée à élevée pour un choix passablement grand de cultures.

CLASSE 3: SOLS COMPORTANT DES LIMITATIONS MODEREMENT GRAVES QUI RESTREIGNENT LE CHOIX DES CULTURES OU IMPOSENT DES PRATIQUES SPECIALES DE CONSERVATION.

Les sols de cette classe ont des limitations plus graves que ceux de la classe 2. Elles touchent une ou plusieurs des pratiques suivantes: temps et facilité d'exécution des travæux de préparation du sol, ensemencement et moisson, choix des cultures et méthodes de conservation. Bien exploités,

ces sols ont une productivité passable ou modérément élevée pour un assez grand choix de cultures.

CLASSE 4: SOLS COMPORTANT DE GRAVES LIMITATIONS QUI RESTREIGNENT LE CHOIX DES CULTURES OU IMPOSENT DES PRATIQUES SPECIALES DE CONSERVATION.

Les limitations dont cette classe est l'objet atteignent gravement une ou plusieurs des pratiques suivantes: temps et facilité d'exécution des travaux de préparation du sol, ensemencement et moisson, choix des cultures et méthodes de conservation. Les sols sont peu ou passablement productifs pour un choix raisonnablement étendu de cultures, mais ils peuvent avoir une productivité élevée pour une culture spécialement adaptée.

CLASSE 5: SOLS QUI SONT L'OBJET DE LIMITATIONS TRES GRAVES ET NE CONVIENNENT QU'A LA PRODUCTION DE PLANTES FOURRAGERES VIVACES, MAIS SUSCEPTIBLES D'AMELIORATION.

Les sols de cette classe ont des limitations tellement graves qu'ils ne peuvent convenir à la production soutenue de plantes annuelles de grande culture. Ils peuvent produire des plantes fourragères vivaces, soit indigènes, soit cultivées et ils peuvent être améliorés par l'emploi des machines agricoles. Les pratiques d'amélioration peuvent comprendre le défrichement,les façons culturales, l'ensemencement, la fertilisation, ou l'aménagement des eaux.

CLASSE 6: SOLS QUI SONT L'OBJET DE LIMITATIONS TRES GRAVES, INAPTES A PRODUIRE D'AUTRES PLANTES QUE DES PLANTES FOURRAGERES VIVACES ET NON SUSCEPTIBLES D'AMELIORATION.

Ces sols fournissent aux animaux de ferme une certaine paissance soutenue, mais leurs limitations sont tellement graves qu'il n'est guère pratique de chercher à les améliorer à l'aide des machines agricoles, soit parce que

le terrain ne se prête pas à l'emploi de ces machines, ou que le sol ne réagit pas convenablement aux travaux d'amélioration, soit encore parce que la période de paissance est très courte.

CLASSE 7: SOLS INUTILISABLES SOIT POUR LA CULTURE SOIT POUR LES PLANTES FOURRAGERES VIVACES

Cette classe comprend aussi les étendues de roc nu, toute autre superficie dépourvue de sol et les étendues d'eau trop petites pour figurer sur les cartes.

0 SOLS ORGANIQUES (Non inclus dans le système de classement)

ANNEXE IV: DEGRE D'AUTO-APPROVISIONNEMENT EN DENREES ALIMENTAIRES AU QUEBEC - 1954 - 1975

Produits	1954	1961	1965	1969	1975
	en pourcentage				
Produits laitiers	102.4	109.5	112.0	134.9	145.4
- lait et crème frais	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
- beurre	98.1	122.5	126.8	149.1	169.7
- fromage cheddar	174.4	128.2	162.5	165.7	211.0
- autres fromages	48.9	47.4	55.6	56.7	38.9
- crème glacée	36.4	54.4	63.5	126.2	152.0
- autres produits	305.3	215.8	180.9	283.2	247.9
Oeufs	65.4	62.4	62.5	65.6	68.6
Céréales	0	0	0	0	0
Viandes	63.0	59.6	57.9	47.6	41.6
- boeuf	41.7	36.7	32.4	25.8	22.1
- porc	95.8	93.3	97.6	74.0	62.4
- veau	61.2	78.8	88.4	118.9	133.3
- agneau et mouton	72.5	34.0	21.2	10.8	--
Volailles	45.5	69.3	85.2	105.6	110.0
- poule et poulet	40.4	74.1	92.5	109.9	118.5
- dinde	64.7	52.9	55.8	83.2	73.8
- oie et canard	--	--	--	--	--
Fruits	17.4	20.0	21.8	20.9	22.9
- pommes	68.6	83.6	91.5	99.2	106.0
- autres fruits	8.6	9.1	9.7	6.8	8.9
Légumes	43.1	53.4	56.4	59.8	61.5
- blé d'inde	44.0	69.5	72.3	118.4	113.4
- carotte	60.0	116.7	136.4	148.9	162.5
- céleri	27.3	19.5	16.1	18.9	17.9
- choux	56.1	62.1	64.8	56.4	74.1
- oignon	14.5	72.4	107.5	97.3	110.0
- pois vert	96.2	54.8	78.4	107.7	135.1
- autres légumes	42.1	40.3	34.9	32.3	35.5
Pommes de terre	82.4	70.2	63.4	56.0	47.5
Total	64.9	64.5	65.4	63.7	64.1

SOURCE: Service des Etudes Economiques, ministère de l'Agriculture, Québec.

ANNEXE V : Projets de construction domiciliaires connus et retenus par la C.A.C.U.Q.

SECTEUR I: Québec (ancienne-limite), Vanier		REPARTITION PROJETEE		
		1975-1986		1986-2001
PROJETS CONNUS ET RETENUS	LOGEMENTS	PRIORITE	PROBABILITE	BALANCE
- Le réaménagement des berges de la St-Charles, sur une période prévue de 7 ans.	4,500	2,500		2,000
- Les îlots du quartier Champlain	500	500		
- Les logements municipaux: St-Jean-Baptiste, St-Roch, Stadacona, Jacques-Cartier...	900	900		
- Complexe appartements à St-Sauveur, terrain de l'ancienne usine à gaz.	350	350		
- Divers projets privés à la Haute-Ville: "Manoir des Plaines", "Manoir de Bougainville", "Place Haute-Ville", "Merici" à compléter, site de la Police Provinciale, etc...	1,600		1,600	
- Autres projets disséminés.	150		150	
SOUS-TOTAL (secteur 1):	8,000	4,250	1,750	2,000
		6,000		2,000
ALLOCATION DU POTENTIEL DES GRANDS ESPACES ADDITIONNELS	7,000	3,000		4,000
LOGEMENTS NOUVEAUX	15,000	9,000		6,000

SECTEUR 2: Sillery, Ste-Foy (ancienne-limite), Cap-Rouge	LOGEMENTS	REPARTITION PROJETEE		
		1975-1986		1986-2001-
PROJETS CONNUS ET RETENUS		PRIORITE	PROBABILITE	BALANCE
- "Pointe Ste-Foy"	10,000	5,000		5,000
- Réaménagement du centre-ville de Ste-Foy (25 ans)	5,000	2,000		3,000
- Proximité du Centre Innovation et Pavillon Montcalm à compléter	1,000		1,000	
- Jardin de Coulonges à Sillery, à compléter	200		200	
- H.L.M. à Ste-Foy	240	240		
- Développement à Cap -Rouge: 120 appartements et 80 maisons en rangée	200	200		
- Autres groupes de résidences à Ste-Foy, Sillery et Cap-Rouge	860		860	
SOUS-TOTAL (secteur 2):	17,500	7,440	2,060	8,000
		9,500		8,000
ALLOCATION DU POTENTIEL DES GRANDS ESPACES ADDITIONNELS	8,500	8,500		Ø
LOGEMENTS NOUVEAUX	26,000	18,000		8,000

SECTEUR 3: Duberger, Les Saules, Neufchatel, Charlesbourg-ouest, Loretteville, Réserve Indienne	LOGEMENTS	RÉPARTITION PROJETEE		
		1975-1986		1986-2001
		PRIORITE	PROBA-BILITE	BALANCE
- "Lebourgneuf": implantation du concept de ville nouvelle à Charlesbourg-ouest (13 ans)	13,000	10,000		3,000
- Projets privés, en majorité dans Neufchatel	1,000		1,000	
		10,000	1,000	3,000
SOUS-TOTAL (secteur 3):	14,000		11,000	3,000
ALLOCATION DU POTENTIEL DES GRANDS ESPACES ADDITIONNELS	24,000		8,000	16,000
NOUVEAUX LOGEMENTS	38,000		19,000	19,000

SECTEUR 4: Giffard, St-Michel-Archange, Beauport, Villeneuve, Montmorency, Courville, Ste-Thérèse-de-Lisieux, Boischatel.		REPARTITION PROJETEE		
	LOGEMENTS	1975-1986		1986-2001
PROJETS CONNUS ET RETENUS		PRIORITE	PROBABILITE	BALANCE
- H.L.M. à Giffard	120	120		
- Giffard: bungalows, triplex, etc...	40		20	
- Groupes de résidences, majorité à Beauport	600		600	
- Autres projets disséminés, court terme	240		240	
		120	880	
SOUS-TOTAL (secteur 4):	1,000	1,000		Ø
ALLOCATION DU POTENTIEL DES GRANDS ESPACES ADDITIONNELS	29,600	6,600		23,000
NOUVEAUX LOGEMENTS	30,600	7,600		23,000

SECTEUR 5: Charlesbourg, Orsainville, Charlesbourg-Est		REPARTITION PROJETEE		
PROJETS CONNUS ET RETENUS	LOGEMENTS	1975-1986		1986-2001
		PRIORITE	PROBABILITE	BALANCE
- H.L.M. à Charlesbourg	100	100		
- Charlesbourg: 210 appartements et balance en bungalows	315	210	105	
- H.L.M. à Orsainville	125	125		
- Orsainville: bungalows seulement	160		160	
- Divers autres projets	300		300	
		435	565	Ø
SOUS-TOTAL (secteur 5):	1,000	1,000		Ø
ALLOCATION DU POTENTIEL DES GRANDS ESPACES ADDITIONNELS	7,000	3,000		4,000
LOGEMENTS NOUVEAUX	8,000	4,000		4,000

SECTEUR 6: Quartier Laurentien (Ste-Foy), Ancienne-Lorette, St-Augustin, Val Bélair		REPARTITION PROJETEE		
	LOGEMENTS	1975-1986		1986-2001
PROJETS CONNUS ET RETENUS		PRIORITE	PROBABILITE	BALANCE
- Secteur Champigny: divers projets	270		270	
- Projet d'ensemble à St-Augustin (limite de Cap-Rouge)	1,650		1,650	
- Champigny: appartements (180) et bungalows	260		260	
- H.L.M. à l'Ancienne-Lorette	60	60		
- Val Bélair: groupes de bungalows seulement	320		320	
- Ancienne-Lorette: appartements et maisons isolées	240		240	
- Autres projets disséminés	200		200	
SOUS-TOTAL (SECTEUR 6):		60	2,940	Ø
		3,000		
ALLOCATION DU POTENTIEL DES GRANDS ESPACES ADDITIONNELS	7,000	2,000		5,000
LOGEMENTS NOUVEAUX	10,000	5,000		5,000

SECTEUR 7: Notre-Dame-des-Laurentides, Lac St-Charles, St-Emile	LOGEMENTS	REPARTITION PROJETEE		
		1975-1986		1986-2001
PROJETS CONNUS ET RETENUS		PRIORITE	PROBABILITE	BALANCE
- Divers projets, majorité en maisons isolées	300		300	
SOUS-TOTAL (secteur 7)	300	Ø	300	Ø
		300		Ø
ALLOCATION DU POTENTIEL DES GRANDS ESPACES ADDITIONNELS	4,370	2,000		2,370
LOGEMENTS NOUVEAUX	4,670	2,300		2,370

SOMMAIRE		1975-1986		1986-2001
		PRIORITE	PROBABILITE	BALANCE
PROJETS CONNUS ET RETENUS (en nombre de logements		22,305	9,495	13,000
Sous-total:		31,800		13,000
POTENTIEL DES ESPACES VACANTS		33,100		54,370
LOGEMENTS NECESSAIRES		64,900		67,370
Sous-total:		132,370		

SOURCE: C.A.C.U.Q. Schéma d'aménagement de la C.U.Q. annexe technique Habitation, août 1975, p. 182 à 194

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages de base

BOUDEVILLE, J.R., L'espace et les poles de croissance, Paris, P.U.F. 1968.

CATANESE, A.J. (éditeur), New perspectives in urban transportation research, Lexington books, 1972.

DERYCKE, Pierre Henri, L'économie urbaine, Paris, P.U.F., 1970.

EDEL et ROTHENBERG (éditeur), Readings in urban economics, Macmillan company, New York, 1972.

FRECHETTE, P. et autres, L'économie du Québec, Montréal, H.R.W. 1975.

FRIEDMANN, John, Regional development policy, a case study of Venezuela. M.I.T. Press, 1966.

GARRISSON, W.L., Berry et autres, Studies of highway development and geographic changes. University of Washington Press, 1959.

GOODALL, Brian, The economics of urban areas. Pergamon Press, 1972.

HIRSCH, W.Z., Urban economic analysis. McGraw-Hill, 1973.

HIRSCHMAN, A.O., Stratégie du développement économique, Paris, Editions ouvrières, 1964.

HOOVER, Edgar M., An introduction to regional economics, New-York, 1974.

HULBERT, François, Aménagement régional au Québec: le développement et l'aménagement industriels du territoire dans la région de Québec. Université Laval, 1975.

MARTIN, B.V., F.W. Memmott et A.J. Bone, Principles and techniques of predicting future demand for urban area transportation. M.I.T. Press, 1965.

MERLIN, Pierre, Modèles d'urbanisation. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région parisienne. Paris.

MEYER, John R., Techniques of transport planning. Vol I: Pricing and project evaluation. The brooking institution. Washington.

MITCHELL, R.B. et P. Rapkin, Urban traffic, a function of land use. Columbia University Press, New York, 1954.

MOHRING, H. et M. Harwitz, Highway benefits, an analytical framework. Northwestern University Press, 1962.

PERRIN, Jean-Claude, Le développement régional, Paris, P.U.F. 1974.

QUANDT, Richard E. (éditeur), The demand for travel, theory and measurement. Heath Lexington books. 1970.

REMY, Jean, La ville phénomène économique. Bruxelles, éditions Vie ouvrière, 1966.

RICHARDSON, H.W., Regional economics. London, Weidenfeld and Nicholson, 1969.

RICHARDSON, H.W., Regional growth theory, John Wiley & Son, 1973.

SCOTT, Peter, Geography and retailing Hutchinson University Library, London, 1970.

SMITH, David M., Industrial location; an economic geographical analysis, Toronto, John Wiley & Son, 1971.

SYSTEMS RESEARCH GROUP, Canada transportation projections to the year 2000, Toronto, 1970.

TAAFFE, E.J., et H.L. Gauthier, Geography of transportation, Prentice Hall, 1973.

WICKHAM, Sylvain, Economie des transports, Paris, 1969.

WOLKORWITSCH, Maurice, Géographie des transports, Armand-Colin, Paris, 1973.

Publications gouvernementales

BIRARD, Louis et Serge Thimothée, Dossier économique sur la C.U.Q., ministère des Affaires municipales, Québec.

Bureau de l'industrie et du commerce du Québec métropolitain, Etude des terrains industriels de la région de Québec. Situation actuelle et perspectives d'avenir, Québec, 1967.

Commission d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, Schéma d'aménagement de la C.U.Q.:
phase 1: Etudes sectorielles, 1972.
phase 2: Le concept, 1975.
annexes techniques:
- Les espaces industriels,
- L'habitation
- L'environnement rural et urbain
Québec, 1975.

DE LUC et associés, Etude de transport Québec-Lévis, ministère des Transports, 1973.

DE LUC et associés, Transport en commun Québec - Lévis; étude de pré-factibilité. ministère des Transports, 1974.

DUBE Claude, Eléments d'une politique de transport pour la région de Québec, C.A.C.U.Q.

GUERTIN, Pierre, Le dynamisme urbain québécois, Québec, O.P.D.Q.

HIGGINS, B., F. Martin et A. Raynauld, Les orientations du développement économique régional dans la province de Québec, ministère l'Expansion économique régionale, 1970.

LA HAYE, Jean-Claude et associés, La zone spéciale de Québec, étude de cadrage;

- Economie,
- Les équipements
- Tourisme
- Transports
- Synthèse

Québec, O.P.D.Q., 1973.

LAMY-TROUE, Lucienne, Quelques réflexions sur les conséquences d'un lien routier direct entre Québec et Lévis. Service de géographie, ministère des Transports, 1973.

LECLERC, Gilberte et Jean-Guy Blouin; Le port de Québec, facteur de localisation industrielle, Direction des études régionales, ministère de l'Industrie et du Commerce, 1970.

MARTIN, Fernand, Analyse de la structure urbaine de la province de Québec dans les activités économiques tertiaires, O.P.D.Q., 1969

Ministère de l'Agriculture, Consommation et degré d'auto-approvisionnement, Québec, 1972.

Ministère de l'Agriculture, Les régions agricoles du Québec, Québec, 1970.

Ministère de l'Expansion économique régionale, Subventions au développement régional. Questions et réponses. Ottawa, 1974.

Ministère de l'Expansion économique régionale et Office de planification et de développement du Québec, Entente-cadre de développement pour le Québec, 1974.

Ministère de l'Industrie et du Commerce, Regards sur l'industrie québécoise, Québec, 1967.

Ministère de l'Industrie et du Commerce, Les pôles d'attraction et leurs zones d'influence, Québec, Bureau des recherches économiques 1975.

Ministère de l'Industrie et du Commerce, Traits généraux de la région administrative de Québec. Direction des études économiques, 1971.

Ministère de l'Industrie et du Commerce, Dossier économique, agglomération du Québec métropolitain, Direction des études régionales, 1970.

Ministère de l'Industrie et du Commerce, L'industrie manufacturière de la région administrative de Québec, sa structure, sa concentration, ses investissements. Direction des études régionales. 1973.

Ministère de l'Industrie et du Commerce, Parcs et zones industrielles du Québec. Direction de l'infrastructure industrielle.

Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche, Le touriste non-résident au Québec. Service de la recherche, 1970.

Ministère des Transports, Lien Rive-Nord - Rive-Sud, Service de la circulation, 1973.

Office de planification et de développement du Québec, Les orientations du développement du Québec. L'aménagement du territoire et le développement économique. Québec, 1972.

RAU, Philip, Etudes des liens proposés entre les rives nord et sud. Service de géographie, ministère des Transports.

SAICANS, André, Prévisions démographiques des régions administratives et des principales agglomérations urbaines. Québec, O.P.D.Q. 1975.

Société de développement industriel, Rapport annuel 1972-73, Québec, 1973.

VANDRY, JOBIN, DE LEUW ,CATHER et associés, Plan de circulation et de transport. Région métropolitaine de Québec.
Vol. I: les enquêtes
Vol. II: le plan
Commission d'aménagement de Québec, 1967.

Ville de Québec, Le Bourgneuf, Concept d'organisation, Québec, 1974.

VALLIERES, Jean-Noël, Inventaire des modes de transport urbain et interurbain au Québec et quelques constations, ministère des Transports, Québec, 1975.

Articles de journaux et de revues

AYDALOT, Philippe, Le rôle économique des autoroutes, dans Revue d'économie politique. 1965. p. 1215-1224

BARCLAY Millar, C., The control of the interaction of development and communication, dans High speed ground transportation journal, janv. 1969, p. 54-62

BEN-BOUANAH, Recherche d'un modèle mathématique pour le choix des infrastructures nouvelles de transport, dans Revue générale des routes et des aérodromes, no 501, sept. 1974, p. 87-98.

BROWN, James H., Shift and share projections of regional economic growth; an empirical test, dans Journal of regional science, vol. 9, no 1, 1969, p. 1-18.

BRUNNER, J.A. et J.L. Masen, The influence of driving time upon shopping center preference, dans Journal of marketing, avril 1968, vol. 32, no 2, p. 57-61.

CHAMPAGNE, Pierre, Lien direct, dans Le Soleil du 27 au 31 janvier 1975 et du 3 au 7 février 1975.

CHARMEIL, C., Essai sur l'influence macro-économique des programmes d'investissement, dans Annales des ponts et chaussées, no 3, 1968, p. 139-154.

CHOINIERE, Guy, Les programmes fédéraux de stimulants aux industries dans les régions désignées, dans L'actualité économique, avril-juin 1973, p. 289-298.

COLE, L.M., Transport investment strategies and economic development, dans Land economics, août 1968, p. 307-317.

COX, W.E. et E.F. Cooke, Other dimensions involved in shopping center preference dans Journal of marketing, Vol 34, oct. 1970, no 4, p. 12-17

CREIGHTON, Roger L., Transportation and regional development, dans High speed ground transportation journal. Janv. 1968, p. 1-7

ECHENIQUE, M., A. Feo et autres, A disaggregated model of urban spatial structure: a theoritical framework, dans Environment and planning, 1974, vol. 6, p. 33-63

GAUTHIER, Howard L., Geography transportation and regional development, dans Economic geography, vol. 46, no 4, oct. 1970, p. 612-619.

GODDARD, J.B., Office communications and office location: a review of current research, dans Regional studies, déc. 1971, p. 263-280.

HUFF, David L., A probabilistic analysis of shopping center trade areas, dans Land economics, vol 39, 1963, p. 81-90.

KOENIG, G., Théorie économique de l'accessibilité urbaine, dans Revue économique, vol. XXV, No 2, 1974, p. 275-297.

LAKSHMAN, T.R. et W.G. Hansen, A retail market potentiel model, dans Journal of the american institute of planners, Vol. XXXI, No 2, p. 134-144.

LAMONDE, Pierre, L'entente cadre de développement Canada-Québec, dans L'actualité économique, janv-mars 1974, p. 108-114.

LEIGH, Roger, Analysis of the factors affecting the location of industry within the cities, dans Le géographe-canadien, 1969, p. 28-33.

LE PAS, Jean, Classification des économies externes urbaines, dans Cahiers de l'ISEA, tome II, no 6, juin 1968, p. 1249-1269.

MORIN, Michel, Les centres commerciaux de Lévis périclitent, dans Le Soleil, 20 août 1975.

PUTMAN, S.A., Intra-urban industrial location model, design and implementation, dans Papers of the regional science association, Vol 19, 1967, p. 199-214.

SAKASHITA, N., An axiomatic approach to shift and share analysis, dans Regional and urban economics, Vol 3, no 3, 1973, p. 263-272.

VICKERMAN, R.W., Accessibility, attraction and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility, dans Environment and planning, 1974, vol. 6, p. 675-691.

Sources statistiques

Bureau de la statistique du Québec, compilations spéciales.

Commission d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, Schéma d'aménagement de la C.U.Q.
1° phase: Etudes sectorielles, 1972,
Annexes techniques
- L'habitation
- Les espaces industriels
Québec, 1975.

DE LUC et associés, Transport en commun Québec-Lévis, étude de pré-factibilité, ministère des Transports, 1974.

LA HAYE, Jean-Claude et associés, La zone spéciale de Québec, étude de cadrage;
- Economie
- Transports
Québec, O.P.D.Q., 1973.

Ministère de l'Agriculture, Bureau régional, compilations spéciales.

Ministère de l'Industrie et du Commerce. L'industrie manufacturière de la région administrative de Québec. Direction des études régionales, 1973.

Ministère des Transports, Région de Québec, lien rive-nord - rive-sud. Service technique de la circulation, 1973.

Ministère des Transports, Recensement de la circulation sur les routes du Québec, 1970-1974, Service technique de la circulation.

Office de planification et de développement du Québec, Prévisions démographiques des régions administratives et des principales agglomérations urbaines, Québec, 1973.

SCOTT'S, Répertoire industriel du Québec, Penstock publications Ltd.

Société centrale d'hypothèques et de logement, Canada 2000, Ottawa.

Statistique Canada, Industries manufacturières du Canada; répartition géographiques, cat. 31-209.

Statistique Canada, La croissance de l'emploi dans les industries manufacturières, cat. 31-505.

Statistique Canada, Prix et indices de prix, cat. 62-002.

Statistique Canada, Recensements 1961, 1966 et 1971.

Cartes

Ministère de l'Expansion économique régionale, Possibilités agricoles des sols, Québec, Inventaire des terres du Canada, 1973.

Ministère des Transports, Diagramme d'écoulement de la circulation, 1972. Direction de la circulation.

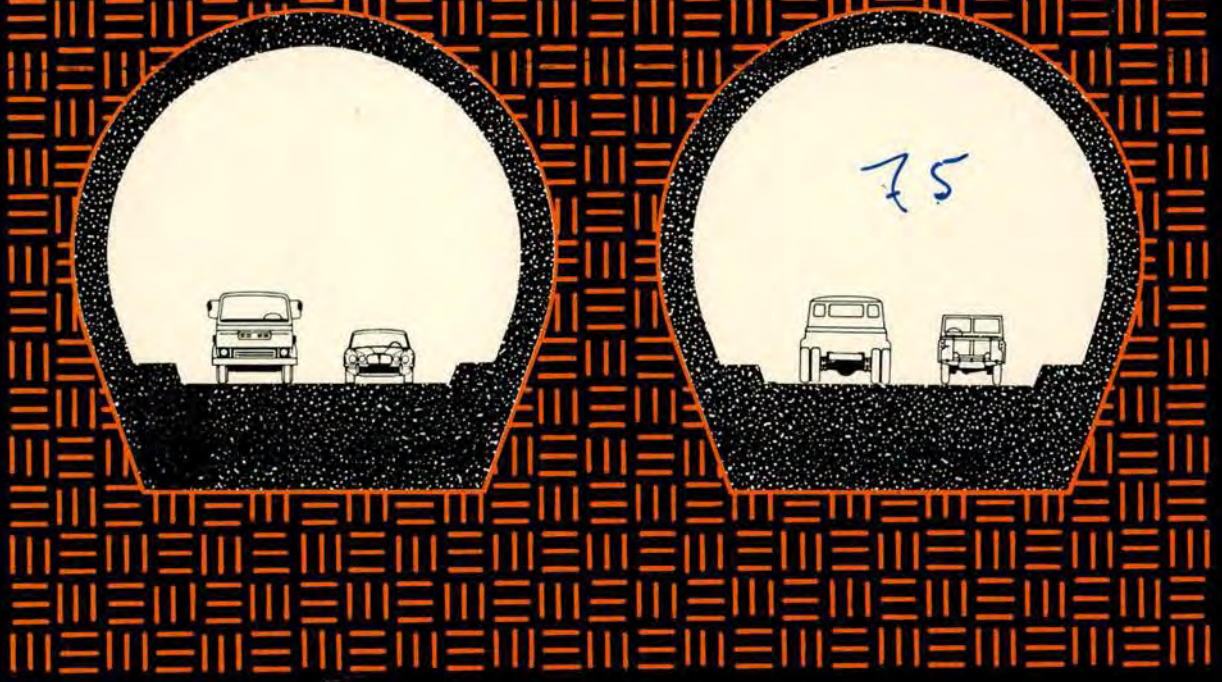
Ministère des Transports, Diagramme d'écoulement de la circulation, 1974. Direction de la circulation.

Ministère des Transports, Développement urbain de la région de Québec, 1963-1975, Service de géographie, 1976.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
SERVICE DE LA GÉOGRAPHIE
PLACE HAUTEVILLE, 17e ÉTAGE
700 EST, BOUL. ST-CYRILLE
QUÉBEC. G1R 5A9

MINISTERE DES TRANSPORTS
QTR A 093 847

lien
RIVE NORD - RIVE SUD
via tunnel



QUÉBEC

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DES TRANSPORTS
DIRECTION GÉNÉRALE DU GÉNIE
SERVICE DES SOLS ET MATÉRIAUX
MÉCANIQUE DES ROCHES

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
21e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

429965

lien
RIVE NORD - RIVE SUD
via tunnel

CANQ
TR
GE
ST
107

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS I

LISTE DES TABLEAUX II

LISTE DES FIGURES III

Chapitre 1 INTRODUCTION 1

Chapitre 2 GÉNÉRALITÉS 1

Chapitre 3 LA GÉOMORPHOLOGIE 2

Chapitre 4 LA GÉOLOGIE 6

Chapitre 5 LOCALISATION DES AXES 8

Chapitre 6 ÉTUDES À ENTREPRENDRE 14

Chapitre 7 COÛTS 17

Chapitre 8 CONCLUSION 27

AVANT-PROPOS

Le présent rapport n'a pas la prétention d'avoir la **solution** pour relier la Rive Nord à la Rive Sud, mais plutôt de présenter une alternative valable qui mérite d'être considérée.

Les études de circulation, d'implantation des échangeurs et toutes les conséquences sociales et économiques que peut provoquer la réalisation d'un tel projet sont laissées aux services compétents en la matière et ne servent que de jalons à la préparation de ce document.

Je tiens à remercier de manière toute particulière les personnes qui ont participé activement à la préparation de ce rapport, soit monsieur André Drolet, géologue, qui a été un collaborateur de tout instant, ainsi que monsieur Jean-Pierre Tremblay, technicien en art appliqué et graphique, et monsieur Jean Cadoret, dessinateur.

Claude Leclerc ing.

Claude Leclerc, ing.
Responsable de la Section
"Mécanique des Roches"
Service des Sols et Matériaux
Québec, le 10 juin 1975

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I CLASSIFICATION DES MASSIFS ROCHEUX POUR LA CONSTRUCTION DES TUNNELS 20

Tableau IIA CLASSIFICATION DES ROCHES TENDRES (5 BAR < RC < 300 BAR) OU SUSCEPTIBLES D'ÉVOLUER RAPIDEMENT 21

Tableau IIB CLASSIFICATION DES ROCHES TENDRES (5 BAR < RC < 300 BAR) OU SUSCEPTIBLES D'ÉVOLUER RAPIDEMENT 22

Tableau III CLASSIFICATION DES ROCHES DURES (RC > 300 BAR) 23

Tableau IV PRIX UNITAIRE 24

Tableau V COÛTS APPROXIMATIFS DES TUNNELS 25

Tableau VI ROSETTES REPRÉSENTANT LA RÉPARTITION EN POURCENTAGE DES ÉLÉMENTS DU COÛT UNITAIRE 26

LISTE DES FIGURES

Figure 1 ZONES PROPICES À L'IMPLANTATION D'UN TUNNEL 3

Figure 2 PROFIL DU SOCLE ROCHEUX ET DU MORT-TERRAIN 4

Figure 3 PROFONDEUR D'EAU 5

Figure 4 GÉOLOGIE 7

Figure 5 PROFILS EN LONG DES TUNNELS (OUEST) 9

Figure 6 PROFILS EN LONG DES TUNNELS (EST) 10

Figure 7 EMPLACEMENT DES AXES 11

Figure 8 GABARITS POUR TUNNELS 19

1.00 INTRODUCTION

À l'automne 74, le S.T.C. nous soumettait une demande d'étude des Axes Dufferin et de l'Ile d'Orléans pour relier les deux rives au moyen d'un tunnel. Ce travail devait faire ressortir les problèmes géologiques ainsi que les études à entreprendre pour la réalisation de ce projet.

L'étude du lien Rive Nord — Rive Sud, via un tunnel, peut très bien servir d'addenda ou faire l'objet d'un chapitre aux rapports Vandry-Jobin ou du Service de la Circulation sur les communications du Québec Métropolitain. Les informations géologiques et la topographie du socle rocheux sous le fleuve étaient peu ou mal connues au moment de la parution de ces rapports. Une publication du Ministère des Richesses Naturelles, DP-205, "Géologie de la Région de la Ville de Québec, par Pierre St-Julien, F.F. Osborne 1973", ainsi qu'une étude séismique sur le fleuve par E. Holtz 1974, pour le Ministère de la Voirie, ont été publiées depuis et constituent des documents indispensables pour étudier de façon objective les possibilités d'un tel projet.

Ces publications nous démontrent que le socle rocheux n'est pas aussi profond qu'on l'estimait et que la structure géologique ne semble pas être un obstacle majeur au fonçage d'un tunnel.

2.00 GÉNÉRALITÉS

Le présent rapport n'est qu'un document de travail qui se situe au stade d'étude d'implantation d'un tunnel.

Le choix d'un tracé de tunnel doit cadrer avec le réseau routier établi et être le résultat d'un consensus de toutes les études d'ensemble en tenant compte de toutes les implications.

En raison des problèmes techniques à surmonter et des conséquences financières, l'étude doit se faire avec beaucoup de minutie et des solutions de

rechange, tel un pont, doivent être menées parallèlement à celle du tunnel. La décision résultant de ces études ne peut qu'en justifier la rentabilité.

Un très grand nombre de facteurs entre en jeu lors de telles études et l'on se doit de procéder par des éliminations progressives car chaque décision partielle a des implications sur la décision finale.

Pour mener à bien un projet de telle envergure, une collaboration très étroite doit être établie entre les différents services techniques relevant de la Direction générale du Génie, pour mieux circonscrire toutes les facettes du problème, et cela, au stade même de l'avant-projet.

3.00 LA GÉOMORPHOLOGIE

La topographie et la profondeur du socle rocheux jouent un rôle de première importance dans la localisation de zones d'implantation d'un tunnel fluvial. En effet, l'ouvrage à construire est d'autant plus long que les accès sont élevés et que le socle rocheux est profond.

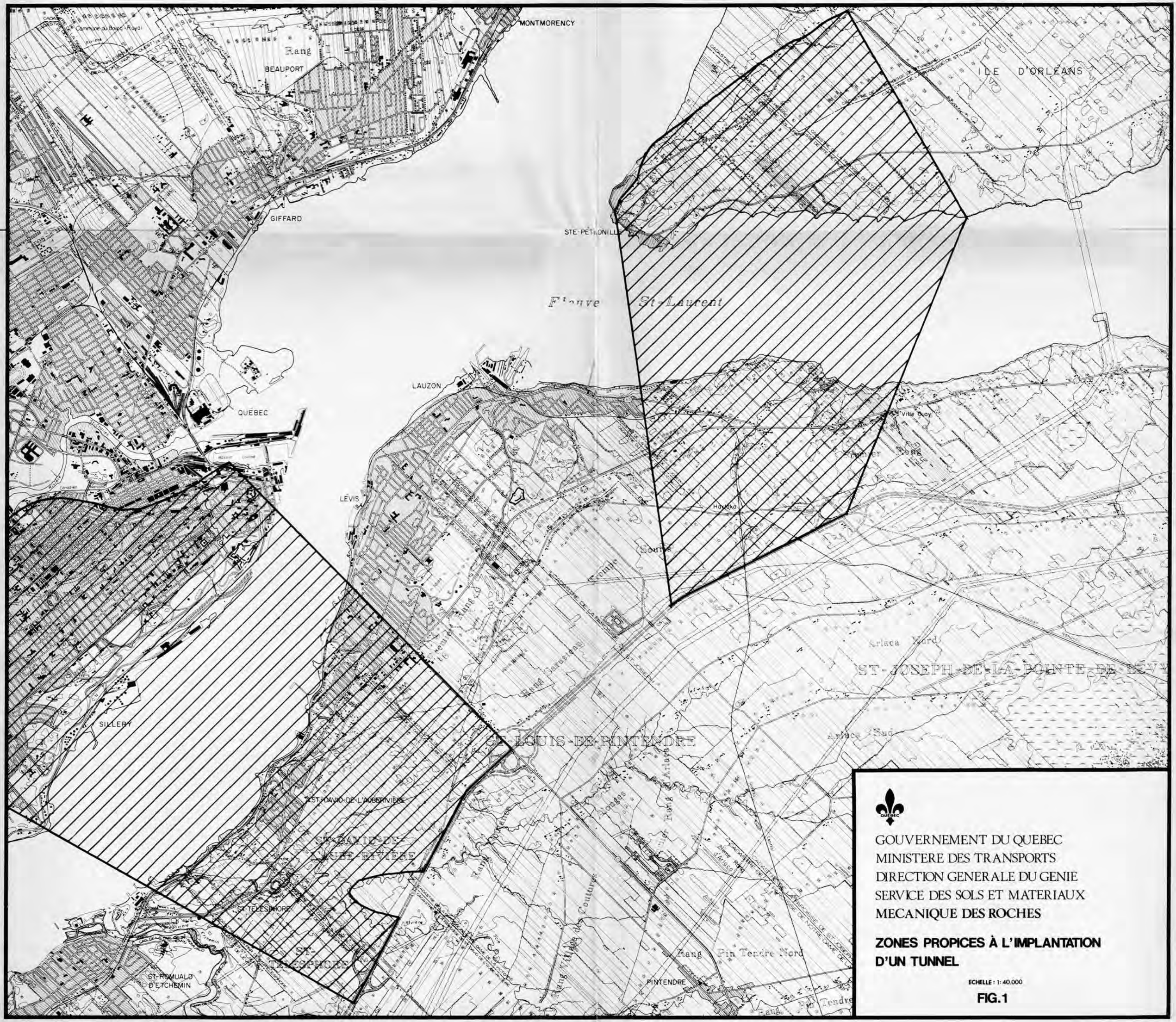
Les aires hachurées de la fig. 1 montrent les zones où il est possible d'implanter des accès tout en considérant la topographie et la profondeur du socle rocheux.

La fig. 2 donne la profondeur du socle rocheux sous le niveau du fleuve et le trait gras relie les points les plus bas. Toutes les cotes indiquées sont prises par rapport au niveau de référence S.G.C.

La fig. 3 donne les profondeurs d'eau dans le fleuve en partant du Pont de Québec jusqu'à la ligne de transmission de l'Hydro-Québec qui relie l'Île d'Orléans à la Rive Sud.

Que les accès nord du tunnel soient situés à la Basse Ville de Québec ou à l'Île d'Orléans, les portails voisinent la cote 50.

Le phénomène est différent pour les accès sud où l'on doit rechercher les



GOUVERNEMENT DU QUEBEC
MINISTERE DES TRANSPORTS
DIRECTION GENERALE DU GENIE
SERVICE DES SOLS ET MATERIAUX
MECANIQUE DES ROCHES

ZONES PROPICES À L'IMPLANTATION D'UN TUNNEL

ECHELLE : 1: 40,000

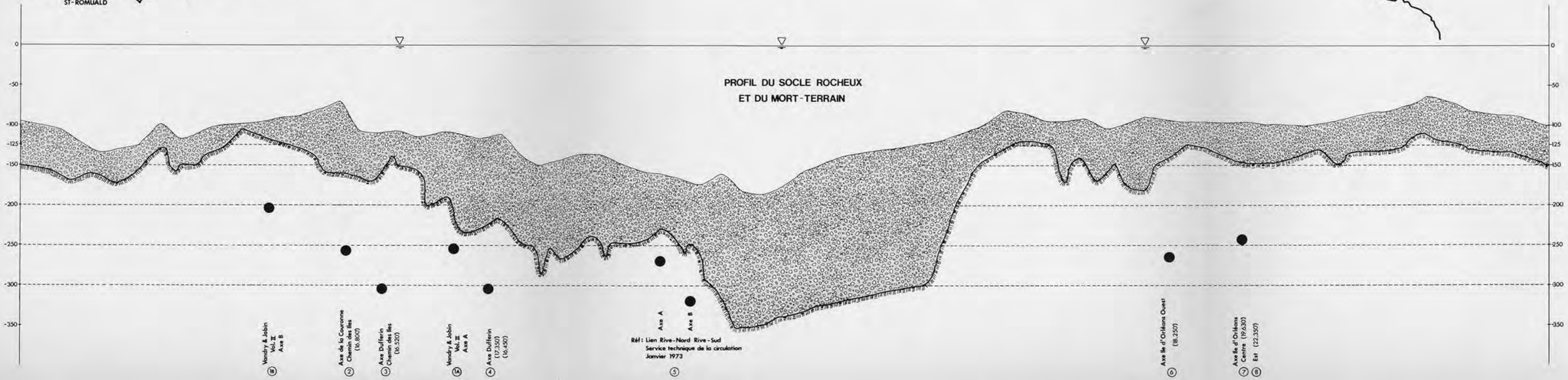
FIG.1

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
MINISTERE DES TRANSPORTS
DIRECTION GENERALE DU GENIE
SERVICE DES SOLS ET MATERIAUX
MECANIQUE DES ROCHES

FIG. 2

TOPOGRAPHIE DU SOCLE ROCHEUX

ECHELLE : 1:40,000



PROFIL DU SOCLE ROCHEUX ET DU MORT-TERRAIN

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
MINISTERE DES TRANSPORTS
SERVICE DES SOLS ET MATERIAUX
MECANIQUE DES ROCHES

PROFONDEUR D'EAU

FIG. 3

ECHELLE: 1:40,000

points bas pour localiser les portails. Sur le chemin des Îles, au voisinage de la rivière à La Scie, on note un point voisinant la cote 125. Pour les autres endroits pouvant être choisis, les cotes varient de 200 à 300.

4.00 LA GEOLOGIE

Un tunnel est en premier lieu un problème géologique où tous les aspects techniques dépendent indubitablement des conditions géologiques rencontrées.

L'étude géologique de la région de Québec n'a vraiment été parachevée qu'en 1973 lorsque le Ministère des Richesses Naturelles a mis à la disposition du public le rapport DP-205, lequel était accompagné de cartes géologiques de la région immédiate de Québec.

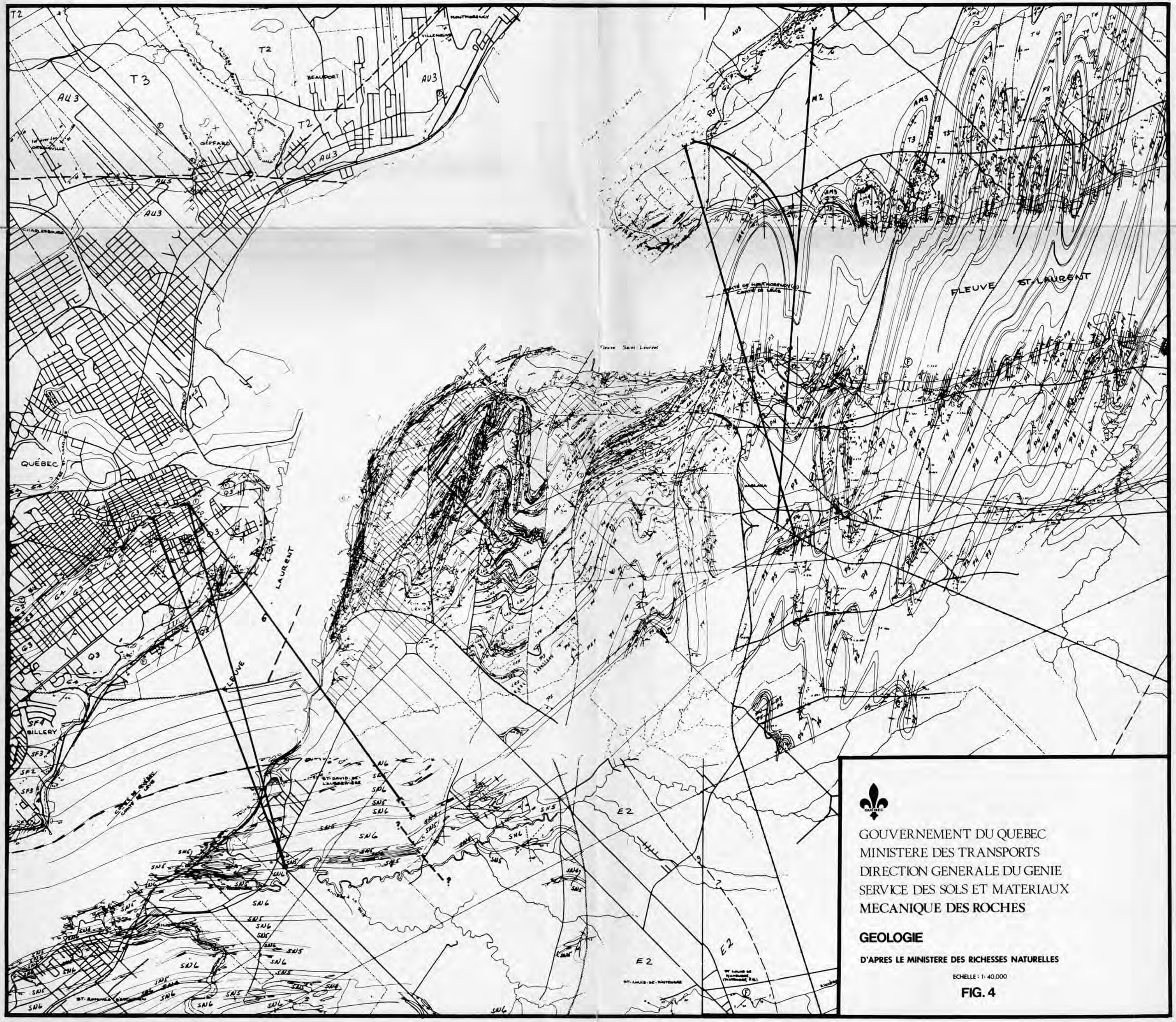
La fig. 4 est une reproduction partielle de la carte de St-Julien et couvre les zones d'implantation étudiées.

Les roches allochtones de la région de Québec sont formées de neuf unités structurales distinctes. Incidemment, les unités constituées des roches les plus anciennes reposent sur les plus récentes.

Trois de ces unités retiennent particulièrement notre attention:

1) Le Klippe de la Chaudière, comprenant le "Groupe de Sillery" à l'ouest constitué en majeure partie de grès et de mudstone.
2) La Nappe du Promontoire de Québec, comprenant la "Formation de Québec" surtout caractérisée par ses calcaires et ses schistes.
3) La Nappe de Bacchus plus à l'est formée en majorité de mudstone et de schiste.

Règle générale en se déplaçant d'est en ouest le long du fleuve, le matériel rocheux rencontré possède de meilleures propriétés mécaniques.



GOUVERNEMENT DU QUEBEC
MINISTERE DES TRANSPORTS
DIRECTION GENERALE DU GENIE
SERVICE DES SOLS ET MATERIAUX
MECANIQUE DES ROCHES

GEOLOGIE

D'APRES LE MINISTERE DES RICHESSES NATURELLES

ECHELLE : 1: 40,000

FIG. 4

Les roches du "Groupe de Sillery" sont celles qui se prêtent le mieux à la perçée d'un tunnel.

5.00 LOCALISATION DES AXES

Le Service de la Circulation, de qui relève l'implantation géométrique des tracés routiers, nous avait soumis deux axes pour étude. Nous sommes allés plus loin en prenant l'initiative de proposer d'autres axes en fonction de la géologie et de la géomorphologie.

Les axes suggérés par le Service des Sols et Matériaux restent néanmoins dans le voisinage des axes du Service de la Circulation étant donné que ces derniers ont été implantés à la suite d'études globales de circulation (Rapport du Service de la Circulation 1973 et rapport Vandry-Jobin).

Les fig. 5 et 6 montrent les six profils en long des tunnels avec leur géologie. Deux de ces axes sont le choix du Service de la Circulation et les quatre autres ceux du Service des Sols et Matériaux.

Pour les profils en long de ces tunnels, nous avons suivi les critères suivants: une couverture minimum de 50 pieds de roc, une pente maximum de 4% et un gabarit minimum de 16 pieds.

La fig. 7 représente la localisation des six axes en plan.

Les axes s'identifient comme suit avec une estimation de leurs longueurs de souterrain en pieds.

A) Axes "Ouest"

1) L'axe Dufferin: deux solutions s'identifient à cet axe, l'une sans consolidation du mort-terrain (17,350 pieds) et l'autre avec consolidation (16,450 pieds);
2) L'axe Dufferin — Chemin des Îles (16,500 pieds);
3) L'axe de la Couronne — Chemin des Îles (16,800 pieds).

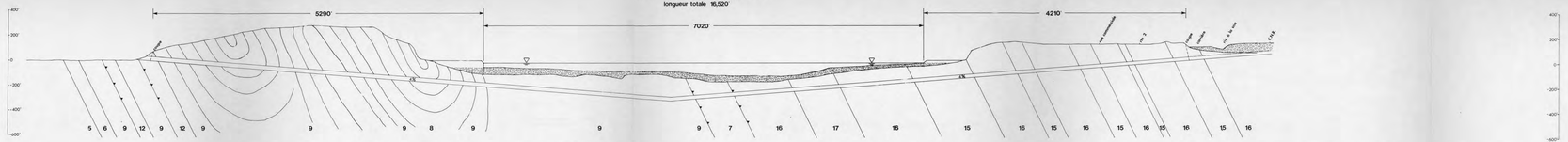
GOUVERNEMENT DU QUEBEC
MINISTERE DES TRANSPORTS
DIRECTION GENERALE DU GENIE
SERVICE DES SOLS ET MATERIAUX
MECANIQUE DES ROCHES

ECHELLE 100 AU POUCE HORIZONTALE
40 AU POUCE VERTICALE

FIG. 5

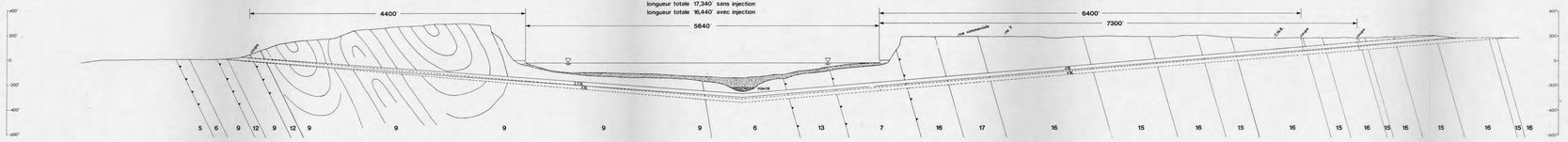
AXE DUFFERIN – CHEMIN DES ILES

longueur totale 16,520'



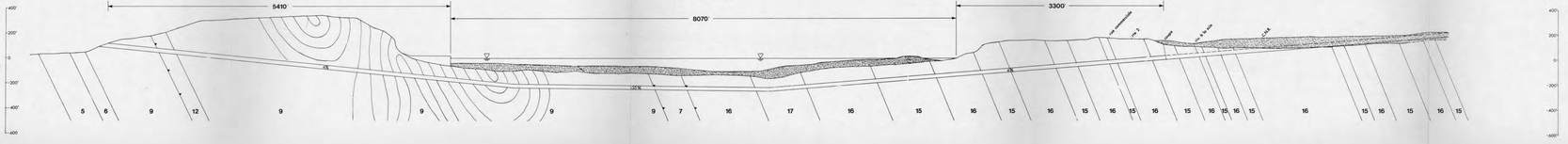
AXE DUFFERIN

longueur totale 17,340' sans injection
longueur totale 16,440' avec injection



AXE DE LA COURONNE – CHEMIN DES ILES

longueur totale 16,780'



AXE DUFFERIN – CHEMIN DES ÎLES
AXE DUFFERIN
AXE DE LA COURONNE – CHEMIN DES ÎLES

— LÉGENDE —

ORDOVICIEN MOYEN

— PAR AUTOCHTONE

5 Schiste argileux et flysch du "Canajoharie" et de l'Utica

6 Schiste-à-blocs et schiste argileux du "Normanskill" et du "Canajoharie"

— ALLOCHTONE

7 Schiste-à-blocs de la Rivière Etchemin

Nappe du Promontoire de Québec (fm. de la Ville de Québec)

8 Schiste argileux gris foncé et grès calcareux

9 Calcaire argileux, mudstone calcareux, mudstone, schiste argileux

Formation de la Citadelle

12 Schiste-à-blocs

ORDOVICIEN INFÉRIEUR ET CAMBRIEN

Écailles de Ste-Pétronille et de la Pointe-de-Lévy (fm. de Lévis)

13 Mudstone dolomitique, schiste argileux, calcisiltite, calcarénite

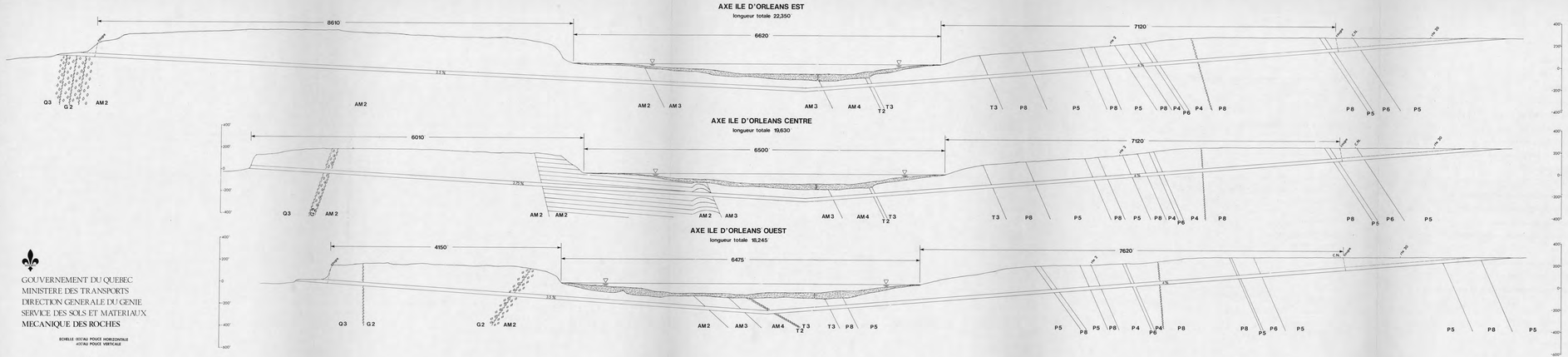
CAMBRIEN

Klippe de la Chaudière (groupe de Sillery)

15 Grès interstratifié avec des mudstones rouges

16 Mudstone rouge avec quelques lits de mudstone vert

17 Mudstone rouge, vert et gris



GOUVERNEMENT DU QUEBEC
MINISTERE DES TRANSPORTS
DIRECTION GENERALE DU GENIE
SERVICE DES SOLS ET MATERIAUX
MECANIQUE DES ROCHES

ECHELLE 1000' AU POUCE HORIZONTALE
400' AU POUCE VERTICALE

FIG. 6

AXES ÎLE D'ORLÉANS OUEST, CENTRE ET EST

— LÉGENDE —

NAPPE DU PROMONTOIRE DE QUÉBEC

Formation de la Grotte (Ordovicien moyen)

G_3 Alternance de shale gris foncé et vert pâle en lits de 1" à 6" contenant localement des interlits de siltstone de 1" à 3" d'épaisseur

Formation de la Ville de Québec (Ordovicien moyen)

Q_3 Calcaire argileux ou shale calcareux avec quelques interlits de shale gris foncé et de calcarénite (Age Normanskill)

NAPPE DE BACCHUS

Formation de la Pointe-de-la-Martinière (Ordovicien inférieur)

P_8 Mudstone rouge, quelques interlits de mudstone ou shale vert

P_6 Alternance de mudstone dolomitique vert et de shale vert

P_5 Alternance de mudstone dolomitique vert et de mudstone micacé gris foncé en lits de 4" à 12", shale vert

P_4 Shale vert avec quelques interlits de mudstone rouge et vert

Formation du Trou St-Patrice (Ordovicien inférieur)

T_3 Shale gris foncé intercalé de lits de calcarénite et de grès calcareux de 2" à 2 pieds d'épaisseur

T_2 Conglomérat calcaire

Formation de l'Anse Maranda (Cambrien)

AM_4 Grès glauconieux rouge, vert et rouge

AM_3 Grès glauconieux schisteux

AM_2 Mudstone glauconieux

MONTMORENCY

JETÉE PROPOSÉE PAR LE S.S.M.

JETÉE PROPOSÉE PAR LE S.T.C.

CENTRE

ÎLE D'ORLÉANS

BEAUPORT

GIFFARD

STE-PÉTRONILLE

AXES
ÎLES D'ORLÉANS

EST

OUEST

Fleuve St-Laurent

LAUZON

QUÉBEC

LÉVIS

SILLERY

AXE DUFFERIN

AXE DUFFERIN - CHEMIN DES ÎLES

AXE DE LA COURONNE - CHEMIN DES ÎLES

ST-DAVID-DE-L'AUBERIVIÈRE

ST-DAVID-DE-L'AUBE-RIVIÈRE

ST-TÉLESPHORE

ST-TÉLESPHORE

ST-ROMUALD D'ETCHEMIN

ST-LOUIS-DE-PINTENDRE

ST-JOSEPH-DE-LA-POINTE-DE-LÉVY

PINTENDRE

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
MINISTERE DES TRANSPORTS
DIRECTION GENERALE DU GENIE
SERVICE DES SOLS ET MATERIAUX
MECANIQUE DES ROCHES

EMPLACEMENT DES AXES

ECHELLE : 1: 40,000

FIG. 7

B) Axes "Est"

1) L'axe de l'Île d'Orléans ouest (18,250 pieds);

2) L'axe de l'Île d'Orléans centre (19,630 pieds);

3) L'axe de l'Île d'Orléans est (22,350 pieds).

À l'aide de la carte des Richesses Naturelles, nous avons évalué l'influence que peut avoir la géologie versus les axes proposés.

Certains des axes suggérés présentent des avantages marqués à cause de la structure géologique ou de la nature même de la roche.

Les axes Ouest sont situés dans le Klippe de la Chaudière du côté sud et dans la Nappe du Promontoire de Québec du côté nord.

Les strates ont un pendage d'une cinquantaine de degrés vers le sud. Cet arrangement structural homogène permet de percer une galerie en travers banc, ce qui minimise les bris hors profil lors de l'excavation.

Dans le Promontoire de Québec, nous notons la présence de trois grands plis renversés. L'orientation de ces plis facilite également le fonçage de galeries en travers banc.

Les axes Est, dits de l'Île d'Orléans, sont situés dans la Nappe de Bacchus caractérisée par des plis serrés et une multitude de failles inverses imbriquées. Dans la partie de cette nappe où les axes passent, les plis accusent une plongée d'une quarantaine de degrés vers le sud.

L'axe de l'Île d'Orléans ouest proposé coupe un flanc de synclinal de sorte que la direction et le pendage des strates varient énormément en plus de permettre une forte infiltration d'eau dans la galerie.

Par contre, les axes de l'Île d'Orléans centre et est passent au coeur d'un anticlinal ce qui facilite les conditions d'excavation. De plus, l'anticlinal, épousant la forme d'une arche, permet une meilleure répartition de forces qu'aura à supporter la voûte du tunnel.

Il ne faut cependant pas oublier que la nature des roches traversées par les axes de l'Île d'Orléans se prête moins bien à l'excavation d'un tunnel que ceux de l'ouest et une série de failles et zones bréchiques viennent amplifier les problèmes de soutènement et d'infiltration d'eau.

Il est toutefois possible de creuser un tunnel selon les axes Est, mais les problèmes géologiques rencontrés seront certainement plus épineux que ceux des axes Ouest.

D'autres axes furent projetés dans des rapports antérieurs tels les axes A et B du rapport lien Rive Nord et Rive Sud du Service Technique de la Circulation et les axes A et B du rapport Vandry-Jobin Ass., Vol. II.

Même si nous ne possédons pas toutes les données du profil du socle rocheux de l'estuaire de la rivière St-Charles, nous pouvons présumer le roc à la cote 200 pieds ce qui implique donc que les tunnels du rapport du Service de la Circulation auraient une longueur supérieure à 23,000 pieds.

De plus, les formations géologiques du côté sud de ces axes font partie de la nappe de Bacchus, comme c'est le cas pour les axes de l'Île d'Orléans. Les formations du côté nord de ces axes appartiennent à la Formation de Québec. Les problèmes soulevés par le creusage dans la Nappe de Bacchus restent tout aussi aigus qu'ils le sont pour les axes de l'Île d'Orléans. Toutefois, la partie nord se prête mieux à l'excavation de galerie.

Les axes A et B du rapport Vandry-Jobin se situent dans le Groupe de Sillery et dans la Formation de Québec, lesquelles se prêtent assez bien au creusage de tunnels.

Étant donné que l'axe A possède une courbe horizontale et verticale, il n'est pas recommandable.

Pour l'axe B, il faudrait prévoir l'accès sud à l'élévation 200 environ, ce qui donnerait une longueur de plus de 17,000 pieds. En effet, il n'est pas possible

de prévoir l'accès sud du tunnel au pied de la falaise comme mentionné dans le rapport Vandry-Jobin.

6.00 ÉTUDES À ENTREPRENDRE

A) Étude d'implantation

B) Étude préliminaire

C) Étape d'avant-projet

A) Étude d'implantation

GÉOLOGIE

Il est indispensable d'effectuer un relevé géologique détaillé de la région où l'on désire implanter un tunnel et spécialement les zones envisagées pour l'implantation des portails.

GÉOPHYSIQUE

Selon les différents axes du projet d'implantation, un relevé séismique s'impose pour déterminer le profil du socle rocheux.

Il convient, dès l'étude d'implantation, d'éviter les zones susceptibles de créer des difficultés d'ordre technique et d'identifier les endroits où de telles difficultés apparaissent tout en indiquant la nature et l'influence des difficultés.

B) Étape préliminaire

Les études géologiques doivent être complétées par des études géophysiques, hydrologiques et géotechniques des axes retenus et un programme de sondages mécaniques doit être prévu au stade d'étape préliminaire.

GÉOPHYSIQUE

Des sondages séismiques par réfraction doivent être prévus pour délimiter les zones bréchiques pouvant accompagner les failles susceptibles d'être traversées par les axes de tunnel.

Une telle étude séismique pourrait possiblement fournir une idée de la nature

du socle rocheux par interprétation des résultats.

Cette méthode de sondage est préférée aux sondages mécaniques à l'étape d'avant-projet parce qu'elle permet de fournir plus d'information à meilleur coût.

GÉOTECHNIQUE

Les sondages hydrologiques et géotechniques s'associent aux sondages mécaniques, lesquels permettent de contrôler et compléter les résultats des sondages séismiques.

Les sondages mécaniques, lors des études préliminaires, doivent être minimisés et exécutés dans les axes offrant les meilleures possibilités de réalisation.

Lors de ces sondages mécaniques, des renseignements hydrologiques doivent être recueillis; il est bon de noter la perméabilité des formations traversées, spécialement au niveau proposé pour le tunnel.

Les sondages mécaniques permettent de recueillir des échantillons de roc, lesquels peuvent être étudiés pour fournir des informations sur la pétrographie, la texture, la granulométrie, l'altération, la stratigraphie et la structure de la roche en place. Les renseignements ainsi recueillis viennent s'ajouter aux informations déjà obtenues par d'autres méthodes de sondage.

C) Étape d'avant-projet

Après ces études d'implantation et ces études préliminaires, si une préférence vient qu'à s'établir pour un axe déterminé, les études entreprises devront alors être complétées et élaborées davantage.

MÉCANIQUE DES ROCHES

À l'emplacement des portails, des études de stabilité, tant du roc que du mort-terrain si c'est le cas, doivent être faites.

Là où l'on prévoit des cheminées de ventilation, il faut procéder à des son-

dages mécaniques ou forer un trou suffisamment grand qui permettra de voir en place la nature de la roche et évaluer sa compétence.

Étant donné la profondeur à laquelle passera le tunnel sous le fleuve, il est recommandable d'opter pour une galerie pilote pour mieux connaître la nature du roc à traverser. Ce trou pilote peut être fait dans l'axe de l'un des tubes du tunnel ou en parallèle avec les galeries du tunnel.

Ce tunnel pilote fournira des informations qu'il est presque impensable d'obtenir d'une autre manière. Des sondages mécaniques, pour la différence de prix, ne peuvent nous renseigner comme le ferait une galerie pilote sur la nature de la roche rencontrée, sa structure, sa compétence, l'infiltration d'eau et les problèmes à surmonter lors du creusage du tunnel.

À partir de cette galerie, des essais en place et en laboratoire peuvent être' effectués car les problèmes rencontrés s'apparenteront à ceux de l'excavation réelle.

Cette galerie pilote peut très bien servir ultérieurement pour la ventilation et pour le drainage et/ou comme conduit pour les déblais des galeries principales.

La galerie pilote, même si elle s'avère dispendieuse au premier coup d'oeil, permet de réaliser des économies appréciables lors de la réalisation du projet. Il est plus facile d'estimer de façon réelle les risques encourus au cours du perçage du tunnel.

Il en coûterait plus cher pour obtenir les mêmes informations que procure une galerie pilote si l'on faisait exclusivement appel aux sondages mécaniques et encore là il y aurait beaucoup d'impondérables. De ce fait, ceux appelés à soumissionner sur un tel projet se verraient obligés de tenir compte des risques dans leurs coûts de réalisation et par le fait même ces coûts seraient majorés. Donc on ne saurait trop insister sur l'importance des études géolo-

giques et géotechniques très poussées pour un projet d'une telle envergure. En effet, un manque d'information peut avoir des conséquences catastrophiques tant au point de vue sécurité qu'au point de vue économique.

7.00 COÛTS

On ne considère dans l'étude des coûts que les sections courantes; les ouvrages de tête, d'accès, ainsi que les zones géologiques très difficiles doivent faire l'objet d'études séparées.

La liste des différentes opérations dont il faut tenir compte pour l'estimation des coûts est longue et disparate, de sorte que nous nous en tiendrons aux grandes divisions relevant des différents génies.

A) Génie géologique (Géotechnique)

a) Déroctage

b) Soutènement

c) Injection

B) Génie Civil (Structure)

a) Revêtement

b) Chaussée

c) Drainage

d) Cloisons et plafonds

C) Génie Mécanique (Ventilation)

D) Génie Electrique (Électromécanique et Éclairage)

Les études géologiques permettent de localiser des zones présentant certaines difficultés au creusement et au soutènement et de les classer en groupes montrant des difficultés similaires auxquelles il est possible d'associer un prix unitaire.

La littérature fournit des classifications géotechniques permettant de regrou-

per les matériaux pour la construction de tunnel. Nous en présentons deux, soit celle de Terzaghi, Tableau I, et celle du Centre National d'Etudes des Tunnels, publiée dans la revue "Bull. Liaison Labo. P. et C. no 54, août-septembre 1971", Tableaux II A, II B et III. Dans chacune des classifications, on suggère des solutions de soutènement et, s'il y a lieu, on indique le comportement de la roche après l'excavation.

Le Tableau IV représente la variation des coûts de terrassement au mètre cube versus la superficie d'ouverture de la galerie en fonction de la classification géotechnique des terrains. La fig. 8 illustre les gabarits qui ont servi à notre évaluation des coûts.

En indexant les prix aux conditions actuelles, ces courbes peuvent servir pour l'estimation des coûts.

Nous avons évalué le coût des différents tunnels hypothétiques dont il a été question dans le choix des axes, en référant à la carte géologique de la région, en utilisant les différents tableaux et en tenant compte des prix soumissionnés pour des travaux similaires.

Le Tableau V "Coûts approximatifs des tunnels" donne les coûts des différents axes proposés pour des tunnels à deux, trois et quatre voies. Le coût géotechnique, représentant les travaux de déroctage et de revêtement, constitue 57% du prix total de l'oeuvre. Les coûts de l'électromécanique, comprenant la ventilation, l'éclairage, l'équipement..., constituent 43% du prix total.

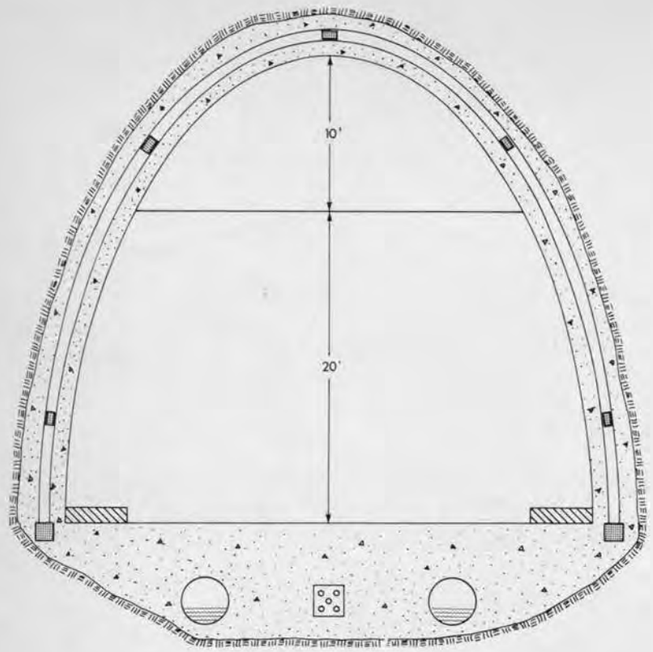
Ces pourcentages sont tirés de la publication "Journées du Comité Français de Mécanique des Roches, mai 1970", article ayant pour titre "Le coût des tunnels et les apports de la mécanique des roches". Le Tableau VI donne des rosettes représentant la répartition en pourcentage des éléments du coût unitaire pour différents tunnels.

GOUVERNEMENT DU QUEBEC
MINISTERE DES TRANSPORTS
DIRECTION GENERALE DU GENIE
SERVICE DES SOLS ET MATERIAUX
MECANIQUE DES ROCHES

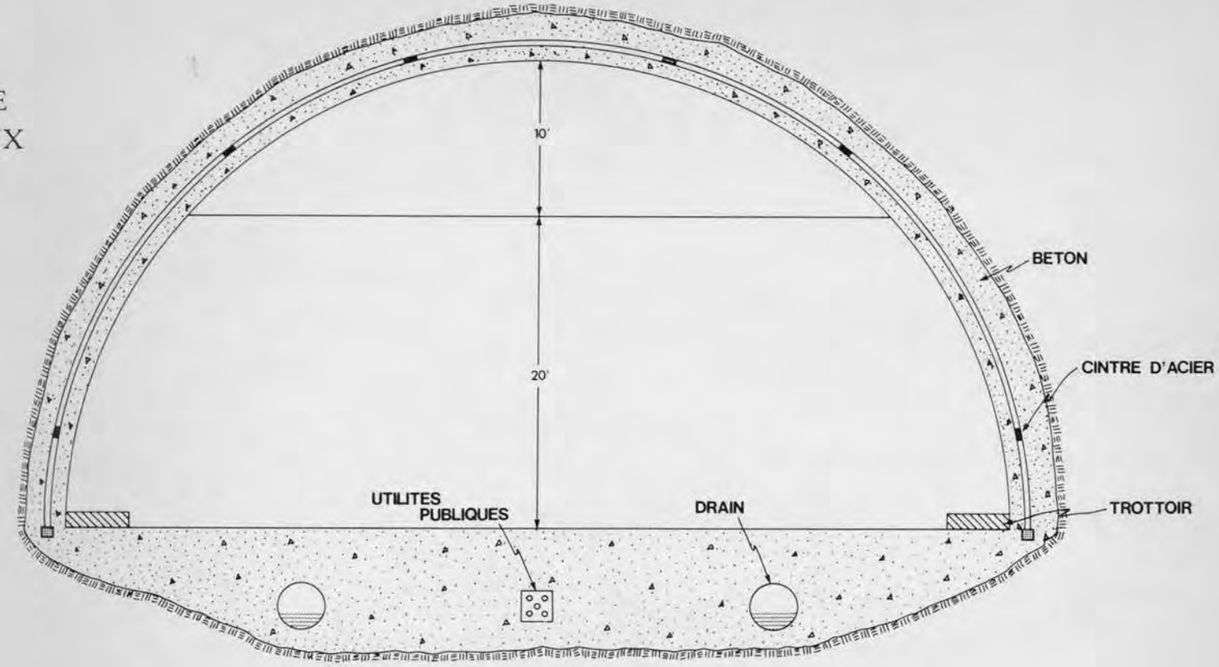
GABARITS POUR TUNNEL

ECHELLE : 10' AU POUCE

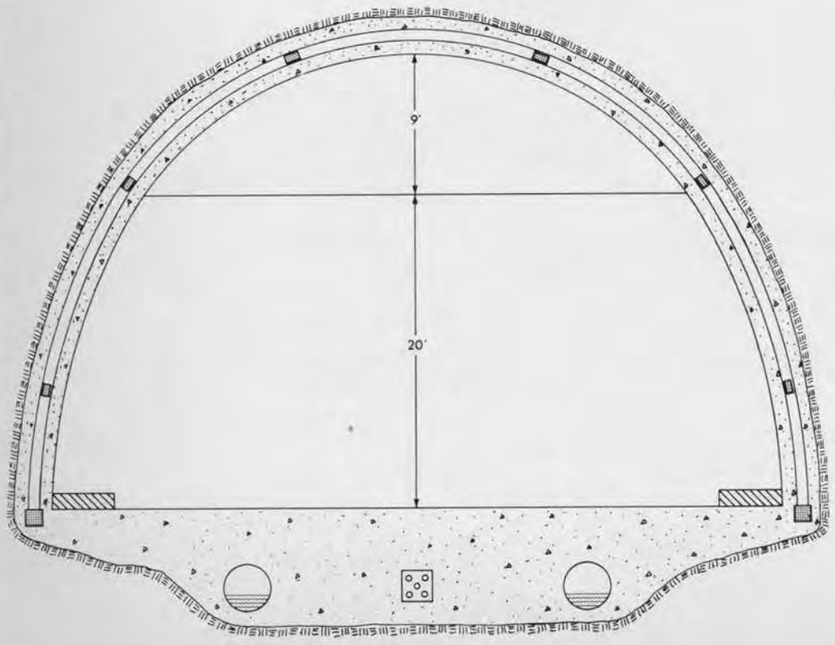
FIG. 8



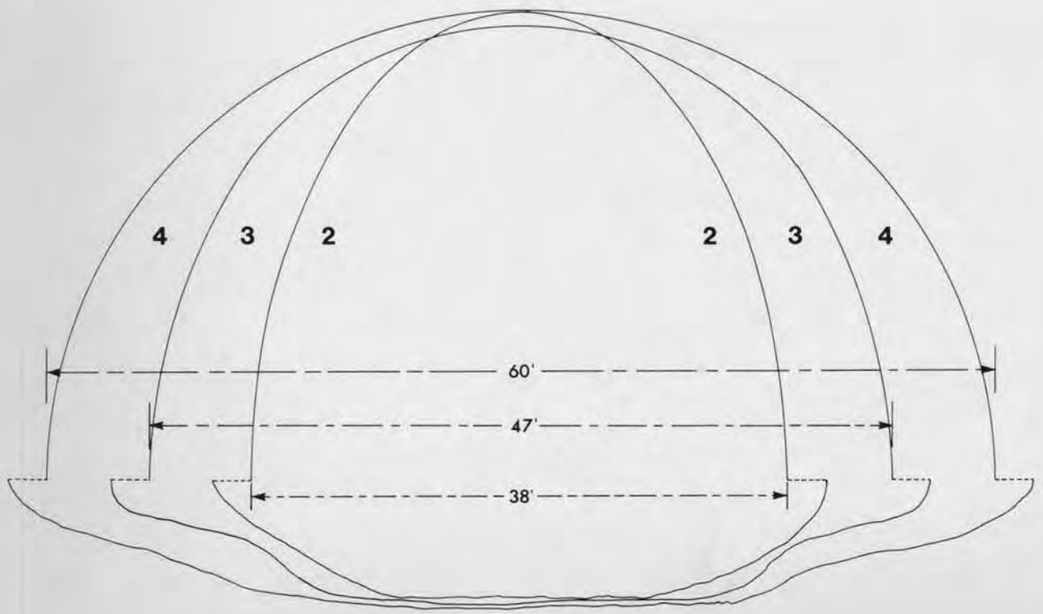
2 VOIES



4 VOIES



3 VOIES



GABARITS SUPERPOSES

TABLEAU I CLASSIFICATION DES MASSIFS ROCHEUX POUR LA CONSTRUCTION DES TUNNELS

CLASSE	DESCRIPTION	EFFETS SUR L'OUVRAGE
1	**Massif intact** (Intack Rock) ne contient ni joints ni fissures. S'il y a rupture, le plan de rupture passera par la roche saine. Lorsque ce massif est endommagé par sautage, il peut y avoir de la chute des pierres du toit durant quelques heures ou jours après le sautage. Ces massifs montrent souvent des phénomènes d'éclatements.	Soutènement léger, nécessaire seulement s'il y a de la chute de pierres et des éclatements.
2	**Massif stratifié** (Stratified Rock) consiste en strates individuelles aux contacts desquelles il y a peu ou aucune résistance contre la séparation. Les strates peuvent être affaiblies par des joints transversaux. Dans ces massifs la chute des pierres est tout à fait habituelle.	Soutènement léger.
3	**Massif partiellement fissuré** (Moderately jointed rock) contient des joints et des fissures, mais les blocs de roche entre les joints sont localement unis ensemble ($0<X_2<1$) et étroitement enchevêtrés. Dans de tels massifs les parois verticales du tunnel n'exigent pas de soutènement, mais on y observe souvent la chute des pierres et les éclatements de la paroi.	Charge peut varier erratiquement de point en point.
4	**Massif fragmenté** (Blocky and Seamy Rock) consiste en blocs de roche saine ou peu altérée qui sont complètement séparés les uns des autres ($X_2<1$) et incomplètement enchevêtrés. Dans de tels massifs les parois verticales peuvent exiger un soutènement.	Peu ou aucune pression latérale.
5	**Massif broyé** (Crushed Rock) et non altéré ressemble à un produit de concassage; ($0<4"$)Si la plupart ou tous les fragments ne sont pas plus larges que les grains de sable ($e < 1/4"$)et s'il n'existe aucune cimentation, un massif broyé sous la nappe phréatique se comporte comme un sable aquifère.	Pression latérale considérable. L'effet de filtration vers le fond du tunnel demande soit un soutènement continu pour les bases des cintres, soit des cintres circulaires.
6	**Massif plastique** (Squeezing Rock) est composé des roches qui contiennent un grand pourcentage de particules microscopiques et submicroscopiques des minéraux micacés ou argileux, ayant une faible capacité de gonflement. Ces types de roches avancent lentement dans le tunnel sans augmentation perceptible de volume.	Pression latérale très forte. Etrésillons renversés nécessaires. Cintres circulaires sont recommandés.
7	**Massif gonflant** (Swelling Rock) est composé de roches contenant des minéraux argileux tels que montmorillonite avec une capacité de gonflement élevée. Ces roches avancent dans le tunnel principalement à cause de leur expansion volumétrique.	Cintres circulaires nécessaires. Dans des cas extrêmes, utiliser un soutènement coulissant.

TABLEAU IIA
CLASSIFICATION DES ROCHES TENDRES (5 BAR < RC < 300 BAR) OU SUSCEPTIBLES D'ÉVOLUER RAPIDEMENT

Observation générale: Ces terrains nécessitent, généralement, la mise en place d'un soutènement au cours du creusement et, quelquefois, d'un prérevêtement (prévoûté bétonnée ou prérevêtement en béton projeté).

NATURE DES ROCHES	STABILITÉ DE L'EXCAVATION ET INDICATIONS SUR LES PROCÉDÉS D'EXÉCUTION HABITUELS	CLASSEMENT DES TERRAINS
•Roches tendres (craie, grès tendre, calcaire argileux):		
Massives	L'excavation est en général facile. Le soutènement n'est pas obligatoire, cela dépend de la profondeur et de la section. Terrain idéal pour l'emploi de machines foreuses.	Très bon à bon
Fracturées[1] non aquifères	Un soutènement en cours d'excavation est nécessaire.	Difficile
Fracturées[1] et aquifères	Les venues d'eau influencent défavorablement la stabilité de l'excavation. Un soutènement est nécessaire. En cas de débit important un blindage peut également être nécessaire. Un drainage peut être envisagé. Traitement d'étanchement parfois utilisé.	Difficile à mauvais
•Roches altérées;		
Non aquifères	Excavation généralement facile. Soutènement nécessaire.	Difficile
Aquifères	Soutènement avec blindage, protection rapide après excavation afin d'éviter une évolution rapide de l'altération. Si la pression de l'eau est importante, le blindage peut s'avérer nécessaire. Section divisée, emploi d'un bouclier. Recours dans certains cas à un traitement de consolidation.	Mauvais à très mauvais

1. On entend par massifs fracturés, des formations où l'espacement moyen des divers plans de fracturation est plusieurs fois inférieur à la largeur de la galerie.

TABLEAU IIB
CLASSIFICATION DES ROCHES TENDRES (5 BAR < RC < 300 BAR) OU SUSCEPTIBLES D'ÉVOLUER RAPIDEMENT

Observation générale: Ces terrains nécessitent, généralement, la mise en place d'un soutènement au cours du creusement et, quelquefois, d'un prérevêtement (prévoûte bétonnée ou prérevêtement en béton projeté).

NATURE DES ROCHES	STABILITÉ DE L'EXCAVATION ET INDICATIONS SUR LES PROCÉDÉS D'EXÉCUTION HABITUELS	CLASSEMENT DES TERRAINS
•*Marnes*[2] *Anhydrides*[3]		
Non aquifères	En général bonne tenue de l'excavation.	Bon
Aquifères	Risques de pression de gonflement. Nécessité d'une protection immédiate après excavation.	Bon à mauvais
•*Formation sédimentaire avec alternance de roche de dureté différente (ex. marno-calcaires, certains flysch, certaines molasses, etc.).*		
Terrains stratifiés et en général diaclasés (en particulier les bancs durs les moins compétents):		
Non aquifères	Soutènement nécessaire en cours d'excavation.	Difficile
Aquifères	Les parties les plus tendres peuvent évoluer rapidement. Nécessité d'un soutènement et d'une protection rapide après excavation. Creusement en demi-section ou section divisée.	Difficile à mauvais

2. En cas de marnes, les précautions de chantier les plus utiles, consistent à éliminer les eaux en radier, à prévoir la mise en place très rapide d'un prélèvement, et, à préconiser une section transversale complète encaissant mieux les poussées (section circulaire ou section avec contre-voûte éventuellement armée).

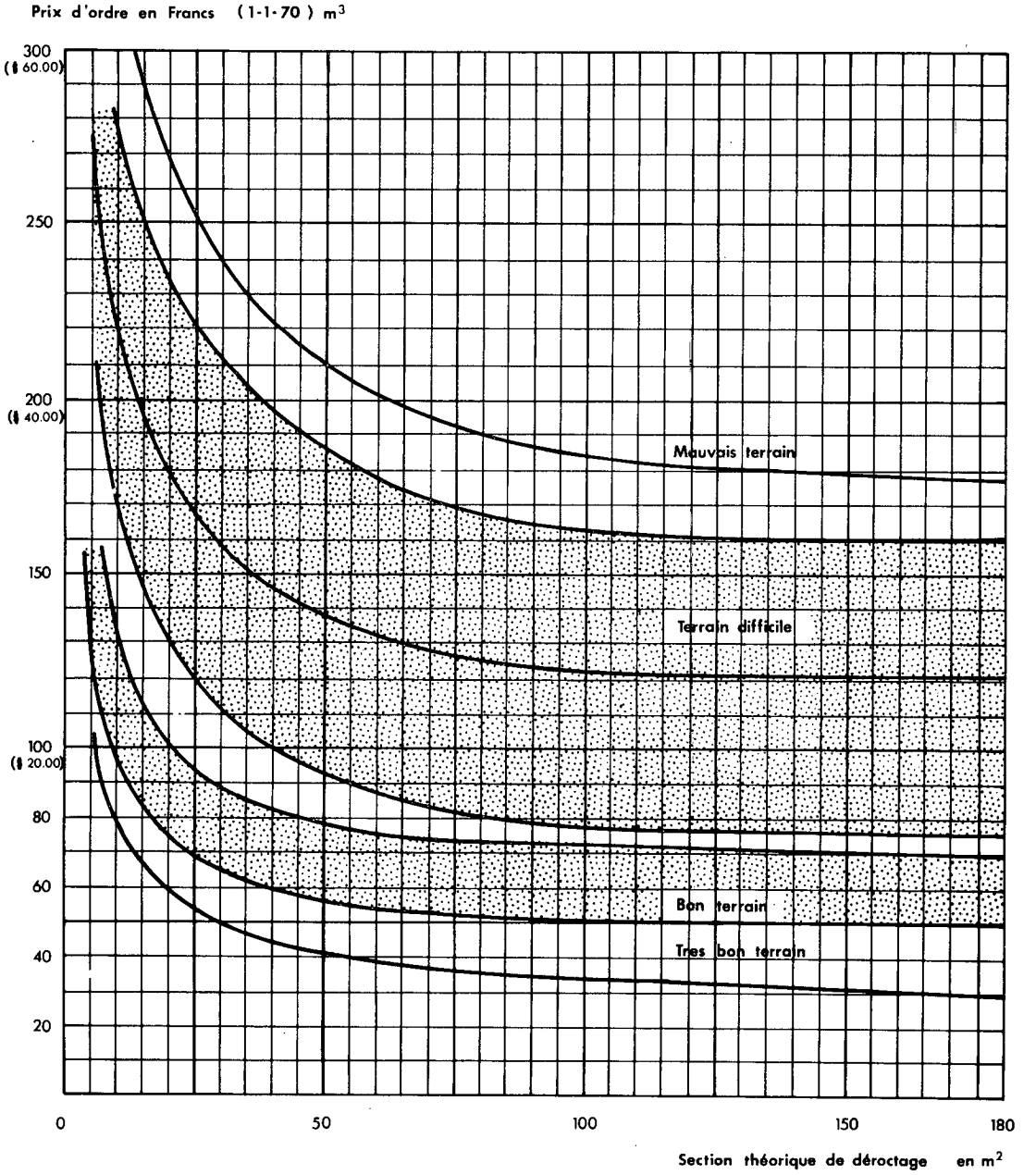
3. Le problème des anhydrides est controversé, car leur comportement est très variable. En cas de prévision de rencontre l'anhydride, il est conseillé de creuser une galerie d'essai en vue d'observer son comportement. Les précautions à prendre, en cours de travaux, sont analogues à celles indiquées pour les marnes.

TABLEAU III CLASSIFICATION DES ROCHES DURES (RC > 300 BAR)

Observation générale: Le creusement dans les roches dures doit, en général, être fait à l'explosif. L'utilisation de machines foreuses peut, parfois, être envisagée et nécessite des engins puissants.

