

Bilan environnemental régional

1988-1999

L'Énergie

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières.....	i
Liste des tableaux et figures.....	ii
1. Introduction.....	1
2. Faits saillants 1988-1998.....	2
3. Bilan 1998.....	5
3.1 L'HYDROÉLECTRICITÉ.....	5
3.1.1 Les centrales hydroélectriques de la région.....	5
3.1.2 Des grands et des petits projets.....	6
3.1.2.1 La rivière Ashuapmushuan.....	7
3.1.2.2 La rivière Péribonka.....	8
3.1.2.3 Les projets de la Betsiamites.....	8
3.1.2.3.1 La rivière Manouane.....	9
3.1.2.3.2 La rivière Portneuf.....	10
3.1.2.3.3 La rivière Sault aux Cochons.....	10
3.1.2.4 Les petits barrages.....	10
3.1.2.4.1 La rivière Ouatouchouan à Val-Jalbert.....	11
3.1.2.4.2 Minashtuki.....	12
3.1.2.4.3 Autres petits projets.....	12
3.1.3 Le transport de l'électricité.....	13
3.1.3.1 Le réseau de transport de l'électricité.....	13
3.1.3.1 L'incidence des lignes de transport de l'électricité sur l'environnement et la santé.....	14
3.2 Le gaz naturel.....	20
3.2.1 Le réseau de transport du gaz naturel.....	20
3.2.2 Les incidences du transport du gaz naturel.....	21
3.3 La cogénération.....	21
3.3.1 La cogénération et la valorisation énergétique de la biomasse industrielle et résiduelle de bois.....	22
3.4 Le charbon et le PÉTROLE.....	24
3.5 La biomasse FORESTIÈRE comme source D'ÉNERGIE.....	25
3.6 La production et la demande.....	26
3.6.1 Évolution de la consommation et de la production énergétique.....	26
3.6.2 Évolution de la demande en énergie.....	28
3.7 La politique ÉNERGÉTIQUE.....	33
3.7.1 La nouvelle politique énergétique.....	33
3.7.2 La régie de l'énergie.....	35
3.7.3 L'Agence de l'efficacité énergétique.....	37
3.7.4 La planification intégrée des ressources.....	38
4. RÉSUMÉ des tendances.....	40
4.1 Vers des ÉNERGIES alternatives.....	40
4.1.1 L'efficacité énergétique : Négawatts.....	41
4.1.2 L'énergie éolienne.....	46
4.1.3 L'énergie solaire.....	48
4.1.4 Les énergies de substitution pour le transport.....	50
4.2 Le DÉVELOPPEMENT durable et la biodiversité.....	55
4.3 la protection des paysages.....	58
5. Conclusion.....	60
6. Liste des intervenants.....	62
7. Bibliographie.....	64
8. Liste des acronymes et des symboles.....	70

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1. Centrales hydroélectriques du Saguenay–Lac-Saint-Jean, leur puissance, l'année de mise en service et les propriétaires.	6
Tableau 3. Lignes et équipements du réseau public et privé de transport de l'électricité du Saguenay–Lac-Saint-Jean.	14
Tableau 4. Rapport entre la quantité de phytocides utilisés et la surface traitée dans le dégagement des emprises et des postes de l'Alcan au Saguenay–Lac-Saint-Jean de 1991 à 1997.	15
Tableau 5. Champs magnétiques émis par des appareils électriques en fonction de la distance en microtesla (μT)... ..	17
Tableau 6. Limites d'exposition aux champs électriques (CE) et magnétiques (CM) à des fréquences industrielles (50/60 Hz), selon certains organismes.	18
Tableau 7. Fréquence dans le temps des intensités maximales des champs électrique et magnétique en bordure des emprises des lignes d'Hydro-Québec ¹	19
Tableau 8. Polluants communs provenant de la combustion en charbon et en bois.	26
Tableau 8. Taux de croissance annuel moyen entre 1994 et 2011 des différentes formes d'énergie dans le secteur du transport.	29
Tableau 11. Prévisions de la demande énergétique dans les secteurs résidentiel, tertiaire et industriel en 1994, 2001 et 2011 au Québec. Le total est exprimé par type d'usage et selon la forme d'énergie utilisée.	31
Tableau 13. Prévisions de la demande d'énergie (pétajoules) dans le secteur des transports au Québec en 1994/2011. La demande en fonction des motifs pour les modes urbains présente seulement le détail des prévisions pour les secteurs autres que Québec, Montréal et sa banlieue (régions centres).	32
Tableau 11. Nomenclature des énergies non conventionnelles au Québec.	41
Tableau 12. Exemples de mesures simples et peu coûteuses d'économie d'énergie dans une résidence, ainsi que les économies réalisables.	45
Tableau 13. Potentiel de gains énergétiques avec certaines options d'efficacité énergétique dans le secteur du transport au Québec en 1990.	46
Tableau 14. Conditions minimales des vents pour opérer une éolienne.	47
Tableau 15. Émissions de polluants des carburants de substitution en comparaison avec l'essence (cycle complet allant de la production à la consommation).	55
Tableau 17. Les objectifs de la Stratégie québécoise sur la diversité biologique pour les ressources énergétiques. ...	56
Figure 1. Énergie nette disponible pour la consommation et proportion de cette énergie qui a été consommée (secteurs transports, résidentiel, commercial et industriel) au Québec de 1975 à 1995. Le bilan net des échanges est considéré dans le calcul de la disponibilité (modifié de Fillion et Fréchette 1997).	27
Figure 3. Évolution de la consommation d'énergie électrique en GWh vendue par Hydro-Québec dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean par type de clientèle. Les pourcentages indiquent la croissance de la consommation pour 1997 par comparaison avec 1992 (Source Hydro-Québec).	28
Figure 5. Efficacité énergétique de différents modes de transport au Québec (Source Québec 1994b).	51

1. INTRODUCTION

L'énergie sous toutes ses formes est devenue indispensable aux sociétés et aux individus d'aujourd'hui. On ne saurait se passer d'eau chaude, du chauffage facile des résidences, des appareils ménagers, de nos voitures, de l'éclairage, des ordinateurs, de nos babioles électroniques, etc et des industries qui les fabriquent, en utilisant de l'énergie. La consommation d'énergie au Québec est très supérieure, soit deux fois plus, que celle des pays européens (Fillion et Fréchette 1997). Nous surconsommons l'énergie directement et indirectement par la faible durée de vie de nos produits de consommation.

La production énergétique est pour l'instant relativement stable dans les pays industrialisés en raison des changements dans les structures économiques, dont particulièrement la transition du secteur de l'industrie vers le secteur des services, ainsi que la modernisation et la meilleure efficacité dans les industries (Conseil mondial de l'énergie 1995). Mais l'accroissement de la population au niveau mondial et la demande croissante en énergie consécutive au développement économique (des pays en développement surtout, mais aussi des pays occidentaux dans une moindre mesure) font en sorte que la demande énergétique globale va augmenter. Cette augmentation de la demande et l'ouverture des marchés de l'électricité vont intensifier les relations d'échange et de commerce en Amérique du Nord, ce qui inclut le Québec puisqu'il est un grand producteur. Des choix de société s'imposent dans le domaine de l'énergie pour assurer la production, mais de manière à limiter les coûts économiques, sociaux et environnementaux.

Bien que le Québec produise beaucoup d'hydroélectricité, c'est le pétrole qui est l'énergie la plus consommée pour plusieurs de nos besoins, en particulier pour le transport. Ce qui implique que nous sommes malgré tout fort dépendants des marchés extérieurs. Mais il y a un début de diversification des formes d'énergie utilisées. Cette diversification est une nécessité car les réserves actuelles mondiales connues de pétrole seront épuisées au rythme actuel dans environ 45 ans de production, celles de gaz naturel dans 60 ans et celles de charbon dans 250 ans (Québec 1992). Le développement d'autres sources d'énergie que les combustibles fossiles est nécessaire. Si des actions gouvernementales viennent appuyer et accélérer le développement des énergies renouvelables (solaire, éolienne, géothermique, marémotrice, etc.), on peut espérer que ces formes d'énergies représenteront 12 % en 2020 dans l'approvisionnement global mondial, au lieu du 4 % avec les politiques actuelles (Conseil mondial de l'énergie 1995).

La problématique de l'énergie est très vaste et il est impossible dans le cadre du présent document de discuter de tous ses éléments et de leur influence à divers niveaux. Le présent chapitre aborde l'importance de la production d'hydroélectricité et du potentiel hydroélectrique exploité ou non de la région. Nous verrons aussi les autres formes d'énergie utilisées dans la région, soit le gaz naturel, la biomasse forestière, le charbon et le pétrole. Il y a des changements politiques au Québec dans le secteur de l'énergie avec la nouvelle politique énergétique et la création de la Régie de l'énergie. Finalement, certaines formes d'énergie dites non conventionnelles sont discutées.

2. FAITS SAILLANTS 1988-1998

Hydroélectricité

Il y aurait un potentiel de développement hydroélectrique techniquement aménageable dans le bassin versant du Saguenay de 13,6 TWh, comprenant 2 sites de grande puissance, 25 sites de moyenne et 25 sites de petite puissance. Ainsi, des nouvelles centrales privées de moins de 50 MW pourraient encore être aménagées, selon la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité produite par le privé.

Grands projets :

- La rivière Ashuapmushuan a fait l'objet d'études pour l'aménagement d'un complexe hydroélectrique, études qui se sont étendues des années 70 aux années 90. Les groupes contre le projet de l'Ashuapmushuan sont favorables au développement d'une nouvelle centrale sur la rivière Péribonka, ce qui aurait comme avantage selon eux de conserver l'Ashuapmushuan.

Mais tous les projets importants de développement hydroélectrique d'Hydro-Québec sont pour l'instant en veilleuse.

Petits projets :

- Il y a des projets de dérivation de rivières pour le bassin de la Betsiamites afin d'augmenter la production annuelle des centrales du complexe Bersimis. Pour la région, ces projets touchent les rivières Manouane, Portneuf et Sault aux Cochons et les réservoirs Pipmuacan et Manouane.
- Politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité provenant de producteurs privés (hydroélectrique, thermique au gaz naturel, éolien, biomasse) :
 - Hydro-Québec s'est engagé à acheter 20 MW d'énergie sous forme d'énergie éolienne, de biomasse et de petites centrales hydroélectrique pendant 10 ans.
 - Mise à la disposition des producteurs privés de sites ayant un potentiel hydroélectrique de moins de 50 MW de puissance, ou de centrales désaffectées. Les nouvelles centrales hydroélectriques de la région sont issues de ce programme.
 - * Nouvelles centrales hydroélectriques : Anse Saint-Jean (remise en service), Minashtuk, Delta 1, Jonquière #1
 - * Petits projets hydroélectriques présentement sous études : Rivière aux Écorces (taille du projet à déterminer) et Chute-Blanchette. Il y avait aussi le projet de Chute-Martine, mais il a été abandonné.
- Hydro-Québec considérait la cogénération comme la filière d'appoint avec les petites centrales hydroélectriques au début des années 90. Ce type de centrale est en exploitation chez Produits Forestiers Donohue et Produits Forestiers Alliance, où la production d'électricité et de vapeur est avantageuse. Une autre centrale est en construction à Saint-Félicien, par la Société de cogénération du Québec.
- La filière d'appoint considérée maintenant est la production thermique à partir de gaz naturel. Jusqu'à 10 TWh de puissance totale est envisagée par Hydro-Québec pour ce type de centrale.

L'énergie

Nouvelles lignes de transport de l'électricité :

- En service : la ligne 12 de 735 kV,
- En opération avant 2000 : deux lignes de 161 kV, dont une pour l'alimentation de la nouvelle aluminerie à Alma.

L'incidence des CEM sur la santé n'a pas encore été infirmée ou confirmée.

Le dégagement chimique se pratique de nouveau pour les lignes à 735 kV pour leurs emprises ainsi que sous les conducteurs et autour des pylônes. Seul le dégagement mécanique doit être utilisé pour les lignes de plus faible voltage.

Gaz naturel

Le réseau de transport du gaz naturel s'étend maintenant de La Baie jusqu'à Roberval, couvrant ainsi la partie sud du lac Saint-Jean et dessert la plupart des industries et PME de la région.

Les risques d'explosions et de fuite de gaz dans le réseau de transport du gaz naturel sont faibles si les précautions d'usage sont prises. Le dégagement des emprises est nécessaire et constitue la source d'impact environnementaux en fonction du type de dégagement utilisé.

Evolution de la croissance et de la demande en énergie

Pour la prochaine décennie, on doit s'attendre à une bonne croissance de la demande énergétique du secteur industriel, tandis que la demande du secteur résidentiel sera faible. Ceci implique une augmentation du transport de marchandises, en particulier routier et de la demande de gaz naturel pour le transport et les industries manufacturières.

Politique énergétique

Débat public sur l'énergie au Québec en 1996, plusieurs changements politiques en sont issus :

- Nouvelle politique énergétique comportant la notion de planification intégrée des ressources.
- Création de la Régie de l'énergie en 1997, qui remplace la Régie du gaz naturel, qui assume des fonctions semblables mais au champs d'application plus vaste : gaz naturel, électricité et certains pouvoirs pour le pétrole.
- Création en 1997 de l'Agence de l'efficacité énergétique pour promouvoir l'efficacité énergétique. Elle remplace la Direction de l'efficacité énergétique créée en 1994, qui remplaçait elle-même le Bureau de l'efficacité énergétique créé en 1988.

Ouverture du marché de gros de l'électricité en 1997 : Hydro-Québec et les autres distributeurs et producteurs québécois peuvent acheter et vendre de l'électricité sur les marchés extérieurs.

Énergies alternatives

Entré en vigueur de la *Loi sur l'efficacité énergétique* en 1992, dont les règlements et les normes devraient être révisés par l'Agence de l'efficacité énergétique.

L'énergie

Les divers programmes offerts à tous les niveaux pour améliorer l'efficacité énergétique sont peu ou pas utilisés dans la région, à la fois au niveau municipal et industriel.

Négawatts Production Inc. a mis sur pied et réalisé un programme en efficacité énergétique à base communautaire dont les résultats sont prometteurs.

La part de l'énergie éolienne dans le portefeuille de ressources d'Hydro-Québec est actuellement faible, mais devrait augmenter dans les prochaines années selon les recommandations de la Régie de l'énergie.

Des énergies de substitutions sont envisagées pour le transport. L'hydrogène et l'électricité font l'objet de plusieurs études et essais techniques.

Protection des paysages

Le programme ORIEL, créé en 1996, expérimente divers projets pour diminuer les impacts sur les paysages des lignes de transport d'électricité, de communications et de câblodistributions.

3. BILAN 1998

3.1 L'HYDROÉLECTRICITÉ

L'électricité est la forme d'énergie la plus utilisée au Québec depuis longtemps dans les secteurs industriel, commercial et résidentiel, à l'exclusion du secteur du transport et du pétrole. Au niveau mondial, le Québec est un des grands producteurs d'hydroélectricité et se situait au deuxième rang dans la consommation d'électricité en 1993 avec 23 338 kWh par habitant (Fillion et Fréchette 1997). Ce qui équivaut entre 26 et 27 ampoules électrique de 100 watts ouvertes toute l'année ($100M \times 26-27 \text{ ampoules} \times 365 \text{ jours} = 23\,214 \text{ kw/h}$), ou l'équivalent d'une plinthe de chauffage électrique de 2 500 watts ouverte toute l'année par habitant (21 900 kw/h) (Guy 1998).

Ce sont les centrales hydroélectriques qui ont produit 97,5 % de l'électricité au Québec en 1995, soit 200,08 milliards de kWh pour une puissance totale installée, en incluant les Chutes Churchill au Labrador (5 428 MW), de 39 714 373 kW, dont 34 632 MW pour Hydro-Québec. L'hydroélectricité a l'avantage d'être très intéressante au point de vue environnemental face aux carburants fossiles pour produire de l'électricité, car elle est moins polluante. Il n'y a pas d'émissions atmosphériques directes comme dans le cas de la combustion des énergies fossiles. Mais il y a des émissions de méthane et des impacts négatifs sur les bassins versants découlant des aménagements nécessaires à l'établissement des centrales (cf. chapitre sur l'eau).

3.1.1 LES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES DE LA RÉGION

Il y a plusieurs centrales hydroélectriques dans la région (Tableau 1). La majorité de ces centrales appartiennent à des compagnies privées qui produisent de l'électricité pour leurs propres besoins et/ou pour la vendre à Hydro-Québec. La puissance installée dans la région est de plus de 2 000 mégawatts.

Tableau 1. Centrales hydroélectriques du Saguenay–Lac-Saint-Jean, leur puissance, l'année de mise en service et les propriétaires.

Centrales	Rivières	Puissance (kW)	Mise en service	Propriétaires
Jim-Gray	Shipshaw	51 000	1952	Abitibi-Consolidated
Murdock Wilson	Shipshaw	51 000	1957	Abitibi-Consolidated
Chute-aux-Galets	Shipshaw	13 600	1921	Abitibi-Consolidated
Chicoutimi	Chicoutimi	9 900	1923	Abitibi-Consolidated
Adam Cunningham	Shipshaw	6 375	1952	Abitibi-Consolidated
Kénogami	aux Sables	4 690		Abitibi-Consolidated
Jonquière Mill	aux Sables	2 400		Abitibi-Consolidated
La Grande-Baie #1		828		Abitibi-Consolidated
La Grande-Baie #2		460		Abitibi-Consolidated
Chutes-des-Passes	Péribonka	750 000	1959	Alcan
Shipshaw	Saguenay	896 000	1943	Alcan
Isle-Maligne	Grande Décharge	402 000	1926	Alcan
Chute à la Savane	Péribonka	210 000	1953	Alcan
Chute du Diable	Péribonka	205 000	1952	Alcan
Chute-à-Caron	Saguenay	224 000	1931	Alcan
L'Anse-Saint-Jean	Saint-Jean	450	1995	Hydro-Morin inc.
Pont-Arnaud	Chicoutimi	5 450	1912	Hydro-Québec
Chute-Garneau	Chicoutimi	2 240	1925	Hydro-Québec
Delta 1	Belle-Rivière	800	1993	La Société d'Énergie Belle-Rivière inc.
Jonquière #1	aux Sables	4 092	1996	Ville de Jonquière

Sources : Canada 1997 ; Fillion et Fréchette 1997 ; Savard 1989 ; Alcan et Hydro-Québec.

Les centrales de Pont-Arnaud et Chute-Garneau ne sont plus en service depuis 1993 et elles ont été affectées par les inondations de 1996. Leur remise en service dépendra des décisions sur la gestion du lac Kénogami (cf. section 3.1.2.4.3), mais l'importance historique de ces ouvrages devrait orienter les décisions vers leur maintien.

L'importance économique du développement hydroélectrique va prendre de l'ampleur au niveau des régions. Une des conditions pour Hydro-Québec pour réaliser des projets est l'acceptabilité sociale. Ce qui implique une participation des organismes publics (municipalités, MRC, communautés autochtones), qui se réalisera par leur association aux projets comme investisseurs dans une société en commandite (Hydro-Québec 1997a). Les bénéfices retirés des ouvrages seront partagés entre les commanditaires, tandis que l'exploitation des ouvrages sera assumé par le commandité, soit Hydro-Québec.

