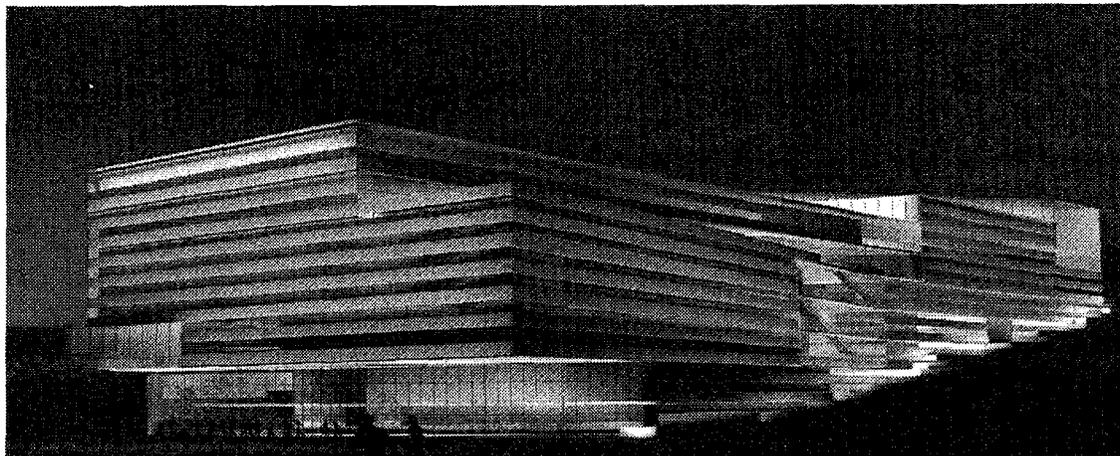
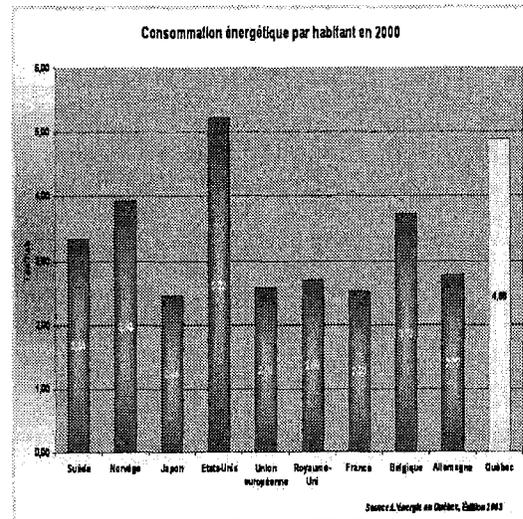
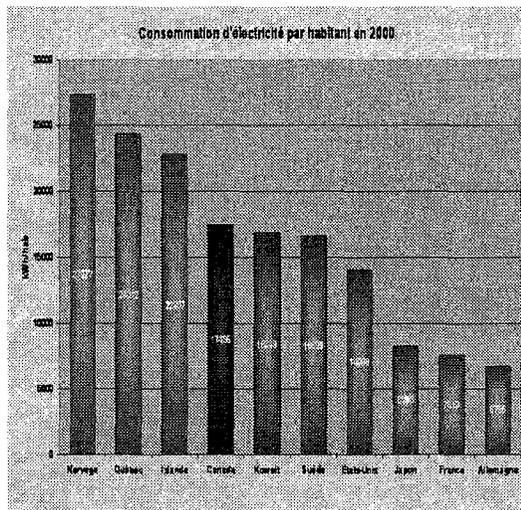


ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE

Dr M.BENHADDADI, Ph.D, Chargé de cours
Prof. G.OLIVIER, Ing., Professeur titulaire

MÉMOIRE SOUMIS À
LA COMMISSION DE L'ÉCONOMIE ET DU TRAVAIL DANS LE CADRE DE LA
CONSULTATION GÉNÉRALE SUR LE DOCUMENT :

LE SECTEUR ÉNERGÉTIQUE AU QUÉBEC – CONTEXTES, ENJEUX ET QUESTIONNEMENTS



Pavillon vert de l'École Polytechnique de Montréal certifié LEED

SOMMAIRE	2
1. "NOUVELLE" POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE	3
2. RÉORGANISER POUR PRIVATISER?.....	4
3. PRIX DE L'ÉLECTRICITÉ	5
4. ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. INTERFINANCEMENT ?	7
5. EXPORTATIONS D'ÉLECTRICITÉ.....	9
6. PROJETS DE HQP.....	11
7. LE THERMIQUE A-T-IL UN AVENIR AU QUÉBEC ?.....	12
8. 'SYNDROME' NORVÉGIO-QUÉBÉCOIS.....	13
9. ÉOLIEN - POUR UN NOUVEAU QUOTE-PART.....	17
10. IREQ	18
11. CONCLUSIONS	19

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS

La nouvelle politique énergétique du Québec doit non seulement garantir l'accès à l'énergie à prix concurrentiel mais aussi refléter la place de l'énergie comme source de richesse nationale. Notre prospérité dépendra pour beaucoup de notre aptitude à tirer le maximum de nos ressources énergétiques, fiables, abondantes et renouvelables.

Il est indéniable que le développement de nouvelles sources d'énergie, prioritairement hydroélectriques, mais aussi thermiques et un nouveau substantiel quote-part éolien pourrait notablement contribuer à faire face à la croissance des besoins en électricité du Québec dont le bien-fondé est admis et assurer ainsi la sécurité d'approvisionnement en électricité, d'une part, et améliorer la marge de manœuvre d'HQ, d'autre part.

Nous sommes d'avis qu'il est nécessaire de refléter sur le marché le véritable coût de l'électricité et que les bas tarifs actuels sont responsables du gaspillage et constituent, en plus, un frein au développement de sources d'énergies alternatives, comme l'éolien.

Il y a une tendance mondiale vers une plus grande utilisation du gaz naturel qui est particulièrement attractif pour le chauffage. Et, Hydro-Québec aurait certainement avantage à financer, partiellement ou intégralement, la conversion du chauffage remplaçant l'électricité par le gaz naturel. Ce débat n'est pas aussi prématuré que cela, même si pour l'heure qu'il est, l'idée est invendable pour les clients d'HQ. En attendant, l'urgence de l'heure est de faire admettre aux Québécois qu'à long terme, on ne peut exiger d'HQ de vendre de l'électricité à un prix inférieur aux coûts actuels de production.

Aujourd'hui, on dispose de quelques bribes d'informations sur les contrats secrets avec les alumineries (Alcoa, Alcan) et où on constate que malgré un prix d'électricité qu'on nous dit indexé sur les cours mondiaux d'aluminium, ces contrats à long terme ne sont pas forcément à l'avantage du Québec. Nous sommes d'avis qu'un bilan global et impartial des 'apports' de ces multinationales doit être fait avant toute éventuelle reconduction des contrats à terme. Pour ce qui est des éventuels nouveaux contrats, il y a lieu de s'assurer préalablement de l'installation des industries de transformation.

Par ailleurs, l'hydroélectricité permet d'emmagasiner de l'énergie sous forme de réserves d'eau en période de faible demande et de la revendre en période de pointe et tirer ainsi profit des variations horaires et saisonnières du prix de l'électricité sur les marchés extérieurs, ce qui revient à exploiter au maximum la complémentarité énergétique avec nos voisins et ajouter ainsi de la plus-value aux barrages hydroélectriques. Les activités de courtage d'HQP sont devenues une source importante de revenus; cette source peut être raffermie en offrant à HQP une meilleure marge de manœuvre.

Nous suggérons à la présente Commission d'initier une recommandation pour un nouveau quote-part éolien 4 000 MW. De plus, pour donner à l'éolien toutes les chances de réussir, il y a lieu d'exploiter les gisements avérés les plus propices.

Ce mémoire est le résultat de plusieurs centaines d'heures de réflexions, d'analyses et de discussions entre deux collègues; il n'engage pas la responsabilité de leur employeur.

1. "NOUVELLE" POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE

Dans son dernier avis sur la sécurité énergétique des Québécois à l'égard des approvisionnements électriques [7], la Régie de l'énergie a mis en évidence que le Québec ne dispose presque plus de marge de manœuvre et qu'un recours aux importations pourrait s'avérer inévitable. Il faut dire que l'année 2003 a été caractérisée par un déficit de 24 TWh d'apport en eau et des livraisons plus fortes que prévues de 7 TWh qui fait que l'électricité patrimoniale de 165 TWh a été souscrite deux ans avant la date initialement prévue dans le plan d'approvisionnement d'HQ. La réalité, plutôt amère, est que pour ces six dernières années, seule la centrale de 3 TWh de Sainte-Marguerite s'est ajoutée au parc de production. La Régie de l'énergie a envoyé un signal sans équivoque à ce propos, en mettant particulièrement en exergue que les ressources sont presque entièrement sollicitées "...à hydraulicité moyenne, HQ ne sera pas en mesure de répondre à la demande additionnelle...à faible hydraulicité, la situation est pire et HQ n'a aucune marge de manœuvre". On ne peut ignorer l'avis avisé de cette institution de contrôle dont on s'est dotés, au risque d'y perdre la sécurité et la crédibilité.

Mais l'été 2004 a été riche en rebondissements : les alumineries qui rechignent à s'engager dans de nouveaux investissements au Québec, HydroQuébec qui (re)découvre soudainement les vertus de l'éolien et de l'efficacité énergétique. Et, surtout, un acteur inattendu, Dame Nature (quand ce n'est pas Dieu tout court) qui se mêle de la partie en déversant sur le Québec durant l'été 2004 des pluies torrentielles qu'on n'a pas vues depuis belle lurette et qui ont permis de reconstituer une bonne partie des stocks (la presse québécoise avance le chiffre de +24 TWh).

À notre avis, l'apport providentiel de pluie dans les réservoirs d'HQ n'a pas chamboulé la donne énergétique du Québec et le nouveau sentiment de sécurité ne peut être utilisé pour maintenir le statu quo actuel. La politique énergétique ne peut s'accommoder juste à l'air du temps, au figuré comme au propre. Son principe directeur doit s'articuler autour de notre indépendance et sécurité énergétiques.