NATURE DES ROCHES	STABILITÉ DE L'EXCAVATION ET INDICATIONS SUR LES PROCÉDÉS D'EXÉCUTION HABITUELS	CLASSEMENT DES TERRAINS
•*Roche très fracturée (nombreuses familles de discontinuités).*	Nécessité d'un soutènement par cintres avec un espacement variable en fonction de l'état de fracturation. Prérevêtement recommandé; en cas de venues d'eau un drainage peut être nécessaire.	Difficile
•*Roche stratifiée ou schisteuse.*	L'importance et la nature du soutènement dépendent de l'orientation des strates ou de la schistosité. Le soutènement peut être réalisé par cintres ou par boulons; la densité et la longueur des boulons; dépendent de l'épaisseur des bancs, de l'espacement des diaclases secondaires et de la dimension tranversale de l'excavation.	Bon à difficile
•*Roche massive.*	Ne nécessite pas de soutènement systématique tant que les contraintes à la paroi ne dépassent pas la résistance à la rupture de la roche. Dans le cas contraire le boulonnage peut s'avérer nécessaire.	Bon à très bon

TABLEAU IV PRIX UNITAIRE



PRIX UNITAIRE

Le terrassement souterrain
Le marinage et le transport
La fourniture et la pose du soutènement provisoire
Les hors profils du terrassement
Les frais d'installation et de repliement du chantier

Ref: Bulletin liaison P&C 54 Aout-Sept. 71

TABLEAU V COÛTS APPROXIMATIFS DES TUNNELS ○

COÛTS	GÉOTECHNIQUE	ÉLECTROMÉCANIQUE	TOTAL
DUFFERIN-CHEMIN DES ILES			
2 VOIES	$ 88 millions	$ 66 millions	$ 154 millions
3 VOIES	105	80	185
4 VOIES	138	105	243
DUFFERIN (avec injection)			
2 VOIES	$ 88 millions	$ 67 millions	$ 155 millions
3 VOIES	107	80	187
4 VOIES	141	106	247
DUFFERIN (sans injection)			
2 VOIES	$ 93 millions	$ 71 millions	$ 164 millions
3 VOIES	113	85	198
4 VOIES	148	112	260
DE LA COURONNE - CHEMIN DES ÎLES			
2 VOIES	$ 89 millions	$ 67 millions	$ 156 millions
3 VOIES	107	81	188
4 VOIES	141	107	248
ÎLE D'ORLÉANS EST			
2 VOIES	$ 119 millions	$ 89 millions	$ 208 millions
3 VOIES	143	108	251
4 VOIES	188	142	330
ÎLE D'ORLÉANS CENTRE			
2 VOIES	$ 104 millions	$ 78 millions	$ 182 millions
3 VOIES	125	95	220
4 VOIES	165	124	289
ÎLE D'ORLÉANS OUEST			
2 VOIES	$ 98 millions	$ 74 millions	$ 172 millions
3 VOIES	118	89	207
4 VOIES	155	117	272

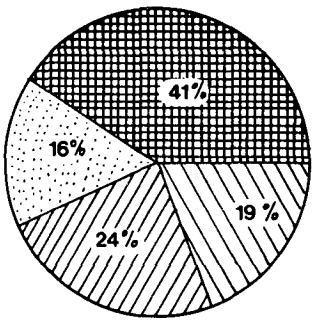
PRIX MOYEN AU PIED LINÉAIRE

2 VOIES	$ 4700.00 / pi. lin.
3 VOIES	$ 5650.00 / pi. lin.
4 VOIES	$ 7400.00 / pi. lin.

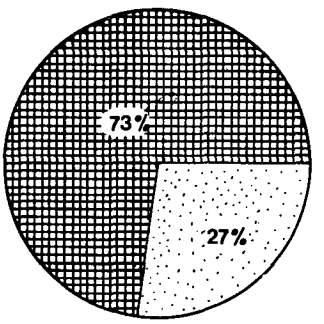
PRIX MOYEN À LA VERGE CUBE

EXCAVATION ET REVÊTEMENT	$ 48.00 / vg^3
COÛT TOTAL DE L'OEUVRE	$ 84.50 / vg^3

TABLEAU VI ROSETTES REPRESENTANT LA REPARTITION EN % DES ELEMENTS DU COUT UNITAIRE POUR UN TUNNEL ROUTIER



COÛT TOTAL



COÛT GÉOTECHNIQUE

TERRAIN

Terrain bon à difficile, nécessitant localement un soutènement par cintres métalliques.

OBSERVATIONS

Tunnel unidirectionnel sur autoroute de rase campagne, de longueur 3 km environ.

LÉGENDE

- Déroctage
- Revêtement
- Ventilation
- Equipement

Référence: Bull. Liaison Labo. P. et Ch. 50 (Janv. Fév. 1971) – Réf. 964

8.00 CONCLUSION

Il est possible de relier les deux rives au moyen d'un tunnel routier, voilà ce qui ressort de l'étude d'implantation qu'a menée la Section "Mécanique des Roches" du Service des Sols et Matériaux.

Les problèmes à résoudre sont nombreux, mais non insurmontables à première vue. Des solutions pourront être envisagées au fur et à mesure que l'étude d'avant-projet s'effectuera.

Comme mentionné antérieurement, les formations géologiques pour les tunnels proposés à l'ouest de la route 173 se prêtent mieux au creusage de galeries en souterrain que les formations de la Nappe de Bacchus située à l'Est.

Tout au long de cette étude, nous avons gardé à l'esprit la possibilité d'intégrer l'accès sud des tunnels à la route 132. Seuls les accès des axes partant du Chemin des Îles se rapprochent suffisamment de la route 132 pour la desservir sans devoir passer par un échangeur situé à l'Autoroute 20, comme c'est le cas pour tous les autres axes.

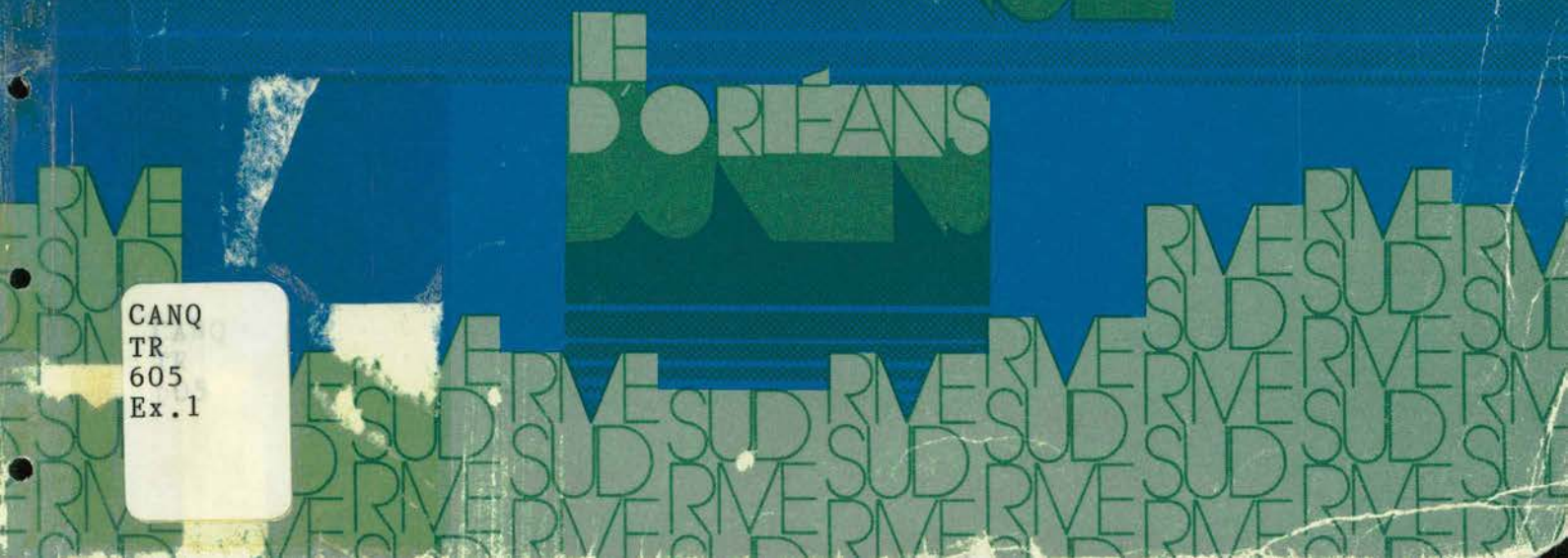
Le projet de relier les deux rives du St-Laurent à la hauteur de Québec étant un projet d'envergure colossale, il ne peut être étudié à la légère ou être mené à l'aveuglette.

Pour mener à bien l'étude d'un tel projet, il nous paraît nécessaire qu'une équipe de travail multidisciplinaire soit formée à même les effectifs des services techniques de la Direction générale du Génie. Cette équipe aurait comme mandat précis d'étudier toutes les facettes du projet, d'envisager toutes les solutions possibles et de faire un consensus sur la solution à proposer. Celle-ci devra tenir compte des implications économiques, esthétiques, sociales et humaines que pourrait susciter la réalisation d'un tel projet.○

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports

Lien rive nord-rive sud par l'île d'Orléans

79



CANQ
TR
605
Ex.1

3287

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
21e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

Lien rive nord-rive sud par l'île d'Orléans

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
OCT 14 1980
TRANSPORTS QUÉBEC

ÉTUDE D'IMPACT SUR LE DÉVELOPPEMENT URBAIN

Ministère des Transports
Québec
1979

Marie-Claire Lévesque Fortin
Service des Études

CANQ
TR
605
E4.1

Dépot légal:
Bibliothèque nationale du Québec
3e trimestre 1980

ÇETTE ÉTUDE VISE À FOURNIR UN MEILLEUR ÉCLAIRAGE SUR LE RÔLE JOUÉ PAR CERTAINES INFRASTRUCTURES EXISTANTES OU PROJETÉES. CET OUTIL DE TRAVAIL NE REPRÉSENTE PAS NÉCESSAIREMENT LES VUES DU MINISTRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC.

2
T-An
06

Gouvernement du Québec
Ministère
des Transports

Québec, le 19 septembre 1979.

Monsieur René Vincent, s.-m. a.
Directeur général de la Planification
et du Développement
Ministère des Transports.

Monsieur,

Les prévisions de trafic faites pour les déplacements de véhicules entre les deux rives nous indiquent une saturation totale des ponts et du système de traversiers pour 1994.

Le pont de l'île d'Orléans devenant graduellement inadéquat, le ministère des Transports décide de s'attarder au tracé d'un troisième lien routier interrive passant par l'île d'Orléans et intégrant éventuellement un lien à deux voies reliant l'île d'Orléans, pour remplacer celui-ci.

Ce projet et ceux planifiés dans le cadre du réseau routier projeté[1] auront cependant un impact important sur l'urbanisation. Ainsi, la concrétisation de ces projets affectera la localisation de 25% de la croissance anticipée de l'agglomération de Québec. Le réseau routier projeté (principalement l'autoroute Montmorency et l'axe d'Orléans) aura comme conséquence de susciter de nouveaux points de peuplement à l'est de l'agglomération qui recevra 30 900 habitants supplémentaires d'ici 2001. Ce phénomène, en s'opposant aux tendances actuelles de localisation résidentielle, entraînera une sous-utilisation des infrastructures en place et planifiées.

---

1. Réseau routier actuel auquel s'ajoutent les projets concernant le lien par l'île d'Orléans, l'autoroute 40, Montmorency et le prolongement de Henri IV.

Ces deux projets s'opposent donc aux tendances actuelles de développement urbain et ils empêcheront aussi, à court terme, la concrétisation des objectifs de développement spatial.

A plus long terme, en augmentant l'utilité retirée du réseau routier par les usagers de l'est de l'agglomération, ils sont cependant en concordance avec les objectifs de développement économique concernant l'est de Lauzon comme site industrialo-portuaire. Ils orienteront le développement résidentiel et industriel vers l'est et favoriseront ainsi la structuration d'une forme urbaine plus cohérente et plus fonctionnelle sur le plan des déplacements.

C'est pourquoi nous recommandons de retarder la construction d'un troisième lien interrive. L'axe Orléans devrait être construit le plus tard possible, c'est-à-dire pas avant l'an 2000. D'ici là, nous favorisons plutôt l'adoption d'une stratégie basée sur la conduite de la croissance, sur l'utilisation maximale des installations existantes et sur la création d'autres possibilités de transport.

Michel Bérard, chef
Service des Etudes.

AVANT-PROPOS

Ce travail, fortement axé sur l'analyse du comportement de l'agglomération urbaine de Québec, n'avait pas pour but de refaire ce que d'autres ont sans doute mieux fait. Le manque de ressources ne nous permettait en effet pas de produire une étude exhaustive sous cet angle. Notre but se limitait plutôt à rechercher, dans le cadre des interactions entre le développement urbain et le secteur des transports, l'impact d'un lien par l'île d'Orléans et ce, en utilisant le maximum de données disponibles.

Commencée il y a bientôt trois ans et menée de façon intermittente, cette recherche s'est cependant rapidement heurtée à l'ampleur de la tâche. Les études de ce genre sont rares et souvent théoriques. La méthodologie et les outils sont peu opérationnels et ne coïncident pas avec les données disponibles. Il a donc fallu procéder au débroussaillement de l'un et de l'autre avant de pouvoir aborder notre étude proprement dite. Devant au départ porter sur l'impact d'un projet de lien interrive par l'île d'Orléans sur le développement urbain, cette recherche a dû finalement s'attarder à l'évolution antérieure de l'agglomération et à l'analyse des interactions entre le transport et l'utilisation des sols, afin d'éclaircir l'impact des projets identiques construits antérieurement. Le rapport final déborde donc largement de l'objectif initial et traite de l'ensemble de ces questions.

Compte tenu du caractère très vaste et explorateur de cette recherche et de nos faibles moyens, il ne faut rechercher dans celle-ci que la synthèse du travail déjà fait et espérer que d'autres pourront s'appuyer sur celui-ci pour mener des études plus exhaustives.

Le contexte de notre travail étant celui que nous venons de décrire, nous avons doublement apprécié le support et l'aide technique que certains nous ont apportés. Nous tenons donc à souligner l'aide de Michelle-Andrée Levesque au niveau de la cueillette des données, celle de Lucie Villeneuve et de Ghislaine Drouin pour la compilation des données, celle de Mario Théroux et Christian Thibault pour la partie mathématique des projections de trafic et de l'équation de répartition de la population, celle de Huan N'Guyen pour les lignes isochrones, celle de Jules Roy pour le modèle d'utilité ou d'accessibilité urbaine, celle de Dyan Laflamme pour la dactylographie et le montage des tableaux.

Le travail cartographique fut réalisé par Lise Tremblay et Ghislaine Drouin accompagnées de Lucie Villeneuve. Richard Pelletier et Yvan Gagnon y contribuèrent aussi par leurs conseils. La conception finale des cartes couleurs fut confiée à la Division de la cartographie du Service des relevés techniques.

Marie-Claire Levesque Fortin, soc. m.-urb.
Service des Etudes.

Décembre 1978.

TABLE DES MATIERES

PAGE

AVANT-PROPOS..... I
TABLE DES MATIERES..... III
LISTE DES CARTES..... VI
LISTE DES GRAPHIQUES..... VII
LISTE DES TABLEAUX..... VIII
SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS..... IX

INTRODUCTION..... 1
Problématique liée à la localisation de ce projet routier... 5
Objectifs inhérents à sa réalisation..... 7
But de cette étude..... 8
Méthodologie retenue..... 10

CHAPITRE I- ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT DE L'AGGLOMERATION..... 15
1.1 Délimitation de la zone à l'étude..... 18
1.2 Cadre spatial..... 22
1.2.1 Les contraintes..... 22
1.2.2 Les potentiels d'utilisation du sol..... 23
1.3 L'évolution de l'occupation du sol..... 27
1.3.1 Le peuplement et les infrastructures de transport..... 27
1.3.2 Le taux d'urbanisation..... 34
1.3.3 Montréal et Québec..... 35
1.3.4 Québec, comme agglomération moyenne..... 36
1.4 Distribution spatiale des caractéristiques de la forme urbaine..... 42
1.4.1 Le réseau de transport..... 44
- Le tracé du réseau routier..... 44
- L'accessibilité du réseau de transport..... 49
1.4.2 La croissance de la population..... 50
1.4.3 Caractéristiques socio-économiques..... 56
- Le taux de motorisation..... 61
- Analyse de la relation entre les variables.... 63
1.4.4 La répartition des fonctions urbaines..... 68

PAGE

CHAPITRE II- SENS DE L'URBANISATION FUTURE..... 87

2.1 Perspectives de croissance de l'agglomération..... 90

2.1.1 Perspectives de croissance démographique..... 90

2.1.2 Perspectives de croissance économique..... 94

2.2 Tendances du développement urbain..... 97

2.2.1 Le développement résidentiel..... 97

2.2.1.1 La capacité d'accueil..... 97

2.2.1.2 L'accessibilité..... 98

2.2.1.3 Les taxes..... 106

2.2.2 Le développement industriel..... 111

2.3 Les objectifs d'une intervention volontaire de développement..... 115

2.3.1 Les objectifs régionaux de développement économique et social..... 115

2.3.2 Les objectifs de l'organisation spatiale..... 117

- La loi 90..... 124

CHAPITRE III- IMPACT DU PONT PIERRE-LAPORTE..... 127

3.1 Impact au niveau municipal..... 130

3.1.1 Nombre et superficie des fermes..... 131

3.1.2 Population..... 134

3.1.3 Finances municipales..... 136

3.1.4 Utilisation du sol..... 138

3.1.5 Capacité du réseau d'aqueduc et d'égout..... 140

3.2 Impact sur les déplacements..... 144

3.2.1 Analyse de l'évolution du trafic..... 144

3.2.2 Corrélation entre les déplacements et la population..... 147

3.2.3 Projections de trafic..... 149

PAGE

CHAPITRE IV- IMPACTS D'UN LIEN INTERRIVE PAR L'ILE D'ORLEANS.... 155
4.1 Impact sur les déplacements..... 159
4.1.1 Service offert aux usagers..... 160
4.1.2 L'accessibilité..... 164
4.1.3 Utilité d'un lien interrive par l'île d'Orléans. 169
4.2 Impact sur le développement urbain..... 177
4.2.1 Modification à la répartition de la population.. 178
4.2.2 Concordance avec les objectifs d'aménagement.... 186
4.2.3 Impact sur la forme urbaine et les déplacements. 191

CONCLUSION..... 199

BIBLIOGRAPHIE..... 213

LISTE DES CARTES

		PAGE
1.	Délimitation de la zone à l'étude	19
2.	Potentiels et contraintes	25
3.	Agglomération de Québec 1830-1976, Evolution de la superficie urbanisée	29
4.	Superficie de quelques agglomérations moyennes	37
5.	Réseau routier primaire	45
6.	Accessibilité des réseaux de transport	51
7.	Evolution de la population de chaque secteur, 1956-1976	57
8.	Répartition de la population et de l'emploi par secteur, 1976	71
9.	Occupation du sol	73
10.	Production et attraction des déplacements de travail, 1971	75
11.	Tendance des déplacements de travail: rive sud vers la rive nord	77
12.	Tendance des déplacements de travail: rive nord vers la rive sud	81
13.	Accessibilité des secteurs viabilisés	101
14.	Accessibilité des divers points de l'agglomération de Québec.	103
15.	Isoaccessibilité et coût des taxes de chacune des municipalités	107
16.	Concept d'aménagement proposé par la C.A.C.U.Q. pour l'agglomération de Québec	119
17.	Amélioration du temps de parcours	161
18.	Impact du lien par l'île d'Orléans sur l'accessibilité	165
19.	Modification de l'utilité nette du réseau routier	173
20.	Impact sur la répartition de la population	183
21.	Concordance du lien avec les objectifs d'aménagement spatial.	187

LISTE DES GRAPHIQUES

		PAGE
1.	Cycle de l'utilisation des sols et des transports.....	8
2.	Accessibilité et localisation de la population, 1976.....	67
3.	Taux des déplacements hors secteurs.....	84
4.	Niveaux de service des ponts et du système de traversiers en fonction des projections de trafic.....	153
5.	Modèle expliquant la croissance de la population.....	179

LISTE DES TABLEAUX

		PAGE
1.	Evolution de l'occupation du sol de l'agglomération de Québec, rive nord	32
2.	Evolution de l'occupation du sol de l'agglomération de Québec, rive sud	33
3.	Conurbation de Montréal, conurbation de Québec	35
4.	Comparaison de différents indicateurs de transport entre les agglomérations canadiennes	40
5.	Liste des secteurs à l'étude	43
6.	Evolution de la population des secteurs à l'étude 1956-1976.	53
7.	Part de la population de chaque secteur par rapport à la population totale	54
8.	Accroissement annuel moyen de la population	55
9.	Caractéristiques socio-économiques de la population des secteurs d'étude, 1971	59
10.	Caractéristiques des logements et des ménages par secteur, 1971	60
11.	Taux de motorisation	62
12.	Recherche de corrélation entre différents facteurs, synthèse des principaux résultats	64
13.	Répartition des déplacements domicile-travail, 1971, par zones d'origine et de destination	70
14.	Taux d'autonomie et taux de déplacements, par secteur	79
15.	Evolution du taux d'autonomie des secteurs, 1971-1976	83
16.	Evolution du taux d'autonomie à l'intérieur de la zone à l'étude	85
17.	Prévisions démographiques de divers organismes	91
18.	Prévisions démographiques, 1976-2001	92
19.	Potentiel d'accueil de l'agglomération de Québec	97

PAGE

20. Coût total des taxes par municipalité pour une propriété de $ 33 000 incluant un terrain de 60" X 100" ($ 4 000).... 109

21. Espace industriel dans l'agglomération de Québec..... 111

22. Evolution de l'agriculture, comté de Lévis 1961-1971..... 132

23. Evolution de l'agriculture, comté de Lévis 1971-1976..... 133

24. Evolution de la population des municipalités près du pont Pierre-Laporte, 1971-1976..... 134

25. Dette à long terme nette en pourcentage de l'évaluation imposable uniformisée..... 137

26. Evolution des fonctions urbaines, 1966-76, comté de Lévis.. 139

27. Demande de subventions dans le cadre du programme PAIRA.... 141

28. Demande de subventions dans le cadre du programme LIQUIDATION..... 142

29. Densité de la circulation de 1961 à 1977, taux moyen annuel 145

30. Densité de la circulation de 1961 à 1977, 30e heure..... 146

31. Relation entre la population et les déplacements..... 148

32. Estimations annuelles du J.M.A. en fonction de la population de la zone d'étude élargie..... 150

33. Estimations annuelles du J.M.A. en fonction de la population du comté de Lévis..... 151

34. Estimations annuelles du J.M.A. en fonction de la tendance passée..... 152

35. Modification du temps de parcours à partir ou en direction du centre-ville..... 163

36. Impact du lien par l'île d'Orléans sur l'accessibilité..... 168

37. Utilité nette du réseau routier..... 175

38. Prévisions démographiques 1976-2001, part de la population de chaque secteur..... 182

39. Prévisions démographiques 1976-2001, par secteur..... 185

SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS

En 1970, dès l'ouverture du pont Pierre-Laporte, le débat sur la localisation du futur lien interrive est relancé. La constatation des bouleversements causés au centre-ville par d'autres projets d'envergure identique entraîne cependant l'abandon des axes entre Québec et Lévis et favorise l'émergence de l'axe Orléans.

Le ministère des Transports du Québec reprend donc ce projet énoncé dès 1965. Son intérêt pour cet axe s'allie au fait que le pont de l'île d'Orléans est désuet et exige chaque année de coûteuses réparations. Le projet de construction d'une jetée ou d'un pont reliant les autoroutes Montmorency et de la Capitale à l'île d'Orléans comme solution à ce problème lui donne l'occasion de s'attacher à ce tracé.

Cette étude vise à préciser le service rendu aux usagers par cet axe et à évaluer l'opportunité de ce projet en fonction de la variation d'urbanisation suscitée par son implantation. Il s'agit surtout de cerner la cohérence entre le réseau routier projeté[1] et l'urbanisation souhaitée.

Se basant sur la connaissance du milieu et des interactions décrites par cette étude entre les infrastructures routières et l'urbanisation, différents outils reliés à l'accessibilité nous permettront de dégager la capacité de cet axe de répondre aux objectifs qu'on lui assigne, parallèlement à ses conséquences sur l'environnement urbain.

---

1. Nous entendons par réseau routier projeté le réseau routier actuel auquel nous avons ajouté les prolongements de l'autoroute Henri IV, Montmorency, de la Capitale ainsi que le lien dans l'axe Orléans.

Interaction entre le réseau routier et l'utilisation du sol

Dans l'agglomération de Québec, le réseau routier très développé et les problèmes de transport en commun incitent plus qu'ailleurs à l'utilisation de l'automobile. Les déplacements s'opèrent majoritairement par ce mode et l'accessibilité très forte a joué en faveur d'un éparpillement du développement urbain à des distances de plus en plus grandes du centre-ville.

En l'absence de mécanismes de planification, le réseau routier a orienté l'urbanisation et joué un rôle "structurant" au niveau de l'utilisation des sols. Le tissu urbain qui se caractérise depuis longtemps par un peuplement dense et compact évoluera dès l'introduction massive de l'automobile vers une forme urbaine dispersée et recelant de nombreux espaces vacants. La zone accessible en trente minutes à partir du centre-ville et permettant de ce fait les déplacements domicile-travail contribue de plus à porter les limites de l'agglomération bien au-delà des besoins actuels.

Sous l'impulsion d'une trop grande accessibilité, les fonctions liées à l'emploi et à l'habitat ont eu tendance à s'exclure. La localisation résidentielle des vingt dernières années s'est faite à l'intérieur de la couronne rendue accessible à l'automobile par le réseau autoroutier. La croissance qui s'effectuait dans les secteurs situés entre 10 et 20 minutes du centre-ville a maintenant lieu, depuis 1971, dans les secteurs localisés entre 15 et 28 minutes du centre. Ce type de forme urbaine est actuellement le facteur générateur du nombre et de la longueur des déplacements. Ainsi, la distance moyenne pour se rendre au travail qui est aujourd'hui de 10,6 km augmente graduellement en fonction de cette localisation résidentielle.

Le pont Pierre Laporte, par exemple, en augmentant l'accessibilité de la rive sud y a suscité un lotissement résidentiel important et non anticipé. En accaparant ainsi 25% de la croissance démographique de la rive nord, celui-ci a engendré une demande supplémentaire de déplacements entre les deux rives. Outre les investissements nécessaires pour raccorder ces nouveaux lotissements au réseau d'infrastructures existantes, il faudra construire plus tôt que prévu un nouveau lien interrive.

Si la population s'était localisée selon la tendance antérieure, c'est-à-dire sur la rive nord, la saturation se serait produite après l'an 2000. Malgré un ralentissement de la croissance démographique[1] et du taux de motorisation, la corrélation effectuée entre la population du comté de Lévis et les déplacements de véhicules nous indique l'année 1994 comme étant le point limite maximal de la capacité des ponts et du système de traversiers. Ceci implique que dès 1985[2], un choix devra être fait sur la stratégie retenue. Car, si on décidait de retenir un lien routier par l'île d'Orléans pour satisfaire la demande de déplacements entre les deux rives, toutes les études et plans de l'ouvrage devraient être complétés pour 1985, date à laquelle devrait être prise la décision de débuter ou non les travaux. Un retard concernant l'énoncé de cette décision signifierait donc que l'on opte obligatoirement pour une autre solution permettant de prolonger la capacité des installations existantes.

---

1. Le taux de croissance moyen annuel pour les vingt-cinq prochaines années sera de 1,1%, alors qu'il se situait à 2,2% entre 1956 et 1976.

2. La prise de décision se situe au palier D. En 1978, le niveau de service du système de transport interrive (ponts et traversiers) se situait, compte tenu du volume moyen de circulation journalière ou J.M.A., à 76% du palier D.

Le débat ne concerne pas que les usagers

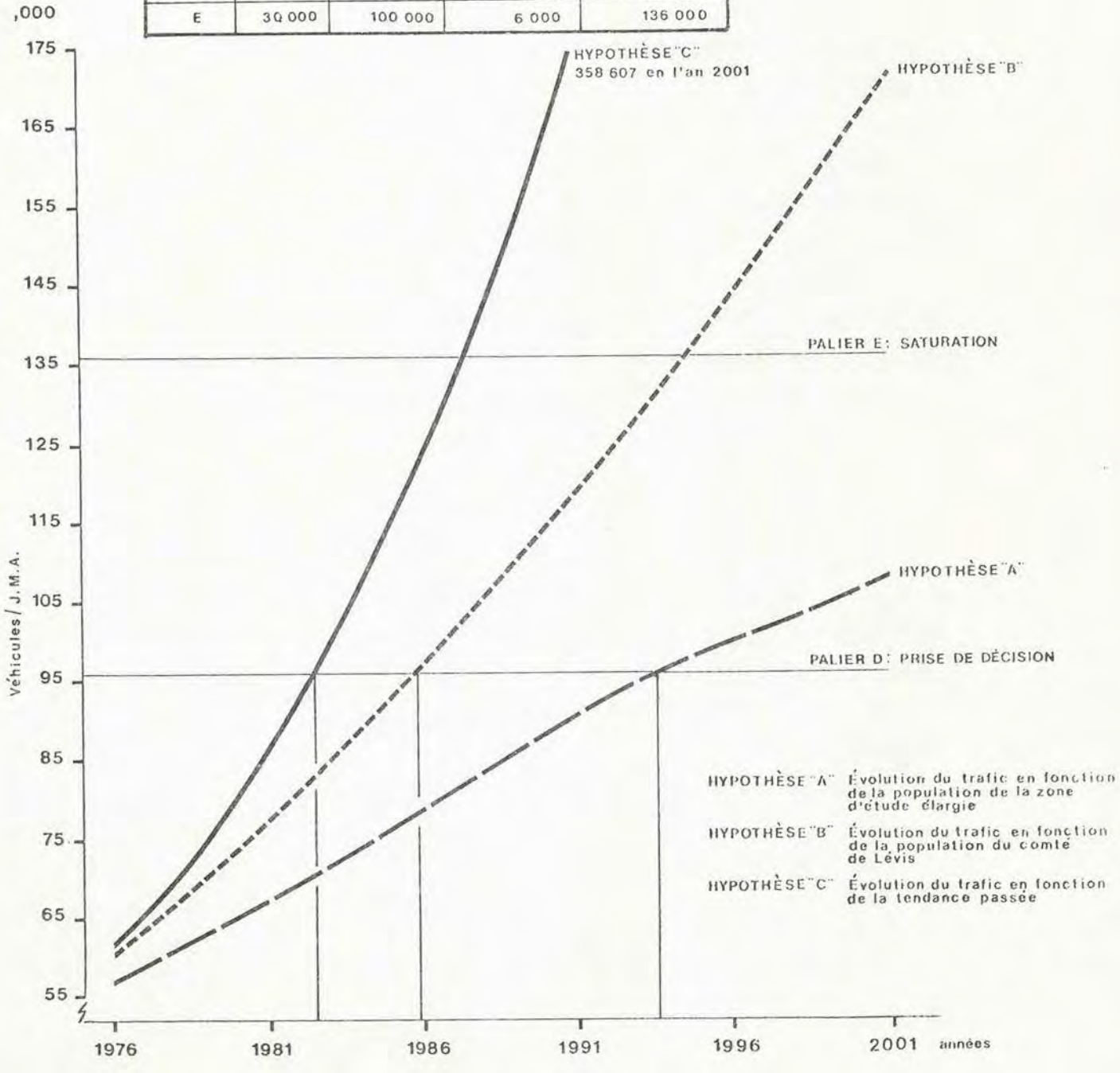
La réalisation d'un axe routier de cette envergure ne concerne cependant pas que les seuls usagers. En ayant un impact sur l'utilisation du sol, celle-ci contribue souvent, comme on l'a vu, à aggraver le problème de transport que l'on voulait résoudre.

Au niveau du développement économique, on accorde aussi généralement des vertus magiques aux infrastructures. Il n'est donc pas surprenant de constater l'âpreté du débat autour de la réalisation de ce projet et du choix du tracé. Dans le cas du lien rive nord - rive sud, la lutte entre les municipalités pour s'accaparer de cette construction vise certes à faciliter les déplacements de leurs résidents, mais surtout à recueillir les retombées économiques de ce projet. Le débat se complique aussi par la présence d'intervenants ayant plutôt comme objectif l'amélioration de la qualité de la vie, la protection accrue de l'environnement et la rationalisation de l'aménagement du territoire.

Dès lors, comment évaluer la rentabilité socio-économique d'un tel projet? Comment intégrer les effets indirects de l'axe Orléans, parallèlement à sa capacité de répondre aux besoins de déplacements? En optant pour ce projet, on en choisit les conséquences, puisqu'il est la concrétisation dans l'espace de nos choix et objectifs touchant notre mode de vie.

NIVEAUX DE SERVICE DES PONTS ET DU SYSTÈME DE TRAVERSIERS EN FONCTION DES PROJECTIONS DE TRAFIC

CAPACITÉ DU SYSTÈME DE TRANSPORT (en véhicules)				
PALIER	PONT DE QUÉBEC	PONT P. LAPORTE	TRAVERSIERS	TOTAL
D	20 000	72 000	4 000	96 000
E	30 000	100 000	6 000	136 000



Les principaux impacts sur l'accessibilité et l'urbanisation

Le lien par l'île d'Orléans, conjugué avec l'autoroute Montmorency, permettra aux usagers de l'île d'Orléans et de l'est de la rive sud de diminuer de 3 à 12 minutes leur temps de parcours au centre-ville. Dans le cas de Lauzon et de Saint-Etienne-de-Beaumont, le déplacement sera aussi de 11 à 15 kilomètres plus court.

Au niveau de l'accessibilité d'un secteur non seulement par rapport au centre-ville, mais par rapport à l'ensemble des autres secteurs de l'agglomération, le réseau routier actuel favorise nettement les antennes ouest et nord-ouest. Avec le réseau routier projeté, les variations les plus importantes touchent la partie est de la rive sud et, sur la rive nord, les secteurs 14 (Saint-Jean-de-Boischâtel), 15 (Château-Richer) et 12 (Notre-Dame-des-Laurentides). Saint-Etienne-de-Beaumont et la pointe ouest de l'île d'Orléans enregistrent les gains les plus importants. Encore une fois, ces impacts sont dus à la double influence de l'autoroute Montmorency et du lien par l'île d'Orléans. Les autres projets routiers ont une influence moindre sur l'amélioration de l'accessibilité.

L'augmentation de l'utilité nette[1] retirée du réseau routier projeté favorise nettement les secteurs 19 et 20. Ainsi, advenant la construction de l'axe Orléans, l'usager de Saint-Etienne-de-Beaumont verrait son indice d'utilité retirée du réseau routier passer de 5 235 à 5 461, soit une augmentation de 226. L'indice d'utilité des usagers de Lauzon et de Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy passerait de 5 370 à 5 514, soit une augmentation de 144.

1. Différence entre l'élément résistant du déplacement (temps et argent pour se déplacer) et l'élément moteur ou intérêt attaché au lieu de destination envisagé.

Le lien par l'île d'Orléans corrigera certaines iniquités en rendant les secteurs de l'est de l'agglomération aussi accessibles que les autres secteurs. Mais, en faisant cela, il intégrera de façon définitive l'ensemble de la rive sud au développement urbain de l'agglomération de Québec. Il étendra aussi beaucoup plus à l'est le périmètre urbain potentiel et y créera une pression pour la localisation résidentielle. Ce nouveau lien interrive haussera ainsi la compétition déjà existante au niveau des municipalités pour attirer le développement. La Loi 90 sur le zonage agricole exercera certes une pression en sens inverse sur le lotissement des terres agricoles. Mais, cette loi prévoit ausssi des négociations avec les municipalités sur la délimitation d'un périmètre urbain permettant leur développement futur. La croissance démographique de l'agglomération étant plus faible et l'augmentation de l'accessibilité suscitant plus de points d'attraction, les localisations résidentielles s'éparpilleront davantage et à des distances plus grandes.

Comparativement à la tendance actuelle, la population se répartira de façon différente, suite à cette modification de l'accessibilité. La réalisation des projets routiers accentuera le dépeuplement du centre de l'agglomération et certains secteurs verront leur population augmenter au détriment des autres. Entre 1976 et 2001, les secteurs centraux (1, 2, 3, 4) perdront ainsi une population supplémentaire de 33 000 habitants et la croissance des municipalités de Sainte-Foy et de l'ouest de la rive sud ralentira. L'est de l'agglomération recevra une croissance non anticipée de 30 900 habitants, dont 17 800 se localiseront sur la rive sud et 6 300 à l'île d'Orléans.

Le lien modifiera donc les comportements de localisation et créera de nouvelles antennes de peuplement. Or, même en supposant que l'urbanisation se poursuive au même rythme et selon la tendance antérieure, les terrains déjà viabilisés à l'intérieur de la zone à l'étude sont amplement suffisants jusqu'en 1988 environ et jusqu'en 1999, si tous les projets d'infrastructures de réseaux d'aqueduc et d'égout discutés se

concrétisent. De plus, la rive nord recèle suffisamment de terrains potentiellement urbanisables, d'où l'inutilité de susciter de nouveaux points de peuplement sur la rive sud.

Compatibilité de ces impacts avec les objectifs de développement spatial et économique

L'urbanisation suscitée par l'axe Orléans s'oppose à court terme aux tendances du développement urbain. Elle risque donc d'entraîner une sous-utilisation des équipements planifiés actuellement en fonction de cette tendance.

Cette urbanisation entre aussi en contradiction avec les objectifs de développement spatial. En dispersant dans un grand nombre de secteurs éloignés une population devant se localiser en priorité au centre-ville et autour des centres secondaires de Sainte-Foy et Lebourgneuf et à plus long terme à Beauport, le nouveau lien entre les deux rives empêchera la concrétisation du concept d'aménagement. Il accentuera le dépeuplement des secteurs centraux, alors qu'on vise à en renforcer la fonction résidentielle. Il va à l'encontre du resserrement de la trame urbaine et de l'augmentation de la densité.

Le lien créera aussi une pression pour une localisation résidentielle à l'extérieur du périmètre urbain et conséquemment, le rayon moyen de l'agglomération passera de 11 à 16 kilomètres. Les déplacements seront plus nombreux, plus longs et ne pourront s'effectuer qu'au moyen de l'automobile.

L'équilibre et la vocation de l'île d'Orléans risquent aussi d'être perturbés par un lotissement résidentiel trop important. La construction et l'intégration du lien à ce site exceptionnel s'avéreront aussi des plus délicates et coûteuses.

Construit dans un avenir plus lointain et s'il s'inscrit dans un plan d'ensemble, le lien peut cependant avoir des effets positifs. En orientant le développement vers l'est de l'agglomération, il favorise un meilleur équilibre de celle-ci, il favorise l'émergence du pôle de Beauport et peut contribuer à la structuration d'une forme urbaine plus cohérente. Il permet aussi la création d'un axe économique entre Beauport et Lauzon, tout en reliant les pôles secondaires de la rive nord à celui de Lévis sur la rive sud.

Cependant, l'expansion du port de Québec sur la rive sud et le choix de Lauzon comme site industrialo-portuaire ne sauraient exiger la mise en place au préalable du lien interrive par l'île d'Orléans. Ces projets se sont développés compte tenu des conditions favorables de ce site et les industries actuellement susceptibles de s'y implanter ne nécessitent pas cette liaison.

La construction de ce lien constituerait cependant un facteur additionnel d'attrait pour ces sites considérés déjà comme les plus intéressants de l'agglomération, sur le plan de la localisation industrielle. Mais, il existe encore dans l'agglomération, tant sur la rive sud que sur la rive nord, une superficie importante de terrains industriels non occupés.

RECOMMANDATIONS

Ce rapport porte sur l'interaction entre les transports et l'urbanisation et, plus précisément, sur l'impact d'un lien rive nord - rive sud par l'île d'Orléans sur le développement urbain. Aussi ne faut-il pas se surprendre d'y trouver plusieurs recommandations concernant le rôle du ministère des Transports dans le cadre de l'aménagement rationnel du territoire.

Sur le plan général et compte tenu de l'interaction entre l'utilisation des sols et les transports, nous recommandons que le ministère des Transports:

- fixe comme objectif aux infrastructures de transport de concourir à la réalisation des objectifs en matière de développement socio-économique et spatial;

- intègre la planification de ses projets, surtout en milieu urbanisé, aux plans d'aménagement et d'urbanisme;

- exige que ces plans d'aménagement tiennent compte davantage de la dimension transport et de la génération des déplacements provoqués par leurs orientations.

Concernant plus spécifiquement l'agglomération de Québec, les solutions aux problèmes de transport pouvant se situer au niveau de la demande (action sur l'utilisation du sol) et au niveau de l'offre (amélioration des modes de transport existants), nous recommandons l'adoption d'une stratégie basée sur la conduite de la croissance, sur l'utilisation maximale des installations existantes et sur la création d'autres possibilités de transport.

Conduite de croissance

- Favoriser l'adoption pour l'agglomération d'un concept d'aménagement spatial (incluant la rive nord et la rive sud) basé sur une forme urbaine de type polynucléaire.

- Faire des pressions pour une gestion plus efficace de la croissance au niveau de la localisation des emplois, des habitations, des activités culturelles et récréatives et pour une limitation du développement résidentiel sur la rive sud.

- Limiter pour les vingt prochaines années tout investissement majeur au niveau autoroutier.

- Retarder le plus longtemps possible la construction d'un nouveau lien routier interrive.

- Construire pour l'an 2000 un troisième lien par l'île d'Orléans, en tenant compte de la demande des usagers et de la concrétisation des objectifs de développement spatial et économique.

- Evaluer l'opportunité d'y inclure des voies réservées pour autobus.

- Restreindre le nombre des échangeurs au minimum et limiter l'accès à l'île d'Orléans.

- Retenir parmi les axes étudiés ceux se situant le plus à l'ouest sur l'île d'Orléans.

- Apporter une attention spéciale au choix du type de structure, afin de favoriser une meilleure intégration visuelle au site.

- Recourir à des moyens d'intervention pour optimaliser l'impact de ce lien par rapport à l'agglomération et au milieu environnant.

- Instaurer des mécanismes réglementaires de contrôle de l'utilisation des sols aux abords du lien et à l'île d'Orléans.

Utilisation maximale des installations en place et création d'autres possibilités de transport

- Utiliser au maximum les ponts de Québec et Laporte: conduite du trafic par programme, renversement des voies selon le sens du trafic, encouragement au covoiturage.

- Faire passer de 5 à 15% la part des déplacements interrives effectués par transport en commun. Ceci afin de prolonger de 4 à 5 ans la capacité des installations.

- Encourager l'utilisation des autobus: intégration des services d'autobus entre les deux rives, stationnement d'incitation et points de correspondance desservis par autobus "express".

- Ajouter au système de traversiers actuel un traversier-piétons. Faciliter son accès par un rabattement des autobus aux traversiers. Mettre des stationnements à la disposition des automobilistes.

Dans l'immédiat, une solution de type transport en commun aux problèmes de déplacements interrives paraît peu réaliste. A plus long terme, si les objectifs de développement spatial et économique se concrétisent, cette option pourrait être réévaluée.

Aussi, les actions à court terme au niveau du transport doivent-elles permettre le plus de souplesse et laisser ouvertes les possibilités concernant l'orientation de la forme urbaine. Un nouveau lien

routier interrive devrait être construit le plus tard possible, c'est-à-dire pas avant l'an 2000.

Une stratégie doit donc être élaborée assez rapidement sur la façon de retarder cette construction, tout en répondant aux besoins de déplacements interrives des usagers. Pour guider l'étude de celle-ci, nous recommandons la réalisation dans les plus brefs délais d'une enquête origine-destination sur ces déplacements.

Cette enquête apparaît hautement souhaitable non seulement dans ce but, mais aussi afin de mieux cerner la demande des usagers.

S'il s'avérait que le 3e lien routier interrive doive être construit avant l'an 2000, nous nous prononcerions contre la réalisation de l'axe Orléans. A moyen terme, les impacts de celui-ci seraient négatifs sur le développement urbain, tout en ne répondant pas adéquatement à la demande de déplacements localisée sans doute plus à l'ouest.

Cette enquête servirait de base à l'exploration de solutions présentant un bilan plus positif que l'axe Orléans par rapport aux critères de coût, d'environnement et de satisfaction de la demande de déplacements.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le pont Pierre Laporte était à peine inauguré que déjà on parlait d'un nouveau lien entre les rives nord et sud de la région de Québec. Différents groupes favorisant chacun un axe particulier se manifestaient. Le débat entamé depuis plusieurs décennies sur un lien direct entre Québec et Lévis se poursuivait. Un comité ad hoc formé des maires de Québec et de Lévis, des représentants des chambres de commerce et autres organismes exerçait des pressions afin de promouvoir cette liaison directe.

En 1972, le service technique de la Circulation du ministère des Transports du Québec entreprend une étude[1]. Celle-ci vise à connaître la période de saturation des deux ponts actuels et à analyser parmi les axes mentionnés les plus aptes à résoudre le problème des échanges interrives.

Le service technique de la Circulation anticipe alors la saturation des deux ponts actuels pour 1985. Cinq projets sont étudiés: les axes Dufferin, Falaise, Laurentien, Anglo et Orléans.

Les recommandations favorisent un pont localisé à proximité immédiate du centre de Québec, c'est-à-dire là où il est possible de drainer les plus forts volumes de circulation.

Cependant, des résistances s'organisent pour contrer le projet de lien direct Québec-Lévis. Les citoyens, après avoir vu les bouleversements causés à leur milieu de vie par les projets d'envergure de la

---

1. Service technique de la Circulation, Région de Québec, Lien rive nord - rive sud, Québec, ministère de la Voirie et des Transports, janvier 1973.

Colline parlementaire et par divers travaux routiers importants tels que l'autoroute Montmorency, prennent conscience des dilemmes posés par la croissance.

D'une part, on transforme totalement l'échelle et le caractère des quartiers pour adapter le centre-ville à la voiture et permettre l'extension et la modernisation des espaces à bureaux, d'autre part, par le biais de projets de rénovation comme celui de la Place Royale, on cherche à renouer avec l'esprit architectural et le cadre de vie des générations passées. Cette mutation des fonctions et du caractère physique du centre-ville, propre à toutes les agglomérations où l'urbanisation est rapide, s'oppose à Québec à une volonté de conservation du patrimoine.

A Montréal, le métro a posé la base facilitant l'affinage des activités au profit d'une concentration de la fonction tertiaire. La construction du métro a rendu accessible le centre-ville, mais a aussi libéré, par suite des nombreuses démolitions qu'elle a entraînées, des terrains qui ont permis la prolifération et la modernisation des édifices à bureaux.

A Québec, le phénomène est du même ordre, à cette différence près que la densité et le volume des déplacements ne justifiant pas la construction d'un métro, ce sont plutôt les voies routières qui ont contribué à la transformation du centre-ville. Mais, les artères routières sont visuellement et physiquement plus présentes dans le tissu urbain qu'une voie souterraine et le centre-ville de Québec comporte des arrondissements et des sites historiques dont l'altération rencontre une opposition beaucoup plus généralisée que celle des seuls expropriés.

De plus, des préoccupations concernant l'aménagement rationnel du territoire s'opposent graduellement aux décisions sectorielles que

comporte ce type de projet. La plupart des organismes s'occupant de planification régionale se prononcent plutôt en faveur d'un lien par l'axe Orléans.

Le ministère des Transports reprend donc ce projet énoncé déjà en 1965. Son intérêt pour cet axe s'allie au fait que le pont actuel de l'île d'Orléans est désuet et demande chaque année des réparations coûteuses. Le projet de construction d'une jetée reliant l'autoroute 40 à l'île d'Orléans comme solution à ce problème lui donne l'occasion de s'attarder à ce tracé. Afin de saisir les impacts directs et indirects de cette construction, une approche globale visant à cerner tous les aspects liés à la localisation d'un axe de transport de cette importance est donc utilisée.

Problématique liée à la localisation de ce projet routier

Dans le cadre du débat autour de la localisation d'une liaison interrive, il s'agit donc de vérifier l'impact de l'axe Orléans et de voir si cette solution routière peut être envisagée.

Ce type d'étude d'impact sera de plus en plus nécessaire. L'opinion publique, indifférente à tous ces problèmes il y a quelques années, est maintenant beaucoup plus exigeante par rapport à l'environnement. Les études basées sur la seule extrapolation de la demande sont insatisfaisantes à cet égard, car elles ne prévoient pas les conséquences des projets de transport, conséquences qui sont diversement ressenties par les groupes sociaux et locaux.

Ces faits amènent à considérer, dans le cadre des études de transport, un ensemble d'aspects et à les regarder sous l'angle de leur interrelation. Ainsi, un projet de transport pour lequel on ne prévoit pas de difficultés de réalisation (expropriation, difficultés techniques) doit être analysé au sein d'une équipe pluridisciplinaire sous

les aspects suivants:

A- 1° Coûts monétaires: reliés à l'acquisition de terrains, à l'expropriation, à la construction, à l'entretien.

2° Coûts sociaux et autres coûts économiques: déplacements de familles, espace occupé par les infrastructures, modification de la valeur des terrains avoisinants.

B- Service offert: effets sur les conditions dans lesquelles s'effectuent les déplacements des usagers (confort, temps et coût de transport) et sur l'accessibilité aux différentes fonctions urbaines.

C- Demande: modification de la demande (mobilité, partage modal) entraînée par la modification de l'offre.

D- Environnement: effets externes liés au cadre de vie (bruit, pollution, gêne visuelle, coupure du tissu urbain) et à l'écologie.

E- Développement urbain: effet d'entraînement sur l'urbanisation et conformité avec les objectifs d'aménagement.

Ces aspects servent de base à une telle étude; ils en deviennent les critères principaux. Ceux-ci ayant un impact variable selon les groupes concernés, l'importance accordée à ces effets sera fonction des objectifs de la collectivité elle-même. Le choix est en définitive un compromis basé sur l'association qui est faite entre l'accessibilité, l'environnement et l'effort d'investissement.

Le contexte et la manière dont les projets sont élaborés influencent aussi le processus d'évaluation, d'où la nécessité de clarifier les objectifs liés à la réalisation d'un projet.

Objectifs inhérents à sa réalisation

Dans le cadre de cette problématique, le lien interrive dans l'axe Orléans pourra concourir à la réalisation des objectifs suivants:

- satisfaction de la demande de transport (estimée, par ailleurs) en fonction de l'objectif de mobilité que se fixe la collectivité;
- structuration urbaine (réalisation des options "urbanistiques");
- desserte de la population de la rive sud;
- accessibilité au centre et aux fonctions urbaines;
- dégagement de l'agglomération du trafic de transit et de marchandises, desserte du port de Québec;
- réalisation du schéma de transport prévu pour l'agglomération québécoise (parachèvement du réseau routier, équilibre est-ouest).

La décision de réaliser cette liaison et sa localisation ne vaudront que si elles satisfont aux objectifs déjà énoncés, sans causer de torts irréversibles à l'environnement.

Pour éclairer cette décision, différentes études sont nécessaires. Celle liée aux difficultés techniques de réalisation et aux coûts est déjà terminée. Lorsque la décision sera prise, il ne restera plus que l'étude sur l'environnement à réaliser afin de choisir le corridor et le type de construction permettant de minimiser les impacts.

En effet, la présente étude s'attarde aux critères dépassant le cadre du corridor immédiat de ce projet. Les effets examinés relèvent, sur le plan spatial, de l'ensemble de l'agglomération et sont plus indirects, à savoir, le service rendu aux usagers et le développement urbain.

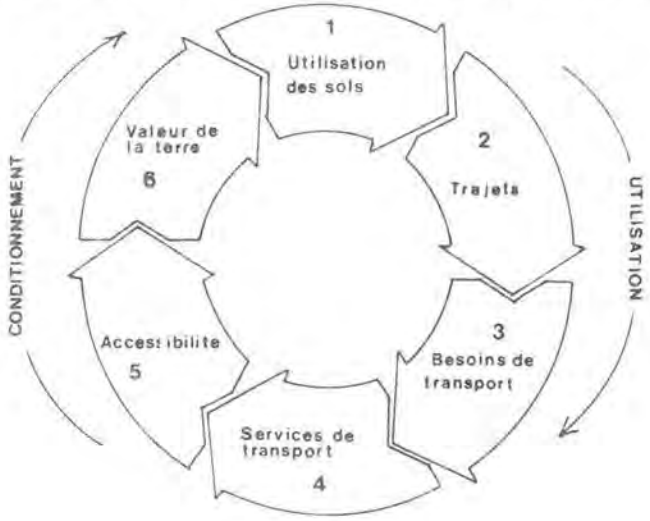
Ces deux critères permettront de cerner la cohérence entre le transport et l'urbanisation et, par le fait même, l'impact sur la modification de la demande de transport.

But de cette étude

On parle depuis longtemps de la relation entre les infrastructures de transport et l'utilisation du sol. Il y a quelques années à peine, on considérait ce rôle comme bénéfique. Les projets réalisés ont permis à court terme une plus grande fluidité de la circulation, ouvert des espaces nouveaux à l'urbanisation et contribué à créer un mode de vie associé au progrès.

Il a fallu que les résultats et les impacts se fassent sentir pour qu'on s'attarde aux relations entre le transport et les activités urbaines. Depuis, cette interaction a été diversement définie et peut être schématisée ainsi:

Graphique 1: CYCLE DE L'UTILISATION DES SOLS ET DES TRANSPORTS[1]



1. Centre de recherches économiques. Incidence de la structure et de l'étendue du développement urbain sur le choix des modes de transport, p. 9.

Une offre de transport a donc pour effet d'accroître l'accessibilité et d'augmenter l'attrait de certaines zones pour la localisation d'activités. Cette localisation crée à son tour de nouveaux besoins auxquels doivent s'adapter les systèmes de transport.

Le concept d'interaction entre l'utilisation des sols et les transports élargit la conception traditionnelle de la planification des transports, selon laquelle les équipements en matière de transport doivent être adaptés à l'utilisation des sols. Jusqu'à ce jour, "les systèmes de transport ont dans une large mesure été prévus pour satisfaire exactement la demande existante, mesurée et extrapolée dans les enquêtes du type origine-destination. Ce que l'on prenait alors pour des prévisions ne représentait qu'une projection des tendances passées".(1)

Les actions des utilisateurs et celles des planificateurs du transport urbain se sont donc, en général, renforcées mutuellement.

En ce sens, il n'est guère possible de méconnaître les influences qui s'exercent entre l'utilisation des sols (structure et étendue du développement urbain) et les transports.

Une infrastructure routière entre les deux rives constitue un équipement majeur dans le cadre de la région de Québec. L'exemple de la région de Montréal nous offre, d'ailleurs, l'illustration concrète du phénomène que nous venons de décrire. Dans ce cas précis, les nombreuses liaisons entre Montréal et la rive sud ont littéralement créé la demande de transport, en suscitant une urbanisation désordonnée et diffuse, ayant comme point de départ une augmentation de l'accessibilité au centre-ville de Montréal.

---

1. Centre de recherches économiques, op. cit., p. 9.

Afin de ne pas reproduire le problème montréalais, il importe de bien cerner l'impact du projet de l'axe Orléans sur le développement urbain de la région de Québec et principalement de la rive sud.

Cette étude visera donc à éclaircir les rapports existant dans la région de Québec entre l'utilisation du sol et les transports et à mesurer l'impact de l'introduction d'un nouveau lien entre les deux rives dans l'axe Orléans. Il ne s'agit pas seulement de savoir où construire, mais bien de juger si cette construction doit même être réalisée, d'où la nécessité de répondre à ces questions:

- Cette nouvelle infrastructure de voirie sera-t-elle réellement favorable à l'urbanisation des secteurs dont le développement est actuellement considéré comme souhaitable?
- La forme urbaine et l'orientation donnée à l'urbanisation par ce projet sont-elles de nature à minimiser les problèmes de déplacements?
- D'autres types de projets touchant le transport ou l'aménagement sont-ils préférables?

Méthodologie retenue

Afin de vérifier si la construction d'un lien entre les deux rives localisé à cet endroit répond aux objectifs recherchés sans causer de préjudices graves, il faut examiner l'environnement global de l'agglomération. Ce projet autoroutier n'étant pas un élément extérieur sans rapport avec la structure spatiale, l'évaluation des impacts ne peut se faire sans une bonne connaissance du milieu. Ainsi, ce projet a des effets d'entraînement ou des effets structurants dans la mesure où il s'intègre à l'ensemble des autres mécanismes à l'oeuvre.

Le cycle des liaisons entre l'utilisation du sol et les transports, schématisé plus haut, le démontre amplement.

Dans le premier chapitre, on analysera donc le développement urbain de l'agglomération et le rôle que les infrastructures de transport ont pu jouer dans la répartition des composantes de ce développement et dans l'élaboration de la forme urbaine actuelle. L'analyse de l'environnement de la région ne retiendra que les données et faits pertinents ou mettant en lumière les lignes de force qui structurent le développement urbain.

En nous basant sur ces éléments et à partir du potentiel d'accueil, nous pourrons dégager au chapitre deux, les tendances du développement urbain et le sens de l'urbanisation future. Ce scénario tendanciel sera mis en parallèle avec les objectifs d'une intervention volontaire sur le développement, telle que préconisée par les organismes responsables de la planification (Commission d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, ministère des Affaires municipales et Office de planification et de développement du Québec). Ces deux scénarios, l'un tendanciel et l'autre volontariste, qui se traduisent chacun par une répartition différente de la population et de l'emploi sont le résultat de divers facteurs dont le réseau de transport existant. La réalisation d'un nouveau lien entre les deux rives et les autres projets de transport prévus au plan quinquennal du ministère des Transports peuvent modifier ces scénarios ou les renforcer.

Afin d'éclairer les conséquences éventuelles de la construction de l'axe Orléans, on analysera au troisième chapitre l'impact qu'a eu l'ouverture du pont Pierre-Laporte sur le développement urbain et le coût de celui-ci, tant au niveau des finances municipales que des sols agricoles.

On examinera aussi la corrélation entre le développement urbain et la demande de déplacements. Par la suite, en se basant sur celle-ci, on pourra, à l'aide des prévisions démographiques, prévoir la saturation de ce pont et connaître la date à laquelle l'ouverture de l'axe Orléans s'imposera comme conséquence à ces déplacements induits.

En s'aidant de l'exemple concret que représente le pont Pierre-Laporte, on analysera au quatrième chapitre les effets de l'axe Orléans et la série d'impacts occasionnés par l'urbanisation suscitée par cette construction. Ainsi, au moyen de divers indicateurs d'accessibilité reflétant les conditions de transport, le service offert aux usagers et la richesse du choix offert par la structure urbaine, l'étude tentera de cerner l'impact de l'introduction de l'axe Orléans sur le pouvoir d'attraction et l'intérêt au niveau de la localisation résidentielle des secteurs délimités par l'étude.

Notre analyse se terminera par la confrontation du scénario Orléans avec les objectifs énoncés en introduction et l'exploration des mesures aptes à répondre aux objectifs visés,tout en minimisant les divers impacts,notamment au niveau de la forme urbaine et des déplacements.

L'outil cartographique permettra de saisir le développement probable,à savoir les répartitions de la population résultant des effets conjoints des tendances de développement et de l'influence de cette nouvelle infrastructure de transport. La confrontation cartographique entre, d'une part, les objectifs d'aménagement et d'autre part, l'urbanisation probable, permettra d'apprécier les écarts éventuels et l'adéquation entre les projets d'aménagement et de transport. L'évaluation secteur par secteur de ces écarts, conjuguée avec l'analyse de la forme et de la structure urbaine minimisant la génération de déplacements, nous permettra de juger de la pertinence de la réalisation de ce projet et de sa localisation.

Malgré le caractère fragmentaire d'une telle approche:

- connaissance générale des tendances passées et de la situation actuelle,
- outils de prévision basés sur un aspect partiel de la réalité,
- résultat théorique faisant peu de place à l'aléatoire,

celle-ci demeure valable. Cet effort de réflexion et de synthèse permet d'envisager la décision de ce projet sous un angle nouveau et primordial dans notre contexte.

En effet, ce projet implique un investissement considérable et touche une infrastructure dont la durée de vie marquera le paysage urbain pour longtemps. Aussi est-il important de l'évaluer sous le maximum d'aspects et, surtout, par rapport aux investissements liés à l'aménagement du territoire et induits par la construction de ce lien autoroutier.

CHAPITRE I

ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT DE L'AGGLOMERATION

CHAPITRE I

ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT DE L'AGGLOMERATION

Le développement de l'agglomération de Québec s'effectue dans un cadre où entrent en jeu divers potentiels et contraintes. Pour mieux définir l'occupation actuelle du sol et la forme urbaine qui en résulte, des points de référence nous sont nécessaires. En ce sens, le peuplement antérieur de l'agglomération et l'image de mêmes phénomènes se produisant ailleurs nous orientent vers une meilleure connaissance du milieu et du contexte général de l'agglomération.

De plus, la forme urbaine étant la résultante de diverses variables touchant l'utilisation du sol et les transports, celles-ci seront analysées au niveau descriptif et sous l'angle de leur interaction.

Cette attention apportée au premier chapitre à la forme urbaine se légitime par le rôle important que celle-ci joue par rapport au nombre et à la longueur des déplacements. La forme urbaine constitue en effet le facteur générateur de la demande de transport et l'orientation qu'elle prendra ne peut donc nous être indifférente.

Dans le but de préciser l'impact du projet de lien dans l'axe Orléans sur le développement urbain, ce chapitre s'attardera donc à décrire les divers paramètres de l'environnement et de l'urbanisation propres à l'agglomération québécoise et à rechercher les relations entre le transport et la forme urbaine.

1.1 DELIMITATION DE LA ZONE A L'ETUDE

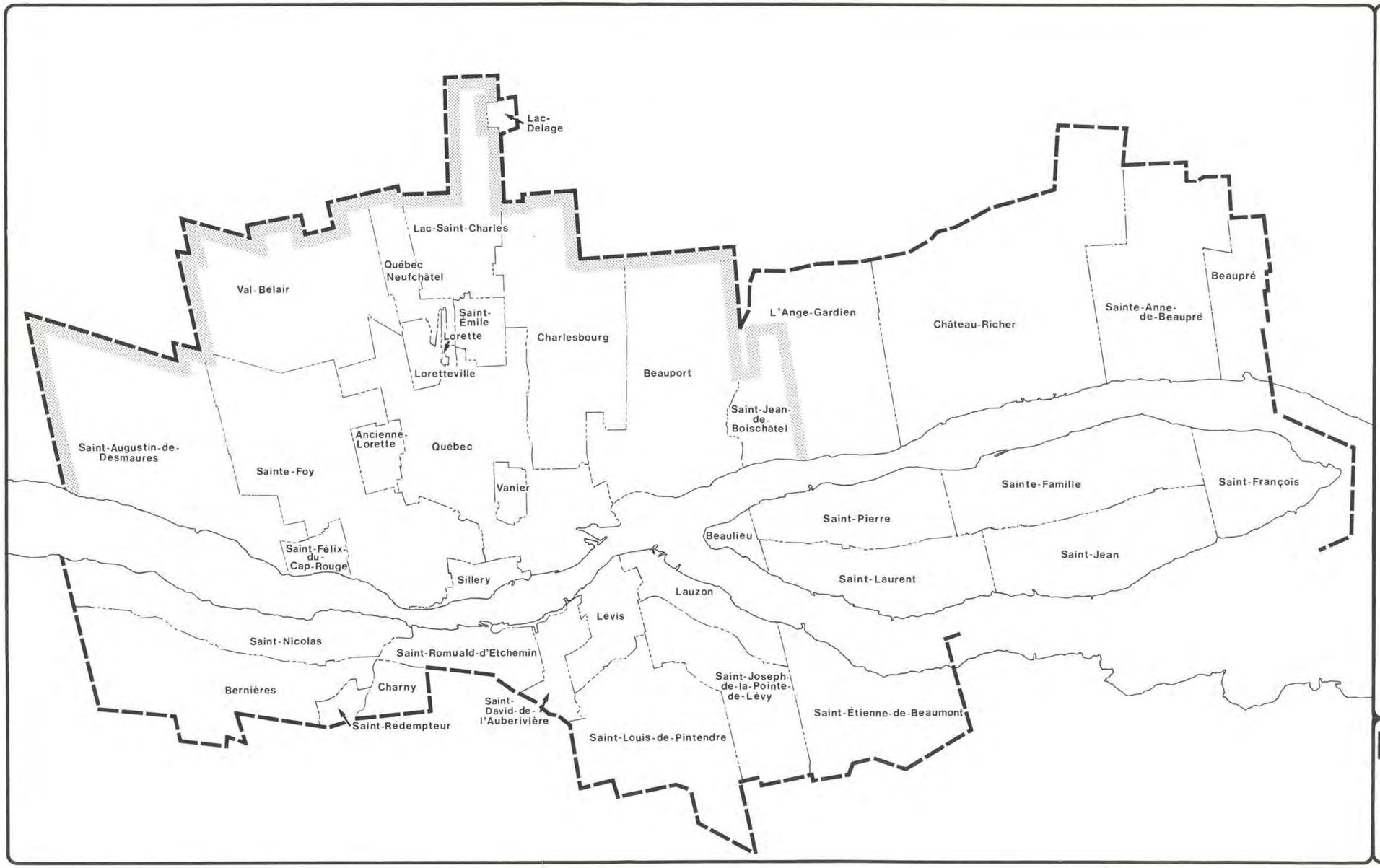
La zone d'étude retenue est celle délimitée à l'intérieur de la région de Québec par les rapports fonctionnels les plus fréquents (les déplacements pour le travail, les achats, les services) avec le centre-ville de Québec. Elle recouvre à peu de choses près la zone spéciale de Québec étudiée par l'Office de planification et de développement du Québec.

Elle inclut la totalité du territoire de la communauté urbaine de Québec. Mais, cette étude portant sur un lien entre les deux rives localisé à l'est, on a ajouté à l'espace sous juridiction de la C.U.Q., la rive sud et sur la rive nord, une partie plus importante du territoire situé à l'est, ainsi que l'île d'Orléans, lieu de traversée de la liaison. Comme on le constate sur la carte 1, la zone à l'étude inclut donc les municipalités suivantes de la rive nord:

- Québec
  - Vanier
  - Sillery
  - Sainte-Foy
  - Ancienne Lorette
  - Saint-Félix-du-Cap-Rouge
  - Saint-Augustin-de-Desmaures
  - Loretteville
  - Lorette
  - Val-Bélair
- Charlesbourg
  - Lac-Saint-Charles
  - Lac-Delage
  - Saint-Emile
  - Beauport
  - Saint-Jean-de-Boischâtel
  - L'Ange-Gardien
  - Château-Richer
  - Beaupré
  - Sainte-Anne-de-Beaupré

de l'île d'Orléans:

- Beaulieu
  - Saint-Pierre
  - Saint-Laurent
- Sainte-Famille
  - Saint-François
  - Saint-Jean



Le lien rive nord–rive sud

DÉLIMITATION DE LA ZONE À L'ÉTUDE

Limite de la zone à l'étude

Limite de la Communauté urbaine de Québec

Limites des municipalités

Source : M.T.Q., Service de la Géographie, 1978

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 3 km

CARTE 1

et de la rive sud:

- Saint-Etienne-de-Beaumont
  Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy
  Lauzon
  Saint-Louis-de-Pintendre
  Lévis
  Saint-David-de-l'Auberivière
- Saint-Romuald-d'Etchemin
  Charny
  Saint-Nicolas
  Bernières
  Saint-Rédempteur.

Cet espace est celui, au sens large, où seront étudiés les impacts du lien. Il est en effet le territoire potentiellement disponible à l'urbanisation future et situé à moins de 45 minutes du centre-ville (à l'heure de pointe du soir),avec l'addition des projets routiers actuellement planifiés. En dehors des heures de pointe, ce territoire est localisé à une distance-temps inférieure à trente (30) minutes du centre-ville. Ce concept de zone accessible en trente (30) minutes à partir du centre détermine habituellement le rayon moyen des agglomérations urbaines.

Dans le cas de l'agglomération de Québec, le territoire occupé actuellement est plus restreint. C'est pourquoi, pour représenter cartographiquement certains phénomènes, nous nous limiterons parfois à un cadre d'analyse moins large. Cependant, la cueillette des données socio-économiques fut effectuée pour l'ensemble des municipalités énumérées.

En effet, l'urbanisation se fait toujours de façon éparse et recule les limites actuelles de l'agglomération. La délimitation par Statistique Canada d'une nouvelle région métropolitaine "1976" témoigne de ce phénomène. Cette nouvelle définition de l'agglomération québécoise ne fait que traduire en un concept de recensement l'évolution d'une banlieue se constituant toujours plus loin.

1.2 CADRE SPATIAL

La spatialisation des contraintes, des potentiels et de la tache urbaine actuelle permet de décrire le caractère de la région. Mais, elle permet surtout de circonscrire l'espace disponible à l'urbanisation tout en indiquant les barrières au-delà desquelles les coûts et les dommages causés à l'environnement ne pourraient que croître.

1.2.1 Les contraintes

Au niveau des contraintes physiques, on peut retenir les pentes, les dépôts meubles, l'hydrographie, l'emprise des lignes d'énergie et du réseau routier et la tache urbaine actuelle. Ces éléments ont servi et serviront de frein aux tendances spontanées de l'expansion urbaine. Résultats de plusieurs facteurs oeuvrant de façon conjointe (composition des sols, drainage, etc.), ces contraintes sont analysées globalement.

Ainsi, l'inclinaison des pentes fut étudiée suivant différentes classes et le seuil de 15% fut retenu. En effet, les pentes supérieures à 8% impliquant des mesures spéciales de construction ne sont guère compatibles avec la plupart des utilisations et excluent les activités industrielles, commerciales et résidentielles de haute et moyenne densité. Entre 8% et 15%, des développements résidentiels isolés et nécessitant des mesures spéciales peuvent se produire mais, passé ce seuil, seul l'aménagement récréatif est possible et encore faut-il que l'accès n'y soit pas trop difficile.

Les autres contraintes physiques importantes retenues sont reliées à la géologie et au réseau hydrographique. Encore là, on ne retient que les particularités pouvant empêcher toute utilisation du sol. Au plan géologique, les contraintes sont surtout constituées par les affleurements rocheux et les zones d'argile susceptibles à l'érosion. Dans le cas de l'hydrographie, elles le sont par le bord des cours d'eau où des risques d'inondation sont surtout à craindre.

1.2.2 Les potentiels d'utilisation du sol

A ces limitations naturelles s'ajoutent aussi les divers potentiels d'utilisation du sol: agricole et récréatif. Cette vocation attribuée par les divers organismes correspond à l'affectation la plus adéquate de ces sols.

Pour le potentiel agricole, nous avions au départ retenu les classes 1, 2, 3, 4 de l'Inventaire des Terres du Canada comme étant les plus propices à l'agriculture. L'adoption de la Loi 90 sur la protection du territoire agricole nous a incités à retenir plutôt la délimitation de la zone agricole à partir des Plans provisoires des aires retenues pour fin de contrôle accompagnant cette loi. Toutes les terres en culture et les forêts figurant à l'intérieur des limites proposées par la Commission du zonage agricole furent ainsi cartographiées et les terres en friche furent exclues. Etant régies par des droits acquis avant l'adoption de la loi, celles-ci échappent, dans la majorité des cas, à la juridiction de la commission.

Sous le titre de potentiel récréatif, nous avons regroupé les parcs et les espaces verts publics, les zones de conservation de la faune et les forêts exceptionnelles. Les parcs et espaces verts de quartier sont cependant exclus, car ils sont intégrés dans le périmètre urbain. Celui-ci regroupe en effet les fonctions résidentielle, commerciale, industrielle, publique et parapublique.

Les potentiels agricoles et récréatifs constituent un frein au développement urbain aussi important que les contraintes ou limites naturelles énumérées plus tôt.

La cartographie de ces items (tache urbaine, contraintes physiques, potentiel agricole et potentiel récréatif) permet de dégager l'espace potentiellement urbanisable, c'est-à-dire non affecté par une contrainte majeure.

Une seule de ces contraintes suffit d'ailleurs à compromettre le développement urbain. La cartographie évite donc le chevauchement de celles-ci sur un espace déjà affecté.

Le respect de ces potentiels (agricole et récréatif) n'entrave en rien la disponibilité de sols pour l'urbanisation. En effet, le type antérieur d'occupation du sol a porté les limites de l'agglomération bien au-delà des besoins actuels.

Car, comme nous le verrons maintenant, la forme urbaine de l'agglomération québécoise, sous l'influence de divers facteurs, se caractérise par un étalement et un développement en saute-mouton qui ont laissé de nombreux espaces vacants. Cette capacité d'accueil, les diverses contraintes et les potentiels propres à notre zone d'étude nous conduisent à nous interroger sur l'orientation que devrait prendre la forme urbaine, compte tenu des tendances antérieures de l'urbanisation.

CARTE NO 2

Le lien rive nord–rive sud

Potentiels et contraintes

2 1 0 2 4 km

Base de Valcartier

AÉROPORT

CHENAL DE L'ÎLE D'ORLÉANS

FLEUVE SAINT-LAURENT

RIVIÈRE SAINTE ANNE

LÉGENDE

- PÉRIMÈTRE URBAIN
- PARCS ET ESPACES VERTS
- TERRES AGRICOLES
- TERRES MOUILLEUSES
- PENTES (supérieures à 15.6 %)
- ESPACES URBANISABLES
- HYDROGRAPHIE

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

Source: Schéma d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, C.A.C.U.Q., 1979.

Inventaire des terres du Canada. Possibilités agricoles des sols, 1966.

M.A.Q., Loi sur la protection du territoire agricole. Atlas cartographique

La lisi des pentes de la région de Québec, Jean Lavineau et Jean-Luc Lemieux. Cahiers de géographie de Québec, Vol. 18, No 45, décembre 1974.

1.3 L'EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL

Les facteurs tels que la taille de la population, le tracé des réseaux de communication, l'emplacement et l'affectation des sols et la densité caractérisent et différencient la forme urbaine. La conjugaison de ces éléments et leur évolution impriment dans l'espace le développement en tache d'huile observable actuellement.

En effet, l'espace de l'agglomération québécoise est perçu comme un tissu urbain en voie de dislocation. Le schéma d'aménagement de la Commission d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec s'insurgeait d'ailleurs contre les effets néfastes de cette dispersion de l'urbanisation sur l'organisation de l'espace.

> " L'urbanisation sur le territoire de la Communauté urbaine de Québec a pris une forme générale de dispersion le long des grands axes routiers, dispersion allant s'accélérant avec le temps, pour donner en 1975, l'image d'une agglomération tentaculaire, dévorant la périphérie, tout en provoquant la congestion de son noyau central" (1).

L'analyse de l'évolution de la tache urbaine depuis 1830 jusqu'à nos jours nous permet de constater la transformation des facteurs structurants de la forme urbaine et d'expliquer leur distribution spatiale observable aujourd'hui.

1.3.1 Le peuplement et les infrastructures de transport

Au début du 19e siècle, le noyau urbain se localise à l'intérieur du Vieux-Québec actuel et dans la basse-ville. Des axes routiers de type régional sont en place et relient les noyaux de peuplement situés en périphérie. En direction ouest, on constate la présence de la Grande-Allée et du Chemin Saint-Louis, de la rue Saint-Jean et du Chemin

---

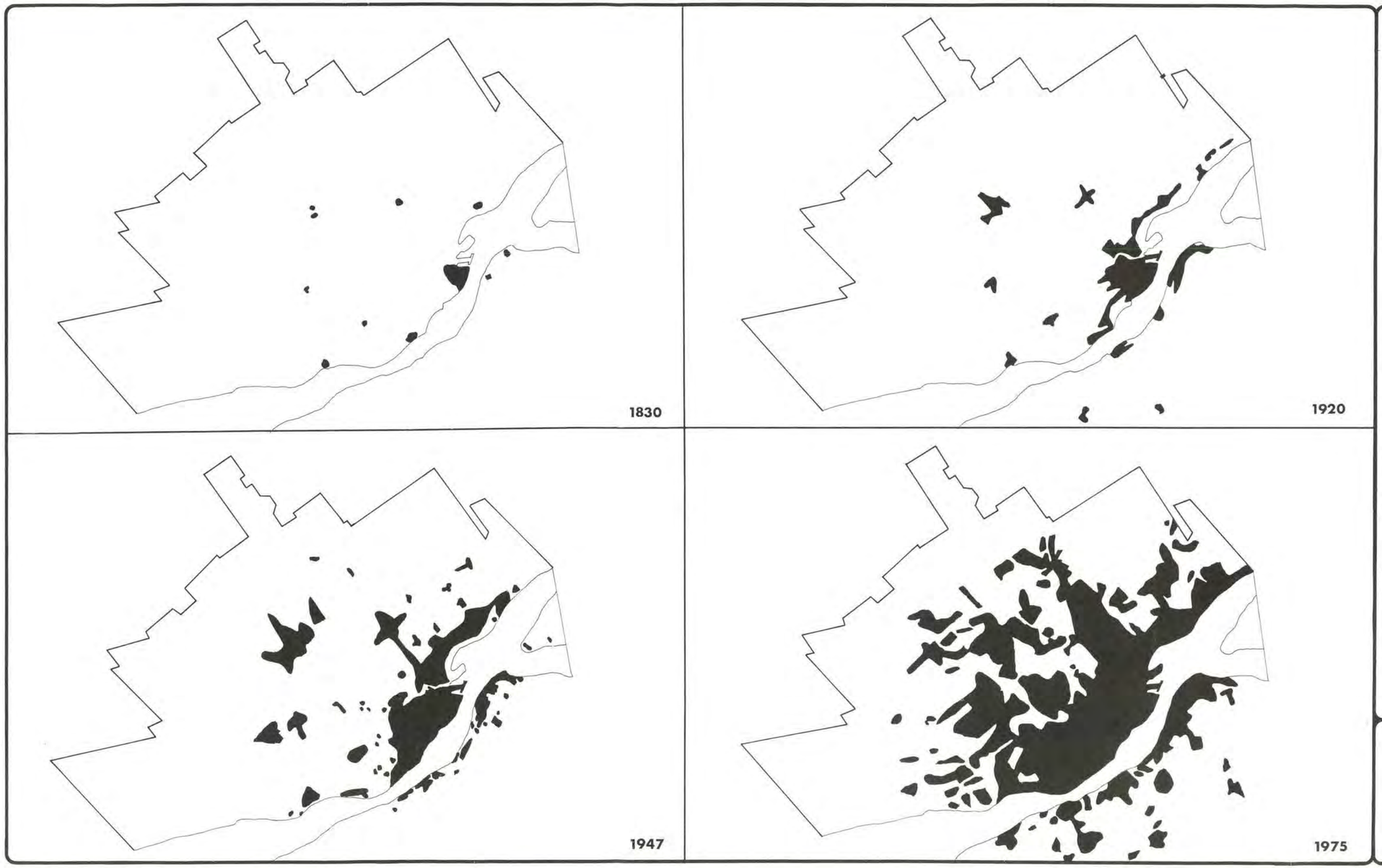
1. Commission d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec. Schéma d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, t. 2- le concept, les Presses de l'Université Laval, 1975, p. 6.

Sainte-Foy ainsi que de la Côte d'Abraham et de la rue Saint-Vallier. Au nord, le boulevard Dorchester se prolonge vers la 1ère Avenue et vers l'avenue Royale en direction de l'est. Le peuplement est dense et compact. Simultanément, l'urbanisation franchira les fortifications et progressera dans l'actuel quartier Saint-Jean-Baptiste, puis dans les quartiers Saint-Roch et Saint-Sauveur dans la basse-ville. Après le milieu du siècle, l'urbanisation se porte au-delà de la rivière Saint-Charles dans le quartier Stadacona puis Limoilou.

Durant le dix-neuvième siècle, l'évolution de la population et du tissu urbain est assez lente. Cette période est surtout celle de la croissance d'une autre agglomération, celle de Montréal et même de Lévis qui bénéficie indirectement de la croissance de Montréal. En effet, Lévis est reliée aux lignes de chemins de fer irradiant de Montréal en direction des Maritimes et de la Gaspésie. Le port de Lévis étant à cette époque plus accessible, le réseau ferroviaire constitue un facteur de développement qui, s'ajoutant à cet avantage, deviendra le grand responsable de l'essor de Lévis. Ainsi, les marchandises sont transportées à Lévis pour être expédiées par train vers l'extérieur.

A partir du 20e siècle, divers travaux (nouveau port, chemin de fer) donneront l'avantage à Québec. L'ouverture du pont ferroviaire sur le Saint-Laurent (1917) en reliant Québec à la route et à toutes les voies ferrées de la rive droite accentuera cette tendance.

Vers 1920, le réseau routier urbain est déjà assez bien structuré jusqu'à l'avenue Saint-Sacrement et la côte de l'Eglise. Les boulevards Champlain, Père Lelièvre, Wilfrid-Hamel et Saint-Cyrille se sont ajoutés à ceux déjà énumérés. Québec s'étend maintenant de part et d'autre de la rivière Saint-Charles, sous l'impulsion des développements industriels liés à son port. L'avenue Royale sert de support au début d'une antenne d'urbanisation vers l'est et la côte de Beauport.



Le lien rive nord–rive sud

AGGLOMÉRATION DE QUÉBEC 1880-1976 ÉVOLUTION DE LA SUPERFICIE URBANISEÉ

Superficie urbanisée

Sources: Mosaïque de Québec, Aérophoto, 1976.
Schéma d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, C.A.C.U.Q., 1975.
Plan de circulation et de transport, région métropolitaine de Québec, Vol.1, Vandry et Jobin, 1967.

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

N

Avril 1979

0 2 km

CARTE 3

TABLEAU 1

EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL DE L'AGGLOMERATION DE QUEBEC[1]

RIVE NORD

ANNEE	SUPERFICIE OCCUPEE		RYTHME D'OCCUPATION/AN		ACCROISSEMENT ANNUEL (TAUX COMPOSE)	POPULATION	RYTHME D'ACCROISSEMENT HABITANTS/AN	ACCROISSEMENT ANNUEL (TAUX COMPOSE)	TAUX D'URBANISATION		DENSITE BRUTE	
	ACRES	HECTARES	ACRES	HECTARES					A./1000h	HECT./1000h	h/ACRE	h/HECT.
1830	1 130	457										
			53	22	2,4%							
1880	3 780	1 530				81 815					22	54
			66	27	1,3%		1 050	1,0%	63	26		
1920	6 410	2 596				123 848					19	48
			121	49	1,6%		6 451	2,3%	31	13		
1945	9 430	3 819				220 614					23	58
			990	401	6,5%		6 715	2,5%	147	60		
1960	24 270	9 830				321 336					13	33
			1 904	771	5,3%		9 380	2,5%	234	95		
1975	52 830	21 396				443 286					8	21

1. Etabli à partir des chiffres cités par les recensements de Statistique Canada et par le Schéma d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, Commission d'aménagement de la CUQ, 1975.

La période de 1920 à 1945 connaîtra un rythme d'occupation légèrement supérieur. Le taux composé de l'accroissement annuel de celui-ci se situe en effet à 1,6%, comparativement à 1,3%. L'accroissement de la population étant cependant plus important, le taux d'urbanisation est moindre et la densité augmente de 40 à 58 habitants à l'hectare. L'urbanisation progresse à l'ouest, mais principalement le long de l'antenne vers l'est. Charlesbourg, point de peuplement situé au nord, est maintenant reliée au tissu urbain de Québec en un axe continu qui deviendra l'antenne nord actuelle.

Jusqu'à maintenant, le développement s'est effectué par diffusion graduelle du noyau urbain. La densité, sans être très élevée (58 habitants à l'hectare) est cependant forte pour une ville de taille moyenne.

A partir de 1945, l'urbanisation se fera dans l'axe ouest et nord. On constate déjà le début de l'éparpillement du développement et une urbanisation plus intense autour des villages existants.

La trame de celle-ci est le réseau routier régional. A titre d'exemple, on peut citer:

- les routes 369 et 371 qui orientent le développement de Loretteville;
- le boulevard Hamel qui trace un axe d'urbanisation vers le nord-ouest;
- le réseau routier mis en place dans la prolongation du pont de Québec qui accélérera le mouvement d'occupation vers l'ouest;
- l'axe des boulevards Henri-Bourassa et Du Jardin qui supporte la croissance au nord de Charlesbourg et d'Orsainville.

TABLEAU 2

EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL DE L'AGGLOMERATION DE QUEBEC[1]
RIVE SUD

ANNEE	SUPERFICIE OCCUPEE		RYTHME D'OCCUPATION/AN		ACCROISSEMENT ANNUEL (TAUX COMPOSE)	POPULATION	RYTHME D'ACCROISSEMENT HABITANTS/AN	ACCROISSEMENT ANNUEL (TAUX COMPOSE)	TAUX D'URBANISATION		DENSITE BRUTE	
	ACRES	HECTARES	ACRES	HECTARES					A./1000h	HECT./1000h	h/ACRE	h/HECT.
1920	1 205	490				27 118					22	56
			19	8	1,3%		275	0,9%	68	28		
1947	1 710	690				34 546					20	50
			111	45	4,6%		789	2,0%	141	57		
1960	3 380	1 370				46 378					14	34
			361	146	6,7%		1 270	2,3%	285	115		
1976	8 440	3 415				64 157					8	19

1. Ministère des Transports, 1977.

1.3.2 Le taux d'urbanisation

Le taux d'urbanisation, tant de la rive nord que de la rive sud, subit durant cette période une augmentation prodigieuse. Ainsi, l'occupation du territoire de la rive nord connaît un taux composé d'accroissement annuel de 6,5% contre 1,6% auparavant; c'est-à-dire un rythme d'occupation de 401 hectares chaque année. Le taux d'urbanisation augmente de 13 à 60 hectares pour 1000 habitants, entraînant une baisse de la densité.

Cet état de peuplement occasionne de multiples déplacements car la majorité des emplois sont toujours localisés au coeur de Québec.

La réponse à cette demande sera la constitution, de 1960 à 1975, d'un réseau autoroutier urbain. La plupart des autoroutes et des grandes artères urbaines (construction ou élargissement) datent du début des années 1960: boulevard Maurice-Duplessis (1960), boulevard Laurentien (1963), boulevard Henri IV (1963), boulevard Hamel (1965), boulevard Laurier (1965), boulevard Charest ouest (1965), boulevard Champlain (1965), etc.

Une des conséquences de cette plus grande accessibilité est l'ouverture de terrains "bon marché" à l'urbanisation. A partir de cette période, on constate aussi un desserrement des parcs et des zones industriels. La création de la plupart de ceux-ci se fait après 1962 et ils se localisent un peu partout en dehors du milieu construit.

L'évolution du tissu urbain perceptible à partir de 1945 augmente d'intensité de 1960 à 1975: 771 hectares sont nécessaires chaque année à l'urbanisation.

L'accroissement de la population n'occasionne pas cette demande soudaine, car celle-ci croît toujours au même rythme, soit un taux moyen d'accroissement annuel de 2,5%. Le taux d'urbanisation qui est maintenant de 95 hectares pour 1000 habitants entraîne une baisse de la densité du tissu urbain de la rive nord. Celle-ci n'atteint plus en 1975 que 21 habitants à l'hectare.

1.3.3 Montréal et Québec

Actuellement l'attention se porte surtout du côté de la conurbation de Montréal afin de structurer ce qu'on considère comme un étalement indu et d'éviter des problèmes graves, notamment dans le domaine des transports et des sols agricoles.