3.1.2 DES GRANDS ET DES PETITS PROJETS

Le potentiel de production d'hydroélectricité du Québec est de 251 TWh, pour une puissance totale utilisée, si on considère un facteur d'utilisation de 60 %, de 48 000 MW. Cette puissance

totale est produite par le potentiel aménagé, qui est présentement de 162 TWh. Outre les centrales déjà installées, le potentiel techniquement encore aménageable dans le bassin versant du Saguenay est de 13,6 TWh, subdivisé comme suit (Hydro-Québec 1995) :

- Grands complexes de plus de 500 MW de puissance installée : 2 sites totalisant un potentiel de 3,6 TWh ;
- Centrales de moyennes envergures de 25 à 500 MW :
 - * avec réservoir : 7 sites totalisant un potentiel de 6,3 TWh ;
 - * au fil de l'eau : 10 sites totalisant un potentiel de 2,9 TWh ;
- Petites centrales de moins de 25 MW : 25 sites totalisant un potentiel de 139 MW.

Bien entendu, certaines considérations font en sorte que ce ne sont pas tous ces sites qui risquent d'être aménagés un jour. Ces considérations sont l'acceptabilité sociale (partenariat), environnementale (pas d'impact irréparable) et économique, (maximum du prix d'exploitation et de construction inférieur à 3,0 cents le kW/h). La réalisation de centrale de grandes puissance n'est pas justifiée actuellement, puisque la production actuelle satisfait la demande (Québec 1996a). De plus, avec l'ouverture des marchés, les investissements rentables à court terme avec des risques financiers réduits seront de plus en plus favorisés, ce qui inclut la production privée d'hydroélectricité et la production thermique, qui sont discutées dans ce chapitre. Hydro-Québec a mené plusieurs études d'avant-projet et des évaluations environnementales ces dernières années. Même si à court terme ces projets ne se réalisent pas, les études déjà produites vont permettre de diminuer les délais de réalisation. Le seul projet actif est celui du lac aux Écorces discuté à la section 3.1.2.4.3.

3.1.2.1 La rivière Ashuapmushuan¹

Hydro-Québec veut aménager cette rivière depuis les années 70. Ce projet a fait couler beaucoup d'encre. Des études d'impact et de faisabilité technique et économique ont été effectuées de 1970 à 1973, dans lesquelles étaient proposées deux variantes comprenant 3 ou 4 centrales, plus les barrages pour la création des réservoirs. Les impacts majeurs de ces aménagements sont entre autres la création de réservoirs de 546 ou 181 km² selon la variante I ou II, des pertes de superficies forestières de 622 km² ou 339 km², des changements dans le couvert de glace du lac Saint-Jean, des pertes au plan faunique (en autres pour la Ouananiche car la plupart des sites de frais sont situés dans cette rivière), de frayères, de fosses et les effets des variations de débits sur la faune et le niveau du lac Saint-Jean. À cela s'ajoute la contamination au mercure des poissons de la rivière et du lac Saint-Jean. De 1978 à 1983, divers aspects sont réévalués et on en conclut que la variante I produirait plus d'électricité.

Les consultations publiques tenues par Hydro-Québec en 1981 ont montré le désaccord des organismes environnementaux de la région et des autochtones, tandis que les municipalités étaient favorables au projet, mais sous certaines conditions. De 1985 à 1993, d'autres études préliminaires ont été effectuées. La variante la plus rentable du projet modifié² ne compte plus que deux centrales, un barrage et des digues pour une puissance de 730 MW, inférieure au précédent projet, mais plaçant ce complexe au 16ième rang des centrales en terme de puissance.

¹ Tiré de Hydro-Québec 1994a et R.P.A. 1993.

² Pour plus d'informations sur ces ouvrages et leurs impacts, on peut consulter entre autres Hydro-Québec 1993.

La superficie forestière affectée avec cette version du projet est de 610 km² et les réservoirs seraient de 450 km².

Ce projet est un bel exemple de la prise en compte de l'acceptabilité sociale. En 1989 est créé le Regroupement pour la protection de l'Ashuapmushuan (R.P.A.), qui ralliera jusqu'à 15 000 membres. Beaucoup de gens s'impliqueront, en majeure partie contre : le R.P.A., les MRC par leur comité conjoint, les Montagnais, le MLCP, la CSN, la FTQ et les employés d'Hydro-Québec y étant affiliés, la SNQ, le CEC, la Fédération de la faune du Québec, les municipalités, etc. Durant tout ce processus, Hydro-Québec s'était engagé à retirer ce projet si la population se prononçait nettement contre et a rectifié son projet, alléguant sa non rentabilité dans le contexte économique de l'époque. La population s'est montrée majoritairement peu ou pas favorable au projet.

Le projet n'a pas eu de suite jusqu'à présent et l'Ashuapmushuan est présentement à étude pour le programme des rivières patrimoniales du Québec. Cette rivière a en effet des caractéristiques historiques appréciables, en plus de constituer une des dernières grandes rivières sauvages facilement accessibles du Québec. Mais le fort potentiel hydroélectrique de cette rivière, située de plus, près des zones habitées, risque d'être encore convoité dans le futur si de nouveaux aménagements hydroélectriques s'avèrent indispensables. Tant que la rivière ne sera pas désignée patrimoniale, Hydro-Québec la gardera en réserve dans sa banque de projets.

3.1.2.2 La rivière Péribonka³

Cette rivière est déjà fortement aménagée avec les centrales Chute-des-Passes, Chute du Diable et Chute à la Savane. Les groupes contre le projet de l'Ashuapmushuan sont favorables au développement d'une nouvelle centrale sur la rivière Péribonka, ce qui aurait comme avantage selon eux de conserver l'Ashuapmushuan. Le potentiel d'une nouvelle centrale construite entre celles de Chute du Diable et Chute-des-Passes serait de 392 MW (500 selon Savard 1989).

Ce projet aurait des impacts supplémentaires à ceux existants d'importance nulle ou négligeable, en considérant que la Péribonka est déjà aménagée, tel : la contamination au mercure, le climat, l'écoulement des eaux, le frasil, les glaces, les inondations, l'agriculture, sur la Ouananiche, les loisirs et le récréo-tourisme, l'histoire et le patrimoine et finalement sur les orientations de développement du territoire. Le nouveau réservoir créé serait de 26 km² et la superficie forestière recouverte serait de 21 km².

3.1.2.3 Les projets de la Betsiamites⁴

Il y a déjà des aménagements hydroélectriques sur ce grand bassin hydrographique qui recoupe les régions administratives du Saguenay-Lac-Saint-Jean et de la Côte-Nord. Les premières centrales d'Hydro-Québec y sont situées, soit les centrales et barrages du complexe Bersimis. Il reste du potentiel énergétique aménageable dans ce bassin. Hydro-Québec a conçu quatre projets, au stade d'avant-projet, de dérivation de rivières. Ceux des rivières Manouane, Portneuf et Sault aux Cochons qui sont discutés ci-après, visent à augmenter les apports du réservoir

³ Tiré de CSN *et al.* et Savard 1989.

⁴ Tiré de Hydro-Québec 1997b.

Pipmuacan, ce qui augmenterait le potentiel de production d'électricité des centrales existantes. Le quatrième projet ne touchera pas la région et vise à augmenter les apports vers le réservoir aux Outardes 3 par la dérivation de la rivière Boucher.

Les enjeux des milieux naturel et humain de ces projets sont nombreux et ne seront donc pas discutés en détail pour chacun. On peut cependant consulter les volumineux rapports des études des projets Portneuf et Sault aux Cochons ainsi que le chapitre 8 sur l'eau. Mais en résumé, la variation des débits dans les cours d'eau sur lesquels des ouvrages seront construits fera varier les débits des plans et cours d'eau reliés aux précédents. Les effets seront plus significatifs à proximité du joint de coupure et auront tendance à s'atténuer alors qu'on s'en éloignera. Il y aura augmentation ou diminution du débit qui affectera la faune entre autres pour les sites de fraies, les déplacements des poissons, etc. Ces régions sont surtout fréquentées pour les activités de chasse et de pêche. Les infrastructures des pourvoiries et des zecs ainsi que les accès (routier ou autres) risquent d'être affectés. La construction de routes nécessaires pour l'accès à ces ouvrages peut être un impact positif dans certains cas, bien que l'augmentation des accès routiers faciles entraîne le risque d'une surexploitation de la faune non contrôlée dans ces secteurs.

Le réservoir Pipmuacan est la principale source pour les centrales Bersimis 1 et Bersimis 2. Il a été créé par le rehaussement des lacs Cassé, Pipmuacan et Pamouscachiou. Le débit de la rivière Shipshaw est régulée par le barrage de Pamouscachiou-1. Un autre barrage ainsi que les centrales appartenant à Abitibi-Consolidated se trouvent plus en aval de ce barrage. Hydro-Québec envisage de diminuer le débit de la rivière Shipshaw. Le débit actuel moyen est de 6,3 m³/s et sa diminution augmenterait le volume d'eau au complexe Bersimis et le barrage de Pamouscachiou n'aura plus comme rôle que celui d'évacuateur des crues exceptionnelles.

3.1.2.3.1 La rivière Manouane

La rivière Manouane prend sa source dans le réservoir du même nom. Les eaux du réservoir sont déviées en grandes parties vers la rivière Péribonka, mais il y a des grands lacs en aval du réservoir dont le potentiel peut être utilisé, par exemple le lac du Grand Détour. Pour ce projet il y a plusieurs variantes à l'étude. Les ouvrages seraient construits pour dériver une partie des eaux résiduelles de la Manouane vers la baie aux Hirondelles du réservoir Pipmuacan, en aval de la rivière du Grand Détour.

Les impacts de la dérivation de la Manouane se concentrent dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Selon les premières études, la variante 1 rehausserait la rivière et le lac du Grand Détour par la construction d'un barrage et de cinq digues. L'eau s'écoulerait dans le réservoir par trois canaux de dérivation. Le rehaussement serait d'environ 15 mètres, faisant passer la superficie du lac de 4 à 59 km². Dans la variante 2, un barrage mais seulement deux digues rehausseraient le niveau du lac de quatre mètres, pour une superficie passant de 4 à 15 km², une galerie et un canal de dérivation conduiraient l'eau. La variante 3 est similaire à la précédente, mais seule une galerie plus longue serait construite pour la dérivation. Le rehaussement réel de ces variantes n'est cependant pas encore connu et est variable selon les scénarios expérimentés.

3.1.2.3.2 La rivière Portneuf

La dérivation de la rivière Portneuf a comme objet de dériver l'eau du lac Portneuf et/ou du lac Itomamo, selon la variante, vers la rivière aux Sables qui elle se jette dans le réservoir Pipmuacan. Le lac Portneuf s'écoule dans la rivière du même nom vers la Côte-Nord, tandis que le lac Itomamo s'écoule à la fois dans le lac Portneuf et dans la rivière aux Sables, tributaire du réservoir Pipmuacan. La variante Itomamo consiste à fermer l'exutoire de ce lac vers le lac Portneuf par un barrage. Pour que l'eau se dirige vers le réservoir Pipmuacan, le lac serait rehaussé de 0,3 mètre. Dans la variante Portneuf, un barrage serait construit à l'exutoire du lac Portneuf, ce qui permettrait de dériver l'eau de ces deux lacs. La superficie du lac Portneuf passerait de 19,2 à 19,7 km².

3.1.2.3.3 La rivière Sault aux Cochons

Seule une petite partie du bassin versant touché est située dans la région. Le projet consiste à remplacer la digue qui existe déjà sur le lac du Sault aux Cochons et à la remplacer par une crête déversante à un kilomètre en aval. Ceci permettrait de dériver les eaux de la rivière Sault aux Cochons vers le réservoir Pipmuacan par la rivière Lionnet et le lac Dubuc. Cette rivière et ce lac sont situés tout près des limites administratives de la région. Il semble que la superficie du lac de Sault aux Cochons ne serait pas affectée, mais le marnage⁵ diminuerait. Les impacts affectant strictement pour la région sont donc à peu près inexistantes.

3.1.2.4 Les petits barrages

Les petits barrages et les mini-centrales ont divers objectifs. Certaines mini-centrales produisent de l'énergie qui est vendue à Hydro-Québec, tandis que d'autres sont utilisées pour fournir de l'énergie localement dans les endroits éloignés ou pour une industrie. Les petits barrages peuvent être construits en association avec ces mini-centrales pour créer de petits réservoirs. Ils peuvent aussi être utilisés pour simplement contrôler les niveaux d'eau.

Le développement de petites centrales n'est pas une idée récente⁶. Lors de la nationalisation de l'électricité, plusieurs petites centrales privées ont été acquises par Hydro-Québec. Les centrales de moins de 100 MW ont pour la plupart été désaffectées. À la suite de la politique énergétique de 1978, le gouvernement a demandé à Hydro-Québec de s'intéresser aux petites rivières et aux petites centrales, pour lesquelles on ne connaissait pas le potentiel ou les coûts de remise ou de mise en service. Les objectifs de cette demande étaient surtout de nature économique et liés au développement régional, mais on estimait que ces petits projets retarderaient le recours à d'autres formes d'énergies. Hydro-Québec fut quelque peu réticente parce que les petites centrales ne représentaient que peu d'avantages économiques pour elle (sauf pour les réseaux non reliés et isolés) et parce que nous étions en période de surplus d'énergie. La participation du secteur privé fut envisagée au milieu des années 80.

⁵ Marnage: différence entre le niveau maximum et minimum des eaux.

⁶ L'historique de la problématique des petites centrales est tiré de la Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès de producteurs privés 1997 et de la Direction des droits hydrauliques et des tarifs 1995.

Hydro-Québec a établi une politique d'achat d'électricité auprès des petites centrales privées (de moins de 25 MW pour les centrales hydroélectriques) en 1987 et a lancé l'Appel de proposition restreint de 1991. À cette époque, Hydro-Québec anticipait un manque énergétique qui n'a pas eu lieu pour diverses raisons et la production privée était la solution envisagée. La *Loi sur le régime des eaux* fut modifiée, permettant l'octroi par décret et non plus par une loi spéciale, de forces hydrauliques du domaine public de 25 MW ou moins.

Il y a eu en fait trois listes de sites disponibles du domaine public qui ont été soumises aux appels publics. D'autres projets ont aussi été étudiés, mais sans appel d'offres car les sites étaient situés sur des terres du domaine privé. Hydro-Québec a reçu des propositions pour plus de 8 000 MW, dont 61 projets pour 765 MW furent retenus à la fin de 1991, comprenant aussi des projets de cogénération et d'énergies renouvelables. En 1994, le programme a pris fin et Hydro-Québec estimait que des contrats qui avaient été signés et selon le taux de réussite des projets, 250 MW maximum proviendrait de centrales hydroélectriques privées, 250 MW des projets de cogénération et 40 MW de parc d'éolienne (Hydro-Québec 1994b). Les projets acceptés et en voie de réalisation en 1994 comblaient le déficit en énergie qu'avait projeté Hydro-Québec.

Il y a des arguments contre le développement des petites centrales hydroélectriques. Pour une même puissance, une grosse centrale a moins d'impacts cumulés qu'une série de petites centrales. Mais les coûts des petites centrales sont moindres, elles s'inscrivent souvent dans des stratégies de développement local et les besoins actuels ne justifient pas la construction de mégaprojets. L'ouverture des marchés et la demande pour l'exportation peuvent stimuler le développement de petites centrales privées. Cependant, Hydro-Québec (tout comme les municipalités productrices) peut acheter de l'électricité sur le marché de court terme nord-américain pour satisfaire des besoins ponctuels de demande à l'interne.

Pour la région, il y a eu dépôt de six projets de petites centrales, pour une puissance de 49,62 MW. Les retombées économiques ont été estimées à 105,8 millions de dollars et le nombre d'emplois créés à 1374 par année en incluant ceux reliés à la construction des centrales. Les petites centrales privées qui suivent sont principalement issues de toute cette politique et l'électricité produite est vendue à Hydro-Québec. Il y a présentement trois projet réalisés ou en construction, deux rejetés et un à l'étude. Le MRN doit mettre en place un nouveau cadre de gestion de la production privée (Québec 1996a) et la limite de 25 MW pour l'octroi au privé est maintenant de 50 kW.

3.1.2.4.1 La rivière Ouiatchouan à Val-Jalbert⁷

Le promoteur est Les Services d'électricité M.C.Q. Hydro-Canada inc. Le projet prévoyait une centrale automatisée au fil de l'eau de 24 MW à 1 km en aval de la chute de Val-Jalbert et d'un barrage à 1 km en amont des chutes Ouiatchouan et Maligne. Le réservoir ainsi créé aurait eu une surface de 30 hectares et des variations de débits avec des impacts sur la faune associés à ces modifications du milieu. Ce projet pouvait avoir des répercussions négatives sur le site touristique de Val-Jalbert, en particulier par les variations de débits.

⁷ Tiré de Québec 1994a.

Le BAPE a conclu que le projet sous la forme présentée était inacceptable car il représentait un risque social, économique et biophysique mal évalué :

- Sur le plan social, le projet ne respectait pas les priorités locales à l'égard du développement régional, représentait l'utilisation d'un site patrimonial à des fins jugées non légitimes et la communauté ne retirait pas de redevances.
- Sur le plan économique, le projet représentait un risque de concurrence avec la vocation actuelle du site. Le site touristique créé des retombées économiques qui pouvaient être perdues. Les revenus et les retombées économiques positives du projet étaient majoritairement externes à la région.
- Sur le plan biophysique, il y avait une incertitude scientifique sur le débit minimale proposé. L'aspect esthétique de la chute aurait été affecté. Les simulations du promoteur sur le régime des eaux des cours d'eau affectés semblaient incohérentes et les impacts anticipés sur les communautés biologiques étaient incomplets.

3.1.2.4.2 Minashtuki⁸

La société en commandite Minashtuki est une société montagnaise dont la mini-centrale hydroélectrique située sur la rivière Mistassibi est construite par Hydro-Ilnu. Cette centrale au fil de l'eau du nom de Minashtuk aura une puissance de 9,9 MW. Les impacts de cette centrale seront le rehaussement du niveau de l'eau en amont du barrage de 0,60 à 1 mètre sur 1,5 km, ce qui correspond aux hautes crues printanières. La zone touchée est donc petite, mais le promoteur doit installer entre autres une passe migratoire selon les conditions du MEF. La prise d'eau de la ville devra être relocalisée, aux frais du promoteur. L'électricité produite sera écoulee sur le réseau domestique selon un contrat que la compagnie a signé avec Hydro-Québec. La ville de Dolbeau-Mistassini recevra une compensation financière de 650 000 \$.

3.1.2.4.3 Autres petits projets

- La centrale de l'Anse-Saint-Jean, sur la rivière Saint-Jean, de HydroMorin inc. est une petite centrale remise en service en 1995 (Tableau 1). Elle appartenait à Hydro-Québec précédemment, qui l'avait acquise lors de la nationalisation.
- Hydro-Morin a aussi un autre projet sous étude sur la rivière Petite-Péribonka à Sainte-Jeanne D'arc, ne faisant pas partie du programme (Guy 1998).
- La centrale Delta 1 dans la municipalité d'Hébertville, sur la Belle-Rivière, est aussi une centrale issue du programme.
- Il y avait un autre projet privé à l'étude par Hydrodev (Fillion et Fréchette 1997), mais maintenant abandonné. Cette centrale de 15 MW aurait été située à Chute Martine, sur la rivière Ashuapmushuan dans la municipalité de Saint-André-du-Lac-Saint-Jean.
- La centrale de 32 MW de Chute-Blanchette de Centrales S.P.C. est aussi sous étude actuellement (Hydro-Québec).

Il y a aussi un projet d'une petite centrale ne faisant pas partie du programme des petites centrales (Tremblay 1998a). Un projet de un ou plusieurs réservoirs en amont du lac Kénogami fait suite au rapport sur la gestion sécuritaire des crues extrêmes du lac. Le projet préliminaire comporte à

⁸ Tiré de Rivard 1998.

l'heure actuelle une mini-centrale qui pourrait atteindre 60 MW sur la rivière aux Écorces et une dérivation de la rivière Pikauba dans le réservoir principal de la rivière aux Écorces, mais le projet final n'est pas fixé. Ce projet répond au mandat qu'a reçu Hydro-Québec du gouvernement afin d'apporter une solution permanente et sécuritaire pour la gestion du bassin du lac Kénogami. Selon la puissance de la centrale, elle appartiendra à Hydro-Québec ou au privé. La puissance déterminera aussi si il y aura audiences publiques à ce sujet. Le gouvernement décidera du scénario à privilégier.