Il est indéniable que le développement de nouvelles sources d'énergie, prioritairement hydroélectriques, mais aussi thermiques et un nouveau substantiel quote-part éolien pourrait notablement contribuer à faire face à la croissance des besoins en électricité du Québec dont le bien-fondé est admis et assurer ainsi la sécurité d'approvisionnement en électricité, d'une part, et améliorer la marge de manœuvre d'HQ en assurant l'indépendance énergétique vis à vis des marchés extérieurs à court terme et en atténuant le coût en fine pointe, d'autre part.

La nouvelle politique énergétique du Québec doit non seulement garantir l'accès à l'énergie à prix concurrentiel mais aussi refléter la place de l'énergie comme source de richesse nationale. Notre prospérité dépendra pour beaucoup de notre aptitude à tirer le maximum de nos ressources énergétiques, fiables, abondantes et renouvelables. Nous jouissons d'un potentiel énergétique exceptionnel au cœur du plus grand marché mondial. Il nous revient de faire fructifier ce potentiel car on n'a pas le droit de s'en priver par des combats d'arrière-garde.

2. RÉORGANISER POUR PRIVATISER?

C'est en 1996 que le gouvernement du Québec adopta la Politique énergétique, avec en filigrane la confirmation d'Hydro-Québec comme pièce maîtresse d'une stratégie industrielle visant à faire du Québec une plaque tournante de l'énergie. Cette même année, fut créée la Régie de l'énergie, un organisme chargé de la régulation économique du secteur de l'énergie en vertu duquel toute modification des tarifs d'électricité pratiqués au Québec doit être soumise à son approbation. L'adoption, en l'an 2000, de la loi 116 a confirmé le mandat de la Régie en ce qui a trait à la distribution et au transport d'électricité, mais elle a soustrait du mandat de la Régie la production d'électricité par HQ. Cette loi a, par ailleurs, établi le concept d'électricité patrimoniale annuelle de 165 TWh (en réalité, 178.9 TWh avant pertes) réservée à la clientèle québécoise et dont le coût moyen est actuellement fixé à 2.79 ¢/kWh. Au-delà de ces 165 TWh, l'approvisionnement en électricité des clients québécois doit se faire au moyen d'appels d'offres conduisant à la conclusion de contrats avec des fournisseurs au prix du marché.

Ainsi, suite à la déréglementation du secteur de l'énergie et à l'instar de la plupart des entreprises nord-américaines du secteur de l'électricité, Hydro-Québec a été amenée à se restructurer par grand domaine d'activité: la production, le transport et la distribution. Cette restructuration correspond aux nouveaux modes de fonctionnement d'un marché davantage ouvert à la concurrence.

C'est ainsi que le Québec s'engagea dans le vaste mouvement de restructuration du marché nord-américain en ouvrant le réseau de transport et le marché de gros de l'électricité à la concurrence. Il y a lieu de noter que, si opportun, même l'ouverture du marché de détail pourrait être étudiée, comme le permet la Loi sur la Régie de l'énergie. Cette ouverture du marché québécois à la concurrence a permis l'obtention auprès de la Federal Energy Regulatory Commission (FERC) des États-Unis d'un permis de négociant en gros, ce qui permet à la filiale américaine d'HQP de négocier les transactions d'électricité non seulement à la frontière, mais aussi directement sur les marchés du sud-est étasunien.

Il va de soi que ce nouveau modèle organisationnel fait l'affaire de HQ en lui permettant de mieux cibler l'amélioration de l'efficacité de chacune de ses divisions. D'ailleurs, HQ a tiré profit de la restructuration des marchés de l'électricité en Amérique du Nord puisque l'entreprise a obtenu des augmentations des tarifs d'électricité au Québec (après que la clientèle québécoise eut bénéficié d'un gel tarifaire du 1^{er} mai 1998 au 1^{er} janvier 2004) et réalisé des ventes plus rentables hors Québec.

La privatisation d'Hydro-Québec, quarante ans après sa nationalisation, est revenue quelque peu sur le devant de la scène, en particulier avec la déréglementation du secteur énergétique. En tout cas, même si la question ne brûle pas par son actualité, le sujet n'est plus tabou.

Les détracteurs d'un secteur public fort arguent que la propriété publique de compagnies à l'image d'Hydro-Québec mène inévitablement à une utilisation inefficace des ressources. Ces mêmes détracteurs vont jusqu'à faire l'analogie avec les sociétés publiques russes et mexicaines. D'autres forces préfèrent que la maison Hydro-Québec soit davantage mise en ordre par le processus de déréglementation avant de la mettre sur l'étalage; en attendant, elles font miroiter la réduction de la dette publique du Québec grâce à une privatisation partielle des actifs ou la vente de 10 % de la société d'état...

Le semblant de débat actuel sur la possible privatisation d'HQ occulte le développement extraordinaire qu'a connu l'hydroélectricité au Québec grâce aux fonds publics. La viabilité de l'hydroélectricité, si évidente aujourd'hui, l'était beaucoup moins les années 70 quand ont été lancés, à coups de milliards, les grands barrages. C'est le secteur public qui a pris à son

compte tous les risques et le fruit de ce labeur ne peut être bradé, du jour au lendemain au plus offrant.

3. PRIX DE L'ÉLECTRICITÉ

Au Québec, le prix de l'électricité produite par les installations existantes (HQP), dite 'électricité patrimoniale' est fixé par la loi à 2.79 ¢/kWh auquel s'ajoute le coût du Transporteur (HQT) de 1.4 ¢/kWh et celui du Distributeur (HQD) de 1.3 ¢/kWh. Il y a lieu de souligner que les rendements de HQD et HQT sont définis par la Régie de l'énergie et que les prix ont été gelés de 1997 à 2003, ce qui correspond à une baisse des tarifs de plus de 10 % si l'on compte l'inflation.

Mais, au courant de l'année 2004, HQD a obtenu deux augmentations successives de 3 % et 1.4 %, de sorte que le prix moyen pour le secteur résidentiel est passé à 6,3 ¢/kWh, ce qui est relativement concurrentiel si on le compare aux prix pratiqués ailleurs en Amérique du Nord (Annexe 2). Arguant une augmentation des coûts d'approvisionnement et de ses frais financiers, HQD a demandé pour avril 2005 une augmentation de 2.7 %. Bien plus, dans le futur prix de l'électricité, HQD juge nécessaire de refléter le véritable coût de l'énergie, caractérisé par une très forte augmentation du prix du gaz et du mazout, ce qui peut laisser présager d'autres substantielles augmentations à venir jusqu'à approcher les tarifs d'électricité sur ceux des marchés voisins du Québec. Après tout, Hydro-Québec argue qu'elle est une entreprise commerciale qui vend sur le marché énergétique de plus en plus déréglementé un produit dont elle veut tirer le maximum de profit.

La majorité des experts québécois sont unanime pour dire qu'il est nécessaire de refléter sur le marché le véritable coût de l'électricité et que les bas tarifs actuels sont responsables du gaspillage et constituent, en plus, un frein au développement de sources d'énergies alternatives comme l'éolien. Ainsi, selon certains, l'augmentation des tarifs serait même à l'avantage de la société québécoise puisque l'argent supplémentaire amassé pourrait servir à réduire la dette publique, à financer les besoins criants en santé et éducation, améliorer l'état des infrastructures routières, ...

Si l'augmentation demandée par HQD est approuvée, elle donnerait une hausse combinée du prix de l'électricité de 7.1 % en moins de deux années, ce qui est nettement supérieur à l'inflation. Mais, si l'on considère cette dernière décennie, ces prix ont augmenté moins rapidement que l'indice des prix à la consommation et, surtout, beaucoup moins rapidement que les prix du gaz et mazout de sorte qu'aujourd'hui le chauffage électrique revient à 30 à 50 % moins cher. Par ailleurs, comme notre rapport déposé à la Régie l'a montré [2], nous sommes d'avis que les substantielles augmentations du prix du gaz de ces trois dernières années sont structurelles et non conjoncturelles : elles sont là pour rester et le prix actuel du pétrole, stable autour de sa valeur élevée et sur lequel est quelque peu indexé celui du gaz, peut confirmer cet état de fait.

Les groupes de défense des consommateurs jugent la demande d'HQD injustifiée, surtout que l'entreprise fait des profits records d'année en année et que la hausse pénalise en premier lieu les ménages à faible revenu. De plus, Hydro-Québec s'est mis à dos, de nouveau, une bonne partie de la population en révélant, malgré elle, que le coût moyen de production de l'électricité à la Baie-James (près de 40 % de la consommation québécoise) n'est que de 1,58 ¢/kWh!!! et qu'il risque encore de...baisser avec la dérivation de la rivière Rupert qui passera désormais par six centrales. Pour éviter que la hausse possible du prix de l'électricité ne pénalise particulièrement les ménages à faible revenu, il appartient au gouvernement du

Québec de prévoir des mécanismes de redistribution de la richesse constituée. Il va de soi que ce mécanisme ne peut être spécifique à ceux qui se chauffent à l'électricité.

Par ailleurs, grâce aux pluies diluviennes de cet été, HQ a retrouvé sa marge de manœuvre qui a permis à sa division Production (HQP) de soumissionner à deux appels d'offres de court terme de sa division Distribution (HQD) sur le marché québécois, soit fournir à HQD:

- 0.8 TWh, entre janvier et avril 2005, à raison de 8.7 ¢/kWh,
- 0.9 TWh, entre mai et septembre 2005, à raison de 6.9 ¢/kWh.

Certains analystes concluent que HQ se vend à elle-même de l'électricité à un prix trois fois plus élevé que les 165 TWh d'électricité patrimoniale vendues à 2.79 ¢/kWh, ce qui peut sembler aberrant. Pourtant, à y regarder de plus près, c'est la réalité du prix des nouvelles sources d'énergie qu'il y a lieu de faire émerger. Dans les deux appels d'offre, la soumission de HQP a été retenue au même titre que les six autres soumissions concurrentes...

Il est évident que Hydro-Québec n'a plus de surplus énergétique à écouler et que les nouvelles sources à développer ont des coûts nettement plus élevés, comme témoignent les deux soumissions ci-dessus. Tout comme il est évident qu'il y a une tendance à la hausse des coûts de l'énergie à l'échelle mondiale. Dans un marché énergétique nord-américain de plus en plus déréglementé, indéniablement, le prix du kWh d'électricité à Montréal ne peut rester très longtemps aussi bas par rapport à celui des marchés limitrophes. Même si son actionnaire unique est le ministère des finances du Québec, Hydro-Québec est avant tout une entreprise commerciale qui vend un produit qui est de plus en plus, du fait de la déréglementation, assujéti aux lois du marché.

