

**MÉMOIRE DE LA CHAIRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE EN TECHNOLOGIES DES ÉNERGIES
RENOUVELABLES ET DU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE (TERRE) DU CÉGEP DE JONQUIÈRE**

**FACILITER L'ACCESSIBILITÉ À DES MODES D'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE
DURABLE EN SITES ISOLÉS**



**DÉPOSÉ LE 15 SEPTEMBRE 2015
POUR LA CONSULTATION SUR LE LIVRE VERT**

**« MODERNISER LE RÉGIME D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE DE LA
LOI SUR LA QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT »**

À LA COMMISSION DES TRANSPORTS ET DE L'ENVIRONNEMENT DU GOUVERNEMENT DU QUÉBEC

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	1
Présentation de la Chaire TERRE	3
Nos préoccupations, notre réalité	6
Contexte des installations de petites puissances	6
Ce que l'on aspire	8
Le freinage réglementaire	8
Nécessité d'un processus rapide	11
Engagement du gouvernement	12
Gaz à effet de serre	12
Loi sur le développement durable	12
Commission des enjeux énergétiques et consultation sur la future politique énergétique	12
Développement du Nord du Québec	13
Notre point de vue face aux propositions du Livre vert	14
Orientation 1 : Inclure la lutte contre les changements climatiques dans le processus d'autorisation	14
Orientation 2 : Mieux intégrer les 16 principes de la Loi sur le développement durable	16
Orientation 3 : Accentuer la modulation du régime d'autorisation en fonction du risque environnemental, et ce, sans en réduire les exigences	17
Orientation 3 : Considérations générales	17
Orientation 3 : nos préoccupations	19
Orientation 4 : Accroître l'information disponible sur les autorisations et les occasions d'intervenir pour le public	23
Orientation 4 : Nos préoccupations	23
Orientation 5 : Simplifier les autorisations et le processus d'analyse	24
Orientation 6 : Revoir les responsabilités du ministère et des initiateurs de projets	26
Orientation 7 : Mieux internaliser les coûts des autorisations environnementales et des activités qui en découlent	27
Conclusion & recommandations	29
Bibliographie	31

Résumé

Les milieux éloignés des grands réseaux électriques sont nombreux au Québec. L'approvisionnement énergétique les plus répandus dans ces sites sont les polluantes, bruyantes et coûteuses génératrices qui fonctionnent au carburant fossile. Cette problématique s'étend à près de deux milliards d'humains sur terre. Les propriétaires souhaitent résoudre cette problématique majeure désirent se tourner vers les énergies renouvelables. Bien souvent méconnaissant dans ces domaines, ils méritent d'être accompagnés dans cette démarche vitale de planification durable de leur approvisionnement énergétique.

La Chaire de recherche TERRE du Cégep de Jonquière a développé avec ces propriétaires et experts de nos partenaires des outils et des technologies appliquées aux réalités des sites isolés. Un projet de recherche appliquée s'est édifié ces dernières années directement sur le terrain avec des pourvoiries, des camps forestiers, poste d'accueil de ZEC. En parallèle, la chaire assiste les petites entreprises qui développent des technologies vertes applicables dans de tels sites autonomes. Plusieurs sites possèdent un potentiel intéressant d'énergie hydrique à proximité de leurs installations. Les études énergétiques réalisées démontrent clairement les avantages économiques et environnementaux de faire de l'efficacité énergétique ainsi que d'intégrer des microturbines et des hydroliennes en jumelage avec les génératrices diesel existantes.

Toutefois, le cadre réglementaire actuel freine grandement les efforts des propriétaires d'installation, les développeurs de technologies et les centres de recherche appliquée désirant tester et implanter ce créneau porteur sur des sites réels. La viabilité des exploitations en milieu isolé ainsi que la réussite de la commercialisation de plusieurs produits serait grandement facilitée par un cadre réglementaire appliqué aux productions hydriques de petite puissance. Il est paradoxal de remarquer le nombre d'autorisations requises pour installer cette énergie renouvelable et abondante alors que l'on peut acheter et exploiter une génératrice, alimentée aux carburants fossiles sans autorisations particulières.

Notre mémoire présente nos réflexions et analyses afin d'alléger le cadre réglementaire actuel pour intégrer l'énergie hydraulique de petite puissance. Il s'agit d'une préoccupation primordiale avec nos partenaires. À cet effet, nous présenterons au fil de nos commentaires sur les orientations proposées pour le Livre vert, des exemples en lien avec nos réalités. Les projets hydriques de petite puissance sont en général dans la catégorie de risque négligeable et à l'occasion dans les risques faibles.

Il serait important de synthétiser le processus d'autorisation en un seul document pour faciliter le travail de l'initiateur du projet qui pourrait être accompagné par un responsable local. La Chaire TERRE suggère des critères et limitations afin de classer les projets selon le degré de risque. Les informations demandées aux initiateurs de projet pourraient être consignées dans une charte conviviale qui serait une partie du formulaire

unique de demande. La Chaire TERRE est disposée à assister le ministère avec son expertise en ce domaine. L'optimisation du processus d'autorisation permettra de réduire les délais, les frais de traitement et de suivi des dossiers. Les recommandations clés permettant d'alléger le cadre réglementaire sans affecter le fondement de la LQE sont présentées dans la section finale du mémoire.

Présentation de la Chaire TERRE

Nous le savons, à travers le territoire québécois, un vaste réseau hydroélectrique a été développé afin de satisfaire les besoins énergétiques de la population. Toutefois, certains secteurs n'ont pas accès à ce réseau puisqu'ils sont, en règle générale, éloignés des grandes zones urbaines. Il s'agit de sites dits isolés. Tel est le cas pour plusieurs pourvoies, sites de communications, camps forestiers, réserves, entreprises touristiques, territoires des premières nations et diverses installations en lien avec le Plan Nord. N'ayant pas d'autres solutions, la demande énergétique doit être comblée par l'usage, souvent considérable, des combustibles fossiles, induisant d'importants coûts et impacts négatifs sur l'environnement. Au Québec, la production et la consommation de carburants contribuent d'ailleurs à émettre près de 70 % des émissions totales de gaz à effet de serre (gouvernement du Québec. 2012. p.7), ce qui entrave directement les efforts de lutte aux changements climatiques.

D'ailleurs, dans un contexte où le réchauffement climatique fait consensus à l'échelle internationale, les pistes de solutions abondent pour y faire face. Parmi celles-ci, l'exploitation des énergies renouvelables apparaît comme étant incontournable. Éoliennes, panneaux solaires, microturbines, bioénergies et hydroliennes : la production d'électricité verte n'a jamais été autant d'actualité. En effet, nombreuses organisations, entreprises commerciales, industries, PME, centres de recherche, institutions d'enseignement, s'affairent ardemment à rendre accessible des modes d'approvisionnement énergétique durable et travaillent à l'implantation de technologies plus propres, demandées par les propriétaires de sites isolés.

La Chaire en technologie des énergies renouvelables et du rendement énergétique (TERRE) du Cégep de Jonquière, financée par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), contribue par ses travaux depuis 2012, à la recherche sur l'efficacité énergétique et les nouvelles technologies d'énergies renouvelables, et ce, spécifiquement appliquées aux sites éloignés.

Un des projets structurants de la Chaire TERRE est d'accompagner les gestionnaires de sites isolés à trouver des solutions concrètes et techniques pour l'approvisionnement énergétique renouvelable de leurs installations, et ce, à travers une approche de développement durable. Une grille d'analyse de développement durable et une analyse technique d'efficacité et d'approvisionnement renouvelable (étude énergétique), adaptées à la réalité des pourvoies, ont été élaborées avec nos partenaires privés et institutionnels de la Chaire TERRE, soit la Chaire en éco-conseil de l'UQAC, la Fédération des pourvoies du Québec (FPQ), le Groupe de recherches écologiques de La Baie (GREB), le Technocentre éolien, Cegertec WorleyParsons, VOLTS Énergies et cinq pourvoies de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

Ces études permettent aux gestionnaires de sites isolés d'avoir en main une étude indépendante et scientifique leur permettant d'identifier les différentes combinaisons de filières renouvelables qui sont les plus avantageuses. Prenons l'exemple suivant d'une pourvoirie qui utilise actuellement une génératrice de 10 kW dont le fonctionnement est géré manuellement (scénario actuel forcé). Les données du mesurage de la consommation électrique faite sur le site durant une saison d'exploitation ont été entrées dans un simulateur énergétique professionnel. Il s'en est dégagé quatre scénarios alternatifs à envisager, soit l'ajout d'un contrôleur automatique sur la génératrice (actuel optimisé), l'ajout seul de microturbines (scénario 3), l'ajout seul de panneaux solaires photovoltaïques (scénario 2) et la combinaison des deux (scénario 1). Les résultats des simulations sont présentés dans le tableau suivant :

Scénarios	Puissance solaire photovoltaïque (kW)	Puissance micro-hydro (kW)	Génératrice (kW)	Nombre de batteries L16H-AC	Onduleur actuel (kW)	Capital initial	Frais d'opération (\$/an)
Actuel (forcé)	0	0	10	24	4	17 300,00 \$	7 476,00 \$
Actuel (optimisé)	0	0	10	32	4	20 100,00 \$	4 136,00 \$
1	5	1.1	10	24	4	36 300,00 \$	1 624,00 \$
2	8	0	10	32	4	44 100,00 \$	1 476,00 \$
3	0	1.1	10	24	4	21 300,00 \$	3 101,00 \$
Scénarios	Coût actuel net total (sur 25 ans)	Coût de l'énergie (\$/kWh)	Fraction renouvelable	Volume diesel rouge (L)	Génératrice (heures)	Économie annuelle par rapport à l'actuel	PRI simple (ans)
Actuel (forcé)	147 478,00 \$	1.63 \$	0%	4679	3 012		
Actuel (optimisé)	92 116,00 \$	1.02 \$	0%	2 498	1 326	3 340,00 \$	
1	64 587,00 \$	0.72 \$	82%	790	504	5 852,00 \$	6.2
2	69 799,00 \$	0.77 \$	89%	528	312	6 000,00 \$	7.4
3	75 291,00 \$	0.83 \$	29%	1 842	1 130	4 375,00 \$	4.9

Les différents critères technico-économiques sont calculés pour chaque scénario afin d'aider le propriétaire à prendre une décision éclairée sur son avenir énergétique. L'analyse des scénarios est réalisée par la chaire et des recommandations sont émises au client.