Cependant, si l'on fait une comparaison entre les deux conurbations, on constate que cet étalement est nettement plus important à Québec[1].

TABLEAU 3

CONURBATION DE MONTREAL[2]

	TERRITOIRE OCCUPE (HECTARES)	ACCROISSEMENT ANNUEL (TAUX COMPOSE)	DENSITE HABITANTS/HECTARES	TAUX D'URBANISATION (HECTARES/1000 HAB.)
1964	46 944		49	
		3,7%		47
1975	70 011		39	

CONURBATION DE QUEBEC[3]

	TERRITOIRE OCCUPE (HECTARES)	ACCROISSEMENT ANNUEL (TAUX COMPOSE)	DENSITE HABITANTS/HECTARES	TAUX D'URBANISATION (HECTARES/1000 HAB.)
1960	10 100		36	
		6,1%		103
1975	24 700		20	

1. Ces chiffres que l'on doit examiner avec pondération, compte tenu de leur évaluation selon des méthodes difficiles à comparer, sont cependant révélateurs.
2. Direction générale de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire. Québec, ministère des Affaires municipales, avril 1977, p. 27-28.
3. Ministère des Transports du Québec, 1977.

Il faudrait donc deux fois plus d'espace pour loger les habitants de Québec que pour loger ceux de Montréal. Ce rapprochement soulève une interrogation sur la forme urbaine de l'agglomération de Québec. Celle-ci faisant plutôt partie du groupe des agglomérations moyennes, une comparaison avec un certain nombre d'entre elles permet de mieux situer le tissu urbain québécois.

1.3.4 Québec, comme agglomération moyenne

Au hasard, on peut ainsi faire la comparaison avec d'autres agglomérations ayant environ 500 000 habitants:

- trois agglomérations canadiennes (Calgary, Winnipeg et Edmonton);
- deux agglomérations européennes (Rouen et Nuremberg).

En projetant sur la tache urbaine de celles-ci un cadre identique (410 km^2) couvrant tout le tissu urbanisé de l'agglomération de Québec, on est amené à nuancer le jugement précédent.

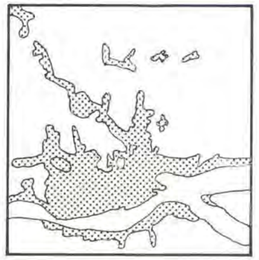
Ainsi, l'agglomération de Québec est beaucoup plus étendue que les villes moyennes de Rouen, Nuremberg et Edmonton; elle occupe cependant un territoire comparable aux deux agglomérations de Calgary et de Winnipeg.

Toutes ces villes se sont développées le long d'un cours d'eau et contrairement à Québec, le réseau hydrographique n'a pas entravé leur développement qui s'est réparti uniformément. Pour Québec cependant, le fleuve Saint-Laurent constitue une barrière autrement plus importante et explique que la croissance se soit manifestée dans deux directions principales, soit le nord et l'ouest.

Le lien rive nord–rive sud

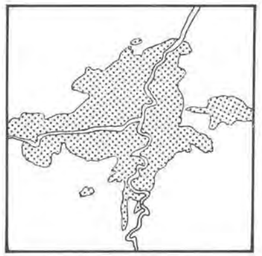
SUPERFICIE DE QUELQUES AGGLOMÉRATIONS MOYENNES

QUEBEC



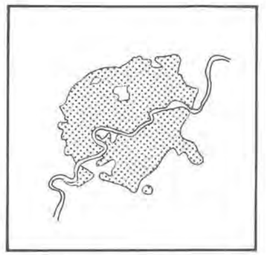
Population : 542 000 habitants

WINNIPEG



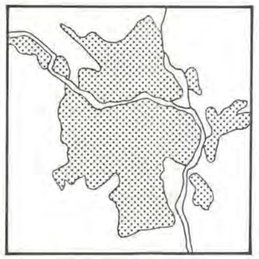
Population : 578 000 habitants

EDMONTON



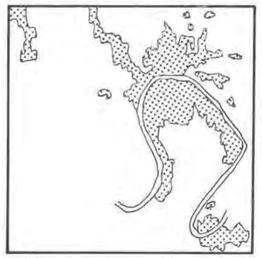
Population : 554 000 habitants

CALGARY



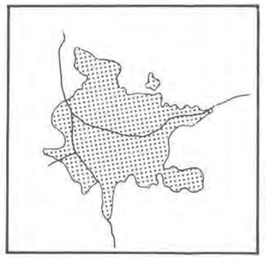
Population : 470 000 habitants

ROUEN



Population : 389 000 habitants

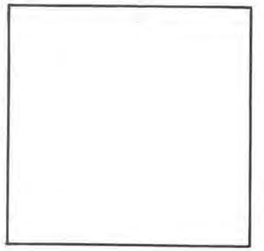
NUREMBERG



Population : 515 000 habitants

Zone urbanisée

Surface de 409,6 km^2



Sources : M.T.Q., Service de la Géographie, 1977.
The Geographical Digest 1978, Harold Fullard 1978.

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 5 10 km

CARTE 4

Donc, plus que l'étendue de la superficie occupée, la forme urbaine distingue Québec par rapport à ces villes moyennes. Subissant sans doute plus que celles-ci les contraintes physiques, elle évolue à partir d'antennes. L'expansion spatiale s'effectue en tache d'huile et donne l'impression d'un bourgeonnement dispersé qui contraste avec le tissu urbain plus compact des autres villes moyennes.

L'importance accordée au transport privé ou au transport en commun peut expliquer une partie de ces différences. Ainsi, Québec est moins bien organisée sur le plan du transport en commun que ses consoeurs canadiennes. Par rapport à Edmonton, la comparaison est à cet égard significative. Malgré le fait que cette agglomération enregistre des records de croissance et que la taille de leur population soit à peu près identique, la superficie d'Edmonton est deux fois moindre que celle de Québec. Le conseil municipal qui gère cette agglomération a cependant choisi de planifier la croissance. Les citoyens ont de plus fait échec aux projets autoroutiers et ont préféré le transport en commun comme solution à leurs problèmes de circulation. Au système d'autobus et de trolleybus s'est ajouté en 1978, à la faveur des Jeux Olympiques du Commonwealth, un système de transport rapide empruntant une ancienne voie du Canadien National.

En analysant, au tableau 4, les différents systèmes de transport des agglomérations canadiennes, on remarque quelques différences. A Edmonton, on a préféré développer à la fois le transport en commun et le réseau autoroutier. Ainsi, la longueur moyenne du déplacement pour le travail est de 12,5 km, mais la vitesse moyenne du parcours est de 37 km/h, comparativement à 34 et 35 km/h pour Winnipeg et Calgary. Il semble qu'au niveau de la forme urbaine et au plan énergétique, la mise en place d'un système rapide de transport en commun au centre et d'un réseau autoroutier en périphérie soit la solution la plus adéquate.

TABLEAU 4

COMPARAISON DE DIFFERENTS INDICATEURS DE TRANSPORT
ENTRE LES AGGLOMERATIONS CANADIENNES

	QUEBEC	CALGARY	WINNIPEG	EDMONTON
Déplacement pour le travail:[1] longueur moyenne (km)	10,6	11,2	11,2	12,5
Déplacement pour le travail:[1] temps moyen (minutes)	15,5	19	19,5	20
Déplacement pour le travail:[1] vitesse moyenne (km/h.)	40	35	34	37
Déficit du transport en commun 1976:[2] ($ millions)	8,7	9	10,3	13,7

A Québec, où le réseau autoroutier prédomine, on observe d'ailleurs la plus haute vitesse moyenne pour les déplacements de travail, soit 40 km/h. et le plus bas déficit pour le transport en commun. Ceci semble confirmer les conclusions faites sur la forme urbaine et le type de système de transport le plus efficace, puisque Edmonton est l'agglomération la plus compacte et ce, malgré que les déplacements pour le travail y soient les plus longs. Cette prédominance de l'automobile permet à l'agglomération québécoise d'enregistrer les temps de parcours les plus bas pour le travail, mais aussi de posséder la forme urbaine la plus diluée et la plus éparse.

Cependant, la forme urbaine perceptible aujourd'hui n'est pas définitive. Le rythme de l'occupation du sol provoque une expansion rapide se traduisant par une forme urbaine en pleine mutation.

1. Source: D.J. Reynolds, The expanding city, the role of the automobile and transit in relation to canadian urban growth and energy consumption, (32 p. texte miméo, Transports Canada, 1977) p. 23.

2. Source: Gabriel Fortin, Les contributions municipales au transport en commun, (Transports Canada, Transports Québec, 1978, 288 p.) p. 4.

Afin de mieux cerner les éléments structurants de ce développement et leur poids respectif, une analyse plus poussée des courants démographiques et du tissu urbain s'avère nécessaire. En effet, à l'intérieur même de l'agglomération, la population, la densité et les différentes fonctions urbaines se répartissent spatialement de façon différente selon l'âge de leur implantation et en fonction de l'accessibilité procurée par le réseau de transport.

1.4 DISTRIBUTION SPATIALE DES CARACTERISTIQUES DE LA FORME URBAINE

Certaines caractéristiques de la structure spatiale peuvent influer sur les transports, soit au niveau des flux de transport, soit sur le choix d'un mode de transport. Cette distribution spatiale des variables socio-économiques (se rapportant aux individus ou aux ménages) et des fonctions urbaines explique la demande de déplacements et permet la confrontation entre d'une part, le réseau de transport et d'autre part, l'urbanisation.

C'est ainsi que plusieurs modèles de transport reposent, à des degrés divers, sur la génération de trafic provenant d'une zone (liée au taux de motorisation, au réseau, à la population, etc.) et sur l' "attractivité" d'une zone (nombre d'emplois, de services, etc.) compte tenu des caractéristiques du réseau de transport et du coût généralisé du déplacement.

Selon Lowry qui, le premier, proposa les modèles de type "Land Use" après ceux dits à "quatre étapes" (génération, distribution, répartition et affectation), on peut distinguer dans une ville trois secteurs d'activités qui conditionnent la structure spatiale: l'emploi dans les industries de base, les emplois dans les entreprises de services et enfin la population elle-même[1]. La localisation des activités et de la population sert par la suite d' "intrant" au modèle de transport.

Comme nous utiliserons ultérieurement un modèle plus récent et nous permettant de visualiser l'effet de rétroaction d'une amélioration de l'offre de transport sur la répartition des activités, il nous a paru important, dans le cadre de l'analyse de l'environnement de la région, de décrire le réseau de transport, les caractéristiques socio-économiques des individus et des ménages de la zone à l'étude et la répartition des fonctions urbaines (population et emploi).

---

1. LOWRY, I.S. A model of metropolis, Technical Memorandum, The Rand Corporation Santa Monica, California, 1964.

TABLEAU 5

LISTE DES SECTEURS A L'ETUDE

SECTEUR	MUNICIPALITE OU SECTEUR DE RECENSEMENT
1	Québec 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19.
2	Québec 1 - 3 - 5 - 6.
3	Québec 2 - 4 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 20 - 21 - 22- 23 - 24 - 25 - 26 - 27 - 28 - 29 - 30 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 37 - 38.
4	Sillery
5	Québec 39 - 40, Vanier.
6	Charlesbourg 270 - 271 - 272 - 273 - 280 - 290, Charlesbourg - Orsainville, Charlesbourg est.
7	Québec 41 - 240 (Charlesbourg ouest), Lorette, Loretteville.
8	Saint-Félix-du-Cap-Rouge, Sainte-Foy 110 - 111- 112- 113 - 114- 115 - 116 - 117 - 118.
9	Sainte-Foy 119, Ancienne-Lorette.
10	Saint-Augustin-de-Desmaures.
11	Val-Bélair
12	Charlesbourg 220 (Notre-Dame-des-Laurentides), Lac-Saint-Charles, Lac Delage, Saint-Emile.
13	Beauport.
14	Saint-Jean-de-Boischâtel, L'Ange-Gardien
15	Château-Richer.
16	Beaupré, Sainte-Anne-de-Beaupré.
17	Beaulieu, Saint-Pierre, Saint-Laurent.
18	Sainte-Famille, Saint-François, Saint-Jean.
19	Saint-Etienne-de-Beaumont.
20	Lauzon, Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy.
21	Saint-Louis-de-Pintendre.
22	Lévis, Saint-David-de-l'Auberivière.
23	Saint-Romuald-d'Etchemin.
24	Saint-Nicolas, Bernières, Saint-Rédempteur.

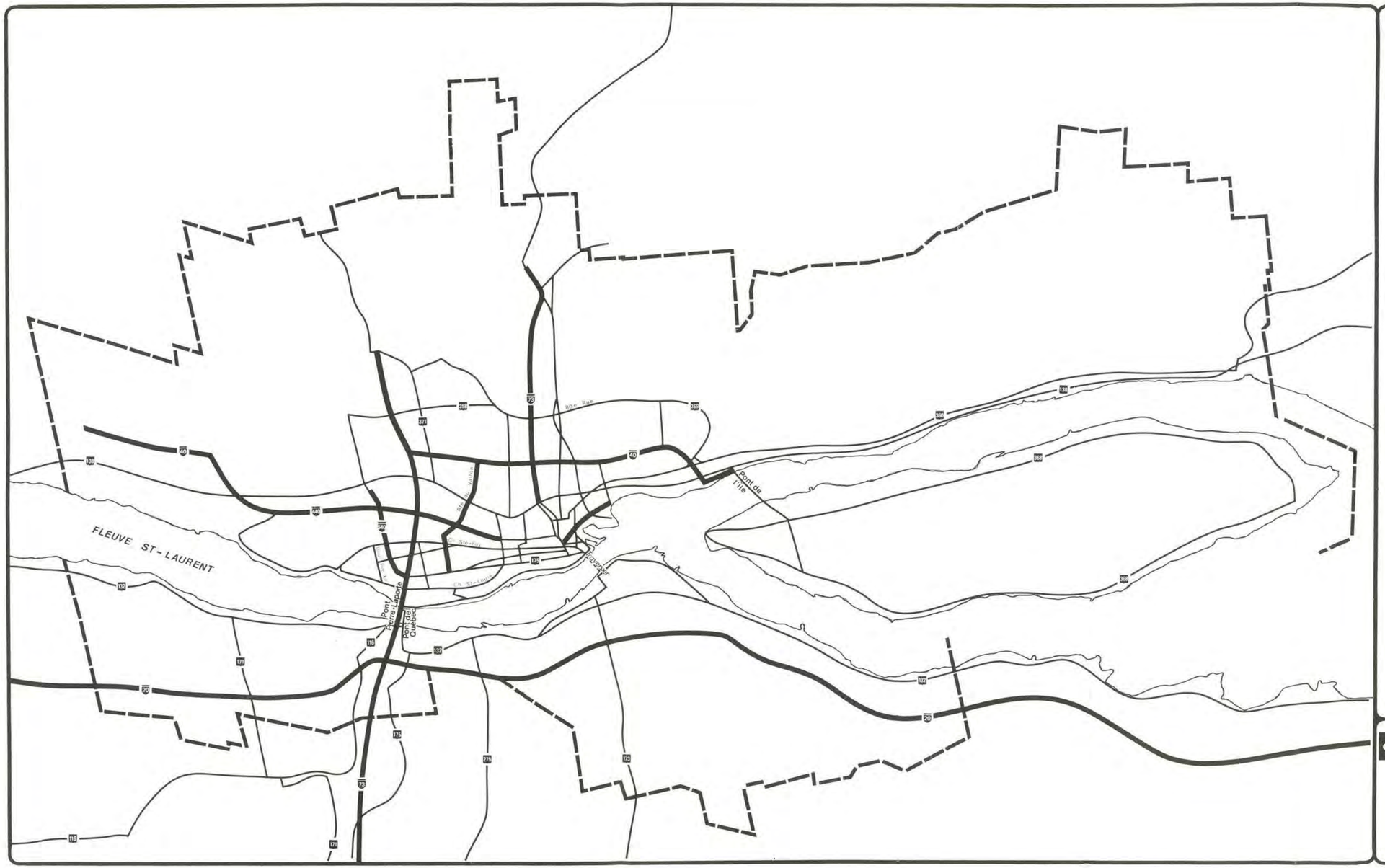
Pour permettre l'analyse, cette zone fut découpée en vingt-quatre (24) secteurs. La méthodologie utilisée pour la délimitation de ceux-ci repose sur plusieurs phases. Dans un premier temps, le territoire fut divisé en secteurs homogènes sur la base du regroupement spatial de différentes caractéristiques socio-économiques. Dans un second temps, ce découpage spatial fut remodelé afin de présenter une certaine similitude avec les autres études déjà réalisées dans le domaine de l'aménagement et du transport. La confrontation des limites de tous ces secteurs pose d'ailleurs quelques problèmes, car les secteurs d'études du schéma d'aménagement de la C.A.C.U.Q. ne sont pas ceux considérés par les études antérieures de transport qui retiennent des zones beaucoup plus petites. Mais, cette étude visant la cohérence urbanisation - transport, les vingt-quatre (24) secteurs retenus constituent un compromis permettant la transposition spatiale des objectifs de ces deux domaines.

1.4.1 Le réseau de transport

Sous cet item on peut s'attendre à retrouver les caractéristiques propres au transport en commun et au transport par automobile. Cependant, le dernier primant davantage dans notre contexte, nous insisterons davantage sur le réseau routier et sur ses liens avec la localisation de l'urbanisation.

Le tracé du réseau routier

Le réseau routier susceptible d'exercer un impact sur l'orientation et la forme du développement ou réseau routier primaire peut se schématiser en deux catégories: les autoroutes et les artères principales. Ces deux catégories de routes ont en commun ceci: elles permettent les trajets longs et moyens selon une certaine continuité, sans changement de direction et elles sont intermunicipales. Le choix des axes composant le réseau routier primaire se fonde sur ce critère. Nous retenons aussi les routes (provinciales ou municipales) permettant l'accès au milieu urbanisé ou servant de relais entre celui-ci et le réseau routier primaire.



Le lien rive nord–rive sud

RÉSEAU ROUTIER PRIMAIRE

Limite de la zone à l'étude

Autoroutes

Autres routes

Source : M.T.Q., 1978

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 3 km

CARTE 5

Dans la catégorie des autoroutes, nous classons les routes, qu'elles soient de caractère interrégional, régional ou urbain, sans croisement direct avec d'autres voies routières et dont l'entrée est facilitée par des aménagements de type échangeur ou autres. Ces voies que l'on qualifie de rapides, à cause de leurs caractéristiques techniques et de la largeur de leur emprise (en général six voies avec chaussées séparées), jouent un rôle important sur l'urbanisation. Conçues pour pallier l'insuffisance des voies existantes, elles accommodent un fort volume de véhicules. Même si le but de la construction d'une partie de celles-ci est une desserte interrégionale, le fait qu'elles aient de nombreux échangeurs ou points de contact avec le réseau local entraîne leur utilisation à des fins urbaines[1]. La vitesse y étant plus rapide, (la fonction unique des autoroutes étant la circulation continue), on peut en un même temps parcourir une distance supérieure. Utilisées comme prolongement du réseau urbain, elles augmentent ainsi le périmètre atteint par l'usager. Sa tendance naturelle étant d'augmenter son univers de choix, l'usager préfère donc mettre à profit les possibilités de l'amélioration du réseau de voirie pour rechercher de nouvelles destinations, même si celles-ci conduisent à une augmentation de la distance parcourue plutôt qu'à une réduction de son temps de parcours.

Cet aspect contribue à modifier la finalité de l'autoroute. C'est le cas notamment de l'autoroute 20 ou route transcanadienne utilisée par les automobilistes de la rive sud comme voie rapide de contournement ou comme autoroute urbaine en direction du centre-ville de Québec. Le pont Pierre-Laporte a de la même façon rendu accessibles des portions importantes de la rive sud à l'urbanisation.

Dans l'agglomération de Québec, la construction du réseau autoroutier urbain est récente. En 1966, l'étude de Vandry et Jobin, le Plan de circulation et de transport, relève 30 kilomètres d'autoroutes dans un territoire à peu près identique à notre zone d'analyse. Aujourd'hui, le réseau autoroutier a une longueur de 140 kilomètres.

---

1. En Europe, et en France particulièrement, les échangeurs sont plus rares.

Les artères urbaines principales (autres routes) constituent une autre classe de voies importantes ayant exercé un rôle sur le processus d'urbanisation. Elles se situent entre l'autoroute et la voirie locale et, comme l'autoroute, elles permettent un débit important de véhicules. Les caractéristiques techniques (présence de feux de circulation, raccordement aux collecteurs ou à la voirie locale, etc.) sont légèrement différentes de celles des autoroutes et entraînent un écoulement plus lent de la circulation. La vitesse fixée oscille entre 48km/h et 72km/h alors qu'elle se situe entre 72km/h et 100km/h sur les autoroutes.

Le réseau d'artères urbaines principales est constitué à la fois par les routes numérotées, certaines sous juridiction provinciale, et par d'autres routes sous juridiction municipale. Certaines, comme le boulevard Champlain ou le chemin des Quatre-Bourgeois, peuvent même être à chaussées séparées.

Le réseau routier numéroté[1] a joué sensiblement le même rôle sur l'orientation du développement urbain. Certaines de ces routes sont maintenant utilisées comme artères urbaines principales. Nous avons donc cartographié celles supportant des volumes supérieurs à 5 000 véhicules, au même titre que les autres artères sous juridiction municipale.

De façon générale, le réseau d'artères principales a cependant eu un impact moins grand que le réseau autoroutier dont la construction a coïncidé avec l'augmentation du taux de motorisation. La structuration du développement urbain dans le sens que nous lui connaissons aujourd'hui est aussi davantage tributaire de ce dernier.

La vitesse sur ces artères est en effet fort réduite par les caractéristiques techniques que nous avons énumérées plus haut, mais aussi par les différences d'affectation de zonage qui empêchent le long du parcours d' "optimaliser" le rendement de l'infrastructure. Les résidences côtoient les commerces et autres points générateurs de trafic sans qu'aucun

1. Dans la zone à l'étude, le réseau routier numéroté a une longueur de plus de 283 kilomètres.

aménagement spécifique ne soit conçu. L'accès à ces propriétés et le stationnement causent des interruptions fréquentes et affectent l'écoulement des véhicules.

L'accessibilité du réseau de transport

Historiquement, le réseau de transport définissait l'étendue de l'agglomération urbaine. Chaque mode de transport ayant des caractéristiques différentes, la forme urbaine est en définitive la conséquence du ou des modes de transport qui ont sous-tendu l'urbanisation. Le rayon moyen de l'agglomération étant celui de la zone accessible en 30 minutes à partir du centre, la vitesse des moyens de transport a un impact direct sur le développement de l'urbanisation. A Québec, comme partout ailleurs, la "popularisation" de l'automobile et la construction d'autoroutes urbaines sont le point de départ d'un accroissement de la mobilité individuelle et du développement de l'agglomération. La ségrégation entre les lieux de travail et de résidence, l'accroissement de l'habitat individuel, la baisse de densité, l'allongement du parcours sont des conséquences spécifiques de ce type d'urbanisation engendre par l'usage de l'automobile.

Si on compare cartographiquement, d'une part, le tracé du réseau routier et la zone accessible en 30 minutes par automobile à partir du centre-ville et d'autre part, le réseau de transport en commun de la CTCUQ. et la zone accessible en 30 minutes par autobus, on s'explique le pourquoi de l'évolution du périmètre bâti au cours des 15 dernières années. On comprend aussi pourquoi certains secteurs se sont davantage développés. Entre 1956 et 1976, la croissance s'est faite uniquement dans cette nouvelle couronne rendue plus accessible par automobile. Cette augmentation de la population est aussi due dans une proportion de 20% à une relocalisation des habitants des secteurs centraux 1, 2 et 3. Ces trois secteurs sont en effet le lieu d'un conflit pour l'affectation des terrains entre les fonctions résidentielles, commerciales et institutionnelles.

1.4.2 La croissance de la population

De 1956 à 1976, la population de la zone à l'étude passe de 341 698 à 530 185 habitants, soit un taux de croissance annuel moyen de 2,2%. On observe cependant un ralentissement graduel de cette croissance. L'accroissement annuel moyen des périodes quinquennales entre 1956 et 1976 se chiffrent à 2,6% - 2,8% - 1,8% - 1,5% respectivement, ce qui ne veut pas dire que l'urbanisation soit à la baisse.

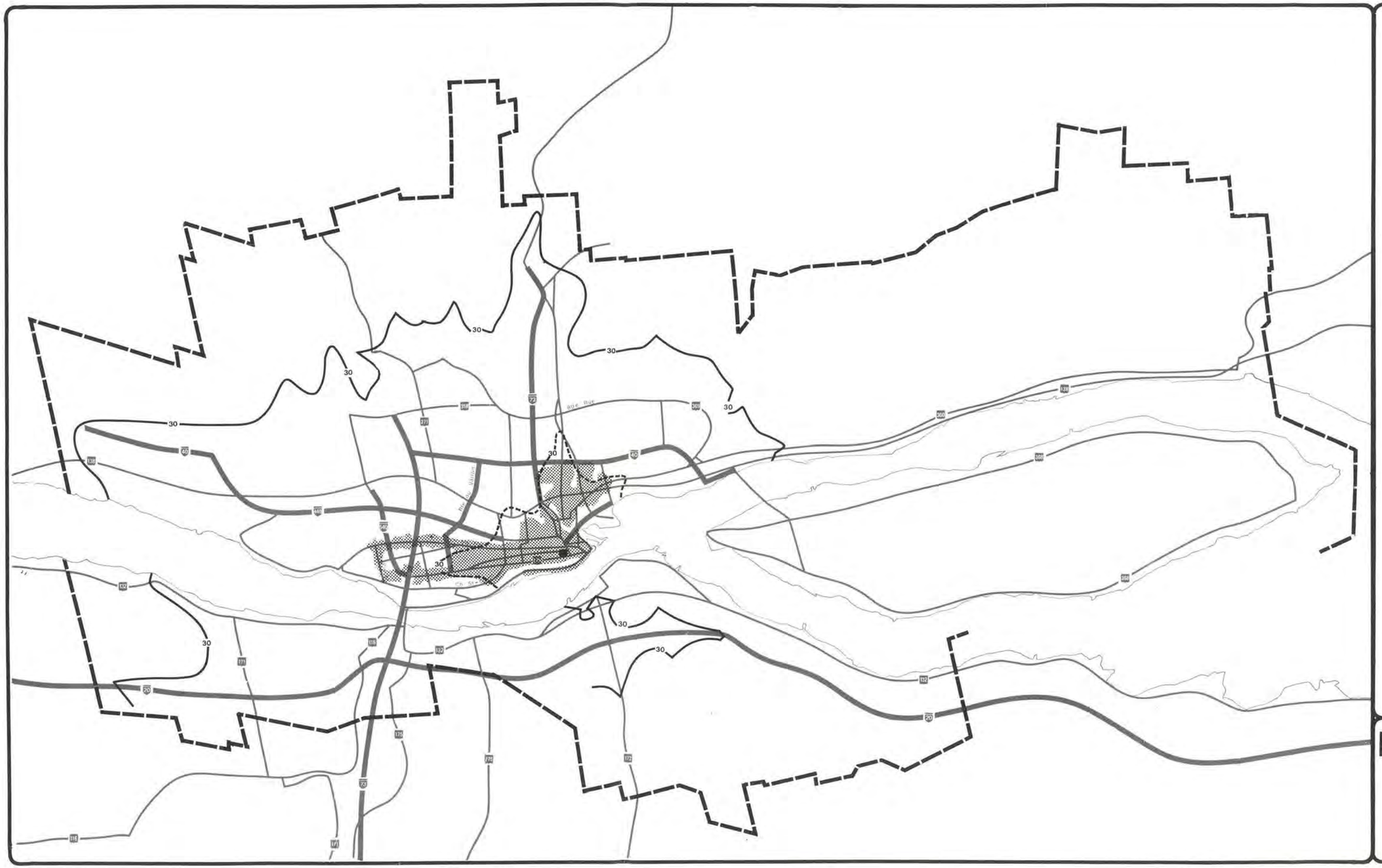
L'expansion urbaine n'est en effet pas due à l'accroissement démographique[1] mais plutôt à une migration interne de la population. Ainsi, la période de 1956 à 1966 se caractérise par un accroissement des secteurs de Sainte-Foy (8) et de Charlesbourg (6) au détriment du centre-ville de Québec (1). La période de 1966 à 1971 favorise surtout les secteurs nord et nord-ouest (6, 7, 11) au détriment cette fois de l'ensemble des secteurs centraux (1, 2, 3, 4). La population de ceux-ci diminue de 15 500 habitants entre 1956 et 1971. Cette population se localise dans des secteurs relativement près du centre.

A partir de 1971, un nouveau courant se dessine. Les augmentations les plus fortes ont lieu à une distance encore plus grande du centre-ville. Les secteurs des lointaines banlieues de la rive nord (11 et à un degré moindre 7, 9, 12, 16) et ceux de la rive sud (21, 24) enregistrent les taux de croissance les plus élevés. Par contre, les secteurs 1, 2 et 3 perdent plus de 22 000 personnes entre 1971 et 1976.

Pour l'ensemble de la période de 1956 à 1976, le tableau 7 nous montre que les secteurs de Sainte-Foy (8) et Charlesbourg (6) ont bénéficié de cette relocalisation de la population du centre de l'agglomération. En 1956, le poids de la population de ces secteurs par rapport à l'ensemble de la zone à l'étude était de 4,7% et 3%, alors qu'il représentait 13% et 10,6% en 1976.

---

1. A cet égard, la croissance des ménages, dont la taille diminue, est plus significative.



Le lien rive nord–rive sud

ACCESSIBILITÉ DES RÉSEAUX DE TRANSPORT

Limite de la zone à l'étude

Autoroutes

Autres routes

Lignes isochrones réelles (heure de pointe du soir)

par automobile

par autobus

Lieu de départ : colline parlementaire

Zone d'accessibilité aux parcours majeurs du réseau de transport en commun

Sources: M.T.Q., Service de la circulation, 1975
C T C U Q, Normalisation des Services, 1977

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 3 km

CARTE 6

TABLEAU 6

EVOLUTION DE LA POPULATION DES SECTEURS A L'ETUDE, 1956 - 1976

SECTEUR	POPULATION					ACCROISSEMENT					ACCROISSEMENT ANNUEL	
	1956	1961	1966	1971	1976	1956-1961	1961-1966	1966-1971	1971-1976	1956-1976	1956-1976	1971-1976
1	28 420	27 184	22 991	19 910	14 452	- 4,35%	-15,42%	-13,40%	-27,41%	-49,14%	-3,32%	-6,2%
2	27 667	27 401	26 743	24 155	23 223	- 0,96%	- 2,4 %	- 9,68%	- 3,85%	-16,06%	-0,87%	-0,78%
3	114 616	117 344	117 250	110 500	96 003	2,38%	- 0,08%	- 5,76%	-13,12%	-16,23%	-0,85%	-2,70%
4	13 154	14 109	14 737	13 932	13 580	7,26%	4,45%	- 5,46%	- 2,53%	3,23%	0,15%	-0,51%
5	12 403	17 538	24 093	29 577	34 049	41,4%	37,38%	22,76%	15,12%	174,52%	5,17%	2,85%
6	10 821	19 389	33 468	47 450	56 446	79,18%	72,61%	41,78%	18,96%	421,63%	8,61%	3,53%
7	9 854	12 511	18 391	25 922	35 643	26,96%	47,00%	40,95%	37,5%	261,71%	6,63%	6,57%
8	16 017	31 443	50 290	65 484	69 058	96,31%	59,94%	30,21%	5,45%	331,15%	7,58%	1,06%
9	6 405	7 931	10 804	14 184	19 589	23,83%	36,22%	31,28%	38,10%	205,83%	5,74%	6,67%
10	2 072	2 253	2 828	3 041	3 904	8,74%	25,52%	7,53%	28,38%	88,42%	3,21%	5,12%
11	3 415	3 919	4 612	6 555	10 716	14,76%	17,68%	42,13%	63,48%	213,79%	5,88%	10,33%
12	6 206	7 129	8 248	10 169	14 385	14,87%	15,70%	23,29%	41,45%	131,79%	4,29%	7,18%
13	34 723	40 699	47 468	49 841	55 339	17,21%	16,63%	5,0 %	11,03%	59,37%	2,35%	2,11%
14	3 405	3 643	3 750	3 888	4 592	6,99%	2,94%	3,68%	18,11%	34,86%	1,5%	3,38%
15	2 947	3 113	3 118	3 111	3 075	5,63%	0,16%	- 0,22%	1,16%	4,34%	0,21%	-0,23%
16	4 246	4 465	4 449	4 659	6 105	5,16%	- 0,36%	4,72%	31,04%	43,78%	2,23%	7,23%
17	2 422	2 681	2 886	3 079	3 561	10,69%	7,65%	6,69%	15,65%	47,03%	1,94%	2,95%
18	2 313	2 293	2 382	2 356	2 308	- 0,86%	3,88%	- 1,09%	- 2,04%	- 0,22%	-0,01%	-0,41%
19	1 137	1 243	1 303	1 399	1 476	9,32%	4,82%	7,36%	5,50%	29,82%	1,31%	1,07%
20	10 526	11 832	13 105	13 114	13 163	12,41%	10,76%	0,07%	0,37%	25,05%	1,12%	0,07%
21	1 460	1 465	1 816	1 580	2 490	0,34%	23,96%	-13,0%	57,59%	70,55%	2,70%	9,52%
22	15 139	17 080	18 589	20 415	22 205	12,82%	8,83%	9,82%	8,77%	46,67%	1,93%	1,69%
23	9 214	10 255	12 137	13 569	15 621	11,30%	18,35%	11,80%	15,12%	69,54%	2,67%	2,85%
24	3 116	3 419	4 031	4 767	9 202	9,72%	17,90%	18,26%	93,04%	195,31%	5,56%	14,05%
TOTAL	341 698	390 339	449 489	492 657	530 185	14,24%	15,15%	9,6%	7,71%	55,3%	2,2%	1,5%

TABLEAU 7

PART DE LA POPULATION DE CHAQUE SECTEUR
PAR RAPPORT A LA POPULATION TOTALE

SECTEUR	1956	1961	1966	1971	1976	Variation 1956-1976
1	8,32 %	6,96 %	5,11 %	4,04 %	2,73 %	- 5,59 %
2	8,10	7,02	5,95	4,90	4,19	- 3,91
3	33,54	30,06	26,09	22,43	18,11	-15,43
4	3,85	3,61	3,28	2,83	2,56	- 1,29
5	3,63	4,49	5,36	6,00	6,42	2,79
6	3,17	4,97	7,45	9,63	10,65	7,48
7	2,88	3,21	4,09	5,26	6,72	3,84
8	4,69	8,06	11,19	13,29	13,03	8,34
9	1,87	2,03	2,40	2,88	3,69	1,82
10	0,61	0,58	0,63	0,62	0,74	0,13
11	1,00	1,00	1,03	1,33	2,02	1,02
12	1,82	1,83	1,83	2,06	2,71	0,89
13	10,16	10,43	10,56	10,12	10,44	0,28
14	1,00	0,93	0,83	0,79	0,87	- 0,13
15	0,86	0,80	0,69	0,63	0,58	- 0,28
16	1,24	1,14	0,99	1,15	1,25	0,01
17	0,71	0,69	0,64	0,62	0,67	- 0,04
18	0,68	0,59	0,53	0,48	0,44	- 0,24
19	0,33	0,32	0,29	0,28	0,28	- 0,05
20	3,08	3,03	2,92	2,66	2,48	- 0,60
21	0,43	0,40	0,40	0,32	0,47	0,04
22	4,43	4,38	4,14	4,14	4,18	- 0,25
23	2,70	2,63	2,70	2,75	2,95	0,25
24	0,91	0,88	0,90	0,97	1,74	0,83

La représentation de l'évolution relative de la population de chaque secteur par rapport à la population totale permet de dégager un phénomène inexplicable autrement, comme nous verrons plus loin, que par l'accessibilité. Le mouvement d'urbanisation vers l'est de la région et la rive sud est quasi absent. Seul le secteur 24 (Bernières - Saint-Nicolas) participe soudainement à ce mouvement depuis 1971 et voit sa population doubler.

Jusqu'en 1971, la rive sud, malgré sa proximité physique connaît un rythme de croissance démographique inférieur à celui de la rive nord.

TABLEAU 8

ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN DE LA POPULATION

	1956-61	1961-66	1966-71	1971-76
Rive nord	2,8%	2,8%	2,0%	1,3%
Rive sud	2,2%	2,4%	1,5%	3,2%
Ile d'Orléans	0,9%	1,1%	0,6%	1,5%
Total	2,6%	2,8%	1,8%	1,5%

A partir de cette date, la contribution du secteur Bernières - Saint-Nicolas (24) suffit à donner cette image d'un regain de développement sur la rive sud. Avec un taux d'accroissement annuel oscillant autour de 3,5% depuis 10 ans, ce secteur aurait dû contenir en 1976 5 670 personnes au lieu de 9 202.

1.4.3 Caractéristiques socio-économiques

Sur le plan socio-économique, la zone à l'étude présente des différences notables. La majorité de la population se trouve à moins de 12 kilomètres du centre-ville. Celui-ci, malgré l'émergence d'un pôle à Sainte-Foy, conserve son "attractivité". Celle-ci ira en grandissant car les fonctions centrales, à moins d'un revirement au niveau des politiques actuelles, vont en s'affinant. Les activités sont de plus en plus spécialisées (emplois gouvernementaux liés au rôle de Québec comme capitale, logements luxueux de haute densité, commerces d'artisanat, boutiques de luxe, loisirs noctures, restaurants, etc.) et liées aux emplois de haut niveau avec tous les services complémentaires qui accompagnent ce phénomène. Le courant est tellement bien amorcé que le gouvernement éprouve de la difficulté à appliquer sa politique de décentralisation de l'emploi dans la région de Québec. Les projets de construction du secteur privé suivent la tendance et la majorité de ceux-ci concernent surtout cette partie de la région, malgré la contestation des habitants des quartiers touchés.

Comme nous l'avons vu, les secteurs centraux (1, 2, 3) ont perdu durant les vingt dernières années, une population de 37 100 personnes, soit l'équivalent du nouveau projet Le Bourgneuf mis de l'avant par la ville de Québec. Les habitants actuels, qui ne représentent que 25% de la population de la zone d'étude, comparativement à 50% en 1956, se caractérisent par un profil socio-économique dissemblable à celui des autres secteurs.

La structure d'âge y est inversée. Ainsi, dans les secteurs 1 et 2, on retrouve une faible proportion de jeunes de moins de 14 ans (12% et 13% comparativement à 35% et 38% dans les secteurs avoisinants de Vanier, Val Bélair) et une forte proportion de gens âgés de plus de 65 ans (15% et 17% en opposition à 4% et 3%). Une proportion importante des ménages (40% et 55%) sont de type non familiaux. Ailleurs,cette catégorie ne représente que 7% à 11% des ménages.

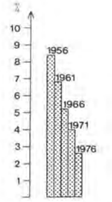
Le lien rive nord–rive sud

ÉVOLUTION DE LA POPULATION DE CHAQUE SECTEUR, 1956-1976

Limite de la zone à l'étude

Limites des secteurs

Répartition sectorielle de la population en pourcentage du total de la zone à l'étude



Sources: M.T.Q., Service de la Géographie, 1978
Statistique Canada

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 2 km

CARTE 7

TABLEAU 9

CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES DE LA POPULATION DES SECTEURS D'ETUDE, 1971[1]

Secteur	Population totale	Structure d'âge			Population active	Taux d'activité	Population active occupée	Pourcentage	Oeuvrant dans l'activité économique tertiaire	Pourcentage	Revenu moyen tiré d'un emploi ($)
		0 - 14 ans	15-64 ans	65 et +							
1	19 910	12%	73%	15%	9 645	55%	8 835	91%	6 900	89%	4 713
2	24 155	13%	70%	17%	11 365	54%	10 605	93%	8 900	90%	5 800
3	110 500	22%	70%	8%	43 340	51%	39 060	90%	29 280	79%	4 802
4	13 932	23%	67%	10%	5 785	54%	5 340	92%	4 275	87%	9 004
5	29 577	35%	61%	4%	9 780	51%	8 965	91%	6 280	72%	5 284
6	47 450	35%	60%	5%	16 590	54%	15 355	92%	11 545	77%	6 316
7	25 922	36%	61%	3%	8 770	53%	8 125	92%	5 905	76%	5 839
8	65 484	31%	66%	3%	27 070	60%	24 945	92%	20 950	88%	7 020
9	14 184	36%	61%	3%	4 880	54%	4 525	91%	2 950	70%	5 838
10	3 041	30%	64%	6%	1 115	53%	1 060	95%	700	66%	4 800
11	6 555	38%	59%	3%	1 350	49%	1 175	87%	1 160	70%	4 683
12	10 169	34%	62%	4%	3 455	51%	3 185	92%	1 675	54%	4 799
13	49 841	28%	65%	7%	17 350	48%	16 120	92%	11 160	72%	5 277
14	3 888	30%	64%	6%	1 460	54%	1 330	92%	835	68%	5 477
15	3 111	29%	64%	7%	1 060	48%	970	91%	540	61%	4 688
16	4 659	28%	64%	8%	2 020	50%	1 830	90%	700	55%	5 324
17	3 079	31%	63%	6%	1 085	50%	1 010	93%	515	55%	4 910
18	2 356	31%	61%	8%	840	52%	760	90%	235	38%	4 364
19	1 399	30%	62%	8%	490	50%	430	88%	225	53%	4 493
20	13 114	28%	64%	6%	4 995	53%	4 595	91%	2 770	63%	5 144
21	1 580	36%	60%	4%	510	50%	485	95%	245	51%	4 793
22	20 415	27%	66%	7%	7 835	52%	7 225	92%	5 015	75%	5 533
23	13 569	29%	65%	6%	4 945	52%	4 585	92%	2 850	65%	5 264
24	4 767	34%	60%	6%	1 710	54%	1 625	95%	1 000	66%	5 007
TOTAL	492 657	28%	65%	7%	187 445	52%	172 140	92%	126 610	78%	5 648

1. Les chiffres de 1971 furent retenus car les recensements décennaux sont plus complets. Les statistiques de 1976 seront cependant utilisées lorsque disponibles.

TABLEAU 10

CARACTERISTIQUES DES LOGEMENTS ET DES MENAGES PAR SECTEUR (1971)

Secteur	Nombre de logements	Pourcentage de la zone	Nombre de personnes/ ménage	Ménages non familiaux (%)	Revenu moyen des ménages	Indice charge économique Revenu-ménage/ pers.-ménage	Nombre de locataires	Prix moyen du loyer ($)	Nombre de maisons unifamiliales	Nombre de propriétaires occupants	Logement ayant une automobile	Pourcentage
1	7 265	5,6	2,7	55,2	7 141	2 645	6 515	88	265	750	3 535	48,7
2	8 380	6,4	2,9	39,9	10 788	3 720	6 740	116	795	1 640	4 515	53,9
3	31 615	24,2	3,5	21,4	8 144	2 318	24 820	83	3 470	6 795	19 455	61,5
4	3 455	2,6	4,0	13,7	18 117	4 529	1 195	117	2 150	2 260	3 000	86,8
5	6 825	5,2	4,3	7,4	9 201	2 140	3 230	95	2 740	3 595	5 733	84,0
6	11 630	8,9	4,1	7,4	10 629	2 592	4 270	113	6 785	7 360	10 210	87,8
7	6 110	4,7	4,2	7,3	9 700	2 310	2 055	100	3 735	4 055	5 265	86,2
8	17 960	13,7	3,6	17,5	12 621	3 506	9 980	140	7 850	7 980	15 805	88,0
9	3 360	2,6	4,2	7,6	9 677	2 304	985	85	2 105	2 375	3 070	91,4
10	620	0,5	4,9	11,4	8 665	1 768	115	82	475	465	515	83,1
11	1 535	1,2	4,3	10,1	7 115	1 655	440	77	1 190	1 095	1 230	80,1
12	2 375	1,8	4,3	9,0	8 283	1 926	715	80	1 705	1 660	1 910	80,4
13	11 455	8,8	4,4	9,9	9 360	2 127	4 865	85	4 345	6 590	9 135	79,8
14	915	0,7	4,2	8,2	9 638	2 295	315	82	585	600	715	78,1
15	685	0,5	4,5	10,0	9 023	2 005	190	103	445	495	500	73,0
16	1 500	1,1	3,2	10,1	8 525	2 664	670	63	810	705	1 085	73,6
17	690	0,5	4,5	9,8	8 733	1 941	195	76	500	495	560	81,2
18	540	0,4	4,4	13,0	8 023	1 823	120	53	450	420	400	74,1
19	320	0,2	4,4	9,4	8 324	1 892	70	54	265	250	270	84,4
20	3 325	2,5	3,9	12,9	8 874	2 275	1 420	82	1 620	1 905	2 485	74,7
21	355	0,3	4,4	11,3	8 242	1 873	95	72	260	260	320	90,1
22	5 221	4,0	3,9	14,3	9 702	2 488	2 480	87	2 275	2 740	4 075	78,1
23	3 440	2,6	3,9	10,6	9 109	2 336	1 285	90	1 965	2 155	2 740	79,7
24	1 110	0,8	4,3	10,7	9 037	2 101	355	53	805	755	995	89,6
TOTAL	130 686	100,0	3,8	18,4	9 753	2 566	73 120	93	47 590	57 400	97 523	74,6

Le revenu moyen des ménages logeant au centre-ville (secteur 1) est bas ($7 141) mais supérieur par exemple à celui de Val Bélair ($7 115). Cependant, si on se base plutôt sur l'indice de charge économique (revenu des ménages / nombre de personnes par ménage), le statut économique de ce secteur ne diffère pas de celui des secteurs urbains environnants. Ce sont plutôt les secteurs périphériques de la zone qui se caractérisent à la fois par un revenu et un indice de charge économique plus bas que la moyenne. Malgré ce fait, on y retrouve les plus fortes proportions de maisons unifamiliales, alors que les appartements se retrouvent dans les secteurs à proximité ou au centre de l'agglomération.

Si toutes ces variables peuvent témoigner d'un certain degré de centralité, on en dégage alors les secteurs de Québec, Sainte-Foy, Lévis et Beauport comme démontrant une "attractivité" indiquant leur rôle de pôle. Curieusement, la majorité des paramètres se rapportant à Charlesbourg font que ce secteur ressemble plutôt aux secteurs de banlieue. Pourtant celui-ci constitue, comme on l'a vu, un axe de peuplement ancien d'une densité comparable à Lévis et supérieure à Sainte-Foy et à Beauport.

Le taux de motorisation

Le taux de motorisation présente lui aussi une répartition spatiale homogène à l'intérieur de nos secteurs. Les secteurs centraux, plus anciens et plus denses, sont constitués de ménages non motorisés dans des proportions de 51%, 46% et 39%. Ces chiffres, même s'ils datent de 1971, témoignent d'une réalité sociale bien particulière et méconnue. Quand on songe que 40% à 50% des ménages de certains secteurs sont non motorisés, on peut s'étonner de constater que les infrastructures se soient développées ces dernières années autour d'un urbain motorisé. Le piéton et le captif des transports en commun sont des réalités bien présentes et qui continueront d'exister. Dire qu'il y a actuellement au Québec 2,8 habitants par véhicule ou 1,3 véhicule

par logement constitue une généralisation et une agrégation d'un phénomène réparti spatialement et socialement de façon bien différente. De plus, le nombre d'immatriculations peut continuer de croître au même rythme (phénomène de la deuxième voiture); il semble que ce seuil de 25% de ménages non motorisés soit le minimum possible. Ceci a un impact différent sur le rythme d'augmentation de la circulation automobile.

Ceci dit, il nous faut cependant constater que dans l'ensemble, les ménages de l'agglomération québécoise sont fortement motorisés et que la distribution spatiale de la population est fortement tributaire du transport automobile.

TABLEAU 11

TAUX DE MOTORISATION

	(Nombre de voitures pour 100 logements)			
	1941	1951	1961	1971
Québec (Ville)	19	23	46	62
Québec (R.M.R.)	19	26	55	75
Montréal (Ville)	16	24	45	53
Montréal (R.M.R.)	--	27	57	67
Québec (Province)	19	27	57	72

Ainsi, on admet généralement que le taux de motorisation en milieu urbain diminue avec l'augmentation de la population. A partir d'un certain seuil, les villes offrent généralement un service de transport en commun rendant moins essentielle l'acquisition d'une voiture.

Il est donc normal que Québec ait un taux de motorisation supérieur à celui de Montréal, mais étonnant qu'il dépasse aussi celui de la province.

On constate donc que le fait de vivre dans l'agglomération de Québec incite plus fortement qu'ailleurs à l'acquisition et à l'usage d'une automobile. A ce stade ci, on peut faire l'hypothèse que ce fait soit dû:

1° à l'attrait d'un réseau routier très développé;

2° à l'insuffisance du transport en commun et ce malgré que la population atteigne un demi-million d'habitants et que la moitié des ménages de certains secteurs ne soient pas motorisés;

3° à la supériorité du revenu des ménages ou à toute autre caractéristique socio-économique;

4° à la longueur des déplacements et à la répartition des fonctions urbaines.

Précédemment, nous avons déjà trouvé une réponse positive aux deux premières hypothèses. Nous verrons donc s'il existe des relations entre les variables socio-économiques et divers paramètres d'accessibilité afin de répondre aux deux suivantes.

Analyse de la relation entre les variables

Pour ce faire, quelques corrélations furent effectuées entre les variables socio-économiques telles que réparties dans les 24 secteurs à l'étude. Sans présumer des résultats d'une étude ultérieure qui approfondira davantage les relations entre ces diverses variables et les phénomènes d'urbanisation et de déplacements, on peut déjà dégager quelques règles par rapport aux poids de ces variables sur les phénomènes[1] se produisant dans l'agglomération de Québec.

---

1. Principalement la logique du comportement de localisation des ménages.

TABLEAU 12

RECHERCHE DE CORRELATION ENTRE DIFFERENTS FACTEURS

- SYNTHESE DES PRINCIPAUX RESULTATS -

FACTEURS	COURBE	COEFFICIENT DE CORRELATION	SECTEURS NON CONSIDERES
1. Distance - kilomètres au centre-ville → Densité.	1/x	.826050277	1.
	$1/x^2$	.903489292	1, 4.
		.860516612	1.
2. Distance - temps au centre-ville → Densité.	1/x	.8251161780	1,4.
3. Distance - kilomètres au centre-ville → Pourcentage d'appartements.	1/x	.741120048	4.
4. Distance - temps au centre-ville → Pourcentage d'appartements.	logarithmique	-.789970270	4.
5. Pourcentage de logements n'ayant aucune auto → Pourcentage d'appartements.		aucune corrélation	
6. Distance - kilomètres au centre-ville → Prix.	linéaire	-.62	
7. Distance - temps au centre-ville → Prix.	linéaire	-.626178	
8. Distance - kilomètres au centre-ville → Pourcentage de logements ayant une auto.	linéaire	-.805980096	1, 2, 3, 19, 21.
9. Distance - temps au centre-ville → Pourcentage de logements ayant une auto.	linéaire	-.815546950	1, 2, 3, 9.
10. Revenu → Pourcentage de logements ayant une auto.		aucune corrélation	
11. Densité → Pourcentage de logements ayant une auto.	linéaire	-.75229135	
12. Pourcentage de maisons unifamiliales → Pourcentage de logements ayant une auto.		aucune corrélation	
13. Pourcentage de maisons unifamiliales → Revenu.	linéaire	-.778741139	1, 3, 4, 6, 8, 11.
14. Distance - kilomètres au centre-ville → Revenu.	logarithmique	-.771978744	1, 3, 4, 8, 11.
15. Distance - temps au centre-ville → Revenu.	linéaire.	-.781406254	1, 3, 4, 8, 11.

- La distance au centre-ville (en kilomètres et en minutes) influence la distribution de la densité. Elle expliquerait plus de la moitié de la répartition des densités dans les secteurs d'étude.

- La distance-temps explique plus que la distance-kilomètres le pourcentage d'appartements. Ouand on constate que la relation entre le nombre de logements n'ayant aucune automobile et la distance au centre-ville est de -.81, on comprend aisément que les appartements se localisent à proximité du centre-ville et que leur prix soit lié à cette même distance du centre-ville. Ainsi, jusqu'à 52% des logements du centre-ville n'ont aucun véhicule.

- Le fait pour les logements d'avoir une automobile ou plus est lié à plusieurs facteurs dont la distance du centre-ville ou la longueur du déplacement et la densité (qui varie avec la distance et la présence ou non de maisons unifamiliales).

- Le revenu influencerait la localisation en termes de distance au centre-ville et jouerait un rôle important dans le fait d'être propriétaire ou de posséder une maison individuelle. Par contre, il n'influence pas le fait d'avoir une automobile.

On doit en déduire que la propension à être propriétaire ou à avoir une maison individuelle serait généralisée chez les ménages. La taille des ménages serait à cet égard déterminante dans la décision (0,71). Au fur et à mesure que celle-ci augmente, le ménage a tendance à quitter le centre-ville et à choisir des quartiers où domine la part de maisons individuelles. Une fois la décision prise, l'influence du revenu joue, mais cette fois au niveau du choix du quartier (de son image de marque, des prix en vigueur) puisqu'on observe des différences marquées à cet égard d'un secteur à l'autre par rapport au revenu et à la valeur des propriétés selon la distance au centre-ville.

Les ménages à faible revenu se retrouvent donc à la périphérie où le transport en commun joue un rôle marginal et doivent obligatoirement posséder une automobile.

Ces ménages propriétaires étant possesseurs en majorité d'une automobile, la notion de distance est abolie et perd de son importance. L'excellente accessibilité (distance-temps) permet en effet un choix vaste, même en banlieue éloignée, et ce à l'intérieur d'un temps maximal de 30 minutes du centre-ville. La distance ne joue que par rapport à l'ampleur du phénomène. Il n'est donc pas surprenant de constater que l'urbanisation touche même les municipalités rurales de l'agglomération de Québec.

Cependant, la majorité de la population se localise à moins de douze (12) kilomètres ou dix-huit (18) minutes du centre-ville. A l'intérieur de la période de 1971 à 1976, la croissance s'est effectuée dans des secteurs situés jusqu'à 30 minutes du centre et même plus, mais fut surtout importante à l'intérieur de ceux distants de 10 à 22 minutes.

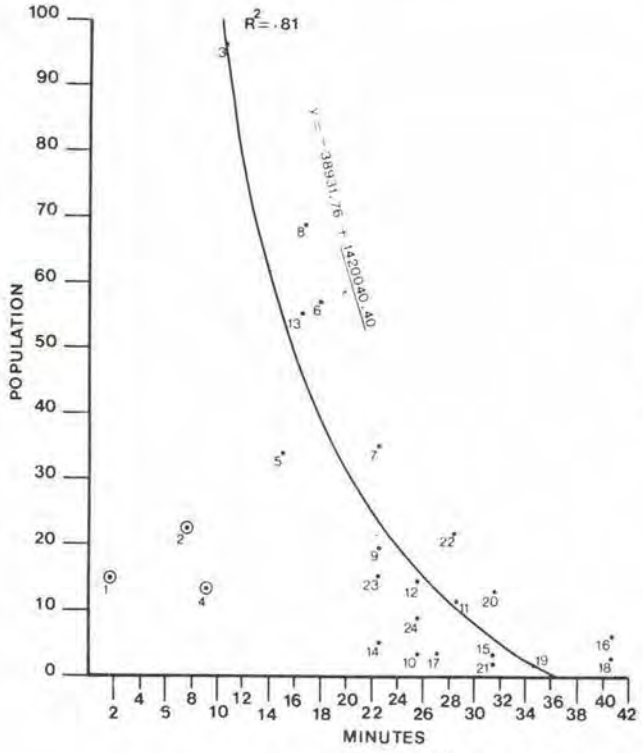
Il existe une différence notable entre la distance-kilomètres et la distance-temps. En effet, selon l'existence et le type de réseau routier, la distance-temps peut varier pour des secteurs situés à une distance-kilomètres identique. Ce phénomène expliquerait le rôle important joué par le réseau de transport et le développement inégal de l'urbanisation à partir du centre-ville.

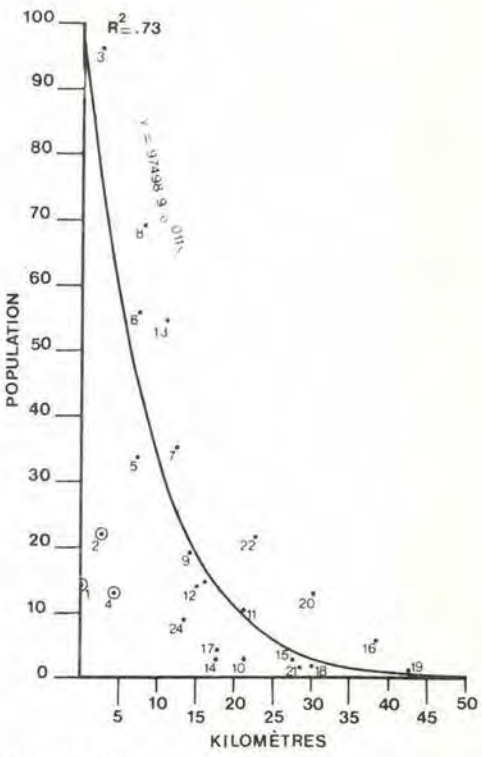
L'analyse de la relation entre la population, l'augmentation de la population et la distance-kilomètres et la distance-temps, pour les secteurs à l'étude fait ressortir les tendances suivantes:

- les secteurs 1, 2 et 3 (centre-ville) se sont dépeuplés de façon excessive et l'attrait important qu'ils possèdent pourrait entraîner un renversement de la situation.

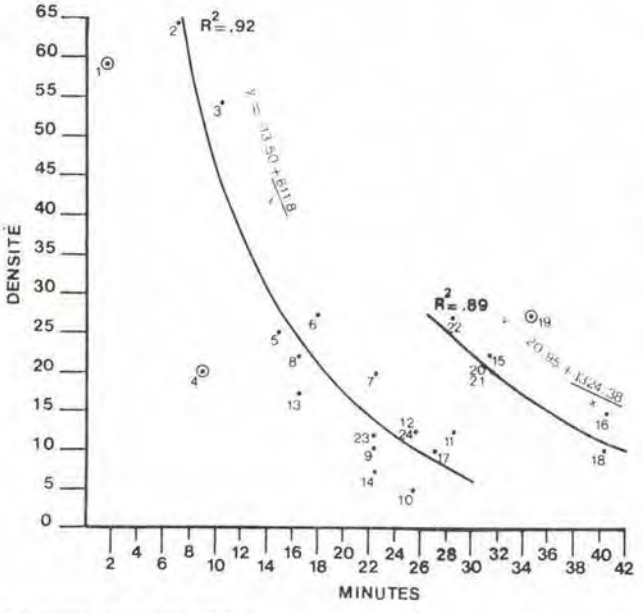
GRAPHIQUE 2 : ACCESSIBILITÉ ET LOCALISATION DE LA POPULATION, 1976

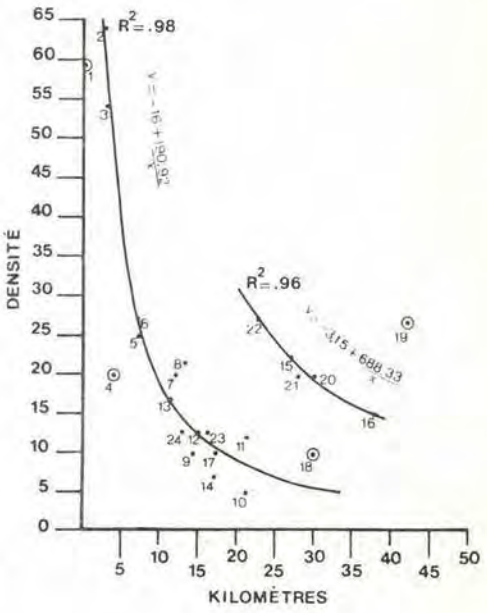
POPULATION / DISTANCE AU CENTRE-VILLE





DENSITÉ BRUTE[1] / DISTANCE AU CENTRE-VILLE





1 : Habitants par hectare urbanisé

⊙ : Secteurs non retenus pour le calcul de la courbe

- les secteurs 4 (Sillery) et 5 (Duberger - Vanier) sont bien desservis et, malgré la présence d'une population déjà importante, pourraient subir une pression pour une croissance de plus haute densité;
- les secteurs 6 (Charlesbourg) et 7 (Loretteville), compte tenu de leur situation, peuvent recevoir une population plus importante mais, pour ce, devraient être mieux desservis;
- les secteurs 13 (Beauport), 23 (Charny) et 24 (Saint-Nicolas) sont maintenant bien desservis et pourraient connaître un développement de basse et moyenne densité.

1.4.4 La répartition des fonctions urbaines

L'accessibilité joue donc un rôle dans la localisation résidentielle et influence aussi la répartition des autres fonctions urbaines. En effet, l'utlisation du sol qui résulte d'une mobilité plus grande se concrétise par une atomisation des fonctions urbaines entraînant à son tour un plus grand volume de déplacements.

L'analyse de la répartition de la population et de l'emploi nous permet de constater ces phénomènes. Ces deux variables constituent en effet les clés synthétisant les principales affectations du sol: celles rattachées aux lieux de résidences et celles reliées aux fonctions commerciales, industrielles et publiques.

On observe que les fonctions liées à ces deux variables ont tendance à s'exclure sous l'impulsion d'une trop grande accessibilité. On avait pu le constater déjà depuis 1962 pour l'emploi industriel. Depuis cette période, beaucoup d'emplois, liés à des activités aussi peu polluantes que l'entreposage ou de petites usines de fabrication, se localisent dans des parcs et zones industriels à l'extérieur du tissu habité.

Pendant que la fonction résidentielle se diluait et que ce lotissement avait tendance à s'effectuer dans les zones rurales et souvent non viabilisées, les fonctions liées à l'emploi de bureau se concentraient davantage.

Entre 1971 et 1976, les localisations les plus importantes de la population se font dans les secteurs 7,6, 9, 13, 5, 24, 12 et 11 situés entre 15 et 28 minutes du centre-ville, c'est-à-dire à une distance de 8 à 22 kilomètres. Le quart de cette croissance se localise d'ailleurs sur la rive sud.

L'arrivée de cette population dans une deuxième couronne d'urbanisation (puisque la majorité de la population actuelle se situe à moins de 12 kilomètres ou 18 minutes du centre-ville) est due pour une moitié à la croissance normale de l'agglomération et pour l'autre moitié, à une relocalisation de la population des secteurs 3, 1, 2 et 4.

Pendant ce temps, la croissance de l'emploi s'effectue surtout dans les secteurs 1 et 8 (soit le centre-ville et le centre secondaire, Sainte-Foy) et à un degré moindre dans les secteurs 5, 13, 4, 2 et 3. Non seulement la croissance de l'emploi se localise-t-elle de façon plus concentrée mais elle s'effectue précisément aux endroits les plus accessibles et là où ont lieu les chutes de population. Ce phénomène s'observe déjà dans les secteurs centraux et débute à Sainte-Foy, dont l'augmentation de population est faible durant cette période, comparativement aux années antérieures.

Cette lutte pour l'utilisation du sol est une conséquence des mécanismes du marché foncier. L'accessibilité influence la structure des prix (prix des terrains, prix des bâtiments) qui à son tour influence le type et la densité de l'occupation.

TABLEAU 13- REPARTITION DES DEPLACEMENTS DOMICILE - TRAVAIL, 1971
PAR ZONES D'ORIGINE ET DE DESTINATION
(inclut la population active occupée travaillant à la maison)

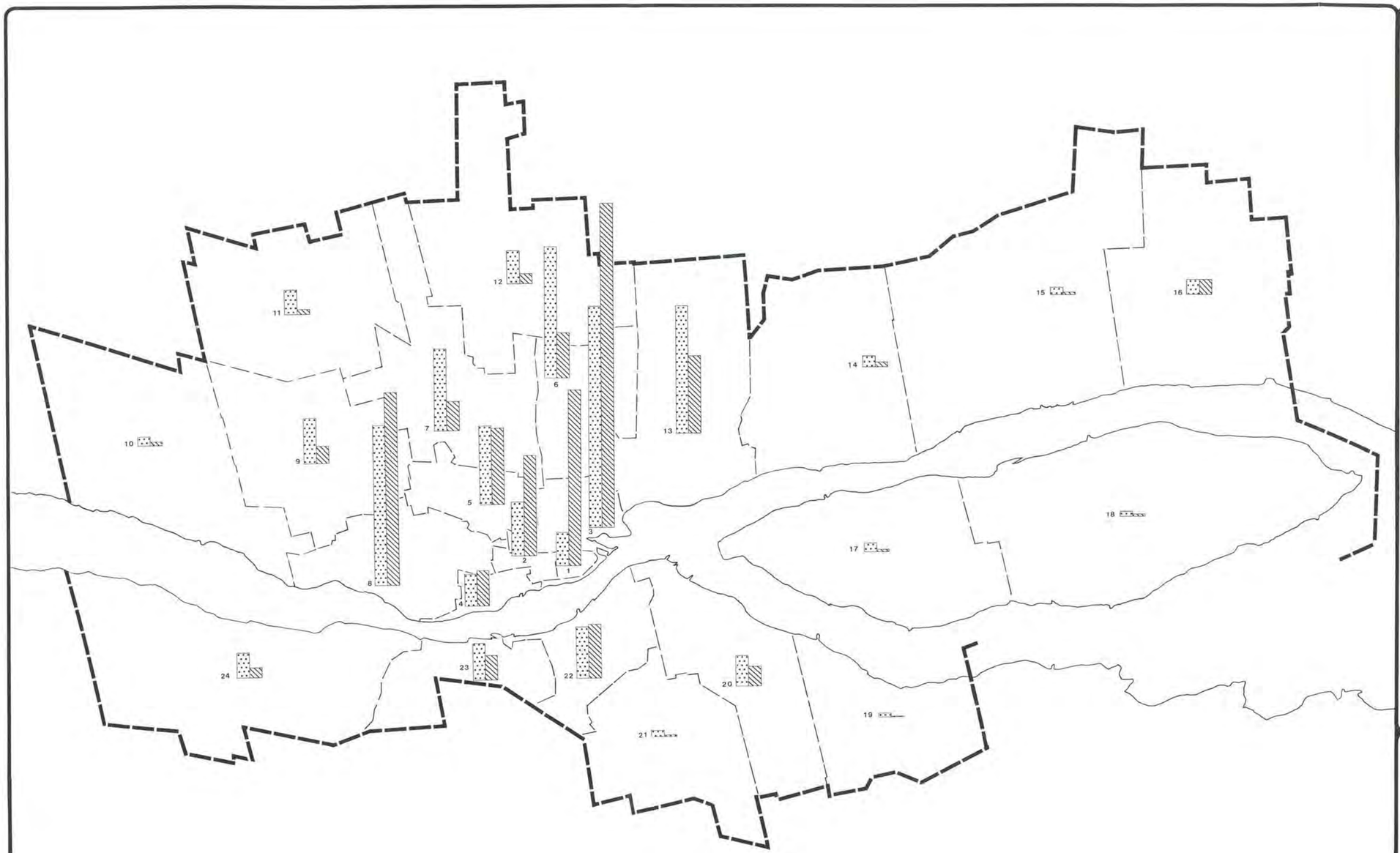
O \ D	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	TOTAL
01	3 310	770	1 255	105	80	15	10	380	10	--	--	--	80	--	--	↑	↑	↑	--	10	--	45	15	↑	6 075
02	1 870	2 970	2 025	300	100	120	45	1 175	55	--	5	15	75	--	--	15[1]	5	10	--	40	--	30	15	5	8 840
03	3 605	2 160	18 970	570	1 250	535	345	2 395	170	--	20	35	1 475	10	--	↓	↓	↓	--	145	--	100	150	20 ↓	31 955
04	650	465	960	1 034	125	10	5	880	10	--	--	--	15	--	--	--	--	--	--	--	--	15	5	--	4 175
05	765	465	2 910	100	1 940	120	95	780	30	--	15	20	105	--	--	--	--	--	--	25	--	45	100	20	7 530
06	1 360	675	5 660	195	345	2 575	235	715	20	15	30	50	385	10	--	15	--	--	--	20	--	30	35	--	12 370
07	500	300	1 795	90	250	190	2 012	605	65	--	15	90	120	--	--	5	--	--	--	15	--	25	--	--	6 080
08	2 185	2 525	3 185	785	540	90	120	9 255	50	--	10	35	205	--	--	--	5	--	--	85	--	160	155	30	19 420
09	240	125	855	--	265	50	165	525	868	--	--	--	30	--	--	--	--	--	--	10	--	--	10	--	3 145
10	60	30	105	5	35	10	--	80	35	402	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10	--	775
11	45	5	415	20	95	25	85	90	5	40	226	5	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10	--	1 080
12	85	115	715	5	75	185	120	120	25	--	5	825	20	--	--	--	--	--	--	--	--	15	5	--	2 315
13	815	365	3 875	95	320	290	90	505	25	10	20	45	5 910	40	10	25	10	--	--	40	--	30	45	--	12 565
14	90	20	310	--	10	20	--	55	5	--	5	--	110	173	5	--	5	--	--	--	--	--	5	--	815
15	←	345	→	--	--	10	--	35	--	--	--	--	80	5	270	20	--	--	--	--	--	5	--	--	770
16	←	195	→	10	5	10	--	15	5	--	5	--	50	10	5	1 015	--	--	--	5	--	--	--	--	1 330
17	←	315	→	45	5	20	5	30	--	--	--	--	65	--	--	--	390	15	--	10	--	--	5	--	905
18	←	135	→	5	10	10	--	10	--	--	--	--	55	--	--	5	15	415	--	--	--	--	--	--	650
19	←	75	→	--	--	5	--	15	--	--	--	--	5	--	--	--	--	--	85	40	--	65	30	--	320
20	165	105	270	10	30	10	20	145	5	--	--	--	5	--	--	--	--	--	--	1 632	--	1 315	165	--	3 880
21	—	60	10	--	--	--	--	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	45	180	90	15	5	410
22	140	75	435	30	45	10	--	245	--	--	--	--	20	--	--	--	--	--	--	565	10	3 765	320	10	5 670
23	135	100	225	35	25	20	5	595	--	--	--	5	15	--	--	5	--	--	--	155	--	425	2 065	10	3 820
24	55	35	115	25	15	25	5	400	5	--	--	--	10	--	--	--	--	--	--	15	--	105	155	420	1 580
Total	16 075	11 305	44 090	3 464	5 560	4 355	3 362	19 055	1 388	467	350	1 125	8 855	250	290	1 105	430	440	85	2 860	190	6 265	3 315	515	136 515

← — 1 320 →

1. La flèche indique que le chiffre s'applique à ces trois zones.

Le lien rive nord–rive sud

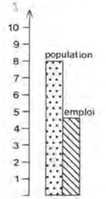
RÉPARTITION DE LA POPULATION ET DE L'EMPLOI, PAR SECTEUR, 1976



Limite de la zone à l'étude

Limites des secteurs

Répartition sectorielle de la population en pourcentage du total de la zone à l'étude



Sources: M.T.Q., Service de la Géographie, 1978
Statistique Canada
Centres de main-d'oeuvre du Canada

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 2 km

CARTE 8

Le lien rive nord–rive sud

Occupation du sol

2 1 0 2 4 km

Base de Valcartier

AÉROPORT

CHENAL DE L'ÎLE D'ORLÉANS

FLEUVE SAINT-LAURENT

LÉGENDE

- RÉSIDENTIELLE
  - Densité faible
  - Densité moyenne et forte
- COMMERCIALE
- INDUSTRIELLE
- PUBLIQUE ET PARAPUBLIQUE
- RÉCRÉATIVE
- FORESTIÈRE
- AGRICOLE
- FRICHE
- TERRES MOUILLEUSES
- HYDROGRAPHIE

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Source: Schéma d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec; C.A.C.U.Q., 1975.
M.A.M., "L'Urbanisation dans la zone métropolitaine de Québec", carte 6: Occupation du sol, 1976.
Mosaique de Québec, Aérophoto, 1976.

Avril 1979

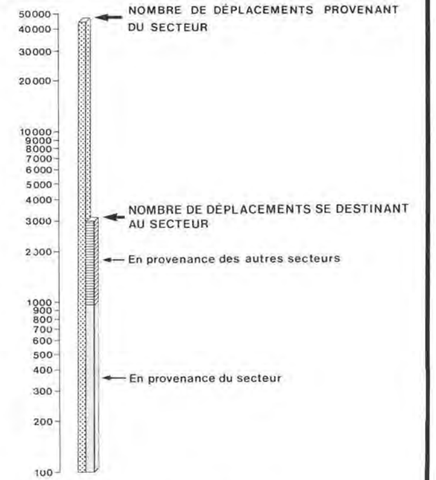
Le lien rive nord–rive sud

PRODUCTION ET ATTRACTION DES DÉPLACEMENTS DE TRAVAIL, 1971

Limite de la zone à l'étude

Limites des secteurs

Répartition des déplacements domicile-travail



Source : M.T.Q. Service de la circulation, Enquêtes origine–destination

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

N

Avril 1979

0 2 km

CARTE 10

Le lien rive nord–rive sud

TENDANCE DES DÉPLACEMENTS DE TRAVAIL : RIVE SUD VERS LA RIVE NORD

Nombre de déplacements

- 0 - 50
- 51 - 100
- 101 - 150
- 151 - 200
- 201 - 350
- 351 - 500
- 501 et plus

Point de départ

Point d'arrivée

Source : M.T.Q., Service de la Circulation, 1971

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 2 km

CARTE 11

En ce qui nous concerne, soit le nombre et la longueur des déplacements, cette séparation des fonctions urbaines se traduit par une perte d'autonomie des secteurs. Les habitants de ceux-ci deviennent dépendants des services offerts par les autres secteurs. La séparation des lieux de résidences et des lieux d'emplois occasionne ainsi un plus grand nombre de migrations alternantes.

Cette relation se vérifie pour l'année 1971 où nous avons pu évaluer le taux d'autonomie des secteurs[1] et le taux de déplacements hors secteur[2].

TABLEAU 14

SECTEUR	TAUX D'AUTONOMIE	TAUX DES DEPLACEMENTS HORS SECTEUR
1	2,33	,46
2	1,36	,66
3	1,33	,41
4	,55	,75
5	,66	,74
6	,32	,79
7	,41	,67
8	,85	,52
9	,33	,72
10	,52	,48
11	,32	,79
12	,36	,64
13	,55	,53
14	,22	,79
15	,34	,65
16	,75	,24
17	,43	,57
18	,53	,36
19	,19	,73
20	,67	,58
21	,53	,56
22	,98	,34
23	,99	,46
24	,40	,73
TOTAL	,91	,55

1. Rapport de l'emploi sur la population active.
2. Ce taux, tiré de la compilation des déplacements domicile - travail pour la zone à l'étude, est le rapport de l'ensemble des déplacements hors secteur sur le total des déplacements engendrés par un secteur.

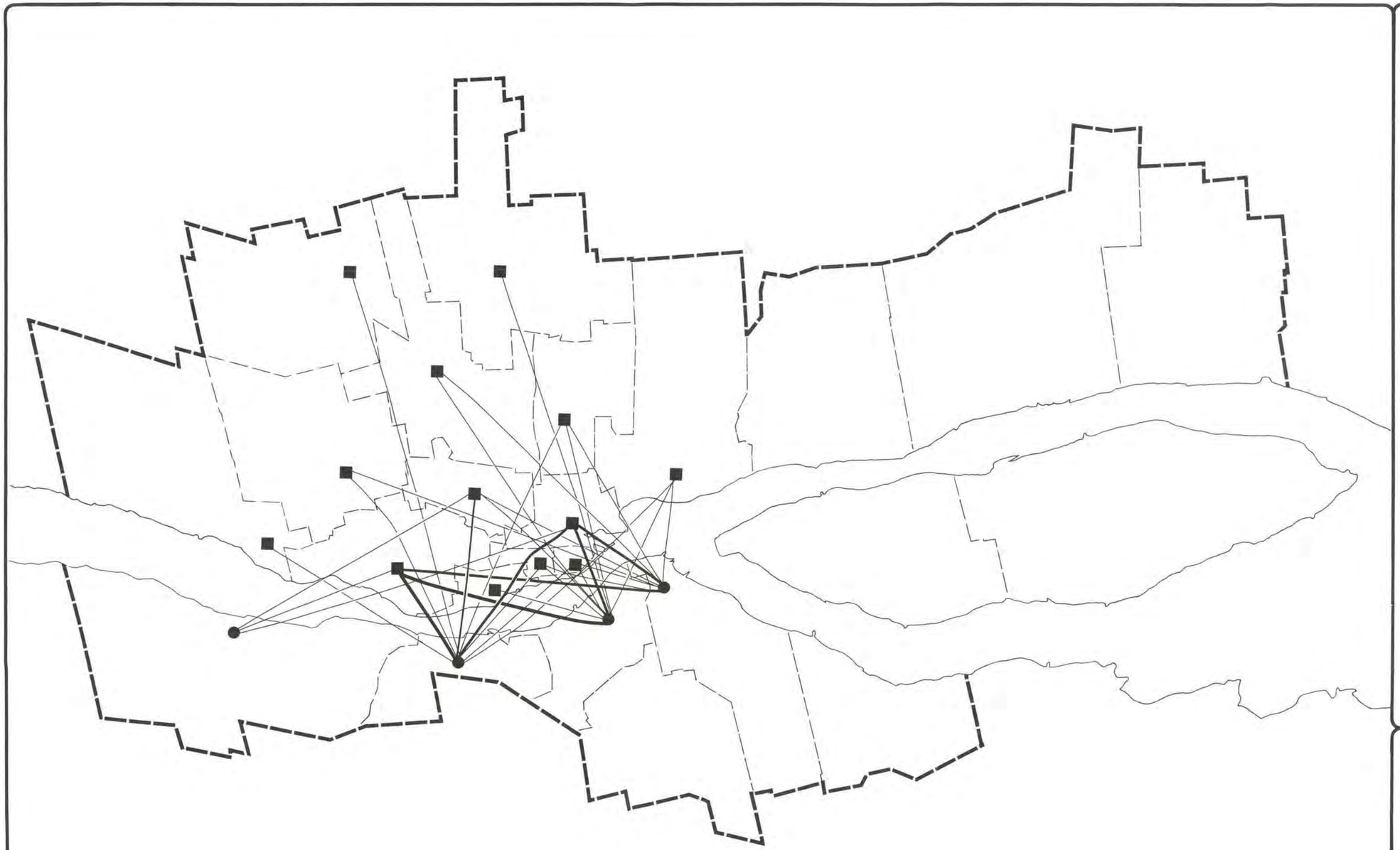
A part les secteurs centraux 1, 2 et 3 qui recoivent la majorité des déplacements engendrés par les autres secteurs, on observe une certaine corrélation entre le taux d'autonomie d'un secteur et le taux de déplacements hors secteur. Celle-ci se nuance cependant par le rôle joué par d'autres variables comme la proximité d'un pôle d'emplois important et la distance-temps séparant le secteur du centre-ville. Ces influences ont pour effet de partager nos secteurs en deux séries de comportements.

La première regroupe les secteurs 4, 5, 20, 8, 23 et 22 qui se caractérisent malgré leur taux d'autonomie supérieur à la moyenne par un taux plus élevé de déplacements hors secteurs. Dans ce cas, leur bonne accessibilité par rapport à un univers d'emplois diversifié (centre-ville, Sainte-Foy et Lévis - Lauzon) annule leur relative autonomie. Le facteur contraignant qu'est le déplacement est moindre que l'intérêt qu'on retire des possibilités plus grandes d'emplois. La seconde série regroupe les secteurs moins favorisés sous cet angle, ce qui freine la quantité de déplacements.

Ces paramètres que sont l'accessibilité, la proximité d'un pôle d'emplois et le taux d'autonomie d'un secteur influenceraient donc la génération des déplacements. L'évolution de ceux-ci n'est donc pas sans intérêt sous l'angle de la demande de transport. Ainsi, l'évolution du taux d'autonomie de 1971 à 1976 nous amène à nous interroger sur les nouveaux rapports qui s'établissent entre la rive nord et la rive sud au sein de l'agglomération québécoise.

Le lien rive nord–rive sud

TENDANCE DES DÉPLACEMENTS DE TRAVAIL : RIVE NORD VERS LA RIVE SUD



Nombre de déplacements

- 0 - 50
- 51 - 100
- 101 - 150
- 151 - 200
- Point de départ
- Point d'arrivée

Source : M.T.Q., Service de la Circulation, 1971

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

N

Avril 1979

0 2 km

CARTE 12

TABLEAU 15

EVOLUTION DU TAUX D'AUTONOMIE[1] DES SECTEURS, 1971 - 1976

SECTEUR	POPULATION ACTIVE			EMPLOIS			TAUX D'AUTONOMIE		
	1971	1976	1971-76	1971[2]	1976[3]	1971-76	1971[4]	1976	1971-76
1	9 645	8 100	-16,0%	20 408	30 155	47,8%	2,33	3,72	59,7
2	11 365	11 460	0,8	14 055	17 307	23,1	1,36	1,51	11,0
3	43 340	41 010	- 5,4	52 588	55 685	5,9	1,33	1,36	2,3
4	5 785	6 170	6,7	2 903	6 160	112,2	0,55	1,00	81,8
5	9 780	14 495	48,2	6 464	13 200	104,2	0,66	0,91	37,9
6	16 590	24 235	46,1	4 732	7 782	64,4	0,32	0,32	----
7	8 770	14 690	67,5	3 210	5 103	59,0	0,41	0,35	-14,6
8	27 070	34 860	28,8	20 925	33 108	58,2	0,85	0,95	11,8
9	4 880	7 855	61,0	1 476	2 992	102,7	0,33	0,38	15,1
10	1 115	1 880	68,1	517	658	27,3	0,52	0,35	-32,7
11	1 350	3 975	194,4	385	762	97,9	0,32	0,19	-40,6
12	3 455	5 800	67,9	1 150	1 638	42,4	0,36	0,28	-22,2
13	17 350	23 065	32,9	8 657	13 403	54,8	0,55	0,58	5,4
14	1 460	1 100	-24,7	290	902	211,0	0,22	0,82	272,7
15	1 060	1 185	11,8	330	389	17,9	0,34	0,33	- 2,9
16	2 020	2 455	21,5	1 364	2 542	86,4	0,75	1,03	37,3
17	1 085	1 540	41,9	425	425	----	0,43	0,28	-34,9
18	840	1 095	30,4	405	405	----	0,53	0,37	-30,2
19	490	615	25,5	85	70	-17,65	0,19	0,11	-42,1
20	4 995	5 790	15,9	3 043	3 371	10,8	0,67	0,58	-13,4
21	510	1 055	106,9	200	168	-16,0	0,53	0,16	-69,8
22	7 835	9 920	26,6	7 009	9 240	31,8	0,98	0,93	- 5,1
23	4 945	6 960	40,7	4 472	4 258	- 4,8	0,99	0,61	-38,4
24	1 710	3 955	131,3	617	1 595	158,5	0,40	0,40	----

1. Rapport entre le nombre d'emplois et la population active.
2. Etabli à partir d'une compilation spéciale faite par Statistique Canada, sous-estime l'emploi d'environ 10%.
3. Etabli en août 1978, à partir de l'inventaire des dossiers d'employeurs dans les centres de main-d'oeuvre du Canada et d'une enquête téléphonique dans le cas du gouvernement fédéral. Pourcentage d'erreurs minime dans l'ensemble, sauf pour les municipalités rurales.
4. Les taux ont été corrigés pour tenir compte du pourcentage d'erreurs observé dans le recensement des emplois.

GRAPHIQUE 3 : TAUX DES DÉPLACEMENTS HORS SECTEURS / TAUX D'AUTONOMIE

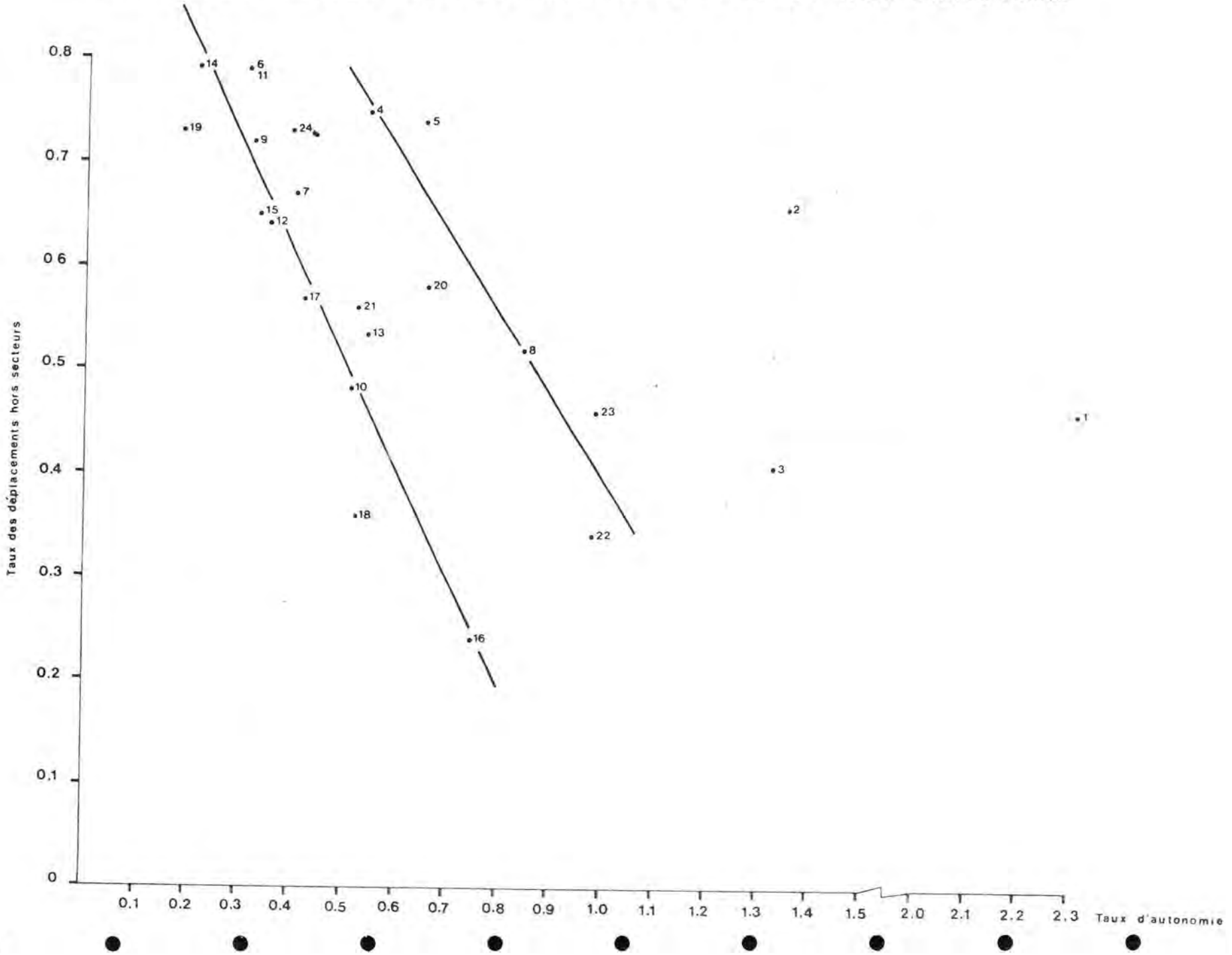


TABLEAU 16

EVOLUTION DU TAUX D'AUTONOMIE A L'INTERIEUR DE LA ZONE A L'ETUDE[1]

	1971	1976	DEPLACEMENTS HORS SECTEUR, 1971
Rive nord	0,92	0,95	0,57
Rive sud	0,75	0,66	0,48
TOTAL	0,91	0,91	0,55

La population active d'un secteur jouissant d'un haut taux d'autonomie, c'est-à-dire ayant suffisamment d'emplois pour les travailleurs, aura tendance à travailler sur place sauf si ce secteur jouit d'une bonne accessibilité. Dans ce cas, deux phénomènes peuvent se produire. Le premier sera le caractère attractif de ce secteur pour la localisation résidentielle: le taux d'autonomie baisse alors et conséquemment, le taux de déplacements hors secteur augmente si l'emploi ne suit pas en proportion. Le second phénomène, propre au secteur 8 (Sainte-Foy) qui a d'abord vécu le premier, consiste en la proximité d'un pôle d'emplois important. D'abord banlieue, Sainte-Foy a maintenant un nombre d'emplois lui assurant un taux d'autonomie important. Cependant, les travailleurs de ce secteur préfèrent les emplois du centre-ville dont l'accessibilité est toute aussi grande que celle de leur propre secteur. Ce sont les travailleurs du reste de la zone à l'étude qui profitent des emplois de Sainte-Foy et de sa bonne accessibilité.