Par ailleurs, il y a une tendance mondiale vers une plus grande utilisation du gaz naturel qui est particulièrement attractif pour le chauffage. Or, au Québec, du fait de la politique énergétique des années 80 qui s'employait à écouler les surplus énergétiques, aujourd'hui, plus de 70 % des ménages se chauffent à l'électricité. Indéniablement, seule l'augmentation du prix de l'électricité rendrait ses lettres de noblesse au chauffage thermique au gaz, beaucoup plus efficace que le chauffage électrique. Et, Hydro-Québec aurait certainement avantage à financer partiellement ou totalement la conversion du chauffage remplaçant l'électricité par le gaz naturel car elle pourrait récupérer une partie de l'électricité vendue à 2.79 ¢/kWh et la revendre à un prix triple sur les marchés convoités des États-Unis et de l'Ontario. De plus, comme le montre le tableau ci-dessous, HQ serait en mesure de récupérer une partie importante de sa puissance installée dont plus du tiers est réquisitionné par le chauffage électrique. Ce débat n'est pas aussi prématuré que cela, même si pour l'heure qu'il est, l'idée est invendable pour les clients d'HQ. En attendant, l'urgence de l'heure est de faire admettre aux Québécois qu'à long terme, on ne peut exiger d'HQ de vendre de l'électricité à un prix inférieur aux coûts actuels de la production.

Source: Régie de l'énergie

	Part des besoins (MW)	Part des besoins (en %)
Chauffage domestique et agricole	9 550	27.9
Chauffage général et institutionnel	3 220	9.4
Bi-Energie	540	1.6
Eau chaude domestique et agricole	1 510	4.4
Industriel PME	1 690	4.9
Industriel Grandes entreprises	7 500	21.9
Autres	10 200	29.8
Total	34 200	100

4. ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. INTERFINANCEMENT ?

Le secteur industriel grandes entreprises a consommé, en 2003, plus de 60 TWh [7] dont 35 TWh au tarif L. Ce tarif préférentiel L s'adresse aux clients dont la puissance minimale installée est de 5 MW avec des primes de dépassement en hiver. La majorité des contrats souscrits arrivent à échéance dans une décennie et les multinationales (Alcan, Alcoa,...) commencent déjà à faire du lobbying pour que les conditions plus qu'avantageuses qui leur sont octroyées soient reconduites. Par ailleurs, un regard furtif sur les augmentations futures de la demande d'électricité au Québec [7] montre des besoins supplémentaires de l'ordre de 20 TWh d'ici 2011, dont 12 TWh occasionnés par le secteur industriel grandes entreprises.

Les clients industriels trouvent tout à fait normal qu'un prix avantageux leur soit consenti et, cela, pour trois raisons :

- la 1^{ère} est due aux coûts de distribution plus réduits car cela coûte moins cher de livrer une grande quantité d'électricité à un même client que de plus petites quantités à plusieurs clients,
- la 2^e est que pour le secteur industriel, l'électricité est une ressource qui va permettre de générer de la richesse en fabriquant des produits à plus forte valeur ajoutée. C'est ainsi que par ses exportations, le secteur manufacturier se targue de générer pas loin de 70 cents par kWh consommé,
- la 3^e est que, du fait de l'actuelle structure économique du Québec, l'état doit continuer à confier à HQ la mission de développement économique et régional qu'elle concrétise en garantissant aux entreprises industrielles un approvisionnement en électricité fiable et à prix préférentiel.

Aujourd'hui, on dispose de quelques bribes d'informations sur les contrats secrets où on constate que malgré un prix d'électricité qu'on nous disait indexé sur les cours mondiaux d'aluminium, ces contrats à long terme ne sont pas forcément à l'avantage du Québec (et encore moins de celui de HQ) mais font plutôt la part belle aux grandes industries énergivores. Or une bonne partie de ces contrats arrivent à échéance dans moins de dix ans et une certaine guerre des positions commence déjà à se dessiner. Ainsi, Alcoa, avec ses 17 TWh consommés, veut non seulement que ses droits hydrauliques sur la rivière du Manicouagan soient renouvelés et que les tarifs plus que préférentiels maintenus, mais demande rien de moins que l'abrogation de la loi qui octroie à Hydro-Québec le monopole du développement des centrales hydroélectriques de plus de 50 MW. Alcoa argue pour cela que l'ouverture souhaitée du marché de détail permettrait l'émergence de la concurrence et de plus bas prix pour les consommateurs. Or, les coûts à la marge sont nettement supérieurs aux tarifs actuels de l'électricité, à moins que Alcoa ait à l'esprit de vendre l'électricité au consommateur étasunien, auquel cas il est souhaitable de le préciser. Nous sommes d'avis qu'un bilan global et impartial des 'apports' de ces multinationales doit être fait avant toute éventuelle reconduction des contrats à terme. Pour ce qui est des éventuels nouveaux contrats, il y a lieu en plus, de s'assurer préalablement de l'installation des industries de 2^e et 3^e transformation.

Le tableau de la figure ci-dessous montre que les entreprises industrielles sont, de loin, les plus grandes consommatrices d'énergie, avec plus de 43 %. De plus, avec un prix moyen de 3.8 ¢/kWh, elles paient nettement moins cher leur électricité que le secteur résidentiel. Le tableau donné en Annexe 1 montre clairement que les tarifs octroyés par HQ au secteur industriel est ce qu'il y a de meilleur en Amérique du Nord et ces entreprises ne peuvent se targuer de financer le secteur résidentiel.

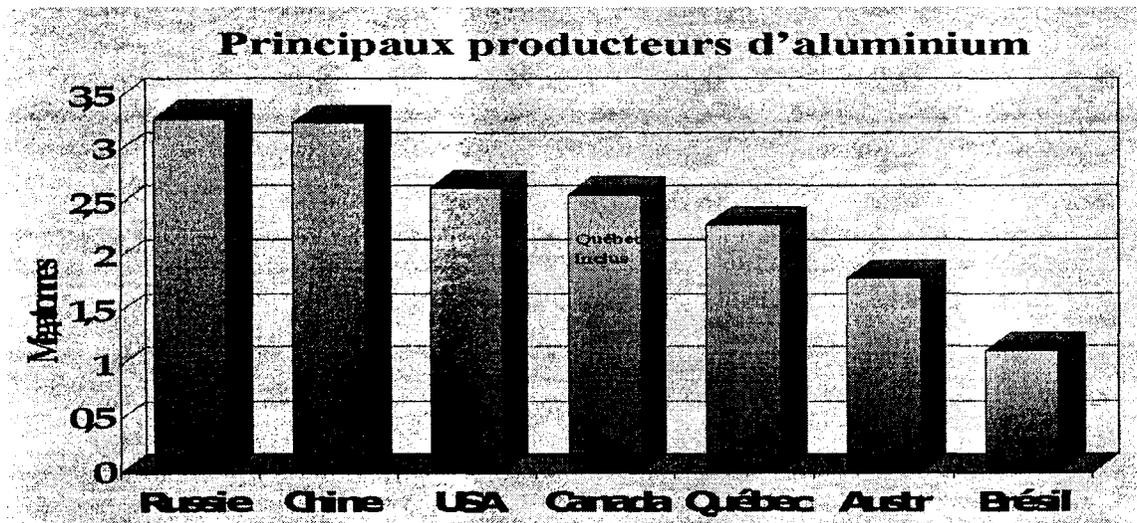
ventes par secteur de consommation en 2003

	Part des ventes (TWh)	Part des ventes (en %)
Domestique & Agricole	55.3	33.8
Général et Institutionnel	31.9	19.4
Industriel PME	10.7	6.5
Industriel Grandes entreprises	61.4	37.4
Autres Secteurs	4.9	3
Total	164.3	100

Source: Régie de l'Énergie

Par ailleurs, nous nous inscrivons en faux avec l'affirmation selon laquelle le prix moyen payé en 2003 par les 200 alumineries à travers le monde pour produire 25 millions de tonnes d'aluminium soit de 30 % inférieur au tarif L québécois. Il nous semble que ces chiffres ont été produits sans vérification préalable, eu égard à la figure ci dessous et aux explications qui suivent:

- les deux plus gros producteurs d'aluminium au monde (Russie-Chine) connaissent une croissance économique très élevée, ce qui a créé une demande accrue d'électricité et un renchérissement des prix,
- Le 3^e producteur mondial (États-Unis) a connu ces dernières années, suite à la déréglementation du secteur, une hausse sans précédent des coûts de l'énergie électrique, y compris dans le secteur industriel grandes entreprises.
- Ces trois pays, pris ensemble, représentent plus du tiers de la production mondiale et leurs tarifs industriels ne sont pas meilleurs que le tarif L...



5. EXPORTATIONS D'ÉLECTRICITÉ

Le gouvernement actuel du Québec pense qu'il est assis sur une mine d'or bleu (hydroélectricité) qu'il suffit d'exploiter au maximum pour s'enrichir autant que le fait la province de l'Alberta avec son or noir (pétrole). Il faut dire aussi que l'idée en soi de développer plus massivement l'hydroélectricité est plus que noble et que les gouvernements successifs du Québec en avaient déjà fait leur cheval de bataille dans des passés récents et lointains. La réalité, plus amère, est que pour ces six dernières années, seule la centrale de 3 TWh de Sainte-Marguerite s'est ajoutée au parc de production, alors que pour la seule année 2003, le marché québécois a nécessité 7 TWh de plus que prévu.

Bien plus, à l'automne 2004, HQ était encore un importateur net d'électricité avec un déficit dans sa balance de 1.2 TWh. Même si, eu égard à la pluviométrie exceptionnelle de cet été, les prévisions pessimistes d'HQ nous semblent plus qu'improbables, force est d'admettre qu'HQ n'a presque plus de marge de manœuvre naturelle. En réalité, HQ a acheté massivement sur les marchés limitrophes pour laisser l'eau s'accumuler et ainsi reconstituer ses réserves, d'une part, et se donner les moyens de choisir le moment propice pour exporter à un prix nettement plus élevé, d'autre part.