3.1.3 LE TRANSPORT DE L'ÉLECTRICITÉ

3.1.3.1 Le réseau de transport de l'électricité

La région est traversée par un réseau de transport de l'électricité appartenant, en plus d'Hydro-Québec, à Alcan, Abitibi-Consolidated et aux villes de Jonquière et Alma (Tableau 2). L'étendue du réseau de chacun dépend de la situation géographique des centrales et de la zone d'utilisation. De plus, les réseaux sont interconnectés pour permettre les échanges avec Hydro-Québec.

Le réseau d'Hydro-Québec relie les complexes de Bersimis, Manic-Outardes et La Grande au sud du Québec. Ce réseau traverse la région en passant par les postes de Chamouchouane et Saguenay du nord au sud en provenance du nord et rejoint les postes Saguenay et Périgny en traversant le Saguenay à Chicoutimi, Anse -de-la-Boule, Anse de la Tabatière et Cap Sainte-Marguerite en provenance de l'est.

Deux nouvelles lignes de 735 kV étaient prévues en 1989, les lignes 12 et 13 (Savard 1989). La ligne 13 était prévue pour 1997, mais le dossier est actuellement inactif et devrait le demeurer, même en cas d'un nouveau développement au Labrador (bassin de la rivière Churchill) : la compensation série permet de transporter plus d'énergie sur le réseau de lignes à 735 kV et son utilisation rend la construction de cette ligne inutile (Guy 1998). Cette ligne devait relier le poste Micoua du complexe Manic-Outardes au poste Saguenay en traversant le Saguenay.

Quant à la ligne 12 (ou #7024), elle est maintenant opérationnelle et dessert le sud du Québec. Elle relie le poste Chissibi, complexe La Grande-Phase, au poste Jacques-Cartier dans le comté de Portneuf, en passant par les poste Albanel, Chibougamau, la réserve faunique Ashuapmushuan, le poste Chamouchouane et la réserve faunique de Portneuf (Hydro-Québec 1990).

Une ligne biterne (portant deux circuits, un de chaque côté) de 161 kV sera construite en remplacement d'un tronçon de 100 km d'une ligne monoterne à 161 kV, entre les postes Chigoubiche et Obatogamau, situés dans les limites de la réserve faunique Ashuapmushuan (Guy 1998). Cette ligne reliera les postes Chibougamau et Obalski, à Chibougamau. La construction devrait débuter à l'automne 1998 et le démantèlement du tronçon remplacé devrait s'effectuer en 2000. Le tronçon démantelé longe le couloir de la route régionale 167.

Une nouvelle ligne biterne de 161 kV est prévue entre le poste Saguenay à Jonquière (en aval de la rivière aux Sables) et l'usine d'Alcan de Laterrière (TransÉnergie s.d. ; Tremblay 1998b). Cette ligne sera construite pour permettre le respect des ententes d'échanges d'énergie entre Hydro-Québec et l'Alcan, à la suite de la construction de la nouvelle aluminerie d'Alma. Cette

entente consiste en des contrats d'approvisionnement entre les deux sociétés, dont la vente à Hydro-Québec pendant les périodes de pointe hivernale d'électricité produite par Alcan. La ligne sera d'environ 20 km et devrait être construite d'ici l'automne 2000.

Les lignes souterraines desservent quelques endroits dans la région (Guy 1998), entre autres dans une partie du quartier d'Isle-Maligne à Alma, certains secteurs dans la ville de Chicoutimi ainsi que les sorties de quelques postes de distribution tant au Saguenay qu'au Lac-Saint-Jean.

Tableau 2. Lignes et équipements du réseau public et privé de transport de l'électricité du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

Lignes	Longueur (km) et/ou nombre d'abonnés	Postes nombre et kV
Équipements d'Hydro-Québec		
transport		transport et répartition
à 69 kV	11,0	1 à 69
à 161 kV	454,0	14 à 161
à 230 kV	80,0	1 à 230
à 315 kV	140,5	
à 450 kV	115,0	
à 735 kV	1 007,0	3 à 735
<i>Total</i>	<i>1 807,5</i>	<i>19</i>
distribution (poste-client) 12 ou 25 kV		
aériennes	4 808,9	
souterraines	77,8	
<i>Total</i>	<i>4 886,7 km ; 110 188 abonnés</i>	
Lignes privées		
Énergie Électrique (Alcan)	352	
Alma (distribution)	5 116 abonnés	
Jonquière (distribution)	17 306 abonnés	
Abitibi-Consolidated		
Elkem métal		

Sources : Alcan et Hydro-Québec.

3.1.3.1 L'incidence des lignes de transport de l'électricité sur l'environnement et la santé

Incidences environnementales

Les lignes de transport de l'électricité ne passent pas inaperçues. De plus, l'espace qu'elles occupent ne peut être utilisé à d'autres fins. La construction de ces lignes nécessite le déboisement des emprises, i.e. une certaine largeur sous les lignes déterminée en fonction de la tension de la ligne et des mesures de sécurité : une ligne de 735 kV nécessite une emprise de 30 à 80 mètres, une ligne de 161 kV, 40, 30 ou 15,2 mètres en milieu boisé, agricole et urbain respectivement et les lignes de 230 et 315 kV ont des emprises de 46 mètres en milieu boisé et une trentaine de mètres en milieu urbain (Comité de travail d'Hydro-Québec 1996). Ces emprises doivent être dégagées régulièrement pour limiter la croissance en hauteur de la végétation, ce qui entraînent ainsi la perte de superficies forestières.

Le dégagement⁹ peut être mécanique ou chimique (phytocides), le dégagement chimique étant le moins coûteux. L'utilisation des phytocides étant régie par la *Loi sur les pesticides*, il faut répondre à certaines normes d'utilisation et obtenir une autorisation du MEF. Les surfaces des réseaux de transport traitées annuellement varient selon le propriétaire des lignes : 10 à 15 % chez Hydro-Québec et 30 à 35 % chez Alcan en 1989 (Savard 1989) et de 20 à 25 % actuellement selon Alcan. Hydro-Québec laisse maintenant pour les lignes à 735 kV, lorsque la hauteur entre le conducteur et le sol le permet, des écrans de végétation en bordure des voies routières, des sites panoramiques ou d'intérêts particulier et des cours d'eau (Guy 1998).

Alcan pratique du dégagement chimique et mécanique. Selon Alcan (1997, 1998), les quantités de phytocide utilisées sont toujours inférieures aux normes du MEF (Tableau 3), qui sont de 12 l/ha ou 15 kg/ha. Le choix du type de traitement se fait en fonction de cibler la meilleure méthode, de protéger le couvert végétal compatible (herbacées et arbustes) et les zones sensibles, et finalement de limiter l'utilisation des phytocides. Une évaluation par la compagnie du programme de contrôle de la végétation incompatible a été effectué en 1994. Cette évaluation indique que au fil des années, les quantités de phytocides utilisés ont diminué, en raison du développement de la végétation compatible. Maintenant, les emprises sont dégagées aux 4 ans au lieu de l'être aux 3 ans.

Tableau 3. Rapport entre la quantité de phytocides utilisés et la surface traitée dans le dégagement des emprises et des postes de l'Alcan au Saguenay-Lac-Saint-Jean de 1991 à 1997.

Année	Quantité	
	l/ha	kg/ha
1991	1,12 l/ha	1,52 kg/ha
1992	0,65	0,83
1993	0,57	0,71
1994	aucun, programme en réévaluation	
1995	1,15	0,31
1996	0,92	
1997	0,97 l/ha	

Source Alcan 1997, 1998.

Savard (1989) indiquait que depuis 1985, Hydro-Québec n'utilisait plus le dégagement chimique dans la région. Cependant, dans les plans de pulvérisation aérienne du début de la décennie, des sections de deux lignes en provenance de Manicouagan et traversant la région devaient être dégagées surtout chimiquement durant les années 90 : en 1996, 111,1 km pour un total de 1086 hectares et 86,6 km et 554 hectares en 1997 (Hydro-Québec 1991). Mais Hydro-Québec n'a recommencé à utiliser des phytocides dans la région que depuis 1997 et ce pour les emprises des lignes de 735 kV, sous les conducteurs et dans un rayon de 50 mètres autour des pylônes de ces lignes (Guy 1998). Le traitement chimique de ces emprises a été jugé nécessaire parce que la densité de la végétation s'est trop amplifiée durant la période pendant laquelle seul le dégagement chimique a été utilisé. En 1997-98, les emprises traitées ont reçu en moyenne 3,5 litres de phytocides par hectare. Ces emprises n'avaient jamais été traitées aux phytocides, à l'exception d'une pour laquelle le dernier traitement a été effectué en 1983.

⁹ Voir aussi le chapitre sur la forêt.

Hydro-Québec prévoit donc que les quantités de phytocides utilisées devraient diminuer lors des prochains traitements. Ils seront utilisés, tout comme le dégagement mécanique, lorsqu'ils s'avèreront la méthode la plus efficace en fonction de l'efficacité du traitement, de la santé et de la sécurité des travailleurs et de la population, du respect des lois, règlements et normes, de la protection de l'environnement et de la rentabilité optimale (Hydro-Québec 1998d).

Le phytocycle le plus utilisé actuellement est le Triclopyr. Il n'est pas déconseillé de consommer les fruits sauvages après les traitements comme avec d'autres types de phytocycles, dont ceux contenant du 2-4-D. Le Triclopyr est sélectif et affecte les feuillus arbustifs, les résineux étant coupés mécaniquement.

Les phytocides ont des effets potentiels sur la faune et peuvent se retrouver dans les cours d'eau. Leur persistance dans l'environnement est variable en fonction du produit, de quelques jours à plusieurs mois. La perte de superficie forestière nuit à la faune, bien que cela soit favorable à certaines espèces comme le cerf et certains oiseaux, qui profitent de ces milieux ouverts. L'absence de végétation sous les emprises contribue à l'érosion des sols, qui est plus ou moins important en fonction de la nature du sol et de la pente. L'érosion peut mettre aussi en danger les équipements de transport de l'électricité (Guy 1998) Les techniques actuelles visent cependant la conservation de la végétation de petite taille, ce qui diminue les problèmes d'érosion.

L'implantation des lignes de transport en milieu agricole cause certains problèmes (Savard 1989) : compaction des sols et dommages aux systèmes de drainage souterrain par le passage de l'équipement lourd, perte d'utilisation de superficie agricole, obstacles, Hydro-Québec et l'Union des producteurs agricoles du Québec (UPA) ont conclu une entente en 1986 sur la procédure à suivre lors de la construction d'une nouvelle ligne : la nature des sols est prise en compte pour éviter d'endommager les systèmes de drainage et Hydro-Québec offre aux agriculteurs certains aménagements, lorsque possible, pour récupérer des superficies pour fin de culture (Guy 1998). Dans la région, des aménagements dans des sections d'emprise traversant des milieux boisés à proximité de zones agricoles ont été réalisés à cette fin à Saint-Honoré, Shipshaw, Jonquière, Roberval et Saint-Félicien. Des structures à faible empatement sont maintenant utilisées dans ces milieux. Ces pylônes agricoles ont été utilisés pour la ligne de 161 kV entre Roberval et Saint-Félicien.

*Incidences sur la santé publique*¹⁰

Nous avons beaucoup entendu parler des effets possibles des champs électriques et magnétiques, ou CEM, pour la santé humaine, notamment des symptômes d'exposition et certains types de cancers. Malgré trente ans de recherche, on ne sait toujours pas avec certitude si les CEM ont ou non des effets sur la santé, les résultats des recherches étant contradictoires ou jugés discutables sur le plan scientifique. Les téléphones cellulaires sont soupçonnés eux aussi d'avoir des impacts sur la santé humaine ; des études sur d'autres organismes ont montré des effets significatifs.

Les champs électriques (CE) sont associés à la tension appliquée à un appareil électrique et sont présents dès qu'un appareil est branché, donc sous tension, qu'il fonctionne ou non. Les champs

¹⁰ Tiré de Cyr *et al.* 1995.

magnétiques (CM) sont associés au mouvement des charges (courant) électriques, donc au fonctionnement des appareils. Ces champs sont aussi présents sur le réseau de transport de l'électricité. La plupart des équipements électriques industriels et domestiques fonctionnent avec du courant alternatif de 60 Hz et il n'y a donc pas de champ électromagnétique lorsque ces équipements ne sont pas sous tension.

Nous vivons donc avec des CEM en tout temps, dont la valeur est plus ou moins importante selon les appareils qui nous entourent et la distance qui nous en sépare, les CEM diminuant avec la distance. Voici quelques exemples :

- Dans les rues, le CE varie entre 0,01 et 0,1 kV/m et le CM de 0,05 à 0,5 μ T, tandis que dans les logements, les champs moyens varient de 0,001 à 0,1 kV/m et 0,02 et 0,6 μ T, selon le type de résidence, du réseau de distribution voisin et du type de mise à la terre.
- Des exemples de champs magnétiques émis par des appareils électriques usuels sont présentés au Tableau 4.

Tableau 4. Champs magnétiques émis par des appareils électriques en fonction de la distance en microtesla (μ T).

Appareils électriques	Distance	
	à 15 cm	à 30 cm
Téléviseur	-	0,7
Écran de micro-ordinateur	1,4	0,5
Lave-vaisselle	2	1
Rond de poêle	3	0,8
Four à micro-onde	20	1
Aspirateur	30	6
Séchoir à cheveux	30	0,1
Photocopieur	90	20
Couverture chauffante	10 μ T à 1 cm pour une moyenne de 1,5 pour le corps entier	

Source Environment Protection Agency 1992 dans Hydro-Québec 1998a.

Malgré l'incertitude sur les effets des CEM, quelques organismes ont fixé des limites d'exposition présentées au Tableau 5. Il n'y a pas de normes au Québec, mais sous les lignes de transport d'Hydro-Québec, les CE ne dépassent pas 10 kV/m et les CM 100 μ T, soit les normes de l'IRPA. Dans le cas des lignes à 735 kV, les valeurs peuvent atteindre 9,3 kV et 80 μ T directement sous l'emprise lorsque la charge est maximale, ce qui arrive exceptionnellement, soit 0,1 % du temps sur 50 ans. En moyenne, les valeurs sont de 1,7 kV/m et 2,7 μ T lorsque l'on se trouve à 40 m de l'emprise d'une ligne de 735 kV. Les valeurs des CE et CM en fonction du type de ligne sont présentées au Tableau 6.

Donc, si les CEM ont des effets sur notre santé, ce ne sont pas uniquement les lignes de transport qu'il faudra repenser, mais tout notre cadre de vie, puisque tout ce qui nous entoure produit des CEM qui s'additionnent ou se soustraient entre eux. Pour Hydro-Québec, des mesures pour

limiter l'exposition au CEM sont envisagées lorsque les recommandations des organismes réglementaires à l'échelle nationale et internationale ne sont pas respectées.

Tableau 5. Limites d'exposition aux champs électriques (CE) et magnétiques (CM) à des fréquences industrielles (50/60 Hz), selon certains organismes.

	CE (kV/m) efficace	CM (μ T) efficace
NRPB	10-12	1 300-1 600
ICNIRP/IRPA		
Public	5 ^a	100 ^a
Travailleur	10 ^b	1 000 ^b
	10	500
	30 ^b	5 000 ^b
ACGIH	25	1000

ACGIH : American Conference Governmental Industrial Hygieniste (vol. 2 ; section 4)

ICNIRP : International Commission of Non-Ionizing Radiation Protection

IRPA : International Radiation Protection Association

NRPB : National Radiological Protection Board, UK

a : Jusqu'à 24 heures par jour : cette restriction s'applique aux espaces libres dans lesquels le grand public passe une partie importante de la journée (espaces de repos, lieux de rencontres, etc.).

b : Jusqu'à quelques heures par jour : cette limite peut être dépassée quelques minutes par jour si des précautions sont prises pour empêcher les effets de couplage indirect.

Source Comité de travail d'Hydro-Québec 1996.

Tableau 6. Fréquence dans le temps des intensités maximales des champs électrique et magnétique en bordure des emprises des lignes d'Hydro-Québec ¹.

Type de ligne (kV)	Largeur typique d'emprise (m)	Champ électrique (kV/m)		Champ magnétique ² (μT)					
		sous le conducteur	bordure d'emprise ³	sous le conducteur			bordure d'emprise ³		
				0,1 % ⁴	5 %	50 %	0,1 % ⁴	5 %	50 %
25 ⁵	5	0,1	0,1	4,1 (700)	1,8 (300)	1,2 (200)	1,7 (700)	0,7 (300)	0,5 (200)
25 ⁶	5	0,3	0,1	1,7 (200)	0,7 (85)	0,5 (55)	1,4 (200)	0,6 (85)	0,4 (55)
25 ⁷	1,5	-	-	6,2 (700)	2,7 (300)	1,8 (200)	1,2 (700)	0,5 (300)	0,3 (200)
25 ⁸	1,5	-	-	13 (700)	5,5 (300)	3,6 (200)	1,5 (700)	0,6 (300)	0,4 (200)
120	30	2,2	0,1	45 (1500)	15 (500)	6,0 (200)	5,3 (1500)	1,8 (500)	0,7 (200)
161	30	2,7	0,1	40 (1500)	13 (500)	5,4 (200)	5,3 (1500)	1,8 (500)	0,7 (200)
230	30	8,5	0,9	58 (2000)	15 (500)	5,8 (200)	14 (2000)	3,4 (500)	1,4 (200)
315	40	8,6	0,7	97 (3500)	21 (750)	8,1 (300)	18 (3500)	3,8 (750)	1,5 (300)
735	80	9,3	1,7	80 (5250)	30 (2000)	15 (1000)	14 (5250)	5,5 (2000)	2,7 (1000)

1 : Les champs électrique et magnétique sont calculés en considérant que les conducteurs de la ligne sont à la hauteur minimale soit : 5,5 m à 120 kV, 5,8 m à 161 kV, 6,1 m à 230 kV, 6,5 m à 315 kV, 14,1 m à 735 kV, 9,1 m à 25 kV pour les lignes aérienne et au moins 0,83 m sous le sol pour les lignes souterraines.

2 : Les valeurs de courant (ampères) dans les conducteurs sont indiquées entre parenthèses pour chaque intensité de champ magnétique.

3 : Dans le cas des lignes à 25 kV, les champs électriques et magnétiques sont donnés à 10 mètres du centre de la ligne plutôt qu'en bordure de l'emprise car celle-ci est trop étroite pour que la valeur y soit significativement différente de celle sous les conducteurs.

4 : Dans le cas des lignes à 25 kV, les pourcentages du temps (0,1 , 5 et 50 %) correspondent à une distribution annuelle du courant de charge. Dans le cas de lignes de répartition et de transport, les pourcentages du temps correspondent à une distribution au cours de la durée de vie utile de la ligne estimée à 50 ans.

5 : Ligne triphasée aérienne.

6 : Ligne monophasée aérienne.

7 : Ligne triphasée souterraine.

8 : Canalisation souterraine contenant sept circuits actifs.

Source : Cyr *et al.* 1995.

3.2 LE GAZ NATUREL

Ce combustible, constitué en grande partie de méthane, est utilisé dans les secteurs suivants par ordre décroissant : industriel, commercial, résidentiel et le transport (Fillion et Fréchette 1995). Le secteur industriel représente 60 % de la consommation du Québec, dont 22,7 % seulement pour le secteur des pâtes et papiers, suivi par le secteur commercial (28 %) et le secteur résidentiel (11 %). Sa consommation pour le transport ne représente que 0,01 % de la consommation de gaz naturel au Québec. Comme le suggère la Figure 1, son importance dans le bilan énergétique du Québec augmente.