En effet, l'approvisionnement énergétique renouvelable constitue la porte d'entrée privilégiée par la Chaire TERRE pour amener progressivement les gestionnaires d'entreprises situées en milieux isolés, notamment les pourvoyeurs, à réaliser des développements plus durables. Au Québec, c'est plus de 600 pourvoiries qui pourraient bénéficier de ces outils d'analyse appliqués. Ces grilles possèdent un potentiel d'adaptation énorme pour divers types d'installations situées en régions éloignées ou toute autre organisation, qu'elle soit touristique, industrielle ou communautaire par exemple.

L'engouement du secteur privé pour ce domaine pousse d'ailleurs les établissements de recherche à se structurer dans le but de développer ce créneau spécifique qu'est l'approvisionnement énergétique durable. C'est le cas de Chaire TERRE, qui est un acteur de premier plan dans la recherche sur l'énergie et les ressources renouvelables, puisque ses récentes études ont permis, entre autres, de proposer des solutions énergétiques vertes en milieux réels pour des propriétaires, et ce, en mode multi filière.

Certaines organisations quant à elles, ont orienté leurs travaux vers l'optimisation des systèmes d'approvisionnement énergétique déjà existants. L'expertise à cet égard devient donc de plus en plus grande, alors que les outils ne cessent d'être développés et perfectionnés au gré des expériences terrains. En effet, la consommation énergétique, le profil de charge, le taux d'occupation ne sont là que quelques exemples des données recueillies et analysées lors de nos visites dans ces sites éloignés. Le but étant de recommander des alternatives et solutions réalistes, selon les besoins respectifs des clients et les caractéristiques spécifiques de leur site, tout en considérant leur capacité d'investissement (*Bourbonnais & coll., 2015*). Ainsi, le fait de baser en partie ou en totalité leur autonomie énergétique sur des ressources renouvelables, permet à la fois, de diminuer leur dépendance économique au pétrole, et du même coup, de contribuer à la lutte aux changements climatiques.

Or, au cours des dernières années, l'implication de plusieurs partenaires du milieu a permis de développer diverses technologies vertes. Par exemple, certains travaux ont mis en lumière les multiples avantages de l'utilisation des hydroliennes de rivière dans des lieux non alimentés par le réseau de distribution. Cette technologie connaît un engouement important puisque de nombreux partenaires de la Chaire collaborent depuis un certain temps à concevoir un site d'essais en rivière. Au printemps dernier, le Cégep de Jonquière a monté une demande de financement au fonds de la FCI Innovation et au Ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations (MEIE) pour la bonification de ces infrastructures de recherche appliquée dans ce domaine, afin de mettre en place un Centre d'intégration énergétique pour les milieux isolés (CIEMI). Ce projet a permis de mailler 13 partenaires : Rio Tinto Alcan, Vizimax, Cegertec WorleyParsons, VOLTAM, Nordest Marine, Idénergie, le Centre de production automatisé (CPA), le Groupe Enerstat, Eocycle Technologies, VOLTS Énergies, Simulead, Martin Roy & associés, et le Laboratoire international des matériaux antigivre (LIMA) de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), autour de cet enjeu que nous partageons tous.

Nos préoccupations, notre réalité

À moyen terme, la relance du Plan Nord du gouvernement du Québec et les projets projetés qui en découlent, occasionneront une augmentation considérable de la demande énergétique. Le Canada possède un potentiel hydrolien de 15 000 MW, seulement en rivière, alors que le Québec en détient environ le tiers, soit approximativement 5 250 MW (Hydro-Québec, 2014). Ce potentiel pourrait, par exemple, servir à combler les besoins énergétiques des résidents des milieux nordiques isolés, où l'on retrouve pourvoiries, des communautés autochtones, des municipalités, des mines, des sites touristiques et d'autres bâtiments, généralement desservies à l'heure actuelle par des énergies fossiles polluantes et particulièrement dispendieuses compte tenu de leur éloignement. Sur le réseau d'Hydro Québec, le kWh d'électricité est produit entre 0,02 et 0,10 \$ tout dépendant de l'âge des centrales. Sur les sites isolés, on est dans un autre monde. Les génératrices diesel qui peuvent convertir au mieux 35 % de l'énergie chimique du diesel en électricité, font grimper les coûts énergétiques des propriétaires de quelques dizaines de cent à quelques dollars pour chaque kWh produit. Il s'ensuit que la facture de carburants fossiles représente souvent le plus important poste de dépenses des gestionnaires. Il est alors vital d'accompagner ces organisations afin de les guider pour effectuer ce virage vert crucial pour leur pérennité.

Contexte des installations de petites puissances

Certains propriétaires de sites isolés ont entrepris une démarche d'approvisionnement renouvelable en intégrant sur leurs sites des panneaux solaires et/ou des éoliennes. Ces filières produisent toutefois une énergie fluctuante compte tenu de la nature intermittente des ressources sollicitées. L'utilisation de la ressource hydrique, lorsque disponible permettrait d'assurer un apport plus constant en énergie facilitant ainsi la stabilité du réseau électrique local. Selon la Chaire de gestion du secteur de l'énergie (HEC, 2014), des installations entre 200 kW et 10 MW représentent ce qu'ils appellent de la « petite hydro »; pour l'Agence de l'Environnement de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) (2003), des installations de production d'énergie hydraulique de l'ordre de 20 à 50 kW constituent de la « microhydroélectricité » alors que celles de moins de 20 kW sont qualifiées comme étant de la « picrohydroélectricité ». Peu importe les références qui varient sur la définition des plages de puissance, les installations hydriques que nous proposons à nos clients tels que des hydroliennes de rivière ou des microturbines sont définitivement de la petite, voire très petite puissance. Trois développeurs d'hydroliennes québécoises que sont Nordest Marine inc., Idénergie et Jamec développent des machines allant de quelques centaines de watts à 25 kW.

Ces équipements exploitent une énergie renouvelable à 100 % et engendrent peu d'impacts sur l'environnement faunique (Amaral & al., 2011). L'hydrolienne de rivière peut d'ailleurs être conçue à partir de matériaux recyclables, ayant une forte teneur en aluminium et pouvant être fabriquée au Québec (Idenergie, s.d.). Ces

matériaux se retrouvent également en grand pourcentage dans les hydroliennes de Nordest Marine inc. et Jamec. Cela contribuerait d'une part, à créer de nouveaux emplois, et d'autre part, à développer un créneau novateur à haute valeur ajoutée pour les organisations publiques et privées; connaissances pouvant par le fait même, être utilisées dans des endroits aux conditions nordiques ou encore exportées dans d'autres pays.

Dans le cas d'installations hybrides comportant divers types d'énergies renouvelables en jumelage avec les génératrices diesel, il importe de regarder les impacts cumulatifs des différentes filières, et ce sur l'ensemble de leur cycle de vie, soit du berceau au tombeau. Pour ce faire, il faut tenir compte des matériaux constituant les équipements, de leur fabrication et installation, de leur opération et entretien, des réinvestissements nécessaires, des combustibles utilisés et de leur démantèlement. Afin de quantifier l'impact des différentes filières, l'indicateur du nombre moyen de grammes de CO₂ produit pour générer 1 kWh d'électricité est une bonne référence pour des fins de comparaison de l'empreinte environnementale des filières énergétiques. Voici les valeurs moyennes du taux d'émission de CO₂ pour quelques filières énergétiques (Sovacool, Benjamin K. 2008) que je vous résume dans le tableau suivant :

Filière énergétique	Émissions (gramme de Co2/kWh d'électricité produite)
Diesel	778
Solaire photovoltaïque	32
Éolien (sur terre)	10
Hydraulique (réservoir)	10
Hydraulique (au fil de l'eau)	13

Il est clair que les modes d'énergies renouvelables émettent de 25 à 75 fois moins de gaz à effet de serre (GES) pour une même quantité d'électricité produite par les génératrices diesel. Ainsi le jumelage de divers types d'énergie renouvelables aura nécessairement pour effet cumulatif de diminuer grandement les émissions de GES en remplacement des usuelles génératrices fonctionnant au diesel. Par exemple dans une de nos études énergétiques réalisées avec une pourvoirie qui utilisait annuellement 5000 l de diesel pour son électricité, l'intégration de solaire et d'une petite microturbine permettrait de réduire leur consommation de diesel à 1000 l en faisant passer leurs émissions annuelles de 12 t à 10 t de CO₂ équivalent soit un allègement de 80 % de son empreinte carbone. Peu importe les combinaisons d'énergies renouvelables proposées, l'effet cumulatif des différentes filières est toujours négligeable devant l'utilisation de polluantes génératrices aux carburants fossiles pour produire de l'électricité.