La rive sud ne jouit pas d'un taux d'autonomie aussi important que la rive nord et les déplacements y sont moindres compte tenu des distances importantes séparant ces deux parties de l'agglomération. L'ouverture du pont Pierre-Laporte bouleverse quelque peu ce schéma et la rive sud risque maintenant d'être intégrée davantage au comportement observable

1. L'île d'Orléans compte tenu de son caractère particulier est exclue de ce tableau.

sur la rive nord. L'augmentation d'accessibilité a en effet attiré la localisation résidentielle. L'emploi, malgré la multiplication des parcs industriels ne suit pas cela, sauf dans le secteur 24 situé à la sortie même du pont Pierre-Laporte. On peut donc faire l'hypothèse que le taux de déplacements hors secteur a fortement augmenté suite à une baisse d'autonomie et à la proximité plus grande des bassins d'emplois de Sainte-Foy et du centre-ville; les déplacements hors secteur de la rive sud ne s'effectuent plus à l'intérieur de la rive sud, mais de la rive sud à la rive nord.

Il n'est donc pas étonnant que l'on constate maintenant un trafic important à l'heure de pointe sur le pont Pierre-Laporte dont la vocation était, il y a dix ans à peine, de servir un trafic interrégional.

Afin d'évaluer:

1° le moment exact de la saturation du pont Pierre Laporte,

2° la pertinence de la localisation d'un nouveau lien dans l'axe Orléans,

3° l'impact de ce nouveau lien sur le développement urbain et la génération de déplacements,

il importe, compte tenu du développement antérieur de l'agglomération et des interactions que nous venons de décrire, de préciser autant que possible le sens de l'urbanisation future et sa forme souhaitable sous l'angle de la demande de transport.

CHAPITRE II

SENS DE L'URBANISATION FUTURE

CHAPITRE II

SENS DE L'URBANISATION FUTURE

Le sens de l'urbanisation future sera le résultat ou de la tendance passée ou du parti volontaire d'organisation de l'espace fixé par les divers organismes d'aménagement. Un nouveau lien aura une action transformatrice, peu importe le scénario qui se concrétisera. Il prolongera les tendances passées, en créera de nouvelles, contribuera à la réalisation des objectifs d'aménagement ou les fera échouer.

Ce chapitre schématisera donc l'image de l'agglomération de Québec suivant les deux scénarios d'aménagement les plus probables, en tenant compte des perspectives de croissance démographique et économique. L'impact du lien sera ultérieurement analysé selon ces deux scénarios.

2.1 PERSPECTIVES DE CROISSANCE DE L'AGGLOMERATION

2.1.1 Perspectives de croissance démographique

Les projections démographiques furent effectuées pour trois unités géographiques. Elles portent ainsi sur la zone d'étude (notion utilisée tout au long de cette étude), sur le comté de Lévis et sur la "zone d'étude élargie". Ces deux dernières entités sont retenues en prévision de l'évaluation de la demande de transport. Comme on l'a vu, la région métropolitaine de Québec, sous la double influence du pont Pierre-Laporte et de l'autoroute Robert-Cliche, s'étend sur la rive sud au-delà de la portion contenue dans la zone à l'étude. Puisque la rive sud vit un dynamisme qui lui est intrinsèque et qu'elle influence fortement la demande de transport entre les deux rives, des projections de population ont donc été établies pour le seul comté de Lévis. La "zone d'étude élargie" n'est que la zone d'étude agrandie de façon à inclure la totalité du comté de Lévis.

Plusieurs prévisions furent effectuées en essayant de tester le maximum de méthodes et d'équations. Cette démarche s'avéra nécessaire parce que les prévisions existantes, faites majoritairement avant 1976, se révélaient déjà inexactes à la lumière du dernier recensement. De plus les unités géographiques de celles-ci ne coïncidaient pas avec celles retenues dans cette étude.

Le ministère des Affaires municipales du Québec et le ministère d'Etat aux Affaires urbaines sont les seuls organismes ayant élaboré des prévisions démographiques en se servant du dernier recensement de 1976. On peut cependant qualifier les deux prévisions de pessimistes. Nous avons donc essayé plusieurs méthodes (projection mathématique, méthode des rapports, etc.) en testant chaque fois plusieurs équations de régression pouvant expliquer l'évolution antérieure. La méthode choisie fut celle traduisant le mieux les conditions actuelles et les tendances futures de l'évolution démographique. Les projections furent obtenues au moyen de l'équation présentant les meilleurs résultats

TABLEAU 17

PREVISIONS DEMOGRAPHIQUES DE DIVERS ORGANISMES
(en milliers)

Organisme / Zone	B.S.Q. Agg.Q. 1972	OPDQ Agg. Q. 1973	LA HAYE R.M.Q."71" 1973	C.A.C.U.Q. C.U.Q. 1975	B.S.Q. R.M.Q."71" 1976	M.E.A.U. R.M.Q."76" 1977	M.A.M. Zone d'étude 1978	RESULTAT DU RECENSEMENT CUQ	R.M.R. "71"	Zone d'étude
1971	452,4	452	482,7	415,7	480,5	501,4		418	480,4	492,7
1976	494,2	450	527,1	467,1	524,7	542,2	530,2	446	513	530,2
1981	539,7	535	573,4		570,4	581,9	561,1			
1986	587,9	574		586,5		621,5	611,9			
1991						660,5				
1996						700,2				
2001	730,3	704		751		741,4				

TABLEAU 18

PREVISIONS DEMOGRAPHIQUES

1976 - 2001

	ZONE D'ETUDE[1]	COMTE DE LEVIS[2]	ZONE D'ETUDE ELARGIE[3]
1976	530 185	75 916	543 720
1981	565 740	82 867	578 039
1986	606 681	93 152	620 789
1991	646 466	104 714	661 715
1996	679 098	117 712	694 617
2001	705 716	132 322	722 066

1. Méthode des rapports, équation linéaire ($r = .97$), hypothèse moyenne.
2. Projection mathématique, équation $y = ae^{bx}$ ($r = .99$, $F = .005$).
3. Méthode des rapports, équation linéaire ($r = .97$), hypothèse moyenne.

selon les tests de corrélation. Ceux-ci varient entre .97 et .99, ce qui nous apparaît hautement significatif pour la validité des projections futures de la population.

En se basant sur ces prévisions, on peut estimer que la population de notre zone d'étude se situera en l'an 2001 entre 670 400 et 741 000 habitants. Ces deux chiffres constituent l'hypothèse basse et l'hypothèse haute envisageables dans le contexte actuel. Cependant, il ne serait pas surprenant que le développement urbain se fasse aussi à l'extérieur de la zone d'étude, notamment sur la rive sud. Les prévisions faites pour la "zone d'étude élargie" nous permettent de prévoir cette possibilité. Si nous nous basons sur l'hypothèse moyenne qui nous apparaît la plus vraisemblable, la zone d'étude devrait contenir en l'an 2001, 705 716 habitants et la "zone d'étude élargie" 722 066.

La zone d'étude contient amplement de terrains viabilisés ou "viabilisables" pour recevoir la croissance démographique anticipée. Cependant, la localisation de cette population dépendra en partie de la poursuite du type de croissance spatiale actuelle qui fait reculer sans cesse les limites de l'agglomération ou encore de l'application des partis d'aménagement et d'urbanisme qui permettra de limiter le périmètre urbain.

Cette croissance démographique sera aussi tributaire du dynamisme économique de la région de Québec et de l'implantation de "grands projets" actuellement discutés. En plus d'influer sur la réalisation de nos perspectives démographiques, l'importance de la croissance économique et sa localisation orientera elle aussi le développement de l'agglomération.

2.1.2 Perspectives de croissance économique

D'après l'étude de cadrage de la Zone Spéciale de Québec, réalisée par les firmes La Haye et Associés et PLURAM, la région de Québec souffre d'un déséquilibre structurel sur le plan économique. Le secteur tertiaire occupe une place trop importante par rapport aux autres secteurs et le secteur secondaire est déficient.

Au cours des dernières années, les emplois ont crû surtout au niveau du secteur tertiaire où les services et l'administration publique assurent un rôle moteur. Le secteur secondaire a subi une perte relative d'emplois. La cause en serait l'orientation de l'industrie vers la production de biens non durables dont la croissance est moins élevée que celle des biens durables et "qui n'atteignent leur seuil de rentabilité qu'à petite échelle".

Les efforts qui sont faits actuellement (programmes de subventions aux entreprises, promotion industrielle, multiplication des commissions et parcs industriels, etc.) ne semblent pas devoir renverser la tendance. A ce sujet, François Hulbert[1] est beaucoup plus pessimiste. Selon lui, la création de nouveaux emplois industriels dans la région de Québec est annulée par la perte d'industries. Ceux-ci se situeraient actuellement au même niveau qu'il y a un quart de siècle.

L'étude de cadrage estime que la continuation des tendances passées pourrait entraîner un solde négatif de 4 500 emplois dans les secteurs à fort taux de croissance et de productivité. La création prévue de 25 000 emplois entre 1976 et 1981 serait absorbée par les secteurs traditionnellement forts dans la région, soit les services et l'administration publique.

---

1. François Hulbert. L'aménagement régional au Québec. Le développement et l'aménagement industriel du territoire dans la région de Québec, Québec, Université Laval, 1975, 428 p. (thèse de doctorat).

La politique de décentralisation régionale du gouvernement québécois de même que le désir de stabiliser les effectifs gouvernementaux mettront, à notre avis, un frein au prolongement de cette évolution.

La seconde hypothèse se base sur une politique d'intervention importante des autorités gouvernementales, notamment par le biais du développement du port de Québec et la construction d'un site industrialo-portuaire. Cette "intervention volontaire" entraînerait la création de 32 000 emplois entre 1976 et 1981.

Le développement du port de Québec peut fort bien se produire, compte tenu de l'actuelle élaboration par le gouvernement du Québec de sa politique portuaire. De plus, un organisme, la Société Inter-Port, s'occupe déjà de promouvoir le développement d'activités bien définies sur les battures de Beauport. Une zone industrialo-portuaire localisée dans le prolongement des chantiers maritimes de Lauzon se grefferait au port de Québec et s'intégrerait au complexe portuaire. Cette orientation constitue aussi l'option majeure du développement retenu par l'OPDQ qui y ajoute aussi un projet de terminal méthanier. Nous reparlerons plus en détail de ce projet au niveau des objectifs régionaux de développement.

Cependant, il est maintenant assuré que le réseau de distribution de gaz naturel sera prolongé jusqu'à Québec. Le gouvernement québécois dans le cadre de sa politique énergétique est de plus fortement intéressé au projet d'un terminal méthanier. Mais, il n'est pas évident que ce projet se localise au Québec, malgré les efforts et l'attention du gouvernement pour ce projet de port méthanier doté d'une usine de regazéification.

A court terme, la réalisation d'un terminal forestier a, dans le contexte actuel, plus de chance de se concrétiser. Ce projet ne suscite pas la contestation créée par le développement du port de Québec sur les battures de Beauport et sa rentabilité est prouvée. Cependant, ce terminal n'engendrera pas d'activités industrielles supplémentaires.

Ce projet fut conçu pour ranimer le port de Québec suite au départ du terminal de conteneurs de C.P. Navigation et desservira les industries déjà en place. Les nouvelles installations leur permettront de diminuer leur coût de transport et de mieux desservir leurs marchés extérieurs.

La croissance économique de la région est somme toute assez problématique et il faudra une intervention énergique si l'on veut qu'elle soit plus florissante que par les années antérieures. La croissance démographique ralentissant elle aussi, les besoins en espaces nouveaux seront moindres compte tenu de la capacité d'accueil de l'agglomération pour ces deux fonctions. Cependant, si celles-ci suivent plutôt leur logique de localisation observée antérieurement, la tendance du développement urbain se caractérisera encore par l'expansion.

2.2 TENDANCES DU DEVELOPPEMENT URBAIN

Les éléments qui pourront intervenir dans l'occupation de l'espace par cette croissance démographique et économique sont principalement le potentiel d'accueil, l'accessibilité, le prix à payer et l'intérêt du site. Nous retiendrons surtout le développement résidentiel et le développement industriel. Ces deux fonctions occupent les superficies les plus importantes, ont leurs propres facteurs de localisation et guident l'implantation des fonctions qui leur sont complémentaires. Les variables population et emploi résument par leur répartition la diversité des formes urbaines que prendra le développement urbain.

2.2.1 Le développement résidentiel

2.2.1.1 La capacité d'accueil

En ne considérant que la zone à l'étude dans le présent rapport, il existe un grand potentiel d'accueil pour le développement futur.

TABLEAU 19

POTENTIEL D'ACCUEIL DE LA ZONE A L'ETUDE, 1976
(en hectares)

	Superficie urbanisée	Superficie viabilisée et non urbanisée	Superficie "viabilisable" avec les conduites projetées (1)
Rive nord	20 620	5 560	9 290
Rive sud	3 415	1 475	6 175
Total	24 035	7 035	15 465

1. Source: CARRIER, TROTTIER, AUBIN.
Conduites projetées: que les emprunts soient demandés ou non.

En se basant sur le rythme d'occupation de l'espace des quinze dernières années, on s'aperçoit que ce périmètre urbain délimité par le potentiel d'accueil des réseaux d'aqueduc et d'égout sera amplement suffisant pour recevoir l'accroissement de population pour les dix ou quatorze prochaines années selon l'hypothèse démographique retenue. Si l'hypothèse basse se réalise, la superficie de la zone à l'étude viabilisée pourrait recevoir la population prévue jusqu'en 1990 et jusqu'en 1986, si l'hypothèse haute s'accomplit. Advenant la construction de tous les projets discutés, cet espace serait suffisant jusqu'en l'an 2004 ou 1996. Il est peu probable que tous ces projets s'effectuent. Néanmoins, ces échéances qui suivent la tendance observable actuellement pourraient être reportées plus loin si les intentions de rationalisation de l'urbanisation manifestées par les organismes d'aménagement se concrétisent.

Malgré cela, il n'est pas impossible qu'une urbanisation spontanée ait lieu à l'extérieur de ce périmètre viabilisé, compte tenu de l'excellente accessibilité dont jouit l'agglomération de Québec et certains secteurs en particulier.

2.2.1.2 L'accessibilité

Les deux indicateurs d'accessibilité qui seront retenus dans cette étude gravitent autour du temps: les lignes isochrones et les points isoaccessibles.

Les lignes isochrones

Nous avons donc fait établir les lignes isochrones[1] à partir de deux points représentant, l'un le centre-ville de Québec (face au parlement) et l'autre, le centre-ville de Sainte-Foy (avenue Jean Dequen).

---

1. Lignes des points rejoints dans un même temps de parcours à partir d'un point de départ commun, généralement le centre-ville.

Les parcours furent faits à l'automne 1975, le matin à l'heure de pointe en direction de ces points (arrivée à 9 heures) et le soir à partir de ces points à la sortie des bureaux (départ à 17 heures). La majorité des parcours furent effectués à trois ou quatre reprises et les plus importants, à partir du centre-ville de Québec, le furent une douzaine de fois. Le temps de parcours fut établi à partir de la moyenne de ces temps et les lignes furent traçées à partir des points ainsi atteints par intervalles de trois minutes.

Durant ces déplacements, le temps fut aussi noté pour chaque tronçon d'un parcours donné et une vitesse put ainsi être assignée à chacun d'eux.

Cartographiés, ces résultats nous indiquent qu'à l'heure de pointe du matin, par exemple, la zone couverte en moins de trente minutes dépasse le périmètre urbain créé par la superficie "viabilisable". Ces écarts sont surtout importants sur la rive sud où la conjonction du pont Pierre-Laporte,de l'autoroute 20 et Robert-Cliche crée un intérêt pour une éventuelle urbanisation. Ainsi Saint-Etienne-de-Lauzon est aussi accessible que Saint-Augustin-de-Desmaures et des secteurs aussi à l'extérieur de l'agglomération actuelle que Saint-Jean-Chrysostome, Saint-Louis-de-Pintendre, Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy subissent et subiront de par leur accessibilité,une pression pour l'urbanisation comparable à d'autres secteurs de la rive nord mieux intégrés au tissu urbain. Il en est de même pour certaines parties des municipalités de Bernières et Saint-Nicolas dont la "viabilisation" n'est pas projetée.

Sur la rive nord, cet écart entre la superficie qui sera viabilisée et celle facilement accessible existe surtout à l'est de l'agglomération dans les municipalités de Saint-Jean-de-Boischâtel, l'Ange-Gardien, Lac-Beauport et au nord de celle de Beauport.

---

1. Terrains déjà viabilisés ou pouvant l'être sans travaux importants, car situés près de conduites principales de réseaux d'aqueduc et d'égout existantes ou prévues.

A l'heure de pointe du soir, l'adéquation entre les secteurs accessibles et qui seront viabilisés concorde de façon plus exacte. Sur la rive sud, seules les municipalités de Bernières, Saint-Nicolas, Saint-Etienne, Sainte-Hélène-de-Breakeyville et Saint-Jean-Chrysostome se retrouvent encore une fois en dehors du périmètre potentiellement "viabilisable". Sur la rive nord, l'adéquation est presque parfaite, sauf pour le secteur de Saint-Augustin-de-Desmaures. Seule une partie de la municipalité de Val-Bélair qui sera viabilisée n'est pas accessible en moins de trente minutes, mais elle le deviendra après l'ouverture du boulevard Henri IV.

Les points isoaccessibles

Les lignes isochrones mesurent l'accessibilité au centre-ville ou la zone d'attraction de celui-ci. Pour établir l'intérêt de chacun des secteurs à l'étude par rapport à d'autres secteurs, il faut mesurer l'accessibilité à partir de chacun d'eux.

A la différence des lignes isochrones qui n'indiquent l'accessibilité que pour un point donné, les points isoaccessibles mesurent donc l'accessibilité (nombre de points que l'on peut atteindre) pour tous les points de la ville.

Pour ce, le réseau actuel de la région fut représenté graphiquement et les noeuds ou points de rencontre furent identifiés et numérotés. Nous avons pu ainsi circonscrire des créneaux d'accessibilité à partir du nombre de points atteints pour chaque unité de temps, de chacun des soixante-dix (70) points retenus. Pour chacun des tronçons, on a mesuré la distance, le temps et la vitesse en se basant sur le résultat des travaux effectués par le calcul des lignes isochrones. Un tableau fut établi pour chaque point, suivant son itinéraire dans le temps, pour rejoindre chacun des soixante-neuf (69) autres points. Ces calculs furent effectués pour l'heure de pointe du matin et celle du soir. Se basant sur l'ensemble des points 8 et 63, on s'aperçoit qu'à partir d'Ancienne-Lorette (8) et de Saint-Jean-Chrysostome (63), on peut, même à l'heure

Le lien
rive nord–rive sud

ACCESSIBILITÉ DES SECTEURS VIABILISÉS

Limite de la zone à l'étude

Lignes isochrones[1] —18—

Secteurs viabilisés[2]

1: heure de pointe du soir
lieu de départ: colline parlementaire

2: secteurs déservis par un réseau d'aqueduc et d'égoût

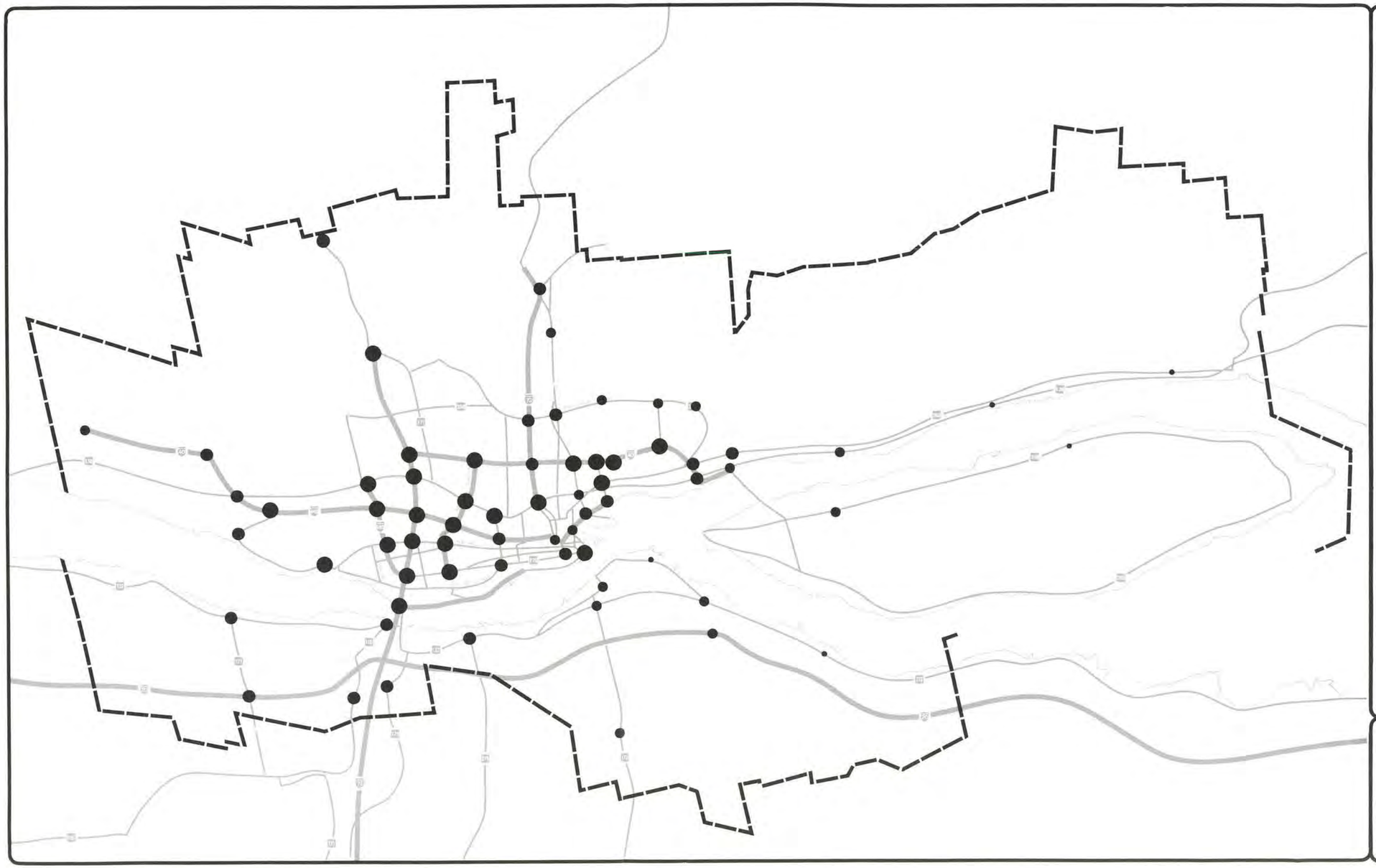
Source : M.T.Q., Service de la Géographie, 1976
S.P.E., Plan directeur d'aqueduc, région métropolitaine de Québec, 1974

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 2 km

CARTE 13



Le lien rive nord–rive sud

ACCESSIBILITÉ DES DIVERS POINTS DE L'AGGLOMÉRATION DE QUÉBEC

Limite de la zone à l'étude

Autoroutes

Autres routes

Points isoaccessibles[1]

Nombre de points atteints en 30 minutes

- 0 - 44 points
- 45 - 60
- 61 - 65
- 66 - 69

1: heure de pointe du soir
lieu de départ : colline parlementaire
réseau actuel

Source : M.T.Q. Service de la Géographie, 1977

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 2 km

CARTE 14

de pointe du soir, rejoindre la presque totalité des autres points répartis dans l'agglomération en moins de vingt (20) et trente-deux (32) minutes respectivement.

A partir des tableaux synthèses obtenus, les résultats furent cartographiés selon les seuils de 0-15 minutes, 16-30 minutes et 31 minutes et plus.

A l'analyse de ceux-ci, on en conclut que l'accessibilité n'est pas simplement grande pour le centre-ville, lieu du plus fort bassin d'emplois, mais qu'elle l'est tout aussi pour le reste de l'agglomération. Peu importe où se localise le lieu de résidence, celui-ci offre autant de possibilités de choix à la fois pour l'emploi et pour les services. Il y a cependant des degrés divers et certains secteurs sont plus accessibles que d'autres.

Sainte-Foy trouve ainsi l'explication de sa forte croissance des années antérieures. Avec la réalisation de projets récents (prolongation de l'autoroute Henri IV, boulevard de la Capitale, autoroute Montmorency) les secteurs de Beauport (quartier de Giffard), de Loretteville, d'Ancienne-Lorette auront un attrait semblable.

Compte tenu de ces critères d'accessibilité, les municipalités les plus susceptibles de connaître un développement seront les quartiers de Pointe Sainte-Foy, de la côte de Beauport, de Neufchâtel, de Duberger, des Saules et à un degré moindre les quartiers plus à l'ouest (Saint-Félix-du-Cap-Rouge, Saint-Augustin-de-Desmaures) ou sur la rive sud (Saint-Nicolas, Bernières, Saint-Rédempteur, Charny, Saint-Romuald-d'Etchemin et Saint-Jean-Chrysostome).

Le choix est donc vaste. Par rapport aux antennes traditionnelles nord et ouest, le développement risque donc de se poursuivre toujours dans l'axe ouest, mais aussi dans l'axe nord-ouest et est.

2.2.1.3 Les taxes

La localisation des ménages se faisant aussi par rapport à d'autres critères comme le prix, la disponibilité du terrain et le prix des taxes foncières, la pression peut aussi se faire sentir sur les municipalités voisines de ces axes ou représentant un deuxième choix sur le plan de l'accessibilité. Ce phénomène se présente surtout sur la rive sud et explique l'engouement des nouveaux propriétaires par rapport à celle-ci. Le cas de la municipalité de Saint-Etienne est frappant à cet égard.

Cependant, comme nous le verrons, la situation financière des municipalités peut changer et celles-ci peuvent être amenées à hausser leurs taxes pour équilibrer leurs budgets alourdis par l'augmentation des services. Ainsi, les municipalités de Bernières et Saint-Nicolas ont graduellement haussé le prix de leurs taxes et celles-ci sont maintenant aussi élevées que celles de Charny, municipalité plus ancienne.

L'étalement urbain risque donc de se poursuivre. Il se peut fort bien qu'on assiste à un second bond en avant qui disloquera davantage la forme urbaine. Dans ce contexte, le développement industriel qui depuis l'ouverture des voies urbaines rapides quitte le milieu urbain, ne fait qu'accentuer la tendance observée.

Le lien rive nord–rive sud

ISOACCESSIBILITÉ ET COÛT DES TAXES DE CHACUNE DES MUNICIPALITÉS

Limite de la zone à l'étude

Limites des municipalités

Points isoaccessibles[1]

Nombre de points atteints en 30 minutes

- 0-44 points
- 45-60
- 61-65
- 66-69

Coût des taxes[2] par municipalité ($)

- 0 - 600
- 601 - 849
- 850 - 1049
- 1050 et plus

1: heure de pointe du soir réseau actuel

2: coût total des taxes pour une propriété de $33 000 avec un terrain de 60x100 pieds ($4 000)

Sources: M.T.Q. Service de la Géographie, 1978
SCHL et municipalités

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 3km

CARTE 15

TABLEAU 20

COUT TOTAL DES TAXES PAR MUNICIPALITE POUR UNE PROPRIETE DE $33 000 INCLUANT UN TERRAIN DE 60' X 100' ($4 000)

		Août 1977
Secteur 1:	Québec: 14 à 19	$1 100
Secteur 2:	Québec: 1-3-5-6	1 100
Secteur 3:	Québec: 2-4-7-8-9 10-11-12-13 20 à 28	1 100
Secteur 4:	Sillery	870
Secteur 5:	Québec: 39 (Les Saules)	1 070
	Québec: 40 (Duberger)	1 030
	Vanier	800
Secteur 6:	Charlesbourg	780
	Charlesbourg Est	870
	Orsainville	880
Secteur 7:	Québec: 41 (Neufchâtel)	1 030
	Charlesbourg-Ouest	1 090
	Lorette	
	Loretteville	1 230
Secteur 8:	Saint-Félix-du-Cap-Rouge	1 160
	Sainte-Foy: 110 à 118	830
Secteur 9:	Sainte-Foy: 119 (Quartier Laurentien)	930
	Ancienne-Lorette	890
Secteur 10:	Saint-Augustin-de-Desmaures	670
Secteur 11:	Val-Bélair	760
Secteur 12:	Notre-Dame-des-Laurentides	900
	Lac-Saint-Charles	880
	Lac-Delage	1 100
	Saint-Emile	970
Secteur 13:	Giffard	940
	Beauport	890
	Sainte-Thérèse-de-Lisieux	880
	Villeneuve	1 000

(suite...)		Août 1977
Secteur 13:	Courville	$ 990
	Montmorency	427.93
	Saint-Michel-Archange	
Secteur 14:	Saint-Jean-de-Boischâtel	900
	L'Ange-Gardien	740
Secteur 15:	Château-Richer	680
Secteur 16:	Beaupré	600
	Sainte-Anne-de-Beaupré	530
Secteur 17:	Beaulieu	394
	Saint-Pierre	400
	Saint-Laurent	455
Secteur 18:	Sainte-Famille	312
	Saint-François	400.
	Saint-Jean	436.50
Secteur 19:	Saint-Etienne-de-Beaumont	346.70
Secteur 20:	Lauzon	880
	Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	543.10
Secteur 21:	Saint-Louis-de-Pintendre	780
Secteur 22:	Lévis	900
	Saint-David-de-l'Auberivière	810
Secteur 23:	Saint-Romuald-d'Etchemin	860
	Charny	960
Secteur 24:	Saint-Nicolas	970
	Bernières	1 040
	Saint-Rédempteur	800
Autres municipalités:	Saint-Etienne (village)	524.25
	Saint-Etienne (à l'extérieur du village)	354.75
	Sainte-Hélène-de-Breakeyville	730
	Saint-Jean-Chrysostome	780

Source: SCHL et municipalités.

2.2.2 Le développement industriel

Ainsi, l'espace réservé à l'industrie s'est multiplié au cours des dernières années. Si les parcs industriels plus anciens sont pleinement occupés, les nouvelles zones et parcs industriels qui se sont ouverts avec la construction du réseau autoroutier le sont plus faiblement.

TABLEAU 21

ESPACE INDUSTRIEL DANS L'AGGLOMERATION DE QUEBEC
(en hectares)

	SUPERFICIE DISPONIBLE			SUPERFICIE OCCUPEE			SUPERFICIE VACANTE		
	Total	Parcs	Zones	Total	Parcs	Zones	Total	Parcs	Zones
Rive nord[1] (CUQ)	2 396	1 309	1 087	1 060	538	522	1 335(56%)	770 (58%)	565 (52%)
Rive sud[2] (Comté de Lévis)	3 285	337	2 948	1 571	157	1 415	1 713(52%)	180 (53%)	1 533 (52%)
Total	5 681	1 646	4 035	2 631	695	1 937	3 048(54%)	950 (58%)	2 098 (52%)

Seulement 56% de l'espace industriel de la rive nord est occupé et la rive sud a plus de 1 700 hectares disponibles, soit autant que la rive nord. Ces espaces résultent pour la plupart de l'adoption de règlements de zonage anticipant la venue de projets qui furent abandonnés par la suite.

Source: 1. Clairet, Gabriel. Les espaces industriels, Schéma d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, Annexe technique.

2. REDMA et PLURAM. Etude de cadrage des espaces industriels. Rive sud de Québec.

L'espace ne manque donc pas. Cependant, chaque municipalité jouissant d'un minimum de raccordement au réseau autoroutier songera à se doter d'une zone industrielle. De même, lorsqu'on discute de l'implantation de projets importants, on semble manquer de terrains et être à la recherche d'un site potentiel. En effet, plusieurs sites actuels sont mal localisés et ne tiennent parfois pas compte des conditions topographiques ou autres du milieu.

Compte tenu du faible dynamisme de l'industrie dans la région et malgré les projets annoncés, on assistera donc vraisemblablement à un changement d'affectation de ces zones industrielles (surtout sur la rive sud) et à la création de nouveaux parcs industriels. Ces espaces seront sans doute choisis cette fois dans un contexte plus régional. Ainsi, les projets qui intéressent toute la région pourront se localiser sur la rive sud où les possiblités sont meilleures. C'est le cas notamment de la création d'une zone industrialo-portuaire dans le prolongement des chantiers maritimes de Lauzon.

Actuellement, à cause de critères "environnementaux" (pollution et contraintes), on semble vouloir favoriser l'est de l'agglomération et notamment, la rive sud. Ceci confirme l'intégration de la rive sud aux objectifs de développement de l'agglomération de Québec, la poursuite du mouvement de déconcentration industrielle et le rôle de pôle d'emplois de Lévis - Lauzon au niveau régional.

La rive sud compte actuellement 8 800[1] emplois industriels répartis dans les entreprises manufacturières et non manufacturières. La population active se concentre plus fortement que sur la rive nord dans cette branche d'activités. Une partie de ces emplois est cependant occupée par des actifs de la rive nord.

---

1. Source: Etude de cadrage des espaces industriels, Rive sud de Québec et Annexe technique du schéma d'aménagement de la communauté urbaine de Québec, les espaces industriels.

Avant 1962, 5 100 de ces emplois existaient déjà. Plus de 2 600 furent créés entre 1962 et 1970 et à peine 1 100 depuis 1970. Ces derniers emplois se localisèrent un peu partout sur la rive sud et en nombre légèrement plus supérieur à l'ouest. Les municipalités de Bernières et Saint-Nicolas qui ne comptaient pratiquement pas d'emplois dans ce secteur avant 1970 en ont maintenant près de 660 et ce, malgré que la zone industrielle de Bernières ne soit pas équipée d'infrastructures de services.

La rive sud possède donc un certain dynamisme sur le plan industriel et celui-ci date d'avant l'ouverture du pont Pierre-Laporte. Elle semble se spécialiser dans les entreprises exigeant de grandes surfaces (le prix des terrains y est très bas), d'où la quantité un peu surprenante d'espaces industriels comparativement à sa population.

Au niveau industriel, les deux pôles actuels de la rive sud sont Lauzon (3 340 emplois) et Saint-Romuald-d'Etchemin (2 840 emplois) qui accaparent les trois quarts de l'emploi. Il existe aussi une pression pour la création d'un troisième pôle à Bernières avec la zone industrielle du pont Pierre Laporte.

Sur la rive nord, il y a le pôle formé par le port de Québec et la rivière Saint-Charles qui, avec ses 8 000 emplois, constitue l'occupation industrielle la plus ancienne. Avec le temps, la localisation s'est effectuée en direction ouest et l'axe immédiat du boulevard Charest totalise maintenant plus de 13 000 emplois. Le reste de l'emploi de la rive nord (le tiers environ) se répartit dans des zones ou parcs industriels et dans des sites isolés disséminés un peu partout.

Les premières installations industrielles à l'embouchure de la rivière Saint-Charles s'appuyèrent sur le port. Un mouvement de relocalisation de ces entreprises s'opère actuellement. Les projets de rénovation et de construction domiciliaires élaborés depuis quelque temps déjà (projet Kabir Kouba, etc.) accentueront cette tendance.

Ces relocalisations pourront se faire soit dans l'axe ouest qui jouit d'une certaine popularité ou encore dans le parc industriel que la CUQ aménage actuellement à Beauport. Quoi qu'il en soit, il est assez difficile de prédire les localisations que choisiront les entreprises.

Si les espaces industriels sont dispersés à travers l'agglomération et même carrément en dehors du tissu urbain, les emplois industriels peuvent cependant se concentrer dans des pôles ou suivant des axes précis. La majorité de ces emplois se rattachent à de petites entreprises dont l'implantation est très ancienne. Avec le temps, elles se sont vues entourées par le développement résidentiel. Si une expansion devient nécessaire, il est fort possible que l'on choisisse les nombreux espaces vacants en dehors du tissu urbanisé.

La concurrence entre les municipalités qui cherchent chacune à mousser leurs propres espaces, les prix différents et l'égalité des sites par rapport aux structures d'accueil et à l'accessibilité vont jouer dans le sens de l'éparpillement des emplois industriels.

2.3 LES OBJECTIFS D'UNE INTERVENTION VOLONTAIRE DU DEVELOPPEMENT

Pour structurer et orienter ces tendances spontanées du développement, des objectifs de planification furent fixés. Ceux-ci se concentrent sur deux thèmes: les objectifs régionaux de développement économique et social et les objectifs concernant l'organisation spatiale des activités.

2.3.1 Les objectifs régionaux de développement économique et social

Sous ce titre, on peut regrouper les objectifs définis par l'étude de cadrage et ultérieurement par l'OPDQ, dans le cadre de son schéma d'aménagement de la zone spéciale de Québec.

Le premier objectif vise à intégrer la zone métropolitaine de Québec aux réseaux d'échanges nord-américains. Située en tête de ligne de l'axe Windsor — Québec, la région se trouve dans une position relative d'isolement par rapport aux échanges économiques. Les fonctions tertiaires supérieures se concentrant et se déplaçant toujours plus à l'ouest, dans le sens Montréal — Toronto, Québec risque même de perdre son rôle de centre de services pour les fonctions résiduelles par rapport à sa zone d'influence. Le glissement administratif vers Montréal et le mouvement de décentralisation gouvernementale qui s'amorce ne contribueront certes pas au maintien de Québec comme seul pôle d'importance à l'est de Montréal.

Les intentions gouvernementales visent donc à inclure la région à l'espace économique délimité par les courants d'échanges, en la rattachant à l'axe de développement du centre du pays. Ceci implique la reconnaissance du rôle important joué par l'aéroport de Québec et la concrétisation rapide par le gouvernement fédéral du plan de développement de l'aéroport. Même si les retombées économiques de ce type d'infrastructure sont faibles, le niveau des équipements (pistes, aérogare) doit être suffisant pour offrir une qualité de service permettant à

l'aéroport d'être le support essentiel des échanges qui s'instaureront. Dans le même sens, le projet de liaison ferroviaire dans l'axe Windsor — Toronto — Montréal — Québec, où le corridor Montréal — Québec servira de projet pilote, apparaît significatif. C'est la seule intervention qui milite dans le sens d'un prolongement de l'axe économique canadien vers l'est plutôt que vers l'ouest. L'ouverture de l'autoroute 40 qui reliera Québec à Montréal par la rive nord jouera elle aussi dans le sens de la constitution d'un axe québécois pouvant contrebalancer le poids exclusif de Montréal comme pôle de développement.

Mais la situation périphérique de Québec oblige la région à une intervention volontaire qui va au-delà de l'attente des retombées d'une intégration dans un axe convergeant vers "le pôle" économique dynamique. Elle doit tirer parti de ses possibilités.

Le port de Québec constitue en ce sens le secteur d'intervention choisi pour catalyser les avantages de la région. L'OPDQ considère le port comme l'élément moteur le plus important pour le développement économique de la région. Différents projets s'élaborent autour d'une intervention volontariste de l'aménagement du port de Québec.

Les battures de Beauport étant en partie déjà aménagées et occupées, on conserve la vocation de ces terrains en y adjoignant 78 hectares pour l'expansion des activités liées au trafic portuaire ou pour des activités non polluantes qui ne pourraient se localiser ailleurs. Cet espace industriel totaliserait donc 182 hectares consacrés surtout au stockage de vrac liquide.

Les activités industrielles vraiment entraînantes devraient se localiser sur la rive sud dans le prolongement des chantiers maritimes de Lauzon. L'OPDQ projette donc "dans le cadre de cette intervention volontaire" l'aménagement d'installations portuaires sur la rive sud (cale sèche, convoyeur, quai, rame d'un terminal méthanier, etc.). Dans l'espace actuel du parc industriel de Lauzon, se localiseront une usine de regazéification et diverses autres industries de vrac solide qui bénéficieraient de ces installations.

La rive sud constitue donc le lieu privilégié de cette intervention. Dans cette optique, le site de Lauzon et celui de Saint-Romuald deviennent les pôles récepteurs du développement industriel de la région de Québec.

Se greffant sur la rive sud, à proximité du parc industriel de Lauzon, le projet de lien interrive dans l'axe Orléans est perçu dans ce contexte comme une infrastructure nécessaire. La création d'une zone industrialo-portuaire impliquant la mise en place d'un stock important d'emplois et parallèlement d'un développement résidentiel, la construction de cet équipement se justifie pour l'OPDQ. L'axe Orléans en étendant le rayon d'action de l'agglomération de Québec vers l'est permettra d'inclure dans sa zone d'influence les petits centres de services de l'arrière-pays, comme Montmagny, qui sont actuellement isolés.

2.3.2 Les objectifs de l'organisation spatiale

La Commission d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec désirant améliorer la qualité de l'environnement urbain et la qualité de la vie choisit elle aussi une intervention volontaire. Pour structurer le développement, elle propose un cadre ou un concept d'aménagement, celui d'un centre-ville et des centres secondaires. "Axée sur des pôles d'activités (centres) autour desquels gravitent des zones d'influence (zones résidentielles), cette structuration favorise l'implantation intensive en ces centres des équipements et services urbains requis (emplois, loisirs, commerces)"[1]. Ce concept vise à consolider l'urbanisation autour de noyaux (centres secondaires) assurant les services les plus courants. Par opposition, le centre-ville regrouperait les activités et les équipements urbains les plus spécialisés. On vise d'une part

---

1. Commission d'aménagement de la communauté urbaine de Québec, Schéma d'aménagement de la communauté urbaine de Québec, 2- Le Concept, p. 18.

à consolider le centre-ville et sa zone d'influence (en renforçant la fonction résidentielle et en cherchant à promouvoir le maintien des fonctions centrales) et d'autre part, à y réduire la congestion (en adoptant une politique de déconcentration de l'emploi en faveur des centres secondaires et en accordant la priorité au transport en commun).

Compte tenu de la tendance actuelle vers un étalement en tache d'huile, ce concept sera difficilement réalisable. Il s'appuie sur l'état actuel du tissu urbain et sur les prévisions de croissance, mais cette vision s'oppose au morcellement des décisions et au manque de conscience régionale des municipalités impliquées. Pour concrétiser celui-ci, il faudrait en effet que la croissance de la population et des emplois se localise presque exclusivement dans les centres secondaires de Sainte-Foy, Lebourgneuf, Beauport et Lévis ou dans leur zone d'influence.

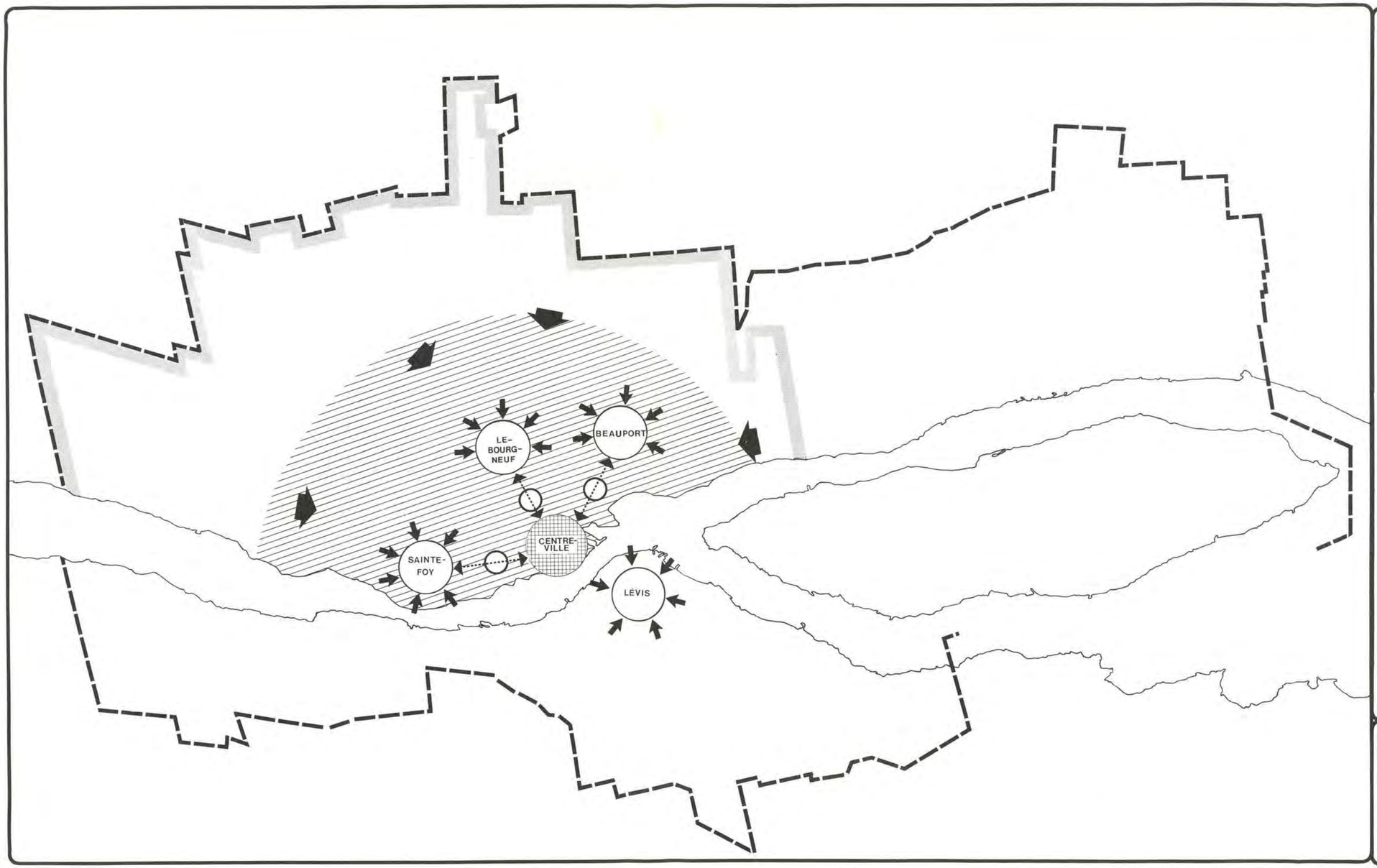
Ceci implique que la construction de nouveaux logements (si on veut que la répartition spatiale de celle-ci se fasse suivant les prévisions de la C.A.C.U.Q. qui espère une égale distribution de ceux-ci dans les zones du centre, de l'ouest, du nord et de l'est), se fasse non de façon dispersée ou à l'extérieur du périmètre déjà urbanisé, mais suivant un ordre à la fois spatial et temporel. La politique d'intervention par rapport aux centres secondaires vise en effet à consolider à court terme le centre de Sainte-Foy, à créer à moyen terme le centre secondaire Lebourgneuf et à long terme un centre secondaire dans la zone est, sur la côte de Beauport.

Par rapport à la forme actuelle de développement qu'il qualifie de "sporadique" et de "à basse densité", les priorités du schéma d'aménagement sont:

> "tendre à un équilibre des fonctions urbaines, éviter le gaspillage par l'utilisation et l'amélioration de l'existant, atteindre à une densification plus soutenue du tissu urbain de façon à restreindre le dispersement et

Le lien rive nord–rive sud

CONCEPT D'AMÉNAGEMENT PROPOSÉ PAR LA C.A.C.U.Q. POUR L'AGGLOMÉRATION DE QUÉBEC



- Limite de la zone à l'étude
- Limite de la Communauté urbaine de Québec
- Centre-ville principal
- Centres secondaires
- Centres intermédiaires existants
- Relations
- Attraction environnante
- Attraction extérieure
- Aire d'implantation prioritaire

Source : Schéma d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec, 1975

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

N

Avril 1979

0 2 km

CARTE 16

> assurer un meilleur usage des équipements en place ou prévus, favoriser l'implantation d'habitations dans la trame existante, assurer la conservation d'espaces verts, etc."[1]

A partir de la compilation des projets connus et des espaces à potentiel de développement domiciliaire, la C.A.C.U.Q. en arrive à assigner à chacune de ses sept (7) zones d'étude, un nombre fixe de logements et ce, à l'intérieur d'une aire d'implantation prioritaire.

Le choix de ce concept d'organisation de l'espace a des conséquences sur la planification du réseau de transport. En effet,

> "chaque schéma d'utilisation des sols fait apparaître des besoins spécifiques de transports, crée un équilibre particulier entre les modes de transport et l'existence d'une structure des services de transport englobant une diversité de modes, agit en retour et influe par conséquent sur le schéma d'utilisation des sols".[2]

La Conférence européenne des ministres des transports reconnaît que la ville à centres multiples, par opposition à la ville à centre unique, est une formule porteuse de promesses. Au niveau des déplacements, le principe des points de transbordement (centres secondaires) permet une intensité d'échanges le long de couloirs ou d'axes. De même, l'existence de centres intermédiaires exerçant une attraction sur un bassin résidentiel environnant permet de canaliser plusieurs fonctions urbaines. Ces centres secondaires deviennent autant de destinations possibles aux déplacements et la longueur de ceux-ci diminue puisque ces centres sont intégrés à l'agglomération de façon à desservir la portion de territoire située à proximité d'eux.

---

1. Jean F. Turcotte. Habitation. Annexe technique au schéma d'aménagement de la CUQ, 2- Le Concept, p. 122.
2. Centre de recherches économiques, op. cit. p. 46.

La C.A.C.U.Q. est d'ailleurs bien consciente de son choix sur l'option de transport:

> "Un plan de transport devrait comporter les éléments de politique suivants: l'établissement d'un réseau de transport intégré, qui tienne compte de la structure urbaine actuelle et de la structure proposée par le concept d'aménagement; la priorité accordée au transport en commun; la complémentarité des modes de transport, par une intégration de l'auto et du transport en commun en des points inter-modaux; une juste répartition des investissements entre les diverses composantes du système de transports et une réévaluation constante du plan."[1]

L'équipe de planification propose de limiter la construction de routes et d'autoroutes aux raccordements essentiels, d'éviter que les routes ne créent des barrières physiques dans le tissu urbain et de réévaluer certains projets comme l'autoroute du Vallon, le prolongement de l'autoroute Duplessis et du boulevard Laurentien. La C.A.C.U.Q. estime que la construction d'un lien routier rive nord - rive sud devrait être reportée au XXIe siècle et ne devrait, en aucun cas, se localiser au coeur de l'agglomération. Dans le même sens, Jean Cimon, ex-président de cet organisme, affirme qu'il serait peut-être utile, à long terme, de compléter la ceinture périphérique des autoroutes existantes qui entoure, de façon incomplète, l'agglomération urbaine.

> "Il manque encore un anneau à l'est, c'est-à-dire l'absence d'un lien entre l'extrémité nord-est de l'autoroute de la Capitale sur la Rive nord et l'autoroute Transcanadienne au sud-est, sur la Rive nord, via l'île d'Orléans, sous réserve d'un aménagement soigné et discret. Cet anneau routier (pont-tunnel, etc.) identifié comme l' "axe Orléans" par le ministère des Transports du Québec, protégerait le Vieux-Québec contre la circulation de transit, réunirait les côtes urbanisées de Beauport et Lauzon et assurerait un meilleur équilibre entre l'est et l'ouest du territoire de la Communauté urbaine de Québec."[2]

---

1. C.A.C.U.Q., 2- Le Concept, op. cit., p. 29.

2. C.A.C.U.Q., op. cit. p. xii.

Le pôle secondaire de Beauport, contrairement aux pôles de Sainte-Foy, Québec et Lévis, sera à construire totalement. Son choix, à l'est, vise précisément à équilibrer l'agglomération dont le développement s'effectue majoritairement à l'ouest. Sa création, prévue après 1986, s'inscrit aussi dans le contexte des objectifs de planification économique qui prévoient le développement de l'est de l'agglomération, notamment sur la rive sud.

Pour ne pas induire trop tôt une croissance qu'on préfère voir se localiser à Sainte-Foy et à Le Bourgneuf, l'axe Orléans doit donc être construit dans un avenir lointain, en tout cas, après 1986. Il s'inscrit dans un programme de restructuration de l'infrastructure régionale qui devrait appuyer ce concept d'organisation spatiale. Il constitue pour la C.A.C.U.Q. l'axe économique à créer entre le pôle de Beauport et celui de la rive sud à Lévis.

L' OPDQ, dont le schéma d'aménagement de la zone spéciale de Québec doit paraître bientôt, reconnaît que les problèmes majeurs sont le développement en tache d'huile et la trop grande concentration d'emplois. Son schéma s'appuie donc sur les grandes orientations de la C.A.C.U.Q., mais a un impact beaucoup plus grand puisqu'il englobe toute l'agglomération et intègre à ce titre la rive sud. C'est une chose que ne pouvait faire la C.A.C.U.Q. dont le mandat, rattaché aux limites administratives de la communauté urbaine de Québec, ne concernait que la rive nord.

L' OPDQ ajoute au concept un centre-ville, des centres secondaires, la définition d'un périmètre urbain. On espère freiner l'urbanisation incontrôlée et orienter le développement résidentiel vers ces centres secondaires et le tissu déjà urbanisé. Le schéma insiste de plus sur l'aspect économique (implantation industrielle en priorité sur la rive sud à Saint-Romuald-d'Etchemin et à Lauzon) et récréatif (choix de parcs et d'espaces verts à Sainte-Foy, Loretteville, Beauport et aménagement de la rivière Saint-Charles). L'objectif principal sur

le plan spatial est de resserrer la trame urbaine le plus possible d'ici 1990, horizon retenu par le schéma.

La loi 90

Cette idée de délimiter un périmètre urbain intéresse aussi le ministère des Affaires municipales et celui de l'Agriculture. Le premier, devant subventionner le développement survenant dans les petites municipalités rurales, se préoccupe de l'éparpillement urbain et de la rentabilité des équipements mis en place. Le second, devant l'envahissement de l'urbanisation sur les bonnes terres agricoles, tente depuis longtemps d'instaurer des mécanismes pour protéger l'activité agricole dans la vallée du Saint-Laurent où se concentre la majorité de la population de la province de Québec.

Devant la difficulté de délimiter l'urbanisation, ce sont finalement les zones agricoles que l'on délimitera. La Loi sur la protection du territoire agricole, adoptée en septembre 1978, vise précisément à interdire à l'intérieur d'une aire protégée ou zone agricole toute autre activité que celle de l'agriculture. Des demandes de dérogations pourront certes être adressées par les municipalités et les ministères ou organismes publics à la Commission de protection du territoire agricole du Québec ou au gouvernement. Cependant, cette loi prévaudra sur toutes les autres dispositions concernant l'aménagement et les demandeurs verront leur projet évalué selon l'effet de celui-ci sur le développement économique régional (disponibilité d'emplacements,etc.) et la préservation du sol agricole (conditions biophysiques du sol, possibilité d'utilisation du sol à des fins d'agriculture, homogénéité de la communauté et de l'exploitation agricole, etc.).

Il est difficile de prévoir les conditions d'application de cette loi. Néanmoins, celle-ci risque de modifier sérieusement les tendances du développement urbain, selon le résultat des négociations qui

s'instaureront entre les municipalités et la Commission sur la délimitation de leur périmètre urbain et de leur zone agricole permanente. A toutes fins pratiques, l'instauration de cette loi signifie la fin du lotissement sur des terrains agricoles et le retour à l'agriculture des terrains laissés en friche et sous spéculation.

La majeure partie des municipalités de la zone à l'étude (surtout sur la rive sud) faisant partie de la région agricole désignée, le projet de l'axe Orléans est concerné par ceci et aura éventuellement, si la construction est permise, un impact différent de celui que l'on peut anticiper, compte tenu du contexte actuel où aucun des objectifs d'intervention volontaire n'a force de loi malgré son intérêt.

En effet, la poursuite des tendances passées risque de coûter fort cher à la collectivité. L'éparpillement et la sous-utilisation des infrastructures en place sont, dans une certaine mesure, cautionnés à la fois par le ministère des Transports et le ministère des Affaires municipales. L'un,en construisant un réseau de transport allant parfois au-delà de la demande (surtout en périphérie) ouvre à l'urbanisation des terrains situés même en milieu rural. L'autre,en subventionnant précisément ces petites municipalités, par le biais de ses programmes d'aide à la construction des réseaux d'aqueduc et d'égout, permet un développement résidentiel plus économique, à court terme, qu'en milieu bâti.

Ce manque de concertation incite les municipalités à profiter de ces ouvertures et à céder aux pressions de développeurs conscients de ces avantages auprès des ménages en quête d'un site pour se loger.

A plus long terme, l'impact de ces actions se fait sentir chez tous les intervenants. D'abord,auprès des municipalités et du ministère des Affaires municipales qui ont investi dans des équipements qui seront sous-utilisés à cause de la multitude des localisations possibles, puis auprès du ministère des Transports qui devra répondre à la demande de déplacements engendrée par ces nouveaux développements. L'exemple du pont

Pierre Laporte illustre bien ces phénomènes, tout en nous faisant pressentir l'impact que pourrait avoir la construction de l'axe Orléans, indépendamment de l'adoption de la loi 90 ou du projet de loi 125[1] déposé en décembre 1978 à l'Assemblée nationale.

---

1. Projet de loi sur l'urbanisme et l'aménagement du territoire.

CHAPITRE III

IMPACT DU PONT PIERRE-LAPORTE

CHAPITRE III

IMPACT DU PONT PIERRE LAPORTE

Ouvert il y a huit ans à peine, le pont Pierre Laporte a déjà eu divers impacts. Les plus importants se situent au niveau de l'affectation du territoire ainsi ouvert à l'urbanisation. Ainsi, on peut observer une mutation rapide du caractère et du type de développement des secteurs limitrophes sur la rive sud. Ces changements entraînent à leur tour une série de modifications sur l'ensemble de services à offrir à la population, dont le transport.

On peut énumérer ainsi les éléments de cette chaîne d'impacts:

- augmentation de l'accessibilité des secteurs de la rive sud voisins du pont Pierre Laporte;
- changement au niveau de l'affectation des sols et du règlement de zonage;
- lotissement et construction de plusieurs maisons individuelles;
- augmentation rapide de la population;
- implantation des services commerciaux devant desservir cette population;
- demande de services municipaux compatibles avec cette nouvelle clientèle;
- adaptation de la municipalité à ces besoins et augmentation rapide des investissements nécessaires;
- saturation plus rapide des réseaux de transport dont le pont Pierre-Laporte;
- etc.

3.1 IMPACT AU NIVEAU MUNICIPAL

Dans les années soixante, les municipalités de la rive sud possédaient encore un caractère rural. Celui-ci, passé la hauteur de l'autoroute 20, dominait nettement l'activité urbaine observable surtout pour la partie est. Le pont de Québec existait depuis plusieurs années, mais n'avait joué qu'un rôle de liaison interrégionale.

Graduellement, l'urbanisation progresse cependant sur la rive nord à la faveur de l'accessibilité procurée par les artères principales est-ouest en direction du pont de Québec. Même si le développement urbain a maintenant atteint cette hauteur, la saturation excessive du pont ne permet pas à l'urbanisation de franchir le fleuve. S'ajoutent à ceci la disponibilité de terrains et la préférence des gens à choisir la rive nord au profit de la rive sud comme lieu de résidence.

L'ouverture de l'autoroute 20 et du pont Pierre-Laporte en rendant accessibles des terrains dont le prix est inférieur à ceux de la rive nord permet à ces municipalités de connaître un développement rapide de leur population. Ce phénomène modifie cependant de façon draconienne leur vocation. Concrètement, l'impact se fera sentir au niveau des variables suivantes:

1° nombre et superficie des fermes

2° population

3° finances municipales

4° utilisation du sol

5° capacité du réseau d'aqueduc et d'égout.

3.1.1 Nombre et superficie des fermes

On peut analyser cette variable pour tout le comté de Lévis et voir par comparaison les différences existant entre les municipalités.

Ainsi, on constate que le comté de Lévis n'a pas échappé au courant général qui caractérise l'agriculture de la province de Québec. Entre 1961 et 1966, le nombre de fermes est passé de 874 à 742, puis à 582 en 1971. La superficie agricole a elle aussi diminué, passant de 43 950 hectares à 36 880 hectares, puis à 31 970 hectares. Il se produit graduellement une élimination des petites fermes non rentables. De façon générale, et surtout à Saint-Nicolas et à Saint-Louis-de-Pintendre, le processus d'abandon a été beaucoup plus rapide pendant la période de 1966 à 1971 que pendant celle de 1961 à 1966. A l'intérieur de cette évolution, il est extrêmement difficile d'isoler le rôle qu'a pu jouer la construction et l'ouverture de l'autoroute 20 qui remonte à 1968.

Durant la période[1] de 1971 à 1976, on constate que le nombre de fermes diminue dans une proportion moindre et que la superficie agricole se stabilise. La tendance est plutôt à l'augmentation de la superficie moyenne de la ferme (137 à 156 acres ou 55 à 63 hectares). Seules les municipalités de Saint-Etienne et de Saint-Lambert-de-Lauzon, situées dans l'axe du pont Pierre-Laporte, mais plus au sud, derrière Saint-Nicolas et Bernières, subissent une diminution importante de leur superficie agricole.

Le comté de Lévis n'a finalement perdu entre 1971 et 1976 que 43 fermes et 3 100 acres (1 255 hectares) de terres agricoles. Ce qui est peu comparativement aux périodes antérieures. On est donc amené à conclure que le processus de transformation des terres agricoles était amorcé avant l'ouverture du pont Pierre-Laporte. Il s'agit davantage

---

1. La définition de la ferme de recensement diffère en 1976 de celle établie durant les années antérieures et rend obligatoire l'analyse en deux périodes distinctes.

TABLEAU 22

EVOLUTION DE L'AGRICULTURE (COMTE DE LEVIS)

	NOMBRE DE FERMES[1]			SUPERFICIE DE LA TERRE AGRICOLE (acres)			SUPERFICIE EN CULTURE (acres)		
	1961	1966	1971	1961	1966	1971	1961	1966	1971
Saint-Nicolas	59	53	31	7 402	6 382	4 316	3 154	2 942	1 941
Bernières	80	72	58	11 813	9 436	8 083	4 425	4 105	2 911
Saint-Rédempteur									
Saint-Etienne	50	46	31	7 393	6 926	5 573	2 239	2 139	1 625
Saint-Lambert-de-Lauzon	134	116	96	21 028	17 353	14 118	5 207	5 938	5 736
Saint-Romuald-d'Etchemin	10	—	—	827	—	—	418	—	—
Charny									
Saint-Jean-Chrysostome	127	104	83	14 416	11 162	9 352	5 978	4 575	4 470
Sainte-Hélène de Breakeyville	—	6	—	—	662	—	—	319	—
Lévis									
Saint-David-de-l'Auberivière	14	—	—	907	—	—	533	—	—
Saint-Louis-de-Pintendre	98	88	57	9 464	9 078	6 903	4 916	4 370	3 679
Saint-Henri-de-Lauzon	127	101	80	15 164	12 889	11 347	6 649	6 529	5 219
Saint-Henri									
Rivière-Boyer	107	96	100	12 274	11 270	12 522	6 359	6 313	5 863
Lauzon	—	20	15	—	1 890	1 879	—	851	795
Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	68	40	31	7 912	4 141	4 885	3 573	2 353	1 594
TOTAL	874	742	582	108 600	91 189	78 978	43 451	40 434	33 833

1. D'après Statistique Canada, une ferme est une "Exploitation agricole d'une acre ou plus dont les ventes de produits agricoles au cours des douze derniers mois se sont élevées à $50 ou plus".

TABLEAU 23

EVOLUTION DE L'AGRICULTURE (COMTE DE LEVIS)

	NOMBRE DE FERMES[1]		SUPERFICIE (acres)	
	1971	1976	1971	1976
Saint-Nicolas	25	24	3 747	4 048
Bernières	42	33	6 920	6 901
Saint-Rédempteur	—	—	—	—
Saint-Lambert-de-Lauzon	70	62	11 252	10 141
Saint-Etienne	28	22	5 046	3 532
Saint-Romuald-d'Etchemin	—	—	—	—
Charny	—	—	—	—
Saint-Jean-Chrysostome	54	51	7 235	7 430
Sainte-Hélène-de-Breakeyville	—	—	—	—
Lévis	26	24	3 557	2 915
Saint-David-de-l'Auberivière	—	—	—	—
Saint-Louis-de-Pintendre	42	33	5 587	5 063
Saint-Henri-de-Lauzon	—	—	—	—
Saint-Henri	69	63	10 222	10 369
Rivière-Boyer	88	84	11 730	11 786
Lauzon	—	—	—	—
Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	19	24	3 259	3 239
Total	463	420	68 555	65 424

1. D'après Statistique Canada, une ferme est une "Exploitation agricole d'une acre ou plus dont les ventes de produits agricoles en 1975 se sont élevées à $1 200 ou plus".

de l'influence d'un mouvement qu'on peut constater dans toute l'agriculture québécoise et accentué par l'ouverture de l'autoroute 20. On peut aussi penser que la spéculation a précédé l'ouverture du pont Pierre-Laporte et l'urbanisation, puisque la construction de celui-ci dura neuf ans.

3.1.2. Population

Ceci semble plausible, puisque l'influence de l'augmentation de l'accessibilité, suite à l'ouverture du pont Pierre-Laporte, s'est faite sentir immédiatement sur la rive sud.

En 1976, soit cinq ans à peine après son ouverture, celui-ci a déjà amené sur la rive sud un développement se traduisant par un apport supplémentaire et non prévu de 5 000 habitants. Entre 1966 et 1971, la rive sud en général reçoit 10% de l'accroissement de la population de toute la zone à l'étude. Entre 1971 et 1976, la rive sud reçoit 25% de cette augmentation qui se localise en presque totalité près du pont Pierre Laporte.

TABLEAU 24

EVOLUTION DE LA POPULATION

				ACCROISSEMENT ANNUEL (TAUX COMPOSE)	
	1966	1971	1976	1966-1971	1971-1976
Saint-Nicolas	1 635	1 975	3 729	3,8 %	13,5 %
Bernières	1 109	1 140	2 442	0,5 %	16,4 %
Saint-Rédempteur	1 287	1 652	3 031	5,1 %	12,9 %
St-Jean-Chrysostôme	1 633	1 905	3 606	3,1 %	13,6 %
Saint-Romuald	7 375	8 394	9 160	2,6 %	1,8 %
Charny	4 762	5 175	6 416	1,7 %	4,4 %
Zone d'étude	449 489	492 657	530 185	1,8%	1,5 %

Curieusement, ces nouveaux habitants ne vont pas s'installer dans les noyaux urbains existants (Charny, Saint-Romuald-d'Etchemin), mais dans les municipalités à caractère plus rural: Saint-Nicolas, Bernières, Saint-Rédempteur et Saint-Jean-Chrysostôme. Le contraste est frappant entre les deux périodes, 1966 à 1971 et 1971 à 1976. Alors que le taux composé d'accroissement annuel variait de 0,5% à 5,1%, il se situe maintenant entre 12,9% et 16,4% et entre 1,8% et 4,4% pour Saint-Romuald et Charny. L'accessibilité étant égale, on aurait pu s'attendre que les municipalités déjà existantes et bien organisées attirent la majorité de cette population, ce qui ne fut pas le cas.

Le pont Pierre-Laporte aura donc soustrait à la rive nord une part importante de sa croissance démographique et entraîné à l'ouest de la rive sud l'urbanisation de municipalités rurales non préparées à cette affluence et ce, malgré la présence voisine de noyaux urbains mieux structurés pour cet accueil.

Au départ, les lotisseurs sont surtout attirés par un terrain à bas prix, puisque non urbain, et les futurs propriétaires sont tentés par la proximité de terrains à "bon marché" et par des taxes municipales plus basses que celles d'autres municipalités présentant une situation comparable. En effet, sur la rive nord, l'expansion urbaine dans l'axe ouest a amplement dépassé la hauteur du pont Laporte, les terrains y sont chers et les taxes plus élevées qu'ailleurs. L'acheteur éventuel préfère donc "traverser". En ajoutant cinq minutes à son trajet, il accède à un vaste choix de localisation. Aujourd'hui encore, malgré la pression de la demande et la plus-value engendrée par l'accessibilité, la SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de logement) évalue le prix moyen des terrains de la rive nord à \$0,75 le pied carré et ceux de la rive sud à \$0,55 (\$8./m^2 et \$5,90/m^2).

Pour de petites municipalités de cet ordre le fait de doubler de population en quelques années pose de sérieux problèmes d'adaptation.

3.1.3 Finances municipales

En effet, l'importance des infrastructures à mettre en place (réseau routier local, réseau d'aqueduc et d'égout) ébranle la capacité financière de ces municipalités. De plus, les nouveaux venus étant d'anciens urbains, ceux-ci exigent de ce milieu rural la même qualité de services qu'en milieu urbain.

Les municipalités doivent donc emprunter des sommes plus importantes non compensées par une augmentation correspondante de leur évaluation imposable.

Cette évaluation croît à un rythme rapide (elle s'est multipliée par trois et par quatre) puisque la construction de nouveaux logements dépasse largement celle des années antérieures. Cependant, les investissements nécessaires impliquent la constitution d'une dette à long terme. Si on analyse le rapport (établi en pourcentage) de cette dette sur l'évaluation imposable uniformisée, on constate l'évolution à la hausse de ce rapport vers le seuil critique de 15% , considéré comme point limite de la marge de manoeuvre d'une municipalité.

Malgré l'attribution de subventions importantes, les municipalités de Saint-Nicolas, Bernières, Saint-Rédempteur, Saint-Etienne, Saint-Jean-Chrysostome, Sainte-Hélène-de-Breakeyville, Lévis et Lauzon ont subi une augmentation de ce rapport. Deux d'entre elles (Saint-Nicolas et Saint-Jean-Chrysostome) ont à un moment dépassé leur marge de manoeuvre, plaçant ainsi le gouvernement devant un fait accompli et légitimant l'octroi de subventions pour des projets n'entrant pas toujours dans le cadre d'une logique de rationalisation de l'aménagement du territoire.

Même si ces chiffres doivent être interprétés avec circonspection, compte tenu des différences au niveau de la méthode d'évaluation, il n'en demeure pas moins que l'item remboursement de la dette occupe maintenant la part importante des budgets municipaux. Ceci limite donc l'utilisation de leurs ressources vers d'autres secteurs.

TABLEAU 25

DETTE A LONG TERME NETTE EN POURCENTAGE
DE L'EVALUATION IMPOSABLE UNIFORMISEE

	1971	1974	31/12/1977
Saint-Nicolas	13,4 %	15,7 %	10,2 %
Bernières	7,9 %	12,3 %	9,8 %
Saint-Rédempteur	5,3 %	8,7 %	10,9 %
Saint-Etienne	0,5 %	0,5 %	2,9 %
Saint-Romuald-d'Etchemin	6,7 %	6,4 %	6,1 %
Charny	16,6 %	8,6 %	12,1 %
Saint-Jean-Chrysostome	14,0 %	17,8 %	14,3 %
Sainte-Hélène-de-Breakeyville	0,2 %	1,8 %	0,2 %
Saint-David-de-l'Auberivière	15,0 %	10,0 %	11,5 %
Lévis	8,7 %	7,6 %	11,6 %
Saint-Louis-de-Pintendre	8,7	4,0 %	6,2 %
Lauzon	4,5	5,7 %	8,0 %
Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	—	—	—

Source: Service des Finances, ministère de l'Industrie et du Commerce et ministère des Affaires municipales.

3.1.4 Utilisation du sol

Le pont Pierre-Laporte a joué le rôle qu'on attribue généralement aux infrastructures de transport, celui de producteur d'espace. Davantage cependant, (puisque ces terrains étaient déjà accessibles par le vieux pont de Québec) il a transformé le caractère de la rive sud. Celle-ci est désormais partie intégrante de l'agglomération urbaine de Québec au même titre qu'une banlieue de la rive nord.

L'affectation résidentielle est touchée en premier lieu. Les municipalités ayant des superficies moins importantes consacrées à cette fonction sont les plus affectées. Le développement résidentiel se localise ainsi à Saint-Nicolas, Saint-Rédempteur, Bernières, Saint-Jean-Chrysostome, Saint-Etienne et à Saint-Louis-de-Pintendre (excroissance du noyau de Lévis - Lauzon). L'occupation résidentielle la plus importante a même lieu dans les deux municipalités les plus rurales: Saint-Jean-Chrysostome et Saint-Louis-de-Pintendre. On ne peut que voir dans ce phénomène le jeu des promoteurs à la recherche de terrains accessibles à bas prix pour le lotissement et surtout la faiblesse des municipalités devant ces projets. Il est donc important de constater que l'ouverture du pont Pierre-Laporte a amené une urbanisation sur la rive sud, mais encore plus essentiel de noter que cette croissance touche surtout le milieu rural et les municipalités les plus démunies face à l'ampleur des projets.

Durant cette première phase, la fonction industrielle se développe peu comparativement à la fonction résidentielle. Cependant, on peut faire l'hypothèse d'une seconde phase où la fonction industrielle dominera et ce dans des proportions beaucoup plus considérables. Ainsi, l'analyse des projets industriels à travers les programmes et les emprunts demandés par les municipalités concerne plus de 1 100 hectares, soit autant que les trois fonctions, résidentielle, commerciale et industrielle durant les dix années précédentes. Ces projets se localisent à Bernières, Saint-Romuald et Saint-Etienne. Compte tenu des superficies industrielles déjà disponibles sur la rive sud, cela gonfle de façon anormale cette fonction au détriment des autres et notamment de celle consacrée à l'agriculture.

Dans le cas de Saint-Etienne situé au sud de Bernières, cet intérêt se légitime par la double influence du pont Pierre-Laporte et de l'autoroute Robert-Cliche. On peut même penser que l'impact de ces infrastructures majeures se fera sentir toujours plus loin au sud dans les milieux encore ruraux malgré la constitution de nombreux noyaux urbains près du pont Pierre Laporte.

TABLEAU 26

EVOLUTION DES FONCTIONS URBAINES, 1966 - 1976[1]
(COMTE DE LEVIS)

(en hectares)

	1966 - 1976			PROJETE	
	Résidentiel	Commercial	Industriel	Commercial	Industriel
Saint-Nicolas	74,2	6,9	4,1		
Bernières	69,6	14,2	17,4		534,6
Saint-Rédempteur	73,5				
Saint-Etienne	78,6	2,8	3,6		247,7
Saint-Romuald-d'Etchemin	51,6	0,2	177,5		292,2
Charny	68,0	3,1	1,8		
Saint-Jean-Chrysostome	124,2		17,5		
Sainte-Hélène-de-Breakeyville	15,7	1,0	0,9		
Saint-David-de-l'Auberivière	13,4	5,5	26,8		30,7
Lévis	47,4	44,1	2,3		
Saint-Louis-de- Pintendre	108,8	5,9	1,3		
Lauzon	53,3	6,2	2,0	76,8	
Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy		0,8			
TOTAL	778,3	90,7	255,3	76,8	1 105,2

1. Source: Direction générale de l'urbanisme, Ministère des Affaires municipales, 1977.

3.1.5 Capacité du réseau d'aqueduc et d'égout

Beaucoup de municipalités où se construisent ces nouveaux logements n'ont pas de réseau d'aqueduc et d'égout très développé ou n'en ont pas du tout. Il est donc normal que les taxes y soient plus basses que dans les noyaux urbains plus anciens et mieux pourvus en services. Tôt ou tard cependant, devant l'augmentation de sa population, la municipalité doit procéder à des travaux importants et ce, même si les problèmes ne sont pas aussi aigus que celui de l'alimentation en eau potable du secteur Normandie à Saint-Nicolas. Les municipalités réservent une proportion dépassant 55% de leur budget à la réalisation d'infrastructures.

Plusieurs de ces municipalités ont reçu des subventions importantes (Saint-Etienne a déjà reçu $2,5 millions) et par le passé celles-ci n'étaient liées à aucune conformité avec l'orientation du développement urbain. La valeur présente des subventions à recevoir par ces municipalités totalise $7 020 000 dont $1 781 000 par Saint-Etienne et $1 342 000 par Saint-Jean-Chrysostome.

Actuellement, les municipalités du comté de Lévis et celle de Saint-Etienne de Beaumont ont présenté au ministère des Affaires municipales, dans le cadre des programmes PAIRA et LIQUIDATION, des demandes de subventions totalisant $33 764 000. Cette somme est fabuleuse compte tenu de la population concernée et représente le prix à payer pour raccorder ces nouveaux développements aux systèmes d'aqueduc et d'égout existants. Ces investissements sont énormes pour ces petites municipalités et seront difficilement réalisables sans les subventions gouvernementales, à moins de hausser les taxes. Ceci apparaît paradoxal pour celles-ci, leur marque de commerce étant précisément leur bas taux de taxes foncières. Une municipalité ne peut accueillir indéfiniment de population nouvelle sans créer automatiquement des besoins d'autres services. Cette part importante du budget municipal réservée aux infrastructures se fait ainsi au détriment des services communautaires.

TABLEAU 27

DEMANDE DE SUBVENTIONS DANS LE CADRE DU PROGRAMME PAIRA[1]

(Municipalités du comté de Lévis)

		COÛTS
Saint-Henri	Achat réseaux d'aqueduc et d'égout, construction d'un égout pluvial, travaux de voirie, etc.	$ 369 963
Saint-Henri	Aqueduc et égout sanitaire et pluvial, voirie.	2 084 431
Saint-Lambert-de-Lauzon	Construction d'un réseau d'aqueduc avec protection-incendie, réseau d'égout sanitaire.	3 967 000
Sainte-Hélène-de-Breakeyville	Collecteur d'égout, conduite maîtresse aqueduc, construction d'égouts d'orage.	5 459 286
Saint-Louis-de-Pintendre	Aqueduc et égout sanitaire et pluvial, collecteur d'égout, conduite d'amenée d'eau additionnelle, protection-incendie.	1 968 788
Saint-Louis-de-Pintendre	Aqueduc et égout différents secteurs.	2 601 310
Saint-Louis-de-Pintendre	Station de pompage d'égouts sanitaires.	212 200
Saint-Rédempteur	Réfection aqueduc et égout, réseau d'égout pluvial.	1 665 500
Saint-Etienne-de-Beaumont	Réseau d'aqueduc avec protection - incendie, égout sanitaire avec usine d'épuration, réfection de bitumage.	4 179 268

1. Source: Direction générale de l'urbanisme, ministère des Affaires municipales, 1978.

TABLEAU 28

DEMANDE DE SUBVENTIONS DANS LE CADRE DU PROGRAMME LIQUIDATION[1]

(Municipalités du comté de Lévis)

Charny	Agrandissements no. 1 de l'usine de traitement d'eau potable.	$4 814 474
Lévis	Egouts collecteurs.	1 864 064
Saint-David-de-l'Auberivière	Ouvrages égouts collecteurs.	1 962 214
Saint-Nicolas	Réseau régional d'alimentation en eau, usine de filtration.	890 197
Saint-Nicolas	Travaux d'aqueduc, égout sanitaire, égout pluvial rue Baron.	77 993
Saint-Jean-Chrysostome	Construction des collecteurs sanitaires.	1 647 780

1. Source: Direction générale de l'urbanisme, ministère des Affaires municipales, 1978.

De plus, ces surfaces qui seront viabilisées s'opposent dans une certaine mesure à l'existence des terrains viabilisés actuellement disponibles. Le ministère des Affaires municipales estime qu'il existe actuellement plus de 1 680 hectares viabilisés par les collecteurs sanitaires et les conduites d'aqueduc et pouvant être développés par la simple addition de conduites locales. Même si l'urbanisation se fait au rythme des années antérieures, cette superficie actuellement desservie pourra recevoir le développement des douze prochaines années.

La surface qui sera viabilisée et disponible à l'urbanisation par l'addition des conduites d'aqueduc et d'égout prévues par les études régionales sur lesquelles se basent les demandes de subventions, totalisera 3 380 hectares. Cette superficie s'ajouterait donc à celle actuellement existante.

Le pont Pierre-Laporte a donc effectivement ouvert à l'urbanisation tout un territoire. Mais, il faut aussi équiper celui-ci en infrastructures et les investissements en jeu ne correspondent pas au développement anticipé à court terme. De plus, il n'est pas évident que l'urbanisation s'y poursuive avec autant d'intensité, surtout si de nouveaux projets routiers rendent accessibles d'autres secteurs.

Le choix judicieux du moment de construction d'un nouveau lien entre les deux rives n'est donc pas seulement important pour satisfaire à temps une demande en déplacements, mais aussi pour ne pas perturber la rentabilité des investissements dans d'autres secteurs dont celui de l'aménagement.

3.2 IMPACT SUR LES DEPLACEMENTS

La conséquence directe de ces développements urbains et de l'arrivée soudaine d'une population importante sur la rive sud est la hausse des déplacements interrives. Il existe une corrélation certaine entre l'augmentation de la population et celle des déplacements. Aussi, la saturation du pont Pierre-Laporte doit-elle maintenant être analysée non seulement par rapport à la croissance anticipée de la région de Québec, mais par rapport à celle de la rive sud.

3.2.1 Analyse de l'évolution du trafic

De 1961 à 1969, l'évolution du trafic entre les deux rives est assez lente comparativement au taux de 7% observé sur les autres routes provinciales. En effet, même en considérant le trafic véhiculaire utilisant le traversier de Québec - Lévis, le taux d'augmentation annuel moyen n'atteint que 5,9%. Or, durant cette période, la population augmente d'environ 2,4% par année et le taux de motorisation des ménages de 3,2%. Il ne s'agit donc que d'une croissance minimale due à l'évolution de ces deux facteurs.

Le trafic est avant tout interrégional et la rive sud se développe lentement de façon relativement autonome. Les déplacements locaux entre Lévis et Québec s'effectuent par le service de traversiers qui fonctionne à pleine capacité. Les mouvements pendulaires entre la rive sud et la rive nord progressent lentement. Ainsi, le taux d'augmentation moyen de la 30^{e} heure ou heure de pointe sur le pont de Québec n'est que de 2,5% par an, comparativement à 6,4% pour le jour moyen annuel sur le même pont. Le ralentissement de la croissance dû à la saturation affecte surtout la 30^{e} heure qui enregistre une diminution en 1968 et 1969.

TABLEAU 29

DENSITE DE LA CIRCULATION DE 1961 A 1977

Jour moyen annuel

	PONT LAPORTE	PONT DE QUEBEC	TRAVERSIER	GRAND TOTAL	% AUG.
1961	___	18 984	2 196	21 180	___
1962	___	20 958	2 356	23 314	10,1
1963	___	22 132	2 400	24 532	5,2
1964	___	23 592	2 328	25 920	5,7
1965	___	25 245	2 368	27 613	6,9
1966	___	27 059	2 457	29 516	15,8
1967	___	29 609	2 274	31 883	8,0
1968	___	29 995	2 283	32 278	1,2
1969	___	31 284	2 337	33 621	4,2
1970	4 169	28 826	2 318	35 313	5,0
1971	28 996	11 836	1 809	42 641	20,8
1972	34 971	10 848	1 380	47 199	10,7
1973	41 707	10 988	1 114	53 809	14,0
1974	44 944	9 604	558	55 106	2,4
1975	47 543	12 336	937	60 816	10,4
1976	47 745	12 453	1 055	61 253	0,7
1977	52 972	13 160	1 290	67 422	10,1

TABLEAU 30

DENSITE DE LA CIRCULATION, PONT DE QUEBEC ET LAPORTE DE 1961 à 1977

30^{e} heure (heure de base)

	PONT LAPORTE	PONT DE QUEBEC	TOTAL	% AUGMENTATION
1961	____	2 292	2 292	____
1962	____	2 363	2 363	3,1
1963	____	2 477	2 477	4,8
1964	____	2 600	2 600	5,0
1965	____	2 612	2 612	0,5
1966	____	2 672	2 672	2,3
1967	____	2 905	2 905	8,7
1968	____	2 800	2 800	-3,6
1969	____	2 790	2 790	-0,4
1970	2 563	2 700	5 263	88,6
1971	3 377	1 339	4 716	-10,4
1972	4 101	1 270	5 371	13,9
1973	4 655	1 303	5 958	10,9
1974	4 971	1 085	6 056	1,6
1975	5 330	1 480	6 810	12,5
1976	5 282	1 534	6 816	0,1
1977	5 836	1 671	7 507	10,1

La période de 1969 à 1977 se caractérise par un renversement de la tendance antérieure. Le J.M.A. croît de 9,1% par an et la 30^{e} heure, de 13,2% par an. Ces résultats plus élevés doivent être interprétés avec prudence. Outre l'impact (entre 1970 et 1973 environ) des déplacements "induits" par l'ouverture du pont Pierre-Laporte, on observe aussi depuis quatre ans l'alternance d'un taux d'augmentation faible et d'un taux d'augmentation élevé. La période couverte est relativement courte, mais on peut noter une tendance vers la stabilisation et un ralentissement de la croissance du trafic. Le nombre de déplacements "induits", plus important pour la 30^{e} heure, est à mettre en relation avec l'urbanisation de la partie ouest de la rive sud après 1970.