Le développement du réseau de transport a été important dans cette hausse d'utilisation, en association avec les tarifs de plus en plus concurrentiels. Le gaz naturel est utilisé par toutes les usines d'envergure de la région et par beaucoup de PME, en remplacement souvent du pétrole. Il est aussi présent dans le secteur commercial et institutionnel, ainsi qu'à la base militaire de Bagotville. Ce sont surtout ces secteurs qui sont visés par les distributeurs et le secteur résidentiel est peu représenté, avec moins de 400 clients (Boucher 1998).

Le gaz naturel peut aussi être utilisé comme combustible dans des centrales thermiques ou de cogénération. Hydro-Québec envisage le développement de centrales thermiques au gaz naturel pour une puissance totale pouvant aller jusqu'à 10 TWh (Hydro-Québec 1997a). Actuellement, Hydro-Québec possède 3 turbine à gaz (Hydro-Québec 1998b). Cette filière serait favorisée pour profiter de la convergence électricité-gaz naturel et ce sur une base transitoire, pour accélérer la percée des marchés extérieurs. Ce type de centrale est moins coûteux à construire et dans des délais beaucoup plus courts que les centrales hydroélectriques. En plus des avantages environnementaux par rapport à d'autres combustibles, il y a des avantages économiques : Hydro-Québec possède depuis 1997 41 % des parts de Noverco, holding la reliant à Gaz Métropolitain.

La production d'électricité par des centrales thermiques au gaz naturel est considérée par plusieurs comme injustifiée (Anonyme 1993). Cette forme de production demeure une production thermique et ne règle pas le problème des émissions de gaz à effet de serre puisqu'elle utilise des combustibles fossiles. Ce qui est de plus par le fait même incompatible avec la notion de développement durable puisqu'il s'agit d'énergie non renouvelable. Selon l'hypothèse d'une centrale de 1 000 MW, il y aurait une augmentation globale des émissions de gaz à effet de serre, avec localement des effets des émissions de NO₂, O₃ et NO_x, tandis qu'il y aurait diminution des émissions de SO₂ lors de la combustion, mais augmentation lors de l'extraction (Hydro-Québec 1995). Il n'est pas non plus nécessairement moins coûteux (\$/kWh) de produire cette électricité (Hydro-Québec 1995). Puisque la technologie utilisée est surtout américaine et que le Québec ne produit pas de gaz naturel, les retombées économiques ainsi que les profits seraient peu retournés au milieu.

3.2.1 LE RÉSEAU DE TRANSPORT DU GAZ NATUREL

La région du Saguenay–Lac-Saint-Jean est reliée au réseau de distribution de gaz naturel depuis les années 80. Opéré par Gaz Métropolitain, le réseau régional desservait en 1989 Chambord, Desbiens, Alma, Jonquière, Chicoutimi, Laterrière et La Baie, pour une longueur de 110 km (Savard 1989). Le réseau s'étend maintenant sur la rive sud du lac Saint-Jean jusqu'à Roberval.

Saint-Félicien, Saint-Prime et Métabetchouan devraient être les prochaines municipalités desservies (Boucher 1998). Actuellement, tout le gaz naturel consommé au Québec provient de l'Alberta, mais deux gisements maintenant épuisés ont déjà été exploités au Québec.

3.2.2 LES INCIDENCES DU TRANSPORT DU GAZ NATUREL

La production de gaz naturel a certains impacts, mais ils ne seront pas discutés ici. Savard (1989) a relevé certaines incidences au niveau du transport du gaz naturel. Pour la consommation intérieure, le gaz est acheminé par gazoducs. Les gazoducs sont généralement enfouis à l'exception des postes de pompage. Lors de la construction d'un gazoduc, une emprise de 20 mètres est nécessaire, mais 3 mètres seulement sont dégagés après la construction pour permettre l'entretien et l'inspection. Le dégagement est de type mécanique ou chimique ; la problématique est donc la même qu'avec les lignes électriques. Dans la plupart des milieux, les impacts liés à la mise en place d'un réseau sont de courte durée. On peut ajouter comme problèmes reliés au gaz naturel les risques d'explosion et de fuite de gaz, mais ils sont considérés minimes.

Cependant, des fuites de méthane, un des gaz à effet de serre, peuvent se produire lors de son acheminement (Comité permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1993). Leur importance est cependant très faible dans les émissions totales de méthane. Les fuites sont semble-t-il maîtrisées par l'industrie, entre autres à l'aide de systèmes de purge permettant de récupérer le méthane lors de travaux sur le réseau. Il y a aussi des émissions de NO_x par les turbines à gaz servant au déplacement du gaz naturel dans le réseau. Les normes devaient être modifiées en fonction de la réduction de ce type d'émissions par cette source.

Selon Gaz Métropolitain (1998), le réseau de distribution dans les villes est fait de polyéthylène et le réseau de transport entre les postes de livraison est en acier et un système de protection cathodique crée un léger courant sur la surface de l'acier, enrayant la corrosion. La compagnie possède des équipements permettant de détecter les fuites. De plus, du mercaptan est ajouté au niveau des postes de livraison; le gaz naturel étant inodore, l'odeur d'oeufs pourris du mercaptan permet aux clients de détecter les fuites. Le gaz est habituellement sous forme liquéfiée lorsqu'il est entreposé.

3.3 LA COGÉNÉRATION

La cogénération consiste à produire dans une centrale thermique de l'électricité, ainsi que de la vapeur ou de l'énergie thermique utilisée à des fins industrielles ou de chauffe. Les usines de cogénération sont donc intéressantes pour les industries dont les besoins correspondent à cette production. Les avantages de la cogénération au gaz naturel sont, outre ceux mentionnés à la section 3.2 pour les centrales au gaz naturel (Québec 1995a) :

- l'efficacité thermique est plus élevée que lorsque l'on ne produit que de l'électricité ou de la vapeur dans des centrales classiques ;
- un faible coût de production de vapeur utilisée dans les procédés améliorant la compétitivité de l'industrie qui la produit.

Hydro-Québec a considéré la cogénération comme filière d'appoint dans son plan de développement du début des années 90 (Hydro-Québec 1994a). Des contrats ont donc été signés

avec des producteurs privés. Elle n'est plus mentionnée comme filière d'appoint dans le plan de développement actuel, les centrales thermiques au gaz naturel étant maintenant privilégiées (Hydro-Québec 1997b).

Le remplacement de chaudière au mazout est un avantage au plan environnemental. Comme on l'a vu, l'utilisation du gaz naturel dans les centrales thermiques pollue lui aussi. À ces effets on peut ajouter (Québec 1995a) :

- l'importance de la pollution et la quantité de combustible utilisé sont déterminés selon l'efficacité de la centrale va ;
- le bilan pour le NO_x, le CO et les particules est semblable par à celui des chaudières au mazout ;
- et comme toute centrale, des impacts sonores et visuels, reliés aux besoins et rejets en eau et l'occupation du territoire.

En plus du gaz naturel, du charbon et des produits pétroliers, des résidus peuvent être utilisés comme la biomasse forestière résiduelle, les déchets municipaux, de construction, de sous-produits industriels, des pneus usés et des biogaz provenant des sites d'enfouissement (Hydro-Québec 1995). Mais, hormis les usines qui disposent à peu de frais de biomasse, c'est le gaz naturel qui est essentiellement utilisé, du moins là où il est accessible. L'utilisation des résidus de bois des usines est déjà pratiquée et a des avantages environnementaux, décrits dans la section suivante. Pour les déchets municipaux¹¹, nous ne sommes pas encore à l'étape du recyclage total. Les sites d'enfouissement sont un problème à peu près partout au Québec. Quant à l'incinération de ces déchets, il n'y a pas d'incinérateur dans la région. C'est la même problématique avec les pneus usés. L'utilisation de ces types de résidus peut être vue comme de l'incinération déguisée, mais elle permettrait de diminuer la consommation de combustibles fossiles et la quantité de déchets aux sites d'enfouissement, la pollution engendrée étant dépendante de l'efficacité des incinérateurs et du type de résidus (Québec 1997a).

3.3.1 LA COGÉNÉRATION ET LA VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DE LA BIOMASSE INDUSTRIELLE ET RÉSIDUELLE DE BOIS¹²

La biomasse forestière peut être utilisée de manière plus efficace dans les procédés de cogénération que celle décrite dans la section 3.4. Cette utilisation est surtout profitable aux usines de pâtes et papier et aux scieries, car la biomasse utilisée est déjà disponible sur place ou à proximité et qu'elle est peu coûteuse dans ce cas en comparaison avec les combustibles fossiles. Plusieurs de ces usines utilisent déjà la biomasse résiduelle pour produire de la vapeur. Elle comporte plusieurs avantages économiques :

- obtention de revenus additionnels pour les scieries provenant de la vente des résidus aux usines de pâtes et papiers ;
- utilisation de la vapeur de la centrale de cogénération à des prix plus abordables en comparaison des coûts de production de vapeur à mêmes les sources d'énergies conventionnelles comme l'électricité ou l'huile ;

¹¹ Voir aussi le chapitre sur l'urbanisation pour plus de détails sur les types de déchets et leur élimination.

¹² Tiré de Québec 1995b.

- diminution du coût de main-d'oeuvre relié au transport des déchets à un lieu d'enfouissement ;
- diminution du coût d'antipollution (achat et entretien des systèmes d'élimination d'écorce) ;
- avantage pour les papetières qui possèdent déjà les équipements et les infrastructures nécessaires pour une centrale de cogénération et dont les besoins en vapeur et en électricité sont élevés en comparaison avec un combustible peu coûteux ;
- possibilité de revenus par la vente du surplus d'électricité produite à Hydro-Québec ;

Il y a aussi des avantages environnementaux :

- les scieries brûlent les écorces qu'elles produisent pour le séchage du bois. Mais les écorces ne sont qu'utilisées en partie, une forte proportion ainsi que les planures et les sciures sont le plus souvent brûlés à ciel ouvert, sans récupération de la chaleur, ou simplement enfouis. Ces méthodes sont polluantes et les brûler par cogénération, donc dans des fours adéquats, produit moins de particules et de gaz à effet de serre ;
- la cogénération signifie aussi la diminution des dépotoirs et de l'utilisation de combustibles fossiles ;
- les équipements modernes pour les centrales de cogénération sont assez efficaces dans le contrôle des émissions de polluants, faisant en sorte que la pollution générée est moindre que l'utilisation actuelle de la biomasse et des combustibles fossiles associés à ces résidus et conformes aux normes actuelles.

Outre la pollution émise strictement par la combustion, qui peut être cependant contrôlée de manière plus satisfaisante avec les fours actuels, on peut ajouter les problèmes reliés aux eaux de ruissellement des amoncellements de résidus qui doivent être récupérées. Les dépôts de cendres de combustion de la biomasse, sont considérés comme inertes, donc avec peu d'impacts environnementaux lorsqu'ils sont enfouis. Les effluents générés peuvent être retournés dans les réseaux d'égouts après des traitements simples ou sans traitement, selon la provenance de l'effluent. La provenance de l'eau qui est utilisée peut cependant être problématique, si cela nuit à d'autres usages. La température de l'effluent doit aussi être contrôlée. Donc si les mesures antipollution sont respectées, ces impacts sont mineurs. Mais l'approvisionnement en résidus de bois signifie aussi un transport routier plus important.

Ces éléments font en sorte que cette forme d'utilisation de la biomasse forestière et de production d'électricité va se développer dans les prochaines années. Il y a déjà deux centrales de cogénération dans la région. Les Produits Forestiers Donohue à Saint-Félicien en opère une de 24 800 kW de puissance utilisant la biomasse forestière et de la liqueur noire provenant de la fabrication de la pâte. Celle des Produits Forestiers Alliance est d'une puissance de 28,7 MW et fonctionne depuis le début de 1998. Boralex, division de production électricité de la compagnie Cascades a acheté l'usine de cogénération d'Alliance. La centrale assurera les besoins de l'usine et l'excédent sera vendu à Hydro-Québec, ce qui en fait le plus grand producteur privé d'électricité au Québec et le deuxième en Amérique du Nord. L'usine de Dolbeau a ainsi doublé sa consommation d'écorce et brûle ainsi moins d'huiles usées. Une autre centrale de cogénération est présentement en construction à Saint-Félicien par la Société de cogénération du Québec.

Les résidus de biomasse forestière issus de la coupe elle-même pourraient être utilisés. L'obstacle économique majeur actuellement est le coût de transport, les parterres de coupes étant éloignés. Il y a aussi beaucoup de questionnement sur la perte d'éléments nutritifs et des effets sur les écosystèmes de la perte quasi totale de toute la biomasse arborescente sur les parterres de coupe. L'utilisation des résidus de coupe n'est donc pas envisagée pour l'instant.

3.4 LE CHARBON ET LE PÉTROLE

Le charbon et le pétrole sont deux formes d'énergie que le Québec ne produit pas. Plusieurs produits énergétiques sont issus du pétrole brut : essence, essence d'aviation, carburéacteur, kérosène, carburant diesel, mazout léger et lourd et la coke de pétrole. Pour le pétrole et ses sous-produits énergétiques, 64 % de la consommation québécoise est liée au secteur des transports, les secteurs industriel, commercial et résidentiel se partageant presque également le reste (Fillion et Fréchette 1997). Il joue aussi un rôle essentiel dans l'industrie pétrochimique, l'asphalte, les huiles lubrifiantes et les graisses, etc. (Québec 1996b).

En Amérique du Nord, le charbon est utilisé essentiellement dans le secteur industriel pour la production d'énergie dans des centrales dites thermiques. Le pétrole est aussi utilisé dans ces centrales, sous forme de mazout. On peut ajouter les centrales utilisant du diesel, en fonction dans les régions éloignées du Québec, en particulier dans le nord. Il y a aussi les pourvoiries, chalets et autres situés dans les secteurs non reliés au réseau qui utilisent des génératrices fonctionnant avec des produits pétroliers.

La part de ces combustibles diminue dans le bilan énergétique du Québec, puisque la production d'énergie s'est graduellement déplacée vers l'hydroélectricité. Mais à l'échelle internationale, le charbon sera une source importante d'énergie, puisque de nombreux pays n'ont que des centrales thermiques comme moyen de production (Conseil mondial de l'énergie 1995).

La combustion du charbon et des produits pétroliers produit des gaz à effet de serre, du soufre, des oxydes d'azote, etc. L'extraction et le transport sont aussi polluants. Avec les conventions internationales sur la réduction des émissions de certains polluants, ils devront être abandonnés si d'autres ressources sont disponibles, ou bien il faudra développer des technologies antipollution très efficaces. Le développement de nouveaux carburants (cf. section 4.1.4) est aussi nécessaire pour réduire les émissions de polluants et la dépendance aux produits pétroliers.

Dans le cas des installations non reliées au réseau d'électricité, il serait intéressant pour ces installations de se tourner vers l'éolien ou d'autres types d'énergie alternatives (cf. section 4.1) ou vers des micro-centrales hydro-électriques, ce qui diminueraient, en plus du bruit, les émissions de gaz à effet de serre des génératrices. De plus, il leur en coûterait de 2 à 3 fois moins coûteux de produire de l'énergie par des micro-centrales, de l'éolien ou du solaire (Déry 1999).

Hydro-Québec ne possède pas de centrale thermique dans la région, mais Abitibi-Consolidated en exploite une utilisant le mazout lourd à son usine de Kénogami, d'une puissance de 14 750 kW (Canada 1997). La tendance actuelle est le remplacement des centrales au charbon et au produit pétrolier par le gaz naturel et la cogénération, beaucoup plus efficaces.

3.5 LA BIOMASSE FORESTIÈRE COMME SOURCE D'ÉNERGIE¹³

La consommation de la biomasse en général est en hausse au Québec depuis les années 70, en particulier pour le secteur industriel et résidentiel (Fillion et Fréchette 1997). La consommation de la biomasse forestière correspondait dans le bilan énergétique du Québec à 6,1 % en 1975 et 14,3 % en 1995. Mais anciennement, l'énergie dérivée de la biomasse représentait 90 % de l'énergie au Canada.

Ce sont les usines de pâtes et papiers et les scieries qui utilisent le plus la biomasse comme source d'énergie. Les usines utilisent les débris de bois et les liqueurs de défilage usées dont elles disposent pour produire généralement de la vapeur utilisée dans les procédés de pâtes ou pour sécher le bois. Cette utilisation tend à être utilisée pour produire à la fois de la vapeur et de l'électricité, soit de la cogénération, discutée à la section 3.3.1. La deuxième utilisation de la biomasse forestière est le chauffage résidentiel.

Les poêles, foyers, etc., utilisés pour brûler le bois sont cependant polluants et peu écoénergétiques. Comme dans le cas de la combustion à ciel ouvert, les équipements ayant un faible rendement énergétique dégagent des particules et des COV qui n'ont pas été brûlés car la température de combustion n'est pas assez élevée. Par comparaison, le charbon est moins polluant par unité d'énergie (Tableau 7) et le mazout dégage 2 000 fois moins de particules annuellement pour chauffer 100 maisons. Mais l'amélioration de l'efficacité de combustion permet de réduire les émissions de SO₂, de NO_x de CO₂ et de particules, en particulier pour les industries utilisant ce type de combustibles.

La sylviculture à des fins énergétiques a été avancée. Ce n'est pas un combustible très énergétique et la forêt boréale, qui couvre une grande partie de la région, est peu propice à ce genre d'exploitation à grande échelle, en plus de la compétition probable entre les divers usages de la ressource forestière que cela occasionnerait. Cependant, elle pourrait être envisagée pour la production de bois de chauffage domestique sur les territoires en friche, ce qui diminuerait la récolte dans les boisés naturels. L'utilisation de techniques sylvicoles adéquates et d'essences à croissance rapide et/ou modifié génétiquement comme le saule et le tremble, pourrait permettre l'utilisation de la biomasse forestière tout en limitant la déforestation que ce type d'usage pourrait entraîner. Mais une sylviculture intensive signifie l'utilisation de pesticides et d'engrais.

Mais comparée aux combustibles fossiles, la biomasse forestière n'est pas un « contributeur net » de l'effet de serre. En effet, le gaz carbonique libéré par la combustion de cette biomasse provient déjà de l'atmosphère, alors que celui libéré par la combustion de combustibles fossiles étaient préalablement fixé de façon « permanente » dans les sols.

¹³ Tiré de Comité permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1993.

Tableau 7. Polluants communs provenant de la combustion en charbon et en bois.

Concentration moyenne des polluants (g/Gigajoule)		
	Charbon	Bois
Particules	300	500
Gaz carbonique	5 000	8 000
Hydrocarbures	400	150
NO _x	40	20
Anhydride sulfureux	900	0

Source : Comité permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1993.

3.6 LA PRODUCTION ET LA DEMANDE

La production d'énergie est un marché comme les autres, i.e. que la production varie en fonction de la demande, qui augmente avec la croissance démographique et économique. L'évolution de la demande énergétique va conditionner nos choix en matière de production énergétique et il est important de la connaître pour comprendre les enjeux du développement de toutes les formes d'énergie, de nos habitudes de consommation et des impacts environnementaux que cela entraîne. La région est une région ressource pour l'énergie hydroélectrique et cette évolution va conditionner la mise en oeuvre de nouveaux projets, hydroélectriques ou autres.