Par ailleurs, l'hydroélectricité permet d'emmagasiner de l'énergie sous forme de réserves d'eau en période de faible demande et de la revendre en période de pointe et tirer ainsi profit des variations horaires et saisonnières du prix de l'électricité sur les marchés extérieurs, ce qui revient à exploiter au maximum la complémentarité énergétique avec nos voisins et ajouter ainsi de la plus-value aux barrages hydroélectriques. Les chiffres rendus publics par HQ lors des auditions de la Régie sont éloquentes à ce sujet : juste pour 2003, l'électricité achetée par HQ est revenue au prix moyen de 4.47 ¢/kWh, celle vendue à 8.83 ¢/kWh. Qui plus est, si on tient compte de l'absence de frais de distribution dans l'électricité exportée, la différence de prix serait encore plus accentuée. Sauf que, faute de "coussin", la quantité d'énergie négociée a été relativement faible, voire dérisoire par rapport à ce qu'elle aurait pu être et ce qu'elle était dans un passé récent. Au nom de quelle logique allons-nous nous priver de ce juteux marché?

Source: HQ

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Importations (TWh)	4.555	4.398	4.716	4.898	3.265	5.659
Exportations (TWh)	10.402	14.663	15.116	11.366	13.237	7.106
Courtage financier (TWh)	0.062	1.348	0.911	0.857	?	5.159

Année	2001	2002	2003	2004*
Importations (TWh)	4.9	3.26	5.66	1.21
Coût (M\$)	285	122	253	59
Coût du kWh (¢/kWh)	5.82	3.74	4.47	4.90
Exportations (TWh)	15.5	15.9	9.61	1.23
Coût (M\$)	1132	1094	849	103
Coût du kWh (¢/kWh)	7.30	6.88	108.83	8.38
Sortie nette des réservoirs (TWh)	10.6	12.64	3.96	0.024
Coût (M\$)	847	972	596	44
Coût du kWh (¢/kWh)	8.00	7.69	15.07	18.33

* L'année 2004 ne porte que sur les mois de janvier et février

En bout de ligne, même si ces dernières années ces exportations nettes ne représentent qu'une part restreinte de l'électricité d'HQ, elles n'en constituent pas moins une part appréciable de ses bénéfices. Ceci est attribuable à l'ouverture à la concurrence des marchés de gros dans le nord-est américain, ce qui a induit une substantielle augmentation des prix, d'une part et favorisé l'hydroélectricité d'HQ, d'autre part.

Par ailleurs, suite à d'innombrables déconfitures de sa filière thermique nucléaire dont plusieurs centrales sont en arrêt prolongé depuis 1997, l'Ontario connaît un grand déficit d'électricité qui est comblé en recourant davantage aux importations chez les États-Unis. De plus, cette province a fait élire un gouvernement libéral avec, à la clef, la promesse de fermer à terme les centrales au charbon les plus polluantes. Incontestablement, il y a là pour le Québec de très bonnes perspectives d'affaires.

Ces dernières années, ce qui caractérise particulièrement les activités commerciales outre frontière d'HQ, c'est que HQP participe activement aux marchés de courtage de l'énergie dans le nord-est étasunien. Cette activité de courtage va de l'achat d'électricité à des fins de revente et inclut des transactions d'arbitrage de prix à l'intérieur des marchés. La division optimise ainsi son activité de courtage de manière continue, ce qui lui permet la valorisation de ses actifs hydroélectriques. À titre d'illustration, comme le montre le tableau ci-dessus, les activités de courtage d'HQP sont devenues si importantes qu'en 2003, elles lui ont permis de doubler le prix du kWh sorti des réservoirs pour les marchés extérieurs!!!

Or, jusqu'en 2008-2009, HQ sera très serrée en énergie, ce qui va limiter considérablement le niveau des sorties nettes des réservoirs pour exportation. L'achat et la revente d'énergie seront optimisés de manière à assurer la plus forte contribution possible au bénéfice d'exploitation de l'entreprise. Ce n'est que vers 2010 que HQ pourrait retrouver de nouveau une marge de manœuvre qui lui permettrait d'exporter des quantités appréciables d'électricité.

6. PROJETS DE HQP

Conformément à son *Plan stratégique 2004-2008*, c'est plus de 10 TWh que HQP va ajouter à sa capacité de production annuelle. Au-delà de l'horizon du *Plan stratégique 2004-2008*, HQP travaille au développement de plusieurs projets hydroélectriques, dont la production ne sera disponible qu'après 2008. Au préalable, ces projets devront satisfaire les trois conditions légendaires: rentabilité, acceptabilité de leur impact environnemental et accueil favorable par les communautés autochtones.

Nonobstant l'intérêt de l'ensemble de ces projets hydroélectriques, nous croyons fort d'à-propos de nous attarder sur deux projets, vu l'intérêt particulier qu'ils présentent :

- le projet de la centrale Eastmain-1-A et de la dérivation Rupert a déjà fait l'objet d'entente avec les communautés locales et se caractérise par une rentabilité attendue particulièrement élevée. la dérivation de la rivière Rupert fera que son eau transitera par six centrales /Eastmain 1 et 1-A, La Grande 1 et 2, Robert Bourassa, Sarcelles/, ce qui veut dire aussi que le coût de production à la Baie-James va encore baisser car "la même eau serait turbinée six fois" (dixit: la porte-parole de HQ). Or, dans l'étude d'impact sur l'environnement pour faire approuver son projet Eastmain-1-A dérivation Rupert, Hydro-Québec a reconnu que pour 2004 et pour les centrales La Grande 1 et 2 et Robert Bourassa (soit le quart de la production québécoise), le coût actuel de production de

l'électricité est de 1.39 ¢/kWh!!! Pour ce projet-là, il y a vraiment de quoi pavoiser. Il y a lieu de veiller à ce qu'il n'accuse pas des retards injustifiés dans sa mise en service.

- L'autre projet qui mérite une attention particulière se situe dans la province de Terre-Neuve et Labrador où deux sites totalisant près de 3 000 MW sont susceptibles d'être développés. Ces sites peuvent présenter une rentabilité avérée et Hydro-Québec a manifesté son intérêt pour ces sites du Bas-Churchill en déposant une offre en 2002. Mais, échaudée par l'entente conclue à des conditions plus qu'avantageuses pour le Québec dans le complexe Churchill Falls (5400MW) que HQ exploitera encore jusqu'en...2041, Terre-Neuve veut obtenir cette fois-ci de bien meilleures conditions. À cet effet, ils ont lancé un appel d'offres aux investisseurs internationaux car il se dessine que Terre-Neuve essaye de se passer du Québec pour acheminer l'électricité vers le marché du sud-est américain. Pourtant, du point de vue technico-économique, pour acheminer éventuellement cette électricité vers les marchés du nord-est américain, le meilleur chemin reste incontestablement le...Québec. Cette donne, conjuguée au fait que dans ce genre de méga-projet il y a une solution gagnant- gagnant, HQ peut la fructifier pour peu que, d'un côté, l'ego soit mis de côté et que, de l'autre, l'amertume soit (dé)passée.

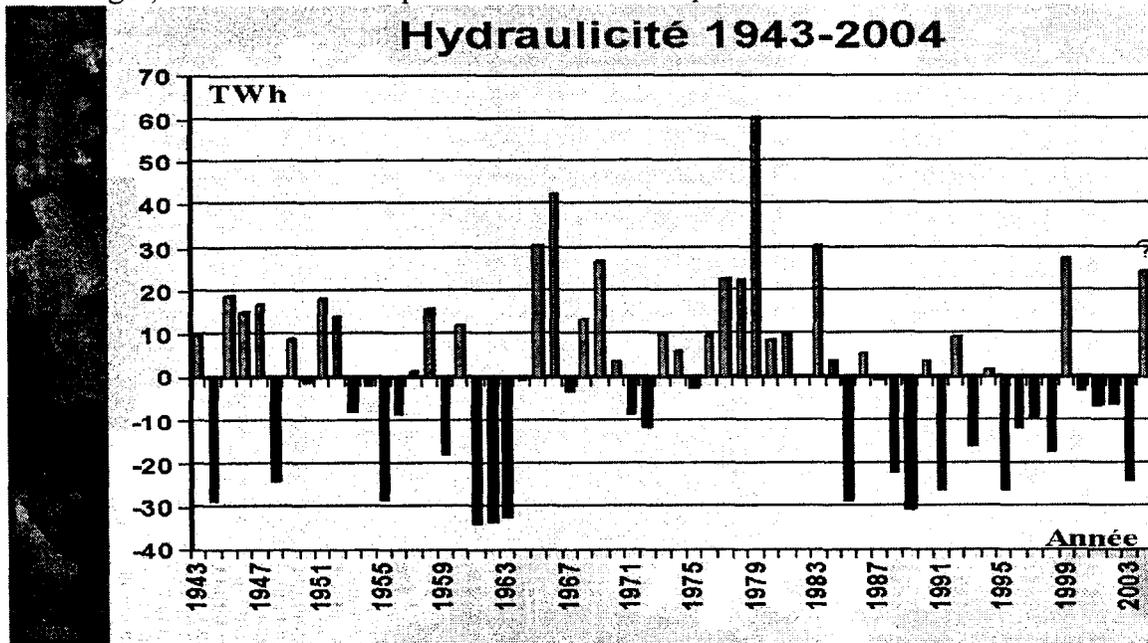
7. LE THERMIQUE A-T-IL UN AVENIR AU QUÉBEC ?

À moyen comme à long terme, le Québec va continuer à tirer la quasi totalité de son électricité à partir de ses ressources hydriques. Une place plus substantielle va être donnée à la filière éolienne. Dans ce contexte, est-ce qu'il y aurait encore de la place pour le thermique?