Ce que l'on aspire

Notre objectif est donc d'accompagner nos partenaires à commercialiser leurs produits d'énergie renouvelable, et du coup, faciliter l'implantation de ces équipements en milieu réel. L'avènement de l'éolienne Eocycle 25 kW à notre Vitrine technologique TERRE permet de participer à l'amélioration continue et au rayonnement de cette technologie québécoise. Nous avons également monté des bancs de test permettant d'effectuer des essais de performance sur deux panneaux solaires thermiques réalisés par nos partenaires du GREB et de Verrière Saguenay Lac Saint-Jean, en comparaison avec un standard commercial. En général, les technologies utilisant les ressources solaires et éoliennes ne sont pas nouvelles dans le décor énergétique québécois et de ce fait, sont régies par des lois déjà existantes. Toutefois, l'utilisation à petite échelle de la ressource hydraulique est problématique dans le contexte législatif actuel. Il est paradoxal de remarquer que rien dans la loi ne limite l'accès à un générateur diesel pour s'alimenter en électricité quand il y a une dizaine de lois et règlements avant de bénéficier de l'énergie de l'eau. L'allègement de cet aspect est vital pour les manufacturiers d'hydroliennes ainsi que pour les propriétaires de sites isolés. C'est l'objet directeur des réflexions qui suivent.

Le freinage règlementaire

Les besoins ciblés avec nos partenaires du milieu afin de favoriser le développement de la filière hydraulique de petite puissance feront appel à trois catégories d'installations :

1. Le bateau laboratoire

Installation flottante et amovible permettant d'immerger différentes hydroliennes afin de tester ses performances mécaniques et électriques. Il peut également servir lors des installations requises aux points 2 et 3. Il est utilisé à divers endroits (lacs et rivières) sur une courte durée donc de façon temporaire.

2. Le banc d'essai en rivière

Installation permettant d'ancrer en rivière des hydroliennes afin de les raccorder à un laboratoire mobile permettant de tester leur comportement en jumelage avec les génératrices fossiles et d'autres formes d'énergies renouvelables. Un tel centre de recherche a pour objectif de certifier les produits énergétiques verts de nos PME et de devenir une vitrine technologique unique en son genre au Québec. Ce site est localisé à un endroit précis pour une utilisation à moyen terme et temporaire selon les technologies à tester.

3. Le site isolé réel

Installation faite par des professionnels pour divers clients choisissant les unités hydriques de petite puissance. Ces sites sont l'essence même de la croissance technicoéconomique de cette filière. Les

installations sont variées et adaptées à la réalité de chaque site. Elles seront permanentes avec des durées de vie anticipées de 20 à 25 ans.

Avec notre partenaire Cegertec WorleyParsons, nous avons identifié une dizaine de lois et règlements à considérer pour implanter l'une ou l'autre de ces infrastructures nécessaires s'échelonnant de la phase du développement à celle de l'implantation commerciale des petites unités de production hydrique. Le tableau suivant répertorie l'information.

Tableau : Législations actuelles applicables pour les petites unités de production hydrique (hydroliennes et microturbines)

	Loi sur les pêches	Transports Canada	Loi sur la qualité de l'environnement (art.22)
Bateau laboratoire	Note 1	Note 2	Note 3
Banc d'essai en rivière	S.O.	Si utilisation d'un bateau - Note 2	Note 3
Site réel	S.O.	Si utilisation d'un bateau - Note 2	Note 3
	Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (art. 128.7)	Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (art 3.3)	Loi sur le régime des eaux - Règlement sur le domaine hydrique de l'État (art.19)
Bateau laboratoire	Note 3	Note 4	Note 5
Banc d'essai en rivière	Note 3	Note 4	Note 5
Site réel	Note 3	Note 4	Note 5
	Règlements de la municipalité	Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement (art.2 par. L)	Environnement Canada Loi sur la convention concernant les oiseaux migrateurs
Bateau laboratoire	Note 6	S.O. – Note 7	Note 8
Banc d'essai en rivière	Note 6	S.O. – Note 7	Note 8
Site réel	Note 6	S.O. – Note 7	Note 8

Également, il y a dans chaque cas, le Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement auquel il faut se conformer. Voici les différentes notes précisant le niveau de conformité à rencontrer actuellement.

Note :

1. Selon les conditions des étendues d'eau;
2. Selon les conditions du bateau.

3. Les demandes d'autorisation (art. 128.7) et de certificat d'autorisation (art. 22) peuvent être faites sur un seul formulaire. Il s'agit d'envoyer 2 copies du formulaire et 2 copies des documents au ministère.
4. Veuillez prendre note que l'exigence en vertu de l'article 3.3 provient de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables et non de la Loi sur installations dans une rivière. La Loi installation dans une rivière est introuvable dans le Recueil des lois et règlements du Québec. Je tiens à souligner que l'article 3.3, cité dans le tableau précédent, s'applique et doit être considéré.
5. Le règlement sur le domaine hydrique de l'État stipule que : avant d'octroyer un droit sur le domaine hydrique à une personne qui souhaite y ériger une construction ou y réaliser un ouvrage, le ministre s'assure qu'un certificat d'autorisation, s'il est requis d'en obtenir un, a été délivré pour ce projet en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) et de ses règlements; et qu'un certificat du greffier ou du secrétaire-trésorier d'une municipalité locale ou, s'il s'agit d'un territoire non organisé, d'une municipalité régionale de comté atteste que les travaux prévus sont conformes à la réglementation municipale applicable.
6. Une autorisation de la municipalité et/ou de la municipalité régionale du comté (MRC) sera nécessaire. Cette autorisation de non-contravention aux règlements municipaux est obligatoire pour l'obtention des autorisations mentionnées à la note 3.
7. Section II : Projets assujettis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement, à l'article 2. Liste : Les constructions, ouvrages, travaux, plans, programmes, exploitations ou activités qui sont décrits ci-dessous sont assujettis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement prévue à la section IV.1 de la Loi et doivent faire l'objet d'un certificat d'autorisation délivré par le gouvernement en vertu de l'article 31.5 de la Loi : la construction, la reconstruction et l'exploitation subséquente : — d'une centrale hydroélectrique ou d'une centrale thermique fonctionnant aux combustibles fossiles, d'une puissance supérieure à 5 MW; — de toute autre centrale destinée à produire de l'énergie électrique, d'une puissance supérieure à 10 MW, à l'exception d'une centrale nucléaire visée par le paragraphe m. Donc les petites unités hydrauliques ne cadrent pas dans cette loi.
8. Cette loi fédérale interdit de déranger ou de détruire des nids et des œufs d'oiseaux migrateurs. Les activités en milieu terrestre ou aquatique au Canada doivent être planifiées pour réduire au minimum le risque d'effets néfastes sur ces oiseaux. Avant de confirmer le lieu du projet, faire la vérification si de tels oiseaux sont répertoriés.

Pour respecter l'ensemble de la législation, celui qui désire installer par exemple, une petite turbine de 250 W qui entre dans une boîte de souliers, nécessite l'obtention d'un contrat de location de la force hydraulique et celui d'un certificat d'autorisation est entre autres nécessaire. Et c'est sans compter les requêtes, les avis de

conformité ou d'informations, les autorisations, les demandes d'approbation, les déclarations annuelles et les redevances à verser, qui peuvent s'ajouter et rendre très lourde la procédure. Nous observons donc que la réglementation est inexistante pour les petites hydroliennes et les microturbines hydroélectriques et que les instances actuelles se rabattent sur des normes d'implantation de barrages hydroélectriques, ce qui est complètement disproportionné par rapport aux petites unités de production hydrique. Nous soulignons aussi le fait que la démarche actuelle dépend d'ailleurs de ministères différents ministère du Développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) et le MERN et instances qui en découlent, le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) et (DDER), et parfois même, tout dépendant des situations, de compétences à la fois municipales, provinciales et fédérales que ce soit par les lois, les règlements et les politiques qui les concernent, complexifiant encore plus le processus.

Nécessité d'un processus rapide

Le moment opportun pour installer ces types d'équipements est souvent très restreint, la période estivale se fait courte, et l'est d'autant dans le nord. Pour ce qui est des sites touristiques, il faut en plus considérer la période d'achalandage qui contraint davantage le nombre de semaines disponibles pour effectuer les travaux. Par exemple, une pourvoirie au Saguenay–Lac-Saint-Jean amorce sa saison au mois de mai, les propriétaires commencent dès la fin avril à transporter leur marchandise pour la saison. Dépendant de la vitesse à laquelle la couverture neigeuse fond, les chemins d'accès deviennent praticables pour les clients seulement après qu'il y ait eu l'entretien et la réparation de ponceaux, souvent balayés par l'érosion des crues printanières. La pêche est bonne en juin, alors que le mois de juillet peut être trop chaud. Les gestionnaires ont donc une baisse d'achalandage, ce qui leur permet parfois d'effectuer leurs travaux d'entretien, de réparation ou de construction. Au mois d'août, la pêche se termine et en septembre ils accueillent les chasseurs durant tout le mois. Le mois d'octobre consiste en la fermeture de la pourvoirie et novembre le sol couvre est déjà couvert d'un manteau blanc. L'hiver constitue le peu de vacances de ces travailleurs dévoués, où les comptes et aspects financiers doivent être réglés ainsi que des nombreuses rencontres et des activités promotionnelles. C'est alors que la planification de nouvelles installations énergétiques est possible.