3.6.1 ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION ET DE LA PRODUCTION ÉNERGÉTIQUE

La production et l'importance de chaque forme d'énergie sont variables dans le temps (Figure 1). L'énergie disponible est calculée en soustrayant l'autoconsommation, les variations de stocks, les pertes, la transformation en produits non énergétiques et la balance entre les importations et exportations. On importe et consomme en fonction de nos besoins pour le charbon, le pétrole et le gaz naturel. Pour l'électricité, la production totale du Québec, incluant le nucléaire et le thermique moins les pertes, correspond à peu près à la consommation intérieure selon les données de 1995 et montre une croissance constante. Quant aux autres formes d'énergie, la Figure 1 montre l'évolution à la hausse au Québec de l'électricité et du gaz, qui remplacent graduellement les produits pétroliers pour le chauffage et les besoins industriels en énergie. Le pétrole a donc connu une baisse importante dans les années 80, mais il est en hausse actuellement, parce que sa consommation pour le transport est en hausse, avec l'augmentation du parc automobile et le transport de marchandise par la route. Le charbon est toujours peu utilisé.

On note que pour la région (Figure 2), comme pour l'ensemble du Québec, les ventes d'électricité étaient plus faibles au début des années 90. Les ventes ont repris depuis la croissance qu'elles montraient avant le ralentissement de l'économie. Les exportations suivent la même évolution et devraient augmenter dans les prochaines années (Fillion et Fréchette 1997 ; Hydro-Québec 1997b). Hydro-Québec prévoit des ventes à l'exportation de 20 TWh et à l'interne de 161 TWh en 2002 sur ses propres approvisionnements nets qui seraient de 202 TWh, selon un scénario moyen du niveau des réservoirs. Elle ne prévoit pas d'augmentation au niveau des importations (36 TWh). L'augmentation des exportations devrait être assurée par la centrale Sainte-Marguerite-3 et par des dérivations partielles sur d'autres rivières. Dans l'hypothèse que les

contrats d'exportations augmentent ainsi que la consommation intérieure, il est inévitable que de nouvelles centrales (hydroélectriques ou thermiques) soient construites si nous voulons limiter les importations.

Pour la région, selon la Figure 2, l'électricité est la forme d'énergie la plus utilisée dans tous les secteurs, dont les plus importants sont le domestique et l'industriel. La présence dans la région d'industries à forte consommation d'énergie (alumineries et pâtes et papier) joue dans l'importance de la consommation du secteur industriel ; à lui seul les pâtes et papiers consomment le quart de la demande d'énergie du Québec, soit plus que l'ensemble des besoins de chauffage de l'espace. Et il faudrait ajouter à la Figure 2 la production par ces industries d'électricité qu'elles utilisent et vendent à Hydro-Québec. Mais si la croissance des autres types d'industries, en particulier les industries manufacturières, se réalise telle que prévue dans la prochaine décennie (Tableau 9), on doit s'attendre à une hausse importante de la consommation d'énergie, dont une bonne partie en faveur de l'électricité.

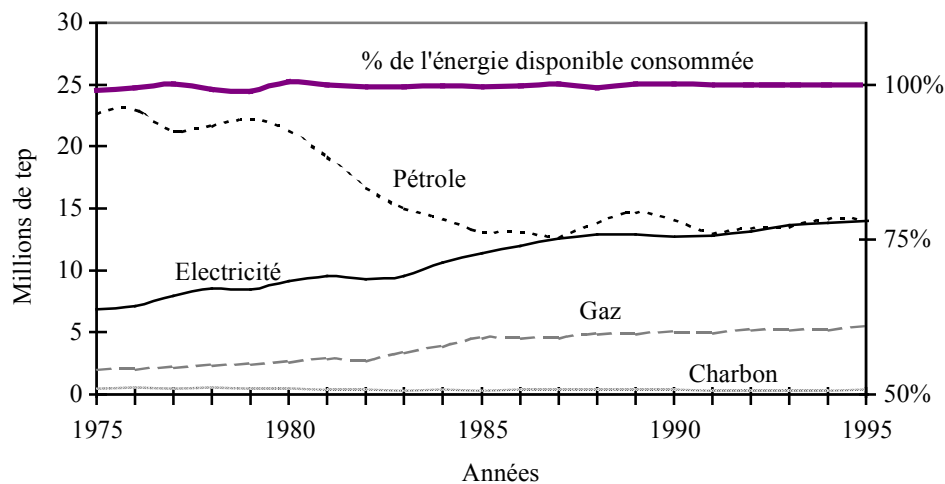


Figure 1. Énergie nette disponible pour la consommation et proportion de cette énergie qui a été consommée (secteurs transports, résidentiel, commercial et industriel) au Québec de 1975 à 1995. Le bilan net des échanges est considéré dans le calcul de la disponibilité (modifié de Fillion et Fréchette 1997).

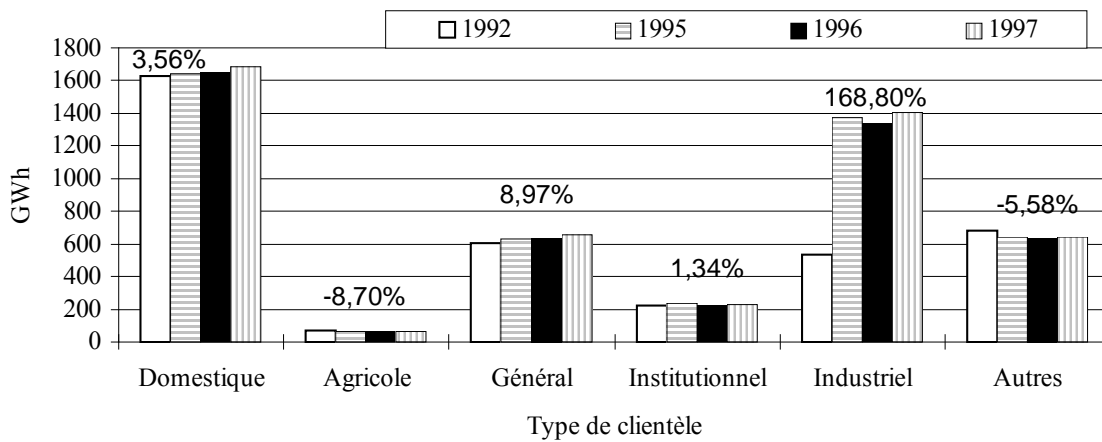


Figure 2. Évolution de la consommation d'énergie électrique en GWh vendue par Hydro-Québec dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean par type de clientèle. Les pourcentages indiquent la croissance de la consommation pour 1997 par comparaison avec 1992 (Source Hydro-Québec).

3.6.2 ÉVOLUTION DE LA DEMANDE EN ÉNERGIE¹⁴

Le Tableau 9 présente le scénario du MRN pour la prochaine décennie pour le Québec. Dans le secteur résidentiel, le taux de croissance annuel moyen de la demande entre 1994 et 2011 est seulement de 0,1 %, en relation avec la croissance démographique. Seul l'électricité, le bois et le diesel dans le groupe des hydrocarbures devraient avoir une croissance, mais faible, tandis que les autres formes d'énergie ont une croissance négative dans ce secteur, les huiles lourdes montrant un fort recul. Ceci est en relation avec l'importance du remplacement des hydrocarbures par le chauffage à l'électricité. Pour la région, la consommation d'énergie des résidences devrait demeurer sensiblement la même, puisque les variations dans les effectifs de populations sont relativement stables. En supposant une population stable sur un long terme, la consommation des résidences devrait diminuer avec le remplacement des électroménagers énergivores, la construction de maisons plus écoénergétiques et les rénovations effectuées.

Pour le secteur tertiaire, la croissance annuelle moyenne de la demande énergétique sera de 1,4 %. Les énergies à croissance positive seront l'électricité, le gaz naturel et les huiles lourdes. Les autres formes d'énergie utilisées sont essentiellement les huiles légères et elles sont en baisse. Si la croissance du secteur tertiaire régional est la même que pour l'ensemble du Québec, le même scénario devrait s'appliquer.

Le secteur industriel est celui pour lequel les prévisions montrent la plus grande hausse de la consommation, avec une croissance annuelle moyenne de 1,6 %. Ce qui augmentera la consommation de plusieurs formes d'énergie, soit par ordre décroissant du taux de croissance prévu : gaz naturel, électricité, diesel, charbon et coke et biomasse. Seul les huiles lourdes et

¹⁴ Tiré de Corbeil *et al.* 1997.

légères devraient voir leur consommation réduite. L'augmentation de la production industrielle est présentement visible dans la région, par exemple au niveau des pâtes et papier et de l'aluminium. En plus de l'électricité, le gaz naturel est utilisé dans ces deux secteurs, ainsi que l'énergie de biomasse dans celui des pâtes et papier. La croissance prévue des différentes formes d'énergie pour les prochaines années au Québec s'applique donc très bien à la région.

Pour le secteur du transport (Tableau 10) il y a une augmentation générale de la demande d'énergie pour le Québec, le taux annuel de croissance étant de 1,2 %. Le seul mode pour lequel une baisse de la demande est prévue est le transport par autobus scolaire, en relation avec l'évolution démographique du Québec. Le transport par autobus en milieu urbain augmente, mais reste similaire à l'état actuel en région. Pour le transport par voiture, c'est dans les régions centres que la hausse sera la plus importante. Le transport de marchandises devrait augmenter puisqu'il est relié aux activités industrielles et manufacturières, mais le transport par camion est le mode où la hausse est la plus élevée, ce pourquoi la part du diesel devrait augmenter. En effet, on observe un transfert du transport des marchandises par camion, au détriment des autres modes de transport, très important dans la région (cf. chapitre sur le transport). Au niveau de la croissance dans la demande des différents types de carburants, les taux de croissance annuel moyen entre 1994 et 2011 sont présentés au Tableau 8.

Tableau 8. Taux de croissance annuel moyen entre 1994 et 2011 des différentes formes d'énergie dans le secteur du transport.

Forme d'énergie	Taux de croissance annuel moyen
Électricité	3,7 %
Gaz naturel	32,8 %
Pétrole :	1,2 %
essences pour moteurs	0,9 %
diesel	1,6 %
carburant et essences pour avion	1,3 %
huiles lourdes	1,2 %
Énergies non conventionnelles (méthanol, éthanol et hydrogène)	0% mais 0,0 à 0,2 pétajoules de 1994 à 2011

Source Corbeil *et al.* 1997.

Tout cela signifie pour la région une nouvelle hausse du transport des marchandises par camion si les industries manufacturières de la région suivent la tendance de croissance prévue à la hausse. La demande d'hydrocarbures, principalement le gaz naturel, pour le transport sera peut être ainsi plus important que la moyenne du Québec. Le transport par automobile, peu économique en terme d'énergie (Figure 3), consommera presque la totalité de l'énergie utilisée dans le transport urbain : la région n'ayant pas un taux de croissance démographique global très important, on ne peut s'attendre à une augmentation du transport urbain par autobus et par voiture. Donc pour la région, les secteurs pour lesquels on peut s'attendre à une augmentation de la consommation d'énergie sont le transport et les industries.

La consommation d'énergie dépend aussi de l'efficacité énergétique (cf. section 4.1.1) de nos appareils et de nos véhicules de transport qui évolue avec le temps et les avancées

L'énergie

technologiques. Le Tableau 9 nous permet de voir les utilisations pour lesquelles nous consommons le plus d'énergie et par le fait même ceux dont la recherche de l'efficacité énergétique est la plus importante. Pour le transport, l'amélioration de l'efficacité énergétique sera inférieure à 6 % pour les camions, les trains et les bateaux, mais sera de 18 % pour les avions. Pour les voitures, on note un gain d'environ 10 %, mais ce gain est en quelque sorte annulé par l'augmentation du nombre de minifourgonnettes, qui consomment plus d'essence que les petites voitures.

Tableau 9. Prévisions de la demande énergétique dans les secteurs résidentiel, tertiaire et industriel en 1994, 2001 et 2011 au Québec.
Le total est exprimé par type d'usage et selon la forme d'énergie utilisée.

	1994			2001			2011		
	1994	2001	2011	1994	2001	2011	1994	2001	2011
Secteur résidentiel				Consommation (pétajoules)					
Chauffage de l'espace¹	212,09	195,70	196,84	Secteur tertiaire			Secteur industriel		
électricité	83,05	88,63	91,29	Chauffage de l'espace	105,1	112,6	Industries manufacturières⁴	505,0	555,0
pétrole	59,98	37,71	36,95	électricité	31,5	30,2	électricité	238,3	271,9
gaz naturel	23,68	23,91	22,05	pétrole	57,4	68,5	hydrocarbures	145,3	167,5
bois	45,38	45,44	46,55	gaz naturel	16,1	13,8	autres formes	121,4	115,6
Chauffage de l'eau²	35,26	36,84	40,10	Chauffage de l'eau	9,2	10,2	Autres industries manufacturières	79,0	107,6
électricité	29,90	31,93	35,24	électricité	5,7	6,1	électricité	30,5	44,7
pétrole	3,22	2,58	2,40	hydrocarbures	3,5	4,1	hydrocarbures	41,9	56,5
gaz naturel	2,14	2,32	2,46	Éclairage	31,7	35,7	autres formes	6,6	6,4
Appareils ménager	63,56	66,98	72,22	ensemble des formes	31,7	35,7	Industries primaires et construction	37,3	35,6
électricité	62,98	66,30	71,46	Éclairage public	2,4	2,6	électricité	13,7	13,6
gaz naturel	0,57	0,67	0,75	Autres usages	39,1	45,7	hydrocarbure	21,4	19,8
Autres³	26,89	28,92	31,80	Total	187,5	206,8	autres formes	2,2	2,3
électricité	12,67	15,76	18,26	électricité	107,4	116,7	Total	555,2	698,2
pétrole	12,30	10,65	11,09	hydrocarbures	80,1	90,2	électricité	254,0	330,2
bois	1,92	2,52	2,46				hydrocarbures	208,5	243,8
Total	337,80	328,43	340,96				autres formes	92,7	124,2
électricité	186,60	202,63	216,26						812,8
pétrole	75,50	50,93	50,43						
gaz naturel	26,40	26,91	25,27						
bois	47,30	47,96	49,01						

1 : Chauffage d'appoint inclus. 2 : Laveuse et lave-vaisselle inclus. 3 : Usages agricoles et résidences secondaires. 4 : Industries grandes consommatrices d'énergie : aliments et boissons, textile, pâtes et papiers, métaux primaires, minéraux non métalliques, industrie chimique. Modifié de Corbeil *et al.* 1997.

Tableau 10. Prévisions de la demande d'énergie (pétajoules) dans le secteur des transports au Québec en 1994/2011. La demande en fonction des motifs pour les modes urbains présente seulement le détail des prévisions pour les secteurs autres que Québec, Montréal et sa banlieue (régions centres).

Modes		Motifs						
Carburant 418,20/ 514,35	Personnes 272,94/316,94	Voiture 233,38/268,64	Urbain 206,57/304,29	Régions centres 118,4/206,23	loisirs, aff. 52,30/ personnelles et 59,41 magasinage			
			Autobus 6,10/6,83	Interurbain 26,80/34,64	Autres 88,17/98,06	études et travail 34,54/ 37,23		
						gouvernement et 1,33/ commercial 1,42		
			Autobus scolaires 2,52/2,36	Train 1,50/2,16	Avion 29,43/36,96	professionnels 5,30/ 6,88		
		personnels 21,50/ 27,76						
		Marchandises 145,26/197,41	Camion 109,40/152,16	Urbain 50,38/66,19	Interurbain 59,02/85,97	Régions centres 3,92/4,03	loisirs, aff. 0,17/ personnelles et 0,20 magasinage	
						Train 6,20/8,82	Avion 2,17/2,86	Maritime 27,50/33,57
				professionnels 0,41/0,55				
				Voiture 0,0/0,42	Métro 1,20/1,67	Train 0,0/0,0	Camion 0,0/0,11	personnels 1,33/1,80
Total 419,40/516,55								

Modifié de Corbeil *et al.* 1997.

3.7 LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE

3.7.1 LA NOUVELLE POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE¹⁵

Le Québec est en train de mettre en place une nouvelle politique énergétique. Les objectifs de cette politique et les plans d'actions sont issus du débat public sur l'énergie de 1996 et sont les suivants :

- *Assurer aux Québécois les services énergétiques requis, au meilleur coût possible.* Cet objectif vise aussi dans la prise en compte des besoins actuels et des besoins liés à la croissance et au développement. Il inclut l'efficacité énergétique et la notion de sécurité des approvisionnements par l'accessibilité à plusieurs formes d'énergie pour un usage donné.
- *Promouvoir de nouveaux moyens de développement économique* dans la filière de l'énergie, en développant du savoir-faire et des industries à haute valeur ajoutée. Ceci inclut aussi l'adaptation au décloisonnement des marchés et aux possibilités offertes à l'hydroélectricité d'exploiter ces marchés.
- *Respecter ou rétablir les équilibres environnementaux.* Les décisions devront intégrer et prendre en compte les impacts positifs et négatifs sur l'environnement. Ces décisions devront permettre de réaliser les ententes internationales sur les changements climatiques, le développement durable et la biodiversité.
- *Garantir l'équité et la transparence.*

La nouvelle politique vise :

→ À mieux utiliser l'énergie

- La réalisation de l'ensemble des potentiels rentables d'économies d'énergie, selon une approche et des stratégies appropriées à chacun des marchés :
 - * Les économies d'énergie rentables pour les fournisseurs. Lors de l'examen des plans de ressources, la Régie de l'énergie doit s'assurer que l'entreprise tient compte des économies d'énergie rentables pour elle-même. Ceci vise à s'assurer que le coût de réalisation d'un plan de ressources est minimisé pour les fournisseurs et les consommateurs.
 - * L'Agence de l'efficacité énergétique aura la responsabilité de la mise en place de :
 - Les économies d'énergies non rentables pour les fournisseurs mais rentables pour les consommateurs : l'investissement par ces derniers dans des mesures d'économies d'énergie (par exemple le Tableau 12) ce qui est intéressant financièrement pour les fournisseurs.
 - Les économies d'énergie rentables pour l'ensemble de la société : mesures qui ne peuvent se rentabiliser sur le marché, car les prix n'intègrent pas tous les coûts résultants d'une mauvaise utilisation de l'énergie, exemple le transport, l'aménagement du territoire, le solaire passif.

→ La mise sur pied de la Régie de l'énergie et de l'Agence de l'efficacité énergétique, discutées ci-après.

→ Le choix des filières dans la production d'électricité

¹⁵ Tiré de Québec 1996a.

- Les investissements à court terme favorisés par les marchés et l'augmentation des coûts de production des grands barrages (prix du kWh plus élevé que d'autres filières) font que d'autres filières que les grands complexes hydroélectriques se développent.
- Les objectifs dans le choix des filières sont :
 - de restaurer, consolider et renforcer l'avantage comparatif dont bénéficiait l'économie québécoise, en terme de coûts de l'électricité ;
 - de nouveaux débouchés doivent être ouverts au secteur électrique québécois.
- Le choix des filières se fait par une nouvelle approche, le portefeuille de ressources : la planification au moindre coût et celle au moindre impact environnemental ne sont plus les objectifs premiers. Plusieurs formes d'énergie sont développées en fonction des implications à long terme de ces choix. La caractérisation et la comparaison des filières sont assurées par la Régie de l'énergie, ce qui inclut la classification des rivières.

→ L'ouverture des marchés de l'électricité (en 1997)

- Libéralisation (déréglementation) des marchés de l'électricité, notamment en Amérique du Nord : ceci vise la diminution des prix par la concurrence. C'est le marché de gros de la distribution qui est concerné. Les ventes aux autres provinces et aux États-Unis sont maintenant facilitées et les interconnexions entre les réseaux de distribution se développent.
- Favorise le développement de la production privée et l'augmentation des ventes d'électricité par Hydro-Québec.