3.2.2 Corrélation entre les déplacements et la population

Nous avons tenté de décrire cette relation en recherchant les droites de régression et la valeur de la corrélation (par période quinquennale et annuelle[1]) entre la population de la zone d'étude élargie[2], celle du comté de Lévis et les déplacements de véhicules entre les deux rives pour le J.M.A. et la 30^{e} heure.

Les résultats obtenus sont relativement satisfaisants. Ainsi, les tests du R^2 varient de .83 à .98 et ceux du F de .001 à .10. Les relations les plus intéressantes concernent les valeurs du J.M.A./population du comté de Lévis par période quinquennale et annuelle et les valeurs du J.M.A./population de la zone et de la 30^{e} heure/population du comté de Lévis par période quinquennale[3].

---

1. Le rencensement ne donnant la population que par période quinquennale, nous avons donc extrapolé le taux d'augmentation annuel à l'intérieur de chaque période quinquennale: $P_i = P_0 (1 + a)^i$.
2. La zone d'étude élargie est la zone d'étude élargie sur la rive sud pour inclure tout le comté de Lévis.
3. Le fait de supposer un taux d'accroissement annuel constant introduit un biais et rend la relation par période annuelle moins intéressante car les données de trafic fluctuent annuellement.

TABLEAU 31

RELATION ENTRE LA POPULATION ET LES DEPLACEMENTS

1. J.M.A. / POPULATION DU COMTE DE LEVIS (PERIODE QUINQUENNALE)

   J.M.A. = -67253.875 + 1.7018 X pop. Lévis

   où R^2 = .98

   et probabilité de l'hypothèse nulle = .01

2. J.M.A. / POPULATION DU COMTE DE LEVIS (PERIODE ANNUELLE)

   J.M.A. = -78972.563 + 7.8932 X pop. Lévis

   où R^2 = .96

   et probabilité de l'hypothèse nulle = .001

3. J.M.A. / POPULATION DE LA ZONE D'ETUDE ELARGIE (PERIODE QUINQUENNALE)

   J.M.A. - -90575.938 + .27207 X pop. zone

   où R^2 = .94

   et probabilité de l'hypothèse nulle = .05

4. 30^e HEURE / POPULATION DU COMTE DE LEVIS (PERIODE QUINQUENNALE)

   30^e heure = -8265.1016 + .19909 X pop. Lévis

   où R^2 = .94

   et probabilité de l'hypothèse nulle = .05

Ces résultats confirment la relation existant entre l'augmentation de la population et celle des déplacements. Ils nous indiquent également que la localisation de cette population, sur la rive sud plutôt qu'ailleurs dans l'agglomération, joue aussi un rôle et contribuera à rapprocher la date de saturation des ponts actuels et du service de traversiers.

3.2.3 Projections de trafic

Afin de connaître le moment où cette saturation rendra nécessaire la construction d'un nouveau lien entre les deux rives, nous avons tenté à l'aide des équations précédentes de projeter la demande de déplacements. Sur la base des projections démographiques déjà retenues, nous avons estimé le trafic (J.M.A.) en fonction de l'évolution de la population de la zone d'étude élargie et de celle du comté de Lévis. Nous avons aussi projeté le trafic en fonction de la tendance passée dite "au fil des ans".

Les résultats de ces trois projections varient beaucoup. Avec la même population globale mais répartie plutôt sur la rive nord, la saturation n'aurait lieu qu'après l'an 2001. Si cette population continue de se localiser avec la même intensité sur la rive sud, la saturation aurait alors lieu vers 1994-1995. Ainsi donc, l'ouverture du pont Pierre-Laporte en répondant à la demande de transport suscite de nouveaux développements urbains qui à leur tour engendrent une demande accrue de transport et exigent une offre supplémentaire de transport. Le cycle de l'utilisation du sol et des transports dont nous parlions au début s'illustre donc dans le cas qui nous concerne par la construction plus rapprochée d'un nouveau lien entre les deux rives.

TABLEAU 32

ESTIMATIONS ANNUELLES DU J.M.A. EN FONCTION DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ETUDE ELARGIE

ANNEE	J.M.A.	POPULATION [1]
1976	57 294	543 720
1977	59 200	550 408
1978	61 128	557 177
1979	63 081	564 031
1980	65 058	570 969
1981	67 060	577 992
1982	69 445	586 363
1983	71 851	594 806
1984	74 292	603 372
1985	76 767	612 060
1986	79 279	620 874
1987	81 537	628 797
1988	83 848	636 909
1989	86 189	645 125
1990	88 561	653 447
1991	90 962	661 876
1992	92 764	668 200
1993	94 630	674 748
1994	96 515	681 361
1995	98 417	688 038
1996	100 339	694 781
1997	101 836	700 035
1998	103 392	705 495
1999	104 960	710 998
2000	106 540	716 544
2001	108 133	722 133

1. Hypothèse moyenne.

TABLEAU 33

ESTIMATIONS ANNUELLES DU J.M.A. EN FONCTION
DE LA POPULATION DU COMTE DE LEVIS

ANNEE	J.M.A.	POPULATION
1976	60 588	73 717
1977	63 894	75 463
1978	67 275	77 249
1979	70 738	79 078
1980	74 282	80 950
1981	77 911	82 867
1982	81 626	84 829
1983	85 427	86 837
1984	89 320	88 893
1985	93 305	90 998
1986	97 383	93 152
1987	101 559	95 358
1988	105 834	97 616
1989	110 209	99 927
1990	114 689	102 293
1991	119 272	104 714
1992	123 925	107 172
1993	128 772	109 732
1994	133 691	112 330
1995	138 725	114 989
1996	143 880	117 712
1997	149 154	120 498
1998	154 556	123 351
1999	160 086	126 272
2000	165 744	129 261
2001	171 539	132 322

TABLEAU 34

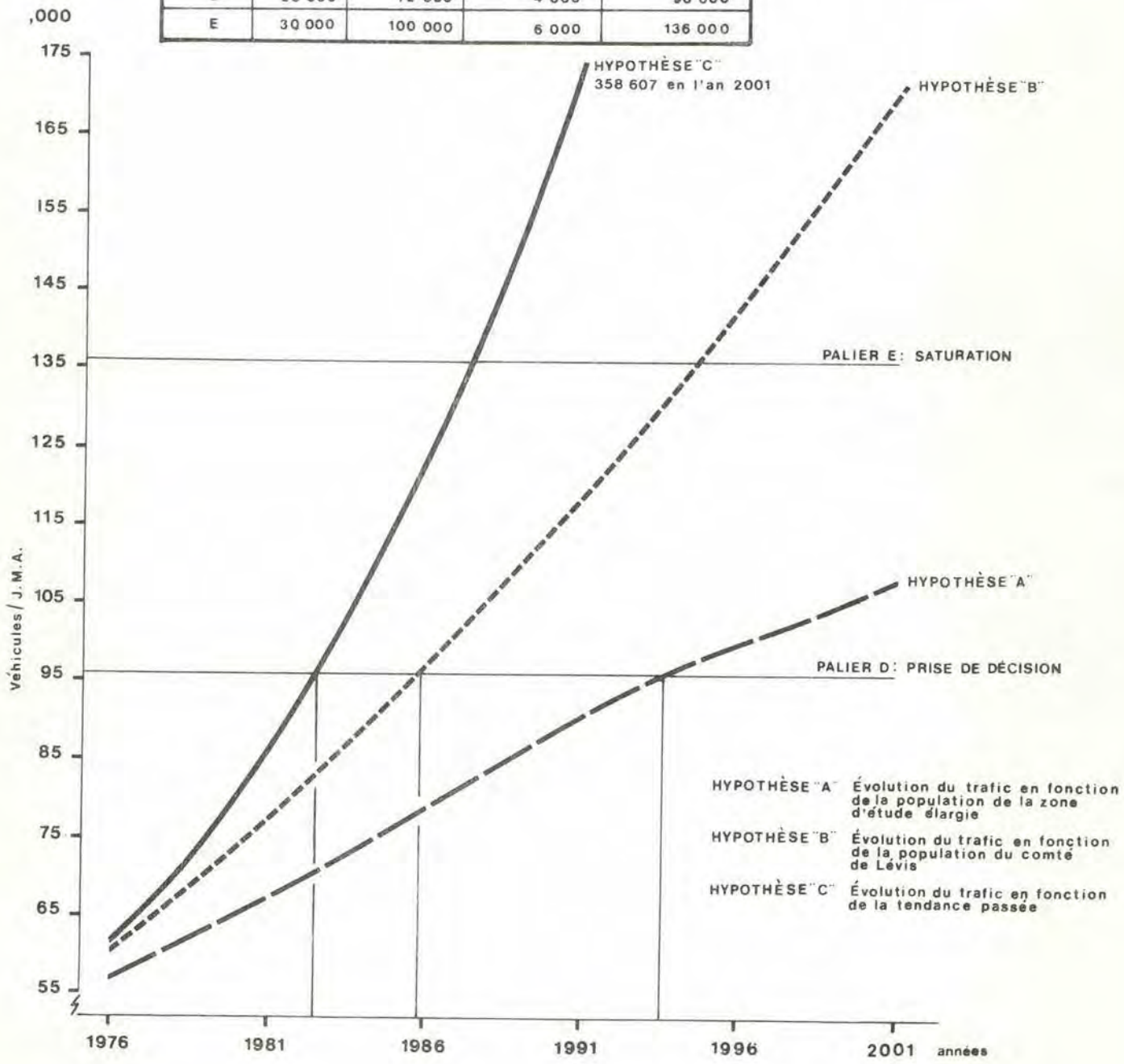
ESTIMATIONS ANNUELLES DU J.M.A. EN FONCTION DE LA TENDANCE PASSEE[1]

ANNEE	J.M.A.
1976	60 778
1977	65 250
1978	70 051
1979	75 206
1980	80 739
1981	86 680
1982	93 058
1983	99 905
1984	107 257
1985	115 149
1986	123 622
1987	132 718
1988	142 484
1989	152 968
1990	164 223
1991	176 307
1992	189 280
1993	203 207
1994	218 160
1995	234 212
1996	251 446
1997	269 947
1998	289 810
1999	311 135
2000	334 029
2001	358 607

1. L'équation prend la forme suivante:
   J.M.A. = 13684 X $e^{.0710 \times \text{année}}$
   où R^2 = .999
   et probabilité de l'hypothèse nulle = .001

GRAPHIQUE 4 : NIVEAUX DE SERVICE DES PONTS ET DU SYSTÈME DE TRAVERSIERS EN FONCTION DES PROJECTIONS DE TRAFIC

CAPACITÉ DU SYSTÈME DE TRANSPORT (en véhicules)				
PALIER	PONT DE QUÉBEC	PONT P. LAPORTE	TRAVERSIERS	TOTAL
D	20 000	72 000	4 000	96 000
E	30 000	100 000	6 000	136 000



La troisième projection, beaucoup plus haute, indique une saturation dès 1987 - 1988. Celle-ci, étant fonction de la tendance passée, risque moins de se produire. En effet, la population évoluera à un rythme plus lent (1,1% contre 2,1%) et la proportion des ménages motorisés a atteint son seuil maximal. Le taux de motorisation n'augmentera que sous l'influence du phénomène de la deuxième voiture. L'ouverture de l'autoroute 40 sur la rive nord entre Québec et Montréal en drainant une partie des déplacements interrégionaux retardera aussi la saturation, du moins pour le J.M.A.

Compte tenu des tendances de l'urbanisation analysées précédemment, nous pensons que le développement urbain sur la rive sud se poursuivra. L'adoption de la loi 90 ne modifiera pas ce phénomène puisqu'il y existe une superficie importante de terrains viabilisés et non urbanisés. Nous retenons donc la projection en fonction de l'évolution de la population du comté de Lévis comme étant la plus plausible. Celle-ci nous indique qu'une prise de décision concernant l'offre de transport entre les deux rives devra s'effectuer vers 1985, la saturation ayant lieu en 1994 - 1995.

Le coût de l'investissement payé de façon prématurée pour cette infrastructure de transport s'ajoute aux coûts de l'urbanisation déjà mentionnés et constitue un aspect de la série d'impacts que peut entraîner une décision de cette importance prise de façon sectorielle et en l'absence de mécanismes propres à contrôler l'aménagement du territoire. Si les mêmes conditions prévalent, il est à prévoir qu'un nouveau lien dans l'axe Orléans sera générateur d'impacts tout aussi importants.

CHAPITRE IV

IMPACTS D'UN LIEN INTERRIVE PAR L'ILE D'ORLEANS

CHAPITRE IV

IMPACTS D'UN LIEN INTERRIVE PAR L'ILE D'ORLEANS

Il est difficile d'évaluer l'impact d'une action isolée comme l'est la construction d'un tronçon du réseau routier sans l'insérer à l'intérieur d'une vision globale de ce qu'est ou devrait être la région de Québec. De plus, avant de rechercher les impacts d'un tel projet, il faut se demander qui sera finalement le bénéficiaire de cette étude. A-t-elle pour but de cautionner la construction d'un projet que l'on tient pour acquis ou de s'interroger sérieusement sur l'aptitude de l'axe Orléans à répondre aux besoins des usagers du réseau routier et aux aspirations plus générales de l'ensemble de la collectivité concernant ses objectifs socio-économiques?

Dans ce cas précis, le ministère des Transports étant à la fois le constructeur de l'infrastructure, le demandeur et le réalisateur de l'étude d'impact, on peut douter du caractère objectif de celle-ci ou de son rôle réel sur l'orientation de la prise de décision. Cette étude, nous l'avons dit au début, n'évalue qu'un certain nombre des aspects devant intervenir lors de la décision finale. Ceux-ci sont d'ordre global et difficilement quantifiables de façon précise. La méthodologie pour les appréhender est rare et souvent peu opérationnelle. Pour contourner cette difficulté et le caractère aléatoire de toute prospective , nous avons préféré utiliser plusieurs outils pour concrétiser le futur tel qu'il nous apparaît si cet axe de transport se réalise. Les conclusions qui se dégageront de cette étude n'ont pas d'autre ambition que d'éclairer le débat qui devra s'instaurer entre tous les intervenants: les usagers, les bénéficiaires indirects, ceux qui seront pénalisés par celle-ci, ceux qui décident dans les divers paliers concernés, etc. Chacun, sachant de quelle manière l'axe Orléans l'affectera, pourra intervenir plus objectivement au niveau du processus de décision lorsque tous les éléments quantifiables ou non seront soupesés.

Le présent chapitre tentera donc d'évaluer la propension de l'axe Orléans à satisfaire la demande actuelle de déplacements, d'identifier les bénéficiaires de cet axe de transport, ses effets d'entraînement positifs ou négatifs sur l'urbanisation et sa concordance avec les objectifs d'aménagement spatial et économique.

4.1 IMPACTS SUR LES DEPLACEMENTS

La dernière enquête origine-destination portant sur les déplacements interrives date maintenant de 12 ans. Faite avant l'ouverture du pont Pierre Laporte par le groupe Vandry et Jobin dans le cadre de l'étude "Le Plan de circulation et de Transport", celle-ci nous indiquait que plus de 45% des déplacements provenaient de l'intérieur de la zone à l'étude et s'y dirigeaient. L'étude Région de Québec, lien rive nord - rive sud, faite en 1973, actualise ces données. Durant le J.M.A., en direction de la rive nord, 66% des déplacements provenaient alors de l'est et 74% des déplacements utilisaient l'autoroute 20. Sur la rive sud, les déplacements provenaient de Lévis-Lauzon, Charny et d'autres municipalités au sud de l'autoroute 20. Les destinations sur la rive nord sont plus diversifiées, mais se concentrent surtout dans les zones centrales, au port de Québec et à Sainte-Foy. Les auteurs, après avoir réparti ces données sur plusieurs axes possibles, en arrivent à la conclusion qu'un axe localisé le plus près du centre de Lévis et Québec satisferait le mieux à la demande. Il est difficile aujourd'hui d'évaluer la localisation de l'axe le plus susceptible de répondre à la demande. Aucune enquête récente ne nous renseigne sur l'origine et la destination des déplacements entre les deux rives et les précédentes enquêtes ne correspondent sans doute plus à la réalité. Le développement urbain induit par le pont Pierre Laporte et l'ouverture de l'autoroute Robert-Cliche ont en effet créé une demande importante à l'ouest de la rive sud. Sur la rive nord, les destinations sont aussi plus variées qu'auparavant suite à l'émergence de Sainte-Foy comme pôle d'emplois et de commerces. Certains vont même jusqu'à penser qu'un troisième lien à l'ouest des deux ponts serait le plus adéquat.

En l'absence de données précises, nous tenterons plutôt d'évaluer le service offert aux usagers de la rive sud par la construction d'un axe localisé à l'est de l'agglomération.

4.1.1 Service offert aux usagers

Ce service offert peut s'évaluer par le temps et la distance à parcourir comparativement à l'ancien parcours. Pour ce, nous avons calculé les courbes isochrones résultant du réseau routier projeté. Ce réseau projeté se définit comme le réseau actuel auquel on a ajouté les prolongements des autoroutes Henri IV jusqu'à Valcartier, Montmorency et 40 en direction de Montréal, ainsi que la construction du lien dans l'axe Orléans. D'autres projets routiers pouvant contrebalancer ou modifier l'importance de l'impact du lien (notamment au niveau de l'urbanisation), il était important de tenir compte des principaux projets actuellement discutés.

En ce qui concerne les secteurs de la rive sud, l'amélioration du temps d'accès au centre-ville est due aux effets conjugués de l'autoroute Montmorency et du lien par l'île d'Orléans. Les secteurs les plus touchés sont ceux de l'île d'Orléans et de l'est de la rive sud. L'amélioration à l'heure de pointe du soir, où la congestion est plus forte, touche un nombre moins grand de secteurs, mais la modification est plus importante. Les citoyens de l'île d'Orléans profiteront ainsi d'un gain de 6 à 12 minutes selon leur localisation et ceux de Saint-David-de-l'Auberivière à Saint-Etienne-de-Beaumont, d'un gain variant entre 3 et 6 minutes. A l'heure de pointe du matin, le gain sera de 6 à 9 minutes pour les usagers de l'île d'Orléans et de 3 à 12 minutes pour ceux de l'est de la rive sud. Le secteur de Lauzon est le plus favorisé avec un gain variant de 6 à 12 minutes.

La distance-kilomètres qui intervient aussi au niveau du service offert, puisqu'elle permet de diminuer le coût de transport, s'améliore pour les secteurs:

19- Saint-Etienne-de-Beaumont: amélioration moyenne de 15 kilomètres;

20- Lauzon: amélioration moyenne de 11 kilomètres.

Le lien rive nord–rive sud

AMÉLIORATION DU TEMPS DE PARCOURS

Limite de la zone à l'étude

Autoroutes

Autres routes

Réseau projeté

Point de départ : colline parlementaire

Lignes isochrones réelles[1] —18—

Lignes isochrones théoriques[2] .....18.....

1-En utilisant le réseau routier actuel

2-En utilisant le réseau routier projeté

Source : M.T.Q., Service de Géographie, 1976

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 2 km

CARTE 17

TABLEAU 35

MODIFICATION AU TEMPS DE PARCOURS A PARTIR OU EN DIRECTION DU CENTRE-VILLE

AUTOMNE 1975

(MINUTES)

Secteur	POINT D'ARRIVEE AU PARLEMENT, 9 h.			POINT DE DEPART DU PARLEMENT, 17h05.		
	Réseau actuel	Réseau projeté	Différence	Réseau actuel	Réseau projeté	Différence
1	0 - 3	0 - 3	---	0 - 9	0 - 9	---
2	3 - 12	3 - 12	---	6 - 12	6 - 12	---
3	6 - 15	6 - 9	0 - 6	12 - 21	12 - 18	0 - 3
4	6 - 12	6 - 12	---	9 - 12	9 - 12	---
5	12 - 18	12 - 15	0 - 3	15 - 21	15 - 21	---
6	15 - 21	12 - 18	3	21 - 30	21 - 30	---
7	15 - 30	12 - 24	3 - 6	21 - 33	21 - 33	0 - 3
8	12 - 21	12 - 21	---	15 - 24	15 - 24	---
9	18 - 27	18 - 27	---	21 - 30	21 - 30	---
10	21 - 30	21 - 30	---	24 - 30	24 - 30	---
11	27 - 33	21 - 30	6 - 3	30 - 36	27 - 36	3 - 0
12	21 - 30	15 - 27	6 - 3	27 - 33	27 - 33	---
13	12 - 24	6 - 21	6 - 3	21 - 30	15 - 30	6 - 0
14	18 - 27	12 - 24	6 - 3	30 - 33	24 - 30	6 - 3
15	27 - 36	24 - 33	3	33 - 36	33 - 36	---
16	36 - 45	33 - 42	3	39 - 42	39 - 42	---
17	21 - 30	12 - 24	9 - 6	33 - 39	21 - 30	12 - 9
18	33 - 45	27 - 39	6	39 - 42	30 - 36	9 - 6
19	33 - 36	33	0 - 3	36	30	6
20	27 - 33	15 - 21	6 - 12	30 - 33	24 - 30	6 - 3
21	27 - 36	21 - 30	6	30 - 36	30 - 33	0 - 3
22	24 - 30	21	3 - 9	27 - 33	30	3
23	18 - 24	18 - 24	---	21 - 27	21 - 27	---
24	18 - 31	18 - 31	---	21 - 27	21 - 27	---

Ne connaissant pas l'importance des déplacements touchés par ces améliorations, il est difficile d'évaluer ces gains en regard de l'investissement nécessaire. Tout au plus, pouvons-nous cerner davantage le service offert en mesurant l'accessibilité du secteur non par rapport au centre-ville mais par rapport au reste de l'agglomération.

4.1.2 L'accessibilité

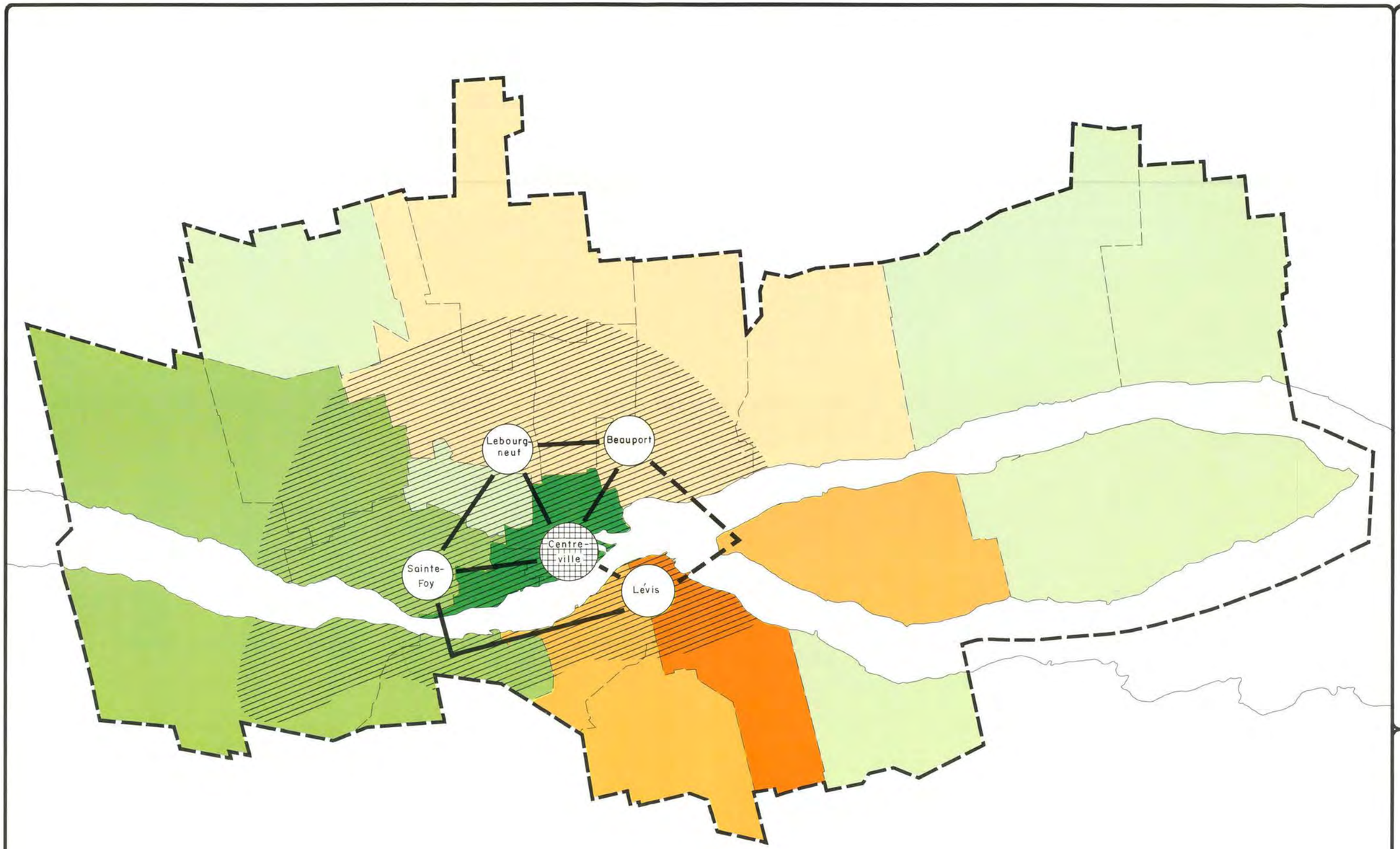
Nous avions déjà calculé les points isoaccessibles pour l'ensemble de nos secteurs. Aux noeuds créés par le réseau routier actuel, nous avons ajouté ceux résultant du réseau routier projeté.

L'accessibilité procurée par le réseau actuel, ou l'intérêt d'être localisé dans un secteur en regard de la possibilité de rejoindre non pas seulement le centre-ville mais tout le reste de l'agglomération, favoriserait nettement l'axe ouest et nord-ouest. Les secteurs 8 et 9 (Sainte-Foy) 5 (Vanier) et 7 (Charlesbourg ouest) jouissaient de l'accessibilité la plus élevée. Celle-ci était même supérieure aux secteurs centraux et constituait à ce titre la localisation la plus intéressante.

Avec le réseau projeté, nous observons de profondes modifications. Les variations les plus importantes d'accessibilité s'observent à l'intérieur de la partie est de la rive sud et sur la rive nord à l'intérieur des secteurs 14 (Saint-Jean-de-Boischâtel) 15 (Château-Richer) et 12 (Notre-Dame-des-Laurentides). Les secteurs 3 (Limoilou) et 13 (Beauport) subissent eux aussi, mais à un degré moindre, une amélioration de leur accessibilité. Après Saint-Etienne-de-Beaumont, l'augmentation la plus importante se produit à la pointe ouest de l'île d'Orléans à l'intérieur du secteur 17. Ces impacts sont dus encore une fois à la double influence de l'autoroute Montmorency et du lien par l'île d'Orléans. Les autres projets routiers n'ont que peu d'influence sur l'amélioration de l'accessibilité.

Le lien rive nord–rive sud

CONCORDANCE DU LIEN AVEC LES OBJECTIFS D'AMÉNAGEMENT SPATIAL



Limite de la zone à l'étude

Limites des secteurs

Impact du réseau routier projeté

Variation de la croissance de la population, 1976–2001

- 4% et plus
- 2 à 3,9
- 1 à 1,9
- 0 à 0,9
- 0 à −0,9
- −1 à −22,9

Objectifs d'aménagement spatial

- Axes économiques actuels
- Axes économiques à créer
- Aire d'implantation prioritaire
- Centre-ville principal
- Centres secondaires

Sources: Schéma d'aménagement de la C.U.Q., 1975
M.T.Q Service des Études, 1978
O.P.D.Q., 1978

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 3 km

CARTE 21

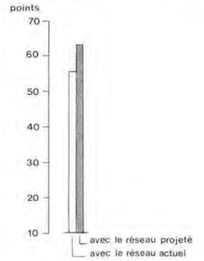
Le lien rive nord–rive sud

IMPACT DU LIEN PAR L'ÎLE D'ORLÉANS SUR L'ACCESSIBILITÉ

Limite de la zone à l'étude

Limites des secteurs

Nombre de points atteints en 30 minutes à l'heure de pointe du soir



Source : M.T.Q., Service de la Géographie, 1978

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 2 km

CARTE 18

Advenant la réalisation de ces deux projets, 14 secteurs au lieu de 4 seraient maintenant parmi les plus accessibles. Leurs habitants pourraient atteindre l'ensemble de l'agglomération, c'est-à-dire plus de 66 points, en moins de 30 minutes. L'une des conséquences les plus importantes se situe donc au niveau du nivellement de l'accessibilité générale de l'agglomération. Celle-ci est maintenant maximale pour la majorité des secteurs tant de la rive sud que de la rive nord.

Une deuxième conséquence affecte plus particulièrement la rive sud. Actuellement, les secteurs ouest qui sont les plus accessibles de la rive sud n'occupent cependant, par rapport à l'ensemble de la zone, que le deuxième rang. La construction du réseau projeté favorise non seulement la partie est mais lui fait atteindre les premiers rangs au niveau de l'accessibilité. Les secteurs (21, 22 et 23) seront donc non seulement aussi attrayants que ceux de la rive nord, mais encore plus attrayants que ceux de la partie ouest (Bernières, Saint-Nicolas, Saint-Rédempteur).

L'accessibilité deviendrait donc intéressante ou maximale non seulement pour l'axe ouest et nord-ouest, mais aussi pour le centre, le nord, l'est et le centre-sud (Saint-Louis-de-Pintendre, Lévis et Saint-Romuald) de la zone à l'étude.

Auparavant, six secteurs étaient nettement défavorisés sur le plan de l'accessibilité. Ceci les excluait du périmètre urbain potentiel. Avec le réseau routier projeté, trois de ces secteurs (la pointe ouest de l'île d'Orléans, Saint-Etienne de-Beaumont, Lauzon et Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy), sans se situer parmi les plus accessibles, s'intègrent ainsi à l'agglomération urbaine de Québec et peuvent éventuellement constituer un deuxième choix au niveau de la localisation résidentielle. Leur site intéressant et le bas prix de leurs taxes constitueront des atouts supplémentaires à cet égard.

TABLEAU 36

IMPACT DU LIEN PAR L'ILE D'ORLEANS SUR L'ACCESSIBILITE

(Nombre de points atteints en 30 minutes à l'heure de pointe du soir)

	RESEAU ACTUEL	RESEAU PROJETE	AMELIORATION
1	64	67	3
2	65	66	1
3	62	67	5
4	63	64	1
5	67	68	1
6	64	68	4
7	67	67	-
8	66	66	-
9	66	66	-
10	64	64	-
11	63	66	3
12	58	65	7
13	63	68	5
14	54	66	12
15	34	43	9
16	13	16	3
17	47	64	17
18	18	32	14
19	38	64	26
20	46	62	16
21	56	67	11
22	54	67	13
23	64	66	2
24	62	64	2

4.1.3 Utilité du lien interrive par l'île d'Orléans

Traditionnellement, l'efficacité d'un système de transport se mesurait au temps et à la vitesse moyenne du déplacement. Or, il peut arriver des cas où le service rendu augmente, bien que le temps de transport se soit accru. Les usagers préfèrent alors augmenter leur univers de choix, même si cela se traduit par un temps de parcours plus long. Ainsi, on a pu observer après une amélioration apportée à un système de transport, non pas une diminution mais plutôt une augmentation du temps et de la longueur des déplacements.

La théorie économique de l'accessibilité urbaine vise à corriger ce phénomène et tout en utilisant les résultats précédents incorpore aussi la variété du choix offert par la destination. Ainsi, l'utilité nette du déplacement est la différence entre d'une part le temps et l'argent qu'il faut payer pour se déplacer (élément résistant) et d'autre part l'intérêt (emplois, commerces, services, etc.) attaché à la possibilité d'accéder au lieu de destination envisagé (élément moteur). Cette utilité nette, c'est-à-dire l'utilité brute (revenus et possibilité des emplois, etc.) de laquelle on a retranché le coût global du transport, nous permet de mesurer l'intérêt pour les résidents d'un secteur du système de transport en place.

Ces aspects nous permettent de mesurer, pour les 24 secteurs de notre zone d'étude, l'utilité de demeurer ou de se localiser dans un secteur précis comparativement à un autre, étant donné la variété de choix offerte par tous les autres secteurs concernant un besoin donné. Ce besoin donné sera dans notre cas l'accessibilité aux emplois.

Le modèle mesurera donc l'utilité nette pour un citoyen de résider dans chacun des 24 secteurs, compte tenu du nombre d'emplois qui sont offerts à l'intérieur de chacun et selon deux options de facteur résistant:

- le réseau de transport routier actuel

- le réseau projeté avec l'addition d'un lien interrive via l'île d'Orléans.

Il sera ainsi possible de vérifier l'impact du lien sur l'utilité de résider dans certains secteurs et de prévoir si des développements urbains seraient susceptibles de se produire par le lien, en l'absence de toute autre mesure de contrôle.

Le modèle n'explique pas tout le phénomène de localisation résidentielle. Il ignore le coût des terrains, des taxes, le zonage et repose de plus sur une hypothèse fondamentale, à savoir le comportement rationnel (comportement micro-économique) du citadin.

Dans le cas qui nous concerne, le modèle de l'utilité nette prend la forme:

$$Ui = X_0 \text{ Log } Ai + c^te$$

$$Ai = \sum_{j\ 1}^{24} E_j e^{-c_{ij}/x_0}$$

où Ui = Utilité nette pour le résident de la zone i

X_0 = Coefficient de distribution de l'utilité brute

Ai = Indicateur d'accessibilité aux emplois de tous les secteurs à partir du secteur i

E_j = Nombre d'emplois dans le secteur j

C_{ij} = Coût généralisé annuel de déplacements entre les secteurs i et j.

Hypothèses supplémentaires et valeurs des variables

Nous posons comme hypothèse que X_0 est considéré comme fixé à 1/10 du salaire moyen annuel. X_0 égale alors \$1,167.94 car:

- le but du voyage considéré par le modèle est uniquement le travail;
- on ne considère qu'une seule classe socio-économique de travailleurs, c'est-à-dire la classe moyenne;
- on ne possède pas de modèle de circulation permettant de déterminer précisément X_0.

Le salaire moyen annuel s'établit à \$11 679,36 [1] et le salaire horaire à \$6,07 $\frac{\$11\ 679\ /\ \text{année}}{37\ \text{h/sem.} \times 52\ \text{sem/an.}}$

Le coût généralisé de transport[2] = coût du véhicule + coût du du temps + coût du stationnement.

- Coût du véhicule:
  - 6,22 ¢ le mille[3]
  - la distance entre les secteurs est celle calculée pour les points isoaccessibles.
- Coût du temps:
  - \$6,07 l'heure, à 100%
  - le temps de déplacement est celui calculé pour les points isoaccessibles.
- Coût du stationnement:
  - retenu pour les zones 1 - 2 - 3 - 4 - 8
  - données tirées de l'étude "les transports au centre-ville".

---

1 Ministère du Revenu du Québec, 1975, région métropolitaine de Québec.

2 Calculé annuellement, mais sur 50 semaines (2 semaines de vacances annuelles).

3 Club automobile de Québec, année 1976, catégorie compacte.

- des emplois sont ceux calculés au chapitre 1.

Avec le réseau actuel, nous constatons que la majorité des secteurs ont une utilité nette sensiblement égale. Les secteurs ayant l'utilité nette maximale se retrouvent cependant tous sur la rive nord. Ceux ayant l'utilité nette minimale se retrouvent à l'est de l'agglomération tant sur la rive sud que sur la rive nord.

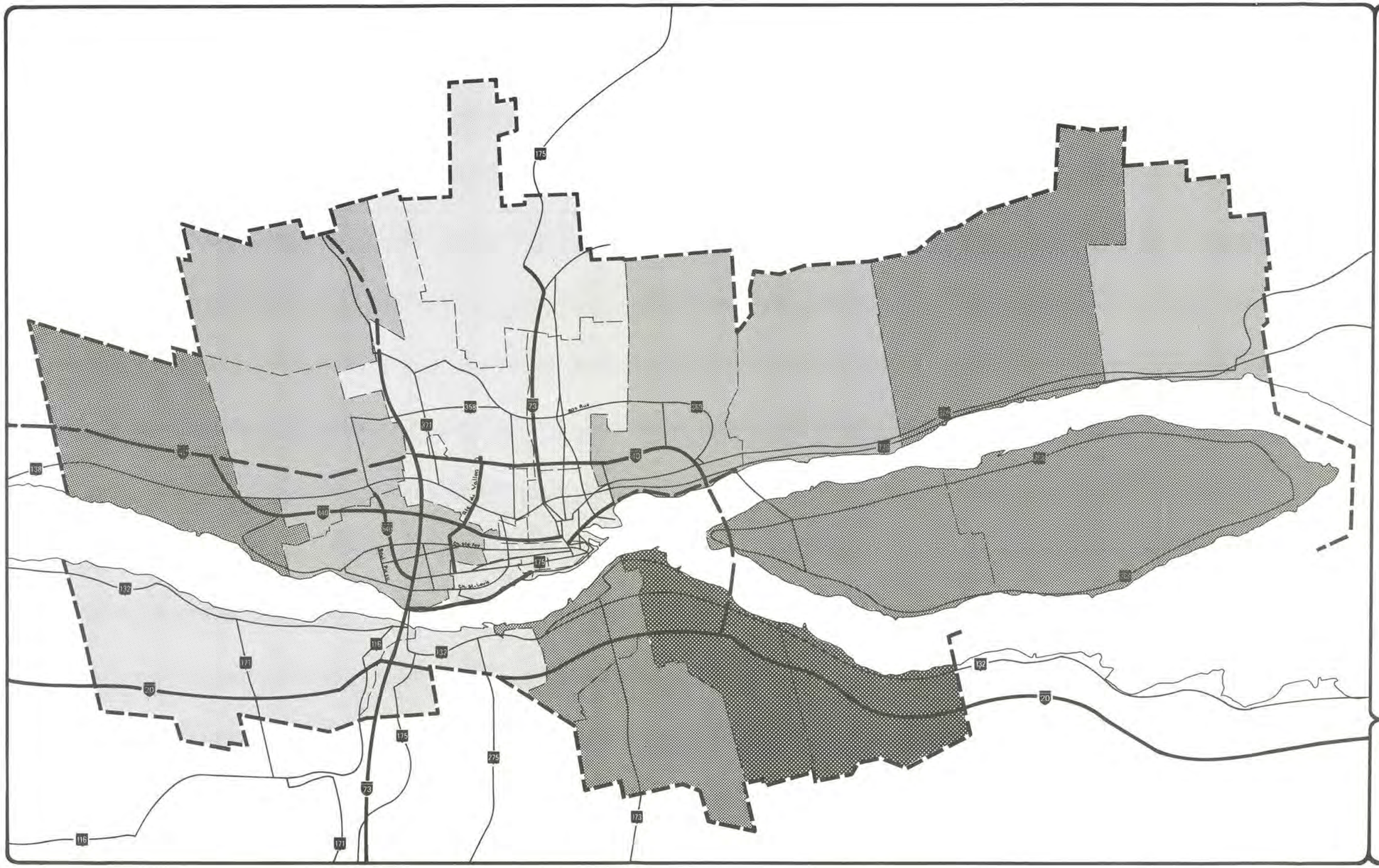
Avec le réseau routier tel que projeté, cette inégalité se corrige quelque peu. Les secteurs 19 (Saint-Etienne-de-Beaumont), 20 (Lauzon), 22 (Lévis), 10 (Saint-Augustin), 21 (Saint-Louis-de-Pintendre), 15 (Château-Richer) et 18 (Sainte-Famille, etc.) font les gains les plus importants. Ce gain d'utilité ne leur permet pas de modifier leur "attractivité"de façon radicale par rapport aux autres secteurs. Les secteurs les plus intéressants sont toujours sur la rive nord. Cependant, les secteurs de la rive sud (sauf celui de Saint-Etienne-de-Beaumont) sont maintenant d'intérêts égaux.

En faisant l'hypothèse que le développement unifamilial se fait surtout en banlieue, donc dans les secteurs se classant deuxièmes au niveau de l'utilité nette, nous pouvons prévoir que celui-ci pourra s'effectuer dans presque tous les secteurs de la zone d'étude. Aux axes de banlieue ouest, nord, nord-ouest et sud-ouest, nous pourrons maintenant ajouter les axes est et sud-est. Seuls les secteurs 16 (Beaupré) et 18 (Sainte-Famille, Saint-François, Saint-Jean) demeureront marginaux par rapport à l'agglomération urbaine. L'utilité nette de Saint-Etienne-de-Beaumont est celle qui augmente le plus, mais cette augmentation n'est pas suffisante pour rendre ce secteur aussi attrayant que ses voisins sur le plan de la localisation résidentielle.

Cette constatation rejoint d'ailleurs celle observable par les lignes isochrones. Avec ce lien interrive par l'île d'Orléans, ces trois secteurs seront les seuls à se situer à une distance supérieure à trente (30) minutes à partir du centre-ville.

Le lien rive nord–rive sud

MODIFICATION DE L'UTILITÉ NETTE DU RÉSEAU ROUTIER



Limite de la zone à l'étude

Limites des secteurs

Autoroutes

Autres routes

Réseau projeté

Augmentation de l'utilité nette avec le réseau routier projeté

- 1-10
- 11-35
- 36-80
- 81 et plus

Source: M.T.Q. Service de la Géographie, 1978

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 3 km

CARTE 19

TABLEAU 37

UTILITE NETTE DU RESEAU ROUTIER

	RESEAU ACTUEL		RESEAU PROJETE		AMELIORATION
	A_i	U_i	A_i	U_i	U_i
1	103 276	5 856	104 363	5 861	5
2	100 728	5 843	100 832	5 844	1
3	110 640	5 891	111 613	5 895	4
4	102 384	5 852	102 665	5 853	1
5	101 548	5 848	101 796	5 849	1
6	99 472	5 837	101 099	5 845	8
7	102 122	5 850	102 457	5 852	2
8	96 279	5 821	99 328	5 836	15
9	98 199	5 831	101 721	5 848	17
10	59 931	5 580	69 776	5 657	77
11	73 217	5 682	75 488	5 697	15
12	78 974	5 720	80 059	5 727	7
13	101 888	5 849	105 036	5 865	16
14	63 394	5 609	66 214	5 631	22
15	40 390	5 380	43 825	5 421	41
16	25 151	5 140	26 374	5 164	24
17	55 935	5 545	60 447	5 584	39
18	28 217	5 198	30 607	5 239	41
19	30 353	5 235	47 437	5 461	226
20	39 599	5 370	52 637	5 514	144
21	50 035	5 488	55 740	5 543	55
22	53 029	5 518	61 845	5 596	78
23	70 823	5 665	72 210	5 675	10
24	71 460	5 669	71 538	5 670	1

Les grands bénéficiaires du lien et de l'autoroute Montmorency seront les usagers actuels des secteurs 19, 20, 21 et 22 et les futurs résidents des secteurs 15, 20 et 21 qui deviennent aussi intéressants que les autres secteurs de banlieue des rives nord et sud. Ce lien intégrera aussi de façon définitive l'ensemble de la rive sud au développement urbain de l'agglomération de Québec. Ce phénomène risque de s'opposer non seulement aux objectifs d'aménagement, mais aussi à la tendance actuelle de l'urbanisation.

4.2 IMPACT SUR LE DEVELOPPEMENT URBAIN

Le lien par l'île d'Orléans aura un impact bénéfique sur plusieurs secteurs. Certains réalisent même des gains importants. Cependant, d'autres secteurs déjà mieux situés profitent aussi de l'impact des autres projets routiers. De plus, malgré l'augmentation de leur position, ces secteurs peuvent encore être moins intéressants, sur le plan de l'accessibilité et de l'intérêt, que d'autres secteurs voisins. Le nombre des secteurs profitant d'un impact positif du lien et prenant aussi place parmi les secteurs susceptibles d'attirer la localisation résidentielle est plus limité sur la rive sud.

De tous les projets routiers envisagés, le lien par l'île d'Orléans est celui qui fera profiter ses usagers des gains les plus importants au niveau de l'accessibilité. Cependant, seuls les secteurs 20 (Lauzon) et 21 (Saint-Louis-de-Pintendre) subiront aussi un impact majeur sur leur développement urbain. Les secteurs 22 et 23 (Lévis et Saint-Romuald-d'Etchemin) verront leur attrait augmenter légèrement.

L'autoroute Montmorency ouvrira à l'urbanisation le secteur 15 (Château-Richer) et fera augmenter l'attrait des secteurs 13-14-15 et 17 (Beauport, Saint-Jean-de-Boischâtel, Beaulieu). L'autoroute Henri IV augmentera l'attrait déjà existant des secteurs 11 et 12 (Val-Bélair et Notre-Dame-des-Laurentides).

Comme on le constate, le lien par l'île d'Orléans haussera une compétition déjà existante au niveau des municipalités pour attirer le développement. La croissance étant limitée, celle-ci ne fera que s'éparpiller davantage. Afin de traduire de façon plus concrète cette modification apportée à la répartition de la population, nous avons tenté de traduire sous forme d'équation la croissance de la zone d'étude.

4.2.1 Modification à la répartition de la population

Nous avons d'abord tenté d'établir s'il existait une corrélation entre certains facteurs susceptibles d'influencer l'augmentation de la population et sa distribution. Les facteurs considérés furent:

- la distance-kilomètres au centre-ville
- la distance-temps au centre-ville
- la densité
- la superficie vacante disponible à l'urbanisation
- le montant des taxes.

Tout au long de cette recherche, les facteurs distance-kilomètres et les facteurs distance-temps furent privilégiés car ils étaient les plus susceptibles d'être modifiés par la construction du lien interrive. Les fluctuations de population[1] furent exprimées sous deux formes, soit la différence réelle de population et la différence de la part de la population de chaque secteur par rapport à la population de toute la zone.

Il s'agissait pour nous de trouver la meilleure équation pouvant expliquer les fluctuations de la population pour la majorité des secteurs. Nous faisions alors l'hypothèse qu'une fois trouvés les facteurs dominants expliquant les changements de population, nous pourrions en connaissant la modification de ces facteurs (sous l'influence du réseau routier projeté) prévoir la population future des secteurs selon que ces facteurs demeurent stables ou se modifient.

Les corrélations les plus intéressantes étant:

- l'accroissement réel de la population en fonction de la distance-kilomètres

---

1 Les fluctuations sont celles observées entre 1971 et 1976, les autres données n'étant pas disponibles pour les autres périodes.

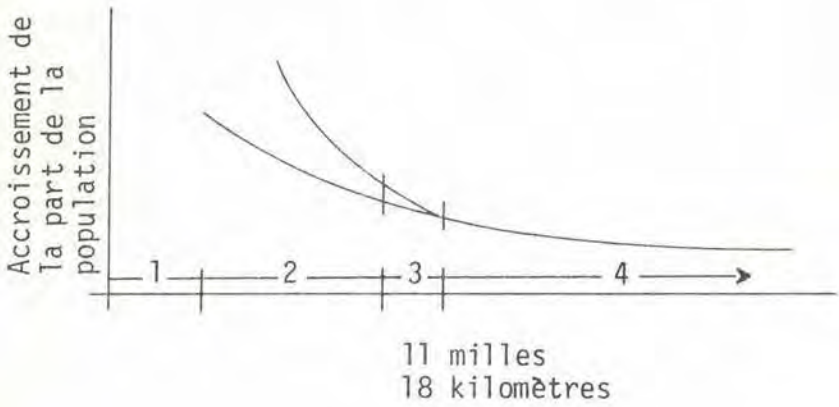
- l'accroissement de la part de la population en fonction de la distance-kilomètres
- l'accroissement de la part de la population en fonction de la distance-temps,

celles-ci furent étudiées plus longuement. Par la suite, les relations concernant la part de la population de chaque secteur par rapport à l'ensemble de la région furent privilégiées parce qu'elles nous permettaient une seconde régression à partir des résidus[1]. Encore là, les facteurs de densité, des taxes et de superficie disponibles à l'urbanisation n'apportèrent pas d'explications supplémentaires.

Globalement, les secteurs semblent obéir au modèle suivant:

Graphique 5

Modèle expliquant la croissance de population



1 Les résidus ou différences sont ce que l'on obtient en soustrayant la valeur de prévision de la valeur réelle de l'augmentation.

Au dessus de la partie 1, on retrouve les quatre premiers secteurs dont la croissance est négative. Pour les parties 2, 3 et 5, la courbe semble prendre l'une des formes suivantes: $1/x$ - $1/x^{1,5}$ - $/n$, etc., avec une nuance pour la partie 2 où certains secteurs augmentent rapidement et d'autres plus modérément. La partie 3 située vers 18 kilomètres ou 11 milles semble être le point critique où la courbe change de pente. Finalement, la partie 4 contient les secteurs à privilégier, car ceux-ci sont les plus éloignés et les mieux prédits par les modèles. Le même phénomène s'observe avec la distance-temps; la partie 3 se retrouvant entre 22 et 25 minutes du centre-ville.

Nous passerons sous silence tous les autres problèmes survenus dans la recherche de cette équation. Après plusieurs tentatives, la distance-temps fut retenue. Le coefficient de corrélation est de .94 après une seule régression et cette méthode permet un réaménagement de la population selon les temps obtenus avec le réseau routier projeté et tient compte du fait que l'augmentation d'un secteur se fait au détriment des autres. L'équation prend la forme:

$$1.607305992 + -.461499866 \cdot /n \text{ (distance-temps)}$$
$$+ .0011850641 + .635915082 \cdot X$$

où X = facteur correcteur tenant compte du dynamisme du secteur au cours de 5 années précédentes (pourcentage d'augmentation de la part de population du secteur pour les cinq années précédentes).

Même si les résultats obtenus par cette méthode doivent être interprétés avec prudence[1], ils ont l'avantage de subir le poids des changements de certains facteurs importants comme l'accessibilité. La

---

1 L'on tente en effet de saisir les facteurs influençant toute une région alors que certains secteurs subissent des conditions particulières de développement.

méthode "évolution dans le temps de chaque secteur pris individuellement" peut être plus précise, mais sera complètement déjouée par ces changements car elle suppose des conditions stables des secteurs les uns par rapport aux autres, et ce qui nous intéresse en définitive ce sont les différences de population que provoquera la construction du réseau routier projeté. De plus, le modèle semble expliquer plus exactement le comportement des secteurs périphériques et ce sont précisément ces secteurs qui seront touchés par les changements provoqués par un nouveau lien interrive.

Les tableaux 38 et 39 nous indiquent la population des secteurs si la tendance actuelle se poursuit avec d'une part, le réseau routier actuel et d'autre part, le réseau routier projeté. Certains secteurs verront leur population augmenter au détriment des autres. L'arbitrage qui aura lieu en définitive peut nous donner des résultats inférieurs à ceux-ci. En effet, plusieurs secteurs voient leur attrait augmenter et la population à distribuer demeure constante à moins d'accepter comme hypothèse que l'amélioration du réseau routier augmentera le dépeuplement des 4 secteurs centraux comme semblent l'indiquer les résultats. L'accessibilité accrue de l'agglomération exercerait une action pouvant entraîner une perte supplémentaire de 33 000 habitants dans ces secteurs en l'absence de mécanismes régulateurs. De plus, les municipalités de l'axe ouest (Sainte-Foy, Saint-Augustin-de-Desmaures) et de l'axe sud-ouest (Saint-Romuald-d'Etchemin, Saint-Nicolas, Bernières, Saint-Rédempteur) pourraient subir un ralentissement de leur croissance.

Les secteurs qui bénéficieraient le plus, au niveau de la croissance de leur population, du nouveau réseau routier sont ceux de l'est de l'agglomération. Par rapport au développement normalement attendu, la partie est de la rive sud (19, 20, 21, 22) pourrait s'accroître de 17 800 habitants, l'île d'Orléans de 6 300 habitants et la côte est de 6 800 habitants. Le reste de l'agglomération (partie nord surtout) recevrait un apport non anticipé de 9 900 habitants. C'est donc grosso modo une population de 42 000 personnes qui serait affectée par le réseau routier projeté, soit environ le quart de la croissance normale de l'agglomération.

TABLEAU 38

PREVISIONS DEMOGRAPHIQUES 1976 - 2001

PART DE LA POPULATION DE CHAQUE SECTEUR

PAR RAPPORT A LA POPULATION TOTALE

Secteur	1976	1981[2]		1986		1991		1996		2001	
		Réseau actuel	Réseau projeté	Réseau actuel	Réseau projeté	Réseau actuel	Réseau projeté	Réseau actuel	Réseau projeté	Réseau actuel	Réseau projeté
5[1]	6,42	6,82	6,81	7,17	7,21	7,53	7,62	7,88	8,02	8,24	8,43
6	10,65	10,99	11,02	11,26	11,37	11,53	11,73	11,80	12,08	12,07	12,44
7	6,72	7,07	7,11	7,24	7,38	7,41	7,65	7,58	7,92	7,75	8,19
8	13,03	13,33	13,27	13,64	13,58	13,95	13,89	14,26	14,20	14,57	14,51
9	3,69	4,04	3,58	4,21	4,15	4,38	4,32	4,55	4,49	4,72	4,66
10	,74	,97	,91	1,08	1,02	1,19	1,13	1,30	1,24	1,41	1,35
11	2,02	2,41	2,40	2,47	2,51	2,53	2,62	2,59	2,73	2,65	2,84
12	2,71	3,02	3,05	3,13	3,25	3,24	3,45	3,35	3,65	3,46	3,85
13	10,74	10,77	10,80	11,08	11,21	11,39	11,61	11,70	12,02	12,01	12,42
14	,87	1,10	1,11	1,27	1,34	1,44	1,58	1,61	1,81	1,78	2,05
15	,58	,54	,53	,56	,59	,57	,65	,59	,71	,60	,77
16	1,25	1,35	1,32	1,25	1,26	1,15	1,19	1,05	1,13	,95	1,06
17	,67	,80	,89	,89	1,13	,97	1,36	1,06	1,60	1,14	1,83
18	,44	,29	,30	,19	,28	,09	,25	---	,23	---	,20
19	,28	,23	,21	,19	,21	,14	,20	,10	,20	,05	,19
20	2,48	2,44	2,65	2,46	2,92	2,47	3,19	2,49	3,46	2,50	3,73
21	,47	,78	,82	,80	,93	,81	1,04	,83	1,25	,84	1,36
22	4,18	4,26	4,34	4,32	4,54	4,38	4,74	4,44	4,94	4,50	5,14
23	2,95	3,15	3,07	3,32	3,24	3,49	3,41	3,66	3,58	3,83	3,75
24	1,74	2,35	2,29	2,46	2,40	2,57	2,51	2,68	2,62	2,79	2,73

(1) Les secteurs 1, 2, 3, 4 subissant une décroissance sont exclus du modèle de prévision.

(2) Inclut le facteur correcteur (x) qui n'est employé que pour les prévisions de 1981.

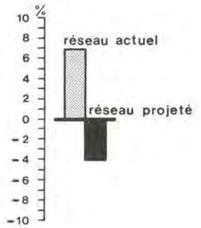
Le lien rive nord–rive sud

IMPACT SUR LA RÉPARTITION DE LA POPULATION

Limite de la zone à l'étude

Limites des secteurs

Croissance de la population en pourcentage, 1976–2001



Source : M.T.Q. Service de la Géographie, 1978

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 3km

CARTE 20

TABLEAU 39

PREVISIONS DEMOGRAPHIQUES 1976 - 2001 PAR SECTEUR

(En nombre d'habitants)

	1976	1981	1986	1991	1996	2001	Différence en 2001 entre les deux réseaux
5	34 049 (1)	38 583	43 529	48 680	53 547	58 151	
	--- (2)	38 527	43 772	49 261	54 498	59 492	1 341
6	56 446	62 175	68 312	74 537	80 134	85 180	
	---	62 345	69 010	75 830	82 069	87 791	2 611
7	35 643	39 998	43 923	47 903	51 475	54 693	
	---	40 224	44 773	49 455	53 785	57 798	3 105
8	69 058	75 413	82 751	90 182	96 839	102 823	
	---	75 074	82 387	89 794	96 432	102 399	- 424
9	19 589	22 856	25 541	28 315	30 899	33 310	
	---	22 516	25 177	27 927	30 491	32 886	- 424
10	3 904	5 516	6 582	7 725	8 862	9 986	
	---	5 176	6 218	7 337	8 455	9 562	- 424
11	10 716	13 634	14 985	16 356	17 589	18 701	
	---	13 578	15 228	16 937	18 539	20 042	1 341
12	14 385	17 085	18 989	20 945	22 750	24 418	
	---	17 255	19 717	22 303	24 787	27 170	2 752
13	55 339	60 930	67 220	73 632	79 454	84 756	
	---	61 128	68 009	75 087	81 628	87 685	2 929
14	4 592	6 251	7 735	9 341	10 967	12 597	
	---	6 280	8 160	10 214	12 326	14 467	1 870
15	3 075	3 083	3 397	3 717	4 007	4 270	
	---	2 998	3 579	4 202	4 822	5 434	1 164
16	6 605	7 637	7 583	7 434	7 130	6 704	
	---	7 496	7 644	7 725	7 674	7 516	812
17	3 561	4 554	5 399	6 303	7 198	8 080	
	---	5 063	6 855	8 824	10 866	12 950	4 870
18	2 308	1 641	1 152	581	---	---	
	---	1 725	1 699	1 648	1 562	1 447	1 447
19	1 476	1 329	1 152	937	679	388	
	---	1 216	1 274	1 325	1 358	1 376	988
20	13 163	13 832	14 924	16 000	16 909	17 678	
	---	14 992	17 715	20 622	23 497	26 323	8 645
21	2 490	4 441	4 853	5 269	5 636	5 963	
	---	4 639	5 642	6 723	8 489	9 598	3 635
22	22 205	24 101	26 208	28 315	20 152	31 757	
	---	24 553	27 544	30 642	33 547	36 274	4 517
23	15 621	17 849	20 172	22 594	24 889	27 064	
	---	17 397	19 687	22 077	24 346	26 500	- 564
24	9 202	13 323	14 955	16 646	18 234	19 725	
	---	12 984	14 591	16 259	17 826	19 301	- 424
ZONE	530 185	565 740	606 681	646 466	679 098	705 716	

(1) Réseau routier actuel
(2) Réseau routier projeté

De même, le résultat observé pourra varier de nos conclusions. Les chiffres cités dégagent en effet les tendances possibles d'où sont isolés tous les facteurs au profit de l'impact du réseau routier. D'autres variables, conjuguées avec l'accessibilité pourront entraîner à Saint-Etienne-de-Beaumont, par exemple, un accroissement plus important de population. Mais, il faudra savoir dans ce cas, que le lien interrive n'est pas le facteur majeur de ce développement mais que ce sont plutôt le bas prix des terrains, le site, etc.

4.2.2 Concordance avec les objectifs d'aménagement

Le scénario de développement urbain façonné par le réseau routier projeté s'oppose dans une certaine mesure aux objectifs d'aménagement spatial touchant l'agglomération de Québec. L'importance de cet antagonisme dépendra de la date de construction des projets routiers.

Tout d'abord, il va à l'encontre du resserrement de la trame urbaine et ne contribuera certes pas à consolider le tissu déjà urbanisé autour des centres secondaires. L'ouverture de l'autoroute Montmorency aidera au développement de l'est de l'agglomération et à la mise sur pied du centre secondaire prévu à Beauport. Cependant, la C.A.C.U.Q. ne prévoyait la constitution de ce centre et une localisation importante de population à cet endroit qu'après 1986 et même 1990. De même, la croissance démographique étant limitée, la population ne pourra s'implanter partout à la fois et ce, suivant une densité souhaitable. Il est difficile de comparer la répartition de la population prévue par le schéma d'aménagement de la C.A.C.U.Q. et celle résultant du réseau routier projeté. La C.A.C.U.Q. ne retient que la rive nord et ses prévisions démographiques sont nettement trop optimistes. Cependant, si on analyse les répartitions de population en termes de pourcentage par secteur, on note une différence notable pour le centre de l'agglomération surtout. La C.A.C.U.Q. y prévoit une population quatre fois plus importante. Pour les autres secteurs, l'écart est moindre. Ainsi, la population serait plus faible que prévu à l'intérieur de l'aire d'implantation prioritaire et plus forte à l'extérieur.

L'OPDQ qui retient un périmètre d'urbanisation incluant la rive sud est moins précis concernant ses objectifs d'aménagement spatial. Cependant, les secteurs de la rive sud (surtout ceux situés au sud de l'autoroute 20) dont l'attrait pour la localisation résidentielle augmente ne font pas partie de l'aire d'implantation prioritaire retenue par l'OPDQ. Un développement important de l'île d'Orléans va aussi à l'encontre des objectifs formulés par tous les organismes touchant la sauvegarde de ce milieu culturel, récréatif et agricole. L'intrusion visuelle d'une infrastructure de cette importance gâchera de plus le cachet de l'île d'Orléans. La réalisation de celle-ci devra plus qu'ailleurs être traitée de façon soignée et s'intégrer discrètement à l'environnement.

Les battures de Beauport et de Lauzon servent aussi au séjour des oiseaux migrateurs. Si l'autoroute Montmorency s'avère un obstacle à la préservation du site de Beauport, le lien interrive ne devrait pas poser de problèmes majeurs sous cet aspect sauf peut-être au moment de la construction. Il faudra donc reviser quelque peu les méthodes habituelles de construction.

Au niveau global, en accentuant le dépeuplement des secteurs centraux, la réalisation des projets routiers nuira à la concrétisation d'un objectif fondamental du schéma d'aménagement de la communauté urbaine de Québec, soit la consolidation de l'activité résidentielle du centre-ville. Celui-ci verra s'étendre sa zone d'influence beaucoup plus à l'est sur une distance considérable. Les pôles secondaires de Lévis et Beauport seront ainsi reliés. Mais en dispersant la croissance démographique, aucun pôle ne pourra véritablement émerger et consolider sa position par rapport à sa zone d'influence immédiate et encore, si celle-ci existe.

Ces aspects contribueront à accentuer la séparation des lieux d'emploi et de résidence. Les premiers seront toujours aussi concentrés et les seconds toujours aussi dispersés. L'agglomération étant plus vaste, les déplacements seront plus longs et plus nombreux. La forme urbaine qui en résultera sera plus dispersée que jamais. Malgré la congestion du

centre-ville, la basse densité et la multiplicité des buts de voyages rendront difficilement réalisable l'implantation de tout système de transport en commun en site propre.

La réalisation de ce lien, sous certaines réserves, peut cependant être positive. Sa construction après 1996 et même plus tard permet la continuation de la croissance selon les axes actuels. La délimitation d'un périmètre urbain (par l'application des lois 90 et 125)[1] en favorisant une densification du tissu déjà urbanisé, favorisera la constitution des pôles secondaires. A cette date, le développement de l'est de l'agglomération devenant souhaitable, il rendra possible l'intégration de cette partie de la rive sud à la rive nord tout en rééquilibrant le développement de la forme urbaine dont le centre de gravité s'éloigne de plus en plus à l'ouest du centre-ville.

Si quelques nuances doivent être apportées pour faire concorder les objectifs d'aménagement spatial et le nouveau lien entre les deux rives, on retrouve cependant une meilleure adéquation avec les objectifs de développement économique.

A l'est, la CUQ aménage actuellement un second parc industriel régional à Beauport et la plupart des organismes s'entendent pour une industrialisation prioritaire de la zone métropolitaine de Québec incluant la rive sud. Les analyses déjà faites concernant le développement industriel de l'agglomération retiennent toutes le site de Lauzon comme offrant les meilleures possibilités. En ce sens, le lien par l'île d'Orléans constitue l'infrastructure permettant d'intégrer un éventuel complexe industriel à l'est de Lauzon au port de Québec et aux zones résidentielles

---

1 Le projet de loi 125, sur l'urbanisme et l'aménagement du territoire, déposé en décembre 1978, permettra d'adopter un schéma d'aménagement délimitant un périmètre d'urbanisation et fixant les intentions générales d'affectation du territoire.

de l'est de la rive nord. Il constitue un support au schéma de développement industriel qui s'élabore autour du port de Québec. Il a l'avantage de permettre au trafic de transit se dirigeant vers celui-ci d'éviter le domaine bâti. De plus, Lauzon offre une quantité d'espaces suffisants tout en présentant le moins de risque pour l'environnement. Cependant, ce site doit être relié à celui du port de Québec et des battures de Beauport qui ne peuvent recevoir d'industries polluantes.

Les tracés les plus intéressants parmi ceux envisagés par la firme Vandry et Jobin aboutissent sur la rive sud au site même du projet d'une usine de gaz naturel liquéfié intégré au projet "Gaz Québec-Atlantique" de Trans-Canada Pipelines. S'il était retenu de préférence à celui de Q & M Pipelines Ltd, ce projet entraînerait de sérieux problèmes.

4.2.3 Impact sur la forme urbaine et les déplacements

Il est difficile de classer la forme urbaine de l'agglomération québécoise dans l'une des catégories reconnues: linéaire, radio-concentrique, polynucléaire ou autres. Il y a bien quelques axes forts de développement,mais l'éparpillement et les nombreux vides laissés font que celle-ci s'ébauche continuellement.

Les équipements, (centres commerciaux, industries) selon leur fonction, suivent une logique différente de répartition et ont quelquefois tendance à se situer en dehors du tissu urbanisé qu'ils devraient desservir. Leur forte consommation d'espace les incite à rechercher les terrains les moins chers indépendamment de la proximité de la clientèle ou de la main-d'oeuvre car l'accessibilité est, comme nous l'avons vu, optimale pour l'ensemble de l'agglomération. On les retrouve donc le plus souvent raccrochés au réseau routier primaire. Celui-ci sert d'armature au développement. C'est ainsi qu'on peut observer à partir du centre-ville des antennes d'équipements: services et bureaux sur Saint-Cyrille et Chemin Sainte-Foy, industries sur le boulevard Charest, etc. Ce développement est récent et localisé vers l'ouest, c'est-à-dire suivant

la direction du réseau autoroutier. Les autres antennes (est, nord) sont des axes plus anciens et servent surtout au peuplement.

Le boulevard de la Capitale, seule autoroute de ceinture nord, devait au départ attirer l'industrie. Mais la plus-value créée par l'autoroute sur les terrains avoisinants en affecta l'usage. Ceux-ci semblent maintenant destinés à une utilisation commerciale et les projets de centres commerciaux s'y multiplient.

Malgré un centre-ville fort et des axes d'équipements structurants, l'atomisation des fonctions urbaines et l'éparpillement caractérisent plutôt la forme urbaine actuelle. Cette structuration de l'espace, fondée sur une différenciation des fonctions de travail, d'habitat, de loisirs et de services engendre les déplacements.

Or, il a été démontré que l'organisation de l'espace urbain est l'un des éléments qui influent sur la consommation d'énergie dans la société. Ainsi, la densité faible ou forte rend possible l'utilisation de moyens de transport plus ou moins efficaces sur le plan de la consommation d'énergie. De même, il existe une relation entre la distance moyenne de la localisation résidentielle à partir du centre-ville et la longueur moyenne du déplacement pour se rendre au travail.

L'étalement de la banlieue, l'aménagement hétéroclite et la ségrégation dans l'affectation des terrains sont donc sources de gaspillage d'énergie puisqu'ils entraînent la multiplication des déplacements et une augmentation de la longueur de ceux-ci.

Les aménagements dirigés sont donc plus efficaces sur le plan énergétique. Ainsi, s'il était possible de contrôler la taille et la répartition de la population, il semble que les aménagements compacts de petite ou de moyenne tailles disposés en rectangles ou cercles concentriques dans un arrangement polynucléaire constitueraient la forme la plus

efficace. S'il est difficile de contrôler ces facteurs, l'aménagement linéaire ou radio-concentrique serait préférable et plus efficace.(1)

Le centre-ville de Québec compte plus de la moitié des emplois de l'agglomération et le rayon moyen de celle-ci à partir du centre-ville est de 11 kilomètres. Le mode de transport le plus utilisé est l'automobile et la faible densité liée à la dispersion de la localisation résidentielle rend difficile l'usage d'un mode de transport plus efficace sur toute l'étendue de l'agglomération.

> "Si un mode de transport comme l'automobile exige de plus grandes superficies, la distance à parcourir augmente et la densité décroît entraînant ainsi une augmentation de la consommation d'énergie dans le secteur des transports. Par ailleurs, l'efficacité énergétique des automobiles actuelles est moins élevée que celle de moyens de transport en commun comme l'autobus (et, en moyenne, les parcours des automobiles sont plus longs)"(2).

On peut donc en conclure que la forme urbaine existante n'est pas idéale sur le plan de l'efficacité énergétique. Le réseau routier projeté allongera le rayon moyen de l'agglomération à 16 kilomètres et en multipliant les possibilités de localisation résidentielle renforcera la tendance à une forme urbaine discontinue et dispersée. Il permettra une dispersion des secteurs de développement à l'extérieur de l'agglomération existante, à des distances plus éloignées mais permettant cependant les déplacements du domicile au lieu de travail ou centre-ville.

---

1 John H. Chibuk, Energie et organisation de l'espace urbain, p. 6-7.

2 John H. Chibuk, Energie et organisation de l'espace urbain, p. 4.

Le rôle du système de transport est donc extrêmement important tant sur l'orientation du schéma d'utilisation du sol que sur les formules possibles d'aménagement urbain. En privilégiant les interventions dans le domaine autoroutier, on renforce cependant la tendance à un mode d'organisation de l'espace consommant de plus en plus d'énergie.

On a vu que le taux de croissance démographique de l'agglomération sera faible pour les prochaines années. Il existe aussi de nombreux terrains vacants à l'intérieur et autour du tissu urbain et les problèmes institutionnels et administratifs seront fort nombreux si l'on veut modifier ou orienter l'aménagement urbain.

Le schéma d'aménagement de la C.A.C.U.Q. "un centre-ville et des centres secondaires", s'appuie sur l'état actuel du tissu urbain. Ce concept est aussi perçu comme l'un des plus intéressants par rapport au nombre et à la longueur des déplacements puisque les centres secondaires desservent leur environnement immédiat et servent de points de transbordement. La densité plus grande permet l'utilisation du transport en commun.

Pour permettre une économie d'énergie dans le secteur du transport, il ne semble guère y avoir d'autres solutions que la réalisation de ce concept et une augmentation de la densité du peuplement. Des efforts de remplissage à l'intérieur de la zone aménagée devront être faits et les projets comme la rénovation de l'existant et l'utilisation multifonctionnelle des terrains devront être privilégiés.

A court terme, la réalisation du réseau routier projeté et surtout du lien rive nord - rive sud aura un impact allant dans le sens opposé. Cependant, la structure urbaine existante s'appuie sur l'automobile et la majorité des besoins vont dans ce domaine. Un retour en arrière draconien ne peut donc s'effectuer sans pénaliser les usagers. Une solution basée strictement sur le transport en commun risque de s'avérer onéreuse dans le contexte actuel de basse densité si le concept d'aménagement proposé ne se concrétise pas. Un choix devra donc être fait dans

les prochaines années sur la forme urbaine à donner à l'agglomération et l'offre de transport s'y adaptera.

Dans l'immédiat, ceci pourrait vouloir dire une limitation à la construction autoroutière en périphérie et des interventions au niveau du transport en commun à l'intérieur du périmètre déjà bâti et surtout au centre de l'agglomération; à plus long terme, en fonction du concept d'aménagement retenu, la réalisation des projets routiers répondant à la demande des usagers. Le lien interrive dans l'axe Orléans, construit le plus tard possible, répondrait tant aux objectifs d'aménagement spatial et économiques qu'à ceux du transport. Il rééquilibrerait vers l'est le développement de l'agglomération et surtout permettrait d'intégrer la rive sud à la rive nord, tout en répondant à la demande de transport pour les déplacements interrives.

On ne peut en effet penser à une forme urbaine future n'incluant pas la rive sud. Celle-ci fait partie de l'agglomération urbaine et de l'aire d'attraction des centre-ville de Québec et de Sainte-Foy. Le lien par l'île d'Orléans constituerait le tronçon manquant d'une voie autoroutière ceinturant une agglomération déjà bien desservie sur le plan routier.

Ces deux options de transport (réseau autoroutier de dégagement en périphérie et réseau de transport en commun au centre desservant la partie plus dense du tissu urbain) tout en offrant de multiples possibilités quant au choix de la forme urbaine, répondraient aux besoins des usagers et seraient énergétiquement plus rentables.

Réalisé trop tôt, le lien interrive par l'île d'Orléans en suscitant de nouvelles implantations résidentielles nuirait à la concrétisation d'une quelconque forme urbaine. Au niveau des déplacements, il entraînerait une augmentation des échanges interrives tout en allongeant le parcours moyen pour se rendre au travail. Cette multiplication des

déplacements rive sud - rive nord ou vice versa pour le travail contribuerait rapidement à la saturation du lien aux heures de pointe tout en modifiant sensiblement la part des déplacements locaux dans le total des échanges entre les deux rives. Il n'est, de plus, pas évident que cette augmentation de déplacements ayant des origines et destinations multiples soit suffisante pour légitimer l'implantation d'un système de transport à capacité intermédiaire, site propre ou autre. Une solution par l'automobile engendre en effet des besoins du même type et une solution de type transport en commun devrait plutôt être élaborée à la place d'un lien autoroutier, si l'on songe sérieusement à ce genre de système pour desservir les déplacements interrives ou comme support à l'orientation d'un concept d'aménagement. L'impact de l'un et l'autre systèmes est fort différent et rend par la suite difficile un retour en arrière ou un usage simultané, à moins d'un contexte de croissance démographique très élevé.

A l'analyse, on observe cependant que cet impact est dû presque essentiellement à l'autoroute Montmorency et au lien par l'île d'Orléans. Sans affecter profondément la répartition totale de la croissance, (celle-ci s'effectuera toujours majoritairement dans les secteurs 8, 13, 6, 7 et 5), ces deux projets éparpilleront la croissance résiduelle dans un plus grand nombre de secteurs.

Cet apport soudain d'une population importante surprendra plusieurs municipalités. Bien sûr, celles-ci lorsqu'elles planifient leurs infrastructures font des prévisions démographiques à très long terme. Généralement, elles surestiment d'ailleurs leur population future. Ces équipements risquent donc d'avoir un surplus de capacité dans le cas des municipalités de la partie ouest de la rive sud et d'être déficients dans la partie est.

Même si la loi 90 visant la protection du territoire agricole contribue à limiter l'ouverture de nouveaux terrains à l'urbanisation, le réseau projeté modifiera quelque peu la tendance actuelle du développement. La loi aurait pu avoir un rôle restrictif dans le cas de Saint-Etienne-de-Beaumont, mais le lien interrive n'affectera pas cette municipalité. Tout au plus lui permettra-t-il de conserver son rythme actuel de développement.

Les municipalités les plus touchées sont déjà urbaines et la loi ne contribuera tout au plus qu'à une meilleure rationalisation de l'usage du sol déjà urbanisé. Ceci pourrait toutefois diminuer l'attrait de ces municipalités et limiter l'impact du lien interrive.

CONCLUSION

CONCLUSION

S'intégrant dans un milieu ayant ses caractéristiques et un cachet exceptionnel, le lien interrive par l'île d'Orléans répondra à une demande de transport régional et même interrégional. De la même façon, l'impact de ce projet débordera le cadre des usagers puisqu'il affectera les décisions d'implantation, les modes de vie des populations touchées et le développement urbain de l'ensemble de l'agglomération québécoise. Dans ce contexte, les intérêts divergent donc et ceux qui en définitive bénéficieront du nouveau lien ne seront sans doute pas ceux qui en subiront les principaux inconvénients.

L'ensemble de la collectivité qui doit supporter cet investissement très lourd, ses nuisances autant que ses avantages, est en droit d'attendre de la réalisation de cette infrastructure la valorisation de ses principaux objectifs, notamment ceux spécifiques à l'aménagement urbain. En effet, puisque l'organisation de la forme urbaine influence un ensemble d'autres éléments, dont la qualité de la vie et l'importance des investissements permettant d'y arriver, il faut tenir compte de l'incitation à construire que provoquera la réalisation de ce projet et donc des pressions qui favoriseront une urbanisation rapide.

Une telle étude d'impact permettant la décision optimale doit donc s'appuyer sur une bonne connaissance du milieu, mais aussi se situer à un niveau global permettant d'envisager toutes les interactions se produisant. Il s'agit d'évaluer l'opportunité de localisation de ce projet en fonction de la variation d'urbanisation suscitée par son implantation. Ceci nous amène à comparer l'accessibilité différente du réseau actuel et du réseau projeté et l'intérêt des urbanisations favorisées.

Dans l'agglomération de Québec comme ailleurs, l'interaction entre l'utilisation du sol et les transports a toujours existé. Fonction de la vitesse des modes de transport en usage, le tissu urbain qui se

caractérise longtemps par un peuplement dense et compact évoluera dès l'introduction massive de l'automobile vers une forme urbaine dispersée et recelant de nombreux espaces vacants. Celle-ci est actuellement le facteur générateur de la demande de transport, du nombre et de la longueur des déplacements.

Cette croissance rapide de l'agglomération pose même le problème de la délimitation de notre zone d'étude. L'entité géographique retenue par les études antérieures et par les organismes s'occupant de la cueillette des données ne correspond plus, en effet, à la réalité maintenant observable. Ceci est surtout vrai pour la rive sud où nous aurions dû inclure une portion importante de territoire au sud de l'autoroute 20. La zone accessible en 30 minutes à partir du centre-ville et permettant de ce fait les déplacements domicile-travail contribue de plus à porter les limites de l'agglomération bien au-delà des besoins actuels. Les sols disponibles à l'urbanisation, même en tenant compte des contraintes et des potentiels d'utilisation du sol, permettent au développement urbain de se poursuivre au même rythme et ce, pour plusieurs années à l'intérieur du périmètre urbain actuel.

La forme urbaine qui se définit par la taille de la population, le tracé du réseau de communication, l'emplacement et l'affectation des sols et la densité est plus étendue et plus hétéroclite que celle des autres villes moyennes canadiennes. Peuplée par un peu plus d'un demi-million d'habitants, l'agglomération est largement orientée par l'omniprésence de l'automobile et du réseau autoroutier. Sous l'impulsion d'une trop grande accessibilité, les fonctions liées à l'emploi et à l'habitat ont eu tendance à s'exclure. La séparation des lieux de travail et de résidence se double aussi d'une concentration des emplois administratifs au centre et des emplois industriels le long des axes routiers principaux en dehors du milieu bâti. Les espaces récréatifs au sein des quartiers sont rares et situés eux aussi le plus souvent à l'extérieur de l'agglomération. La densité de l'habitat qui était forte il y a 25 ans à peine, baisse graduellement et rend difficile une des-

serte efficace et attrayante par le transport en commun. La construction d'autoroutes depuis 15 ans, en répondant aux besoins de déplacements, a ainsi ouvert à l'urbanisation nombre de terrains "bon marché". Facteur stimulant à la localisation résidentielle, le réseau de transport, créé dans la plupart des cas pour une desserte interrégionale ou régionale rapide fut ainsi utilisé à des fins urbaines. La croissance des dernières années s'est faite dans cette couronne rendue accessible à l'automobile. Sainte-Foy et Charlesbourg se sont ainsi développées au détriment des secteurs du centre-ville. La majorité de la population se localise encore à moins de 18 minutes du centre-ville. Mais, la majorité de la croissance qui s'effectuait dans les secteurs situés entre 10 et 22 minutes du centre-ville a maintenant lieu, depuis 1971, dans les secteurs localisés entre 15 et 28 minutes du centre.

Cette dichotomie centre-banlieue donne aussi lieu à une différenciation sociale de l'espace. La densité baisse à mesure que l'on s'éloigne du centre-ville et les secteurs de haute densité se caractérisent par un faible taux de motorisation, même si leur indice de charge économique est aussi élevé qu'ailleurs. Curieusement, les plus démunis économiquement se retrouvent plutôt en banlieue où les services et les emplois sont inexistants. L'accessibilité a un prix et les ménages à hauts revenus se localisent près du centre tandis que les ménages à faibles revenus se retrouvent à la périphérie. Nous ne discuterons pas sur le caractère positif ou négatif de cet impact du réseau routier qui, en produisant de vastes espaces urbanisables, permet aux familles de s'établir à peu de frais et de vivre leur mythe de la maison unifamiliale après avoir dû quitter le centre-ville. Cependant, nous devons constater que ces mêmes familles, les plus démunies et ayant à ce titre besoin davantage de la présence des services et équipements communautaires (transport en commun, équipement récréatif ou culturel, etc.) sont pénalisées davantage puisque la ségrégation des fonctions urbaines les oblige à payer un coût de transport plus élevé pour avoir accès aux emplois et aux services.

L'atomisation des fonctions urbaines et la dispersion de la croissance entraînent donc un coût social et économique. La perte d'autonomie des secteurs oblige en effet à de multiples déplacements et la longueur de ceux-ci ne peut que croître. Fonction de la localisation résidentielle, la distance moyenne pour se rendre au travail qui est aujourd'hui de 10,6 km ne pourra qu'augmenter si l'on se fie aux tendances de l'urbanisation suscitées par l'excellente accessibilité dont jouit l'agglomération québécoise. En ce sens, les perspectives de croissance démographique et l'état du tissu urbain au moment de la construction d'un lien interrive feront que celui-ci aura un impact différent.

Sur le plan démographique, il est à peu près certain que la croissance de l'ensemble de la zone à l'étude ralentira. La population de celle-ci pourra ainsi atteindre selon les hypothèses basses et hautes entre 670 400 et 741 000 habitants. En se basant sur l'hypothèse moyenne, la population atteindra 705 716 habitants. Le taux de croissance moyen pour les vingt-cinq prochaines années sera donc de 1,1% alors qu'il se situait à 2,2% entre 1956 et 1976. Sur le plan économique, les perspectives ne sont guère plus encourageantes. La région a toujours eu énormément de difficultés, malgré les interventions, à susciter la création d'emplois secondaires. Se situant en dehors des courants d'échanges économiques, celle-ci ne peut attirer d'industries qu'en offrant des avantages monétaires ou autres. Les seuls secteurs moteurs sont les services et l'administration. Ceux-ci sont interreliés et la réalisation d'une décentralisation gouvernementale, liée à une stagnation des effectifs, ne pourra que diminuer le rôle de ceux-ci. Compte tenu de ces perspectives, la capacité d'accueil pour les fonctions résidentielles et industrielles qui consomment le plus d'espaces est amplement suffisante pour les vingt prochaines années et même davantage.

Deux scénarios, l'un tendanciel et l'autre volontariste, peuvent cependant se concrétiser et affecter différemment la structuration urbaine. Si les localisations résidentielles et industrielles s'opèrent suivant leur logique antérieure, la tendance à l'éparpillement et à la dispersion

se poursuivra compte tenu de l'excellente accessibilité dont jouit l'agglomération. La zone couverte en moins de trente minutes à partir du centre-ville dépasse la superficie potentiellement "viabilisable", notamment sur la rive sud. L'expansion urbaine risque donc de se poursuivre au-delà de ce périmètre et ce, malgré la capacité d'accueil suffisante. Pour la fonction industrielle, le schéma sera un peu identique à celui de la fonction résidentielle. L'occupation de nouveaux espaces sera le fait de la croissance mais aussi des relocalisations rendues nécessaires par l'agrandissement des entreprises et par la lutte entre les différentes affectations du sol au centre de l'agglomération. Aux antennes actuelles de développement vers l'ouest et le nord, s'ajouteront donc celles en direction nord-ouest et est. D'autres facteurs (taxes, site, prix du terrain, etc.) que l'accessibilité intervenant dans le choix des "localisateurs", la rive sud, notamment la partie ouest, se développera aussi, bien que moins accessible que la rive nord. Ce développement sera cependant fonction de celui de la rive nord. L'autonomie de ces secteurs diminuera et conséquemment le nombre de déplacements interrives à l'ouest augmentera.

Si, au contraire, le développement s'oriente suivant les objectifs de développement économique et spatial, la trame urbaine se resserrera autour de pôles retenus. Au niveau économique l'on vise à intégrer la zone métropolitaine aux réseaux d'échanges nord-américains et à utiliser le port de Québec comme catalyseur des avantages de la région. Plusieurs projets majeurs sont avancés dont celui d'un terminus forestier et d'un terminal méthanier. Bien qu'il y ait suffisamment d'espaces industriels vacants, ceux-ci sont mal localisés. On songe donc au développement des battures de Beauport, notamment pour les industries peu polluantes, mais surtout au développement des battures de Lauzon qui recevraient la majeure partie des installations industrialo-portuaires.

Sur le plan spatial, on désire localiser le développement de la rive nord et sud à l'intérieur du périmètre urbain actuel. On espère concentrer les équipements spécialisés au centre-ville, étendre la zone

d'influence de celui-ci et y revitaliser la fonction résidentielle. Pour réduire les déplacements et la congestion au centre-ville, on vise aussi à constituer des pôles secondaires (Sainte-Foy, Lebourgneuf, Beauport et Lévis) regroupant des emplois et des équipements, de façon à desservir leur zone d'influence respective. L'objectif est de consolider l'urbanisation autour de ces noyaux qui assureront les services les plus courants. On tente par ce concept de "densifier" le tissu urbain et de favoriser le transport en commun.

La réalisation de ces objectifs économiques et spatiaux aura comme conséquence d'inclure de façon définitive la rive sud au destin de l'agglomération québécoise. La partie est sera surtout privilégiée et comme le développement sera d'ordre économique, les déplacements interrives s'effectueront dans l'axe est et seront bidirectionnels. La forme urbaine sera aussi plus concentrée, favorisant ainsi le transport en commun et les déplacements, sans doute tout aussi nombreux, seront plus courts.

Malgré l'intérêt du scénario volontariste, le scénario tendanciel risque de se concrétiser et ce, malgré la loi 90. Comme nous l'avons dit, plusieurs sites sont potentiellement "viabilisables", un peu partout en périphérie. De plus, le manque de conscience régionale et le morcellement des décisions en l'absence d'un organisme dont le mandat couvrirait l'ensemble du développement de l'agglomération (rive nord et rive sud) favoriseront la poursuite de la tendance actuelle.

Dans le cadre du débat qui s'instaurera, à savoir s'il faut construire un nouveau lien routier, quand et où le construire, il nous faut admettre qu'un lien interrive aura une action transformatrice, peu importe le scénario de développement qui se concrétisera. Celui-ci prolongera les tendances passées, en créera de nouvelles, contribuera à la réalisation des objectifs d'aménagement ou les fera échouer.

Si on se base à la fois sur l'analyse détaillée par cette étude concernant l'impact du pont Pierre-Laporte et sur les modifications d'accessibilité résultant d'un lien localisé dans l'axe Orléans, on peut prévoir que des impacts majeurs seront observés suivant un processus d'enchaînement dans plusieurs domaines.