Ces contraintes touchent indirectement les instances de recherche, puisque les entreprises qui font du développement de nouveaux produits technologiques peuvent voir ralentir la consolidation de partenariats conjoints et ainsi devoir retarder la commercialisation de leurs technologies. Nous croyons donc que la réglementation existante n'est pas incitative, c'est-à-dire qu'elle ne facilite pas du tout l'implantation d'énergies renouvelables comme les hydroliennes de rivière et les microturbines de petites puissances.

Engagement du gouvernement

Le gouvernement du Québec a beaucoup d'ambition puisque bons nombres de travaux, de consultations, de comité de spécialistes, de tables rondes ont mené à l'élaboration d'une diversité de documents; démontrant ainsi la bonne volonté de notre administration publique à vouloir intégrer les préoccupations des citoyens et organisations dans leur gestion. En effet, en termes d'environnement, les objectifs à atteindre sont fort ambitieux. Voici donc les différents engagements gouvernementaux qui ont été élaborés ces dernières années, qui soutiennent nos préoccupations.

Gaz à effet de serre

Faciliter l'implantation de modes d'approvisionnement énergétique durables dans ces sites isolés contribuerait directement à l'atteinte de la cible québécoise de réduction des GES stipulée par le Plan d'action 2013 — 2020 sur les changements climatiques, qui vise une réduction des émissions de 20 % à l'horizon 2020 par rapport à 1990 (gouvernement du Québec. 2012). Le potentiel de pourvoiries, de camps forestiers, de sites autochtones, des installations industrielles, etc., est grandissant et ces organisations pourraient elles aussi contribuer à atteindre cet objectif.

Loi sur le développement durable

De plus, soutenir ces communautés et ces entreprises permettrait assurément de répondre à plusieurs principes de la Loi québécoise sur le développement durable (RLRQ, e. D-8. 1.1), tels que « *la santé et qualité de vie* », « *l'équité et la solidarité sociale* », « *la protection de l'environnement* », « *l'efficacité économique* », « *l'accès au savoir* », « *le partenariat et la coopération gouvernementale* », « *la prévention* », « *le respect de la capacité de support des écosystèmes* », et « *la production et la consommation responsable* ».

De plus, nous sommes d'avis que le gouvernement a la responsabilité d'appliquer le « *principe de précaution* » et le « *principe de subsidiarité* » à travers son processus de modernisation du régime d'autorisations environnementales.

Commission des enjeux énergétiques et consultation sur la future politique énergétique

La Commission sur les enjeux énergétiques et les efforts de consultations entrepris récemment par le ministère témoigne certes d'une volonté d'avoir le pouls des instances présentes sur le terrain afin de construire le Québec de demain en termes d'énergie. Le Chaire TERRE a d'ailleurs déposé un mémoire en 2013 (Cégep de Jonquière) ainsi qu'une lettre ouverte (2015) afin de partager ses réflexions dans ces consultations (Cégep de Jonquière).

Développement du Nord-du-Québec

Également, il y a la mise en place de la Société du Plan nord et l'implantation de l'Institut nordique du Québec (INQ) qui témoigne, une fois de plus, un engagement du gouvernement du Québec face à sa population, soit celle d'offrir une qualité de vie meilleure aux Québécois et Québécoises. C'est en passant par un développement réfléchi et en concertant les utilisateurs des ressources de notre territoire que l'administration publique réussira à créer de la richesse.

Les engagements sont la première étape. Mais pour ce faire, le gouvernement devra démontrer qu'il est capable de mettre les mesures en place et d'appliquer sur le terrain, via des projets concrets, ses engagements.

Ainsi, que ce soit par choix ou par obligation, le fait d'être en retrait du réseau hydroélectrique ne devrait pas justifier qu'un système d'approvisionnement énergétique alimenté par des carburants fossiles, tel que l'essence, le diesel, le propane et le mazout, soit la seule et unique option disponible pour un commerce, un particulier, une municipalité ou une industrie. Ceci devrait plutôt constituer un prétexte pour innover, en encourageant ces derniers à combler progressivement leurs besoins énergétiques à l'aide des ressources renouvelables.

Notre point de vue face aux propositions du Livre vert

Les orientations proposées par le Livre vert nous semblent pertinentes. Dans cette section, nous partageons nos réflexions pour tous les niveaux de risques de projet. Nous porterons une attention particulière sur celles qui sont directement en lien avec nos préoccupations actuelles sur les unités hydriques de petite puissance, qui comportent seulement des risques faibles ou négligeables.

Orientation 1 : Inclure la lutte contre les changements climatiques dans le processus d'autorisation

1. Concevoir des outils afin de renforcer la capacité de prise en compte des risques climatiques dans l'ensemble des processus d'autorisation

Nous sommes d'avis que des outils devront être élaborés afin d'intégrer les changements climatiques comme un critère décisionnel important dans l'octroi de l'ensemble des autorisations environnementales ainsi que pour la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement (PEEIE). Ces outils devront considérer les caractéristiques climatiques régionales changeantes, ce pour quoi ils devront être mise à jour fréquemment. Nous pensons qu'une grille d'analyse devra être construite pour y insérer ce critère et le décomposer en sous-catégorie de conséquences, à savoir, de quelles manières le projet en question influe sur les changements climatiques et à l'inverse, de quelles manières les changements climatiques influent sur le projet. Dans plusieurs cas, la littérature actuelle est insuffisante afin de quantifier la bilatéralité de ces effets. Des projets d'innovations seront alors nécessaires si on désire réaliser des études et la réglementation devra permettre les projets pilotes. Il serait alors important de mettre en place des mesures incitatives pour les différents centres de recherche et entreprises désirant pousser les investigations sur ces sujets. Par exemple, les changements dans les régimes de précipitation, l'occurrence accrue des crues, la fonte hâtive des neiges, le dégel précoce des sols, le réchauffement des cours d'eau, la migration des espèces de poissons (saumons), l'augmentation des matières en suspension, les modifications dans la gestion des barrages en amont, le transfert de certaines activités nautiques, seront notamment des éléments à considérer dans lors de l'exploitation des hydroliennes. Le but étant de pérenniser les installations et d'éviter l'effritement de leur durée de vie prescrite. Dans ce cas, des modifications mêmes minimales dans les caractéristiques environnementales des rivières, engendrées par les changements climatiques, influenceront les types d'hydroliennes à mettre en place, le moment de leur installation, leur dimensionnement, leur puissance, leur nombre, leur entretien, etc. Pour ce genre de projet à risques négligeables ou faibles, les changements climatiques risquent d'avoir un plus grand effet sur le projet que vice-versa.

2. Renforcer le processus ministériel d'autorisation.

Nous sommes d'avis que dépendant des types de projets soumis, un plan de réduction des GES n'est pas absolument nécessaire. Par exemple, un gestionnaire qui possède déjà des installations dans un site isolé s'alimente normalement en essence, en diésel, en propane ou en mazout, via des génératrices ou encore des fournaies, pour s'éclairer, se nourrir et se chauffer. S'il veut devenir plus vert, il peut faire la quantification des émissions de GES associées à ses activités, puis mettre en place des technologies propres comme les hydroliennes, pour s'approvisionner énergétiquement. Une fois les installations renouvelables mises en place, il peut quantifier de nouveau ses émissions de GES et constater les réductions. Dans ce cas-ci, il aurait pu réaliser une quantification projetée de ses émissions de GES pour l'année suivante. Cependant, pour un gestionnaire qui désire construire des installations neuves, il ne peut pas comparer une consommation d'énergie à base de ressources non renouvelables avec une consommation d'énergie à base de ressource renouvelable, puisqu'il n'a pas d'antécédents. Difficile de réaliser un plan de réduction dans ce cas-là. De plus, si on parle de plan de réduction des GES selon ISO 14 064-2, cela complexifie d'autant plus la chose étant donné que le gestionnaire devra contracter quelqu'un qui possède une licence ISO pour établir le scénario de référence. Effectivement, sans scénario de référence à proprement dit, pour qu'il y ait un plan de réduction des GES, cela nécessite d'avoir une comparaison de base, une norme standardisée par secteur. Faudra-t-il comparer à la pire des options, ou encore, comparer à la moyenne de ce qui se fait généralement dans ce type d'activité. La pertinence d'avoir un plan de réduction des GES devrait uniquement s'appliquer, à notre avis, aux projets dont les activités engendrent des risques élevés et modérés. Une analyse des GES économisés et prévus pour les différents scénarios énergétiques proposés est une option possible que la Chaire TERRE peut inclure dans ses analyses techniques pour les clients à peu de frais. Il peut ensuite la mettre en avant plan par exemple, comme outil promotionnel démontrant sa gestion durable de son entreprise.