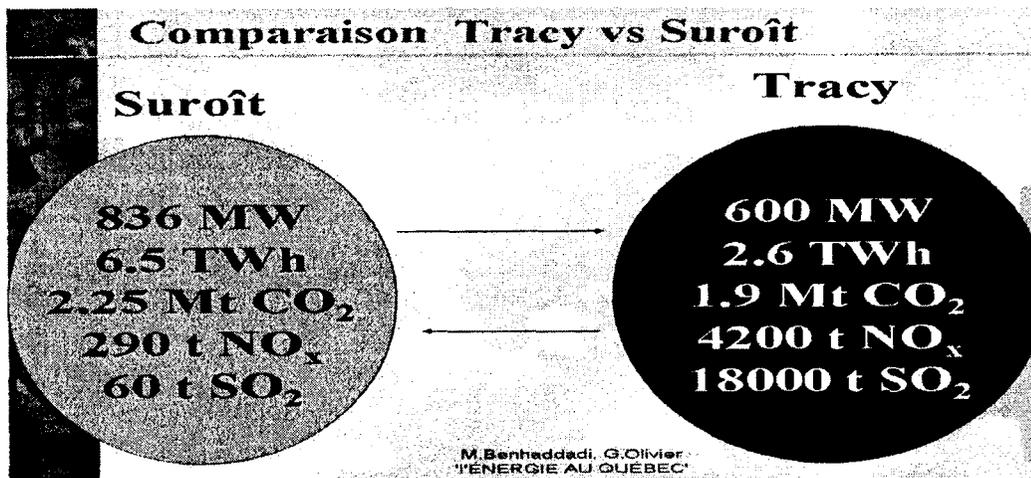
Pour donner une réponse technique à cette question, considérons ce que pourrait être l'apport de cette filière:

- *Diminuer le risque relié à l'hydraulicité.* Ici, comme le montre la figure de la page suivante, ce qui est fondamental à considérer, c'est que sur la base des données de ces 6 dernières décennies et avec une production hydroélectrique moyenne de l'ordre de 190 TWh, l'écart-type a été de 20 TWh. Qui plus est, au cours de ces deux dernières décennies, ces apports ont été pour 80 % du temps inférieurs à la moyenne, comme on peu le constater sur la figure ci-dessous. Ce qui a fondamentalement changé et mérite d'être médité, c'est qu' Hydro-Québec n'est plus en mesure de faire face à une faible hydraulicité prolongée. Il est incontestable que la filière thermique peut aider à faire face à la croissance des besoins en électricité du Québec dont le bien-fondé est admis et assurer ainsi la sécurité d'approvisionnement en électricité des québécois.
- *Ajouter de la plus-value aux barrages hydroélectriques.* Le principe étant d'emmagasiner de l'énergie sous forme de réserves d'eau en période de faible demande et de la revendre en période de pointe et tirer ainsi profit des variations horaires et saisonnières du prix de l'électricité sur les marchés, ce qui revient à ajouter de la plus-value aux barrages hydroélectriques.

- *Meilleure localisation.* Les centrales thermiques peuvent être disposées près des charges, réduisant ainsi les pertes et coûts de transport.



- *Pollution réduite.* Les nouvelles centrales à gaz sont beaucoup moins polluantes que les anciennes.   titre d'illustration, la défunte centrale   cycle combiné du Suroît a un taux réduit d'émissions de gaz à effet de serre (GES) de 346 t/GWh, alors que la moyenne des centrales thermiques canadiennes est de 657 t/GWh. Plus près de chez nous, le même Suroît a un taux d'émission deux fois plus réduit que la centrale thermique de Tracy (qui brûle du mazout lourd à forte teneur en soufre). Les chiffres connus sont éloquents : en 2003, au lieu des 300 heures prescrites, cette centrale a fonctionné 11 mois sur 12 et pour une énergie générée 2.5 inférieure, elle a pollué presque autant que ne le ferait éventuellement le Suroît.   tout point de vue, le Québec aurait gagné en fermant cette centrale et en autorisant Suroît, comme on peut le voire sur la figure ci-dessous.



- *Autres avantages.* Il est admis que la filière thermique peut aussi : améliorer la marge de manœuvre d'HQP en assurant l'indépendance énergétique vis à vis des marchés extérieurs à court terme, en atténuant le coût en "fine pointe", en réduisant l'impact des importations sur la congestion aux interconnexions, en atténuant les risques de retard appréhendé dans la mise en service de projets hydroélectriques, en atténuant l'impact de la fermeture appréhendée pour travaux de la centrale thermique nucléaire de Gentilly 2, en améliorant les critères de sécurité des composantes d'HQ...

En tenant compte des arguments ci-dessus énumérés, nous sommes d'avis que la filière thermique peut avoir sa place comme ressource d'appoint, surtout eu égard au fait que HQ va se trouver, longtemps durant, serrée en puissance et en énergie.

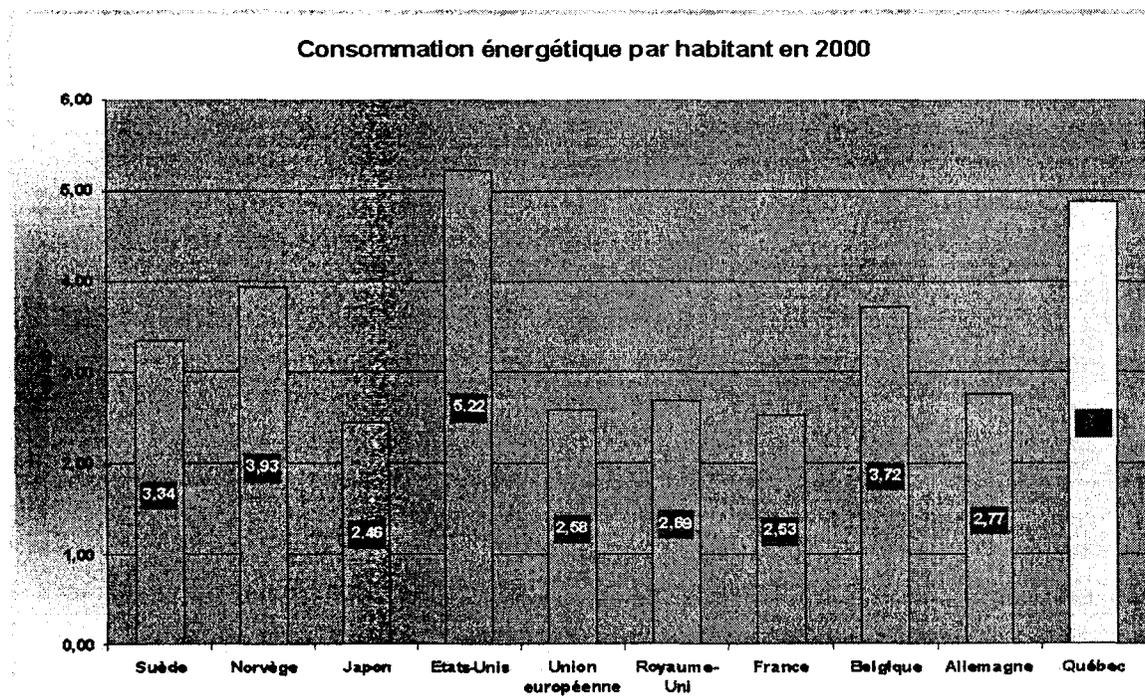
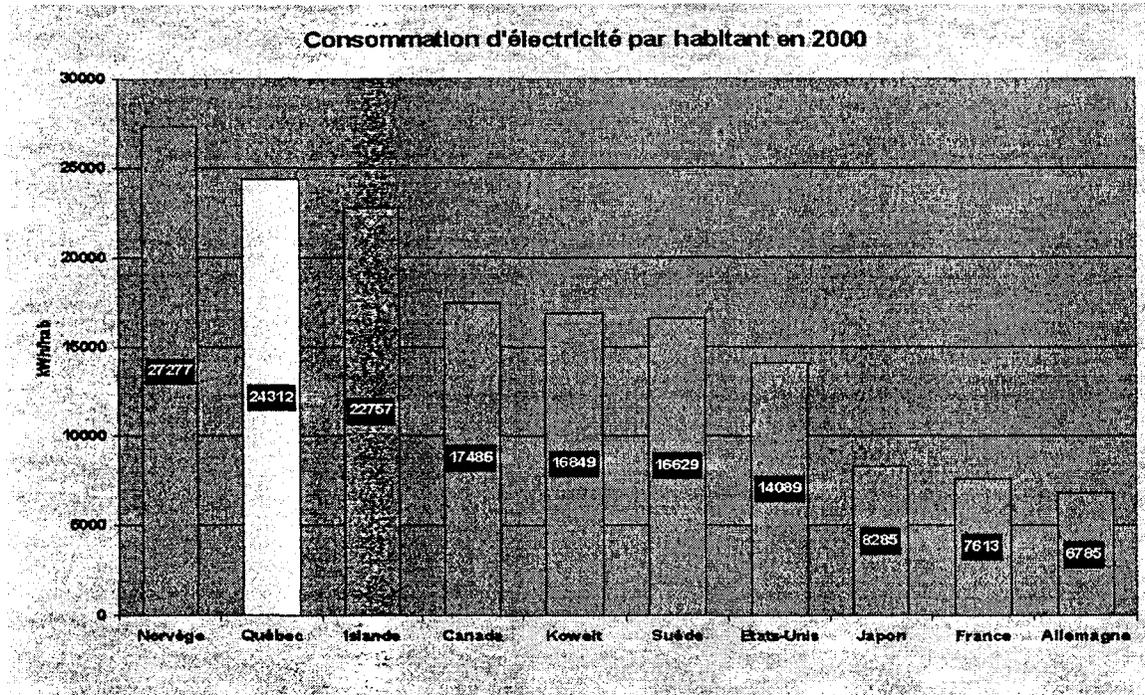
8. 'SYNDROME' NORVÉGIO-QUÉBÉCOIS

S'il y a un endroit au monde avec lequel le Québec pourrait se comparer, ce serait bien un seul pays nordique, la Norvège

- En Norvège, 99,4 % de l'électricité est d'origine hydraulique contre 97 % pour le Québec,
- Avec 27 000 kWh/h (par habitant et par an), ils sont les plus grands consommateurs d'énergie électrique au monde et nous, nous sommes juste derrière avec 24 500 kWh/h,
- C'est le pays qui au monde utilise le plus l'électricité comme source d'énergie avec près de 52%, et nous, nous sommes juste derrière avec 41.5 %,
- La Norvège est l'un des pays où l'électricité est la moins chère au monde et nous, nous sommes juste devant,
- Tout comme nous, c'est l'un des rares pays où on se chauffe massivement à l'électricité,
- Tout comme nous, leur demande de pointe est particulièrement élevée en hiver.