→ La stratégie industrielle de production de l'électricité

- Diminution des activités des industries et entreprises reliées aux grands travaux hydroélectriques : compenser cette diminution en exportant le savoir-faire à l'étranger, en formant des consortiums d'entreprises autour d'Hydro-Québec, en développant et commercialisant les produits avec une aide importante d'Hydro-Québec International et de ses unités de recherches.
- Les entreprises grandes consommatrices d'énergie : favoriser la diversification du parc industriel et les entreprises de transformation à valeur ajoutée en facilitant l'accès à la ressource hydroélectrique, par autoproduction ou par des producteurs privés. La tarification par contrats spéciaux, soit des tarifs avantageux pour les entreprises, sera sous le contrôle de la Régie de l'énergie.

→ Partenariat avec les autochtones : dans le développement énergétique, la classification des rivières, appuie à l'esprit entrepreneurial autochtone, ententes particulières et développement de l'efficacité énergétique au sein des communautés autochtones.

→ Accroissement des responsabilités pour les régions

- Responsabilités dans la classification des rivières et éventuellement dans celle des paysages, versus le développement énergétique.
- Participation des régions dans le choix et la mise en oeuvre des filières énergétiques.

→ Rôle des hydrocarbures

- Assurer une utilisation et une place optimale des hydrocarbures au Québec.
Les hydrocarbures sont placés sur le même pied d'égalité avec les autres formes d'énergie sur les marchés, avec un encadrement assuré par la Régie de l'énergie.
Des ressources disponibles au consommateur à des prix compétitifs : garantir l'accès économique du Québec aux ressources gazières et pétrolières, réduire les coûts de distribution du gaz naturel, s'assurer d'une concurrence véritable et équitable entre les

distributeurs de produits pétroliers, renforcement des activités reliées aux hydrocarbures (raffinage, pétrochimie, exploration et production).

- Faire du Québec un carrefour des échanges nord-américain des hydrocarbures.
- Relever le défi environnemental : les hydrocarbures sont la principale source des gaz à effet de serre liés au secteur de l'énergie et leur utilisation ne pourra qu'augmenter durant les prochaines décennies si la tendance actuelle se maintient, donc le Québec ne pourra respecter ses engagements du Plan d'action sur les changements climatiques. La distribution et l'entreposage des produits pétroliers sont assujetties aux normes de la *Loi sur l'utilisation des produits pétroliers*. Cette loi sera révisée au niveau des rôles et responsabilités des divers intervenants, pour les normes qui seront établies en fonction du facteur de risque associés aux produits et aux équipements (possibilité de déréglementation de ceux à faible risque, i.e. contrôle en fonction du risque, transfert des contrôles à des compagnies privées, ...)

→ La recherche et le développement

- Hydro-Québec doit maintenir les efforts actuels, malgré les impacts que pourrait avoir la création de la Régie de l'énergie sur le financement de la recherche.
- Il faut élargir les champs de la recherche québécoise, pour mieux répondre au contexte énergétique actuel. L'électricité fait déjà l'objet de beaucoup de recherche, mais il faudra intensifier la recherche dans les secteurs de l'efficacité énergétique, les énergies nouvelles (biomasse, éolien, hydrogène) et les hydrocarbures (amélioration des procédés et de la productivité).
- Maintien du Programme d'aide au développement des technologies de l'énergie, rôle de l'Agence de l'efficacité énergétique, le projet Euro-Québec Hydro-Hydrogène.

→ Modification de l'administration

- Le MRN a comme mandat de :
 - définir la politique énergétique et à en surveiller l'application ;
 - gérer les ressources publiques dont le gouvernement est fiduciaire ;
 - et assurer la protection et la sécurité des consommateurs, pour certaines activités où il apparaît nécessaire de disposer d'un encadrement législatif spécifique, soit la distribution des produits pétroliers.
- La Régie de l'énergie et l'Agence de l'efficacité énergétique prennent en charge certaines activités antérieurement assumées par le MRN.

3.7.2 LA RÉGIE DE L'ÉNERGIE¹⁶

La Régie de l'énergie a été créée en 1997. C'est un organisme de régulation économique quasi judiciaire. Son rôle consiste à réglementer les activités monopolistiques liées à la fourniture du gaz naturel et de l'électricité. Son rôle concernant les marchés énergétiques où il n'y a pas de monopole est un rôle de surveillance afin de s'assurer que le libre jeu des forces du marché s'exerce à l'avantage des consommateurs, tout en permettant une saine concurrence entre les entreprises. Elle remplira donc les fonctions de la Régie du gaz naturel, mais avec des champs de compétence élargis.

¹⁶ Extraits de Régie de l'énergie 1998.

La *Loi sur la Régie de l'énergie* s'applique à la production, au transport, à la distribution et à la fourniture d'électricité ainsi qu'au transport, à la distribution, à la fourniture et à l'emmagasinage du gaz naturel livré ou destiné à être livré par canalisation à un consommateur.

- La Régie a compétence pour fixer, à la suite d'audiences publiques, les tarifs et les conditions auxquels l'électricité est fournie ou transportée par Hydro-Québec, à l'exclusion des contrats spéciaux de fourniture d'électricité que le gouvernement détermine, ainsi que les tarifs et les conditions auxquels le gaz naturel est transporté, livré ou fourni par un distributeur ou emmagasiné.
- Elle a également pour fonction de surveiller les opérations d'Hydro-Québec et des distributeurs de gaz naturel afin de s'assurer que les consommateurs aient des approvisionnements suffisants et paient selon un juste tarif, d'approuver leurs plans de ressources, de déterminer leurs taux de rendement et d'autoriser leurs projets d'immobilisation.
- La *Loi sur la Régie de l'énergie* prévoit que les exportations d'électricité d'Hydro-Québec sont soumises au contrôle de la Régie selon qu'elle le détermine. L'autorisation du gouvernement est maintenue dans les cas qu'il détermine, à l'égard des contrats d'exportation d'électricité des producteurs privés et des contrats de puissance et d'énergie dont Hydro-Québec ne peut interrompre unilatéralement la livraison.
- La *Loi sur la Régie de l'énergie* confère à Hydro-Québec un droit exclusif de distribution d'électricité sur l'ensemble du territoire du Québec, à l'exclusion des territoires desservis par un distributeur exploitant un système municipal ou privé d'électricité. Les systèmes municipaux se voient également attribuer un droit exclusif de distribution d'électricité sur le territoire qu'ils desservent.
- La Régie est seule compétente pour examiner les plaintes des consommateurs insatisfaits des décisions rendues par les distributeurs d'électricité ou de gaz naturel à l'égard d'un tarif ou d'une condition de services. Ceux-ci doivent instaurer une procédure interne d'examen des plaintes des consommateurs qui doit être soumise à la Régie pour approbation.
- La Régie est, de plus, chargée de surveiller les prix de la vapeur et des produits pétroliers de sorte qu'elle puisse renseigner un consommateur à cet égard.
- En matière d'essence et de carburant diesel, la Régie a aussi le pouvoir de fixer le montant des coûts d'exploitation par litre que doit supporter un détaillant et de décider de l'opportunité d'inclure ou non ce montant dans les coûts totaux que doit supporter un détaillant dans les différentes régions du Québec.

Sa mission est donc de fixer les tarifs de service et de transport pour l'électricité et le gaz naturel tout en privilégiant le libre jeu des forces du marché, surveiller les prix des produits pétroliers, fixer les tarifs et approuver les contrats d'achats et d'exportation d'électricité. Elle pourra aussi fixer un tarif afin de financer les économies d'énergie non rentables pour le distributeur mais rentables pour un consommateur ou une catégorie de consommateurs. Elle devra favoriser la satisfaction des besoins énergétiques des consommateurs québécois, dans une perspective de développement durable, en tenant compte des préoccupations économiques, sociales et environnementales tout en assurant le développement ordonné et rentable de l'industrie énergétique du Québec. Elle pourra demander aux distributeurs de proposer des modes de tarification favorisant les investissements des consommateurs dans les économies d'énergie.

Le Saguenay–Lac-Saint-Jean est une des régions où il y a le plus d'écart entre les prix de l'essence moyen et minimum. Les prix à la pompe de toutes les régions du Québec sont disponibles chaque semaine sur le site internet de la Régie de l'énergie, qui est chargée de surveiller les prix. Un détaillant vendant du carburant sous le prix d'acquisition et de revente dans une zone est passible de dommages et intérêts en vertu de la *Loi sur l'utilisation des produits pétroliers*. Des audiences publiques ont lieu depuis le printemps 1998 pour fixer ce prix (coût d'exploitation).

3.7.3 L'AGENCE DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE¹⁷

La *Loi sur l'Agence de l'efficacité énergétique* a été créée en 1997. L'agence de l'efficacité énergétique remplace la Direction de l'efficacité énergétique créée en 1994, dont le rôle était surtout axé sur l'élaboration de politiques. Cette direction remplaçait elle-même le Bureau de l'efficacité énergétique dont le rôle changeait avec la stratégie québécoise d'efficacité énergétique de 1992. Le Bureau de l'efficacité énergétique a été créé en 1988 et remplaçait le Bureau des économies d'énergie créé lui en 1977. L'Agence aura pour mission d'assurer la promotion de l'efficacité énergétique pour toutes les formes d'énergie. Ses mandats sont :

- L'établissement d'un savoir-faire reconnu et crédible : l'Agence devra suivre l'évolution des marchés et les développements technologiques, analyser les mécanismes de financement, évaluer la rentabilité des mesures et construire des indicateurs de performance. Elle jouera un rôle d'expert et de conseiller auprès des pouvoirs publics et de l'ensemble des consommateurs.
- Un appui à la Régie de l'énergie en matière d'efficacité énergétique : par ses compétences et connaissances.
- La diffusion de l'information et la sensibilisation des différentes clientèles : l'Agence devra constituer un fond d'information sur l'efficacité énergétique et la diffuser auprès des consommateurs.
- La coordination de la formation et de l'éducation : sensibiliser les intervenants en formation, éducation, entreprises, association et corporations aux débouchés et à la création d'emplois suscités par les économies d'énergie et l'efficacité énergétique, création de matériel didactique, financement de la recherche.
- Le soutien à la recherche et développement dans les technologies d'efficacité énergétique : le programme de productivité énergétique sera administré par l'Agence et non plus par le MRN. Ce programme devra intégrer, outre la démonstration technologique, la recherche et le développement en efficacité énergétique, accroître les ressources disponibles et orienter les octrois vers les technologies les plus prometteuses.
- L'identification des mesures législatives et réglementaires appropriées : révision des normes sur la performance énergétique des appareils et la réglementation thermique des bâtiments neufs.
- La conception de programmes spécifiques : programmes visant des clientèles particulières.

¹⁷ Tiré de Québec 1996a.

Tout comme la Régie de l'énergie, le financement de cette agence se fera par des redevances sur toutes les formes d'énergie. Lois portant sur l'efficacité énergétique

Au niveau législatif québécois, il y a la *Loi sur l'efficacité énergétique d'appareils fonctionnant à l'électricité ou aux hydrocarbures* et le règlement associé, ainsi que la *Loi sur l'économie d'énergie dans le bâtiment* (modifiée en 1983) et le *Règlement sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments*.

Les normes et les règlements de la *Loi sur l'efficacité énergétique* devraient être révisés par l'Agence de l'efficacité énergétique. Parmi ces normes et règlements, il y a les exigences minimales pour la plupart des catégories d'appareils déjà réglementés, l'addition de dispositions concernant de nouveaux appareils et peut-être de nouveaux règlements pour les bâtiments neufs (Québec 1996a). La réglementation concernant les résidences neuves devrait aussi être appliquée plus rigoureusement, avec éventuellement des attestations obligatoires de conformité.

Les règlements de la *Loi sur l'efficacité énergétique* entrée en vigueur en 1992 portent, outre les dispositions relatives au respect de la loi par les fabricants et fournisseurs et la promotion de l'efficacité énergétique et des énergies de substitution, sur le matériel consommateur d'énergie. Un matériel consommateur d'énergie est défini comme tout objet conçu pour fonctionner à l'électricité, au pétrole, au gaz naturel ou au moyen de toute autre forme ou source d'énergie ou pour servir de porte ou fenêtre peut être désigné comme matériel consommateur d'énergie, pour lequel des normes d'efficacité énergétique, des essais à effectuer ainsi que des modalités d'étiquetage peuvent être fixé pour tout matériel ou catégorie de matériels consommateur d'énergie .

3.7.4 LA PLANIFICATION INTÉGRÉE DES RESSOURCES

L'application de la planification intégrée des ressources (PIR) est déjà amorcée dans certains pays (Europe, États-Unis, Colombie Britannique). La PIR est considérée comme un « moyen efficace pour faire en sorte que toutes les solutions destinées à satisfaire les besoins futurs en matière d'énergie sont évaluées sur le même pied et que les valeurs et les préoccupations du public sont prises en considération dans le processus de planification » (Québec 1995c). Et au sens général, l'objectif du PIR « est de planifier l'approvisionnement futur des services énergétiques au moindre coût pour la société en utilisant des mesures qui non seulement permettent d'accroître la quantité d'énergie disponible, mais qui influent aussi sur la manière dont celle-ci est utilisée, en tenant compte des coûts du développement énergétique qui ne sont pas assumés par les services publics (soit les effets externes comme les conséquences sociales ou environnementales) » (Québec 1995c).

La PIR fait partie intégrante de la nouvelle politique énergétique. Les compagnies assujetties à la Régie de l'énergie (Hydro-Québec et les distributeurs de gaz naturel) devront soumettre un plan de ressources (moyens pour satisfaire la demande) qui sera analysé par la Régie de l'énergie en fonction de la PIR. Les caractéristiques de la planification intégrée des ressources sont (Québec 1996a) :

- Pour réaliser l'équilibre entre l'offre et la demande d'énergie, toutes les options envisageables sont analysées, du côté de l'offre comme de la demande - y compris donc les possibilités d'économies d'énergie.

L'énergie

- L'analyse de ces options se fait en intégrant l'ensemble des conséquences qui sont liées. On parle d'intégration des externalités économiques, environnementales et sociales.
- Le processus comporte un appel systématique à la participation du public.
- L'analyse intègre les risques découlant de chacun des choix énergétiques envisagés.

Les objectifs que l'on peut retrouver dans les PIR sont aussi la réduction des coûts, la réduction de la pollution, la diminution des risques pour les clients de voir augmenter les prix et leurs factures, le développement économique et la participation du public (Québec 1995d). Les PIR touchent l'électricité et le gaz naturel, bien que l'on puisse envisager d'inclure au Québec les secteurs non réglementés du pétrole et des transports. Pour les transports, ils n'ont encore jamais été inclus dans les PIR. Ceci obligerait l'étude des modes de transport et conséquemment, un questionnement des politiques d'aménagement du territoire (étalement urbain,...).

4. RÉSUMÉ DES TENDANCES

4.1 VERS DES ÉNERGIES ALTERNATIVES

La production d'énergie sous ses formes actuelles a de nombreux impacts sur l'environnement. Puisque la demande énergétique ne peut qu'augmenter dans les prochaines décennies, il faut se tourner vers des énergies alternatives pour diminuer ces impacts environnementaux tout en augmentant la production. À l'heure actuelle, l'hydroélectricité est le mode de production le plus important au Québec. Les énergies alternatives pourraient contribuer pour les prochaines décennies à un certain pourcentage de la production d'électricité (Comité permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1993). Les énergies éolienne et solaire pourraient produire chacune entre 1 et 5 % de l'électricité au Canada. Les autres formes d'énergie dites alternatives ou non conventionnelles, i.e. dont la production est de faible volume au Québec, sont décrites et énumérées au Tableau 11.

Les énergies conventionnelles sont l'hydroélectricité, le gaz naturel, le charbon, le pétrole, ainsi que l'électricité produite par des centrales nucléaires (fission) ou thermiques. En plus de l'utilisation de la biomasse forestière, les formes d'énergie conventionnelles utilisées dans la région ont déjà été discutées et des énergies non conventionnelles sont discutées dans cette section. Quant à l'utilisation de la tourbe, elle n'est pas envisagée pour l'instant, en raison des forts impacts écologiques. L'utilisation potentielle de ce combustible est à surveiller, car le Saguenay est une des régions où il y a le plus de tourbières.

Tableau 11. Nomenclature des énergies non conventionnelles au Québec.

Ressources utilisées	Technologies	Formes d'énergies produites
Énergies traditionnelles		
Biomasse forestière (secteur résidentiel)	combustion	chaleur
Énergies nouvelles		
Biomasse forestière (secteur industriel), urbaine, agricole et tourbe	gazéification	gaz de synthèse méthanol
	hydrolyse et fermentation	éthanol
	pyrolyse	hydrocarbures divers
	génération	électricité
	biodigestion	méthane
Chaleur ambiante	pompe à chaleur air-air	chaleur
	pompe à chaleur eau-air	chaleur
	pompe à chaleur eau-eau	chaleur
	échangeur de chaleur	chaleur
Rejets thermiques	pompe à chaleur	chaleur
Eau	électrolyse	hydrogène
	micro et mini-turbine	électricité
Soleil	solaire actif	chaleur électricité
	solaire passif	chaleur
	photovoltaïque	électricité
Vent	éolienne	électricité
Nucléaire	fusion	énergie mécanique électricité

Source Fillion et Fréchette 1997.

4.1.1 L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE : NÉGAWATTS

Les programmes d'efficacité énergétique sont des moyens parmi les plus économiques pour « répondre aux besoins énergétiques et de réduire le nombre de mégaprojets coûteux devant être mis en oeuvre » (Comité permanent de l'Énergie, des mines et des Ressources 1993). Les programmes de production de « négawatts » serait un de ces moyens. Le terme négawatt signifie une demande énergétique évitée grâce à l'efficacité énergétique et est ainsi l'antithèse d'un mégawatt, ou énergie produite. Cette énergie économisée peut être considérée comme une forme d'énergie alternative, moins coûteuse à produire que des mégawatts et de plus comme la seule forme d'énergie n'ayant réellement aucun impact sur l'environnement.

Il existe plusieurs programmes visant l'efficacité énergétique pour plusieurs secteurs offerts par le MRN, Gaz Métropolitain inc., l'Institut canadien des produits pétroliers, le ministère des Ressources naturelles Canada, le ministère des Transports et Hydro-Québec. Avec la création de l'Agence de l'efficacité énergétique, les programmes gouvernementaux seront centralisés. Outre ces programmes, il y a eu plusieurs améliorations techniques et d'autres devraient être développées au niveau des enveloppes des immeubles écoénergétiques (en relation avec l'énergie

solaire passive, cf. section 4.1.3), des systèmes de chauffage, de ventilation et de refroidissement, ainsi que pour des fenêtres, des appareils électroménagers et d'éclairage écoénergétiques.

Certains programmes s'appliquent au niveau des municipalités où plusieurs équipements pourraient être améliorés. Cependant, selon une étude, ces programmes sont plus ou moins connus et appliqués (Québec 1995e). Les municipalités en général, mais surtout les plus petites, sont peu soucieuses d'efficacité énergétique et y mettent peu d'effort. Les grosses municipalités comme Montréal et Québec ont beaucoup d'intérêt face à l'efficacité énergétique et possèdent les structures nécessaires pour mettre en place ces mesures et participent beaucoup plus à ces programmes. Les municipalités pourraient aussi contribuer à l'efficacité énergétique et à la qualité de l'air par la conversion de leurs véhicules (voirie, service d'incendie et de police). La majorité de ces véhicules sont à essence, alors qu'ils pourraient être convertis au gaz naturel, au propane, au diesel ou à la bi-énergie (essence+gaz naturel).