Considérant ces deux éléments, on constate que l'installation d'hydroliennes ou de microturbines de petites envergures ne peut qu'avoir des effets positifs sur les changements climatiques, constituant ainsi une mesure de réduction des GES, comparativement à des activités qui sont normalement génératrices de GES. En contrepartie, ce sont les changements climatiques qui risquent davantage d'occasionner des impacts négatifs sur les hydroliennes.

ORIENTATION 2 : MIEUX INTÉGRER LES 16 PRINCIPES DE LA LOI SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

1. Encadrer législativement les évaluations environnementales stratégiques (ÉES)

Nous croyons que les ÉES devraient être encadrées par des dispositions législatives, afin de standardiser la démarche. Cependant, les 16 principes de la Loi sur le développement durable (LDD) devraient effectivement être intégrés à travers ces dernières, afin de venir bonifier les considérations dans les secteurs d'activités peu connus scientifiquement ou encore dans des lieux ayant des particularités spécifiques. Du coup, en ayant mis en place des critères décisionnels à connotations à la fois sociales, environnementales et économiques, l'ÉES réfléchi de façon durable, permettra d'établir le cadre de référence acceptable pour d'éventuels projets en lien avec les créneaux spécifiques étudiés. D'ailleurs, pour ce faire, nous suggérons d'utiliser les 3 grilles élaborées par le MDDELCC de prise en compte des principes de la LDD, ou du moins, s'en inspirer.

2. Adapter les processus d'autorisation environnementale aux projets découlant d'une stratégie, d'un plan ou d'un programme ayant fait l'objet d'une ÉES

Selon nous, il faut considérer les éléments répertoriés dans les ÉES dans les projets soumis au processus d'autorisation environnementale. Le fait d'établir, comme mentionné ci-haut, un cadre de référence sera tout à fait pertinent et pourrait y inclure ou constituer ce que vous appelé « *les meilleures pratiques reconnues* ». Toutefois, nonobstant le fait qu'un domaine singulier a été étudié en profondeur, du moins lors d'ÉES globale, il n'en demeure pas moins que le milieu, où l'initiateur du projet en question désire s'implanter, possède des caractéristiques physiques, démographiques et socio-économiques propres à lui-même. Ainsi, les constats ressortis des ÉES ne pourront pas nécessairement toujours s'appliquer aux multiples et différentes réalités régionales. Afin de considérer les caractéristiques respectives des milieux étudiés, le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) devrait intervenir tout au long des ÉES, notamment pour s'assurer de l'acceptabilité sociale des projets soumis.

Or, nous croyons que les 16 principes doivent évidemment être pris en compte lors d'ÉES, mais qu'ils doivent également être considérés et inclus dans les études d'impacts demandées dans le Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement (REEIE).

ORIENTATION 3 : ACCENTUER LA MODULATION DU RÉGIME D'AUTORISATION EN FONCTION DU RISQUE ENVIRONNEMENTAL, ET CE, SANS EN RÉDUIRE LES EXIGENCES

Orientation 3 : Considérations générales

S'il est envisagé de « *subsidiariser* » les processus d'autorisation aux gouvernements de proximité que sont les municipalités et les MRC, notamment via la loi sur les compétences municipales, ces dernières devront alors être bien outillées pour y répondre. Nous doutons cependant que des inspecteurs soient en effectifs suffisants pour surveiller et contrôler les différents projets à l'échelle locale. Nous croyons que de nouvelles compétences spécialisées devront être développées par les autorités intermédiaires, afin de connaître et comprendre toute la diversité des projets qui seront déposés et ainsi être en mesure de juger adéquatement de leurs impacts et risques sur l'environnement.

1. Assujettir les activités à risque élevé à la PEEIE et au certificat d'autorisation du gouvernement

Nous sommes d'avis que le gouvernement devrait bel et bien laisser de la latitude dans la loi pour que la liste des projets assujettis à la PEEIE puisse être modifiée, c'est-à-dire faire l'objet d'ajouts ou encore de souscriptions de certains projets le cas échéant. Une telle flexibilité permettrait d'appliquer un des 16 principes de la LDD : soit le principe de précaution, où, « *lorsqu'il y a un risque de dommage grave ou irréversible, l'absence de certitude scientifique complète ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir une dégradation de l'environnement* » (RLRQ. c. D-8.1.1, 2006). En effet, « *prévoir une révision périodique de la liste* » et « *attribuer au gouvernement le pouvoir d'assujettir un projet à la PEEIE* » permet de considérer les nouvelles données scientifiques, les avancées technologiques et l'évolution de l'acceptabilité sociale des projets à travers le temps et les localisations géographiques.

Tout comme pour la PEEIE, la liste des activités assujetties aux 3 autres catégories de risque (modéré, faible, négligeable) devrait pouvoir être elle aussi modifiée, et faire l'objet d'une flexibilité. Ainsi, certains projets pourraient monter ou descendre de catégories, afin de considérer l'actualité scientifique concernant les impacts du projet en question sur l'environnement. Encore là, l'application du principe de précaution est à notre avis légitime.

Par ailleurs, nous considérons qu'il est pertinent de classer les projets en catégories de risque. Cependant, sans une étude approfondie de chacun des projets (cas par cas), de quelles manières les caractéristiques respectives de ceux-ci seront-elles prises en compte? Par exemple, supposons qu'un projet d'approvisionnement énergétique par la filière hydraulique ait été préalablement qualifié comme étant à « *risques faibles* ». Cela aurait pour conséquence de placer tous les projets d'hydroliennes ou de microturbines

dans le même panier, sans considérer la puissance des installations, les dimensions de la machine tournante, la vitesse de rotation, etc. Les risques peuvent être bien différents et nous croyons qu'une catégorisation aussi généraliste freinerait certains projets à faibles risques. Ce pour quoi il est tout à fait essentiel de clarifier les catégories de risques et de les détailler au maximum.

2. Assujettir les activités à risques modérés à une autorisation ministérielle

Nous sommes d'avis que les activités à risques modérés devraient elles aussi être classées dans une liste, tout comme les 3 autres catégories d'activités. En effet, nous sommes en désaccord avec le fait que cette catégorie de risque assujettirait tous les projets qui ne se classent pas comme étant à *risques élevés*, à *risques faibles* et à *risques négligeables*, et ce, à travers un mode « par défaut ». Cette catégorie ne doit pas être négligée puisqu'elle comportera des « *activités de complexité variable entraînant des impacts environnementaux et qui, par conséquent, requièrent la mise en œuvre de mesures d'atténuation* ». Il faudra donc considérer cette catégorie avec importance et éviter de la sous-estimer. Selon nous, la qualifier de « *résiduaire* » est péjoratif et porte à croire que certains projets ne seraient pas classifiés en fonction de ses exigences environnementales.

De plus, nous jugeons que les différents types d'autorisations ministérielles sont beaucoup trop complexes. Nous croyons qu'il faut absolument clarifier et mieux définir ces autorisations. Un gestionnaire de projet peut facilement se perdre à travers tout ce vocabulaire. Bien qu'à l'annexe 3 du Livre vert les types d'autorisations puissent paraître bien définis, il n'en est pas le cas dans la loi. Autrement, il faudra détailler avec précision ce en quoi consiste chacune des autorisations ministérielles, à quel article de loi elles s'y rattachent et s'elles nécessitent d'autres autorisations préalables.

3. Assujettir les activités à risque faible à une déclaration de conformité

Nous croyons encore une fois que le type d'autorisation choisi pour cette catégorie de risques, soit une déclaration de conformité, devra lui aussi être bien défini. De plus, la procédure par laquelle l'initiateur de projet devra passer devra également être bien clarifiée. Nous pensons qu'une déclaration annuelle de conformité devrait être remplie par l'initiateur de projets.

4. Soustraire certaines activités dont le risque est négligeable à toute formalité préalable

Nous pensons qu'une déclaration d'activités devrait être remplie pour tous les projets assujettis aux activités à risques négligeables. Celle-ci pourrait toutefois, contrairement à la déclaration de conformité annuelle reliée aux activités à faibles risques, être faite aux deux ans. Un suivi des projets de cette catégorie permettrait donc de faire un portrait des activités assujetties et ainsi modifier leur catégorisation, dans le cas où les impacts environnementaux se verraient devenir plus significatifs.

Orientation 3 : nos préoccupations

Nous pensons donc que les hydroliennes de rivières et les microturbinés de petites puissances doivent être considérées comme étant des installations ayant des effets positifs. Ce pour quoi le processus d'autorisation pour ces projets devrait certainement être allégé pour ces unités de production hydrique de petite puissance. Il faut comprendre que les aménagements à mettre en place diffèrent énormément en fonction de la puissance des équipements, mais pas uniquement. Par exemple, l'installation d'une microturbine de 25 kW versus l'installation d'une hydrolienne de 25 kW ne nécessitera pas du tout les mêmes travaux. Voici des critères qui permettraient de classer les petites puissances hydriques selon les niveaux de risques.