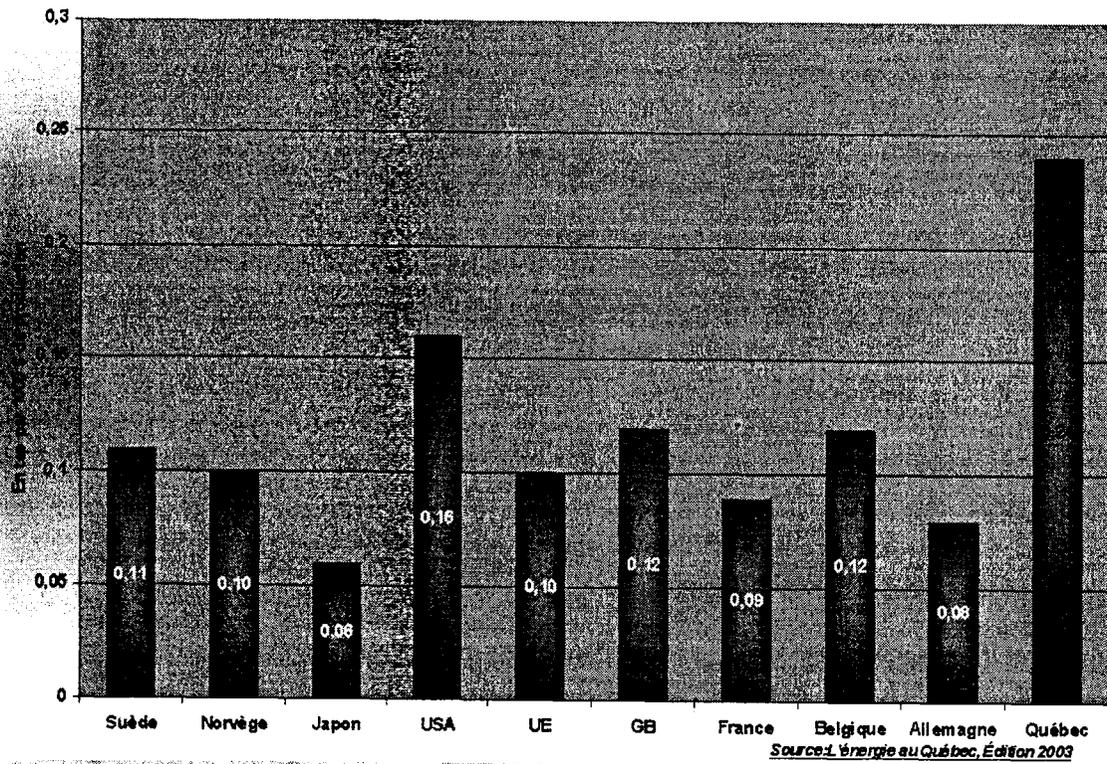
La grande différence avec nous est que la Norvège possède d'immenses réserves de pétrole et de gaz mais, "*avant-gardistes*" qu'ils sont dans le domaine de la protection de l'environnement, ils n'ont pas de centrales thermiques. Sauf que le luxe énergétique norvégien est tel que certains trottoirs d'Oslo sont chauffés en hiver avec de l'électricité dont une partie est importée de Suède dont les centrales thermiques tournent avec du gaz et du mazout...norvégien!!!

L'autre différence, pour l'instant, est que la Norvège est tributaire des importations pour 10 % de son électricité, dépendance qui a augmenté avec la mauvaise hydraulité de ces dernières années. Pour y remédier, le gouvernement norvégien, après tergiversation, a autorisé le développement d'une centrale thermique au gaz de 400 MW dont les travaux ont commencé en 2004; une 2^e centrale de 800 MW est prévue pour 2009. Pour les autres centrales thermiques à gaz projetées dans le long terme, le gouvernement conditionne leur construction à l'obtention préalable par les promoteurs de droits d'émissions de gaz à effet de serre.

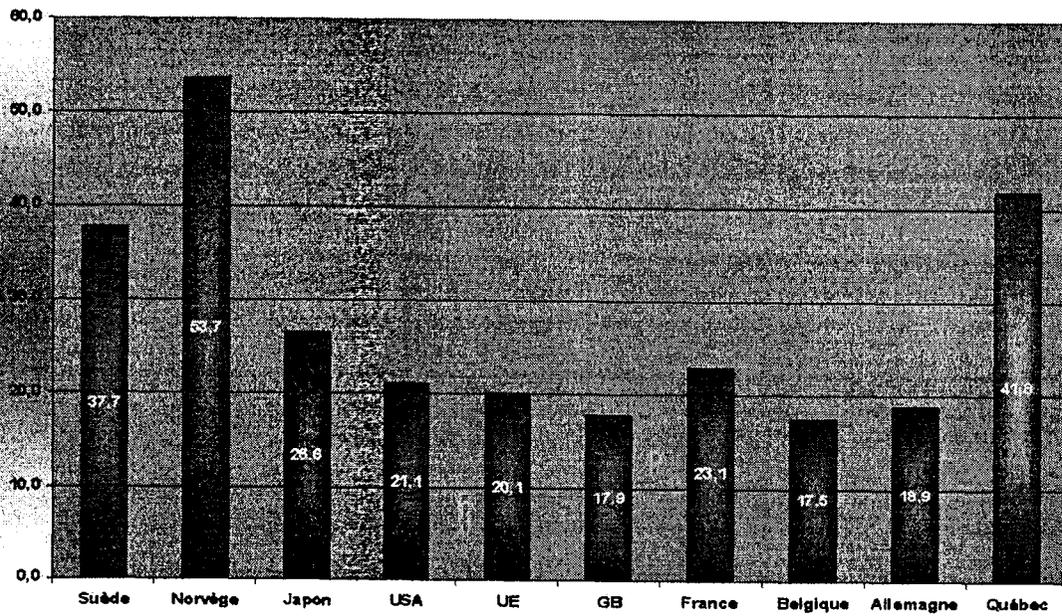


Source: L'énergie au Québec, Édition 2003

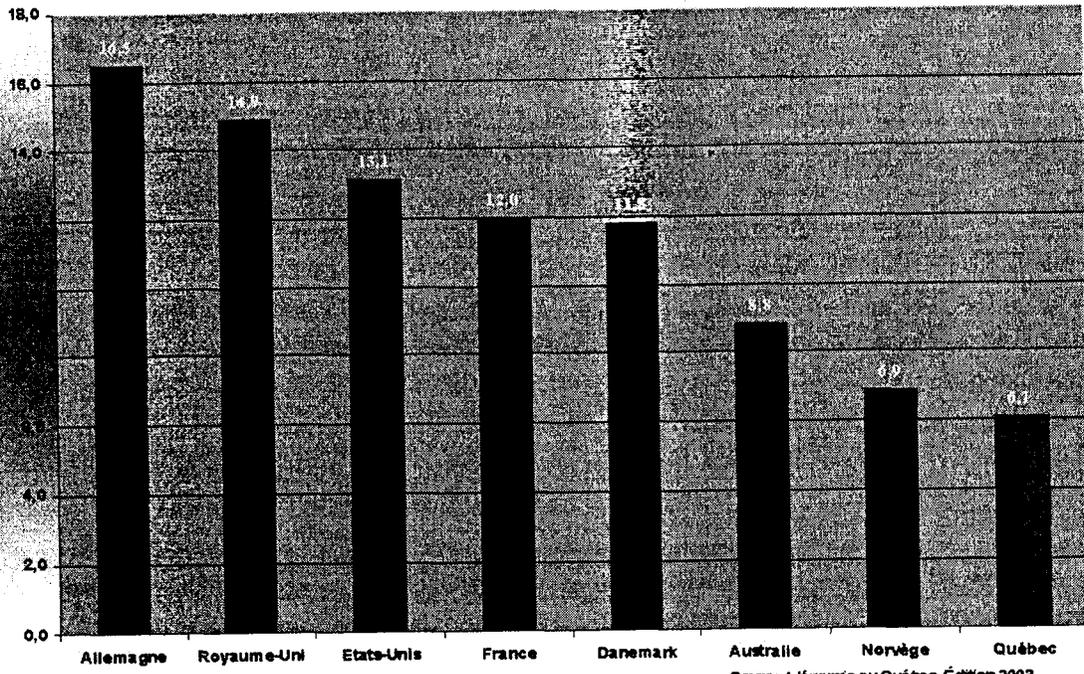
La consommation énergétique par unité de production en 2000



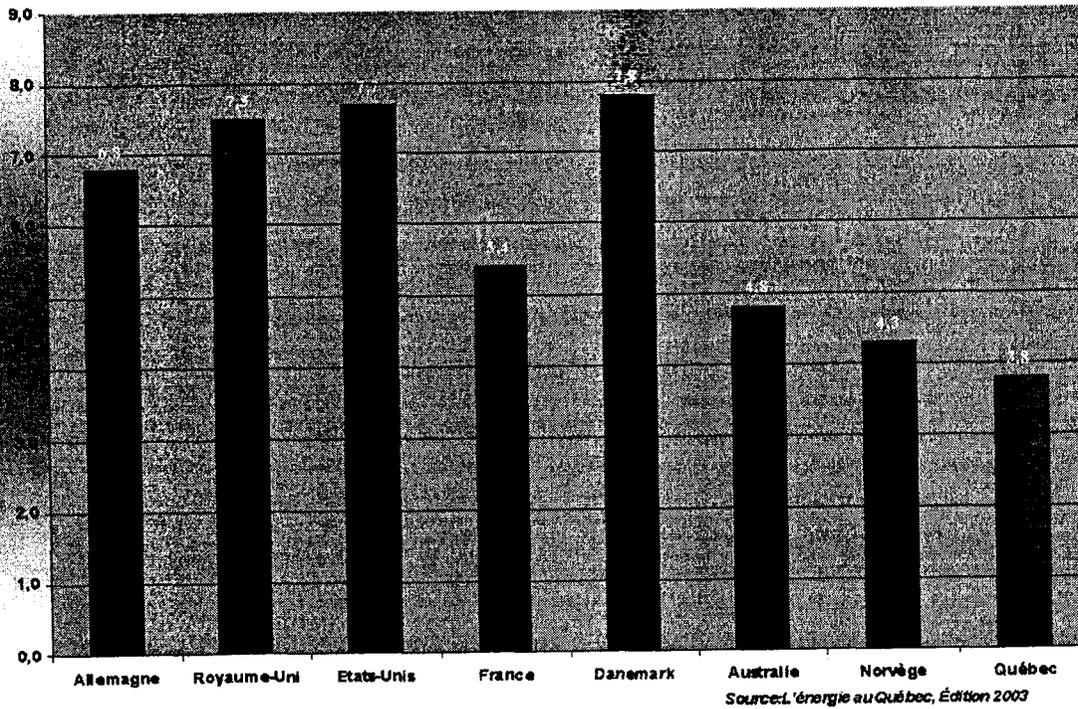
Part de l'électricité dans le bilan énergétique en 2000



Prix de l'électricité résidentielle en 2001



Prix de l'électricité Industrielle en 2001



9. ÉOLIEN - POUR UN NOUVEAU QUOTE-PART

Le soutien au développement de l'éolien ne doit pas être conjoncturel ou tactique du genre "oui à l'éolien, comme rempart pour éviter tout projet thermique". C'est une filière de plus en plus mature dans laquelle il y a lieu d'avoir définitivement foi. Le coût de production du kWh d'énergie éolienne a connu une baisse drastique et, à court et moyen terme, il serait de plus en plus attractif par rapport aux autres technologies énergétiques.