Le secteur résidentiel, qui consomme 20 % de l'énergie, est jugé celui offrant les plus grandes possibilités d'accroissement énergétique présentement (Comité permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1993). La Direction de l'efficacité énergétique (DEE) du MRN, maintenant l'Agence de l'efficacité énergétique, a mis sur pied en 1997 pour deux ans le Programme résidentiel d'intervention et d'investissement en matière d'efficacité énergétique (PRIME) (Québec s.d.). Le Saguenay-Lac-Saint-Jean est une des trois régions choisies pour la phase expérimentale. Le programme est présentement appliqué à Métabetchouan, sous la gestion de Négawatts Production inc., organisme local en efficacité énergétique (OLEÉ) dont la mission est de promouvoir l'efficacité énergétique au Saguenay-Lac-Saint-Jean.

Le programme Prime vise l'amélioration de l'efficacité énergétique des résidences lors de travaux de rénovations. Il a été offert premièrement dans la municipalité de Métabetchouan et il est maintenant offert dans toute la région sur demande. Le programme se déroule comme suit (Girard 1999) :

1. Un premier contact téléphonique est effectué pour déterminer si la consommation d'énergie était égale ou inférieure à la moyenne. Si elle est inférieure à la moyenne, il n'y a alors pas de potentiel important pour le programme. Dans le cas d'une résidence déjà performante, le représentant fournira tout de même des conseils relatifs à l'entretien des appareils et des équipements électriques ainsi que sur les attitudes et les comportements.
2. Lorsque le potentiel était intéressant (consommation supérieure à la moyenne), il y a une première visite pour prendre les informations nécessaires. Les points évalués sont l'isolation, la climatisation, la ventilation, le chauffage et les appareils électroménagers.
3. Par la suite, lorsque des travaux sont effectués par des entrepreneurs ou ouvriers qualifiés pour le programme et qu'ils sont terminés, le technicien fait une troisième visite pour s'assurer de la conformité des travaux et remettre un certificat reconnaissant la qualité de ces travaux.

Dans le cadre des plans d'action fédéraux faisant suite aux protocoles de Rio et de Kyoto, le gouvernement fédéral travaille à mettre en place pour le printemps 1999 un programme qui sera appliqué en complémentarité avec le programme PRIME. Ce programme visera la cotation énergétique des résidences selon le modèle d'Énerguide (degré d'efficacité énergétique des

appareils). Cette cotation permettra de reconnaître, lors de l'établissement de la valeur de revente d'une résidence, les investissements effectués pour en augmenter l'efficacité énergétique.

Négawatts a aussi élaboré un programme en efficacité énergétique à base communautaire régional (Girard 1999). Ce programme est le premier du genre au Québec. Il y a eu des projets similaires en Ontario et aux États-Unis, mais celui-ci diffère en ce qu'il ne repose pas sur le soutien financier ou sur d'équipements subventionnés; il vise plutôt la réduction de la consommation d'énergie en utilisant des moyens simples et peu coûteux (Tableau 12) mais non subventionnés, ainsi que la modification des comportements et l'implications de toute la communauté. Les gens étaient motivés à participer au programme par le biais de la démonstration des impacts positifs touchant l'environnement, l'économie personnelle et celle de la communauté. Le programme a aussi nécessité l'implication de divers groupes communautaires dans la promotion des mesures d'efficacité énergétiques.

Négawatts a choisi Métabetchouan parce que cette municipalité est représentative au niveau socio-économique d'une grande municipalité (centre hospitalier, même caractéristiques pour les groupes d'âge et les revenus, structure communautaire et industrielle similaires, ...). Le programme a pris fin en décembre 1998. L'objectif était de dresser le bilan énergétique de toutes les résidences de la municipalité (650) au niveau des comportements et des appareils ménagers, en ce qui concerne toutes les formes d'énergie utilisées (électricité, mazout, bois, ...) (pas pour l'enveloppe des bâtiments). Les partenaires financiers sont le CRCO, Hydro-Québec, l'Agence de l'efficacité énergétique, Environnement Canada (programme Action 21) et la RLDD. Ce projet s'inscrit dans le cadre du développement durable car il vise le développement économique (argents qui restent dans la communauté), environnementale (diminution de la pollution, utilisation du territoire, ...) et social (regroupement des gens pour influencer et solutionner des problématiques). De plus, il y a intégration dans l'approche des externalités (coûts à long terme de la mesure sur l'environnement).

Les interventions dans le cadre de ce projet se sont déroulées en trois visites auprès des particuliers :

- la première pour obtenir les informations nécessaires au calcul du bilan énergétique ;
- la deuxième après 2 à 3 semaines pour remettre le bilan et les recommandations, telles que les mesures simples présentées aux Tableau 12 ;
- la troisième après 3 à 5 mois pour présenter les intentions de tous les gens de la municipalité, pour vérifier les intentions réalisées par les gens et offrir des mesures supplémentaires d'économie d'énergie.

Les visites visaient à définir pour chaque résidence :

- comment se répartit la consommation énergétique ;
- comment réduire la consommation énergétique (recommandations chiffrées et des fiches sont remises en fonction des recommandations) ;
- type de consommation de la résidences versus la consommation moyenne de résidences similaires.

Le projet visait aussi à répondre à trois questions :

1. Est-ce que l'efficacité énergétique à base communautaire est possible ? Oui.
2. Quel est le potentiel que l'on peut aller chercher sur une base communautaire? Taux de participation de 75 % (76 % des gens ont adopté au moins une mesure d'économie d'énergie) et l'économie d'énergie moyenne chez les gens est de 10 %. Les programmes d'Hydro-Québec ont un degré de participation de 5 à 15 %.
3. Y a-t-il des avantages économiques ? L'efficacité énergétique est plus payante que la construction des barrages car le coût de revient est inférieur à 3 cent/kW/h. Au niveau d'une communauté, ce sont des centaines de milliers de dollars qui ne sont pas utilisés pour l'obtention d'énergie et qui peuvent donc être investis ailleurs.

Donc l'expérience est concluante en milieu périurbain, la prochaine étape en cours d'élaboration est de tester l'efficacité énergétique à base communautaire en milieu urbain (milieu reste à déterminer).

Outre les interventions aux niveaux des résidences, l'efficacité énergétique pour l'automobile était aussi considérée dans ce programme : 35 mesures étaient proposées (comme par exemple les économies d'énergie de 8% lorsque les pneus sont bien gonflés, ce qui est le cas en moyenne de seulement 1 cas sur 4). Il y a eu des journées thématiques, des cliniques, de l'animation auprès des jeunes, l'implication des divers organismes communautaires de la municipalité, etc.

En même temps que ce programme, un programme similaire a été instauré avec les commerces. Le taux de participation a été de 60 % pour des économies d'énergie de 6,8%. Six comités énergie en milieu de travail ont été mis sur pied dans les entreprises. Il y a eu des démarches d'animation et les résultats sont à venir.

Cependant, ce type de projet à base communautaire peut être vu autrement que comme un moyen d'économie pour la communauté : « Dans un tel contexte (mise en oeuvre des conditions pour une plus grande compétitivité sur les marchés internationaux d'Hydro-Québec), le projet de Négawatts s'inscrirait plutôt dans le sillon de la sous-traitance d'Hydro-Québec qui désire par là reléguer une partie de la production moins rentable aux petites entreprises dites flexibles, souples et génératrices d'emplois et moins bien rémunérés » (Brassard 1998).

L'Agence de l'efficacité énergétique devrait mettre en place pour 1999-2000 un programme de réduction des factures énergétiques pour les familles à faible revenus.

Malheureusement, malgré l'initiative de Négawatts Production, le Saguenay-Lac-Saint-Jean est une des régions ne mettant pas à profit le support économique disponible par le biais de l'Agence de l'efficacité énergétique et ses programmes (Bernier 1998). Outre les effets bénéfiques pour la qualité de l'environnement, ce sont aussi des avantages économiques pour les entrepreneurs désireux d'améliorer les performances énergétiques de leur entreprises, petite ou grosse.

Tableau 12. Exemples de mesures simples et peu coûteuses d'économie d'énergie dans une résidence, ainsi que les économies réalisables.

Mesures	Coût de la mesure (\$)	Économie réalisable (\$)	
		annuelle	à plus long terme (ans*)
Diminution de la puissance d'éclairage intérieure de 20 %	nul	10	100 (10)
Diminution de la puissance d'éclairage extérieure de 20 %	nul	5	50 (10)
Chauffe-eau : couverture isolante	27	20	213 (12)
pomme de douche à débit réduit	30	40	370 (10)
aérateur de robinet à débit réduit	5	10	95 (10)
réduction de la température	nul	20	200 (10)
Chauffage : fermer les toiles la nuit et les ouvrir le jour	nul	30	300(10)
réduire la température le jour	nul	40	400 (10)
réduire la température la nuit	nul	40	400 (10)
thermostats électroniques	200 pour 5 320 pour 8	105	940 (10)
Coupe-froid autour des portes	20	12	40 (5)
Minuterie pour le chauffe-moteur (utilisation 2 heures par jour)	30	10	50 (8)
Total	312 ou 432	342	3 175 (10)

* : Dans le cas où un équipement doit être installé, il correspond à l'économie d'énergie durant la durée de vie moyenne de l'équipement, soit le nombre d'années indiquées entre parenthèse. Dans le total de cette colonne, les valeurs établies pour une période autre que 10 ans ont été ramenées sur 10 ans pour fins de concordances.

Source Négawatts Production Inc. s.d.

Pour le secteur industriel, les techniques à développer concernent l'éclairage, le rendement de combustion dans la production de vapeur et de chaleur directe, l'efficacité de la puissance d'entraînement, la récupération et le pompage de la chaleur, la cogénération et le chauffage centralisé (Comité permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1993). La diminution des coûts de production permet d'être plus concurrentiel sur les marchés internationaux. Mais, contrairement aux appareils ménagers dont la durée de vie est plus courte, le remplacement des équipements industriels et commerciaux avant la fin de leur vie utile par des équipements plus récents et moins énergivores est coûteux. Cependant, l'aspect environnemental dans les décisions concernant l'efficacité énergétique n'entre pas toujours en ligne de compte (Comité permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1993). Les subventions gouvernementales ne sont pas non plus toujours axées en ce sens et les informations sur les nouvelles technologies ne circulent pas nécessairement. Selon son mandat, l'Agence de l'efficacité énergétique, qui remplace la DEE, devrait résoudre les problèmes d'information et d'évaluation des mesures.

Dans le secteur du transport (Tableau 13), outre le développement de d'autres formes d'énergie (cf. section 4.1.4), certaines options dans le cadre de l'efficacité énergétique sont à envisager. Le co-voiturage est l'un de ceux-ci. Malgré les incitations, il est peu pratiqué au Québec. Dans la région, puisque les transports en commun sont relativement peu développés en comparaison avec les plus grandes villes, ce moyen pourrait prendre de l'importance (voir aussi la Figure 3). Mais notre culture attache une valeur à l'automobile comme instrument de liberté et d'affirmation

personnelle et une valeur sociale importante, l'automobile demeurant le moyen préféré pour se déplacer (Québec 1996b). Notre société n'est pas encore prête à abandonner ce symbole.

Tableau 13. Potentiel de gains énergétiques avec certaines options d'efficacité énergétique dans le secteur du transport au Québec en 1990.

Options	Gains en énergie (TEP*)
Augmentation de l'efficacité des automobiles	318
Augmentation des déplacements par la marche et la bicyclette	237
Réductions dans la consommation des avions, autobus, camions et bateaux	229
Réduction de la vitesse dans les voies express	108
Réduction de la taille des automobiles	184
Augmentation de l'utilisation des transports publics	129
Augmentation du co-voiturage	120

* : tonne équivalent pétrole.

Source Québec 1994b.

4.1.2 L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

Cette forme d'énergie renouvelable est très séduisante par l'absence totale d'émissions atmosphériques et d'autres polluants lors de la production d'électricité. Les infrastructures sont aussi moins coûteuses que la construction d'un barrage hydroélectrique et nécessitent moins de superficies que toute autre forme de production d'électricité (Comité permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1993).

La recherche et le développement sur les éoliennes sont actifs un peu partout dans le monde et l'industrie est en croissance au niveau mondial. La technologie des pales, des turbines et des génératrices évolue constamment, ce qui a fait augmenter la capacité de production de manière importante, tandis que les coûts ont diminué de beaucoup depuis les années quatre-vingts. Il en coûtait 25 cents le kWh au début des années 80 (Comité permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1993), tandis qu'en 1992, il était estimé à 8,5 cents le kWh en comptabilisant l'entretien, l'exploitation et les équipements pour garantir la puissance (Hydro-Québec 1992). Ce coût est supérieur à celui de l'énergie produite par les centrales hydroélectriques, mais il devrait diminuer avec les avancées technologiques, peut-être jusqu'au seuil commercial de 3,25 cents le kWh de l'hydroélectricité (Francoeur 1998). Pour le projet le Nordais à Matane (voir ci-dessous), le prix d'achat par Hydro-Québec a été fixé à 5,8 ¢/kWh. La proximité d'un réseau de transport est aussi très importante dans les coûts de production et est à considérer.

Actuellement, les parcs d'éoliennes au Québec ne sont que de faible puissance : éolienne de Kuujuaq, Cap-Chat, Îles-de-la-Madeleine et Natashquan qui appartiennent à Hydro-Québec. Puisque Hydro-Québec ne prend plus en charge les infrastructures de faible puissance, c'est aux sociétés privées de développer cette forme d'énergie. C'est ce qu'a fait AXOR : les nouveaux parcs d'éoliennes de Matane et de Cap-Chat seront en opération dès la fin de 1998, avec une puissance totale de 100 MW à la fin de la mise en service (David 1998), qui sera vendue à Hydro-Québec.

En plus des éoliennes de Cap-Chat et de Matane, la Régie de l'énergie recommande que l'installation de 50 MW annuellement soit supportée pour atteindre 450 MW en 2011 d'énergie éolienne (Québec 1998). Cette énergie serait achetée par Hydro-Québec selon un processus d'appel d'offre, avec un prix plafond (actuellement de 5,8 ¢/kWh). Ces achats permettraient, en plus de diversifier les sources d'énergie, de développer l'industrie liée à ce secteur au Québec, actuellement peu représentée.

Dans certains pays, l'énergie éolienne produite en excès par un particulier qui est connecté au réseau de distribution local est transférée sur le réseau des compagnies d'électricité qui paient un certain pourcentage du prix en cour (Gipe 1993). Dans les pays où ce prix est intéressant, les gens investissent dans de plus gros systèmes éoliens, ce qui leur permet de vendre plus d'électricité, amortissant ainsi leurs propres investissements. Dans l'hypothèse d'un développement des parcs d'éoliennes ou des installations privées connectées au réseau de distribution actuel, ces éoliennes pourraient fournir leur énergie excédentaire, diminuant ainsi la production des centrales thermiques durant certaines périodes ou assurant une production d'appoint pour l'hydroélectricité.

Le vent, la source de l'énergie éolienne, est inconstant et variable selon la région, la période du jour ou de l'année. La production possible d'électricité par le vent ne correspond donc pas nécessairement à la demande en tout temps. Le Tableau 14 présente les conditions minimales de vent dans lesquels les éoliennes peuvent être utilisées. Les éoliennes doivent être utilisées en association avec une forme d'électricité (hydroélectrique, thermique,...) pour assurer un apport en tout temps. Cette énergie doit être utilisée à mesure qu'elle est produite. Mais l'énergie peut aussi être stockée dans des batteries et utilisée plus tard en fonction des besoins. Dans les régions nordiques, des problèmes mécaniques s'ajoutent par les effets des variations de température sur les équipements (Guy 1998).

Tableau 14. Conditions minimales des vents pour opérer une éolienne.

Conditions d'utilisation	Vitesse des vents	
	m/s	km/h
la vitesse d'amorçage	4,5	16,2
la moyenne minimale	6	21,6
le seuil idéal	8	30
la moyenne idéale	15	55
trop pour les petites éoliennes	25	90
trop pour toutes les éoliennes	30	115

Source Eole 1998a.

La taille de l'éolienne et les technologies vont aussi déterminer les conditions de vents requises. Pour la région, le potentiel des vents est généralement plutôt limité. Dans les secteurs le plus habités, soit autour du lac Saint-Jean et du Saguenay, la moyenne annuelle des vents est de 5,1 m/s pour moins de 160 W/m² de densité de puissance à trente mètres du sol. Un peu plus au nord de la région on trouve des secteurs où la moyenne est de 5,6 m/s pour une densité de puissance entre 160 et 240 W/m². Ces chiffres font paraître le potentiel éolien régional peu séduisant. Mais ils ne sont que des moyennes pour de grands secteurs. Il existe un peu partout des points où les vents sont plus forts et pour lesquels le potentiel est plus élevé.

Les problèmes reliés aux parcs d'éoliennes sont le bruit, les interférences électromagnétiques, les impacts sur les habitats et la faune, sur l'utilisation du territoire et l'aspect esthétique en relation avec la taille du parc d'éolienne (Éole 1998b ; Hydro-Québec 1995) :

- Le bruit provient des engrenages et du contact de l'air avec les pales (bruit aérodynamique). Des enceintes acoustiques ainsi qu'une bonne conception peuvent le réduire. Les éoliennes modernes ne sont pas plus bruyantes que le vent dans des pylônes. Ce problème n'est pas important dans les zones isolées.
- Les interférences électromagnétiques surviennent plutôt rarement si l'emplacement et les matériaux sont bien choisis.
- Si le parc n'est pas trop grand, il y a une perte d'habitats évaluées à 3 % de la superficie brute, soit les éoliennes elles-mêmes. Le territoire, exclusion faite du 3 %, est encore utilisable pour la plupart des activités, dont l'agriculture.
- Les oiseaux peuvent entrer en collision avec les pales et il faut éviter de les installer dans les couloirs de migration et près des sites de nidification. Mais il semble que ce sont les oiseaux de proie surtout qui entrent en collision avec les hélices, probablement parce qu'ils sont moins vigilants que la plupart des oiseaux lorsqu'ils chassent. Les oiseaux ne peuvent utiliser les structures cylindriques qui remplacent les structures en treillis, ce qui limite les risques.
- Un bon emplacement ainsi qu'un choix judicieux de la taille et de la répartition des unités peuvent minimiser les impacts visuels et acoustiques.
- Il y aurait des changements mineurs dans les conditions de vent, de température et d'humidité dans les régions immédiates.

4.1.3 L'ÉNERGIE SOLAIRE

Tout comme l'énergie éolienne, la production d'énergie solaire ne pollue pas. Elle est considérée par le Comité permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources (1993) comme la source d'énergie par excellence de l'avenir. Il y a trois techniques d'utilisation de l'énergie solaire : passive, active et photovoltaïque. Leur utilisation est cependant limitée au Canada par la durée d'ensoleillement, en particulier en hiver.

L'énergie solaire passive¹⁸

L'énergie solaire passive, ou thermique, permet de capter naturellement uniquement de la chaleur, mais pourrait fournir jusqu'à 30 % des exigences calorifiques des immeubles. Cet aspect est très intéressant pour le Québec, car l'ensoleillement hivernal est comparable et même supérieur à certains pays nordiques d'Europe, avec du 1er octobre au 31 mars plus de 4000 degrés Celsius jours de chauffe.

On tire profit de cette forme d'énergie par la « construction bioclimatique », ou « approche pour créer un microclimat interne et harmonieux par l'utilisation des ressources naturelles ». Le soleil, le vent, la végétation et la température ambiante, associés à des matériaux et produits adéquats (fenestration, isolation et potentiellement le stockage thermique par les matériaux), des techniques de construction et des formes appropriées, peuvent permettre d'économiser de 20 à

¹⁸ Tiré de Comité permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1993 et de Québec 1997b.

40 % des frais de chauffage annuel. Elle fournit aussi de l'éclairage naturel en hiver. L'énergie solaire passive a aussi l'avantage de faire diminuer les demandes de pointes en énergie. Ces économies d'énergie ne seraient pas négligeables dans nos conditions hivernales et de production d'électricité.