L'impact le plus immédiat sera celui affectant le service offert ou le degré d'accessibilité de certains secteurs. La conjugaison de l'autoroute Montmorency et du lien par l'île d'Orléans permettra ainsi aux usagers de la pointe ouest de l'île d'Orléans et de l'est de la rive sud (de Saint-David-de-l'Auberivière à Saint-Etienne-de-Beaumont) de diminuer leur temps de parcours au centre-ville. L'augmentation de l'accessibilité favorise tout l'est de la région tant sur la rive nord que sur la rive sud,mais sera surtout importante pour Saint-Etienne-de-Beaumont et le secteur ouest de l'île d'Orléans. Les secteurs défavorisés sous cet angle actuellement atteindront ainsi les premiers rangs au niveau de l'accessibilité. Ceci aura comme effet d'agrandir le périmètre de l'agglomération davantage vers l'est et de conférer à celle-ci un degré d'accessibilité uniforme.

Si on se base cependant sur les résultats du modèle de la théorie économique d'accessibilité urbaine, on est amené à nuancer l'impact que cette augmentation d'accessibilité aura sur l'urbanisation de ces secteurs. Actuellement, l'utilité nette retirée du réseau routier n'est maximale que sur la rive nord alors qu'elle est minimale pour l'est de l'agglomération. La construction du lien dans l'axe Orléans fera que Saint-Etienne-de-Beaumont, Lauzon, Lévis, Saint-Louis-de-Pintendre, Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy retireront les gains les plus importants au niveau de l'utilité du réseau routier projeté. Cependant, ces gains ne seront pas suffisants pour leur faire atteindre le seuil d'utilité maximale observable sur la rive nord. Celle-ci constituera donc toujours le choix maximal si l'on considère l'intérêt de la localisation. Les secteurs de la rive sud se classeront au deuxième rang (sauf Saint-Etienne-de-Beaumont, au troisième rang) et seuls d'autres facteurs liés au site, au prix des terrains, aux taxes feront qu'ils constitueront

des choix possibles pour une éventuelle localisation résidentielle.

Traduites en terme de population, ces modifications d'accessibilité donnent les résultats suivants. La réalisation des projets routiers projetés (boulevard Henri IV, autoroute 40, Montmorency et lien interrive par l'île d'Orléans) accentuera le dépeuplement du centre de l'agglomération et certains secteurs verront leur population augmenter au détriment des autres. Les secteurs centraux (1, 2, 3, 4) perdront ainsi une population supplémentaire de 33 000 habitants et la croissance des municipalités de Sainte-Foy et de l'ouest de la rive sud ralentira. L'est de l'agglomération recevra une croissance non anticipée de 30 900 habitants dont 17 800 se localiseront sur la rive sud et 6 300 à l'île d'Orléans.

Cet impact sera dû presque essentiellement à l'autoroute Montmorency et au lien par l'île d'Orléans. Ces deux projets n'affecteront pas profondément la répartition totale de la croissance. Ils toucheront tout au plus 42 000 personnes, soit le quart de la croissance normale de l'agglomération qui se poursuivra toujours dans les secteurs de Sainte-Foy, Beauport, Charlesbourg et du nord-ouest.

Cependant, ces projets feront hausser une compétition déjà existante au niveau des municipalités pour attirer le développement et auront comme effet de répartir la croissance résiduelle dans un plus grand nombre de secteurs localisés en périphérie de l'agglomération.

Contrairement à l'autoroute 20 et au pont Pierre Laporte, il n'y aura pas de modifications importantes dans l'affectation des territoires ainsi ouverts à l'urbanisation, notamment au niveau des sols propices à l'agriculture. La loi 90 sur la protection du territoire agricole fera que l'utilisation de ceux-ci sera préservée. Cette loi protégera donc les municipalités plus rurales de la zone à l'étude. Dans le cas des autres municipalités plus urbaines ayant déjà planifié leurs réseaux d'aqueduc et d'égout et échappant de ce fait à l'application de la loi, on peut penser que l'arrivée soudaine de cette population aura des conséquences

importantes sur la capacité des équipements en place, des services à donner à cette population et sur la santé financière de ces municipalités.

Même si la majorité d'entre elles ont tendance à surestimer leur croissance lorsqu'elles établissent la capacité à donner à leurs équipements, on peut anticiper une déficience des réseaux d'aqueduc et d'égout à l'est de la rive sud. L'ouest de la rive sud, si tous les investissements prévus se réalisent, aura vraisemblablement un surplus de terrains viabilisés.

Le pont Pierre Laporte, projet qui ressemble à celui actuellement discuté, a soustrait à la rive nord une part importante de sa croissance démographique. Celle-ci en se localisant à l'ouest de la rive sud, dans des municipalités rurales non préparées à cette augmentation de population a nécessité des investissements considérables. Il a fallu raccorder de nouveaux développements au réseau d'infrastructures existantes. Malgré les subventions gouvernementales importantes compte tenu de la population concernée, ces municipalités consacrèrent la majeure partie de leur budget aux infrastructures et ce, au détriment des autres services. L'endettement de ces municipalités se fit aussi à un rythme plus rapide que leur développement, leur évaluation imposable réduisant à néant leur marge de manoeuvre au niveau financier.

De plus, ces développements ont engendré des déplacements interrives concentrés à l'heure de pointe et accéléré la saturation des ponts. En fonction de l'actuelle croissance de la rive sud, celle-ci devrait avoir lieu en 1994 alors qu'elle serait située après l'an 2001 si cette croissance s'était effectuée selon la tendance antérieure, c'est-à-dire sur la rive nord.

La situation qui prévaut aujourd'hui est quelque peu différente d'alors. Cependant, il est à prévoir que les impacts se produiront suivant ce schéma. Ce troisième scénario sera différent des scénarios tendanciel et volontariste.

A la tendance actuelle du développement, le lien interrive par l'axe Orléans ajoutera de nouvelles antennes en direction est, sud-est et sud-centre. C'est l'ensemble de la zone à l'étude qui, à toutes fins pratiques, pourra recevoir le développement urbain. La croissance démographique étant limitée, la forme urbaine qui en résultera sera encore plus éparse et plus étendue. La multitude des localisations entraînera une sous-utilisation des équipements planifiés actuellement et le rayon moyen de l'agglomération passera de 11 à 16 kilomètres. Compte tenu du fait que ces emplois ne suivront pas ces développements domiciliaires et que ceux-ci seront dispersés et éloignés des pôles de services, les déplacements seront plus nombreux, plus longs et ne pourront s'effectuer qu'au moyen de l'automobile.

Réalisé avant 1996 et même en l'an 2000, le lien par l'île d'Orléans s'oppose aussi au scénario volontariste, notamment au niveau des objectifs d'aménagement spatial. En dispersant sur la rive sud une croissance qu'on préfère dans l'immédiat voir se localiser au centre-ville et autour des centres secondaires de Sainte-Foy et Lebourgneuf et à plus long terme à Beauport, le nouveau lien entre les deux rives empêchera la concrétisation du concept d'aménagement. Il va à l'encontre du resserrement de la trame urbaine et de l'augmentation de la densité. Il accentuera le dépeuplement des secteurs centraux, alors qu'on vise à en renforcer la fonction résidentielle. Il risque aussi de perturber l'équilibre et la vocation de l'île d'Orléans par un développement résidentiel trop important. Sa construction et son intégration à ce site exceptionnel s'avéreront aussi des plus délicates.

Construit dans un avenir plus lointain et s'il s'inscrit dans un plan d'ensemble de projets planifiés à l'avance, le lien ne s'oppose en rien à ces deux scénarios. Il peut même être bénéfique à la structuration d'une forme urbaine cohérente et plus efficace sur le plan énergétique. En orientant le développement vers l'est de l'agglomération il favorise un meilleur équilibre de celle-ci. Il permet aussi la création d'un axe économique entre Beauport et Lauzon tout en reliant les pôles

secondaires de la rive nord à celui de Lévis sur la rive sud. Il constitue de plus un des éléments à être mis en place si les objectifs de développement économique du port de Québec sur la rive sud se concrétisent.

Même si certains organismes éprouvent des réticences quant à la date de construction ou à l'intégration au site de ce projet, aucun ne s'oppose véritablement à sa réalisation ou à sa localisation.

Cependant, contrairement à la croyance générale, les infrastructures routières ne sont pas des stimulants au développement économique. Elles ne sont qu'un des nombreux facteurs coexistant avec d'autres d'ordre économique et ne peuvent en aucun cas, malgré les subventions, attirer de développements industriels sans la présence de ceux-ci. De même, un réseau de transport dessert ordinairement les objectifs qu'on lui assigne Il sert les intérêts individuels en l'absence de planification et d'orientation structurée du développement urbain. Il faudra donc espérer que les organismes oeuvrant dans l'un et l'autre domaine sauront utiliser et canaliser l'impact que peut avoir ce projet routier. La décision de le construire et sa localisation devront donc s'inscrire dans ce contexte et en fonction des choix qui seront faits pour la région concernant son développement économique et spatial. Il faudra s'assurer aussi de l'aptitude de ce projet à répondre à la demande de déplacements engendrée par ces choix et celle émanant des usagers actuels.

Il est fort probable que cette demande soit différente de celle mesurée en 1966 par l'étude Vandry-Jobin. Le développement urbain de la partie ouest de la rive sud, en plus de modifier la répartition des origines et des destinations, a sans doute augmenté la part des déplacements intrarégionaux. Nos projections de trafic estiment le taux de croissance moyen annuel du J.M.A. à 4,3% et prédisent la saturation pour 1994. Cependant, les mouvements domicile-travail étant sans doute plus importants, il ne serait pas étonnant qu'une saturation ait lieu avant cette date aux heures de pointe. L'ouverture de l'autoroute 40 n'apportera pas de solution à ce problème puisqu'elle desservira plutôt les déplacements

régionaux qui s'étalent sur toute la durée du J.M.A. Ces modifications peuvent éventuellement exiger des solutions différentes portant sur le transport en commun par exemple.

Actuellement, les déplacements faits par transport en commun ne représentent que 5% des mouvements interrives. Les déplacements se font surtout au moyen des traversiers. Les déplacements par autobus sur les ponts actuels sont marginaux. Une étude a déjà démontré que la mise en service d'un traversier-piétons, tout en permettant un temps de parcours deux fois moindre que le système de traversiers actuel, serait aussi plus intéressant sous cet angle qu'un service d'autobus express par les ponts.

Etant donné l'importance de faire coïncider l'échéancier de réalisation de ce projet en fonction de la stratégie de développement adoptée, une intervention au niveau du transport en commun serait peut-être préférable dans un premier temps. Avec les ponts et le système de traversiers existants auquel s'ajouterait un traversier-piétons et un taux d'utilisation du transport en commun passant de 5% à 15%, la saturation pourrait être retardée de 4 à 5 ans, soit vers 1998 et 1999 seulement. Le seuil de 15%, très conservateur pour une agglomération de la taille de Québec, pourrait être atteint avec l'aide de mesures incitatrices et un réaménagement des services de traversiers et d'autobus.

B I B L I O G R A P H I E

BIBLIOGRAPHIE

BEAULIEU, POULIN et ROBITAILLE. Etude d'alimentation et de distribution en eau potable pour le comté de Lévis. Québec, Régie des eaux du Québec, 1971.

BERNEY, P. Stratégie 85, Cohérence urbanisation - Transports - Analyse multicritère. Note de synthèse. Paris, I.A.U.R.P., septembre 1975.

BIEDER, A. Valorisation d'une ligne de transport en commun en site propre. Arcueil, I.R.T., 1974 (Note d'information no. 3).

BUREAU D'ETUDES MUNICIPALES ET REGIONALES. Dossier urbain. Concept d'aménagement de la cité de Beauport. Québec, 1966, 433 p. et 17 cartes.

CARRIER, TROTTIER, AUBIN. Collection et disposition des eaux usées du comté de Lévis. Québec, Services de protection de l'environnement, 1976.

C.A.C.U.Q. Les transports au centre-ville de Québec. Québec, ville de Québec, CUQ, gouvernement du Québec, gouvernement du Canada, 1976, 86 p.

C.A.C.U.Q. Schéma d'aménagement de la CUQ 1ère phase, études sectorielles. Québec, CUQ, 1972, 600 p.

C.A.C.U.Q. Schéma d'aménagement de la CUQ 2e phase, le concept. Québec, les Presses de l'Université Laval, 1975, 60 p.

CENTRE DE RECHERCHES ECONOMIQUES. Incidence de la structure et de l'étendue du développement urbain sur le choix des modes de transport: le cas des villes de moyenne importance. Paris, Conférence européenne des ministres des transports, 1975, 62 p. (Rapport de la vingt-huitième table ronde d'économie des transports).

CHIBUK, John H. Energie et organisation de l'espace urbain. Ottawa, ministère d'Etat aux affaires urbaines, juin 1977, 27 p.

CLAIRET, Gabriel. Les espaces industriels. Commission d'aménagement de la communauté urbaine de Québec, août 1975, 213 p. (Annexe technique).

DELUC. Etude de transport Québec - Lévis. Québec, ministère des Transports de Québec, 1973, 122 p.

DELUC. Transport en commun Québec - Lévis. Etude de pré-factibilité. Québec, ministère des Transports, août 1974, 53 p.

FILION, Serge. Lebourgneuf, Concept d'organisation. Québec, ville de Québec, 1974, 118 p.

FORTIN, Gabriel. Les contributions municipales du transport en commun. Montréal, Transports Canada, Transports Québec, 1978, 288 p.

GODARD, X. Méthodologie de l'analyse multicritère appliquée aux transports. Arcueil, Institut de recherche des transports, 1973, 61 p. (Rapport de recherche I.R.T. no. 9).

G.V.R.D. PLANNING DEPARTMENT. The Livable region 1976-1986, Proposals to manage the growth of Greater Vancouver. Vancouver, The Greater Vancouver Régional District, March 1975, 51 p.

HULBERT, François. L'aménagement régional au Québec. Le développement et l'aménagement industriel du territoire dans la région de Québec. Québec, Université Laval, 1975, 428 p. (Thèse de doctorat).

I.R.T. Etudes préliminaires d'infrastructures de transport. Références méthodologiques pour les études à long terme de transports collectifs en site propre. Paris, ministère des Transports, ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Equipement, du Logement et du Tourisme, 1972, 68 p.

KOENIG, G. Critères de choix en milieu urbain pour la planification des transports. Paris, 1973, 9 p. (texte miméo).

KOENIG, G. La théorie de l'accessibilité urbaine, un nouvel outil au service de l'aménageur. Revue générale des routes et aérodromes, no. 499, Vol. 44 - Juin 1974, p. 67-78.

LAHAYE et Ass. La zone spéciale de Québec. Etude de cadrage. Synthèse rapport final. Québec, O.P.D.Q., avril 1973, 293 p. et annexes.

LAHAYE, Jean-Claude. Sainte-Foy centre-ville, schéma particulier d'aménagement, volets 1-2-3-4. Montréal, Société Lahaye et Ouellet, 1975, 186 p.

LAROCQUE, Maurice. Les espaces verts récréatifs. Commission d'Aménagement de la Communauté urbaine de Québec, août 1975, 209 p. (Annexe technique).

LOWRY, I.S. A model of metropolis, Technical memorandum, California, The Rand Corporation Santa Monica, 1964.

MORISSET, Jean. Nature des études d'impact sur l'environnement: aspect social. Essai de compréhension. Québec, Eau du Québec, vol. 9, no. 2-3, avril-août, 1976.

PALMA, Maria Thérèsa. Lévis dans l'agglomération québécoise: un exemple de destin lié. Québec, Université Laval, juillet 1972, 183 p. (Thèse de maîtrise).

REDMA ET PLURAM. Etude de cadrage des espaces industriels, rive sud de Québec. Montréal, ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec, 1976, 281 p. et annexes.

RENY, Claude. L'environnement rural et urbain. Commission d'Aménagement de la Communauté urbaine de Québec, août 1975, 137 p. (Annexe technique).

REYNOLDS, D.J. The expanding city, the role of the automobile and transit in relation to Canadian urban growth and energy consumption. Transports Canada, 1977, 32 p. (Texte miméo).

ROCHETTE, ROCHEFORT et Ass. LIMITEE. Plan directeur d'aqueduc. Région métropolitaine de Québec. Vol. 1. Etude de base, 119 p. Vol. II. Analyse et prospective, 228 p. Québec, services de protection de l'Environnement, 1974.

SAICANS, André. Prévisions démographiques des régions administratives et des principales agglomérations urbaines 1976-2001. Québec, OPDQ, 1973, 108 p.

SERVICE TECHNIQUE DE LA CIRCULATION. Région de Québec, lien rive nord-rive sud. Québec, ministère de la Voirie et des Transports, janvier 1973.

SETRA. Urbanisme et transport: les critères d'accessibilité et de développement urbain. Paris, ministère de l'Equipement, 1974, 55 p.

TRANS-CANADA PIPELINES. Projet Gaz Québec-Atlantique. Montréal, volume 4D. Environnement, planche 3-1.

TURCOTTE, Jean F. Habitation. Québec, Communauté urbaine de Québec, août 1975, 269 p. (Annexe technique).

URBANEX. Ile d'Orléans. Plan de sauvegarde et de mise en valeur. Phase 1. Esquisse d'aménagement du secteur haut-estuaire. Québec, OPDQ et ministère des Affaires culturelles, 1975, 187 p.

VANDRY ET JOBIN, DE LEUW CATHER et Ass. Plan de circulation et de transport, région métropolitaine de Québec. Québec, Commission d'Aménagement de Québec et ministère de la Voirie, 1967 (Vol. 1, les enquêtes) 153 p., 1968, (Vol. II, le plan) 189 p.

VANDRY, JOBIN et Associés. Etude sur la faisabilité d'un lien entre la rive nord et la rive sud du fleuve Saint-Laurent via l'île d'Orléans. Québec, ministère des Transports, mai 1979, volume I et II, s.p.

_____. Méthodologie des études d'infrastructures de transports en milieu urbain. Guide technique des critères urbains. Paris, ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Equipement, du Logement et du Tourisme, ministère des Transports, ministère de l'Intérieur, 1973, 26 p.

_____. Sixième symposium international sur la théorie et la pratique de l'économie des transports, Madrid, OCDE, 1975.

Achevé d'imprimer à
Québec en septembre 1980, sur
les presses du Service des impressions en régie
du Bureau de l'Éditeur officiel
du Québec

MINISTERE DES TRANSPORTS
QTR A 093 874

LIEN RIVE NORD - RIVE SUD PAR L'ILE D'ORLEANS

Etude d'impact sur le développement urbain

CANQ
TR
605
Rés.

429968

SOMMAIRE

LE LIEN RIVE NORD - RIVE SUD PAR L'ILE D'ORLEANS

Etude d'impact sur le développement urbain

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
PLACE HAUTE-VILLE, 24e ÉTAGE
700 EST, BOUL. ST-CYRILLE
QUÉBEC, QUÉBEC, G1R 5H1

Marie-Claire Levesque
Service des Etudes
Ministère des Transports

Québec, 1979

CANQ
TR
605
Rés.

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports

Québec, le 17 septembre 1979

Aux lecteurs,

Ce document constitue le sommaire d'un rapport intitulé le lien rive nord - rive sud par l'île d'Orléans, Etude d'impact sur le développement urbain.

Le texte de ce sommaire est bref et ne s'attarde qu'à l'essentiel du sujet traité. Le lecteur désirant plus d'informations concrètes sur l'interaction entre le réseau routier et l'utilisation du sol, sur l'impact du réseau routier projeté sur l'urbanisation ou sur notre méthodologie devra se référer au rapport intégral.

Le but de ce sommaire n'est en effet que d'informer de façon très générale le maximum de personnes intéressées par la réalisation d'un lien routier par l'île d'Orléans.

Marie-Claire Levesque

Marie-Claire Levesque
Service des Etudes
Ministère des Transports

SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS

En 1970, dès l'ouverture du pont Pierre Laporte, le débat sur la localisation du futur lien interrive est relancé. La constatation des bouleversements causés au centre-ville par d'autres projets d'envergure identique entraîne cependant l'abandon des axes entre Québec et Lévis et favorise l'émergence de l'axe Orléans.

Le ministère des Transports du Québec reprend donc ce projet énoncé dès 1965. Son intérêt pour cet axe s'allie au fait que le pont de l'île d'Orléans est désuet et exige chaque année de coûteuses réparations. Le projet de construction d'une jetée ou d'un pont reliant les autoroutes Montmorency et de la Capitale à l'île d'Orléans comme solution à ce problème lui donne l'occasion de s'attacher à ce tracé.

Cette étude vise à préciser le service rendu aux usagers par cet axe et à évaluer l'opportunité de ce projet en fonction de la variation d'urbanisation suscitée par son implantation. Il s'agit surtout de cerner la cohérence entre le réseau routier projeté[1] et l'urbanisation souhaitée.

Se basant sur la connaissance du milieu et des interactions décrites par cette étude entre les infrastructures routières et l'urbanisation, différents outils reliés à l'accessiblité nous permettront de dégager la capacité de cet axe de répondre aux objectifs qu'on lui assigne parallèlement à ses conséquences sur l'environnement urbain.

---

1. Nous entendons par réseau routier projeté le réseau routier actuel auquel nous avons ajouté les prolongements de l'autoroute Henri IV, Montmorency, de la Capitale ainsi que le lien dans l'axe Orléans.

Interaction entre le réseau routier et l'utilisation du sol

Dans l'agglomération de Québec, le réseau routier très développé et les problèmes de transport en commun incitent plus qu'ailleurs à l'utilisation de l'automobile. Les déplacements s'opèrent majoritairement par ce mode et l'accessibilité très forte a joué en faveur d'un éparpillement du développement urbain à des distances de plus en plus grandes du centre-ville.

En l'absence de mécanismes de planification, le réseau routier a orienté l'urbanisation et joué un rôle structurant au niveau de l'utilisation des sols. Le tissu urbain qui se caractérise longtemps par un peuplement dense et compact évoluera dès l'introduction massive de l'automobile vers une forme urbaine dispersée et recelant de nombreux espaces vacants. La zone accessible en trente minutes à partir du centre-ville et permettant de ce fait les déplacements domicile-travail contribue de plus à porter les limites de l'agglomération bien au-delà des besoins actuels.

Sous l'impulsion d'une trop grande accessibilité, les fonctions liées à l'emploi et à l'habitat ont eu tendance à s'exclure. La localisation résidentielle des vingt dernières années s'est faite à l'intérieur de la couronne rendue accessible à l'automobile par le réseau autoroutier. La croissance qui s'effectuait dans les secteurs situés entre 10 et 20 minutes du centre-ville a maintenant lieu depuis 1971 dans les secteurs localisés entre 15 et 28 minutes du centre. Ce type de forme urbaine est actuellement le facteur générateur du nombre et de la longueur des déplacements. Ainsi, la distance moyenne pour se rendre au travail qui est aujourd'hui de 10,6 km augmente graduellement en fonction de cette localisation résidentielle.

Le pont Pierre Laporte, par exemple, en augmentant l'accessibilité de la rive sud y a suscité un lotissement résidentiel important et non anticipé. En accaparant ainsi 25% de la croissance démographique de la rive nord, celui-ci a engendré une demande supplémentaire de déplacements entre les deux rives. Outre les investissements nécessaires pour raccorder ces nouveaux lotissements au réseau d'infrastructures exitantes, il faudra construire plus tôt que prévu un nouveau lien interrive.

Si la population s'était localisée selon la tendance antérieure, c'est-à-dire sur la rive nord, la saturation se serait produite après l'an 2000. Malgré un ralentissement de la croissance démographique[1] et du taux de motorisation, la corrélation effectuée entre la population du comté de Lévis et les déplacements de véhicules nous indiquent cependant l'année 1994 comme étant le point limite maximal de la capacité des ponts et du système de traversiers. Ceci implique que dès 1985[2], un choix devra être fait sur la stratégie retenue. Car, si on décidait de retenir un lien routier par l'île d'Orléans pour satisfaire la demande de déplacements entre les deux rives, toutes les études et plans de l'ouvrage devraient être complétés pour 1985, date à laquelle devrait être prise la décision de débuter ou non les travaux. Un retard concernant l'énoncé de cette décision signifierait donc que l'on opte obligatoirement pour une autre solution permettant de prolonger la capacité des installations existantes.

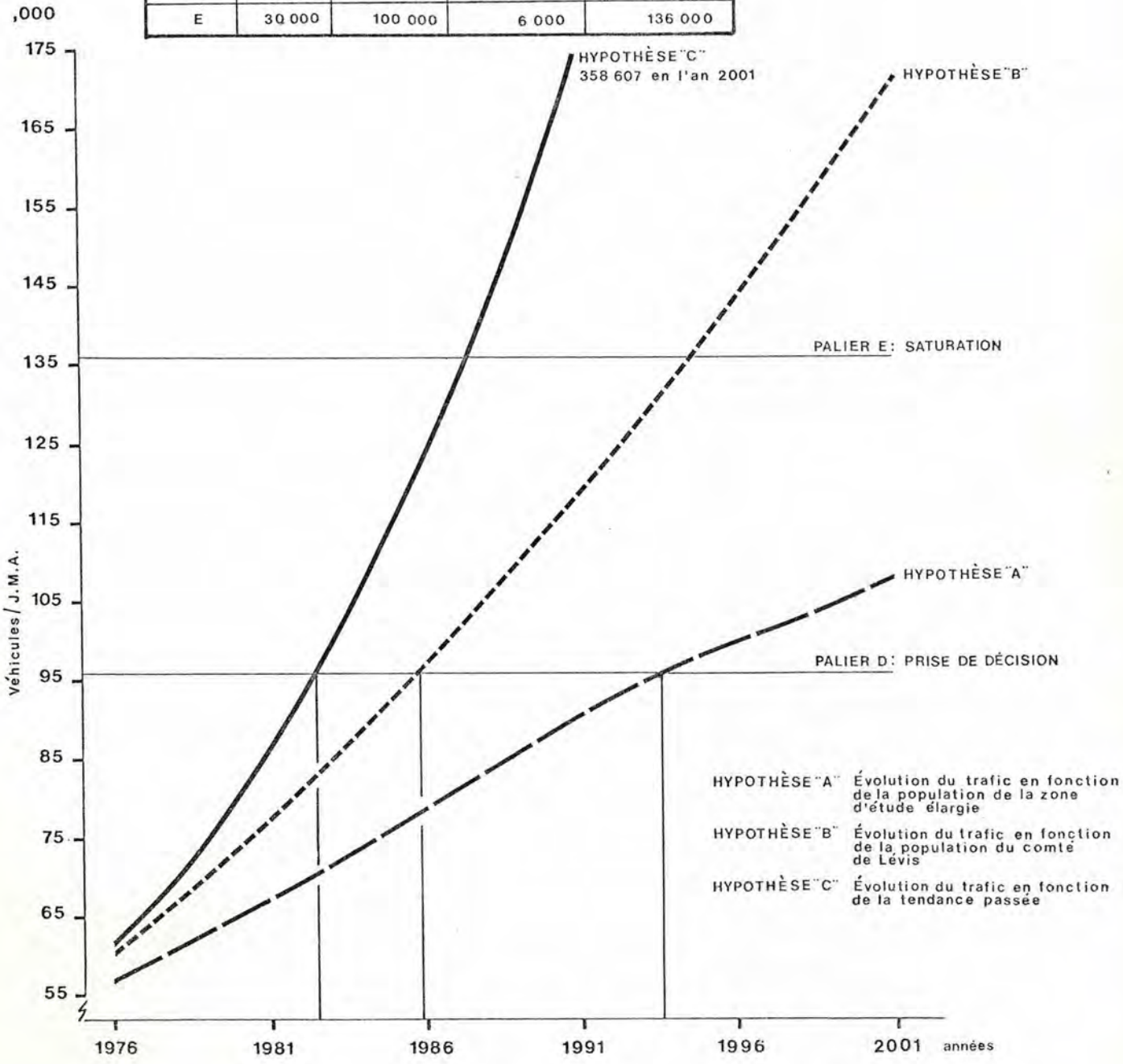
---

1. Le taux de croissance moyen annuel pour les vingt-cinq prochaines années sera de 1,1% alors qu'il se situait à 2,2% entre 1956-1976.

2. La prise de décision se situe au palier D. En 1978, le niveau de service du système de transport interrive (pont et traversiers) se situait, compte tenu du volume moyen de circulation journalière ou J.M.A., à 76% du palier D.

NIVEAUX DE SERVICE DES PONTS ET DU SYSTÈME DE TRAVERSIERS EN FONCTION DES PROJECTIONS DE TRAFIC

CAPACITÉ DU SYSTÈME DE TRANSPORT (en véhicules)				
PALIER	PONT DE QUÉBEC	PONT P. LAPORTE	TRAVERSIERS	TOTAL
D	20 000	72 000	4 000	96 000
E	30 000	100 000	6 000	136 000



Le débat ne concerne pas que les usagers

La réalisation d'un axe routier de cette envergure ne concerne cependant pas que les seuls usagers. En ayant un impact sur l'utilisation du sol, celle-ci contribue souvent comme on l'a vu à agraver le problème de transport que l'on voulait résoudre.

Au niveau du développement économique, on accorde aussi généralement des vertus magiques aux infrastructures. Il n'est donc pas surprenant de constater l'âpreté du débat autour de la réalisation de ce projet et du choix du tracé. Dans le cas du lien rive nord - rive sud, la lutte entre les municipalités pour s'accaparer de cette construction vise certes à faciliter les déplacements de leurs résidents mais surtout à recueillir les retrombées économiques de ce projet. Le débat se complique aussi par la présence d'intervenants ayant plutôt comme objectif l'amélioration de la qualité de la vie, la protection accrue de l'environnement et la rationalisation de l'aménagement du territoire.

Dès lors, comment évaluer la rentabilité socio-économique d'un tel projet? Comment intégrer les effets indirects de l'axe Orléans parallèlement à sa capacité de répondre aux besoins de déplacements? En optant pour ce projet, on en choisit les conséquences puisqu'il est la concrétisation dans l'espace de nos choix et objectifs touchant notre mode de vie.

Les principaux impacts sur l'accessibilité et l'urbanisation

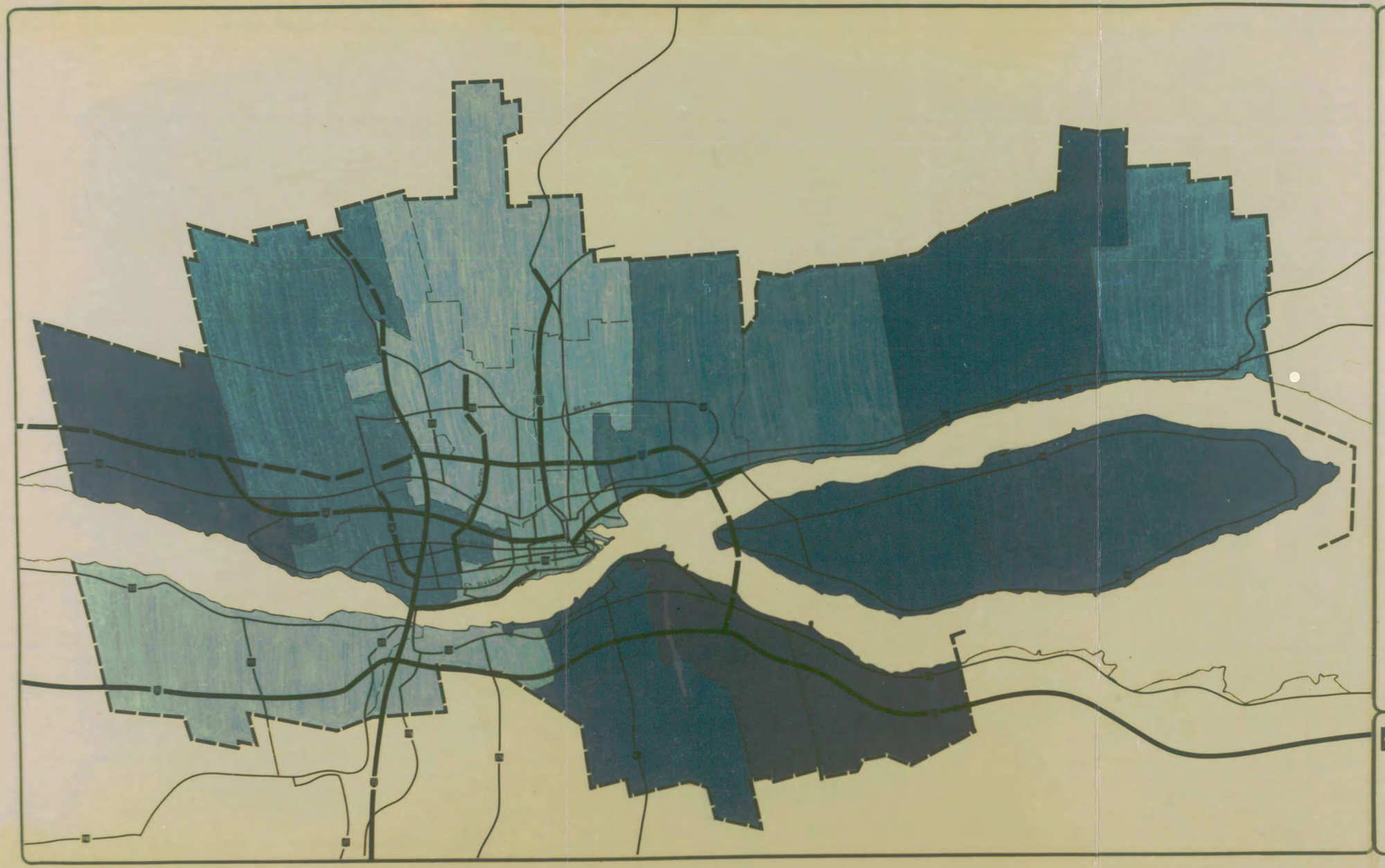
Le lien par l'île d'Orléans, conjugué avec l'autoroute Montmorency, permettra aux usagers de l'île d'Orléans et de l'est de la rive sud de diminuer de 3 à 12 minutes leur temps de parcours au centre-ville. Dans le cas de Lauzon et de Saint-Etienne-de-Beaumont, le déplacement sera aussi de 11 à 15 kilomètres plus court.

Au niveau de l'accessibilité d'un secteur non pas seulement par rapport au centre-ville mais par rapport à l'ensemble des autres secteurs de l'agglomération, le réseau routier actuel favorise nettement les antennes ouest et nord-ouest. Avec le réseau routier projeté, les variations les plus importantes touchent la partie est de la rive sud et, sur la rive nord, les secteurs 14 (Saint-Jean-de-Boischatel), 15 (Château-Richer) et 12 (Notre-Dame-des-Laurentides). Saint-Etienne-de-Beaumont et la pointe ouest de l'île d'Orléans enregistrent les gains les plus importants. Encore une fois, ces impacts sont dus à la double influence de l'autoroute Montmorency et du lien par l'île d'Orléans. Les autres projets routiers ont une influence moindre sur l'amélioration de l'accessibilité.

L'augmentation de l'utilité nette[1] retirée du réseau routier projeté favorise nettement les secteurs 19 et 20. Ainsi, advenant la construction de l'axe Orléans, l'usager de Saint-Etienne-de-Beaumont verrait son indice d'utilité retirée du réseau routier passer de 5 235 à 5 461 soit une augmentation de 226. L'indice d'utilité des usagers de Lauzon et de Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy passerait de 5 370 à 5 514 soit une augmentation de 144.

---

1. Différence entre l'élément résistant du déplacement (temps et argent pour se déplacer) et l'élément moteur ou intérêt attaché au lieu de destination envisagée.



Le lien rive nord–rive sud

MODIFICATION DE L'UTILITÉ NETTE DU RÉSEAU ROUTIER

Limite de la zone a l'étude

Limites des secteurs

Autoroutes

Autres routes

Réseau projeté

Augmentation de l'utilité nette avec le réseau routier projeté

- 1 – 10
- 11-35
- 36-80
- 81 et plus

Source : M.T.Q., Service de la Géographie, 1978

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 3 km

CARTE 19

Le lien par l'île d'Orléans corrigera certaines inéquités en rendant les secteurs de l'est de l'agglomération aussi accessibles que les autres secteurs. Mais, en faisant cela, il intégrera de façon définitive l'ensemble de la rive sud au développement urbain de l'agglomération de Québec. Il étendra aussi beaucoup plus à l'est le périmètre urbain potentiel et y créera une pression pour la localisation résidentielle. Ce nouveau lien interrive haussera ainsi la compétition déjà existante au niveau des municipalités pour attirer le développement. La Loi 90 sur le zonage agricole exercera certes une pression en sens inverse sur le lotissement des terres agricoles. Mais, cette loi prévoit ausssi des négociations avec les municipalités sur la délimitation d'un périmètre urbain permettant leur développement futur. La croissance démographique de l'agglomération étant plus faible et l'augmentation de l'accessibilité suscitant plus de points d'attraction, les localisations résidentielles s'éparpilleront davantage et à des distances plus grandes.

Comparativement à la tendance actuelle, la population se répartira de façon différente suite à cette modification de l'accessibilité. La réalisation des projets routiers accentuera le dépeuplement du centre de l'agglomération et certains secteurs verront leur population augmenter au détriment des autres. Entre 1976 et 2001, les secteurs centraux (1, 2, 3, 4) perdront ainsi une population supplémentaire de 33 000 habitants et la croissance des municipalités de Sainte-Foy et de l'ouest de la rive sud ralentira. L'est de l'agglomération recevra une croissance non anticipée de 30 900 habitants dont 17 800 se localiseront sur la rive sud et 6 300 à l'île d'Orléans.

Le lien modifera donc les comportements de localisation et créera de nouvelles antennes de peuplement. Or, même en supposant que l'urbanisation se poursuit au même rythme et selon la tendance antérieure, les terrains déjà viabilisés à l'intérieur de la zone à l'étude sont amplement suffisants jusqu'en 1988 environ et jusqu'en 1999 si tous les projets d'infrastructure de réseau d'aqueduc et d'égout discutés se

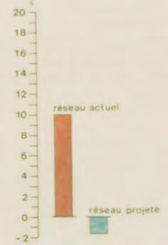
Le lien rive nord–rive sud

IMPACT SUR LA RÉPARTITION DE LA POPULATION

Limite de la zone à l'étude

Limites des secteurs

Croissance de la population en pourcentage, 1976-2001



Source : M.T.Q., Service de la Géographie, 1978

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service des Études

Avril 1979

0 3 km

CARTE 20

concrétisent. De plus, la rive nord recèle suffisamment de terrains potentiellement urbanisables d'où l'inutilité de susciter de nouveaux points de peuplement sur la rive sud.

Compatibilité de ces impacts avec les objectifs de développement spatial et économique

L'urbanisation suscitée par l'axe Orléans s'oppose à court terme aux tendances du développement urbain. Il risque donc d'entraîner une sous-utilisation des équipements planifiés actuellement en fonction de cette tendance.

Cette urbanisation entre aussi en contradiction avec les objectifs de développement spatial. En dispersant dans un grand nombre de secteurs éloignés une population devant se localiser en priorité au centre-ville et autour des centres secondaires de Sainte-Foy et Lebourgneuf et à plus long terme à Beauport, le nouveau lien entre les deux rives empêchera la concrétisation du concept d'aménagement. Il accentuera le dépeuplement des secteurs centraux alors qu'on vise à en renforcer la fonction résidentielle. Il va à l'encontre du resserrement de la trame urbaine et de l'augmentation de la densité.

Le lien créera aussi une pression pour une localisation résidentielle à l'extérieur du périmètre urbain et conséquemment le rayon moyen de l'agglomération passera de 11 à 16 kilomètres. Les déplacements seront plus nombreux, plus longs et ne pourront s'effectuer qu'au moyen de l'automobile.

L'équilibre et la vocation de l'île d'Orléans risquent aussi d'être perturbés par un lotissement résidentiel trop important. La construction et l'intégration du lien à ce site exceptionnel s'avèreront aussi des plus délicats et coûteux.

Construit dans un avenir plus lointain et s'il s'inscrit dans un plan d'ensemble, le lien peut cependant avoir des effets positifs. En orientant le développement vers l'est de l'agglomération, il favorise un meilleur équilibre de celle-ci, favorise l'émergence du pôle de Beauport et peut contribuer à la structuration d'une forme urbaine plus cohérente. Il permet aussi la création d'un axe économique entre Beauport et Lauzon tout en reliant les pôles secondaires de la rive nord à celui de Lévis sur la rive sud.

Cependant, l'expansion du port de Québec sur la rive sud et le choix de Lauzon comme site industrialo-portuaire ne sauraient exiger la mise en place au préalable du lien interrive par l'île d'Orléans. Ces projets se sont développés compte tenu des conditions favorables de ce site et les industries actuellement susceptibles de s'y implanter ne nécessitent pas cette liaison.

La construction de ce lien constituerait cependant un facteur additionnel d'attrait pour ces sites considérés déjà comme les plus intéressants de l'agglomération sur le plan de la localisation industrielle. Mais, il existe encore dans l'agglomération, tant sur la rive sud que sur la rive nord une superficie importante de terrains industriels non occupés.

RECOMMANDATIONS

Ce rapport porte sur l'interaction entre les transports et l'urbanisation et, plus précisément, sur l'impact d'un lien rive nord - rive sud par l'île d'Orléans sur le développement urbain. Aussi ne faut-il pas se surprendre d'y trouver plusieurs recommandations concernant le rôle du ministère des Transports dans le cadre de l'aménagement rationnel du territoire.

Sur le plan général, et compte tenu de l'interaction entre l'utilisation des sols et les transports, nous recommandons que le ministère des Transports:

- fixe comme objectif aux infrastructures de transport de concourir à la réalisation des objectifs en matière de développement socio-économique et spatial;

- intégre la planification de ses projets, surtout en milieu urbanisé, aux plans d'aménagement et d'urbanisme;

- exige que ces plans d'aménagement tiennent compte davantage de la dimension transport et de la génération des déplacements provoqués par leurs orientations.

Concernant plus spécifiquement l'agglomération de Québec, les solutions aux problèmes de transport pouvant se situer au niveau de la demande (action sur l'utilisation du sol) et au niveau de l'offre (amélioration des modes de transport existants), nous recommandons l'adoption d'une stratégie basée sur la conduite de la croissance, sur l'utilisation maximale des installations existantes et sur la création d'autres possibilités de transport.

Conduite de croissance

- Favoriser l'adoption pour l'agglomération d'un concept d'aménagement spatial (incluant la rive nord et la rive sud) basé sur une forme urbaine de type polynucléaire.

- Faire des pressions pour une gestion plus efficace de la croissance au niveau de la localisation des emplois, des habitations, des activités culturelles et récréatives et pour une limitation du développement résidentiel sur la rive sud.

- Limiter pour les vingt prochaines années tout investissement majeur au niveau autoroutier.

- Retarder le plus longtemps possible la construction d'un nouveau lien routier interrive.

- Construire pour l'an 2000 un troisième lien par l'île d'Orléans en tenant compte de la demande des usagers et de la concrétisation des objectifs de développement spatial et économique.

- Evaluer l'opportunité d'y inclure des voies réservées pour autobus.

- Restreindre le nombre des échangeurs au minimum et limiter l'accès à l'île d'Orléans.

- Retenir parmi les axes étudiés ceux se situant le plus à l'ouest sur l'île d'Orléans.

- Apporter une attention spéciale au choix du type de structure afin de favoriser une meilleure intégration visuelle au site.

- Recourir à des moyens d'intervention pour optimaliser l'impact de ce lien par rapport à l'agglomération et au milieu environnant.

- Instaurer des mécanismes réglementaires de contrôle de l'utilisation des sols aux abords du lien et à l'île d'Orléans.

Utilisation maximale des installations en place et création d'autres possibilités de transports

- Utiliser aux maximum les ponts de Québec et Laporte: conduite du trafic par programme, renversement des voies selon le sens du trafic, encouragement au covoiturage.

- Faire passer de 5 à 15% la part des déplacements interrives effectués par transport en commun. Ceci afin de prolonger de 4 à 5 ans la capacité des installations.

- Encourager l'utilisation des autobus: intégration des services d'autobus entre les deux rives, stationnement de dissuasion et point de correspondance desservis par autobus express.

- Ajouter au système de traversiers actuels un traversier-piétons. Faciliter son accès par un rabattement des autobus aux traversiers. Mettre des stationnements à la disposition des automobilistes.

Dans l'immédiat, une solution de type transport en commun aux problèmes de déplacements interrives paraît peu réaliste. A plus long terme, si les objectifs de développement spatial et économique se concrétisent, cette option pourrait être réévaluée.

Aussi, les actions à court terme au niveau du transport doivent-elles permettre le plus de souplesse et laisser ouvertes les possibilités concernant l'orientation de la forme urbaine. Un nouveau lien

routier interrive devrait être construit le plus tard possible, c'est-à-dire pas avant l'an 2000.

Une stratégie doit donc être élaborée assez rapidement sur la façon de retarder cette construction tout en répondant aux besoins de déplacements interrives des usagers. Pour guider l'étude de celle-ci, nous recommandons la réalisation dans les plus brefs délais d'une enquête origine-destination sur ces déplacements.

Cette enquête apparaît hautement souhaitable non seulement dans ce but mais aussi afin de mieux cerner la demande des usagers.

S'il s'avérait que le 3e lien routier interrive doive se construire avant l'an 2000, nous nous prononcerions contre la réalisation de l'axe Orléans. A moyen terme, les impacts de celui-ci seraient négatifs sur le développement urbain tout en ne répondant pas adéquatement à la demande de déplacements localisée sans doute plus à l'ouest.

Cette enquête servirait de base à l'exploration d'alternatives présentant un bilan plus positif que l'axe Orléans par rapport aux critères de coût, d'environnement et de satisfaction de la demande de déplacements.

ANNEXE

Table des matières du rapport

Le lien rive nord - rive sud par l'île d'Orléans

Etude d'impact sur le développement urbain

TABLE DES MATIERES

PAGE

AVANT-PROPOS.....
TABLE DES MATIERES.....
LISTE DES CARTES..... VII
LISTE DES GRAPHIQUES..... VIII
LISTE DES TABLEAUX..... IX
SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS..... XI

INTRODUCTION..... 1
Problématique liée à la localisation de ce projet routier..... 3
Objectifs inhérents à sa réalisation..... 5
But de cette étude..... 6
Méthodologie retenue..... 8

CHAPITRE I- ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT DE L'AGGLOMERATION.....12
1.1 Délimitation de la zone à l'étude.....14
1.2 Cadre spatial.....17
1.2.1 Les contraintes.....17
1.2.2 Les potentiels d'utilisation du sol.....19
1.3 L'évolution de l'occupation du sol.....22
1.3.1 Le peuplement et les infrastructures de transport.....23
1.3.2 Le taux d'urbanisation.....28
1.3.3 Montréal et Québec.....29
1.3.4 Québec, comme agglomération moyenne.....30
1.4 Distribution spatiale des caractéristiques de la forme urbaine.....35
1.4.1 Le réseau de transport.....37
- Le tracé du réseau routier.....37
- L'accessibilité du réseau de transport.....41
1.4.2 La croissance de la population.....43
1.4.3 Caractéristiques socio-économiques.....48
- Le taux de motorisation.....51
- Analyse de la relation entre les variables.....53
1.4.4 La répartion des fonctions urbaines.....58

PAGE

CHAPITRE II- SENS DE L'URBANISATION FUTURE..... 69
2.1 Perspectives de croissance de l'agglomération..... 71
2.1.1 Perspectives de croissance démographique..... 71
2.1.2 Perspectives de croissance économique..... 75
2.2 Tendances du développement urbain..... 78
2.2.1 Le développement résidentiel..... 78
2.2.1.1 La capacité d'accueil..... 78
2.2.1.2 L'accessibilité..... 79
2.2.1.3 Les taxes..... 86
2.2.2 Le développement industriel..... 89
2.3 Les objectifs d'une intervention volontaire de développement..... 93
2.3.1 Les objectifs régionaux de développement économique et social..... 93
2.3.2 Les objectifs de l'organisation spatiale..... 95
- La loi 90 101
CHAPITRE III- IMPACT DU PONT PIERRE LAPORTE..... 104
3.1 Impact au niveau municipal..... 106
3.1.1 Nombre et superficie des fermes..... 107
3.1.2 Population..... 110
3.1.3 Finances municipales..... 112
3.1.4 Utilisation du sol..... 114
3.1.5 Capacité du réseau d'aqueduc et d'égout..... 116
3.2 Impact sur les déplacements..... 120
3.2.1 Analyse de l'évolution du trafic..... 120
3.2.2 Corrélation entre les déplacements et la population..... 123
3.2.3 Projections de trafic..... 125

PAGE

CHAPITRE IV- IMPACTS D'UN LIEN INTER-RIVE PAR L'ILE D'ORLEANS 131
4.1 Impact sur les déplacements 134
4.1.1 Service offert aux usagers 135
4.1.2 L'accessibilité 138
4.1.3 Utilité d'un lien inter-rive par l'Ile d'Orléans 142
4.2 Impact sur le développement urbain 149
4.2.1 Modification à la répartition de la population 150
4.2.2 Concordance avec les objectifs d'aménagement 157
4.2.3 Impact sur la forme urbaine et les déplacements 161

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 168

BIBLIOGRAPHIE 183

MINISTERE DES TRANSPORTS
QTR A 093 878

TQ
286

429985

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
JUIL 17 1981
TRANSPORTS QUÉBEC

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
21e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

SOMMAIRE

		Page
I -	LE PROBLEME APPARENT: Rôle de la route et contraintes	3
	1o) Rôle des infrastructures routières en milieu urbain.	3
	2o) La congestion par l'automobile	4
II -	INFLUENCE DU LIEN DIRECT QUEBEC-LEVIS: La solution préconisée et ses conséquences	6
	1o) Les conséquences économiques à court terme	6
	2o) Conséquences sur le paysage urbain de Québec.	9
	a - Utilisation du sol	9
	b - L'Environnement en milieu urbain	10
	c - Le coût de la congestion	12
	3o) Elément de destruction de l'ordre urbain	12
III -	LE PROBLEME FONDAMENTAL	14
	1o) Urbanisation et circulation	14
	2o) Promotion d'un système de transport en commun efficace	17
	3o) Voirie et aménagement de l'espace	20
	4o) Le lien Québec-Lévis.	21

CANQ
TR
ST
125

QUELQUES REFLEXIONS SUR LES CONSEQUENCES D'UN LIEN ROUTIER ENTRE QUEBEC ET LEVIS

INTRODUCTION

Plusieurs documents ont suggéré l'éventualité d'un lien routier direct entre Québec et Lévis, solution aux problèmes de circulation future et de l'enclavement relatif de la région de Lévis.

La construction d'un nouveau lien routier en milieu urbain a des répercussions fondamentales sur le tissu urbain et les activités qui le modèlent: tout choix doit s'opérer avec la meilleure connaissance possible des problèmes et des conséquences à long terme soulevés par un projet semblable.

Ces réflexions très sommaires succèdent au rapport récemment publié par le Service Technique de la Circulation concernant l'opportunité d'un lien direct entre la rive nord et la rive sud, et tentent d'évaluer les répercussions d'un axe routier sur l'organisation de l'espace de la région de Québec.

Quelques études ont été entreprises sur les aspects de la circulation dans la ville de Québec et le travail le plus élaboré demeure sans doute celui du "Plan de Circulation et de Transport de la région métropolitaine de Québec" effectué par la firme Vandry et Jobin.

Quels sont les faits?

- La saturation en 1987 du Pont Pierre Laporte et de celui de Québec pose apparamment le problème de la création d'un nouvel axe routier sur le St-Laurent.

- L'enclavement d'une région groupant dans ses limites les plus larges une cinquantaine de milliers d'habitants répartis sur la rive sud du St-Laurent ont orienté le choix de la localisation d'un pont vers Lévis.

Le problème de la création d'un lien routier affecte d'abord le tissu urbain et revêt des aspects fort complexes et importants puisqu'il -

- suppose un investissement considérable évalué à quelques $ 200 M.

- constitue un pari sur l'avenir de l'orientation régionale; en fait, l'établissement d'un pont affecterait davantage par l'ampleur de ses répercussions, l'avenir du territoire de Québec que celui de la zone de Lévis.

S'agit-il de justifier l'existence du lien direct en fonction du service immédiat à rendre aux habitants de la rive Sud? S'agit-il de soigner les effets d'un mal (c'est-à-dire la congestion progressive du milieu urbain par l'automobile) ou d'en aborder la cause (le problème de la planification des transports en milieu urbain)?

- Quels sont les liens entre le réseau routier et le paysage urbain?

- Quels sont les rapports entre le citadin et l'automobile?

Il est erronné d'affirmer qu'il n'existe aucun obstacle à la construction d'un lien routier entre Québec et Lévis.

Ce document ne prétend pas résoudre des problèmes, il en pose simplement quelques uns dont les répercussions pourraient être analysées minutieusement dans un programme ultérieur d'un travail plus vaste. Au-delà de ce problème spécifique, il faut percevoir son élargissement à l'ensemble des zones urbaines.

I - LE PROBLEME APPARENT: Rôle de la route et contraintes

1o) Rôle des infrastructures routières en milieu urbain

La circulation automobile peut être considérée:

- comme un facteur de libération permettant l'échange et la communication.

- comme une contrainte imposée par l'éloignement des lieux d'activités. (cette contrainte est réelle pour les habitants de Lévis travaillant sur la rive opposée).

Les infrastructures de transport constituent en général des éléments très structurants de l'espace -

- elles constituent un des instruments gouvernementaux d'orientation du développement et de l'aménagement du territoire des plus marquants.

- elles se présentent comme un investissement public important et leur impact sur l'économie d'une région peut être prépondérant. En outre, les infrastructures de transport routier sont extrêmement coûteuses en milieu urbain, et ce, d'autant plus que l'on se rapproche du centre.

Outre cela, ces investissements d'infrastructure offrent des caractéristiques très particulières en raison de:

- leur durée de vie exceptionnelle et la difficulté de leur reconversion à d'autres fins.

- ils orientent le développement des villes. Les autoroutes ont tracé les axes d'urbanisation, les pressions foncières les plus fortes s'exerçant en général au voisinage des infrastructures existantes ou projetées.

Il existe des relations fonctionnelles entre les systèmes de transport et les formes d'urbanisation. Aussi, les plans de transport doivent-ils concourir à la réalisation d'objectifs d'urbanisme préalablement fixés.

Les buts visés par une nouvelle liaison routière en milieu urbain doivent concilier les éléments suivants:

- assurer la mobilité personnelle;
- permettre l'accessibilité aux activités;
- assurer le confort et l'agrément en respectant la protection du milieu ambiant et la diversité de l'espace urbain afin de rehausser la qualité de l'espace et d'accroître le bien être des habitants.

2o) La congestion par l'automobile

Le parc automobile québécois s'est multiplié par 270 en l'espace d'un demi-siècle, atteignant aujourd'hui plus de 2,5 millions de véhicules.

La manifestation du problème résultant de l'accroissement des flux de circulation accentue les effets de la congestion d'autant que la population de demain sera essentiellement citadine. Le phénomène d'urbanisation galopante engendre une dégradation constante des vitesses, les véhicules soumis aux embarras de la circulation générale voient leurs performances diminuer jusqu'à atteindre des niveaux extrèmement faibles.

La cause d'encombrement est à rechercher dans l'usage excessif et incontrôlé des voitures particulières aux heures de pointe portant atteinte au calme des zones résidentielles et entrainant de considérables nuisances esthétiques.

- Il est certain que l'actuel Pont Pierre Laporte ainsi que celui de Québec seront saturés en 1987 compte tenu des projections démographiques et de l'accroissement du parc automobile en résultant. La croissance des flux de circulation engendrera de nombreux désagréments à l'intérieur de la ville et allongera le temps de parcours.

- D'autre part, il est certain que le développement urbain et la densification des activités en des lieux très précis (la création d'un lien direct entrainant une surchauffe dans le centre-ville de Québec) suscitera une demande extrèmement forte en transports.

Le problème consiste-t-il:

- à répondre aux besoins?

- ou à faire varier les besoins?

  intervention indispensable en milieu urbain si l'on veut éviter une sursaturation de la ville, une congestion totale du nouveau pont.

A ces éléments de fond, s'ajoute l'obstacle représenté par le Saint-Laurent qui impose de considérables investissements en pont ou tunnel.

Le coût d'un lien entre les deux rives est évalué à quelques $ 200 Millions.

- il faut peser les conséquences de cette construction, en justifier économiquement le coût (ce qui parait peu probable en raison de la faible structure démographique et économique de la rive sud et de l'absence d'arrière-pays).

- Le développement des réseaux de transport conditionne évidemment le bon fonctionnement du développement urbain, la création d'un pont engendrant une énorme poussée de circulation, le centre-ville de Québec empreint d'accents de son passé historique inaltérable, deviendrait la zone la plus attractive et la plus saturée pour l'automobiliste.

Le problème de stationnement intimement lié à ce phénomène de congestion sera vif et insoluble. La mobilisation de l'espace par des voitures qui stationnent toute la journée et ne circulent qu'aux heures de pointe achèveront d'assombrir les répercussions d'un choix pris au hasard.

Mais offre-t-on des solutions viables?

Le groupe de pression des usagers du transport en commun est pratiquement inexistant devant celui des automobilistes.

II - INFLUENCE DU LIEN DIRECT QUEBEC-LEVIS: La solution préconisée et ses conséquences.

La responsabilité du gouvernement est toujours engagée en ce qui concerne les infrastructures de transport puisqu'elles valorisent les ressources humaines et matérielles d'un territoire et qu'elles affectent:

- l'équilibre démographique;
- le développement économique;
- le paysage urbain et l'environnement.

1o) Les conséquences économiques à court terme

L'accessibilité, élément moteur du développement économique autorise la création de nouveaux marchés, entretient le commerce et les affaires, encourage les rapports et les échanges. Tels étaient bien les effets des objectifs qui au XIXe et au début du XXe siècle, présidèrent la grande époque des mises en chantier d'infrastructures de transport.

Actuellement, le développement économique n'est plus la justification première des investissements de transport.

A l'avenir, le rôle des investissements dans les transports urbains sera surtout de promouvoir le développement social et de mettre à la portée de tous les citoyens les ressources et les opportunités offertes par la ville.

Toutefois, l'amélioration de l'accessibilité peut déclencher le développement intensif des terrains desservis par des autoroutes qui sont devenus des pôles d'attraction puissants faisant surgir des zones industrielles, des centres commerciaux, des zones d'habitation et d'espace de loisirs. Toutefois, sans l'accessibilité offerte par l'autoroute, ce mouvement se serait au minimum étalé sur plus de temps.

- la population à desservir sur la rive sud est faible (50 000 habitants). Le rapport de Lew Cather & Associés affirme justement ce fait: "Il semble improbable que la construction d'une liaison supplémentaire influence le développement global de la région métropolitaine", l'augmentation démographique demeurera faible jusqu'en 1987, seule la faible valeur du prix des terrains pourrait attirer un certain nombre d'habitants.

"L'accessibilité améliorée au centre de Québec ne favorisera pas l'implantation d'établissements de détail importants dans le secteur Lévis-Lauzon".

Les chiffres suivants attestent ces faits:

Répartition probable de la population et de l'emploi résultant d'une liaison directe Québec-Lévis *

	1966	1972	1977	1982	1987
POPULATION					
de la région étudiée	419,300	488,000	550,000	617,000	681,000
Sans liaison directe**					
Population rive nord	372,300	430,000	484,000	538,000	590,000
Population rive sud	47,000	58,000	66,000	79,000	91,000
Secteur Charny	15,000	20,000	24,000	31,000	38,000
Secteur Lévis-Lauzon	32,000	38,000	42,000	48,000	53,000
Avec liaison directe*					
Population rive nord	372,300	430,000	484,000	531,000	578,000
Population rive sud	47,000	58,000	66,000	86,000	103,000
Secteur Charny	15,000	20,000	24,000	33,000	38,000
Secteur Lévis-Lauzon	32,000	38,000	42,000	53,000	65,000

	1966	1972	1977	1982	1987
EMPLOI					
de la région étudiée	140,500	167,200	189,700	214,000	242,000
Sans liaison directe**					
Emploi rive nord	128,200	150,800	170,000	191,600	214,600
Emploi rive sud	12,300	16,400	19,700	23,200	27,400
Secteur Charny	2,700	5,200	7,200	9,200	11,600
Secteur Lévis - Lauzon	9,600	11,200	12,500	14,000	15,800
Avec liaison directe*					
Emploi rive nord	128,200	150,800	170,000	190,400	211,500
Emploi rive sud	12,300	16,400	19,700	24,400	30,500
Secteur Charny	2,700	5,200	7,200	9,200	11,600
Secteur Lévis - Lauzon	9,600	11,200	12,500	15,200	18,900

SOURCE: Estimation faite par Canadian Urban Economics Limited, revisée le 13 octobre 1967.

* : Pont ou tunnel traversant le St-Laurent reliant Québec et Lévis.

** : Sous cette hypothèse sont compris le pont de Québec, les traversiers et le pont Pierre Laporte.

N.B. : Aucune conséquence majeure sur la redistribution de la population et de l'emploi n'est anticipée avant 1977.

Rapport Vandry & Jobin.

- Toutefois, aucune étude n'a vraiment concerné les répercussions économiques d'une nouvelle liaison, sur la rive sud. A plus long terme, le choix d'un pont constituerait l'une des rares options de transport pouvant exercer un effet significatif sur la distribution du développement régional.

- Une nouvelle liaison peut être construite n'importe quand, elle attirerait un trafic important dès sa mise en service.

Néanmoins, l'essor industriel ne peut provenir que du développement portuaire. Or, celui-ci n'affectera en rien la rive sud, mais s'étendra en direction des battures de Beauport. Le lien direct ne constitue pas un facteur de croissance économique, il faut écarter le mythe du développement marqué de la rive sud, du moins à court terme.

2o) Conséquences sur la paysage urbain de Québec

Ici, les répercussions liées à la construction du pont s'affirment et leurs multiples facettes s'enchevêtrent. La ville est un espace organisé et l'introduction d'une nouvelle composante (un axe routier) peut engendrer une rupture d'équilibre extrèmement vive dans la mesure où un centre-ville est concerné. La comparaison avec le Pont Pierre Laporte reste lointaine car les ponts actuels aboutissent dans une zone essentiellement résidentielle (Sainte-Foy).

a - Utilisation du sol

La circulation, fortement incitée par le centre-ville s'y rendrait le plus possible.

La pression foncière s'exercerait avec d'autant plus de virulence que la convergence des flux serait dense. Ceci est évidemment valable pour tout axe routier, mais le phénomène atteint en milieu urbain des seuils importants engendrant une lutte serrée pour l'utilisation du sol.

Lévis devenant d'abord une annexe résidentielle, on peut présager une extension urbaine de Québec sur la rive sud. Cette excroissance peuplée exigera et aura évidemment droit à une foule de services, le pont sursaturé, bientôt désuet, nécessiterait la création d'un autre pont... La ville de Lévis, satellite de Québec, intégrée à la C.U.Q., serait une annexe puis une partie intégrante de la métropole.

Il y aurait donc:

- une densification de l'habitat;
- une urbanisation en direction du sud;
- création rapide de besoins pour un nouveau pont parallèle à celui de Québec-Lévis.

Quelles sont également les conséquences du relogement des habitants ou du déplacement des affaires? La prévision de l'influence des transports routiers sur l'occupation du sol fait l'objet et d'études mais reste très incertaine; l'évolution des comportements dans le temps pose le problème fondamental de la validité des prévisions à long terme.

Il faudrait évidemment avoir un contrôle de l'usage du sol pour atténuer la gravité des problèmes fonciers.

b - L'Environnement en milieu urbain

Lorsqu'il s'agit de juger de l'efficacité d'une politique de transport et en raison du caractère résolument urbain de notre société, la qualité de l'environnement devient un critère d'une haute importance. Il faut saisir les impacts des "effets secondaires" (bruit - pollution ...) sur les différents groupes sociaux afin de contrôler la justesse des décisions. Le pari fondamental n'est pas tant d'assurer une efficacité fonctionnelle maximum que de répondre mieux aux aspirations présentes et futures de l'ensemble du corps social.

L'influence des transports sur l'environnement a trop souvent été néfaste. Récemment encore, les transports contrariaient peu le milieu de vie, et de ce fait, les impacts n'ont pas été ressentis de façon critique. Aujourd'hui, l'omniprésence des moyens de transport modernes et leurs effects externes ont créé des situations insoutenables que les habitants cherchent à éviter.

Ceux qui habitent dans les régions urbaines sont victimes du bruit et du gaz toxique des automobilistes. Des quartiers de plus en plus nombreux subissent les effets dévastateurs des autoroutes urbaines et bien peu sont protégés contre le caractère inesthétique, les inconvénients divers, voire même la laideur d'objets introduits dans le paysage urbain (voies surélevées - espace réservé au stationnement - panneaux de signalisation...)

Ces effets externes, involontaires sont tels que la société ne peut plus les ignorer: c'est pourquoi, parmi les critères permettant de juger un investissement de transport, la qualité de l'environnement doit être un des éléments les plus déterminants.

Les variations de l'accessibilité et des niveaux de qualité de l'environnement peuvent à leur tour être la cause de modifications profondes et durables de l'utilisation du sol. Dans certains cas, les transports sont responsables d'une baisse de qualité dans le type d'occupation du sol. Le cas n'est pas rare de zones naguère attrayantes, reléguées au rang de quartiers de second ordre en raison des effets désastreux d'une voie rapide sur l'environnement.

A Québec, la rupture d'un équilibre esthétique d'un ensemble urbain unique en Amérique du Nord est difficilement concevable.

- l'harmonie de la vieille ville et les aménagements récents des alentours de la Place Royale; le pittoresque de ce promontoire historique que l'on voit sans obstacle de l'Ile d'Orléans doivent demeurer intacts. Le profil d'un pont anachronique emprunté par un bourdonnement constant de véhicules détruirait le caractère pittoresque de la ville dont la renommée touristique n'est plus à souligner. Il faudrait démocratiser la notion de "Beau".

- Faut-il aussi mentionner les nuisances entrainées par le bruit, la lumière, la pollution, éléments destructeurs de l'équilibre écologique.

- Le problème du stationnement porte également atteinte à la préservation de l'environnement. Les chiffres de circulation mentionnés dans le rapport du Service Technique de la Circulation révèlent l'ampleur des flux (nettement supérieurs à ceux du pont Pierre Laporte). Il est impensable de pouvoir offrir des terrains de stationnement répondant à la demande. La prolifération de terrains de stationnement, élément d'enlaidissement est incompatible avec la vie urbaine équilibrée par des aires de préservation (espaces verts).

Dans le coeur des villes historiques, les infrastructures nouvelles devraient être construites en souterrain ou en tranchée. Leur insertion dans le tissu urbain mérite des soins tout particuliers sur le plan architectural, on n'imagine pas un échangeur dans le coeur d'une ville.

Les citadins consacrent une part importante de leurs revenus à la réalisation d'un double objectif:

- profiter pleinement des possibilités de la vie d'échanges offertes par la vie urbaine.

- maintenir un cadre de vie agréable. (le développement des loisirs, la réduction constante de la semaine de travail, rendront le citadin plus exigeant.)

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
JUIL 17 1981
TRANSPORTS QUÉBEC

Dans les circonstances actuelles, ce double objectif est difficile à réaliser surtout dans les grandes agglomérations où une minorité seulement peut prétendre concilier accessibilité et qualité d'environnement.

Un meilleur équilibre entre l'habitat et l'emploi reste souhaitable et constitue un des objectifs de l'urbanisme moderne.

c - Le coût de la congestion

La recherche d'un certain confort coûte de plus en plus cher dans les grandes villes. Que d'heures journellement perdues en déplacements ayant une incidence sur la production globale. Les charges de voirie et de transport en commun s'élèvent avec la dimension des agglomérations.

3o) Elément de destruction de l'ordre urbain

Après la spéculation foncière, l'automobile est le facteur le plus important de destruction urbaine. Il y a un "seuil de l'automobile" à envisager avant toute étude de circulation à l'intérieur des agglomérations.

L'exemple pénible de Los Angeles où les transports en commun et parfois les trottoirs sont abolis constitue un avertissement. Le problème urbain surgit du décalage entre les moyens et les besoins de transport. "Dès l'été 70, Henri Ford II annonce: "C'est la fin de l'âge d'or" et en 1972,Umberto Agnelli, le manager de Fiat: "Notre véritable faute a été de ne pas prévoir" maintenant que l'automobile pose plus de problèmes qu'elle n'en résoud, où allons-nous? "

L'ère de l'automobile et du laisser-faire doit être limitée. Dans la plupart des agglomérations du monde, notamment en Europe, les nouveaux plans d'urbanisme ont été conçus pour les piétons.

Toutefois, il est faux de dire qu'il faut supprimer l'automobile. Le devoir fondamental de la ville, sa raison d'être en quelque sorte est d'être accessible à son environnement immédiat ou lointain afin de remplir sa vocation de lien d'échanges privilégié. Toutefois, la ville ne doit plus être au service de la voiture.

La construction d'un lien direct Québec-Lévis ne fera qu'accroître les maux:

- "l'axe Dufferin" attaque le plus la ville et son patrimoine esthétique. La percée de la Falaise dominée par les plaines d'Abraham détruirait un espace vert unique. Favoriser la circulation dans le centre-ville est un non sens pour les raisons évoquées précédemment.

- "le Projet de la Falaise" détruit également l'environnement et la personnalité de la vieille ville, (bruit et disparition de la perspective liée au voisinage du site historique de l'Ile d'Orléans). Quelles seront les répercussions de l'autoroute sur la physionomie du quartier St-Roch?

- "le Projet Laurentien" présente les inconvénients précédents et gêne l'évolution du port et il va de même pour "le Projet Anglo".

- "le Projet Ile d'Orléans" trop éloigné vers l'est pour être intéressant est inconvenable, le site historique de l'Ile d'Orléans doit être farouchement préservé.

La carte des flux de circulation projetés crée une situation aberrante à l'intérieur de Québec dont l'avenir ne le transformerait pas en un centre fort mais en un centre étouffé; le mythe de la constitution d'un centre fort est à écarter dans tout projet de rénovation urbaine moderne.

Quelles sont les solutions de l'avenir?

III - LE PROBLEME FONDAMENTAL

A moins d'un renversement imprévu et radical des tendances actuelles de la demande de transport, l'encombrement des routes s'accroîtra probablement dans des proportions considérables au cours de la prochaine décennie. Il est probable que de nombreux engorgements se produiront et affecteront tout particulièrement les grandes zones métropolitaines et leur voisinage, la qualité des services fournis à l'automobiliste se dégradant progressivement sur le plan
- de la vitesse;
- du confort;
- de la sécurité.

Il faut:

- limiter l'usage de l'automobile;

- lier intimement la voirie urbaine et les systèmes de transport au plan d'urbanisme - (éléments indissociables)

1o) Urbanisation et circulation:

Le terrain est devenu:

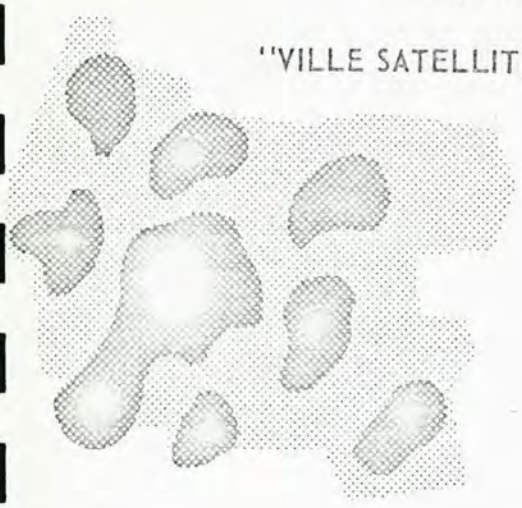
- une ressource rare et, lorsqu'on veut l'utiliser pour la construction de routes, on doit faire face à la concurrence d'autres impératifs: exigences en matière de logements et de constructions industrielles, désir de protéger ou de promouvoir les espaces verts, préserver les perspectives (et dans certains cas, respecter les besoins de l'agriculture).

L'inquiétude croissante que suscite dans l'opinion publique la construction de voies routières urbaines et la vigueur des protestations qu'élèvent la population nécessitent une interprétation de plus en plus sévère des critères qui déterminent les "besoins" d'autoroutes supplémentaires.

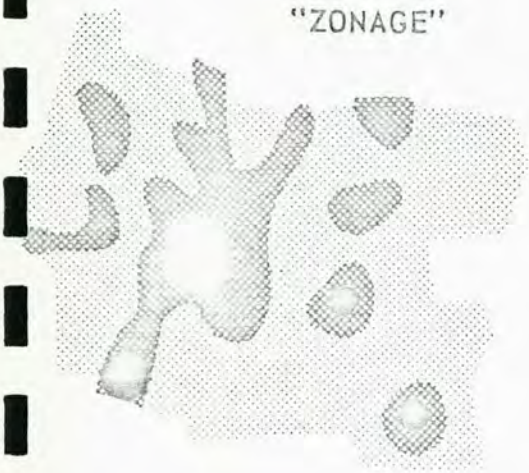
PLANS D'AMENAGEMENT ET ECOULEMENT DE LA CIRCULATION

Capitol Region - Connecticut

"VILLE SATELLITE"



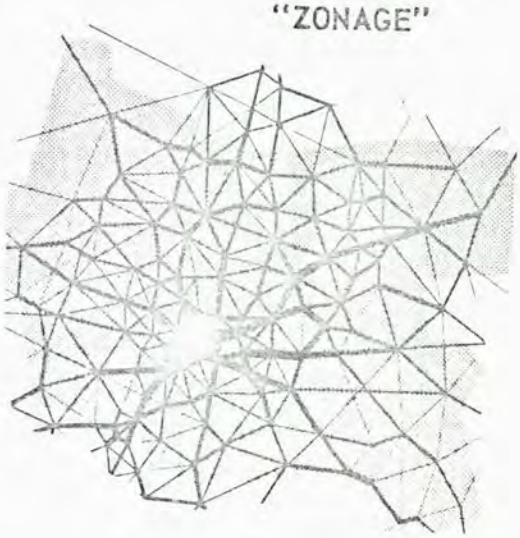
"ZONAGE"



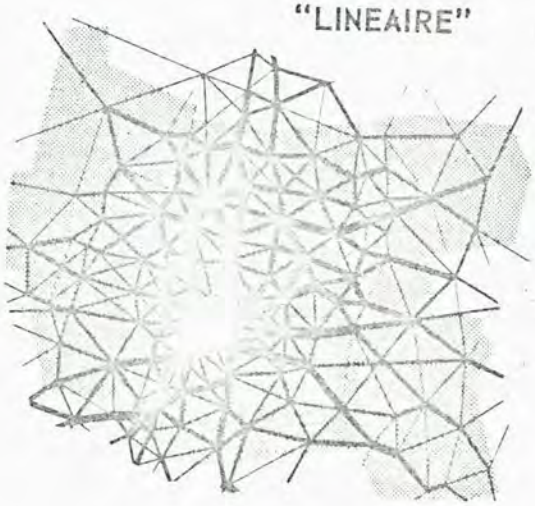
"LINEAIRE"

"VILLE SATELLITE"

"ZONAGE"



"LINEAIRE"



Domiciliaire éparse

Domiciliaire intense

Centres

Etendue de la région

Intensité de la circulation

Echelle - 1 po. = 20 milles

Les politiques qui tendent à favoriser l'utilisation sans entrave de la voiture particulière rendent les transports urbains moins viables et diminuent par là même la mobilité des citadins.

L'expansion des villes et de leur banlieue, la prolifération dans certaines zones de groupements de toutes natures, de toutes dimensions (industrie - habitations - centres commerciaux ...) distincts et dans une étroite dépendance les uns des autres aboutissent à un système urbain étalé sur une vaste surface, qui est celui de l'avenir, mais qui, dans la forme que lui donne une tendance naturelle indisciplinée et inorganisée, prend une évolution funeste et dégrade les conditions de vie au lieu de les améliorer.

Il faut:

- que les unités urbaines d'une agglomération soient séparées par des zones lâches plantées pour favoriser la circulation.

- qu'un réseau de communication efficace relie ces unités urbaines entre elles et non plus seulement à la plus importante d'entre elle.

Toutefois, l'ouverture de vastes superficies à l'urbanisation apparait en effet, comme une condition fondamentale du développement économique.

Le schéma circulatoire de voirie doit être conçu dans le souci d'éviter au maximum les nuisances provoquées par les véhicules automobiles, en dehors des lieux de résidence totalement exclues des espaces de promenade et de détente. Les aires de stationnement devraient être plantées.

Tout plan de réseau routier ne peut s'établir en vase clos (comme pourrait l'être un plan basé uniquement sur des comptes d'écoulement de circulation).

L'exemple connu du Plan du "Roads Department" de l'Etat du Connecticut établi avec la collaboration de l'agence régionale du Capital Region atteste cette nécessité. Vingt municipalités intéressées se sont penchées ensemble sur leur problème de développement en soumettant des plans d'urbanisation (villes satellites: des centres secondaires : des centres secondaires gravitent autour d'un pôle régional; villes linéaires: la croissance urbaine est favorisée le long d'un axe donné, défini.)

Le développement routier doit s'intégrer dans les concepts de développement global de la communauté . humaine et non en marge de celle-ci. Le Ministère devrait amorcer une politique d'aménagement et ne plus accepter le spectacle des erreurs réalisées par d'autres.

Il faut, dans la ville:

préciser ce qui constitue:

- une structure permanente (voies de circulation - aires de stationnement - voies pour piétons)

et

- les aires de remplissage susceptibles de se remodifier en fonction de l'utilisation des espaces (d'après l'évolution des besoins des habitants.)

2o) Promotion d'un système de transport en commun efficace

Le sentiment de l'inadéquation des moyens actuels de transport en face de certains problèmes posés par le phénomène urbain se renforce dans l'esprit des responsables et devrait gagner l'opinion publique.

La mise en oeuvre nécessaire de solutions techniques nouvelles fondées sur les progrès les plus récents de la technologie, permettraient d'envisager leur utilisation.

Même dans les villes américaines, apparait maintenant le problème de développement de systèmes de transports collectifs. Los Angeles étudie aujourd'hui comme Washington et Rome, la gratuité totale de ses transports. Il y a eu "la brutale prise de conscience que l'automobile ne pouvait plus faire face à tous les problèmes et que le pays de la libre entreprise ne pouvait plus rejeter sous peine de succomber, certaines formes collectivistes".

La voiture automobile telle qu'elle est actuellement conçue n'est pas en réalité adaptée au trafic urbain. C'est un véhicule fait pour la route, voire pour l'autoroute qui a des caractéristiques découlant de cette utilisation et dont la circulation en ville entraine trop de nuisances.

Dans les agglomérations ayant une population de centaines de milliers d'habitants, la création d'un réseau de transport en site propre ne peut être envisagée en raison de son coût élevé et de l'insuffisance de la clientèle potentielle.

Dans les agglomérations dont le chiffre de population future sera d'un million d'habitants, les transports en commun en site propre doivent être envisagés - (aérotrain - transporteurs continus).

Il ne faut pas attendre de grandes innovations en site banal. L'autobus demeure insuffisamment attractif auprès des automobilistes. Il remplace d'ailleurs fort mal sa mission de service public auprès des citadins. On mesure tout l'effort à accomplir pour mettre en oeuvre une politique de priorité aux transports en commun, cela suppose un renversement actuel en matière de transports collectifs. Peut-être faudrait-il envisager l'étude du transport en commun sous l'angle de la gratuité, cette éventualité osée est lourde de conséquences, elle permettrait de réduire, dans le centre-ville, le nombre d'automobiles en circulation sans pour autant réduire le nombre d'automobiles fabriquées. Le coût du transport en commun pourrait être défrayé par la population citadine au moyen des taxes. L'amélioration de la vie urbaine, la préservation de son environnement devront être financièrement supportés par ses habitants. Le coût de la civilisation urbaine s'alourdira davantage avec l'amélioration des services à rendre à la population (transports - dépollution - etc...).

A débit légal, les infrastructures de transport en commun coûtent beaucoup moins cher qu'une autoroute urbaine. Le coût élevé de ces investissements doit inciter notamment à mieux organiser la croissance urbaine en périphérie, de façon à réserver à temps, les emprises nécessaires. L'introduction d'un système de transport en commun en site propre (métro ou autre solution) pourrait éventuellement être étudiée (la clientèle potentielle devant être nombreuse cependant). L'urbanisation ouest-est de Québec se prête aisément à l'établissement d'un système rectiligne situé entre les boulevards St-Cyrille et Laurier avec une antenne vers Charlesbourg et une seconde vers Lévis par la construction d'un tunnel. Quel serait le coût de ces projets? Les investissements autoroutiers projetés dans la ville de Québec s'élèvent à plus de $ 300. millions pour les années futures, leur réalisation accentuerait évidemment l'introduction massive d'automobiles à l'intérieur de la ville, peut-on évaluer le coût de la congestion? Ses répercussions à long terme sur la vie urbaine? La notion de coût et de rentabilité d'un investissement de transport doit être reconsidérée et pondérée par des critères d'environnement.

La province de l'Ontario va doter certaines villes d'un système futuriste de transport en commun (programme de $ 1.3 milliard). Le programme établi concerne surtout les grands centres urbains ainsi que de petites municipalités. Les coûts de construction et la fabrication de nouveaux services de transports publics seront défrayés dans une proportion de 75% par le gouvernement provincial.

Ce système serait susceptible de transporter entre 10,000 et 20,000 passagers par heure. Il serait insensé de ne dépendre que de l'automobile ..., cette solution réduirait les embouteillages et les nuisances sur l'environnement tout en assurant à la population une liberté de choix (Coût: Toronto: 13M/mille - Hamilton: $ 16.5M/mille - Ottawa: $ 17.1M/mille).

3o) Voirie et aménagement de l'espace

Dans un régime démocratique, il est illusoire de chercher à bloquer une tendance naturelle trop forte, mieux vaut la canaliser.

Pour que la puissance publique ait quelques chances de discipliner l'urbanisation, de la maîtriser, il faut d'abord qu'elle élabore ou adopte une doctrine, ensuite qu'elle utilise les moyens qui sont véritablement à sa disposition et qui ne sont pas seulement son pouvoir réglementaire.

Un de ces moyens, le meilleur, est l'établissement de réseaux de transport et de communications judicieusement tracés. Pour orienter la création urbaine là où elle doit se faire et pas ailleurs, il est nécessaire et presque suffisant de créer un réseau de liaison et de communications, qui, judicieusement tracé orientera la création urbaine là où elle doit se faire et pas ailleurs, il est nécessaire et presque suffisant, de créer un réseau de liaison et de communications qui, par sa disposition même amènera les implantations en des lieux bien choisis.

"Le conflit entre l'automobile et la ville ne peut être résolu en dehors de tous les grands problèmes de la vie moderne: la liaison entre des lieux d'habitat et d'emploi, l'aménagement des temps de travail et de loisirs, l'urbanisation galopante. C'est dire que la guerre auto-ville est devenue une question politique de première importance... si l'on veut vraiment mettre fin à la guerre de religion que se livrent l'automobile et la ville, il faut partout mettre en place des organismes élus capables de traiter l'ensemble de cette vaste affaire au niveau des agglomérations". (Jean Bertin, ing. - inventeur du véhicule sur coussin d'air).

Il est impossible de concevoir une politique de transports urbains indépendamment de celle de l'aménagement urbain en général. En régime de planification, l'incohérence des deux politiques se traduisent par de graves déboires dans le fonctionnement de la cité. Transports urbains et urbanisation ne sont que deux aspects d'un même phénomène et c'est la recherche d'une politique commune qui doit être entreprise.

-Il faudrait:

- une nécessaire maitrise du sol (réglementation sur l'utilisation du sol?)
- assurer une meilleure gestion du réseau urbain
  - en réservant aux autobus des emprises séparées.

- en organisant des aires de stationnement et en multipliant les voies à sens unique.

- en changeant la canalisation des flux de véhicules.

4o) Le lien Québec-Lévis

Ce projet spécifique ne peut évidemment pas être traité seul:

- Ce pont est fort coûteux;

- Son influence sur le développement de la rive sud est faible à court terme;

- Son influence est fondamentale à long terme puisque le lien orientera l'essor urbain (la rive sud étant intégrée dans l'agglomération de Québec), or la ville ne peut s'étirer vers une zone démunie, sans arrière-pays économique. L'étalement de la ville de Montréal sur la rive sud du Saint-Laurent se conçoit dans la mesure où la plaine élargie du Saint-Laurent recèle des villes industrielles, un potentiel économique certain. L'urbanisation du Québec est liée à la direction du fleuve. La ville devrait s'étirer sur la rive nord, ce développement faciliterait l'implantation d'un système de transport en commun plus ou moins linéaire. La ville historique devrait être uniquement piétonnière.

- La liaison entre Québec et Lévis devrait être assurée par un système de transport en commun (autobus exprès, circulant sur des voies réservées). Il est évident que la durée du trajet ne sera pas considérablement diminuée par rapport au transport assuré par la traverse mais il offrira des conditions de confort plus grandes et minimisera les inconvénients. Il est également concevable d'utiliser le mieux possible les infrastructures ferroviaires existantes sur la rive sud afin d'assurer un service très efficace par trains de banlieue empruntant le vieux pont de Québec. Ce système en site propre assurerait un transport régulier et rapide. Les problèmes de la rive sud ne seront évidemment pas résolus par la création d'un pont la reliant à la métropole; mais les conséquences d'un pont sur la ville de Québec seraient trop fâcheuses et graves pour accepter cette solution.

- La congestion des ponts actuels prévue pour 1987, pourrait être partiellement améliorée par la création d'un nouveau pont parallèle aux infrastructures actuelles (pont Pierre Laporte et Vieux Pont). Sans doute faut-il estimer l'importance du trafic orienté par la future autoroute de la rive nord (no 40). Un nouveau pont parallèle n'aurait pas de répercussions comparables sur le tissu urbain à celle d'un lien Québec-Lévis et engendrerait peut-être le développement d'activités économiques susceptibles de créer vers Sainte-Foy ou Cap-Rouge, un pôle relativement indépendant.

La loi prévue sur l'urbanisme améliorera sans doute les problèmes d'aménagement urbain en conciliant les avis:

- du Ministère des Transports responsable du Plan de Transports;

- des Municipalités concernées;

- des grands objectifs d'aménagement et de développement de l'espace québécois établis par l'O.P.D.Q.

Le problème soulevé par le lien Québec-Lévis met en évidence sa complexité et son envergure. Il faudrait énoncer les grands objectifs de la politique des transports urbains avant que la situation des villes se détériore (selon l'exemple des grandes villes mondiales) afin de prévenir la dégradation du milieu, en agissant avant que les problèmes cruciaux ne surgissent et ne mettent les autorités devant des faits accomplis et irréversibles.