Il faut dire que faute d'étude approfondie et détaillée, nous ne connaissons pas encore avec suffisamment de précision notre véritable potentiel éolien mais, toutes les études préliminaires s'accordent pour le qualifier d'exceptionnel. La dernière (et non la moindre) en date dévoilée lors des auditions de la Régie a mis en évidence un potentiel de 101 400 MW de puissance en considérant juste les sites situés à 25 km des lignes existantes et avec des vitesses de vent de 7 m/s. Il y a déjà de quoi pavoiser!

Il faut spécifier que ceci est le potentiel technique car le potentiel économiquement viable, n'est pas encore élucidé, même si Environnement Canada compte élaborer incessamment un atlas éolien complet du Canada. Néanmoins, il y a déjà des signes avant-coureurs qui montrent l'intérêt exceptionnel du potentiel québécois. En effet, suite à l'appel d'offre lancé par HQD pour la réalisation, entre 2006 et 2012, de 1000 MW de puissance éolienne, neuf (9) promoteurs se sont empressés de faire des propositions totalisant pas loin de 4 000 MW!!! malgré l'exigence du cahier de charges qui imposait un approvisionnement à 60 % en Gaspésie.

Comme le montre si bien les chiffres ci-dessus donnés, la situation présente et à venir de la filière éolienne au Québec montre que cette dernière recèle incontestablement une partie des solutions futures et devrait susciter plus d'engouement. De plus, les détracteurs du développement de cette filière au Québec qui lui font le reproche d'être peu efficace au moment opportun, c'est-à-dire en pointe, doivent refaire leurs devoirs car l'analyse des chiffres d'HQ montre que la situation est tout aussi serrée au niveau de l'énergie qu'en puissance de pointe.

Hydro-Québec, qui lors des auditions de la Régie a manifesté son intérêt à être chef de file et mener la bataille de demain a une chance inouïe de le faire en joignant le geste à la parole : le premier véritable pas à faire serait qu'il adapte le prix de son service d'équilibrage à la réalité de l'heure, à défaut de celle de demain. On ne peut accepter un prix de service d'équilibrage de 0.9 ¢/kWh quand le même service coûte en moyenne deux fois moins cher ailleurs; de plus, on ne peut laisser cette question dépendre du bon vouloir de HQP.

Par ailleurs, nous louons l'initiative gouvernemental de procéder incessamment au lancement d'un nouveau quote-part éolien de 1 000 MW, ce qui correspond à ce que nous avons suggéré dans un passé récent puisque nous écrivions [2]: "... nous suggérons d'encourager vivement le lancement d'un nouvel appel d'offre pour un quote-part éolien de l'ordre *minimal* de l'ancien (1 000 MW)". Mais l'éolien se développe à un tel rythme que moins d'une année plus tard, ce 1 000 MW sous semble déjà assez modeste.

C'est pour cela que nous suggérons à la présente Commission d'aller chercher intégralement les 4 000 MW contenus dans la dernière soumission du quote-part éolien. De plus, pour donner à l'éolien toutes les chances de réussir, il y a lieu d'exploiter les gisements avérés les plus propices (Côte Nord, Gaspésie et Îles-de-la-Madeleine, Bas Saint Laurent, la région du complexe La Grande...). Par ailleurs, il est plus que souhaitable que HQP développe elle-même une partie de cette puissance.

10. IREQ

L'IREQ a joué dans le passé un rôle de 1^{er} plan dans le développement de l'électricité au Québec. Il y a bien évidemment son rôle direct. Cet institut a participé de façon très significative au développement et à la mise au point de nombreux appareillages et technologies. Les essais effectués dans les grands laboratoires ont permis d'accroître la fiabilité de notre réseau. L'IREQ a joué un second rôle tout aussi important mais beaucoup moins connu : la formation de chercheurs, d'ingénieurs, de professeurs. Depuis sa fondation et jusqu'à récemment, l'IREQ a participé à la formation de nombreux ingénieurs et chercheurs qui se retrouvent maintenant un peu partout dans la société québécoise. Certains ont fait des stages à l'IREQ, d'autres ont suivi des cours donnés par des chercheurs de l'institut, plusieurs ont fait leurs travaux de maîtrise ou de doctorat sur des sujets proposés ou dérivés des travaux de ce laboratoire. Enfin, de très nombreux professeurs de toutes les universités québécoises tant en génie électrique, en génie informatique, civil ou mécanique, ont eu un jour ou l'autre des projets avec des chercheurs de l'IREQ. Cela n'était pas sans avantage pour Hydro-Québec qui y trouvait son compte dans la disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée, disponible sur place. Ceux qui ne se retrouvaient pas employés d'HQ se voyaient embauchés par ses fournisseurs ou les grandes firmes d'ingénieurs-conseils québécoises. Difficilement quantifiable, la synergie ainsi créée a joué un rôle important dans le développement du Québec. Cette relation université-laboratoire n'est pas nouvelle, elle se retrouve dans tous les grands laboratoires de recherche, elle fait partie du rôle que doit jouer les grands laboratoires de recherche.

Depuis quelques années, cette collaboration université-IREQ est devenue plus difficile. Les exigences de rentabilité, la diminution des effectifs et des budgets, le départ de chercheurs de renommée internationale, des problèmes syndicaux ont réduit considérablement ces échanges. Le maintien de nos acquis, la survie de nos grandes firmes d'ingénieurs-conseils, le développement futur du potentiel énergétique du Québec passent par cette collaboration entre les universités et l'IREQ. La politique énergétique qui sera adoptée par le gouvernement québécois se doit de garantir, de maintenir, d'encourager et d'accentuer cette collaboration. Notre avenir collectif en dépend.

CONCLUSIONS

1. La nouvelle politique énergétique du Québec doit non seulement garantir l'accès à l'énergie à prix concurrentiel mais aussi refléter la place de l'énergie comme source de richesse nationale. Notre prospérité dépendra pour beaucoup de notre aptitude à tirer le maximum de nos ressources énergétiques, fiables, abondantes et renouvelables. Nous jouissons d'un potentiel énergétique exceptionnel au cœur du plus grand marché mondial. Il nous revient de faire fructifier ce potentiel car on n'a pas le droit de s'en priver.
2. La restructuration de HQ en trois entités distinctes ne doit pas déboucher sur la dislocation de l'entité mère; il y va de l'intérêt du Québec que de maintenir HQ comme acteur majeur dans le marché.
3. Nous sommes d'avis qu'il est nécessaire de refléter sur le marché le véritable coût de l'électricité et que les bas tarifs actuels sont responsables du gaspillage et constituent, en plus, un frein au développement de sources d'énergies alternatives, comme l'éolien. Par ailleurs, il y a une tendance mondiale vers une plus grande utilisation du gaz naturel qui est particulièrement attractif pour le chauffage. Et, Hydro-Québec aurait certainement avantage à financer, partiellement ou intégralement, la conversion du chauffage remplaçant l'électricité par le gaz naturel. Ce débat n'est pas aussi prématuré que cela, même si pour l'heure qu'il est, l'idée est invendable pour les clients d'HQ. En attendant, l'urgence de l'heure est de faire admettre aux Québécois qu'à long terme, on ne peut exiger d'HQ de vendre de l'électricité à un prix inférieur aux coûts actuels de production.
4. Les entreprises industrielles paient nettement moins cher leur électricité que le secteur résidentiel et les tarifs octroyés par HQ au secteur industriel sont ce qu'il y a de meilleur en Amérique du Nord; ces entreprises ne peuvent se targuer de financer le secteur résidentiel. Nous sommes d'avis qu'un bilan global et impartial des 'apports' de ces multinationales doit être fait avant toute éventuelle reconduction des contrats à terme. Pour ce qui est des éventuels nouveaux contrats, il y a lieu en plus, de s'assurer préalablement de l'installation des industries de 2^e et 3^e transformation.
5. L'hydroélectricité permet d'emmagasiner de l'énergie sous forme de réserves d'eau en période de faible demande et de la revendre en période de pointe et tirer ainsi profit des variations horaires et saisonnières du prix de l'électricité sur les marchés extérieurs, ce qui revient à exploiter au maximum la complémentarité énergétique avec nos voisins et ajouter ainsi de la plus-value aux barrages hydroélectriques. Les activités de courtage d'HQP sont devenues une source importante de revenus; cette source peut être raffermie en offrant à HQP une meilleure marge de manœuvre.
6. Deux projets hydroélectriques d'HQ ont retenu notre attention : Il y a lieu de veiller à ce que le projet EASTMAIN 1A n'accuse pas de retard injustifié dans sa mise en service et HQ doit (re)lancer une nouvelle initiative en direction de Terre Neuve et Labrador en vue de développer les sites du Bas Churchill.
7. Il est indéniable que le développement de nouvelles sources d'énergie, prioritairement hydroélectriques, mais aussi un nouveau substantiel quote-part éolien pourrait notablement contribuer à faire face à la croissance des besoins en électricité du Québec dont le bien-fondé est admis et assurer ainsi la sécurité d'approvisionnement en électricité, d'une part, et améliorer la marge de manœuvre

d'HQ, d'autre part. Par ailleurs, nous sommes d'avis que la filière thermique peut avoir sa place comme ressource d'appoint, surtout eu égard au fait que HQ va se trouver, longtemps durant, serrée en puissance et en énergie.