INFRASTRUCTURE CIVILE

Un premier critère qualitatif devrait être pris en compte : celui de l'ampleur des travaux à mettre en œuvre. En effet, les équipements d'énergie renouvelable hydraulique qui nécessiteront des travaux d'infrastructures civiles plus importants devraient être classés dans la catégorie « à risques faibles ». Par travaux d'infrastructures civiles plus importants, nous pensons à une modification majeure du terrain, à de l'excavation de grandes surfaces, à la nécessité d'avoir des plans et devis ou un professionnel certifié, à l'aménagement d'un support, d'une conduite d'amenée, d'un canal, d'une dalle de béton d'envergure, etc. Dans le cas où peu ou pas de travaux d'infrastructures civiles serait nécessaire, alors le projet pourrait être classé comme étant « à risques négligeables ». Cependant, il y a d'autres paramètres quantitatifs qui entrent également en jeu.

GROSSEUR DES TURBINES VERSUS CELLE DE LA RIVIÈRE

Pour ce qui est des microturbinés, nous croyons que les installations pourraient utiliser une certaine proportion du ruisseau ou de la rivière, et ce, sans perturber les habitats et les écosystèmes. Nous proposons donc que les projets d'installation d'une microturbine qui détournent moins de 30 % du débit d'un cours d'eau soient qualifiés « à risques négligeables », alors que ceux qui projettent détourner plus de 30 % du débit du cours d'eau soient qualifiés « à risques faibles ». Ce pourcentage est basé sur une autorisation qui a déjà été émise par le ministère pour une turbine de 35 kW dans une pourvoirie qui a réalisé ce projet à force de persévérance échelonnée sur une année et demie au stade des autorisations. En effet, il a fallu une visite sur le terrain des instances gouvernementales afin qu'ils se confortent pour autoriser cette installation. La mise en place de cette turbine procure présentement à la pourvoirie de l'énergie verte 10 mois par année et les économies de diesel permettront de payer l'investissement sur environ 8 ans. De plus, l'arrêt complet de la génératrice diesel sauf lors d'interventions sur la turbine, permet d'éliminer les désagréables nuisances sonores pour les occupants.

En ce qui a trait aux hydroliennes de rivière, il faut tenir compte de la surface de la machine tournante avec ses pales en rotation, donc de la proportion d'eau qui passe dans l'hydrolienne, par rapport à la superficie totale de

la coupe du cours d'eau, à l'endroit où l'hydrolienne doit être implantée. Un pourcentage semblable aux microturbines devrait s'appliquer sur les hydroliennes. Ainsi, si l'hydrolienne fait passer moins de 30 % du cours d'eau, alors il s'agirait d'un projet « à risques négligeables ». Dans le cas où plusieurs machines seraient installées sous forme d'un chapelet de production, le décalage des machines dans le cours d'eau permettrait d'exploiter ce parc de production sur différentes sections de la rivière en respectant les débits prescrits précédemment pour chaque section.

VITESSE DE ROTATION

Pour ce qui est des microturbines, elle est plus élevée que pour les hydroliennes de par leur nature. Les turbines ont des pales de petites dimensions confinées dans une enceinte alimentée par des tuyaux d'amenée d'eau qui concentrent le débit sur de plus petites surfaces que les hydroliennes. Il s'en suit donc inévitablement une vitesse de rotation plus élevée pour les microturbines allant de quelques centaines à quelques milliers tours par minute (rpm) tout dépendant des modèles. Pour les microturbines, la présence d'un grillage limitant l'accès des poissons à l'embouchure de la conduite d'amenée a un effet protecteur primordial. Il protège la faune aquatique en la redirigeant vers le lit de la rivière. La vitesse de rotation dans ce cas n'est pas un critère nécessaire, car les poissons ne passent pas par la turbine.

Pour les petites hydroliennes, les vitesses de rotation envisagées sont de quelques dizaines à quelques centaines de rpm tout au plus. Le caractère novateur de la recherche dans ce secteur met à notre disposition peu d'études sur l'effet de la vitesse de rotation des hydroliennes sur les poissons. Tout de même, une bonne étude a été réalisée dans un canal aménagé pour tester l'effet de deux petites hydroliennes sur des échantillons de truites arc-en-ciel et d'achigan à grande bouche (Amaral & coll.).

La turbine Lucid spherical (image 1) possède 4 pales et a un diamètre de 1,14 m. Elle opère entre 64 et 127 rpm entraînée par des vitesses d'écoulement d'eau allant de 1.5 à 3m/s. Le taux de survie total le plus bas, mesuré 48 heures après le passage dans la turbine, est de 98.4 %. Il est à noter que ses paramètres d'opération et son mode de fonctionnement s'apparentent à ceux de l'hydrolienne de l'entreprise Idénergie qui est tout de même différente. Le principe actuel d'Idénergie a évolué vers une géométrie cylindrique avec générateur central étanche (Image 2).

La turbine Weika UPG (Image 3) possède 3 pales et a un diamètre de 1.5 m. Elle opère entre 15 et 35 rpm entraînée par des vitesses d'écoulement d'eau allant de 1 à 3m/s. Le taux de survie total le plus bas est de 99.4 %. Il est à noter que cette turbine s'apparente à un prototype précédent de l'hydrolienne de Nordest Marine. L'actuelle hydrolienne de Nordest Marine inc. de 1,9 m de diamètre sans carène est munie de 5 pales asymétriques du genre aile d'avion (IMAGE 4).

IMAGE 1



IMAGE 2



IMAGE 3



IMAGE 4



Une autre étude étoffée a été réalisée lors de la décennie 1980 dans plusieurs minicentrales hydroélectriques en Europe. Ces essais ont permis de recueillir plusieurs résultats en condition réelle de fonctionnement de centrales (Larinier M, Dartiguelongue J. 1989). Les poissons ont été introduits par la conduite d'amenée vers différents types de turbines classiques (Image 5) composant les différentes centrales. Un filet placé à la sortie permettait de recueillir les poissons à la fin de leur parcours afin de dresser les résultats.

IMAGE 5 :



Regardons le cas particulier de la centrale Lailhacar (920 kW) qui utilise une turbine Kaplan de 4 pales et de 2.1 m de diamètre. L'eau s'y écoule à une vitesse moyenne de 5.5m/s produit une vitesse de rotation de la turbine de 165 rpm. Dans le cas à pleine ouverture des aubes directrices, le taux de survie total s'est élevé à 96 %. Il est à noter que ce genre de centrales soumet les poissons à un plus grand stress qu'une hydrolienne. En effet, le confinement des conduites d'aménée, de la bêche spirale, de l'enceinte de la turbine et de l'aspirateur de sortie soumettent les poissons à des grandes variations de pression, à de forts gradients de vitesse et à de probables contacts avec les parois. Ce long périple soumet les poissons à des conditions plus rudes que celle présente dans les rivières ou les hydroliennes sont placées sans confinement.

Par exemple, pour la turbine Nordest Marine inc. 6 kW, l'eau de la rivière s'écoule au maximum, deux fois moins rapidement que dans la turbine de Lailhacar tout en ayant un diamètre semblable. Les poissons ont plus de contrôle sur leur déplacement et leur passage entre les pales est facilité par leur plus grand espacement. La faune n'est pas soumise aux forts gradients de pression et de vitesse d'eau qui sont très faibles dans ces cas. Il est raisonnable d'envisager que le taux de survie dans des conditions libres en rivière avec des hydroliennes sera nécessairement plus élevé que ceux mesurés en minicentrale.

Quand les vitesses de rotation sont entre 428 à 1500 rpm, on note dans l'étude sur les autres minicentrales une bonne augmentation des taux de mortalité s'étalant de 35 à 67 % selon les cas. Toutefois ces hautes vitesses de rotation ne sont pas représentatives des régimes d'opération des petites hydroliennes. Les hydroliennes que nous connaissons et qui sont développées au Québec tournent en régime permanent entre 40 et 200 rpm, ce qui les classe dans une plage de vitesse de rotation semblable aux études parcourues qui démontrent des taux de survie supérieurs à 98 % pour les poissons.

À la lumière de ces expérimentations, nous recommandons que sous la barre des 200 rotations par minute, les projets soient considérés comme étant « à risques négligeables ».

Un autre aspect est à tenir en compte, à savoir si l'hydrolienne sera ancrée au fond de l'eau et/ou en surface de l'eau. Une étude réalisée par la Chaire TERRE conjointement avec des étudiants en génie de l'Université du Québec à Chicoutimi a permis d'identifier les dispositifs les plus avantageux afin de fixer l'hydrolienne de Nordest Marine inc. dans un cours d'eau tant au point de vue technique, qu'environnemental et qu'économique (Tardif, Boivin, Simard, 2014). Une combinaison des dispositifs mécaniques incluant du poids, des griffes et des câbles s'est avérée la plus prometteuse. Les autres hydroliennes peuvent également recourir à ces types d'ancrages qui sont minimaux au niveau des modifications du milieu dans lequel elles baignent. Ces systèmes représentent dans leur ensemble des risques négligeables dans l'implantation des unités de petite puissance.

ORIENTATION 4 : ACCROÎTRE L'INFORMATION DISPONIBLE SUR LES AUTORISATIONS ET LES OCCASIONS D'INTERVENIR POUR LE PUBLIC

Il faut mentionner que les propositions # 2, 3, 4 et 5 ne nous concernent pas directement. Ce pour quoi nous ne nous avancerons pas sur ces questions. Nous nous attarderons simplement aux propositions 1, 6 et 7 de l'orientation 4, qui traitent de l'information à transmettre quant aux autorisations ministérielles.