LUCIENNE LAMY TROUÉ, géog.

INFLUENCE DE LA CONSTRUCTION D'UN LIEN ROUTIER ENTRE QUÉBEC ET LÉVIS SUR L'URBANISATION FUTURE.

espace boisé
zone d'environnement

espace actuellement urbanisé

espace urbanisé résultant de la construction d'un lien routier Québec-Lévis.

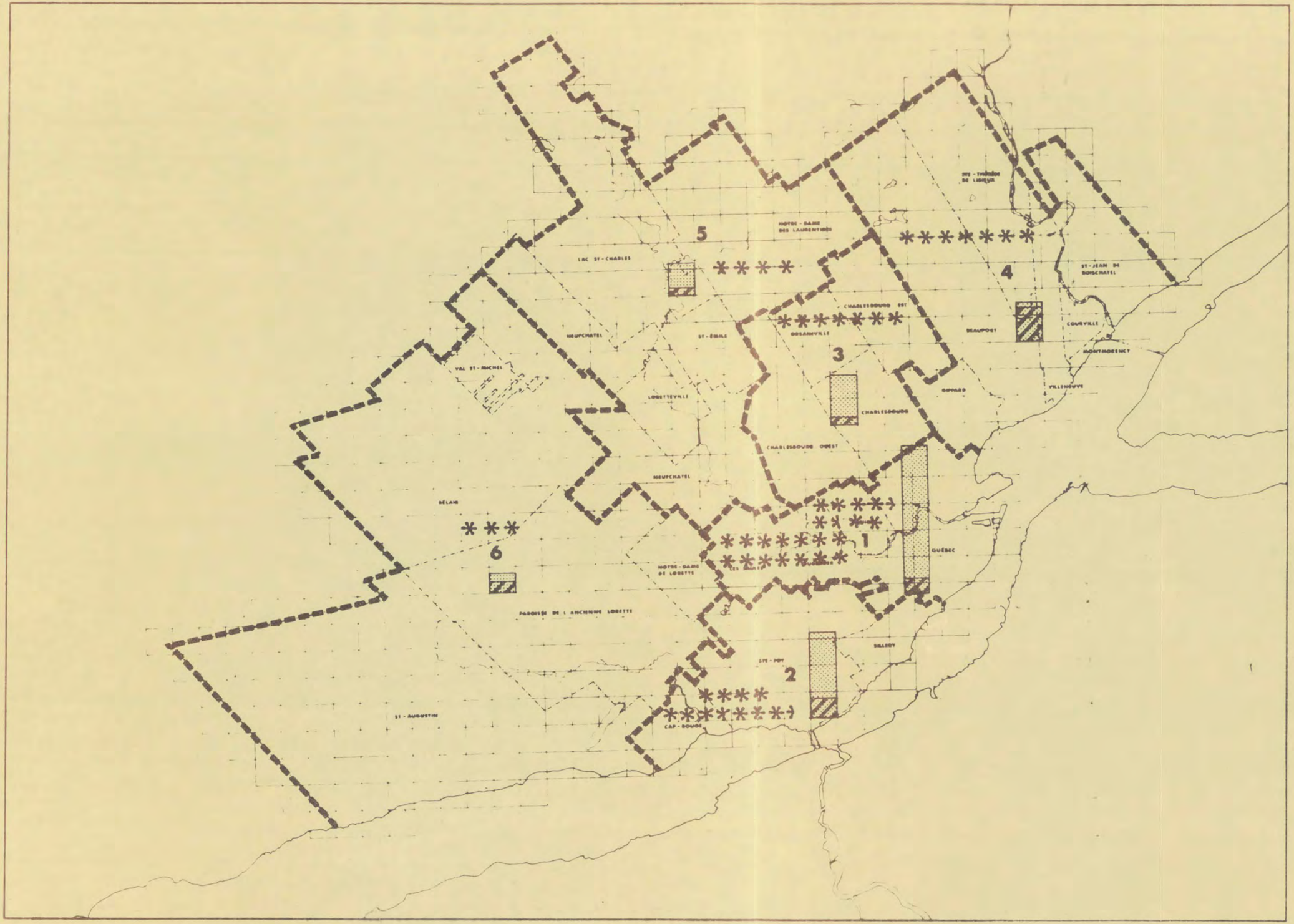
voies d'accès (routes et autoroutes) actuelles
futures

poussée actuelle d'urbanisation

poussée future de l'urbanisation

échelle 0 1 2 3 milles

cartographie: service de géographie
d'après la synthèse de cartes provenant du schéma d'aménagement de la ville de Québec.



LEGENDE

1981
BESOIN EN ESPACES VERTS

ESPACES VERTS EXISTANTS

* 10000 HABITANTS

COMMUNAUTE URBAINE DE QUEBEC
880 Chemin Ste Foy Quebec tel: 681 55 11

COMMISSION D'AMENAGEMENT 5e rue d'Auteuil Quebec

BESOINS EN ESPACES VERTS

15

MINISTERE DES TRANSPORTS
QTR A 093 851

REÇU
TRANSPORTS
1973
SERVICE D'ÉTUDES
EN PLANIFICATION

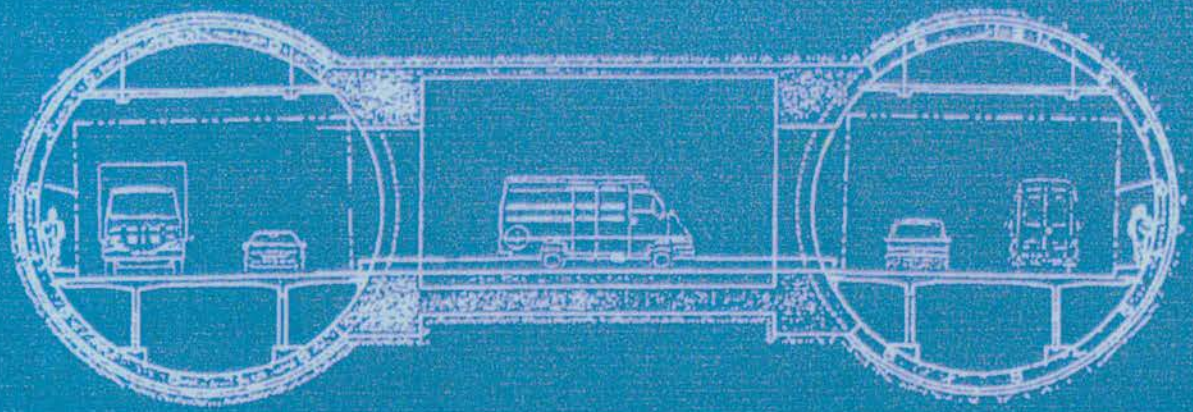
Comité du
~ lien sous-fluvial ~
à l'est de Lévis-Québec

CRCD Chaudière - Appalaches

Conseil régional de concertation
et de développement
de Chaudière-Appalaches

Rapport d'étude

Lien sous-fluvial à l'est de Lévis-Québec



CANQ
ACE
2149

Décembre 1999

TECSULT

Tecsult Inc.
experts-conseils
4700, BOUL. WILFRID-HAMEL, QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G1P 2J9

1131218

Comité du
~ lien sous-fluvial ~
à l'est de Lévis-Québec

CRCD Chaudière - Appalaches
Conseil régional de concertation et de développement de Chaudière-Appalaches

Rapport d'étude

Lien sous-fluvial à l'est de Lévis-Québec

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
17 AVR. 2013
TRANSPORTS QUÉBEC

CANQ
ACE
2149

Révision décembre 1999

Ministère des Transports
Centre de documentation
700, boul. René-Lévesque Est,
21e étage
Québec (Québec) G1R 5H1

TECSULT

Tecsult Inc.
experts-conseils
4700, BOUL. WILFRID-HAMEL, QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G1P 2J9

Ce rapport a été préparé par le personnel de Tecsult avec la collaboration particulière des professionnels suivants :

Hughes Lansac, ingénieur
Génie urbain et Transport

Jean-Yves Daoust, géologue
Géotechnique

Jean Filion, communicateur
Communications

Marc Blanchette, économiste
Études économiques

Michel-L. Caron, biologiste
Environnement

Ghislain Savard, ingénieur
Structure

Gilles Papillon, technologue
Géotechnique

Patrice Mathieu, ingénieur
Génie urbain et Transport

NOTE AUX LECTEURS

Pour éviter toute interprétation quant à l'appellation du lien sous-fluvial, il convient de préciser que Lévis et Québec ont été choisis comme étant les noms des villes représentant les principales agglomérations des deux rives.

L'ordre alphabétique Lévis-Québec a été préféré sans égard à l'importance relative de ces deux villes.

Enfin, le titre «Lien sous-fluvial à l'est de Lévis-Québec» vient préciser la position géographique de cet axe, à l'extérieur des centres-villes.

TABLE DES MATIÈRES

page

SOMMAIRE EXÉCUTIF 1

1 DÉFINITION DU MANDAT 3

PARTIE I – VALIDATION DU CONCEPT TECHNIQUE 4

2 ÉTUDE DU TRACÉ 4

2.1 Historique 4
2.2 Choix du tracé préférentiel 5
2.3 Tracé alternatif 7
2.4 Raccordement à l'Île d'Orléans 9

3 CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL 10

3.1 Dimensions 10
3.2 Profil longitudinal 13
3.3 Liaisons inter-tunnel 14

4 MÉTHODE DE CONSTRUCTION 15

4.1 Conditions géologiques 15
4.2 Méthode d'excavation 16
4.3 Travaux connexes 18
4.4 Gestion des déblais 19

5 ÉCHÉANCIER DE RÉALISATION 20

5.1 Étapes de préparation 20
5.2 Étapes de construction 20

6 COÛTS BUDGÉTAIRES DE CONSTRUCTION 22

6.1 Lien sous-fluvial 22
6.2 Alternative pont-tunnel 24

7 RENTABILITÉ 25

7.1 Simulation du volume de circulation 25
7.2 Simulation financière 28

page

PARTIE II – ÉTAPES DE RÉALISATION 30

8 ÉTUDE DE FAISABILITÉ 30

8.1 Étude de circulation 31
8.2 Investigations géotechniques 32
8.3 Ingénierie préliminaire 34
8.4 Évaluation des problématiques environnementales 34
8.5 Autorisations préalables 35
8.6 Recherche des titres de propriétés 37
8.7 Étude des retombées socio-économiques 37
8.8 Campagnes d'opinion publiques 38
8.9 Estimation des coûts 41
8.10 Étude de rentabilisation 41

9 RECHERCHE DE FINANCEMENT 45

10 DÉMARCHES ET ACTIONS EN MATIÈRE D'ENVIRONNEMENT 53

10.1 Description générale du milieu 53
10.2 Principaux enjeux environnementaux 55
10.3 Problématique environnementale du tunnel foré 55
10.4 Problématique environnementale du pont-tunnel 56
10.5 Évaluation des problématiques environnementales 58
10.6 Portée et objectifs des études environnementales requises 58

11 AVANT-PROJET DÉTAILLÉ 63

11.1 Étude géotechnique 63
11.2 Ingénierie détaillée 64

12 APPEL D'OFFRES 66

13 CONCLUSION 67

BIBLIOGRAPHIE

FIGURES

LISTE DES FIGURES

page

Figure 2.1	Alternatives tunnel
Figure 2.2	Alternative pont-tunnel
Figure 3.1	Exemple de tunnel : Caluire
Figure 3.2	Coupes types transversales
Figure 3.3	Profil longitudinal – Alternative tunnel Option Bourget
Figure 3.4	Profil longitudinal – Alternative tunnel Option Lallemand
Figure 3.5	Profil longitudinal – Alternative pont et tunnel
Figure 4.1	Géologie du corridor du tunnel
Figure 4.2	Coupe longitudinale d'un tunnelier
Figure 5.1	Exemple de l'échéancier de réalisation du tunnel foré de Caluire
Figure 5.2	Échéancier de réalisation – Phases préparatoires
Figure 5.3	Échéancier de réalisation – Phases de réalisation
Figure 7.1	Simulation d'affectation – Volume bidirectionnel de période de pointe du matin, 1991
Figure 7.2	Région de Québec – Débit journalier moyen annuel
Figure 7.3	Simulation financière – Hypothèses de base
Figure 7.4	Simulation financière – Analyse du remboursement en capital et de frais financiers annuels
Figure 7.5	Calcul du taux de rendement interne

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Historique

L'idée d'un lien sous-fluvial "rive nord - rive sud" chemine depuis plus de 30 ans. Elle était d'ailleurs évoquée avant la construction du pont Pierre-Laporte. Entre 1956 et 1979, au moins six rapports d'études ont été déposés concernant la nécessité d'établir un lien interrives permettant un système de circulation périphérique à la grande région de Québec. Parmi ceux-ci, mentionnons le plan Grébert, publié en 1956 et le volumineux rapport Vandry-Jobin, de 1979, qui établissait une multitude de scénarios possibles pour la construction d'un lien entre Lévis et Québec.

À nouveau, le projet d'un lien sous-fluvial suscite l'intérêt des milieux des affaires, politique, universitaire et de la population en général en raison notamment de la saturation de plus en plus fréquente et prolongée des principaux axes routiers reliant les deux rives du Saint-Laurent (les ponts de Québec et Pierre-Laporte, l'autoroute Henri IV et les principaux échangeurs).

Le lien sous-fluvial est un projet techniquement réalisable. Ailleurs dans le monde, de telles infrastructures existent et elles sont des réussites remarquables. Le tunnel sous la Manche, le tunnel de Caluire, à Lyon, en France et les constructions de Hambourg en Allemagne ou celles dans le port de Tokyo au Japon, notamment, constituent des exemples de succès de projets similaires.

Le lien sous-fluvial a pour objectif d'améliorer les conditions de la circulation routière des régions de Québec et Chaudière-Appalches. Il peut aussi s'avérer un outil important à la croissance économique de ces régions tout en étant un projet unificateur et bénéfique pour l'ensemble de la population.

Description

D'une longueur totale de 7,1 km, le lien sous-fluvial sera situé à l'est des villes de Lévis et Québec, en passant sous l'extrémité ouest de la pointe de l'Île-d'Orléans.

Plus précisément, l'entrée du tunnel se situera à l'extrémité de l'autoroute 40 sur la rive nord. La rampe d'accès commencera à s'enfoncer dans le sol à partir de l'intersection avec le boulevard Sainte-Anne, pour passer sous l'autoroute Dufferin-Montmorency et pénétrer dans le fleuve sans aucune modification des berges. Le tunnel passera ensuite sous la pointe ouest de l'Île-d'Orléans pour permettre l'aménagement d'une issue de secours et d'une cheminée de ventilation. Puis, le lien sera raccordé à l'autoroute 20, sur la rive sud, soit à l'échangeur Bourget, soit à l'échangeur Lallemand.

Le tunnel sera foré par un tunnelier de type « Tunnel Boring Machine » car il s'agit de la meilleure option aux plans technique et environnemental compte tenu de la nature du sol. Pour des raisons de sécurité et d'entretien, la circulation se fera à l'intérieur de tunnels séparés, mais reliés entre eux pour des raisons de sécurité.

Chaque tunnel aura un diamètre intérieur de 9,8 mètres et sera muni de deux voies de circulation, tel un prolongement logique des autoroutes 20 et 40. L'inclinaison maximale du tunnel sera de 4,5 % afin de conserver une circulation rapide des véhicules lourds.

Coût et rentabilité

Le coût de réalisation du projet est évalué à 750 millions de dollars selon les premières estimations. L'autofinancement du tunnel est démontré sur une période de 40 ans, à partir d'une simulation de la circulation, en tenant compte d'un taux de rendement interne suffisant pour intéresser d'éventuels investisseurs.

Échéancier

L'échéancier de réalisation est estimé à 12 ans.

1. Étapes de préparation (durée estimée : 5 ½ ans)

- Sensibilisation et prise de conscience du projet
- Étude de faisabilité
- Recherche de financement
- Étude d'impact environnemental avec audiences publiques
- Avant-projet détaillé
- Appel d'offres

2. Étapes de construction (durée estimée : 6 ½ ans)

- Installation du chantier, montage des tunneliers et de l'usine à béton
- Percement du premier tunnel
- Aménagement interne du premier tunnel
- Construction des échangeurs
- Percement du deuxième tunnel
- Aménagement interne du deuxième tunnel
- Démontage du chantier

Avantages comparatifs

Un lien sous-fluvial entre les deux rives du Saint-Laurent permettra, d'abord, le désengorgement des ponts de Québec et Pierre-Laporte, de l'autoroute Henri IV et des principaux échangeurs, ce qui représentera, pour les automobilistes et les camionneurs, une économie de temps de transport appréciable.

De plus, selon les calculs réalisés à partir de l'étude de circulation, le projet de lien sous-fluvial pourrait être rentable dès la mise en opération du tunnel par l'imposition d'un péage à l'utilisateur, et ce, sans que ne soit alourdi le fardeau des contribuables québécois. Il s'agit d'une initiative structurante, insufflant une nouvelle dynamique et une vitalité économique aux régions de Québec et Chaudière-Appalaches. L'ensemble du projet aura des retombées bénéfiques pour les usagers de la route et les entreprises de ces deux régions.

1 DÉFINITION DU MANDAT

À la suite d'un appel de proposition sur invitation, le conseil régional de concertation et de développement de Chaudière-Appalaches (CRD-CA) et le comité du lien sous-fluvial à l'est de Lévis-Québec ont conjointement confié un mandat d'étude à la firme d'experts-conseils Tecsult.

L'idée d'un lien sous-fluvial rive sud rive nord chemine depuis plus de trente ans, et a fait l'objet de nombreuses études. Le dossier suscitant toujours un vif intérêt, il convient d'actualiser le concept en fonction des connaissances et technologies maintenant disponibles et d'en élaborer les étapes de réalisation. Le mandat confié à Tecsult se divise donc en trois parties.

La première traite de la validation du concept technique et de la réponse aux questions qui en découlent :

- Quel est le tracé préférentiel, et existe-t-il un tracé alternatif ?
- Quelles sont les caractéristiques physiques du tunnel envisageables ?
- Comment le construire ?
- À quel coût ?
- En combien de temps ?
- Est-ce rentable ?

Après avoir établi aux chapitres 2 à 7 que le concept est techniquement faisable, il reste à définir les étapes à franchir pour le réaliser. Les démarches et actions requises font l'objet de la deuxième partie du rapport, chapitres 8 à 12.

La troisième partie du mandat est constituée d'un document nécessaire à la promotion du projet : soit un document d'information, non inclus au présent document.

PARTIE I – VALIDATION DU CONCEPT TECHNIQUE

2 ÉTUDE DU TRACÉ

2.1 Historique

Le développement du Québec s'est naturellement fait suivant l'axe de pénétration constitué par le fleuve St-Laurent. Pour des raisons d'échanges et de commerce, les municipalités, villes et villages se sont établis sur les rives du fleuve. Avec le développement de la circulation ferroviaire puis automobile, le fleuve d'abord lien de communication est devenu obstacle au transport terrestre.

Les deux conurbations de Québec et de Lévis ont d'abord été jointes par le pont de Québec (1917), construit à l'endroit où les deux rives sont les plus proches, même si cet emplacement était loin des centres-villes. La saturation du vieux pont a amené la construction du pont Pierre-Laporte (1970), toujours à ce passage rétréci.

Pourtant dès 1956, le plan Grébert établissait le principe d'un système de circulation périphérique pour répondre aux besoins de la grande région de Québec. En 1968, le ministère de la Voirie établissait un plan de circulation en vue de compléter le réseau autoroutier alors en phase de réalisation. Ce plan conclut à la nécessité d'une future liaison routière directe Québec-Lévis, par un pont reliant les centres-villes. L'idée d'un tunnel y était étudiée, mais non retenue à cause de la méconnaissance du socle rocheux sous-fluvial. En 1973 et 1974, deux études géologiques lèvent cette incertitude et conduisent à un rapport du ministère des Transports publié en 1975 dans lequel six axes sont alors considérés pour un tunnel, dont trois par l'Île d'Orléans.

L'étude la plus complète est celle du volumineux rapport Vandry Jobin de 1979. Une multitude de solutions pour un lien rive sud, rive nord y sont présentées. Toutes passent par l'Île d'Orléans.

Il n'est pas étonnant que l'axe Orléans ait été choisi. Un lien direct aurait des conséquences trop graves sur les centres-villes pour être retenu, comme l'ont estimé divers organismes de planification régionale, telle la Commission d'aménagement de la Communauté urbaine de Québec. En effet, non seulement ce lien serait difficilement intégrable à un réseau routier adéquat, mais tout lien routier direct augmenterait de façon dramatique la congestion du centre-ville par l'automobile.

En 1979 encore, une étude d'impact du ministère des Transports sur le développement d'un lien est publiée. Selon ce rapport, l'axe Orléans conférerait à la région métropolitaine de Québec un degré d'accessibilité uniforme. En effet, le réseau routier projeté permettrait de compléter la ceinture périphérique entourant Québec et Lévis, en assurant un meilleur équilibre entre l'est et l'ouest du territoire. On retrouve alors la logique des principes de circulation établis dans le plan Grébert de 1956. De plus, l'axe Orléans permettrait d'intégrer au port de Québec un éventuel complexe industriel situé entre Lauzon et Beaumont.

2.2 Choix du tracé préférentiel

Si la logique d'un lien sous-fluvial dans l'axe de l'Île d'Orléans s'est imposée au fil des ans, cette logique laisse peu de latitude quant aux points de raccordement sur les deux rives. Puisqu'il s'agit de compléter la ceinture périphérique autour des grandes villes des deux rives, seuls les raccordements aux autoroutes existantes sont envisageables. Tout autre point d'arrivée créerait une congestion allant à l'encontre du but suivi. Il faut garder en mémoire que la circulation sur une voie rapide est fluide en autant que les nœuds aux extrémités permettent un écoulement rapide. Pour rendre le projet financièrement rentable, il faut que le passage par ce nouveau tracé signifie une économie de temps de transport appréciable. Un lien inter-rives raccordé aux routes principales plutôt qu'aux autoroutes perdrait beaucoup d'attrait en raison des détours et des embouteillages possibles.

Le tracé du lien sous-fluvial est montré à la figure 2.1.

Raccordement à la rive nord

L'autoroute 40 actuelle plonge directement vers le fleuve avant de virer à 90° vers l'autoroute Dufferin-Montmorency en empiétant sur la batture.

L'axe rive nord, rive sud vient naturellement s'insérer dans le prolongement de l'autoroute 40.

Placer l'entrée du tunnel à l'extrémité actuelle de l'autoroute 40 demanderait de construire un portail dans le fleuve. On appelle portail la partie à ciel ouvert de la rampe d'accès au tunnel. Bordé de chaque côté de murs de soutènement destinés à empêcher le sol ou l'eau d'envahir l'ouvrage, il se prolonge jusqu'à ce que la hauteur de sol au-dessus de la chaussée (le « toit » du tunnel) ait atteint l'épaisseur requise. Les figures 2.1, 3.3 et 3.4 montrent en plan et en profil les portails d'entrée et de sortie du tunnel.

Afin d'éviter que le début du tunnel se fasse au prix d'un remblayage dans le fleuve, la rampe d'accès commencera à s'enfoncer dans le sol à partir de l'intersection avec le boulevard Ste-Anne, pour passer sous l'autoroute Dufferin-Montmorency en tunnel et pénétrer dans le fleuve sans aucune modification des berges. L'environnement du fleuve sera ainsi entièrement protégé.

L'échangeur entre l'axe nord-sud et l'autoroute Dufferin se situera entre cette dernière et le boulevard Ste-Anne, seule zone non bâtie.

Passage par l'Île d'Orléans

Le passage à la pointe de l'Île d'Orléans est impératif, pour des raisons de construction, de ventilation et de sécurité. Telle qu'exposée au chapitre 4, la méthode de construction dans le chenal nord est différente de celle dans le chenal sud. Un puits d'accès temporaire est donc nécessaire à proximité de l'Île d'Orléans, au point de changement entre les deux types de machinerie utilisés pour la construction.

La longueur du tunnel obligera une ventilation efficace. Le passage à la pointe de l'Île d'Orléans permet d'installer une cheminée de ventilation indispensable pour réduire la distance entre les points d'extraction des gaz d'échappement. Cette cheminée pourra être dissimulée dans l'enveloppe d'un vieux phare afin de ne pas déguiser l'environnement visuel. Le passage par l'Île d'Orléans permet aussi une issue de secours.

Raccordement à la rive sud

Le lien sous-fluvial s'intègre dans la trame autoroutière. Il doit donc se raccorder à l'autoroute 20. En raison de la hauteur de la falaise sur la rive sud et de la pente du tunnel, la sortie se fera à proximité de l'autoroute. En face de la pointe de l'Île d'Orléans, deux points de raccordement sont possibles, soit par la route Monseigneur Bourget, soit par la route Lallemand. Les échangeurs de ces routes ne sont distancés entre eux que d'environ 3 km. Les normes du ministère des Transports du Québec ne permettent pas d'en créer un autre entre ceux-ci, la trop faible distance entre échangeurs étant source potentielle d'accidents.

Chaque point de raccordement présente des avantages, alors que techniquement et financièrement ils sont peu différents. L'échangeur de la route Mgr Bourget est plus proche de Lévis, celui de la route Lallemand longe le futur complexe industrialo-portuaire, permettant un raccordement rapide avec le port de Québec et les autres centres d'activités économique et industrielle de la région.

Quel que soit l'échangeur choisi, celui-ci devra être converti en échangeur de type autoroute à autoroute. La route secondaire, c'est-à-dire, soit la route Lallemand, soit la route Mgr Bourget sera déviée pour s'y raccorder.

2.3 Tracé alternatif

Le lien Lévis-Québec entièrement sous-fluvial, raccordé aux autoroutes rive sud, rive nord , 20 et 40, constitue le tracé préférentiel au point de vue esthétique et environnemental. Afin d'en confirmer le choix, il convient d'explorer la possibilité d'un tracé alternatif et d'en regarder les conséquences et les coûts.

Le fond du chenal nord du fleuve est constitué d'une grande épaisseur de mort-terrain. À l'époque du rapport Vandry-Jobin, la technique de forage par tunnelier n'existait pas. Il était donc impensable de traverser le chenal nord en tunnel, sous l'eau et sous des matériaux poreux. Une des solutions préconisées par ce rapport était celle d'une jetée de la rive nord jusqu'à l'Île d'Orléans et d'un tunnel creusé de l'Île d'Orléans jusqu'à la rive sud.

Avec les techniques actuelles de tunnelier, le forage dans les sols meubles et perméables s'avère maintenant réalisable. Pour des raisons qui sont expliquées au chapitre 6, le coût de construction dans ce type de terrain est le double de celui du forage dans le roc. Pour réduire les coûts de construction, il est possible d'envisager une traversée du chenal nord en surface. Si dans les années '70, le remblayage du fleuve pour la construction routière s'est fait allègrement, il n'en est plus de même aujourd'hui. Une jetée, même partielle, serait très difficilement défendable du point de vue environnemental, en plus d'amoindrir visuellement l'insularité de l'Île d'Orléans. Dans le tracé alternatif envisagé, la traversée du chenal nord se ferait par un pont.

Une autre contrainte du tracé alternatif est la longueur en tunnel sous la rive sud avant d'atteindre la surface. La seule manière de la réduire est de positionner la sortie du tunnel sur les battures de la rive sud, et de monter sur le plateau par une voie de surface. Le tracé illustré à la figure 2.2 montre cette solution. Elle signifie la construction sur le bord du fleuve d'un portail de plus de 550 m de long pour empêcher que les fluctuations de la marée envahissent la sortie du tunnel. Le profil de ce portail sud est montré sur la figure 3.5 et les impacts environnementaux de cet ouvrage permanent sont explicités au chapitre 10.

Ce tracé alternatif croise la route 132, sur la rive sud. Un viaduc ou un échangeur devrait donc être construit à cette intersection.

Pour l'ensemble des raisons énumérées précédemment, l'alternative pont-tunnel ne nous apparaît pas recommandable.

2.4 Raccordement à l'Île d'Orléans

Le passage par l'Île d'Orléans est avant tout technique, pour des raisons de commodité. Il est cependant logique d'examiner les possibilités de desserte de l'Île d'Orléans par le nouveau lien. Dans le cas d'un tunnel foré, les difficultés techniques de raccordement à l'Île seraient grandes. Il faudrait créer un échangeur sous-marin, ce qui signifie des coûts importants, dépassant les 100 millions de dollars. De plus, les jonctions de voies signifient des risques d'accidents, ce qui doit être considéré sérieusement lorsque les risques se situent dans un souterrain. Sans écarter complètement cette solution, qui devra être évaluée en détail lors de l'étude de faisabilité, il convient de remarquer que celle-ci semble difficilement réalisable.

Dans le cas d'un lien mixte pont-tunnel, il serait techniquement plus facile de réaliser la jonction du lien rive sud – rive nord avec le réseau routier de l'Île d'Orléans. Les difficultés rencontrées ne seraient pas techniques, mais plutôt environnementales et sociales. La construction et l'intégration du lien à ce site exceptionnel s'avéreraient délicates et coûteuses. Il faudrait créer un échangeur de surface à la pointe de l'Île d'Orléans, dans un lieu touristique. Le renforcement de la route entre cet échangeur et le point d'arrivée du pont actuel deviendrait obligatoire, la route actuelle n'étant pas conçue pour supporter un trafic important.

Il convient de se questionner sur l'opportunité de remplacer le pont de l'Île d'Orléans actuel par le nouveau lien. Selon les informations reçues du ministère des Transports, qui le gère, ce pont bien qu'ancien, est fonctionnel mais coûteux en entretien.

3 CARACTÉRISTIQUES DU TUNNEL

3.1 Dimensions

Le lien sous-fluvial est avant tout un raccordement entre deux autoroutes. C'est ce qui assurera sa rentabilité. Il faut que la traversée du fleuve soit rapide et sécuritaire pour attirer un flot de circulation suffisant en terme d'autofinancement.

Deux voies de circulation dans chaque sens seraient suffisantes. Cette configuration présenterait un prolongement logique de l'autoroute 20 qui offre le même nombre de voies. Pour des raisons de sécurité et étant donné la longueur du tunnel, des chaussées divisées s'imposent. Chaque sens de circulation se fera donc dans un tunnel séparé. Il est aussi plus aisé d'effectuer l'entretien d'un tunnel en pouvant le fermer totalement à la circulation, en général la nuit, que de fermer un sens de circulation d'un tunnel unique.

Quelles que soient les dimensions de tunnel préconisées, l'aspect sécuritaire doit être constamment à l'esprit. Un accident est malheureusement toujours possible, et la circulation des véhicules d'urgence: police, pompier, ambulance, dépanneuse doit être privilégiée. Il est alors tentant de penser à deux voies de circulation plus une voie de service dans chaque sens. Au minimum, la largeur des voies serait de 3,5 m pour la voie de gauche et de 4,0 m pour celle de droite. À cela, il faudrait ajouter 3,0 m de voie de service plus un dégagement de 0,5 m de chaque côté. On obtient une largeur intérieure minimale de 11,5 m, soit environ 13 m de largeur extérieure. Cette largeur n'est pas disponible en tunnelier usuel dont les plus grands diamètres sont 11 m. Il faudrait alors envisager la construction par tunnel foré et dynamité, ou par tunnel déposé. Cette dernière technique est peu propice dans le chenal sud où la faible épaisseur de mort-terrain ne permettrait pas de placer le tunnel à l'abri des affouillements dus au courant. Quant à la technique forage-dynamitage elle est écartée pour les raisons expliquées à l'article 4.2.

Puisque la troisième voie sert uniquement pour la sécurité, il est possible de concevoir un autre aménagement. L'important est l'accès rapide à la zone d'incident. Il est statistiquement très improbable que deux tunnels séparés soient immobilisés par des accidents en même temps.

L'accès des véhicules d'urgence pourrait donc se faire par le tunnel opposé, en autant que les tunnels soient inter-reliés de place en place. C'est la solution préconisée. Un projet offrant cette configuration est en cours de réalisation pour le boulevard périphérique de Lyon, où deux tunnels à deux voies, long de 3,25 km permettront le passage de plus de 100 000 véhicules/jour. La figure 3.1 montre ce tunnel, ouvert provisoirement à double sens, en attendant la finition du deuxième tunnel.

La coupe type proposée pour le lien sous-fluvial est montrée à la figure 3.2. Chaque tunnel est composé de deux voies de largeur totale 7,6 m, avec une surlargeur de 1,0 m d'un bord et de 1,2 m de l'autre pour un diamètre intérieur de 9,8 m. Du côté de 1,2 m, un trottoir d'urgence permet d'accéder à des niches de secours placées à intervalle régulier et munies de téléphone. La paroi du tunnel, composée de voussoirs préfabriqués, a une épaisseur de 500 mm. Un coulis de mortier d'épaisseur moyenne de 100 mm comble l'espace entre le trou foré par le tunnelier et les anneaux de voussoirs préfabriqués. Le diamètre utile du tunnelier sera de 11,0 m.

Cette largeur correspond à une technique éprouvée, bien que non encore utilisée en Amérique du nord. Les seuls tunneliers utilisés aux États-Unis sont de petit diamètre. Les excavations importantes y sont réalisées au « Jumbo », par technique de forage-dynamitage. La technique par tunnelier permet une avance 3 à 4 fois plus rapide et une réduction importante du soutènement. Elle est explicitée sommairement au chapitre 4.

La technique du tunnelier a fait un bond en avant lors de la construction du tunnel sous la Manche. Elle s'est développée principalement en France, en Allemagne et surtout au Japon. Dans les diamètres de 11 m, on trouve six fabricants de tunnelier à travers le monde, dont trois majeurs.

Il n'existe pas de tunnelier tout fait. Chaque usage nécessite une construction spécifique en fonction des types de matériaux rencontrés, de l'accessibilité au chantier, du système d'évacuation des déblais, de l'approvisionnement en voussoirs et de la ventilation. Il s'agit d'une véritable usine souterraine, construite pour un usage unique.

On estime qu'entre 20 à 30 tunnels forés de 11 m de diamètre sont soit construits ou en phase de réalisation. Il s'agit d'un domaine pour lequel il y a de l'expertise disponible grâce aux connaissances acquises sur les divers chantiers. Par contre, on compte peu de réalisation de tunnel de 13 à 14 m : celui sous l'Elbe à Hambourg et celui de la baie de Tokyo en sont des exemples. Un autre tunnel de 14 m est prévu dans la région de Niagara, pour le transport de l'eau. Ce type de tunnelier fait appel à une technologie expérimentale non développée, sans statistique ni vécu. Les coûts associés sont donc faramineux.

La construction de deux tunnels de 11 m, séparés d'environ une largeur et raccordés de place en place, utilise une technologie de pointe, mais éprouvée. Les coûts de forage et de finition sont cependant importants.

Pour diminuer les coûts de réalisation du lien sous-fluvial, il a été étudié, mais non retenu, de ne faire qu'un seul tunnel à trois voies alternées; deux dans le sens du trafic majeur et une dans l'autre sens, avec inversion suivant l'heure de pointe. Sachant que l'accidentologie est quatre fois supérieure dans un tunnel à double sens que dans des tunnels à sens unique, chaque voie devrait être physiquement séparée. Le tunnel serait composé de trois voies de 4,5 m, deux séparations style « New Jersey[1] » de 750 mm, deux surlargeurs extérieures de 1,0 m pour une largeur totale intérieure de 17,0 m. Un tunnelier de cette grandeur n'est même pas envisageable. Seul un tunnel déposé ou dynamité serait possible. Il n'est pas certain à cette dimension, que les coûts soient si intéressants par rapport aux deux tunnels de 11 m.

Plusieurs autres aspects rendent cette solution peu attrayante. Il faudrait que la séparation soit ouverte de place en place, pour accéder à chaque voie en cas de panne ou d'accident. Chaque ouverture constituant un danger, il faudrait que ce soit des accès refermables. Une panne ou un accident, en monopolisant deux voies au moins pour un temps, créerait une congestion totale dans tout le tunnel. Il est notoire qu'en cas d'accident dans un sens, les véhicules circulant en sens opposé ralentissent très fortement, quand ils ne créent pas un autre accident. Pour des raisons de sécurité, il y a peu de chance que cette solution fasse consensus au sein des divers organismes gouvernementaux.

[1] Muret de béton à base élargie, utilisé comme séparateur de voies sur les autoroutes urbaines sans terre-plein central.

3.2 Profil longitudinal

Le profil de l'option tunnel est montré aux figures 3.3 et 3.4 en fonction du point de raccordement sur la rive sud. La figure 3.5 montre le profil de l'option pont-tunnel. Ces profils sont présentés à titre indicatif.

Les conditions qui régissent le profil du tunnel sont de deux ordres. D'une part la pente maximale admissible et d'autre part le couvert minimum au-dessus du tunnel.

La pente maximale d'un tunnel routier est de 4,5 %. C'est la pente d'accès au tunnel Louis-Hippolyte-Lafontaine, seule comparaison existante au Québec.

Une pente plus abrupte diminuerait certes la longueur du tunnel en permettant une rampe moins longue sur la rive sud, par contre, elle provoquerait un ralentissement des véhicules lourds, une congestion du tunnel et un besoin de ventilation accru. Pour que la rampe passe de 3 km de longueur à 2 km, il faudrait que la pente soit portée à 7 %. C'est la pente actuelle du boulevard Henri IV, où certains poids lourds montent péniblement à 50 km/h.

Un tunnel excavé dans le roc nécessite un couvert rocheux équivalent à au moins deux fois le diamètre du tunnel surtout pour un tunnel sous-fluvial, donc 22 m dans le cas présent. La profondeur du tunnel excavé dans le mort-terrain, quant à elle, est fonction des caractéristiques géomécaniques du terrain traversé. C'est-à-dire que plus le terrain est perméable ou constitué de matériaux fins (sable fin, silt, argile), plus il est avantageux d'aller en profondeur, et à plus forte raison si le tunnel est localisé sous un cours d'eau.

Étant donné l'état actuel des connaissances sur la topographie du fond du fleuve et de la géologie, les profils montrés sur les figures sont ceux élaborés par extrapolation à partir des études disponibles. Ces profils sont présentés afin de donner une image de ce que pourrait être la configuration d'un tunnel sous le fleuve.

En particulier, l'épaisseur du mort-terrain est issue de forages effectués sur un tracé différent de celui retenu. La position des forages est montrée sur la figure 2.1. Sur les profils, les forages sont aussi identifiés. Les chiffres inscrits sous les identifications indiquent la distance en mètres à laquelle a été effectué le forage.

3.3 Liaisons inter-tunnel

Des liaisons inter-tunnel ont été prévues comme accès aux véhicules d'urgence advenant un incident dans un des tunnels, ainsi que pour l'évacuation des personnes. La construction de ces liaisons permet d'éliminer l'obligation d'une voie d'urgence en surlargeur. Bien que cette solution puisse paraître audacieuse, elle a déjà été expérimentée à Lyon, dans le tunnel de Caluire, long de 3,25 km.

Une distance de 500 m entre les liaisons inter-tunnel semble être sécuritaire. Elle devra être validée lors de l'étude de faisabilité.

L'excavation de ces tunnels de raccordement ne présente pas de difficulté particulière dans le roc. Dans le mort-terrain elle demandera plus de précautions, vu l'absence de protection que crée le tunnelier. Pour le tunnel de Caluire, les excavations se sont faites en pression contrôlée, après réalisation des tunnels principaux.

4 MÉTHODE DE CONSTRUCTION

4.1 Conditions géologiques

Les conditions géologiques qui prévalent le long du tracé du lien sous-fluvial sont très variables. Les informations géologiques sommaires proviennent des études antérieures et des cartes géologiques publiées par le ministère des Ressources naturelles.

Selon les connaissances actuelles du sous-sol, le premier tiers du tunnel, soit presque tout le chenal nord, sera excavé dans le mort-terrain constitué d'alluvions sur près de 60 m d'épaisseur. Ces alluvions consistent en sable fin avec un peu de silt et d'importants dépôts de silt argileux inter stratifié de sable silteux. Ces alluvions reposent sur des schistes plus ou moins altérés sur une épaisseur de 10 à 20 m.

Un peu au nord de l'Île d'Orléans, le roc remonte près de la surface, la transition du forage du mort-terrain au roc se ferait donc à cet endroit. Il serait important de situer précisément la position du roc, puisque celui-ci influence fortement les coûts de construction du tunnel.

Les formations rocheuses traversées, soit plus des deux tiers du tracé, sont constituées en majeure partie de schiste avec quelques passées de conglomérat calcaire et de grès calcareux. Ces formations sont entrecoupées de failles majeures mais inactives et toutes présentent des pendages abrupts généralement vers le sud-est.

Toutes ces formations ne présentent aucun problème quant à la forabilité car ces roches sont friables et ont une abrasivité moyenne du fait de la faible teneur en minéraux siliceux.

Un exemple de la géologie connue du corridor du tunnel est montré sur la figure 4.1 pour le corridor Bourget. Elle est assez semblable dans le corridor Lallemand.

4.2 Méthode d'excavation

La méthode d'excavation la plus appropriée pour excaver un tunnel sous le fleuve avec les conditions qui prévalent, est un tunnelier Tunnel Boring Machine (TBM). Un exemple de ce type de machinerie est montré à la figure 4.2.

La technique du tunnelier mérite une explication. La partie avant, le bouclier, est un cylindre relativement court d'une fois et demi à deux fois le diamètre foré. À son extrémité, se trouve la tête d'abattage, un disque bombé rotatif percé d'ouvertures et muni de molettes sur toute sa surface, environ une centaine de molettes pour un tunnelier de 11 m. Lors de la rotation de la tête, poussée avec une force de plusieurs milliers de tonnes, les molettes usent et broient le rocher, qui est évacué à travers les ouvertures.

Dans la partie arrière du tunnelier, des éléments préfabriqués en béton en forme d'arc de cercle, les voussoirs, sont assemblés de manière à obtenir un tunnel en béton inséré dans le bouclier. Lorsque le bouclier avance, l'espace laissé vacant entre les voussoirs et la partie rocheuse est comblé avec un coulis de mortier injecté à travers des buses placées dans les voussoirs. De cette manière, le roc n'est jamais à nu, puisqu'un tunnel en béton est construit au fur et à mesure de l'avancement du tunnelier. Ceci permet une stabilité des parois et une étanchéité quasi parfaite. La préfabrication des voussoirs se fait en usine, installée le plus près possible de l'accès au tunnel.

Toute la machinerie destinée entre autres à faire tourner la tête, procurer la poussée, évacuer les débris, apporter de l'air frais, installer les voussoirs, injecter le coulis, guider le forage, créer une pression d'air, constitue le train suiveur. D'une longueur supérieure à 100 m, c'est une véritable usine mobile installée dans le tunnel.

Pour le creusage dans le mort-terrain : alluvions, sable, cailloutis, la tête est conçue différemment, la force de creusage étant moins importante. La véritable difficulté vient des infiltrations dans ce type de sol poreux. Afin d'éviter les effondrements et venues d'eau à l'intérieur du tunnel, une pression artificielle est bâtie dans le tunnelier, pression équivalente à celle exercée par la tête d'eau. Chaque 10 m de profondeur correspond à une fois la pression

atmosphérique. Donc, à 30 m sous le niveau de la surface, le travail doit se faire sous une pression équivalant à trois fois la pression atmosphérique. Ce mode de travail s'appelle la construction en pression équilibrée ou en hyperbare, et nécessite l'utilisation de sas et de longues périodes de décompression du personnel pour des temps d'intervention limités. C'est un mode de travail comparable à celui des plongeurs en scaphandre autonome.

La présence de mort-terrain dans le chenal nord et celle de socle rocheux dans le chenal sud, ainsi que la distance à parcourir dans chacun, nécessiteront deux tunneliers pour réaliser le percement. Ces deux tunneliers seront de conception différente : un pour le mort-terrain et un pour le rocher, afin d'optimiser le rendement. Certains tunneliers peuvent être équipés de têtes qui permettent d'excaver à la fois le mort-terrain et le roc mais le rendement est de beaucoup inférieur à celui conçu spécifiquement pour la condition de mort-terrain ou celle de roc. La longueur d'excavation dans l'un et l'autre type de sol justifie l'emploi de deux types de tunnelier.

L'excavation du tunnel dans le socle rocheux par la méthode de forage et dynamitage ne peut être considérée à cause de la nature des roches. La nature friable du roc nécessiterait du soutènement temporaire, des ancrages et le bétonnage sur place du pourtour de la galerie creusée. Les venues d'eau, inévitables dans le roc faillé, seraient un frein considérable à l'avancement des travaux. Généralement, dans les schistes il se produit de nombreux hors-profils lors des dynamitages, qui accroissent énormément les quantités de béton en plus d'obliger à du soutènement et à de la consolidation des parois rocheuses. De plus, lorsque le schiste est exposé à l'air, il se désagrège facilement et peut provoquer la chute de blocs.

Le percement de deux plus récents tunnels sous le fleuve St-Laurent : le tunnel Grondines-Lotbinière, construit pour Hydro-Québec et celui de St-Augustin-St-Nicolas, construit pour la compagnie gazière Trans Québec et Maritimes (TQM), a été réalisé avec tunnelier. Celui de TQM avait 3 m de diamètre et celui de Grondines 4,2 m. Le tunnel par tunnelier se construit beaucoup plus vite et à un coût bien moindre que par la méthode de forage-dynamitage (drill and blast).

Dans le bras nord du fleuve où le mort-terrain couvre plus de 2 kilomètres du tracé, une variante avec un tunnel déposé a été considérée. Il s'agit d'un tunnel préfabriqué sur la rive et dont les sections sont mises en place par flottaison et immersion. L'installation d'un tunnel déposé nécessiterait l'excavation par dragage d'une tranchée de plus d'une quinzaine de mètres de profondeur dans des sédiments silteux et argileux avec des pentes d'excavation transversales très faibles de l'ordre de 3 à 4 horizontal pour un vertical. En effet, les sections du tunnel doivent être enfouies et recouvertes de sol afin d'être maintenues en place.

Le dragage dans le lit du fleuve amène la remise en circulation des sédiments fins ainsi que les contaminants qui se sont déposés antérieurement. Ce dragage a un impact majeur sur l'environnement du fleuve.

La mise en place d'un tunnel déposé demanderait d'imposantes excavations en bordure du fleuve pour la construction d'une cale sèche où seront construites les sections de tunnels à installer dans le fond. Le problème de mise en place est compliqué par la présence de marées qui amènent une inversion de courant au moins deux fois par jour. Le positionnement des sections préfabriquées, par plongeurs, devient alors long et ardu.

4.3 Travaux connexes

Ces travaux comprennent l'excavation des portails d'entrée et de sortie des tunnels, des puits d'accès et de secours. Ces puits sont excavés dans le but de permettre de retirer les tunneliers afin de les réinstaller ailleurs pour l'excavation du second tunnel. Ces puits servent aussi d'accès et de puits de soutirage (enlèvement des matériaux excavés).

Les puits de ventilation sont des puits qui sont excavés jusqu'au tunnel pour l'aération durant la construction et pour la ventilation lors de l'opération du tunnel. De plus, ces puits peuvent être utilisés comme sortie de secours. Les portails sont les extrémités du tunnel, excavées pour permettre le montage des tunneliers à l'endroit où le couvert nécessaire au début du percement est atteint. Ce sont les rampes d'accès au tunnel.

Ministère des Transports
Centre de documentation
700, boul. René-Lévesque Est,
21e étage
Québec (Québec) G1R 5H1

4.4 Gestion des déblais

L'excavation des tunnels produira près de 2,0 millions de mètres cubes de déblais constitués à 75 % de roc broyé par le tunnelier. Le diamètre maximum des particules est de l'ordre de 50 mm et celles-ci peuvent être utilisées comme remblai seulement. Environ le quart des déblais proviendra du mort-terrain excavé dans le bras nord du fleuve et sera constitué de sable silteux et argileux qui risque d'être sous forme liquide une fois excavé en raison de sa forte teneur en eau.

Plusieurs carrières désaffectées existent tant sur la rive sud que la rive nord. Celles-ci pourraient servir d'aires de rebuts pour tous ces déblais. Une étude approfondie devra être réalisée lors de l'étude de faisabilité afin de déterminer les sites les plus appropriés. L'étude d'impact explicitée au chapitre 10 devra se pencher sur les aspects environnementaux découlant de la gestion des déblais.

5 ÉCHÉANCIER DE RÉALISATION

5.1 Étapes de préparation

Ces étapes concernent le cheminement du dossier jusqu'à ce que la construction débute.

Le cheminement de l'idée d'un lien sous-fluvial, de 1956 à nos jours, fait partie de ces étapes préparatoires. C'est la phase sensibilisation et prise de conscience du projet. Elle se prolongera jusqu'à ce que les pressions engendrées par la congestion des ponts alliées à la volonté des organismes de planification régionale, amènent à la mise en branle du processus de réalisation.

Une fois enclenchée, la réalisation proprement dite passera par les étapes décrites aux chapitres 8 et suivants : étude de faisabilité, recherche de financement, étude d'impact environnemental avec audiences publiques, avant-projet détaillé et appel d'offres. Cette phase se terminera par l'octroi du contrat de construction. Sa durée n'est pas déterminée, la période de temps liée à la recherche de financement étant inconnue. À titre d'exemple, les étapes préparatoires du tunnel de Caluire à Lyon ont duré 11 ans entre l'inscription du projet au schéma directeur et sa déclaration d'utilité publique. De cette déclaration jusqu'au début de l'excavation, quatre autres années se sont écoulées. Cet échéancier est présenté à la figure 5.1.

En présumant que la recherche de financement ne durerait pas plus d'une année, un échéancier de réalisation préparatoire à la construction est proposé à la figure 5.2. Il dure 5 ans et demi.

5.2 Étapes de construction

La construction d'un tunnel est une opération spécifique qui demande beaucoup de temps et d'efforts, aussi bien pendant l'étape de préparation que pendant celle de l'avancement des travaux. L'échéancier de construction du tunnel est présenté à la figure 5.3. Il dure 6 ans et

demi. En additionnant les phases préparatoires, on obtient 12 années entre la décision de construire le tunnel et le passage du premier véhicule.

Pour la variante pont-tunnel, l'échéancier de construction serait plus court, compte tenu de la possibilité de construire le pont en même temps que le percement du tunnel. Cet échéancier n'a pas été établi, compte tenu du peu d'intérêt de cette solution.

Bien sûr, ces échéanciers sont préliminaires, ils seront modifiés lors de l'étude de faisabilité, lorsque les conditions de réalisation seront précisées.

6 COÛTS BUDGÉTAIRES DE CONSTRUCTION

6.1 Lien sous-fluvial

Les coûts budgétaires présentés ci-après sont des estimations très sommaires en sachant que les conditions existantes sont peu connues et peuvent varier de façon importante.

Les coûts proviennent de projets similaires achevés récemment ou en phase de réalisation. Les coûts qui nous ont été fournis sont des coûts de projets globaux incluant toutes les structures annexes (portail, structure de béton, appareillage, etc.). Ces coûts correspondent à des tunnels excavés à l'aide d'un tunnelier et non par la méthode de forage-dynamitage. Il n'est pas possible à ce stade-ci de détailler les coûts pour les structures annexes tels que les portails et batardeaux de ceinture, puits de ventilation et d'accès, ventilation et éclairage, etc. Une telle estimation ne peut se faire qu'à l'étape de l'étude de faisabilité, lorsque les incertitudes sur la géologie du site seront levées.

Les projets qui sont présentés ci-dessous permettent une comparaison de coûts en dollars canadiens.

Localisation	Diamètre tunnel	Longueur	Utilisation
Niagara, Ont.	14,0 m	10,5 km	Galerie d'amenée, 50 000 $/m.lin.
Tunnel de Caluire, Lyon, France	11,0 m X 2	3,25 km	Autoroute 2 voies, 54 300 $/m.lin.
Métro, Caire, Égypte	8,0 m	6,0 km	Tunnel de métro, 111 000 $/m.lin.

Les coûts de réalisation de ces projets rapportés au lien sous-fluvial donnent des coûts unitaires au mètre linéaire d'environ 50 000 $ dollars, ce qui correspond pour les deux tunnels de 15 km total à un coût global de 750 millions de dollars. Sur la base des connaissances actuelles, ce coût représente une valeur plancher.

Dans le mort-terrain, le coût unitaire peut aller jusqu'au double de cette évaluation. Par contre, pour la section dans le roc, les coûts sont légèrement inférieurs, dû à la présence de shale et de schiste qui ne sont pas trop durs d'attaque avec un tunnelier. Le coût moyen de 50 000 $ par mètre tient compte de la proportion envisagée de chaque type de sol.

Sur la base des connaissances actuelles, la section dans le roc représente les deux tiers du tracé, et celle dans le mort-terrain l'autre tiers. Si les investigations géologiques montrent une possibilité d'éviter en tout ou en partie l'excavation dans le mort-terrain, le coût global du tunnel pourrait diminuer substantiellement.

Dans une phase préliminaire, une évaluation de l'épaisseur de mort-terrain et du niveau du roc dans le bras nord pourrait être envisagée à l'aide d'un levé géophysique.

Quelques tunnels actuellement en construction aux États-Unis avec d'autres méthodes donnent des points de comparaison. Les prix ci-après sont en dollars U.S. Ils montrent l'intérêt de la construction par tunnelier, moins onéreuse.

- Tunnel de Haiku, Honolulu : 1 040 m, 4 voies en tunnels jumeaux, méthode par forage-dynamitage. Coût 113 M $, soit 109 000 $/m.
- Tunnel de Boston, section C11A1, 610 m, 4 voies divisées par une cloison, construction en tranchée ouverte refermée. Coût 378 M $ ou 620 000 $/m.
- Tunnel de Boston, section C09B1, 220 m, 4 voies non divisées, tunnel déposé dans l'eau. Coût 301 M $ ou 1,37 M $/m.
- Région de Washington, route Bunyard, 490 m, 4 voies non divisées, méthode forage-sautage. Coût 37 M $ ou 75 000 $/m.

Le coût des échangeurs, tant sur la rive nord que sur la rive sud peut être évalué à 15 M $ chacun. Compte tenu de l'imprécision du coût des tunnels en raison du manque d'information sur la géologie du site, le montant des échangeurs peut être englobé dans l'estimation globale de 750 M $.

6.2 Alternative pont-tunnel

Deux types de pont ont été considérés, soit un pont à haubans avec portée centrale de 250 m, soit un pont à encorbellement avec portée de 185 m. C'est ce dernier type de pont qui est illustré sur la profil 3.4.

Les coûts moyens de ces ponts sont issus de l'étude Vandry-Jobin, où des recherches excessivement poussées avaient été faites aussi bien sur la technique que sur les prix. En tenant compte de l'indice des prix de Statistique Canada, les coûts 1979 devraient être multipliés par 1,84 pour être actualisés. Nous avons utilisé plutôt un facteur de 1,5 pour tenir compte d'une certaine stabilité constatée dans le prix des matériaux, dont l'augmentation est inférieure à celle de l'indice général des prix.

Le pont à haubans revient à 2 400 $/m^2$ pour une largeur de tablier d'environ 20 m (4 voies divisées et trottoirs d'urgence), le pont reviendrait environ à 100 M $.

Le pont à encorbellement est un peu moins cher, soit 2 200 $/m^2$. Le coût total serait de 90 M $.

La partie tunnel, longue de 3 km chiffre 300 M $. Les deux portails, de 300 et 550 m coûteraient cher parce que construits dans la zone de marnage. Ils sont estimés à 100 000 $/m ou 85 M $. Le total de cette option serait au niveau de :

· Pont :	90 M $
· Tunnel :	300 M $
· Portails :	85 M $
· Route d'accès, viaducs et échangeurs :	55 M $
	530 M $

À ce coût, il faudrait ajouter celui des acquisitions de terrain, puisqu'une grande partie du parcours sur la rive sud serait en surface. Quant aux mesures de mitigation, dû à l'impact sur l'environnement du fleuve, leur montant ne pourrait être établi qu'après une étude idoine.

7 RENTABILITÉ

Avant de définir les étapes de réalisation du lien sous-fluvial, il convient de vérifier brièvement la faisabilité financière du projet.

Comme il est expliqué à l'article 8.10 et au chapitre 9, il est très probable que le financement du tunnel soit en grande partie sinon en totalité d'origine privée. Sa rentabilité serait alors assurée par des tarifs de passage. La connaissance du nombre d'utilisateurs potentiels du nouveau lien devient donc impérative.

7.1 Simulation du volume de circulation

L'objectif de cette simulation est d'estimer les volumes de circulation qui emprunteraient un lien inter-rives à l'est de Lévis-Québec. Une estimation a été faite rétrospectivement pour l'année 1991, à partir du modèle d'affectation de la demande de Québec. Cette donnée a été actualisée à 1996 en fonction des compilations de circulation disponibles les plus récentes. Une dernière estimation a été établie, à partir du même modèle d'affectation, mais en intégrant les prévisions de demande du scénario tendanciel 2011 du ministère des Transports du Québec.

Le volume de circulation sur un lien inter-rives entre Lévis et Beauport a été estimé à l'aide du modèle d'affectation des déplacements dans l'agglomération de Québec, développé pour la Direction territoriale de Québec du ministère des Transports du Québec (MTQ). Le modèle a été développé sur le logiciel EMME-2, à l'aide des données de l'enquête téléphonique sur les origines et destinations des déplacements recueillies pour le compte de la Société de transport de la Communauté urbaine de Québec (STCUQ) en 1991. La modélisation sur EMME-2 permet d'affecter des débits de circulation sur des liens routiers et de transport en commun à partir d'une matrice origine-destination et des caractéristiques du réseau routier. Par exemple, un lien peut être caractérisé comme une autoroute à deux voies par direction et une vitesse libre de 100 km/h.

Le modèle calcule la répartition des itinéraires des voyageurs de façon à ce que les temps de parcours soient minimaux et que chaque voyageur n'ait pas intérêt à modifier son itinéraire; c'est ce qu'on appelle le modèle d'équilibre. Les vitesses et temps de parcours dépendent de la situation de congestion, donc du volume de véhicules, suivant différentes courbes vitesse-volume et en fonction des différentes capacités et facteurs de friction et de synchronisation. La modélisation du réseau routier a fait l'objet d'une calibration de dix itérations. Chaque itération raffinant la précision des résultats. La figure 7.1 reflète les volumes de circulation simulés de période de pointe du matin, soit entre 7 h et 9 h pour l'année 1991.

Des simulations du réseau routier modifié par l'ajout d'un lien de type autoroutier entre les deux rives soit entre les échangeurs autoroute 40 / Dufferin-Montmorency et autoroute 20 / Mgr-Bourget ont été effectuées afin de déterminer le volume de déplacements qui se ferait par le nouveau lien. Des variantes de simulations ont été également établies afin de déterminer l'impact de l'aménagement du lien dans l'axe de la route Lallemand plutôt que dans l'axe du boulevard Mgr-Bourget. En supposant une répartition de la circulation sur le nouveau lien sous-fluvial comparable aux différentes heures du jour à celle du pont Pierre-Laporte, le débit journalier moyen annuel (DJMA) sur le nouveau lien se serait établi en 1991 à 23 000 véhicules/jour dans l'axe Bourget et à 21 300 dans l'axe Lallemand.

Les simulations ont permis de déterminer l'influence du nombre de voies, 2 ou 3, et l'impact du volume de camionnage sur les conditions de circulation. Les résultats ne montrent pas de différence significative entre un lien à deux ou trois voies. Ceci vient confirmer le concept préconisé du tunnel à deux voies, une troisième n'apportant pas de gain au niveau circulation. L'impact du camionnage ne nécessite pas non plus l'ajout d'une autre voie.

En 1996, le volume de déplacements sur le pont Pierre-Laporte, plus précisément le débit journalier moyen annuel (DJMA), s'établissait à 107 000 véhicules/jour, une hausse de 14,5 % par rapport à 1991 (93 460). La population de la MRC des Chutes-de-la-Chaudière a augmenté de 12 % au cours de la même période. Globalement, la structure de répartition de la population dans l'agglomération est demeurée semblable entre 1991 et 1996, bien que la rive sud détenait en 1996 une part de 20,1 % de la population de l'agglomération contre 19,2 % en 1991. La figure 7.2 montre le débit de circulation bidirectionnelle dans la région de Québec en 1996,

selon un extrait de la plus récente carte disponible. Il s'agit du débit moyen journalier, et non de celui des heures de pointe.

En considérant l'évolution entre 1991 et 1996, le volume sur le lien projeté aurait été en 1996 de 26 400 véhicules/jour ou 24 400 véhicules/jour suivant le choix de l'axe Bourget ou Lallemand. Le volume de circulation sur le pont Pierre-Laporte serait réduit de 17 %. Par ailleurs, le volume sur l'autoroute de la Capitale à la hauteur de l'avenue Seigneuriale augmenterait de 25 %. Le tableau ci-dessous présente les DJMA du lien inter-rives selon différents scénarios.

Débit bidirectionnel moyen en véhicules par jour

	Pont Pierre-Laporte	Lien Lévis-Québec
Sans intervention, 1991	93 460	N/A
Axe Bourget, 1991	77 470	23 090
Axe Lallemand, 1991	78 850	21 340
Sans intervention, scénario tendanciel MTQ 2011	119 800	N/A
Axe Bourget, scénario tendanciel MTQ 2011	94 190	41 920

N/A : Ne s'applique pas.
Source : MTQ Traitement : Trecur

Des simulations ont également été faites suivant le scénario tendanciel de population en l'an 2011 développé par le MTQ. Ce modèle de prévision de la matrice origine-destination est basé sur les tendances de croissance démographique selon les différents secteurs de l'algglomération, celles des taux de mobilité et de motorisation suivant les différents groupes d'âge, les tendances de la croissance de l'emploi dans les différents secteurs de l'agglomération. Un ajustement des taux a été effectué pour tenir compte de la mobilité accrue des femmes. La matrice origine-destination suppose que le réseau de transport demeure identique. Suivant ce scénario, le nombre global de mouvements de voitures (déplacements auto-conducteur) à la période de pointe du matin augmenterait de 17,8 % entre 1991 et 2011.

Suivant les résultats du modèle, les secteurs de Saint-Jean-Chrysostome, Saint-Romuald sur la rive sud et de Beauport-nord sur la rive nord devraient connaître une croissance plus forte de leur population et des déplacements en originant. De la même façon, Lévis apparaît comme un pôle d'emploi appelé à croître et à attirer plus de déplacements.

Le volume du nouveau lien inter-rives serait en 2011, suivant ce scénario, de 42 000 véhicules/jour, dans l'hypothèse de l'axe Bourget et de 39 000 dans l'hypothèse Lallemand, alors que le volume sur le pont Pierre-Laporte serait pratiquement le même qu'en 1991, soit 94 000 véhicules/jour. Le volume estimé sur le nouveau lien correspond à une augmentation de 59 % entre 1996 et 2011, alors que le volume sur le pont Pierre-Laporte diminuerait de 12 % par rapport à 1996. La croissance observée sur le nouveau lien pourrait s'expliquer par le dynamisme et les caractéristiques démographiques des zones centrales de la rive sud, la force d'attraction de Lévis comme pôle d'emploi et la congestion sur les ponts Pierre-Laporte et de Québec.

La proportion de véhicules lourds sur le pont Laporte et sur ses accès varie suivant l'heure du jour entre 4 et 11 % du nombre total de véhicules empruntant les deux ponts. Rappelons que le pont de Québec est interdit aux véhicules lourds, à l'exception des autobus. En appliquant au lien sous-fluvial la proportion actuelle moyenne de 7 %, le volume de véhicules lourds aurait été de l'ordre de 1 600 véhicules/jour en 1996 et serait de 2 900 véhicules/jour en 2011.

7.2 Simulation financière

Connaissant le débit potentiel du lien sous-fluvial, il devient intéressant de vérifier par une simulation financière quelle serait la rentabilité moyenne et à long terme de son exploitation.

Hypothèses de base

La figure 7.3 présente les hypothèses de base de l'analyse financière préliminaire du projet de lien sous-fluvial Québec-Lévis.

On suppose que le tunnel sera ouvert 365 jours par année. Le taux de croissance moyen annuel du trafic trans-fluvial est de 3 % par an, soit le taux d'augmentation issu des simulations de circulation entre 1991 et 2011. Le débit total au tunnel distingue entre deux catégories de véhicules : les voitures et camionnettes d'une part, et les poids lourds de l'autre. Les poids lourds représenteraient 7 % du trafic routier, comme actuellement.

Réparti sur les dix années de construction, l'investissement total de 750 000 000 $ CAN se financerait aux deux tiers sur emprunts, 26,6 % sur levées de fonds à la bourse et 6,6 % sur fonds publics. Le taux d'intérêt des emprunts, soit 6,5 % par an, se calque sur les taux obligataires à long terme (30 ans) d'Hydro-Québec qui sont actuellement de 6,4 % par an. La période de remboursement des emprunts est de 40 ans.

Les frais annuels d'entretien et d'exploitation sont fixés à 3 % de l'investissement total et les frais d'administration sont plafonnés à 0,75 % des revenus totaux.

Toutes ces hypothèses sont sujettes à vérification.

Pour fins de calcul de la simulation financière, le début de la construction se situe en 1999.

Résultats financiers

Le projet atteindrait le seuil de rentabilité financière en autant que les hypothèses de base tiennent. Dès la première année d'exploitation, le flux financier, soit l'excédent des revenus sur les dépenses, atteint 27,1 millions de dollars.

Avec un tarif de passage de 4,50 $ par voiture et de 16,00 $ par poids lourds, cette analyse financière sommaire indique que le taux de rendement interne (TRI) atteindrait 6,77 %, ce qui est indicatif d'une rentabilité financière suffisante pour attirer les capitaux nécessaires. Il faut, en effet, que le TRI financier dépasse le taux d'emprunt pour que le projet soit rentable. Avec un TRI de 6,77 %, le projet présente un intérêt financier certain, en plus de l'intérêt social et économique à long terme, d'où l'importance d'en poursuivre l'étude.

Les hypothèses et analyses financières sont montrées dans les figures :

7.3 Hypothèse de base;
7.4 Analyse de remboursement;
7.5 Calcul du taux de rendement interne.

PARTIE II – ÉTAPES DE RÉALISATION

8 ÉTUDE DE FAISABILITÉ

L'étude de faisabilité est la première étape du cheminement vers la réalisation. C'est elle qui va préciser le projet, en définir les paramètres, lever les incertitudes, évaluer les coûts réels. C'est un pré-requis sans lequel le projet ne peut pas progresser. Les connaissances actuelles du site et des impacts et retombées ne sont pas suffisamment cernées à l'heure actuelle pour prendre des décisions finales. Il est possible de statuer que le projet est réaliste et réalisable, mais pas de définir comment parvenir à son accomplissement.

L'étude de faisabilité doit être réalisée avec beaucoup de rigueur. Bien faite elle permet une meilleure recherche de financement, une obtention des autorisations plus facile.

L'étude de faisabilité doit comprendre les démarches suivantes :

- Étude de circulation;
- Investigations géotechniques;
- Ingénierie préliminaire;
- Évaluation des problématiques environnementales;
- Autorisations préalables;
- Recherche des titres de propriétés;
- Étude des retombées socio-économiques;
- Campagnes d'opinion publique;
- Estimation des coûts;
- Étude de rentabilisation.

Toutes ces démarches ne se font pas nécessairement de façon chronologique. Plusieurs se font de manière simultanée, mais l'ensemble de l'étude de faisabilité prendra au moins un an, et peut-être plus si elle débute en hiver alors que les investigations géotechniques ne sont pas possibles.

Le sérieux d'une telle étude nécessite un investissement de 2 à 3 millions de dollars, auquel s'ajoute le montant des investigations géotechniques.

Les démarches de l'étude sont détaillées ci-après.

8.1 Étude de circulation

Une des raisons d'être du lien sous-fluvial est de régler un problème de circulation. Il est prévu que les ponts Laporte et de Québec arriveront à saturation vers 2015, ou vers 2050 à condition d'ajouter une septième voie au pont Laporte et d'étaler la période de pointe de circulation sur deux heures.

Dans ce dernier cas, des travaux majeurs aux échangeurs et autoroutes actuels devront être réalisés.

En plus des ponts qui subissent des pressions aux heures de pointe du matin et du soir, une autre partie du réseau aurotoutier est engorgée. Il s'agit de l'autoroute Henri IV entre l'échangeur nord du pont Laporte et l'autoroute de la Capitale. L'encombrement de cette autoroute est fréquent même en dehors des heures de grande circulation, particulièrement pour le tronçon entre l'autoroute Charest et l'autoroute de la Capitale.

Le lien sous-fluvial, en déplaçant une partie du trafic, viendra soulager cette artère et permettrait d'éviter des modifications très coûteuses aux échangeurs.

Il risque cependant d'aggraver la congestion de la partie à 2 voies de l'autoroute de la Capitale située dans les limites de Beauport. Ce tronçon est déjà chargé matin et soir.

Pour juger de l'adéquation du réseau routier actuel et pour justifier le projet de lien sous-fluvial Québec-Lévis, l'étude de circulation devra être beaucoup plus fouillée et considérablement plus approfondie que la simple simulation du chapitre 7. L'étude devra actualiser les données de trafic pour établir les fourchettes de projections du débit routier sur la durée de vie du projet. Elle dressera donc l'historique du projet, caractérisera les débits journaliers, la composition, l'origine et la destination du trafic, le temps de parcours, les risques d'accidents routiers, les niveaux de service requis, et toutes les données requises pour une analyse en profondeur. L'étude doit considérer la capacité routière du réseau existant et les projets d'expansion de l'infrastructure routière en termes d'échéancier et de coûts pour fins de comparaison entre solutions de rechange.

L'étude de circulation doit ultérieurement permettre ou faciliter :

- l'estimation des économies de temps et de distance parcourue, les économies en coût de roulement, les avantages ou désavantages en termes de sécurité et de risques d'accidents, etc;
- l'évaluation de l'impact sur les valeurs foncières dans la zone d'influence du projet et sur l'étalement urbain;
- la quantification des réductions de coût attribuables au projet : réduction des coûts d'entretien des ponts, économie des coûts d'exploitation des traversiers, etc.
- une caractérisation de l'impact intermodal sur les transports.

8.2 Investigations géotechniques

Il s'agit d'une démarche primordiale dans la réalisation du projet. Les investigations géotechniques ont pour but de déterminer les conditions du sous-sol dans lesquelles le tunnel sera excavé et de prendre en compte celles-ci dans la conception des ouvrages. Dans les travaux souterrains, et surtout pour ceux de cette envergure, ce sont les conditions inconnues ou non décelées lors des travaux d'investigation qui occasionnent les problèmes. Un projet de tunnel, dont la caractérisation géotechnique a été faite avec rigueur, permet une réalisation avec peu de coûts supplémentaires et selon l'échéancier prévu.

Les investigations géotechniques permettent de définir précisément les caractéristiques physiques des matériaux dans lesquels les tunnels seront excavés. Il s'agit d'une opération d'envergure dont les principales étapes pour réaliser un programme complet d'investigation sont les suivantes :

- Revue et consultation en détail de toute l'information disponible;
- Photo-interprétation des photographies aériennes;
- Reconnaissance géologique de surface;
- Levés de géophysique par méthode sismique;
- Sondages, forages, pressiomètre, puits et tranchées distancés;
- Essais géomécaniques in situ;
- Essais de laboratoires.

Ces démarches permettent de définir un tracé préliminaire. Elle se déroulent en deux phases. La première détermine le tracé qui semble le mieux adapté aux conditions. La deuxième est l'investigation du corridor retenu afin d'obtenir en détail l'information suffisante pour produire une estimation préliminaire et développer les méthodes de construction les plus appropriées.

Les aléas constructifs pèsent lourd sur les coûts et sur les délais. De grands progrès doivent toujours être recherchés dans la connaissance des caractéristiques géotechniques des terrains qui seront rencontrées tout le long du creusement et dans la meilleure façon d'en tenir compte.

Une étude de faisabilité pour un projet de cette envergure pourrait durer 2 ans incluant les travaux d'investigations géotechniques. Le coût des investigations géotechniques se situe autour de 1 % du coût total du projet, dont près de la moitié seront réalisées durant l'étude de faisabilité. Si on parle d'un projet dont le coût total se situerait autour de 750 millions, c'est-à-dire plus ou moins 7,5 millions pour les travaux d'investigations géotechniques dont la moitié serait exécutée lors de l'étude de faisabilité.

8.3 Ingénierie préliminaire

Il s'agit, à partir de la décision sur le type d'ouvrage à privilégier, de concevoir l'ingénierie du lien sous-fluvial et celle des raccordements. Cette conception devra se faire en étroite collaboration avec le ministère des Transports du Québec.

Cette phase et la précédente sont concomitantes et interdépendantes. L'avancement de l'investigation géotechnique influence la méthodologie de creusement, et l'avancement de la conception guide les investigations supplémentaires.

8.4 Évaluation des problématiques environnementales

La *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* et les directives d'évaluation environnementale québécoise exigent l'étude approfondie du projet et prévoient que l'examen de l'évaluation environnementale par une commission publique portera sur les raisons d'être du projet et sur les solutions de rechange réalisables sur les plans technique et économique.

L'exposé du contexte d'insertion et de la raison d'être du projet doivent permettre d'en dégager les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et techniques. Les principaux aspects à relever comprendront, entre autres :

- L'état de la situation : historique, débits journaliers, composition, origine et destination du trafic, temps de parcours, accidents routiers, capacité routière, niveaux de service, etc.;
- Les problèmes à résoudre;
- Les avantages et inconvénients du projet;
- Les intérêts et principales préoccupations des parties impliquées;
- Les principales contraintes écologiques;
- Les exigences techniques et économiques pour son implantation, notamment en termes d'importance et de calendrier de réalisation;
- Les politiques et les grandes orientations gouvernementales en matière d'aménagement du territoire, la gestion de l'urbanisme, de sécurité publique, etc.

L'analyse des risques d'accidents est une des exigences du gouvernement du Québec par rapport à l'évaluation environnementale. Elle repose sur la détermination des dangers (produits dangereux, défaillances des systèmes, sources de fuites, transport de substances toxiques, etc.) à partir desquels des scénarios d'accidents sont établis. Un bilan des accidents passés durant les cinq dernières années pour des ouvrages similaires fournira des informations supplémentaires pour l'établissement des scénarios. Une estimation des fréquences d'occurrence des risques liés au projet sera réalisée. Tant les éléments d'origine naturelle (inondation, séisme, etc.) qu'humaine (accidents de route, explosions, etc.) doivent être considérés. Ces informations seront intégrées dans la planification des mesures de prévention, de sécurité et d'urgence. Les coûts et bénéfices optimisés seront intégrés à l'analyse avantages/coûts.

8.5 Autorisations préalables

Étant donné l'envergure et les impacts appréhendés du projet, il est évident qu'il faudra obtenir des autorisations de divers organismes gouvernementaux, et ce tant au niveau provincial que fédéral. En premier lieu, quatre acteurs principaux sont concernés, deux au fédéral ; Transport Canada et Environnement Canada, et deux au provincial ; le ministère des Transports et le ministère de l'Environnement. Par ailleurs, plusieurs ministères et organismes peuvent également intervenir directement ou indirectement lors du développement d'un tel projet, étant donné leur vocation ou juridiction spécifique. On peut penser, par exemple, à des organismes ou ministères voués aux finances publiques, aux affaires municipales, aux développements économique et régional ou encore à divers organismes appelés à intervenir lors de la réalisation du projet, par exemple pour régir la main-d'œuvre, les modalités de construction, la santé et la sécurité des travailleurs etc.

Il est donc essentiel, en amont du projet, d'identifier tous ces intervenants publics et parapublics et de connaître précisément leurs modalités d'intervention. Ceci permettra notamment d'évaluer la viabilité du projet et de mesurer l'ampleur de certains risques. Une recherche exhaustive doit donc être menée en ce sens. Elle devra permettre d'établir :

- La liste complète des intervenants directs et indirects;
- Les processus et modalités exacts de leur intervention;
- Le cas échéant, les interfaces entre ces intervenants;
- Une ébauche de cheminement critique intégrant toutes les démarches formelles à entreprendre.

Par ailleurs, il ne suffit pas de bien connaître les processus en cause, de poser les bons gestes, au bon moment, par exemple. Il est tout aussi impératif, sinon davantage, de jauger l'accueil que réserveront ces acteurs au projet et de jeter les bases d'une stratégie visant à améliorer leur acceptation. Et ce résultat ne s'obtient pas spontanément ; c'est plutôt le fruit d'une démarche articulée, que l'on a tout avantage à amorcer le plus tôt possible lors du développement du projet. Un programme de relations gouvernementales doit ainsi être élaboré, puis mis progressivement en application.

Ce programme de relations gouvernementales visera trois types de publics. Il y a tout d'abord les milieux financiers - institutions financières, acteurs économiques importants - sans l'appui desquels le projet ne saurait exister. En second lieu, on retrouve les différents acteurs politiques, de tous niveaux : fédéral, provincial, régional et local. Et finalement, il y a les intervenants concernés de l'administration publique, encore là à tous les niveaux (fédéral, provincial, régional et municipal). Quant à ce dernier public, on ne saurait trop insister sur l'impact que les «serviteurs de l'État » peuvent avoir non seulement sur le développement d'un projet, mais aussi sur sa réalisation.

Un programme de relations gouvernementales s'élabore en deux étapes :

- *Établissement du contexte d'intervention.* À cette étape, on effectue une recherche pour identifier précisément les acteurs à viser et pour cerner les principaux enjeux socio-politiques qui les touchent. Les actions suivantes devront être entreprises :
  - On constituera tout d'abord l'inventaire exhaustif des personnes à cibler. Cet inventaire précisera également les caractéristiques de ces acteurs et l'interaction pouvant exister entre eux.

- On procédera ensuite à des entrevues auprès de personnes clés, dans le but de parfaire notre connaissance de ces acteurs, de cerner leurs principales préoccupations, perceptions et opinions à l'égard du projet.

Conception d'une stratégie de communication et d'un plan d'action. Cet exercice permettra notamment d'établir les bases d'une stratégie gagnant-gagnant (win-win) à établir avec ces acteurs. À cette étape également, on développera une argumentation adaptée et on proposera que les outils de communication permettent de faire valoir cette argumentation. Généralement, les actions de communication consisteront en des rencontres, le plus souvent privées.

8.6 Recherche des titres de propriétés

Le lien inter-rives sera construit dans des zones sous juridiction fédérale, ainsi que sur des terrains appartenant au gouvernement provincial ou a des propriétaires privés et possiblement sur des terrains municipaux ou corporatifs. Il sera essentiel de coordonner les autorisations et éventualités d'acquisitions.

Pour des raisons de bonne image, les possibilités d'achat de gré à gré seront privilégiées afin d'éviter les mesures d'expropriation, peu populaires.

8.7 Étude des retombées socio-économiques

La justification du projet doit également prendre en compte les répercussions du projet sur l'ensemble de l'économie. Il s'agit d'inclure les effets du projet sur la production de l'ensemble des industries dans la zone d'influence du projet. Ces répercussions ne se limitent toutefois pas à la région du projet, mais peuvent déborder sur l'ensemble de l'économie nationale. Les retombées socio-économiques du projet seront donc analysées en termes d'effets indirects et induits sur le produit intérieur brut (PIB) par le biais du modèle inter-sectoriel du bureau de la statistique du Québec.

Une analyse poussée de l'impact probable du projet sur l'économie régionale sera conduite, puisque l'effet d'étalement urbain du projet est parfois invoqué. Cette analyse tiendra compte, par conséquent, de l'effet possible du projet sur l'étalement urbain et de son impact sur la valeur foncière pour déterminer l'effet distributif net additionnel qui lui serait attribuable. La

méthodologie de l'étude devra bien cerner l'aspect socio-économique sur l'ensemble de la grande région de Québec et Chaudière-Appalaches, et pas seulement sur la région limitrophe du tunnel. Il est fort probable qu'un projet de cette envergure génère une nouvelle dynamique bénéfique pour l'ensemble de la région.

8.8 Campagnes d'opinions publiques

On ne peut d'ores et déjà tracer les paramètres de ce que serait une campagne de communication publique. On a encore une vision trop parcellaire et imparfaite de la réaction des différents publics potentiels, des contenus et messages qu'il faudrait leur adresser et des stratégies pour les atteindre. Au stade actuel du projet, il s'agit davantage de bien identifier ces publics, d'en définir les caractéristiques et d'en connaître les opinions et perceptions. De cette sorte, on pourra alors se prononcer sur la viabilité publique du projet et, le cas échéant, établir les bases d'une stratégie et d'un plan d'action adaptés.

Par contre, pour orienter cette recherche, on peut énoncer quelques principes stratégiques généraux, se rapportant à l'envergure du projet, à ses impacts et au contexte prévisible de sa réalisation. Ils ont tous une influence directe sur la gamme des publics auprès desquels il faudra conduire la recherche. Voici ces axes généraux.

- *Une approche proactive.* Lorsqu'il nous faut établir l'image de marque d'un tel projet, surtout s'il est susceptible de susciter la controverse, on a souvent tendance à adopter une stratégie prudente, s'appuyant sur une argumentation solide, mais réactive. Dans le présent cas, nous croyons qu'il faudra envisager une approche plus agressive, préventive à la limite, qui élargira la gamme des publics à atteindre plutôt que de la limiter.

- *Une communication constante avec les partenaires et les autorités publiques.* Il va de la nature même de ce type de projet de nécessiter l'action concertée de plusieurs partenaires et de diverses autorités publiques. Ceux-ci devront faire partie intégrante de la stratégie à développer.

- *Une sensibilisation des groupes d'influence en amont de la campagne.* Étant donné l'envergure du projet et son potentiel de controverse, on devra informer et sensibiliser les groupe d'influence sur le projet avant le début de la campagne. Nous entendons par groupes d'influence tous ceux qui peuvent exercer une influence soit sur les décideurs, soit sur les publics touchés. Il peut s'agir, par exemple de groupes socio-économiques (Chambres de commerce, syndicats, comités ou conseils de

développement économique etc.), de groupes socio-communautaires (groupes environnementaux, groupes de citoyens etc.), ou de groupes et d'organismes à caractère socio-professionnel et technique.

- *Le besoin d'une opération d'information et de sensibilisation du grand public.* À première vue, les enjeux spécifiques du projet commandent que l'on élargisse la communication à l'ensemble de la population. Nous croyons ainsi qu'il ne faut exclure d'emblée le recours à des médias de masse. Le grand public devient ainsi une cible de choix, qu'il faudra privilégier dans la recherche.

La méthodologie de recherche en communication

En vue de préparer les bases d'un plan de communication, il faudra définir le contexte d'intervention, pour ainsi comprendre les enjeux de façon fine et réunir toutes les données relatives au contexte de réalisation du projet, aux stratégies à adopter, aux publics à atteindre, aux messages à formuler et aux contenus à diffuser. Au cours de cet exercice, on passera en revue les actions de communication déjà réalisées dans le projet et on considérera celles qui sont envisagées. Il faudra franchir successivement les étapes de recherche suivantes :

- *La rencontre d'intervenants clés au sein du groupe gestionnaire du projet et des principaux alliés.* Cette étape permettra d'établir de façon préliminaire :

  - la liste des documents à consulter;
  - la liste des publics cibles, la définition de leurs caractéristiques et de leurs réseaux;
  - l'analyse préliminaire des enjeux.

- *La lecture des documents pertinents.* Il s'agit ici de tous les documents techniques, légaux, économiques, historiques et autres qui permettront de comprendre le projet et d'apprécier son contexte de réalisation. Il faudra par ailleurs consulter la revue de presse pour une période significative.

- *La rencontre des représentants de groupes d'influence.* On répartit généralement ces derniers en trois catégories : les alliés potentiels, les groupes neutres (organismes scientifiques et techniques) et les opposants potentiels. On rencontrera donc des représentants de chaque catégorie.

- *La recherche sur le grand public.* Deux approches devront ici être considérées, l'une quantitative, visant à quantifier les éléments de connaissance et de perception, et l'autre, qualitative, visant elle à approfondir la compréhension des enjeux.

  - l'approche quantitative : un sondage devra être réalisé dès le départ auprès d'un échantillon représentatif des populations cibles. La méthodologie de sondage sera établie de concert avec les spécialistes en sondage. Il faudrait par ailleurs considérer l'hypothèse de conduire un autre sondage après une étape significative du programme de communication pour mesurer l'évolution des perceptions.

  - l'approche qualitative : trois groupes de discussion (focus groups) seront réunis, un premier formé de représentants d'usagers éventuels, un deuxième, de riverains, et un troisième, de représentants du public en général.

L'élaboration d'une stratégie de communication et d'un plan d'action. Il est encore trop tôt pour tracer, même de façon préliminaire, les paramètres d'un éventuel programme de communication. Ce dernier sera conçu sur la base des résultats de la recherche préalablement décrite. On doit néanmoins préciser le contenu type d'un tel plan :

- Une description de la problématique et du contexte de réalisation;
- Les objectifs à atteindre;
- Les publics à viser;
- Les stratégies à privilégier;
- Les messages à diffuser;
- Les moyens de communication à employer;
- Les budgets à prévoir;
- L'échéancier à respecter.

La stratégie élaborée devra prévoir un mécanisme de prétest de certains outils de communication de masse et un mode d'évaluation des résultats lors de la mise en œuvre du plan.

8.9 Estimation des coûts

Une fois connues, toutes les contraintes physiques, techniques, environnementales, sociales et financières, une estimation préliminaire déterminera les coûts globaux. À ce stade, une estimation, à plus ou moins 20 %, peut être envisagée. Bien que ce pourcentage puisse paraître élevé pour le profane, il s'agit du niveau de précision usuel utilisé dans la pratique pour ce niveau d'avancement. En effet, trop d'inconnues et d'éléments imprécis persistent à ce stade de l'étude pour permettre de mieux raffiner les coûts.

8.10 Étude de rentabilisation

Étude de marché

L'étude de marché visera à identifier et caractériser les utilisateurs potentiels du tunnel afin d'en déterminer le nombre, leur volonté de payer et leurs préférences quant au mode et la fréquence de tarification.

Analyse financière

Il s'agira d'élaborer un modèle financier qui permettra d'évaluer, en déterminant les divers revenus pouvant être générés par le projet, l'intérêt potentiel du secteur privé à l'égard de ce dernier et la faisabilité de mettre sur pied certaines des structures présentées ci-dessus.

L'analyse financière présentera les états financiers prévisionnels et calculera les indicateurs de rentabilité classiques, tels que le Taux de Rendement Interne (TRI), la Valeur Actuelle Nette (VAN), la période de recouvrement et autres paramètres. La détermination des revenus se fera sur la base d'enquêtes ou de groupes focus utilisant des techniques d'évaluation spécifiques pour estimer la volonté de payer, la probabilité et la fréquence d'utilisation des futurs usagers du tunnel. Une analyse de sensibilité sera enfin conduite.