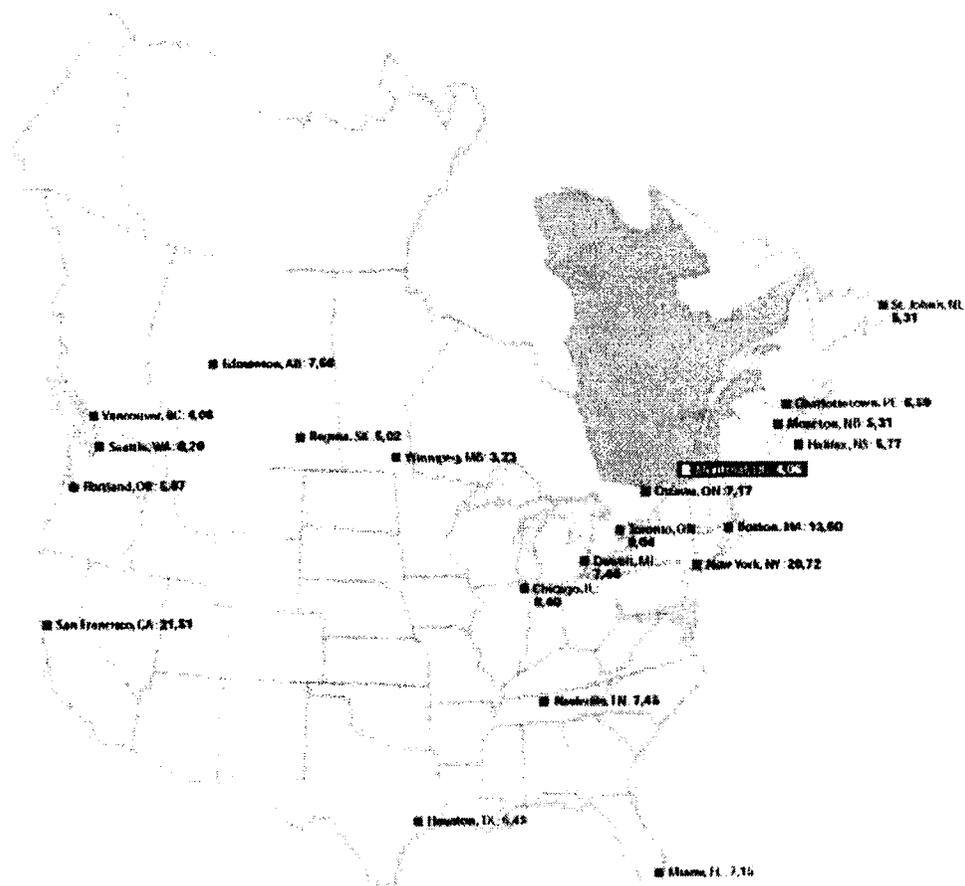
8. Nous suggérons à la présente Commission d'initier une recommandation pour un nouveau quote-part éolien 4 000 MW. De plus, pour donner à l'éolien toutes les chances de réussir, il y a lieu d'exploiter les gisements avérés les plus propices. Par ailleurs, il est plus que souhaitable que HQP développe elle-même une partie de cette puissance. Par ailleurs, on ne peut accepter un prix de service d'équilibrage de 0.9 ¢/kWh quand le même service coûte en moyenne deux fois moins cher ailleurs; de plus, on ne peut laisser cette question dépendre du bon vouloir de HQP.
9. Depuis quelques années, la collaboration université-IREQ est devenue plus difficile du fait des nouvelles exigences de rentabilité, la diminution des effectifs et des budgets, le départ de chercheurs de renommée internationale... La politique énergétique qui sera adoptée par le gouvernement québécois se doit de garantir, de maintenir, d'encourager et d'accentuer cette collaboration. Notre avenir collectif en dépend.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M.Benhaddadi, G.Olivier : Le thermique a-t-il un avenir au Québec ? Article à paraître dans la Revue de l'Énergie, 2005
- [2] M.Benhaddadi, G.Olivier : Kyoto, Canada, Québec et ... Suroît. Mémoire déposé à la Régie de l'énergie lors des audiences sur l'avis sur la sécurité énergétique des québécois à l'égard des approvisionnements électriques et la contribution du projet du Suroît <http://www.regieenergie.qc.ca/audiences/352604/MemoiresParticip3526/>
- [3] M.Benhaddadi, G.Olivier : Including Kyoto in electrical engineering curriculum. Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, CCECE 2004
- [4] M.Benhaddadi, G.Olivier : L'énergie dans le monde, au Canada et au Québec. Notes de cours de l'École Polytechnique de Montréal. 2003
<http://www.cours.polymtl.ca/ele2400/>
- [5] M.Benhaddadi, G.Olivier : La vitesse variable, facteur d'économie d'énergie et de préservation de l'environnement. International Conference on energy efficiency, ICEE'30, 25-26 Mai 2003, pp 129-133.
- [6] M.Benhaddadi, G.Olivier : La tempête de verglas de janvier 98 et ses répercussions au Québec. Notes de cours de l'École Polytechnique de Montréal. 1998.
- [6] G.Olivier, R.Marceau : Quand tout se met à mal aller... Revue CHOC, Février 2004.
- [7] Avis de la Régie de l'énergie sur la sécurité énergétique des Québécois à l'égard des approvisionnements électriques et la contribution du projet de Suroît. Juin 2004
- [8] Natural gas. International energy outlook 2004. April 2004.
<http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.htm>
- [9] World oil markets. International energy outlook 2004. April 2004.
<http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.htm>
- [10] Informations sur le Gaz naturel – CNUCED-
<http://r0.unctad.org/infocomm/francais/gaz/plan.htm>
- [11] Natural gas prices : overview of market factors and policy options. National Council for science and the environment.
<http://www.ncseonline.org/NLE/CRS/>
- [12] Natural gas exchange
<http://www.ngx.com/>
- [13] Natural gas intelligence
<http://intelligencepress.com/>
- [14] Le marché du gaz naturel au Canada. Dynamique et prix : mise à jour. ONE. 2002
- [16] Ressources naturelles Canada. Statistiques sur les ressources naturelles.
<http://www.nrcan.gc.ca/statistiques/>
- [17] Analyse de la répartition de l'électricité au Canada. Rapport final, 2003
http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/Electric2003/Final_Results_Aug13_f.pdf
- [18] J.L. Bobin, H.Nifenecker, C.Stéphan 'L'énergie dans le monde : bilan et perspectives' EDP Sciences, 2001
- [19] Oil & Gas Journal, vol. 100, n52, December 23, 2002
- [20] 'Le monde de l'énergie en 2002', Annuaire statistique ENERDATA 2003.
www.enerdata.fr
- [21] C. Ngo 'L'énergie ressources, technologies et environnement', Dunod, 2002

ANNEXE 1

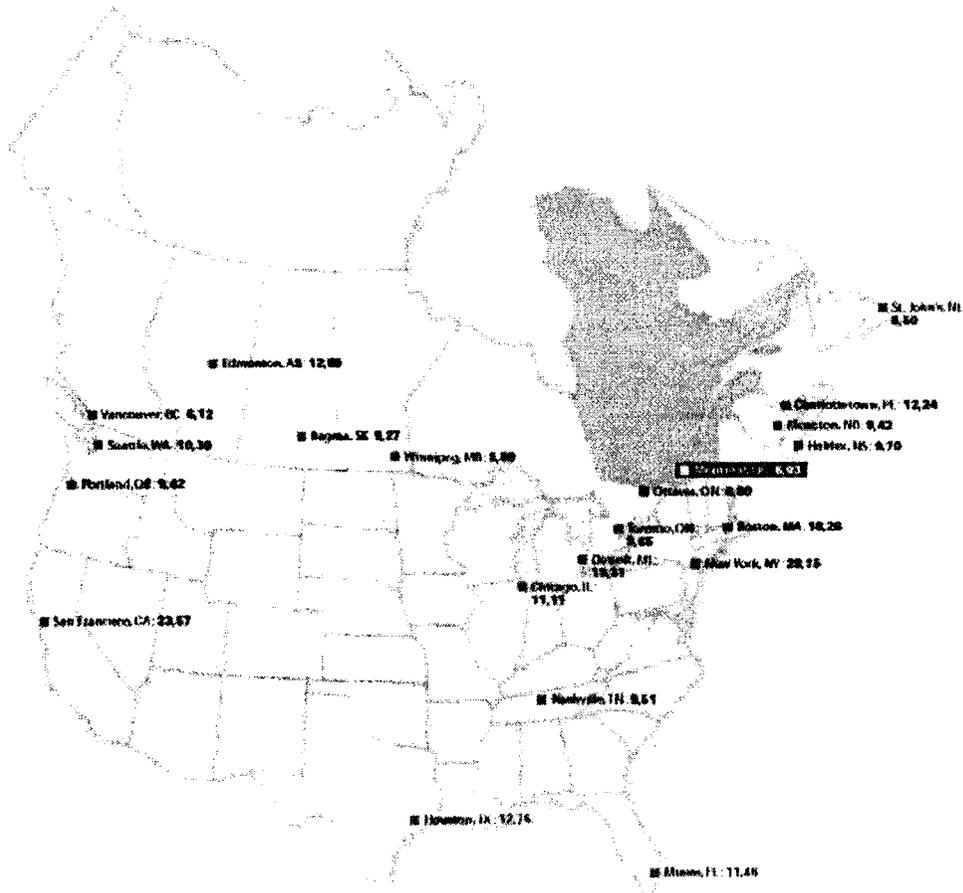
Grandes villes nord-américaines
 Prix moyens factures aux clients de grande puissance¹
 (en \$/kWh)²



1) Pour une consommation mensuelle de 200 000 kWh et une puissance nominale de 5 000 kW; validé en octobre 1^{er} mai 2003
 2) En dollars canadiens

ANNEXE 2

Grandes villes nord-américaines
Prix moyens factures aux clients résidentiels
(en ¢/kWh)



1) Pour une consommation mensuelle de 100 kWh tarifé en vigueur le 1^{er} mai 2001
 2) En ¢/kWh sans taxes