1. Créer un registre des évaluations environnementales

Nous croyons qu'il serait effectivement pertinent de créer un registre où toutes les informations concernant les autorisations environnementales, et non seulement les informations concernant les projets assujettis à la PEEIE s'y retrouveraient. Ce serait un bel exemple de transparence et d'accès à l'information pour le public que de placer au même endroit toutes les autorisations qui ont été octroyées et les détails des projets qui s'y rattachent.

2. Bonifier le contenu des autorisations ministérielles et les rendre disponibles

Nous croyons que toutes les informations contenues dans les autorisations devraient pouvoir être consultées directement dans le registre prévu à cette fin. Les certificats d'autorisations délivrés devraient également être à la disposition du public. Nous sommes en accord avec le fait de rajouter dans le contenu des autorisations ministérielles, les renseignements concernant les programmes de suivi environnemental qu'est tenu de réaliser le titulaire d'une autorisation et ceux d'intérêt public.

3. Bonifier le registre actuel pour les activités à risque faible

Tout comme pour les différentes autorisations ministérielles, l'accessibilité aux déclarations de conformité des initiateurs de projet à risque faible devrait elle aussi être mise à la disposition du public pour consultation.

Orientation 4 : Nos préoccupations

Nous croyons cependant que ce registre ne serait utile que pour le grand public et qu'il n'aiderait pas nécessairement les initiateurs de projet quant à la démarche à suivre pour mettre en branle son projet. Par exemple, supposons que l'on peut consulter dans le registre plusieurs projets d'installations de microturbines ou d'hydroliennes de faible puissance. Malgré l'accessibilité aux informations spécifiques de ces projets, il faut spécifier que ces derniers demeurent singuliers et que les caractéristiques respectives de chacun peuvent faire en sorte que les projets soient relativement différents.

Ce pourquoi, nous proposons que toutes les procédures par lesquelles les initiateurs de projets doivent passer doivent être définies en profondeur, et ce, de façon imagée et visuelle, pour faciliter la compréhension du

processus. Nous croyons également que les aspects temporels devront y être intégrés ainsi que les coûts et les délais de chaque étape de la procédure. Nous jugeons qu'une démarche de style « pas-à-pas » serait plus facilitante pour les gestionnaires de sites isolés, désirant faire l'acquisition, l'installation et l'exploitation d'une microturbine ou d'une hydrolienne de rivière.

Nous sommes d'avis que le vocabulaire qui entoure les types d'autorisation est beaucoup trop complexe. Ceux-ci devraient donc être clarifiés et mieux définis. Par exemple, l'emploi des termes trop bureaucratiques est extrêmement apeurant pour quiconque ne baignant pas dans ce domaine.

ORIENTATION 5 : SIMPLIFIER LES AUTORISATIONS ET LES PROCESSUS D'ANALYSE

Dans ce chapitre, les propositions # 1,2, 6 et 8 seront traitées et notre opinion face à celles-ci sera exposée.

1. Instaurer un seul type d'autorisation ministérielle

Nous sommes d'accord et trouvons cela très pertinent d'attribuer une seule et unique autorisation pour un projet, au lieu que l'initiateur ait à remplir plusieurs formulaires et ait à se procurer nombreux types d'autorisations. Cependant, nous proposons qu'il y ait un type d'autorisation différente pour chacune des 4 catégories de risque, pour un total de 4 types d'autorisations seulement.

En plus de voir les types d'autorisations se consolider sous une seule et même appellation, nous jugeons qu'il est essentiel que l'autorisation environnementale soit octroyée par une seule et unique instance gouvernementale. Il s'agit, dans le cas d'installations d'équipements de microhydroélectricité, d'un projet à caractère à la fois environnemental et à la fois énergétique. Ainsi, nous déplorons l'idée d'avoir affaire avec plusieurs instances, le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) et le DDER, parfois même avec plusieurs ministères (MDDELCC, MERN); en plus de voir s'en mêler les compétences municipales et fédérales, dépendant des situations. Nous proposons donc que les initiateurs de projet énergétique de petites puissances puissent cheminer vers leur autorisation avec des spécialistes d'instances locales comme les villes ou MRC par exemple. Au fait des réalités et situés à proximité des lieux de réalisation de projets, ils sont tout désignés pour matérialiser le principe de subsidiarité. De plus, ils pourraient se référer à des experts seniors au ministère au besoin. Une fois le dossier complété, il serait toutefois recommandé par l'instance locale au MDDELCC pour y être signé en finalité.

2. Prévoir une seule autorisation ministérielle évolutive tout au long de l'exercice de l'activité

En plus de n'avoir qu'une seule et unique autorisation par types de risques, nous sommes également en accord avec le fait de ne pas exiger de nouvelles autorisations dans le cas d'une modification du projet. En effet, nous

croions que celles-ci devraient être modifiées et mise à jour, comme il est proposé dans le Livre vert. Cependant, nous proposons qu'un renouvellement de l'autorisation octroyée soit effectué après une période de temps donné, par exemple annuellement, ou encore bisannuel. Ainsi, le gestionnaire du projet serait dans l'obligation de renouveler son autorisation/attestation/déclaration. Cela éviterait les oublis quant à la validation d'une modification de la capacité de certains équipements par exemple.

Dans notre cas, admettons qu'un propriétaire d'une pourvoirie installe à l'été 2016 une hydrolienne de 25 kW dans une rivière à proximité, répondant ainsi à ces besoins énergétiques réels, identifiés suite à une étude préalable. Une déclaration de conformité pourrait alors être requise pour la mise en œuvre de son projet d'approvisionnement renouvelable. En 2020, son achalandage a considérablement augmenté alors que ces besoins énergétiques ont été évalués de nouveau et ont conséquemment doublé. Il désire donc augmenter sa capacité de production et installer une seconde hydrolienne de 25 kW. Il sera donc beaucoup plus simple de seulement renouveler sa déclaration et mettre à jour les informations concernant sa capacité de production hydroélectrique, au lieu de refaire le processus du début et de demander une nouvelle autorisation.

Un renouvellement obligatoire, annuel ou bisannuel, des autorisations octroyées, permettrait également de flexibiliser le processus d'autorisation ainsi qu'une grande ouverture. Du coup, les conditions exigées pourraient être suivies et mises à jour uniquement au besoin. Cette façon de procéder permettrait également de compiler des statistiques afin de mesurer les résultats réels sur le terrain obtenu avec ces mesures.

3. Prévoir un nouveau processus pour les activités « à risque faible »

Nous sommes d'avis que les initiateurs de projet « à faible risque » devront produire une déclaration de conformité. Nous sommes également en accord que le ministre puisse attribuer une dérogation de conformité le cas échéant. Or, nous trouvons que le terme est compliqué à comprendre et qu'il vaudrait mieux utiliser un terme plus commun pour faciliter la compréhension aux initiateurs de projet.

Nous sommes toutefois en désaccord avec le fait que la déclaration de conformité soit inaccessible. Dans le cas qui nous concerne par exemple, un propriétaire de sites touristiques dans le Nord-du-Québec, qui s'approvisionne en énergie renouvelable hydraulique de petites puissances, vend son entreprise. La déclaration de conformité étant à jour et respectant les normes exigées, le nouveau propriétaire devrait pouvoir se faire transférer la déclaration, sans avoir à en produire une nouvelle. Le transfert de permis et toute la paperasse de son acquisition seront déjà suffisamment complexes pour ne pas lui ajouter d'autres charges administratives.

Cependant, nous croyions que la déclaration de conformité devrait elle aussi faire l'objet d'un mécanisme de renouvellement périodique, afin de s'assurer de l'application des normes prescrites dans la déclaration.

4. Soustraire les activités à risque négligeable

Nous sommes en désaccord avec l'idée de soustraire de tous processus d'analyse, de contrôle ou de suivis les projets qualifiés de risques négligeables. En casant des projets comme étant non impactant, et ainsi ne demander aucune mesure de suivis, cela contrevient à l'application du principe de précaution. De plus, cela ferme la porte à toute flexibilité. En ayant au moins une déclaration d'activités, encore une fois périodique, mais de moindres envergures que la déclaration de conformité, alors le projet pourrait être réévalué dans le cas où de nouvelles connaissances scientifiques permettraient de démontrer de nouveaux impacts sur l'environnement.

ORIENTATION 6 : REVOIR LES RESPONSABILITÉS DU MINISTÈRE ET DES INITIATEURS DE PROJETS

Nous croyons que la responsabilité des impacts du projet sur l'environnement doit reposer d'abord et avant tout sur l'initiateur du projet.

1. Encadrer la recevabilité d'une demande d'autorisation

Dans l'éventualité où les exigences et les directives seraient clairement définies et expliquées aux initiateurs de projet, alors là, les demandes d'autorisations incomplètes pourraient être jugées irrecevables par le ministère. Toutefois, sans cet éclaircissement en profondeur, nous pensons qu'il est trop contraignant de qualifier d'irrecevable une demande d'autorisation du premier coup et donc, que des modifications pourraient tout de même être exigées.

Or, en ce qui concerne la responsabilité des consultants externes embauchés, nous croyons qu'ils devraient certes être plus impliqués en amont de l'étape de la demande d'autorisation.