Analyse avantages/coûts

La réalisation d'une analyse avantages/coûts permettra de justifier les modalités de financement.

L'analyse avantages/coûts incorpore les principes classiques de l'analyse économique des projets, dont l'objectif est de déterminer la contribution nette d'un projet au bien-être collectif national. La méthode d'évaluation économique proposée doit exclure tout transfert de fonds. Le partage des coûts entre devises et monnaie locale permettra d'évaluer la sensibilité aux risques de change.

Le flux des bénéfices sera actualisé au taux d'escompte généralement retenu au Canada, soit 10 %. L'analyse économique sera réalisée en dollars constants.

L'analyse économique sera comparative, car elle distingue entre les bénéfices avec et sans le projet. L'analyse s'attardera donc à évaluer le rapport entre les pertes à éviter et la probabilité différentielle des avantages, pertes et des facteurs de risque avec et sans le projet. La situation de référence sans le projet sera définie de manière dynamique par rapport à la situation tendancielle avec tunnel.

Outre les coûts et bénéfices internes au projet, l'évaluation avantages/coûts s'attellera, dans la mesure du possible, à quantifier les coûts et bénéfices externes au projet, notamment les externalités écologiques et sociales que comporte la réalisation du projet selon l'option d'aménagement retenue. Les externalités sont des conséquences fortuites de l'activité de production sur des tierces personnes ou sur des facteurs de production non engagés dans le projet.

Les bénéfices du projet doivent comprendre, au-delà des avantages directs internes (recettes de péage), les coûts et risques de pertes économiques liés à la non réalisation des travaux, de même que les avantages indirects externes occasionnés par les impacts environnementaux du projet, tels que :

- Surplus du consommateur;
- Perte de terres agricoles;
- Sécurité publique;
- Pollution atmosphérique, visuelle, sonore.

Tous les avantages liés à la réalisation du projet de tunnel distingueront entre la situation avec et sans le projet, de sorte que l'on puisse identifier de combien le projet diminue (ou sa non réalisation augmente) le niveau, la probabilité ou la fréquence des coûts. Parmi les analyses de sensibilité à réaliser figure le scénario d'un report du projet ou de délai dans l'échéancier de réalisation de ses composantes.

Les indicateurs économiques suivants seront calculés :

- TRI économique avec et sans pondération des coûts d'opportunité;
- VAN économique avec et sans pondération des coûts d'opportunité;
- Rapport coûts/avantages sociaux;
- Valeur ajoutée.

Justification du projet

La justification du projet sera démontrée à la lumière de ses diverses composantes et dimensions : techniques, sociales, financières, économiques et environnementales. À cet égard, il sera essentiel de mettre en valeur le processus d'optimisation du projet selon lequel les retombées positives seront maximisées et les désavantages seront atténués pour toutes les populations touchées. Le bilan positif du projet passera ainsi par la rentabilisation du tunnel, le renforcement de la sécurité publique, la consultation et l'appel à la participation du secteur privé.

Par ailleurs, l'étude de faisabilité doit préciser la date optimale de réalisation du tunnel au-delà de laquelle, les coûts nets de l'inaction se cumuleront.

9 RECHERCHE DE FINANCEMENT

La réalisation du lien sous-fluvial Québec-Lévis dépendra grandement des avantages commerciaux que le projet sera en mesure d'offrir à ses promoteurs du secteur privé.

Le Consultant aura à réaliser les activités suivantes pour mener à bien le montage financier du projet :

- L'identification et la caractérisation des diverses structures potentielles;
- L'évaluation des structures de financement;
- L'identification et la caractérisation des promoteurs potentiels;
- L'identification et la caractérisation des modes de financement potentiels;
- Proposition de montage financier;
- Préparation du plan d'action financier.

Identification et caractérisation des diverses structures potentielles

Jusqu'à ces dernières années, lorsqu'il était question de travaux majeurs d'infrastructures publiques, comme dans le cas présent, ceux-ci étaient entrepris et financés à même les fonds publics. La taille considérable du lien sous-fluvial entraîne cependant des besoins financiers importants. Ayant par ailleurs peu de ressources financières et une capacité d'emprunt limitée, le gouvernement du Québec voudra minimiser les risques financiers découlant du projet. C'est pourquoi une approche classique de financement s'avère peu intéressante, ni probable.

À l'opposé d'une intervention strictement publique, se trouve le recours à l'entreprise privée, qui financerait le projet, en assumerait les coûts et en réaliserait tous les revenus, à l'exception possible de certains impôts ou de certaines taxes. Cette approche nécessiterait de définir des ententes particulières en ce qui a trait à la propriété de l'actif, à la maximisation des revenus retirés par le gouvernement et à l'acceptation populaire du projet.

Entre ces deux pôles extrêmes, il existe un éventail de structures qui entraînent une implication plus ou moins importante du secteur public et du secteur privé. Une liste référant à neuf de ces structures, dont il faudra considérer la pertinence dans le cadre de l'étude de faisabilité, est présentée ci-dessous. Ces options sont présentées par ordre croissant d'implication du secteur privé:

1) *Contrat d'exploitation ou d'entretien:* un partenaire privé exploite une entreprise ou un actif détenu par le gouvernement. L'exploitation d'un aéroport ou la collecte des ordures ménagères sont des exemples typiques de cette formule.

2) *Projet clés en main («Super-turnkey»):* un partenaire privé conçoit et construit un projet à la demande d'un gouvernement, puis le vend au secteur public et l'exploite sous contrat. Cette formule fait supporter une partie du risque par le secteur privé, mais limite généralement son niveau d'investissement.

3) *«Wraparound addition»:* un promoteur privé construit et finance une addition à une installation publique, puis gère l'installation en question pour une période donnée ou jusqu'à ce qu'un rendement raisonnable soit atteint. Ce type de structure est fréquent dans les cas d'agrandissement de routes, par exemple.

4) *Louer-développer-exploiter («Lease-develop-operate»):* un promoteur privé loue une installation publique, effectue et finance des améliorations ou une expansion, puis exploite l'installation pour la durée du bail afin d'obtenir un rendement raisonnable. Cette formule est notamment appliquée dans le cas de la réfection d'aéroports.

5) *Privatisation temporaire:* l'installation publique est transférée à un partenaire privé qui effectue et finance des améliorations ou une expansion, puis exploite l'installation pour une période donnée ou jusqu'à ce qu'un rendement raisonnable soit atteint. Cette formule est pratique quand les fonds publics sont limités et que les investissements requis sont importants.

6) *Acheter-construire-exploiter («Buy-build-operate»):* l'installation publique est transférée à un partenaire privé qui effectue et finance des améliorations ou une expansion, puis exploite l'installation à perpétuité. Cette formule est similaire à la précédente, à l'exception du fait que la propriété demeure privée. Le contrôle gouvernemental s'effectue alors par le biais d'une entente de franchise.

7) *Construire-transférer-opérer («Build-transfer-operate»):* un promoteur privé construit et finance l'installation, transfère ensuite la propriété au gouvernement et exploite l'installation par le biais d'un bail à long terme afin d'obtenir un rendement raisonnable. Cette option est similaire à la formule de «construire-opérer-transférer» [voir le point 8], mais elle évite au partenaire privé certains problèmes légaux potentiels reliés à la propriété de l'actif en question, notamment dans le cas de routes.

8) *Construire-opérer-transférer («Build-operate-transfer»):* un promoteur privé construit et finance une installation, l'exploite pour une période donnée ou jusqu'à ce qu'un rendement raisonnable soit atteint, et transfère ensuite la propriété au gouvernement. Cette approche est notamment celle retenue pour la construction du pont qui relie l'Île-du-Prince-Édouard au Nouveau-Brunswick.

9) Construire-détenir-exploiter («Build-own-operate»): un promoteur construit, finance, possède et exploite à perpétuité l'installation. Le contrôle gouvernemental s'effectue alors par le biais d'une entente de franchise.

Ces formules ne sont évidemment pas toutes applicables au lien sous-fluvial, notamment celles qui ne prévoient pas la construction d'un actif donné.

Évaluation des structures de financement

L'étude comparera le financement de projets similaires, dans le but d'analyser les formules qui donnent les meilleurs résultats quant aux formules de partenariat entre le secteur public et le secteur privé. L'étude recommandera la structure juridique, organisationnelle et financière la plus appropriée.

Le but principal poursuivi sera de minimiser les coûts de financement, tout en respectant les échéances fixées. En brossant un tableau complet des structures de financement possibles pour le projet, notamment en se penchant sur les expériences similaires vécues ailleurs, l'étude évaluera leur pertinence en fonction de leurs avantages et inconvénients respectifs, ainsi qu'en fonction des besoins et contraintes des partenaires potentiels qui auront déjà été identifiés.

Identification et caractérisation des promoteurs potentiels

Selon la structure qui sera recommandée pour le projet, divers partenaires pourront être sollicités pour la réalisation du projet.

Dans les formules qui seront examinées, les partenaires peuvent inclure diverses organisations. Il s'agira de déterminer non seulement quels types de partenaires seront requis, mais également de juger de leur intérêt financier. Une liste de partenaires potentiellement impliqués dans le projet sera dressée et leurs conditions de participation seront caractérisées pour bien saisir la complexité et les principaux facteurs de succès de quelque alliance que ce soit au niveau des partenaires potentiels :

- Ingénieurs-conseils;
- Compagnies de construction;
- Conglomérats privés;
- Promoteurs immobiliers;
- Fournisseurs de technologie;
- Manufacturiers d'équipements;
- Entreprises de gestion;
- Avocats;
- Compagnies bancaires.

Par ailleurs, si les gouvernements ne financent que partiellement le projet au moyen de fonds publics et/ou d'une émission obligataire, et selon la formule qui serait retenue, d'autres partenaires financiers seront requis dont, par exemple, les institutions financières et d'assurances, le public (par le biais d'émission d'actions ou d'obligations).

L'étude identifiera, pour chacun des partenaires potentiels, les conditions de participation financière et les exigences en matière d'exécution et d'exploitation du tunnel sous-fluvial. Il s'agira effectivement de proposer une équipe, le cas échéant, aux caractéristiques complémentaires.

Identification et caractérisation des modes de financement potentiels

Le financement du projet sera en grande partie fonction de la structure qui sera adoptée, laquelle déterminera le partage des risques, les responsabilités et les profits entre le secteur public et le secteur privé. Dans le cadre de projets à fort potentiel commercial, l'utilisation du financement privé est habituellement facilitée.

Si les gouvernements deviennent partenaires financiers dans le projet, le financement levé sous forme d'obligations peut à son tour être investi dans le projet sous forme de dette, d'équité ou de subvention. Un investissement sous forme d'équité rend possible un partenariat au niveau de la propriété du projet, ce qui peut être intéressant en regard du rendement financier généré par le projet. Dans de tels cas, cependant, le risque financier associé au projet est au moins supporté en partie par les autorités gouvernementales.

Afin d'évaluer ces possibilités, la capacité des gouvernements québécois et municipaux à émettre des titres d'emprunt sera prise en compte. La réceptivité des marchés internationaux, le taux d'intérêt qui devrait être offert, la capacité de rembourser selon les termes prévus, les risques de variation du taux de change, si l'émission se fait en devise étrangère, les frais d'émission et les autres conditions (cotes de crédit, etc.) sont tous des éléments qui devront être évalués et considérés dans le cadre de l'étude.

Les partenaires privés ont également la possibilité de lever du financement sous forme de dette ou d'équité et de détenir, dans le projet, des titres de dette ou du capital-action, selon la structure qui sera retenue. Il pourrait également être approprié que les autorités gouvernementales garantissent les titres émis pour financer le projet. Cela rendrait le projet plus attrayant pour les souscripteurs potentiels, en faisant supporter une partie du risque par le gouvernement.

En plus des modes de financement proprement dits, certains outils de protection face aux variations des taux de change ou des taux d'intérêt seront examinés et leur pertinence évaluée. On peut, par exemple, référer aux contrats d'achat de devises, aux «swaps», etc.

Les structures présentées ci-dessus auront également un impact sur les modalités de financement qui seront retenues. Notamment, si un transfert de propriété est prévu, la période d'amortissement des titres de dettes doit être synchronisée avec la période de possession. Aussi, dans un scénario de détention des installations par le secteur privé, une structure mixte pourrait également être appropriée.

Tel que mentionné précédemment, les choix de la structure du projet, des partenaires qui en feront partie et des modes de financement qui seront retenus sont profondément interreliés et devront être effectués de façon simultanée.

Proposition de montage financier

À la suite de l'analyse plus approfondie du projet et de ses caractéristiques, notamment financières, d'une compréhension plus complète des objectifs et des contraintes du gouvernement provincial et des municipalités et de l'identification des conditions et exigences de l'ensemble des partenaires potentiels, le consultant proposera un montage financier qui sera à la fois optimal, relativement aux objectifs poursuivis, et réaliste en fonction des contraintes et des conditions du marché.

Afin d'appuyer cette évaluation, un certain nombre d'hypothèses devront être formulées relativement à la concrétisation du projet. Le montage financier proposé sera élaboré en fonction des trois axes susmentionnés, soit la structure proposée, les partenaires potentiels et les modes de financement souhaitables. Il est à noter que plus d'un scénario pourra être présenté à cette étape.

À ce stade préliminaire du projet, il est probable que la solution optimale soit une structure mixte, dans laquelle le secteur privé sera probablement appelé à financer les travaux, sous forme de dette à long terme, dans le cadre d'une option prévoyant la détention des installations par le secteur privé. Les partenaires pourraient, par exemple, être des compagnies d'assurances ou des institutions bancaires.

Il importe, autant que cela sera possible, de pré-tester la faisabilité du montage financier proposé, en tenant des discussions préliminaires avec les principaux partenaires anticipés et en dressant des parallèles avec les expériences antérieures similaires. Le processus d'étude sera donc, dans une certaine mesure, itératif.

Le ou les montages financiers proposés seront présentés sous forme de modèle financier. Cela aidera à faciliter la compréhension du modèle, à illustrer son fonctionnement et à démontrer sa faisabilité. Certains ratios de performance seront notamment calculés, tels le rendement financier sur le capital investi, le seuil de rentabilité, le taux de couverture global de la dette, le taux de couverture annuel du service de la dette, etc. Le seuil de rentabilité sera particulièrement intéressant dans le cadre de l'établissement du prix de cession de l'action, qui sera par ailleurs largement fonction de la structure financière retenue.

À cette fin, l'ensemble des flux financiers touchant chacun des partenaires du modèle retenu seront estimés. Ces flux financiers peuvent notamment inclure les revenus principaux et accessoires reliés à l'exploitation des installations, les honoraires de service, les revenus de dividende et d'intérêt, des revenus de franchise, des royautés, des loyers, des droits d'utilisation, divers droits et taxes, l'impôt sur le revenu des entreprises et des particuliers, etc. La nature et le niveau des flux financiers pour chaque partenaire seront évidemment fonction de la structure proposée pour le projet et des conditions de chaque partenaire.

Le document financier qui découlera de l'analyse de la demande, du potentiel de revenus, des coûts du projet et d'autres facteurs non financiers, sera d'ailleurs la base des documents de sollicitation qui seront utilisés pour attirer éventuellement des partenaires financiers dans le projet.

Préparation du plan d'action financier

Finalement, une ébauche de plan d'action financier sera fournie. Ce plan identifiera l'ensemble des étapes requises dans le cadre de la réalisation du montage financier proposé, par ordre de priorité, avec un calendrier de réalisation approximatif, de même que les stratégies de sollicitation et de négociation qui pourront être suivies.

Le plan d'action débutera avec cette étude, qui se voudra un document de planification financière, pour se terminer avec la clôture des diverses ententes à être conclues avec les différents partenaires retenus.

10 DÉMARCHES ET ACTIONS EN MATIÈRE D'ENVIRONNEMENT

Avant de définir les travaux requis pour étudier la problématique environnementale du lien sous-fluvial entre Lévis et Beauport, il est intéressant de dresser très sommairement un portrait du milieu dans lequel doit s'intégrer le projet. Cette description facilitera ensuite la compréhension, la justification et la portée des études environnementales à prévoir en vue d'obtenir les autorisations requises et s'assurer que le projet se réalisera avec un minimum de contraintes au plan environnemental.

Une connaissance, même sommaire, des caractéristiques du milieu permet aussi d'identifier les principaux enjeux environnementaux que comporterait le projet et de pouvoir comparer différents scénarios d'exécution pour en dégager, à priori, une option de réalisation préférable.

10.1 Description générale du milieu

L'implantation du lien sous-fluvial entre Lévis et Québec s'insère dans un secteur de l'estuaire fluvial soumis à des marées de type semi-diurne. On observe donc deux oscillations marégraphiques complètes à chaque jour. L'amplitude moyenne de la marée est de l'ordre de 4 m, mais peut atteindre presque 6 m lors des grandes marées. Les courants sont de l'ordre de 2 m/s à marée descendante et de 1 m/s à marée montante. On assiste en effet dans ce secteur à un phénomène d'inversion de courant.

Le chenal nord de l'Île d'Orléans reçoit seulement 10 % de l'écoulement total du fleuve, ce qui explique pourquoi les vitesses de courant observées à cet endroit sont plus faibles, de l'ordre de 0,5 m/s. Les sédiments qui reposent au fond du chenal nord sont en conséquence plus fins que ce qu'on peut observer ailleurs dans le même secteur du fleuve. Le chenal nord de l'Île d'Orléans constitue une zone de sédimentation, tout comme les battures de Beauport situées un peu en amont.

Si on trouve principalement dans le chenal de navigation du sable, du gravier et des affleurements rocheux, on observe plutôt dans le chenal nord de l'Île d'Orléans, des sédiments sableux et limoneux qui recouvrent une assise de schiste argileux. Les sédiments fins sont

reconnus pour avoir la capacité d'emmagasiner les contaminants organiques et inorganiques comme les métaux. Par exemple, le mercure et le plomb contaminent les sédiments du fleuve sur presque toute sa longueur.

Ce substrat plus fin supporte généralement un nombre important d'organismes fouisseurs et d'invertébrés comme de petits mollusques et crustacés. Dans les zones peu profondes, on observe souvent la présence d'herbiers qui servent d'abris ou de nourriture pour plusieurs organismes aquatiques comme les poissons, la sauvagine et certains mammifères. Le chenal nord de l'Île d'Orléans est reconnu comme un habitat d'intérêt pour la faune aquatique en général. On reconnaît 55 espèces différentes de poissons dans l'estuaire fluvial, avec dans le bras nord de l'Île d'Orléans, un potentiel élevé de fraie pour certains poissons.

Les berges du chenal nord de l'Île d'Orléans sont le site d'alimentation de plusieurs espèces d'oiseaux aquatiques. La Grande Oie Blanche est observée régulièrement en période de reproduction. La presque totalité de la population mondiale de cette espèce se retrouve à chaque année dans la région lors des migrations. On rencontre aussi régulièrement la Bernache du Canada et de nombreuses espèces de canards. Ces oiseaux se nourrissent de la végétation submergée et des organismes qui s'y trouvent comme les mollusques, larves d'insectes, crustacés et poissons.

Au plan humain, il faut souligner le grand attrait du secteur pour les activités récréatives, le tourisme et la villégiature. Les battures de Beauport sont un bel exemple de site récréatif d'importance dans la région. On y observe souvent les adeptes de la voile, de la planche à voile, et de la moto-marine en période estivale. Le bras nord de l'Ile d'Orléans est un site recherché pour la chasse aux oiseaux migrateurs.

Enfin, on ne saurait trop souligner la valeur patrimoniale de l'Île d'Orléans qui offre aux visiteurs la possibilité d'observer des paysages humanisés avec le fleuve Saint-Laurent comme arrière-plan. L'Île d'Orléans est visitée chaque année en période estivale et automnale par un grand nombre de visiteurs en raison de son caractère historique, de ses monuments et sites patrimoniaux et de ses paysages champêtres. Elle est visitée tantôt en automobile, tantôt à vélo.

10.2 Principaux enjeux environnementaux

Au plan biophysique, le principal enjeu concerne les effets que pourra avoir le projet sur le milieu aquatique environnant. Tous les travaux autres qu'un tunnel entièrement sous-fluvial impliquent le dragage ou le rejet de sédiments qui aurait un effet sur la qualité de l'eau. Les changements à ce niveau pourraient en entraîner d'autres sur l'habitat des végétaux et des animaux en présence.

Par ailleurs, il faudra aussi considérer l'emplacement des infrastructures permanentes dans le milieu. Il y aura intérêt à localiser ces ouvrages en dehors des habitats riverains les plus utilisés par la faune ou pour la pratique d'activités récréatives ou de villégiature.

Au plan humain, les modifications de la qualité de l'eau, la présence de machineries et l'encombrement occasionné par la mise en place d'infrastructures permanentes ou temporaires pourraient nuire à la pratique des activités récréatives en général. De plus, la circulation de véhicules lourds constituerait aussi une source de nuisance, notamment sur l'Île d'Orléans qui ne comporte pas d'infrastructures routières conçues pour des débits très élevés. Le rejet des déblais d'excavation devra donc se faire aux extrémités nord et sud du tunnel.

10.3 Problématique environnementale du tunnel foré

La construction d'un tunnel foré est de loin la meilleure option au plan environnemental, parce qu'elle comporte des activités de construction réduites en milieu aquatique. La construction d'une digue temporaire à la pointe ouest de l'Île d'Orléans, pour l'établissement d'un puits d'accès au tunnel foré sous le chenal nord, constituera un empiétement sur le milieu aquatique, même provisoire. Cette intervention aura des impacts sur l'eau, donc sur la faune et les activités récréatives, qui devront être identifiés et évalués.

Une problématique de cette construction de digue, c'est la quantité appréciable de matériaux de remblais qu'il faudra apporter sur les lieux. Ces matériaux ne pourront être apportés sur le site en empruntant le pont de l'Île d'Orléans et le Chemin du Bout-de-l'Île, ce qui créerait des nuisances significatives pour les résidents au plan de la circulation, de la sécurité routière, du bruit, du paysage et de la qualité de l'air. Il faudrait aussi voir si les infrastructures routières, notamment le pont de l'Île d'Orléans, seraient en mesure de supporter un camionnage intensif

sans trop de dommages, sans quoi il faudra envisager les améliorations nécessaires avant l'établissement de la digue. Pour toutes ces raisons, un transport des matériaux de remblai par barge doit plutôt être envisagé, puisqu'il créera un impact environnemental bien moindre que par transport routier.

Plus encore, il faudra considérer les effets sur les infrastructures et les milieux environnants de la disposition d'énormes quantités de déblais provenant des opérations de forage du tunnel. Sur la rive nord, on peut penser que ces déblais pourraient servir à combler des carrières dont l'exploitation est terminée. Sur la rive sud où les quantités à disposer seront encore plus importantes que sur la rive nord, il faudra identifier des sites de disposition appropriés. Là aussi, d'anciens bancs d'emprunt, nombreux dans cette zone, pourront être envisagés. Par la suite, devra être faite l'évaluation des impacts associés au transport des matériaux sur le réseau routier local et sur les résidents qui devront en supporter les conséquences durant la construction.

En milieu urbain, il faudra aussi voir dans quelle mesure les accès au réseau routier actuel occasionneront des conflits d'usage. Du côté de Beauport, la sortie du tunnel serait dans l'axe de l'autoroute 40, de sorte que l'échangeur à l'autoroute Dufferin-Montmorency devra être réaménagé, mais sans occasionner de perturbations majeures des usages urbains. Par contre, sur la rive sud, le raccordement à la route Lallemand ou à la route Mgr Bourget impliquera nécessairement un changement d'usage du sol sur quelques hectares.

10.4 Problématique environnementale du pont-tunnel

L'option dite du « pont-tunnel » entraînera des impacts environnementaux beaucoup plus importants que pour l'option « tunnel foré ». La mise en place de dix piliers dans le chenal nord de l'Île d'Orléans pour supporter le pont exigera autant de remblayage pour constituer les plates-formes de travail. Des travaux d'excavation devront s'effectuer sous ces remblais dans des sédiments qui pourraient receler une contamination et qui devront être manipulés et disposés selon des modalités particulières, le cas échéant.

Si des sédiments contaminés sont excavés puis rejetés à l'eau, il faudra pouvoir évaluer les effets sur la faune aquatique avant de cautionner ce mode. Sinon, il faudra trouver un site de disposition, définir des modalités de transport et de confinement pour éviter la contamination des nappes phréatiques ou cours d'eau environnants. Cette option présente toutefois l'avantage de réduire d'une manière appréciable les volumes imposants de déblais à gérer selon l'option du « tunnel foré ».

La présence du pont pourrait aussi entraîner des changements hydrodynamiques et du régime des glaces qui devront être établis pour prévoir les changements qui pourront s'observer par la suite au niveau des herbiers et des habitats aquatiques. Au-delà des effets biophysiques de la présence d'un pont, il y aura lieu aussi de s'assurer qu'il soit suffisamment élevé pour ne pas entraver les activités nautiques. Rappelons-nous que les marées peuvent atteindre jusqu'à 6 m d'amplitude dans le secteur d'étude.

De plus, la présence d'un nouveau pont constituera un nouvel élément dominant du paysage. La perception des résidents au plan visuel risque d'être partagée entre ceux qui y verront un bel ouvrage d'art et ceux qui y verront plutôt une atteinte à l'intégrité de l'Île d'Orléans. Il y a aussi lieu de croire que l'ambiance sonore sur l'Île d'Orléans risque d'être détériorée par le bruit des véhicules qui emprunteraient dorénavant le nouveau pont.

La présence d'un pont risque de signifier pour les résidents de l'Île d'Orléans une éventualité d'améliorer d'une manière très significative l'accès. Cette amélioration pourrait ensuite entraîner une pression pour le développement commercial, qui pourrait mettre irrémédiablement en péril l'image champêtre des lieux.

Au niveau de la rive sud, l'option du pont-tunnel comporte l'établissement d'un portail de 550 m de longueur par 25 m de largeur. Le portail serait mis en place dans la zone intertidale, milieu naturel d'une grande valeur au plan écologique. La construction du portail nécessiterait sans doute la mise en place d'un batardeau qui aurait certains effets temporaires sur la qualité de l'eau et l'hydrodynamique. Ces changements devront être évalués.

Le raccordement du portail à la route Lallemand entraînerait aussi des conflits d'usage des sols de part et d'autre du boulevard de la Rive-Sud. Le plan de zonage de la ville de Lévis devrait être revu en conséquence et des expropriations seraient vraisemblablement à envisager.

10.5 Évaluation des problématiques environnementales

En résumé, ni l'une ni l'autre des deux options étudiées pour assurer l'établissement d'un lien sous-fluvial n'est à rejeter immédiatement pour des motifs de nature environnementale. Toutefois, l'option du pont-tunnel occasionnerait des impacts environnementaux beaucoup plus significatifs, la nécessité d'appliquer plus de mesures spécifiques pour atténuer les impacts et l'application d'un programme de surveillance environnementale lors de la construction du pont et du portail en milieu aquatique.

L'option du pont-tunnel soulèvera beaucoup plus les passions des écologistes et celles des résidents de l'Île d'Orléans pendant la période réservée à la consultation publique des citoyens. La construction d'un tunnel déposé aurait aussi eu un accueil plutôt défavorable de la part des défenseurs de l'environnement en raison de l'importance des activités de dragage que le projet aurait comportées.

10.6 Portée et objectifs des études environnementales requises

Le déroulement du projet impliquerait la réalisation d'études environnementales tout au long du processus, à des étapes bien déterminées. Ces étapes sont la faisabilité, l'avant-projet et le projet. Le cadre, la portée et les objectifs poursuivis par les études d'environnement sont précisés ci-après.

Étude de faisabilité du projet

À l'étape de l'étude de faisabilité, l'évaluation environnementale est accessoire. Elle n'est pas élaborée dans un but précis d'obtenir une autorisation ou un permis en vertu d'une loi ou d'un règlement. Au contraire, le cadre de travail est assez souple. La réalisation de l'évaluation environnementale poursuit l'objectif d'apporter à l'équipe de projet des éléments de discussion

qui pourront servir à bonifier le projet au plan de l'environnement et de permettre de planifier les travaux futurs en connaissant les éléments d'intérêt environnemental.

Une recherche de l'information disponible serait entreprise afin d'être en mesure d'identifier les lacunes d'information qui seront à combler lors des étapes ultérieures. Elle permettra par la même occasion d'identifier d'une manière plus certaine, les principaux enjeux environnementaux du projet. Cette meilleure connaissance du milieu permettra, dans un second temps, de déterminer des critères discriminants qui serviront à comparer différentes options de réalisation du projet, de manière à bien faire ressortir les avantages et inconvénients qu'elles comportent et de réussir une première optimisation du concept d'aménagement.

À la fin de l'étude de faisabilité, la connaissance du milieu doit être suffisante pour permettre une première consultation publique destinée à identifier les perceptions de la population par rapport au projet. Il ne faut pas confondre cette pré-consultation avec la consultation publique qui s'inscrit dans une démarche réglementaire prévue dans le cadre de la *Loi sur la qualité de l'environnement du Québec.*

Les coûts des études environnementales à l'étape de l'étude de faisabilité n'excéderont pas 100 000 $, même en réalisant quelques travaux de terrain exploratoires pour compléter la connaissance du milieu (par exemple, échantillonnage et analyse des sédiments). Le délai d'exécution sera fonction de la portée qu'on voudra donner à l'étude. Si aucun travail d'inventaire de terrain n'est entrepris, le volet « Environnement » pourra être traité en quelques semaines. Son calendrier d'exécution sera plutôt influencé par l'avancement des travaux au plan de l'établissement des scénarios de réalisation du projet.

Études d'avant-projet

À l'étape de l'avant-projet, les études environnementales sont élaborées en fonction d'un objectif bien précis, celui d'obtenir les autorisations requises de la part des différents paliers de gouvernement. Dans un projet d'envergure comme celui d'établir un lien sous-fluvial, il est fort à parier qu'une commission conjointe fédérale-provinciale d'évaluation environnementale sera mise en œuvre pour encadrer le processus d'évaluation et de consultation publique, puisque les deux paliers de gouvernement sont impliqués.

Au niveau fédéral, plusieurs éléments déclencheront la procédure d'évaluation environnementale en vertu de la *Loi canadienne d'évaluation environnementale* (LCEE). D'abord, si le projet faisait l'objet d'un financement de source fédérale, l'article 5 (1)b de la loi prévoit qu'une évaluation environnementale doit être effectuée. Il en serait de même pour une garantie d'emprunt ou toute autre forme de financement. De plus, le projet d'établissement d'un lien sous-fluvial exigerait l'obtention de permis en vertu d'au moins deux lois fédérales; la *Loi sur la Protection des eaux navigables* et la *Loi sur les Pêches.* Cette situation déclenche aussi en vertu de l'article 5, (1)d l'obligation de procéder à une évaluation environnementale au niveau fédéral.

Du côté du gouvernement du Québec, le projet serait assujetti à la procédure prévue au *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement.* L'article 2 de ce règlement fournit la liste des projets assujettis. Selon l'alinéa b), le projet serait assujetti en raison de l'importance des opérations de dragage et de remblayage. Selon l'alinéa e), il le serait aussi en raison du nombre de voie de circulation prévu (quatre) et de la longueur du lien routier qui excéderait 1 km.

Une étude d'impact réalisée en vertu de ce règlement doit répondre à une directive du ministre de l'Environnement qui est très élaborée et qui exige d'identifier et d'évaluer tous les impacts anticipés sur le milieu naturel et humain environnant. Après le dépôt de l'étude et son acceptabilité par le Ministre, le rapport final serait déposé pour consultation publique. La procédure de consultation dure quatre mois, au terme de laquelle un rapport du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement est déposé au ministre de l'Environnement qui en prend connaissance et le soumet au Conseil des ministres pour une prise de décision finale sur l'acceptabilité du projet et dans quelles conditions.

Dans le cas présent, le rapport final serait déposé à la Commission conjointe fédérale provinciale qui l'analyserait, en déterminerait la recevabilité (conformité avec la directive émise) et produirait son rapport qui serait déposé aux ministres de l'Environnement du Québec et du Canada.

Compte tenu de l'envergure du projet de lien sous-fluvial, il faut s'attendre que la réalisation de l'étude d'impact, la consultation publique et l'étude du projet au Conseil des Ministres, tant au niveau fédéral que provincial, s'étendent sur une période minimale de deux ans, mais il serait plus réaliste de planifier un intervalle de trois à quatre ans. Les coûts des études environnementales à l'étape d'avant-projet se rangeront vraisemblablement entre 500 000 $ et 1 000 000 $.

Exécution du projet

À l'étape de réalisation du projet, les études environnementales concerneront la surveillance qui sera accordée pour assurer que les mesures de protection des milieux naturel et humain soient effectivement appliquées lors de l'exécution des travaux. Ces mesures d'atténuation des impacts auront été définies à l'étape d'avant-projet. Le certificat d'autorisation du projet devrait préciser les conditions de réalisation du projet au plan de la surveillance environnementale à assurer.

Tout dépendant des impacts pressentis à long terme et de l'importance qui leur aura été accordée, il est possible qu'un programme de suivi environnemental soit établi. Ce programme est requis seulement lorsque l'importance réelle de certains impacts anticipés sur le milieu n'a pu être évaluée avec un niveau de confiance acceptable et que la préoccupation de la population ou des groupes intéressés est significative à cet égard.

Les opérations de surveillance environnementale s'étendront aussi longtemps que les travaux de construction dureront. Plus vraisemblablement, il faut s'attendre à ce qu'elles durent aussi longtemps qu'il y aura des interventions dans le fleuve ou sur ses rives. Par ailleurs, un programme de suivi environnemental peut durer plusieurs années. Les conditions à cet effet seront précisées dans le certificat d'autorisation émis par le ministre de l'Environnement.

Il est difficile d'établir les coûts des opérations de surveillance et de suivi environnemental avant de connaître la nature des travaux à réaliser et leur durée. Compte tenu encore une fois de l'envergure du projet, de sa durée et que la surveillance s'effectuera principalement en milieu aquatique, donc dans un milieu qui exige une logistique parfois complexe et l'utilisation de matériel sophistiqué, il est très probable que les coûts s'établiront au-delà du million de dollars.

Mentionnons avant de terminer que les coûts de surveillance et de suivi se rapporteraient essentiellement à l'option « pont-tunnel » en raison des interventions nécessaires en milieu aquatique. Au contraire, la réalisation d'un « tunnel foré » permettrait de réduire très significativement, voire éviter des coûts de surveillance et de suivi environnemental.

11 AVANT-PROJET DÉTAILLÉ

Il s'agit de la dernière étape avant d'entrer dans la phase de réalisation proprement dite.

C'est l'étape où tous les détails du projet sont précisés, où toutes les autorisations, tant au niveau gouvernemental qu'administratif seront obtenues. Les démarches explicitées à la section 7.5 se répètent à ce stade, mais au niveau formel.

Les acquisitions de terrain sont aussi finalisées, ce qui implique l'implantation des emprises et l'arpentage légal, les achats de gré à gré ou éventuellement les expropriations.

Deux activités méritent d'être précisées : l'étude géotechnique et l'ingénierie détaillée.

11.1 Étude géotechnique

L'étude géotechnique requise à cette étape du projet est constituée du même type d'investigation qu'au niveau de l'étude de faisabilité mais cette fois sur tout le long du tracé. Elle permettra de connaître en détail toutes les conditions géologiques et identifier tous les problèmes géotechniques qui peuvent survenir durant la construction.

Dans l'avant-projet détaillé, les investigations géotechniques sont effectuées dans le but d'obtenir un niveau de détail permettant l'élaboration des plans détaillés et la préparation des soumissions.

Les conditions de terrain ou problèmes qui n'ont pu être anticipés ou détectés sont ceux qui causent des délais de construction, des revues de conception et par le fait même une augmentation de coûts.

Au niveau de l'étude de faisabilité, les sondages et forages sont réalisés de manière très espacée répartis sur le couloir d'étude. À l'étape d'avant-projet ceux-ci seront beaucoup plus rapprochés et ciblés précisément sur le tracé. Toutes les caractéristiques du sous-sol à l'emplacement du percement seront précisées. Par exemple, pour la topographie exacte du roc

et ses propriétés locales : résistance en compression, abrasivité, forabilité, module d'élasticité. Pour le mort-terrain, les capacités géomécaniques seront précisées : capacité portante, perméabilité, granulométrie, résistance. L'étude géotechnique ne doit laisser aucune incertitude. Les zones de faiblesse, les points d'interrogation devront être décelés. Il ne doit rester aucune zone floue qui pourrait constituer un arrêt de chantier, puisqu'un bris de tunnelier peut signifier quatre mois d'arrêt et 15 millions de frais.

L'étude géotechnique d'avant-projet peut modifier quelque peu l'alignement de l'axe du tunnel suivant les conditions découvertes. Son aboutissement est le tracé définitif, sur lequel est basée la production des plans et devis.

11.2 Ingénierie détaillée

Il s'agit là aussi de préciser les particularités.

Tous les aspects des travaux, envisagés dans leur totalité au niveau de l'étude de faisabilité, seront ici analysés en détail, par spécialité. Les principaux points à l'étude sont résumés ici :

- Excavation du tunnel;
- Ouvrages connexes, puits, portails;
- Finition des tunnels-voussoirs, dalle de plancher, dalle de plafond;
- Ventilation;
- Drainage;
- Éclairage;
- Signalisation et communication;
- Protection incendie;
- Gestion des déblais;
- Voies de raccordement;
- Échangeurs;
- Coordination des travaux;
- Échéancier de construction;
- Estimation finale.

Dans chacune des spécialités, tous les détails de construction devront être déterminés et leurs implications sur les autres travaux clarifiées, aussi bien du point de vue technique que du point de vue coordination dans le temps.

Le type de financement du projet influencera beaucoup sur le mode de réalisation de l'ingénierie détaillée. En effet, la détermination du maître d'œuvre : consortium d'entreprises, sociétés, consultants ou autres, caractérise des processus de conception différents.

Au stade actuel du projet de lien sous-fluvial, il est donc trop tôt pour présumer du contenu précis de l'ingénierie détaillée.

12 APPEL D'OFFRES

Cette étape enclenche le processus de construction. Deux modes d'appel d'offres peuvent être enclenchés : soit sur devis descriptif à partir de l'avant-projet détaillé et soumission publique, soit sur appel de proposition suivant une des structures énumérées au chapitre 9.

Comme il est fort peu probable que la construction du lien sous-fluvial Lévis-Québec soit financée par des fonds publics exclusivement, la méthode par devis descriptif n'est sans doute pas celle qui sera retenue. La méthode par appel de proposition est beaucoup plus plausible.

En ce cas, le maître d'oeuvre sera tenu de préparer les éléments du prospectus abrégé et détaillé selon les exigences de la Commission des valeurs mobilières du Québec. Il devra décrire le processus associé au dépôt du prospectus et à la livraison du visa de prospectus.

Le maître d'œuvre devra recommander une stratégie optimisant la levée de fonds. Il décrira la méthode d'émission publique d'actions qu'il recommande, soit la méthode du prix fixe ou celle de l'appel d'offres, en précisant la méthode de détermination du prix de l'action. Le maître d'œuvre justifiera les facteurs qui interviennent dans la détermination du prix de l'action, dont par exemple :

- Ciblage des investisseurs et/ou souscripteurs;
- Structure et mode de gestion;
- Engagement du secteur public.

Le cas échéant, le maître d'oeuvre devra également recommander un choix de bourse où inscrire le titre de la Société sous-fluviale et décrire les étapes à suivre pour se faire coter en bourse.

Après analyse des propositions de concession et accord entre les partenaires publics et privés, l'étape de construction proprement dite pourra débuter.

13 CONCLUSION

La démonstration est faite que le lien sous-fluvial Lévis-Québec est techniquement réalisable et réaliste. La construction de tunnels comparables s'effectue présentement à travers le monde, et dans des conditions géologiques parfois plus problématiques que celles ici prévisibles.

Bien que l'enveloppe budgétaire du projet soit appréciable, sa rentabilité est avant tout une question d'utilisation. Les simulations de circulation et l'analyse financière de cette étude, bien que sommaires, vont dans le sens d'un projet rentable. De plus, le lien sous-fluvial doit être regardé sous l'optique d'un projet structurant, insufflant une nouvelle dynamique à la région de Québec.

Afin d'explorer toutes les avenues, une alternative au projet d'un tunnel foré reliant les deux rives a été envisagée, combinant la construction d'un pont entre la rive nord et l'Île d'Orléans et un tunnel pour la traversée de l'Île d'Orléans vers la rive sud. Ce projet, dont le coût s'apparente au coût du projet complètement sous-fluvial, comporte des irritants majeurs sur le plan environnemental, dû au fait que des ouvrages majeurs seraient érigés dans des zones inondables ou submergées. La population de l'Île d'Orléans risquerait de ne pas apprécier cette alternative, et plus spécifiquement les gens de Ste-Pétronille qui subiraient un achalandage imprévu. Cette solution comporte peu d'attrait et devrait être rejetée.

Un accès routier à l'Île d'Orléans pourrait être examiné pour le projet en tunnel, mais nécessiterait un investissement additionnel fort considérable, qui est difficilement justifiable si l'on considère la faible population résidente de l'Île d'Orléans. Ce projet risque davantage de déplaire que de plaire aux gens du milieu.

Un des points qui ressort de l'étude est la longue période de temps, au moins 12 ans, entre le lancement du projet et la fin de sa construction. Il est donc temps d'agir, afin de ne pas se retrouver à la remorque des événements.

BIBLIOGRAPHIE

CENTRE D'ÉTUDES DES TUNNELS, 1995. *Brochure d'informations*, ministère de l'équipement, France.

COMITÉ DU LIEN SOUS-FLUVIAL À L'EST DE LÉVIS-QUÉBEC, 1997. *Rapport de la journée d'échanges* tenue le samedi 25 octobre 1997 au Manoir Montmorency.

COMITÉ DU LIEN SOUS-FLUVIAL À L'EST DE LÉVIS-QUÉBEC (sans date). *Dépliant informatif.*

CONSEIL RÉGIONAL DE CONCERTATION ET DÉVELOPPEMENT CHAUDIÈRE-APPALACHES, 1998. *Le parc industrialo-portuaire – un carrefour mer et monde*, brochure informative.

DEMAY, B., PASCUAL P., PORTEFAIX T., 1997. *Le tunnel de Caluire, un ouvrage remarquable*, revue générale des routes no 756.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 1998. *Status of highway tunnels in USA as of december 1997*, Bridge Division Design and Review Branch., internet.

FERROVIAL, 1993. *Tunnels, quelques réalisations*, Espagne.

GEOCITIES, 1998. *The 4th Elbtunnel Tube*, internet.

GÉOMINES, 1977. *Lien entre la rive nord et la rive sud du fleuve St-Laurent via l'Île d'Orléans*, considérations techniques préliminaires sur les possibilités d'un tunnel dans le cadre du projet.

GIROUX, Y. M., PICARD, A. BEAULIEU D., 1987. *Historique des liens routiers et ferroviaires entre les rives du St-Laurent à Québec*, communication pour le congrès du centenaire du Génie canadien.

INRO CONSULTANTS, 1998. *EMME-2 User's manual*, Inro, Montréal.

JANIN (sans date). *Informations techniques*, divers feuillets techniques sur les réalisations de tunnel par Janin et son actionnaire français Dumez – GTM.

LEMAY, Chantal et NOEL, Martin, 1995. *Plan de transport de l'agglomération de Québec : Prévision de déplacements des personnes à l'horizon 2011*, ministère des Transports du Québec, Service de la modélisation et des bases de données.

MAREC, M., 1997. *Les tunnels de la Croix-Rousse, Fourvière et Caluire, quels changements en 50 ans*, revue générale des routes no 756.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1996. *Recensement de la circulation sur les routes du Québec 1996*, ministère des Transports du Québec, Québec.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1994. *Modélisation de la circulation sur le réseau routier de l'agglomération de Québec, Documentation du modèle EMME-2*, Direction régionale de Québec.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1991. *Recensement de la circulation sur les routes du Québec, 1991.*

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1979. *Lien sous-fluvial rive nord – rive sud par l'Île d'Orléans – Étude d'impact sur le développement urbain*, service des études.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1975. *Lien rive nord – rive sud via tunnel*, direction générale du génie, service des sols et matériaux, section mécanique des roches.

MINISTÈRE DE LA VOIRIE ET DES TRANSPORTS, 1973. *Région de Québec – Lien rive sud – rive nord.* service technique de la circulation.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (sans date*). Le pont tunnel Louis-Hippolyte-Lafontaine*, dépliant informatif.

PARADIS, C., 1997. *Les équipements de péage du boulevard périphérique de Lyon*, revue générale des routes no 756.

PAULSON, Boyd C. Jr., 1998. *Japanese Tunnel Design* : Lessons for the U.S., internet.

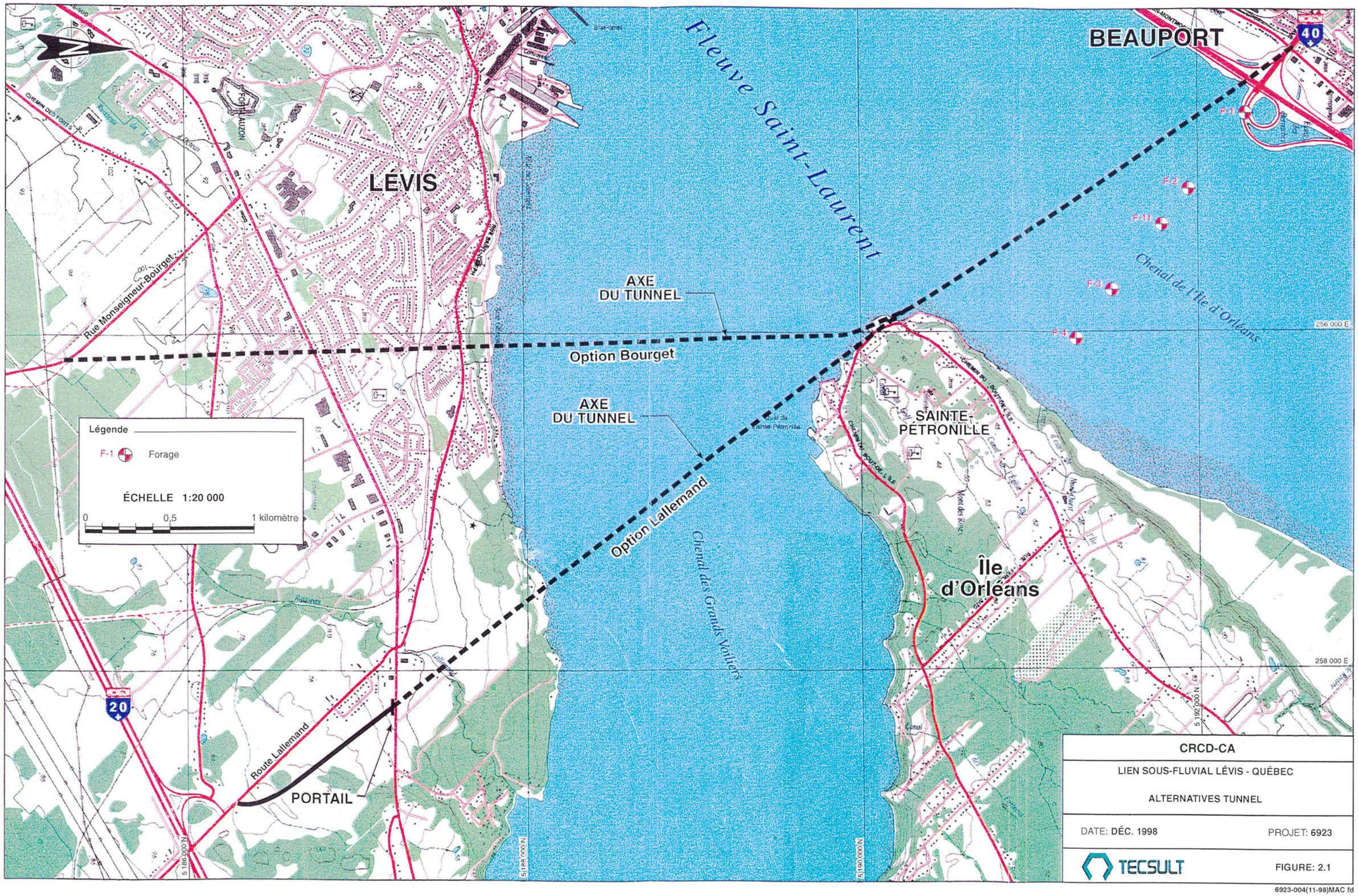
ROBERT HAMELIN & ASS., 1996. *Construction d'un terminal portuaire sur la rive sud de Québec*, rapport d'expertise pour la Société du port de Québec.

URBATIQUE, 1998. *Projet d'étude du lien rive nord – rive sud à l'est de la région métropolitaine de Québec.*

VANDRY, JOBIN ET ASS., 1979. *Étude sur la faisabilité d'un lien entre la rive nord et la rive sud du fleuve*, rapport final.

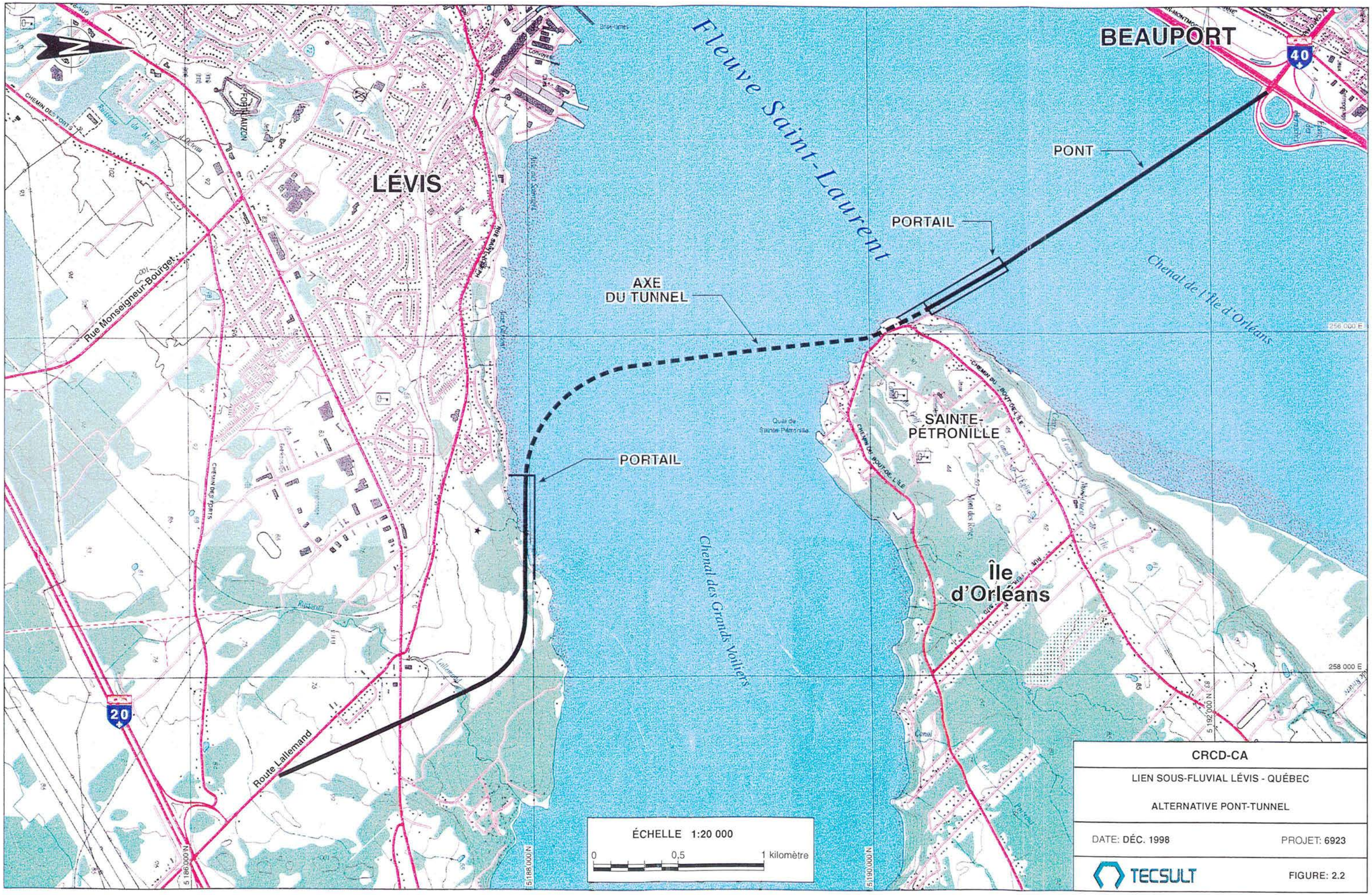
Sans titre, 1963-1998. *Revue de presse* environ 60 articles traitant des diverses perspectives de lien rive sud - rive nord et de péage autoroutier.

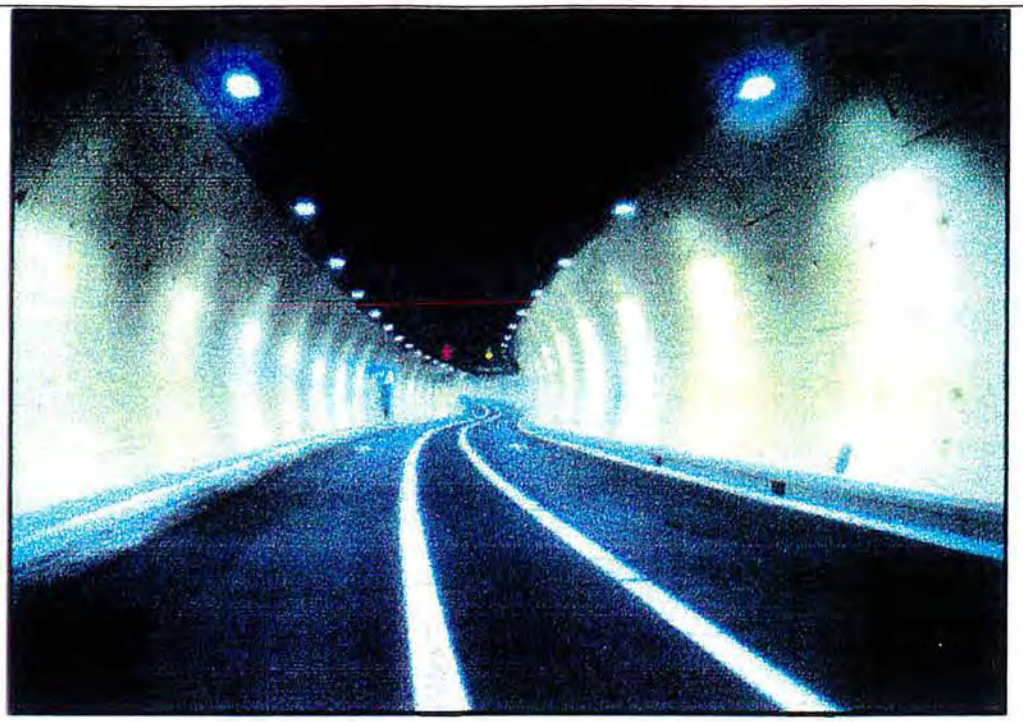
FIGURES



CRCD-CA	
LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS - QUÉBEC	
ALTERNATIVES TUNNEL	
DATE: DÉC. 1998	PROJET: 6923
TECSULT	FIGURE: 2.1

6923-004(11-98)MAC fd


LÉVIS
BEAUPORT
Fleuve Saint-Laurent
PONT
PORTAIL
AXE
DU TUNNEL
Chenal de l'Île d'Orléans
SAINTE-
PÉTRONILLE
PORTAIL
Chenal des Grands Voiliers
Île
d'Orléans
Route Lallemand
Rue Monseigneur-Bourget
CHEMIN DES PORTS
CHEMIN DU BOUT-DE-L'ÎLE
Quai de Sainte-Pétronille
256 000 E
258 000 E
5 186 000 N
5 188 000 N
5 192 000 N
ÉCHELLE 1:20 000
0
0,5
1 kilomètre
CRCD-CA
LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS - QUÉBEC
ALTERNATIVE PONT-TUNNEL
DATE: DÉC. 1998
PROJET: 6923
TECSULT
FIGURE: 2.2



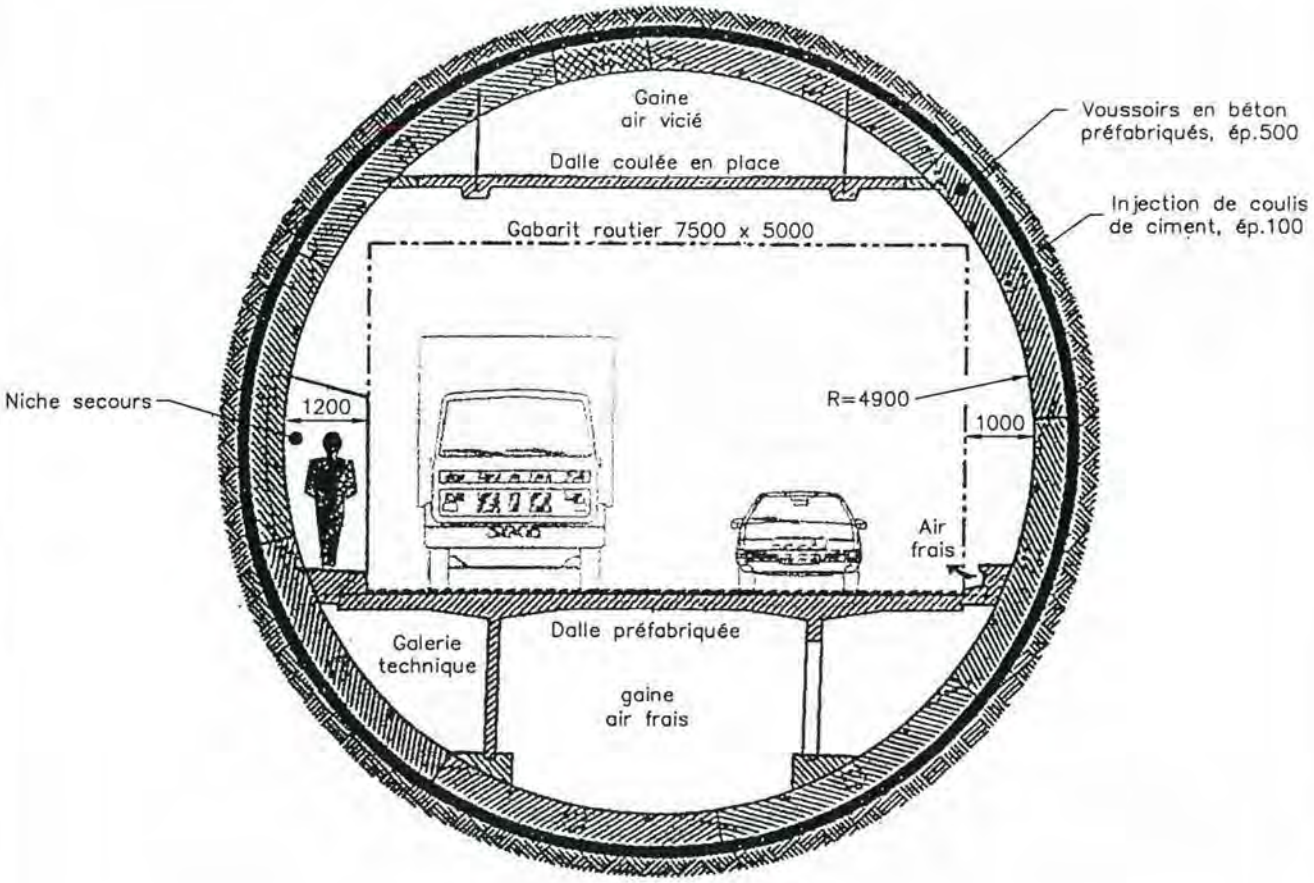
PREMIER TUNNEL - FÉVRIER 1997

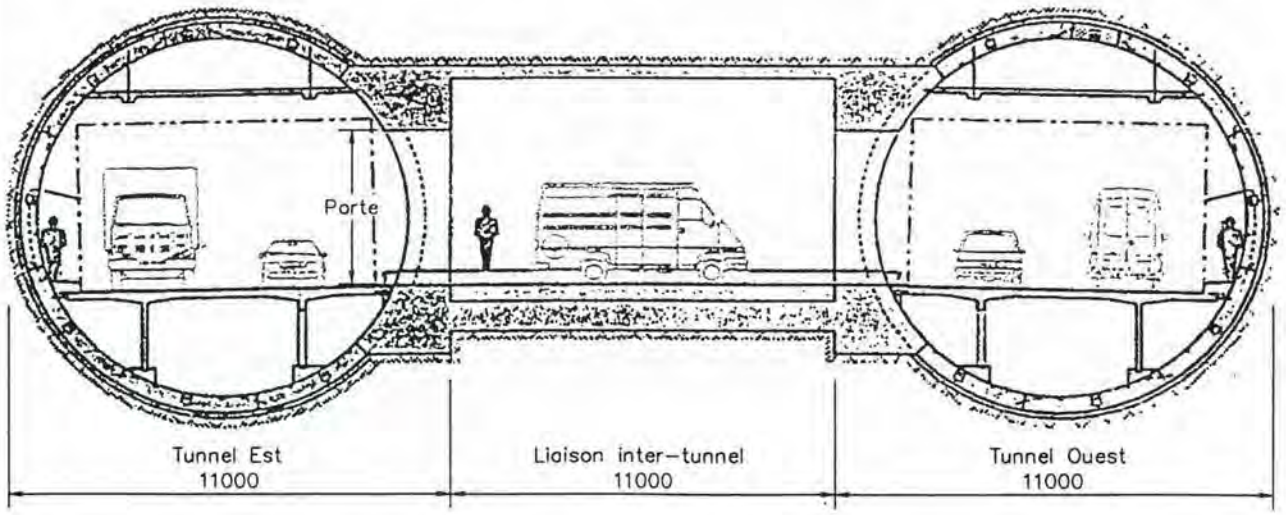
TUNNEL DE CALUIRE. VILLE DE LYON - FRANCE
DEUX TUNNELS DE DEUX VOIES. LONGUEUR 3 250m. DIAMÈTRE 11m

CIRCULATION À DOUBLE SENS EN ATTENDANT LA FINITION DU DEUXIÈME TUNNEL

CRCD-CA	**LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS-QUÉBEC** **EXEMPLE DE TUNNEL. CALUIRE**
TECSULT PROJET: 6923	DATE: MAI 1999 FIGURE 3.1

ANSI-A (95-12)

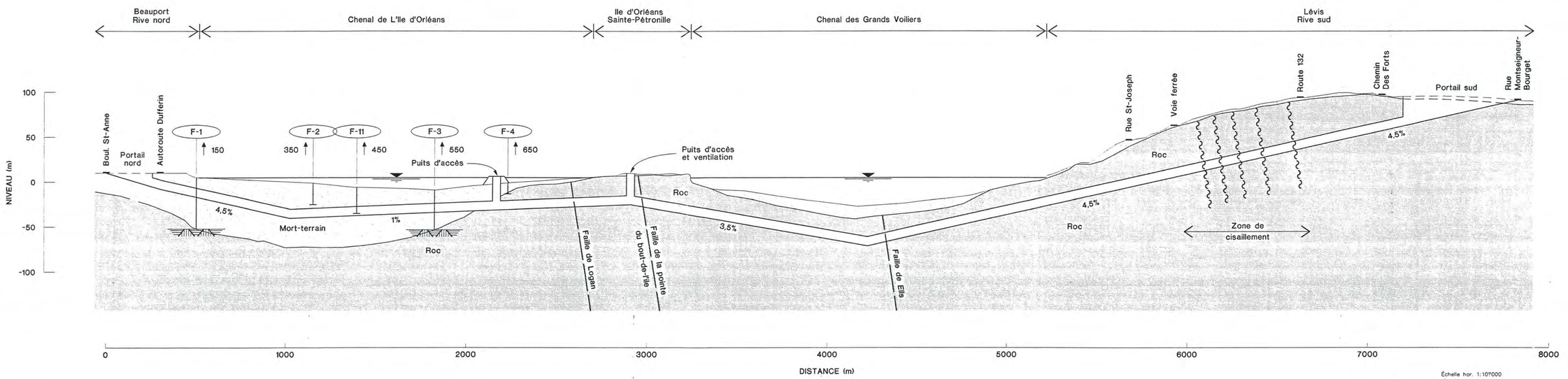




Note: toutes les dimensions sont en millimètres

CRCD-CA	LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS-QUÉBEC COUPES TYPES TRANSVERSALES
TECSULT PROJET: 6923	DATE: DÉC. 1998 FIGURE: 3.2

6923-103 (98-12)cb



Échelle hor. 1:10'000
Échelle ver. 1:2'000

Hor. 250 0 250 500 m
Ver. 50 0 50 100 m

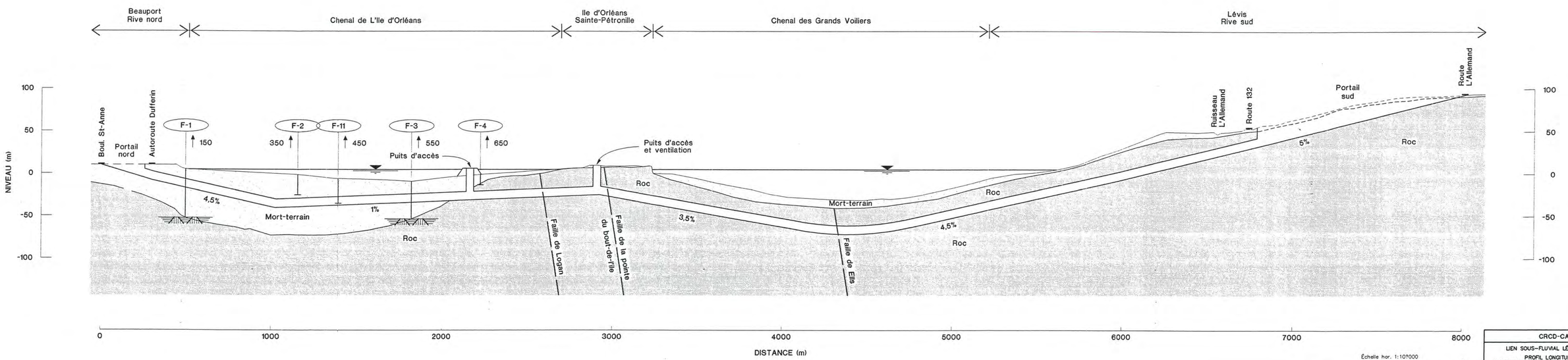
CRCD-CA

LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS–QUÉBEC

PROFIL LONGITUDINAL
ALTERNATIVE TUNNEL – OPTION BOURGET

DATE: DÉC. 1998 PROJET: 6923

TECSULT FIGURE 3.3



Échelle hor. 1:10'000
Échelle ver. 1:2'000

Hor. 250 0 250 500 m
Ver. 50 0 50 100 m

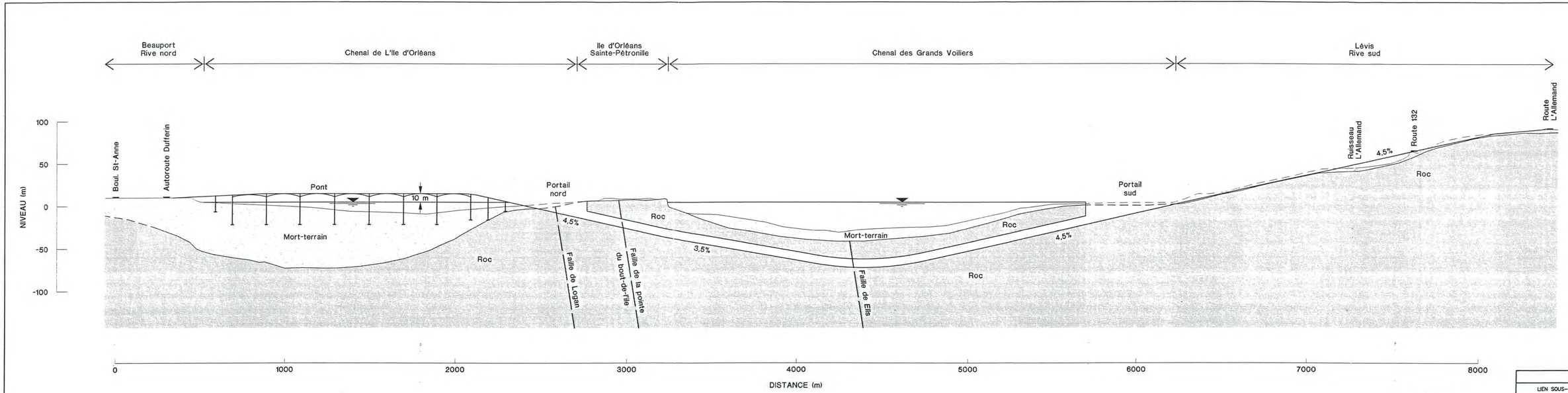
CRCD-CA

LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS–QUÉBEC

PROFIL LONGITUDINAL
ALTERNATIVE TUNNEL – OPTION LALLEMAND

DATE: DÉC. 1998 PROJET: 6923

TECSULT FIGURE 3.4



Échelle hor. 1:10'000
Échelle ver. 1:2'000

Hor. 250 0 250 500 m
Ver. 50 0 50 100 m

CRCD-CA
LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS–QUÉBEC PROFIL LONGITUDINAL ALTERNATIVE PONT ET TUNNEL
DATE: DÉC. 1998 PROJET: 6923
TECSULT FIGURE 3.5

Légende

- P8 Mudstone rouge avec quelques inter lits de mudstone ou shale vert
- P5 Alternance de lits de 1 à 30 cm d'épaisseur de mudstone dolomitique vert et de shale micacé gris foncé
- P3 Alternance de lits de 2 à 30 cm d'épaisseur de siltstone et de mudstone ou shale vert
- P1 Conglomérate calcaire
- T4 Shale gris foncé avec des interlits de moins de 30 cm d'épaisseur, de calcarénite et de calcisilite
- AM5 Grès glauconieux rouge
- AM4 Grès glauconieux vert, localement rouge
- AM3 Shale et grès glauconieux schisteux
- AM2 Shale glauconieux
- LE5 Alternance de mudstone dolomitique vert et de mudstone micacé gris foncé en lits de 1 à 30 cm; shale vert, calcisiltite, calcarénite
- LE3 Conglomérat calcaire et grès calcareux
- LE2 Shale vert et gris
- Q3 Calcaire argileux homogène de 1 à 5 m d'épaisseur avec des interlits de shale de moins de 1 m d'épaisseur
- ALL Alluvion : sable silteux à sable fin avec trace de gravier
- Zone de faille

Référence :
- Géologie de la région de Québec SNRC 21L / 14-200-0102
- Géologie de P. St-Julien MB-94-40 Carte 4 de 11

ÉCHELLE 1:20 000

0 0,5 1 kilomètre

Fleuve Saint-Laurent

LÉVIS

BEAUPORT

SAINTE-PÉTRONILLE

Île d'Orléans

Batture de la Pointe de Lévy

Battures de Beauport

Chenal des Grands Voiliers

Chenal de l'Île d'Orléans

Faille de Ells

Ligne de Logan

Rue Monseigneur-Bourget

Boulevard Sainte-Anne

Autoroute Dufferin-Montmorency

Chemin des Forts

Chemin du Bout-de-l'Île

Quai de Sainte-Pétronille

254 000 E

256 000 E

5 186 000 N

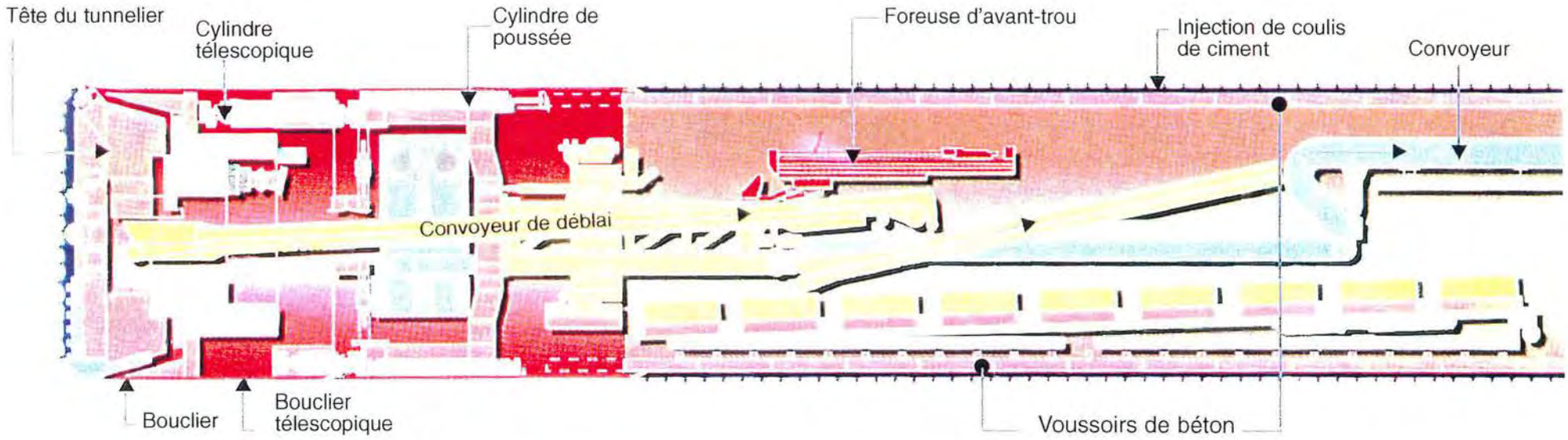
5 188 000 N

5 190 000 N

5 192 000 N

CRCD-CA	
LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS - QUÉBEC	
GÉOLOGIE DU CORRIDOR DU TUNNEL	
DATE: DÉC. 1998	PROJET: 6923
TECSULT	FIGURE: 4.1

6923-001(11-98)MAC fd



CRCD-CA	
LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS-QUÉBEC COUPE LONGITUDINALE D'UN TUNNELIER	
DATE: DÉC. 1998	PROJET: 6923
TECSULT	FIGURE: 4.2

6923-001(12-98)MAC jp

LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS-QUÉBEC

Dossier : 6923

Exemple de l'échéancier de réalisation du tunnel foré de Caluire. Longueur 3 250 m. - Boulevard périphérique de Lyon , France.

Ouvrage en concession type BOT avec exploitation pour 35 ans.

Étapes	Date	Temps écoulé	
		Partiel	Cumulé
Préparation			
Inscription au schéma directeur : 1978	1978		
Déclaré priorité du schéma directeur : 1989	1989	11 ans	
Réalisation			
Appel d'offres de concession	Oct. '89	---	---
Choix du concessionnaire	Avril '90	6 mois	---
Approbation de l'avant-projet sommaire	Nov. '90	7 mois	13 mois
Signature de la convention et choix de la grille de péage	Juillet '91	8 mois	1 an 9 mois
Déclaration d'utilité publique	Juillet '92	12 mois	2 ans 9 mois
Autorisation de péage par gouvernement	Fév. '93	7 mois	3 ans 4 mois
Approbation de l'avant-projet détaillé et démarrage des travaux	Juillet '93	5 mois	3 ans 9 mois
Début de l'excavation du tunnel	Sept. '94	14 mois	4 ans 11 mois
Ouverture du 1er tunnel	Fév. '97	29 mois	7 ans 4 mois
Ouverture du 2e tunnel	Janv. '99	23 mois	9 ans 3 mois
Total		20 ans	

Figure 5.1

LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS-QUÉBEC

Dossier : 6923

ÉCHÉANCIER DE RÉALISATION
Phases préparatoires

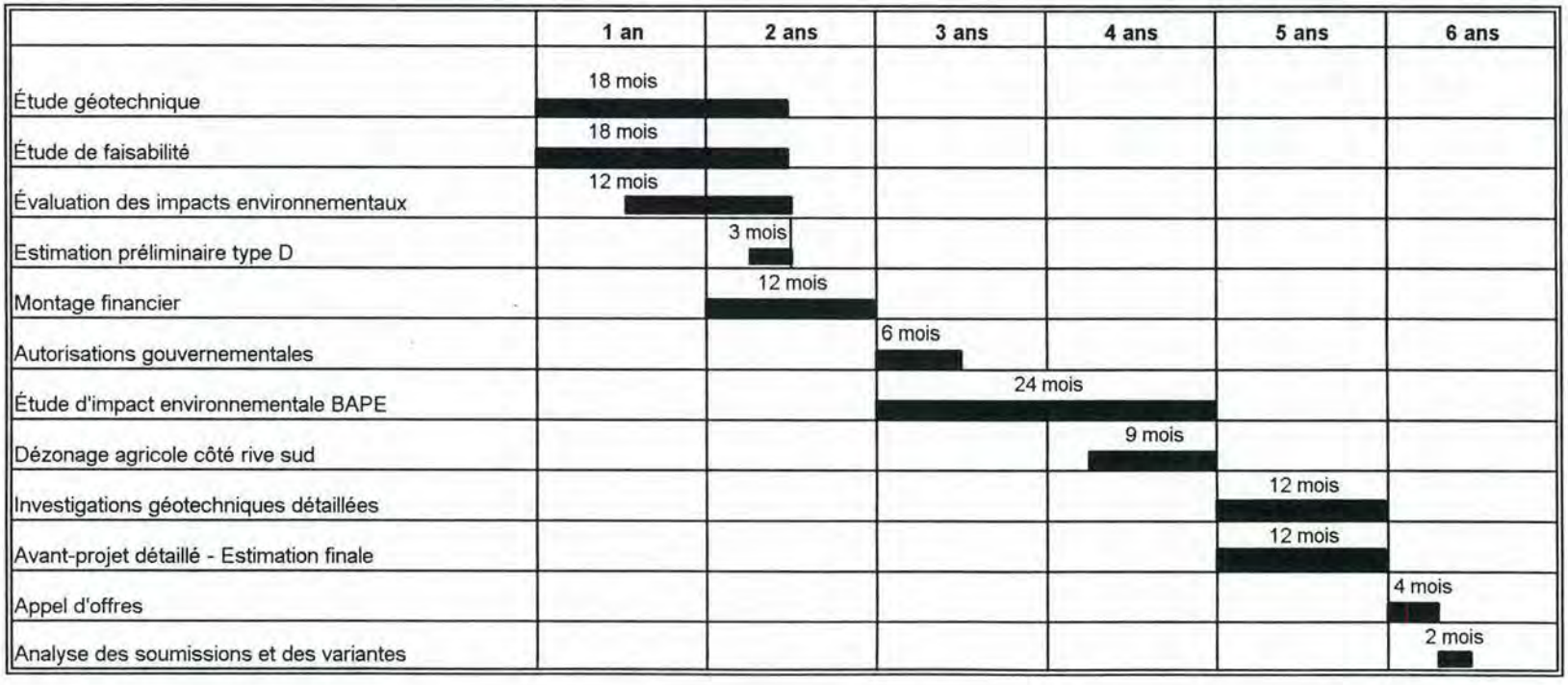


Figure 5.2

LIEN SOUS-FLUVIAL LÉVIS-QUÉBEC

Dossier : 6923

ÉCHÉANCIER DE RÉALISATION
Phases de construction

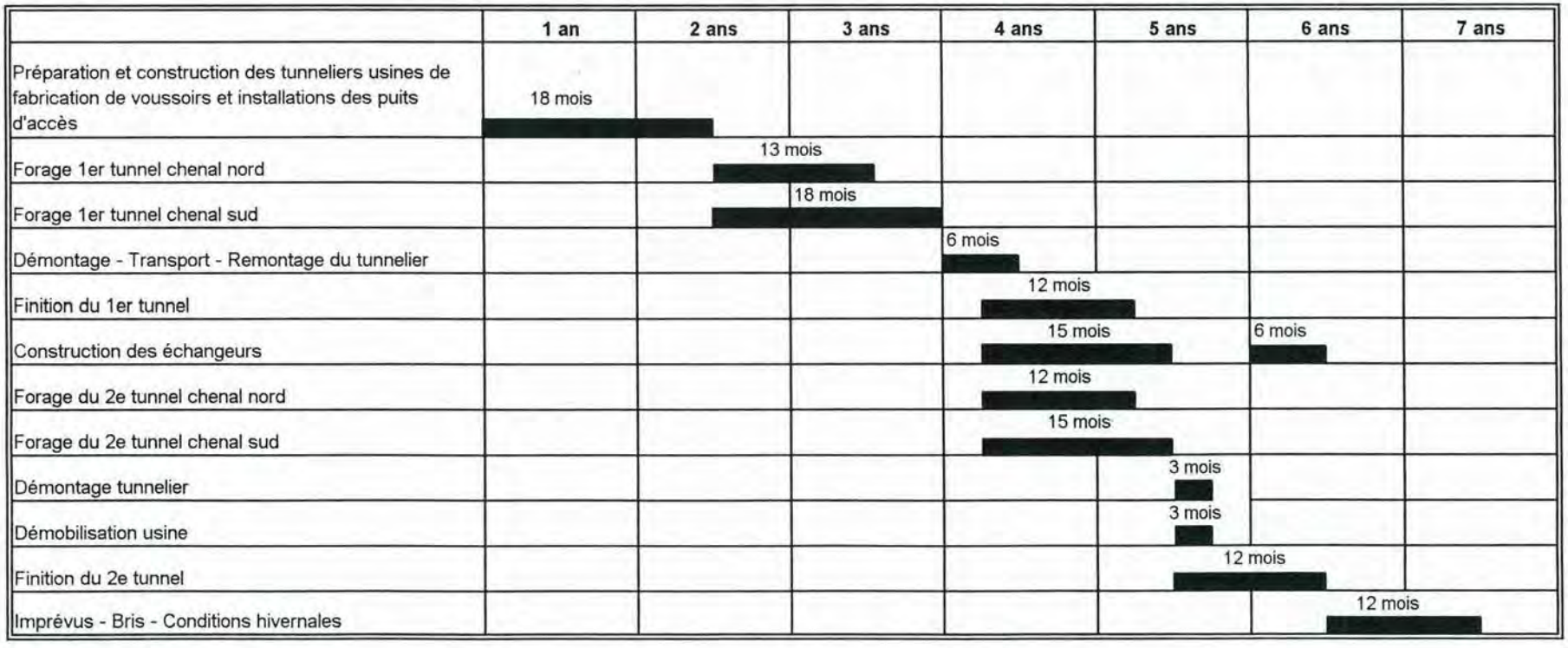
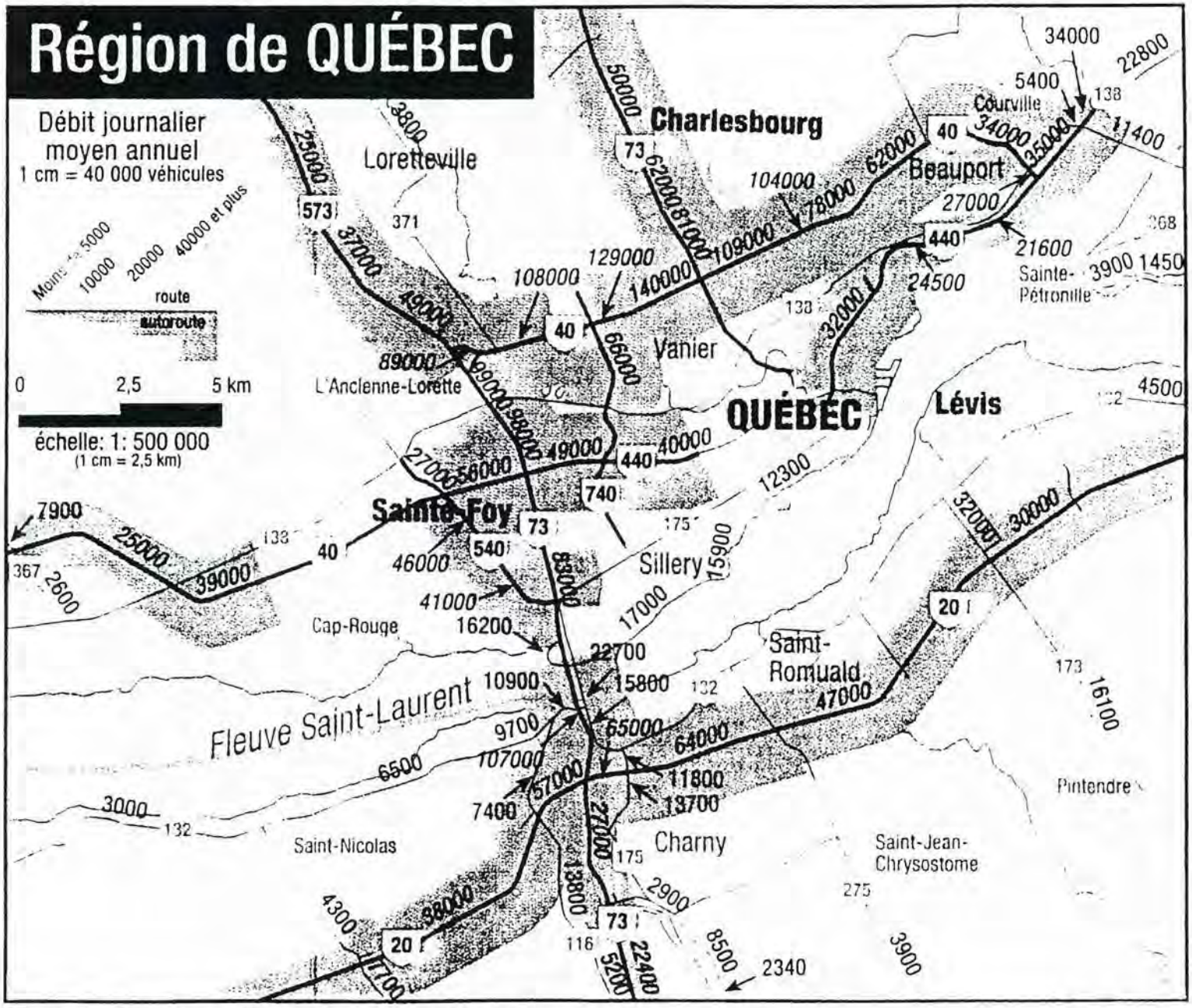


Figure 5.3

FIGURE 7.1 :
Simulation d'affectation
Volume bidirectionnel de période de pointe du matin, 1991

16 931 Réseau existant

(13 868) Réseau comprenant le nouveau lien interrives



Source : Débit de circulation journalier moyen annuel 1996 – Transports Québec

Figure 7.2

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
QTR A 262 016