2. Clarifier les exigences, informer et accompagner les initiateurs de projets

Nous sommes d'avis que des guides devraient être élaborés afin d'accompagner, à travers une démarche « pas-à-pas » les initiateurs de projet tout au long du processus d'autorisation. Ces guides devraient être complets, concis et détaillés à la fois, pour qu'ils puissent facilement comprendre de quoi il s'agit.

Aussi, nous pensons qu'il serait pertinent d'organiser des séances d'information générale périodiquement, et que c'est une excellente idée de tenir des rencontres de démarrage personnalisées avec les initiateurs de projets.

3. Prévoir la caducité des directives produites dans le cadre de la PEEIE et des autorisations

Nous trouvons pertinent de *vouloir éviter que l'autorisation ne soit utilisée que plusieurs années après sa délivrance*. En effet, comme indiqué, le contexte du projet risque d'avoir changé. Ce pour quoi, dans des activités à durée déterminée, une demande de prolongation serait de notre point de vue nécessaire, afin de réitérer les conditions et exigences à respecter.

4. Encadrer la cessation des activités

Nous souscrivons à l'idée d'obliger les gestionnaires de projet à laisser les lieux en bon état, dans le but d'avoir un certain contrôle sur les activités de clôture d'un projet.

ORIENTATION 7 : MIEUX INTERNALISER LES COÛTS DES AUTORISATIONS ENVIRONNEMENTALES ET DES ACTIVITÉS QUI EN DÉCOULENT

Nous sommes d'avis qu'il faut responsabiliser davantage les initiateurs de projets face aux risques environnementaux pouvant être engendrés par leur projet, mais également, face aux coûts associés au traitement de leur dossier.

1. Réviser la grille tarifaire

La grille tarifaire devrait tenir compte des 4 catégories de risques (élevé, modéré, faible, négligeable). Du coup, considérant qu'une activité à risque faible ou négligeable, comme l'installation d'une microturbine, ne nécessitera qu'une déclaration de conformité ou encore une déclaration d'activité, alors cela demandera très peu d'efforts de la part du gouvernement pour être traité. Les frais devront donc être établis en conséquence du temps nécessaire à l'analyse du dossier.

Par exemple, si un particulier désire implanter une petite hydrolienne dans la rivière à proximité de son chalet, les impacts seront limités et son dossier sera facile à analyser. Du coup, peu de fonctionnaires se pencheront dessus et les coûts devraient donc être faibles. De plus, les initiatives vertes des particuliers, telles que la mise en place d'équipements de production hydrauliques de petites envergures, basées sur les énergies renouvelables, devraient être favorisées et pouvoir faire l'objet d'incitatif financier de la part du gouvernement, dont notamment des frais de traitement moins coûteux.

2. Modifier le ratio d'autofinancement

De façon générale, nous croyons que la proportion de la prise en charge des frais liés au traitement des dossiers de projet devrait être assumée 50-50, soit la moitié par l'état, et l'autre moitié par le gestionnaire de

projet. Or, peut-être que le nombre d'heures passées à analyser un dossier pourrait être considérées dans la tarification reliée au traitement d'un projet.

Toutefois, nous croyons que des ratios spécifiques devraient être définis pour les différentes catégories d'acteurs. Par exemple, nous nous questionnons à savoir si les proportions devraient être les mêmes pour un particulier que pour un gestionnaire de mégaprojet. D'un côté, les retombées et les impacts sont minimes et les moyens financiers sont limités, alors que de l'autre, ils sont considérables.

3. Tarifier l'ouverture d'un dossier lors d'une demande d'autorisation

Il pourrait, comme il est proposé, y avoir un tarif de base pour l'ouverture d'un dossier qui serait inclus dans le coût total de la demande. Il pourrait s'agir du même tarif s'appliquant aux activités qui occasionnent des risques négligeables et des risques faibles.

CONCLUSION & RECOMMANDATIONS

Afin de faciliter le développement et l'implantation des unités de production hydrauliques de petites puissances, pour les manufacturiers, les centres de recherche et les propriétaires d'installations, nous recommandons que :

1. La classification des projets dans les catégories de risques négligeables ou faibles serait réalisée à partir d'une charte bien définie sur des critères précis : Puissance électrique, taille de la machine versus pourcentage du débit du cours d'eau utilisé, vitesse de rotation, types d'ancrage, ampleur des infrastructures civiles de l'installation, etc.;
2. L'autorisation soit concentrée dans un seul formulaire de déclaration d'activité pour les projets à risques négligeables;
3. L'autorisation soit concentrée dans un seul formulaire de déclaration de conformité pour les projets à risques faibles;
4. Le processus d'autorisation de par sa simplification devrait être peu coûteux et relativement rapide;
5. La modification d'une installation sans changement de catégorie de risques ou son transfert vers un nouveau propriétaire devrait être signalée aux instances lors du renouvellement périodique de façon simple, sans avoir besoin de remplir une nouvelle demande;
6. Les MRC ou municipalités soient outillées afin de jouer le rôle d'intermédiaire avec le MDDELCC afin d'assister les initiateurs de projets pour compléter l'autorisation;
7. Le MDDELCC est l'autorité finale certifiant l'autorisation suite aux recommandations de la MRC ou municipalité.

Pour conclure, nous tenons à souligner l'excellente initiative du gouvernement pour cette commission qui permettra de moderniser la LQE. La Chaire de recherche TERRE du Cégep de Jonquière est ouverte à collaborer avec le ministère dans l'élaboration des nouvelles mesures suggérées, dans le développement des outils nécessaires aux évaluations ou dans toute autre demande cadrant dans ses champs d'expertise.

Au nom du Cégep de Jonquière, je soussigné, Martin Bourbonnais, dépose le présent mémoire.



Martin Bourbonnais M.Sc.A.

Titulaire de la Chaire de recherche industrielle du CRSNG en TERRE

Technologies des énergies renouvelables et rendement énergétique

BIBLIOGRAPHIE

ADEME. *Guide pour le montage de projets de petite hydroélectricité. Connaître pour agir. Guides et cahiers techniques.* Accessible en ligne :

http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/47883_guide_petite_hydro.pdf (2003) (Consulté le 24 avril 2015)

AMARAL, S., HOGAN, T., GIZA, D., MCMAHON, B., JACOBSON, P., NIXON, D. *Laboratory evaluation of fish survival and behavior associated with hydrokinetic turbines.* Electric Power Research Institute. Alden Research Laboratory., Final Report. USA

AMARAL, S., PERKINS, N., GIZA, D., MCMAHON, B. *Evaluation of fish injury and mortality associated with hydrokinetic turbines.* Electric Power Research Institute. Alden Research Laboratory., Final Report. USA, Accessible en ligne : http://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Evaluation_of_Fish_Injury_and_Mortality_Associated_with_Hydrokinetic_Turbines.pdf (2011) (Consulté le 20 février 2015)

CÉGEP DE JONQUIÈRE, Mémoire présenté à la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec. L'approvisionnement durable des sites isolés, Saguenay (3 octobre 2013)

CÉGEP DE JONQUIÈRE, Faciliter l'accessibilité à des modes d'approvisionnement énergétique durable en milieu isolé : un élément incontournable à inclure dans la Future Politique énergétique du Québec (2016-2020)

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC *Le Québec en action vert 2020. Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques. Phase 1.* Accessible en ligne : http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/changements/plan_action/pacc2020.pdf (2012). (Consulté le 19 février 2015)

HEC. Évaluation du marché américain de la petite hydro dans le cadre des normes d'approvisionnement en énergies renouvelables. Valérie St-Yves. Rapport d'étude. No1. Chaire de gestion du secteur de l'énergie. Accessible en ligne : http://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2014/12/Rapport-d%C3%A9tude_01-2014_St-Yves.pdf (2014). (Consulté le 2 septembre 2015)

<http://www.ecohabitation.com/guide/fiches/comblen-besoins-electriques-micro-hydroelectricite> (Consulté le 10 septembre 2015)

HYDRO_QUÉBEC. *Filière d'énergie renouvelable. L'énergie hydrolienne.* Accessible en ligne : <http://www.hydroquebec.com/developpement-durable/centre-documentation/pdf/fiche-hydrolienne.pdf> (2014) (Consulté le 3 mars 2015)

IDÉNERGIE. (s.d). Mémoire présenté à la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec. Le développement de l'hydrolienne de rivière domestique au Québec, les enjeux technologiques, environnementaux, économiques et législatifs. Montréal. Accessible en ligne : http://www.mern.gouv.qc.ca/energie/politique/memoires/20130918_105_Idenergie_M.pdf
(Consulté le 20 février 2015)

LARINIER M., DARTIGUELONGUE J., *La circulation des poissons migrateurs : la circulation à travers les turbines des installations hydroélectriques*, CEMAGREF, (mai 1989)

RLRQ, c. D-8.1.1. Loi sur le développement durable. Gouvernement du Québec. Accessible en ligne :

http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/D_8_1_1/D8_1_1.html (2006) (Consulté le 19 février 2015)

SOVACOOOL, Benjamin K. *Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power : A critical survey - Energy Policy* 36 : (2008)

TARDIF E, BOIVIN B. SIMARD M., Conception et modélisation d'un système d'installation et de fixation d'une hydrolienne, Rapport de projet de fin d'études en Ingénierie, UQAC (Décembre 2014)