Le coût d'une habitation comprenant des systèmes solaires passifs est supérieur de 10 % à celui d'une habitation conventionnelle. Mais les économies réalisées annulent ce coût supplémentaire. En plus des économies d'énergie, il n'y a pas d'impacts supplémentaires sur l'environnement lors de la construction et de la production des matériaux et lors de son fonctionnement. On profite déjà et parfois sans le savoir de ces techniques, par exemple avec nos fenêtres dont le rendement énergétiques s'améliorent constamment. La recherche est d'ailleurs active au Québec dans le développement de cette forme d'énergie. Des incitations pourraient permettre d'inclure encore plus des techniques de construction permettant de profiter de cette forme d'énergie.

L'énergie solaire active¹⁹

L'énergie solaire active consiste à capter l'énergie thermique du soleil par des capteurs solaires. Ces systèmes sont très coûteux et il est recommandé de ne les utiliser que pour certains appareils, comme les chauffe-eaux, pour qu'ils soient rentables. Ils pourraient aussi être utilisés pour les systèmes de ventilation des immeubles.

Pour capter cette énergie, il faut des capteurs solaires dont il existe différents types. La chaleur captée est transférée à un fluide colporteur et emmagasinée dans de l'eau, soit le chauffe-eau. Les chauffe-eaux solaires permettent des économies de plus de 50 %, selon le système utilisé. Cependant, puisque le rayonnement solaire est plus important durant l'été, la chaleur captée est supérieure aux besoins. Ce qui fait en sorte que les économies réelles sont probablement inférieures. Il est possible que de futurs développements technologiques permettent d'améliorer la conservation de la chaleur captée et ainsi les économies réelles.

Les capteurs photovoltaïque²⁰

Ces capteurs sont un système solaire actif, mais qui convertissent l'énergie solaire en électricité à l'aide de matériaux semi-conducteurs. Le rendement est actuellement de 15 à 35 %, mais il en coûte plus de 10 fois le coût au kWh des systèmes conventionnels. Ces systèmes sont donc peut rentables actuellement, surtout en raison du coût de fabrication. Ils sont donc couramment utilisés pour des applications ne nécessitant pas beaucoup d'énergie (montres, calculatrices,...), ou pour les systèmes isolés comme les bouées, les systèmes de navigation, les pompes à eau, les habitations, etc. Leurs emplois actuels dans les endroits isolés des réseaux d'électricité est rentabilisé par le peu de frais d'entretien et ils permettent des économies notables lorsque utilisés avec des groupes électrogènes au diesel ou à l'essence en remplaçant en partie ces combustibles.

Les capteurs sont constitués de cellules de cristaux de silicium. Les nouvelles technologies en émergence utilisent des matériaux différents, comme des cellules d'arséniure de gallium ou des cellules de films minces. Ces cellules sont des générateurs de courant continu d'intensité variable

¹⁹ Tiré de Québec 1997b.

²⁰ Tiré de Hydro-Québec 1995a et Québec 1997b.

selon le rayonnement solaire. L'électricité est transférée à des accumulateurs qui permettent une utilisation différée.

En phase de production, ces systèmes ne polluent pas. Cependant, la fabrication peut poser des problèmes. Pour les cellules de silicium, la fabrication produit de la poussière, mais les impacts sont mineurs. Les nouvelles technologies pour les cellules sont plus polluantes. On utilise de plus pour fabriquer ces dernières des gaz parfois toxiques, dont du méthane. À cela s'ajoutent les impacts environnementaux lors de l'extraction des minéraux et l'élimination des déchets solides et gazeux lors de la fabrication. Utilisés à grande échelle, ces systèmes nécessitent beaucoup d'espace, ce qui pose un problème pour l'occupation du territoire. Mais en comparaison avec l'hydroélectricité, les capteurs photovoltaïques occupent moins d'espace en considérant toute la surface occupée par un barrage et son réservoir : 5 fois moins d'espace pour le solaire dans le cas des simulations pour la rivière Ashuapmushuan (Déry 1999).

L'utilisation de l'énergie solaire active est donc à considérer dans nos régions comme énergie d'appoint, du moins pour l'instant.

4.1.4 LES ÉNERGIES DE SUBSTITUTION POUR LE TRANSPORT²¹

Parce que la combustion de l'essence pour le transport pollue et que les réserves de pétrole ne sont pas éternelles, d'autres formes d'énergie sont à l'étude pour le remplacer. Il y a bien sûr les véhicules à l'énergie solaire ou à l'énergie électrique. Mais il semble que pour l'instant, les carburants dits plus propres et issus de ressources non renouvelables voient le jour plus rapidement. Les exigences environnementales aux États-Unis, où l'on rencontre dans les grandes villes de sérieux problèmes de pollution atmosphérique issus de l'importance du trafic routier, ont obligé le développement de véhicules fonctionnant avec d'autres carburants que l'essence. Il y a plusieurs de ces carburants dits propres. La Figure 3 nous montre l'ampleur de l'énergie utilisée dans le transport et donc l'importance de modifier nos habitudes de transport et de développer à la fois l'efficacité énergétique et des carburants moins polluants et plus efficaces.

²¹ Tiré de Québec 1995f.

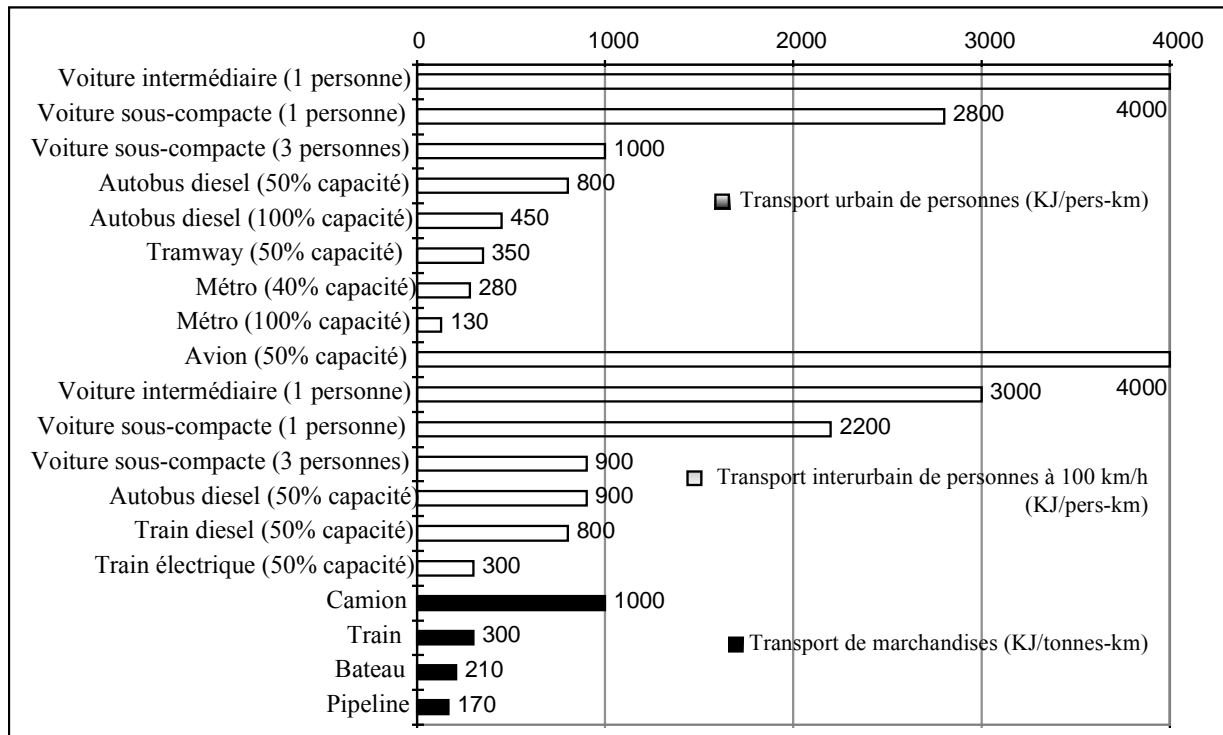


Figure 3. Efficacité énergétique de différents modes de transport au Québec (Source Québec 1994b).

Gaz propane

Avec le propane, ce sont les carburants de substitution les plus utilisés au Canada. Le gaz naturel, ou gaz de pétrole liquéfié, est extrait du gaz naturel, qui en contient de 0,5 à 1,5 %, ou est obtenu par raffinage du pétrole. Le propane est plus volatile que l'essence et il est avantageux par temps froid, le démarrage et la combustion étant plus facile que pour l'essence. Sa combustion produit moins de monoxyde de carbone et environ la même quantité de COV et de NO_x que l'essence. Il répond actuellement aux normes environnementales, mais dans le resserrement éventuel de ces normes, des améliorations techniques devront être envisagées. Puisque sa disponibilité est limitée, il est possible que son utilisation se limite aux véhicules commerciaux.

Gaz naturel

Comme on l'a vu, il est actuellement très peu utilisé au Québec pour le transport. Puisqu'il existe déjà un réseau de distribution du gaz naturel, son utilisation, moyennant des frais pour l'installation d'infrastructures spécifiques, pourrait connaître une expansion rapide. Le développement de réservoir moins lourd et encombrant pourrait aussi permettre d'augmenter son utilisation. Au point de vue des émissions atmosphériques, il produit moins de CO et de CO₂, ainsi que de COV, mais plus de NO_x. Du CO₂ est cependant rejeté pendant l'exploitation des gisements de gaz naturel et puisqu'il s'agit en fait de méthane, gaz à effet de serre, des mesures de sécurité sont nécessaires pour éviter toutes fuites.

Méthanol

Il est lui aussi produit à partir du gaz naturel, ou par gazéification du bois ou du charbon (alcool de bois). Son utilisation comme carburant, associé avec une proportion variable d'essence, est encore expérimentale, mais il est couramment utilisé pour augmenter l'indice d'octane et l'oxygène²² dans l'essence (efficacité accrue de 10 à 20 %). Il est coûteux et produit moins d'énergie que l'essence pour une même quantité. Lorsqu'il provient du gaz naturel, le méthanol produit plus de gaz à effet de serre que l'essence si on additionne ceux de la production et de la combustion. Lorsqu'il est produit à partir de bois, les émissions de gaz à effet de serre sont inférieures de 3 % à l'essence. La production de CO, CO₂, COV et NO_x est moindre lors de la combustion que pour l'essence. Mais, il y a production d'aldéhyde, qui est toxique et provoque des troubles neurologiques.

Éthanol

Coûteux, il est produit par hydratation de l'éthylène (produit pétrochimique), par fermentation des sucres de biomasse agricole, ou par fermentation des sucres de biomasse forestière par hydrolyse. Ajouté à l'essence, il augmente son indice d'octane, mais aussi la consommation de carburant, mais ne nécessite pas de modifier le véhicule. La production et la combustion de l'éthanol produit des gaz à effet de serre, mais moins dans le cas d'éthanol issus de biomasse forestière (3 % moins). Comparé à l'essence, il produit moins de CO, CO₂ et de COV, mais environ la même quantité de NO_x. Pour une tonne de maïs ou de biomasse forestière, on produit respectivement 430 et 250 litres d'éthanol. Pour faire fonctionner 10 % des voitures à l'éthanol aux États-Unis, 40 % de la production de maïs de ce pays devrait y être consacré. Au Québec, la Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec a envisagé un projet de production industrielle. Des problèmes se posent quant à l'affectation des terres agricoles pour produire du carburant et non des aliments. Quant aux autres formes de production d'éthanol, elles sont présentement trop coûteuses mais des recherches se poursuivent, en particulier pour l'hydrolyse de biomasse forestière ou de résidus.

Hydrogène²³

L'hydrogène peut être produit par reformage du gaz naturel, par électrolyse ou par gazéification de la biomasse. Actuellement, la production au Canada d'hydrogène, utilisé dans divers procédés industriels, se fait à 95 % par la première méthode, la moins coûteuse. Bien que la combustion de l'hydrogène ne produise que de la vapeur d'eau et un peu de NO_x, sa production par cette méthode dégage beaucoup de CO₂. Lors de sa production par électrolyse, tout dépend de la source d'électricité (thermique, hydroélectrique, ...). Si les coûts de production par électrolyse utilisant de l'énergie électrique de source solaire ou éolienne sont moins élevés, ce carburant serait doublement intéressant par le peu d'émissions atmosphériques produites à la fois lors de sa production et de sa combustion. Actuellement, la production par électrolyse et les piles à

²² Dans plusieurs états américains, l'essence doit contenir au moins 3 % d'oxygène. Le méthanol et l'éthanol sont utilisés à cette fin.

²³ Tiré de Québec 1995f et Comité Permanent de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1993.

combustibles utilisant l'hydrogène sont priorisées dans les recherches. Plusieurs véhicules équipés de différents systèmes sont à l'essai sur route.

L'hydrogène est plus efficace que les carburants conventionnels (jusqu'à 50 %), mais son stockage demande des conditions particulières. Les piles à combustibles sont encore plus efficaces : 3 fois plus que les moteurs à combustion interne et consommation deux fois moindre d'énergie qu'avec les moteurs à hydrogène. Lorsque les problèmes de stockage et de transport, de pollution lors de la production, du type d'énergie utilisable pour l'électrolyse autre que les combustibles fossiles, de la production de piles peu polluantes, etc., seront réglés, l'hydrogène risque d'avoir un bel avenir comme source d'énergie dans le transport. De plus, les coûts en comparaisons avec l'essence seront probablement inférieurs avec le développement des moyens de production et des piles.

Le projet Euro-Québec Hydro-Hydrogène, qui regroupe une dizaine de pays, dont le Québec, tente de préciser les conditions d'exploitation et de promouvoir la mise en valeur de l'hydrogène. Des technologies mises au point dans le cadre de ce projet devraient être disponibles pour des applications commerciales ou industrielles prochainement, dont les autobus urbains et l'aéronautique (Québec 1996a).

Électricité

Le moteur électrique ne produit aucun polluant lors de son utilisation. Les problèmes de pollution se situent au niveau de la production d'électricité, en particulier pour la production à partir de combustibles fossiles et les émissions de polluants dans l'air. Pour le Québec où presque la totalité de l'électricité est d'origine hydroélectrique, cette option est très intéressante. Cependant, il y aurait des impacts sur la production d'électricité. Si 10 % des automobiles du Québec fonctionnaient à l'électricité, cela accaparerait 0,25 % de la production annuelle d'électricité. Ce chiffre paraît faible, mais il faut tenir compte des périodes de plus grandes ou de plus faibles disponibilités (été, hiver, etc.) de la production hydroélectrique. Il n'en demeure pas moins que l'utilisation de l'électricité pour une certaine proportion des véhicules aurait un impact significatif sur la qualité de l'air, en particulier dans les villes.

Le moteur électrique est de 2 à 3 fois plus efficace que les moteurs à combustion interne. Les coûts sont aussi avantageux : pour une fourgonnette parcourant une même distance, avec un coût de 5 ¢/kWh, il en coûterait 75 \$/an en électricité, pour 550 \$/an (55 ¢/l) pour 1 000 l avec du carburant. Mais la fourgonnette coûterait 10 000 \$ de plus à l'achat.

Les problèmes actuels sont les mêmes que pour plusieurs autres carburants de substitution : les avancées technologiques. L'autonomie est un problème particulier au moteur électrique. Le prototype du moteur-roue qu'a développé Hydro-Québec résolvait en tout ou en partie plusieurs des problèmes : autonomie, grande puissance, recharge des accumulateurs lors du freinage, pas de surcharge, volume occupé moindre qu'avec un moteur standard et autres. Malheureusement, le projet s'est terminé sans sa conclusion logique. Donc pour l'instant, les problèmes d'autonomie confinent son utilisation pour les véhicules utilitaires ou de services, ce qui n'est cependant pas négligeable, notamment en ville où les moteurs à combustion ont leurs plus faibles rendements.

Le couplage d'un moteur électrique avec une source d'énergie d'appoint (génératrice ou moteur à essence ou autre carburant) est peut être la meilleure solution à l'heure actuelle, en attendant de résoudre certains problèmes techniques. Un véhicule hybride, la Microvel, a été développé à Jonquières par Microvel Technologies (Girard 1998). L'usine d'assemblage devait être construite au printemps 1999. Ce véhicule est destiné au marché des pays en développement : faible coût (10 000 \$: rentabilisé par le volume d'acheteurs de ces pays), durée de vie de 10 ans, utilisation de l'aluminium au lieu de l'acier (facilement récupérable à d'autres fins), consommation faible d'essence, nécessite peu d'entretien et structure en kit (minimum de qualification technique des assembleurs et pour l'entretien). Cette voiture fonctionne à l'aide d'une génératrice qui permet de produire de l'électricité par une turbine à vapeur. On peut utiliser du gaz naturel, propane, méthanol ou essence, pour une consommation de 2,5 l/100 km pour l'essence. L'électricité produite par la turbine alimente deux moteurs électriques et les 12 batteries. Les batteries ne sont jamais à plat, car la génératrice fonctionne toujours et recharge les batteries en 55 minutes et aussitôt que la charge est inférieure à 50 %. Donc on n'a pas à avoir accès à une source externe d'électricité. D'autres particularités technologiques en font un véhicule intéressant. Il demeure le problème des piles à l'acide et au plomb, mais le développement de piles plus écologiques, efficaces et peu coûteuses est espéré.

Nissan va commercialiser en 2000 une voiture entièrement électrique d'une autonomie de 180 km avec des piles développées spécialement par Sony, les piles Lithium-Ion ou Li-Ton (Duquet 1998). Cependant, elle ne sera disponible qu'aux États-Unis en premier lieu. Les défauts de ce véhicule sont le prix qui risque d'être élevé, le coût des piles de remplacement et le fait qu'elles sont « allergiques » au froid. Puisqu'elle est entièrement électrique, il est nécessaire d'avoir facilement accès à une source d'électricité.

Comparaison entre les carburants

Si on mesure les coûts environnementaux des carburants fossiles, soit le pétrole et le gaz naturel, selon leurs effets sur les humains, les animaux, les végétaux, les écosystèmes aquatiques, les structures architecturales, ainsi que les effets de l'exploitation minière sur le climat et sur le niveau des mers, il en ressort que le pétrole coûte 8,47 \$/GJ et le gaz, 5,60 \$/GJ. Selon ce point de vue, le gaz naturel est plus avantageux. Mais il faut aussi comparer la pollution engendrée par chaque type de carburant. Le Tableau 15 montre que les plus avantageux sont l'hydrogène et l'électricité mais le type de production (carburants fossiles, hydraulique, solaire, ...) est à considérer dans le bilan total des émissions de polluants.

Tableau 15. Émissions de polluants des carburants de substitution en comparaison avec l'essence (cycle complet allant de la production à la consommation).

Carburant	Source	CO ₂	NO _x	COV	CO	SO _x	Particules	Autres
Propane	Pétrole		+	≈	-	-	-	
Gaz naturel	Gaz naturel	-19 %	-	-	—	-	-	
Méthanol	Gaz naturel	-3 %	-	-	-	-	-	Aldéhydes
Éthanol	Maïs	≈	-	-	≈	-	-	
Hydrogène	Électrolyse	-100 %	-	0	0	0	-	
Électricité	Hydraulique	-100 %	—	—	—	—	-	

Par comparaison avec l'essence : 0 = aucune émanation ; ≈ = à peu près autant ; - = un peu moins ; — = moins ; — = beaucoup moins.

Source Québec 1995f.

Finalement, l'utilisation de ces combustibles est tributaire de leur performance environnementale et des réserves mondiales. À long terme, ils ne résolvent pas tous les problèmes. Parmi ces nouvelles formes, l'électricité et l'hydrogène sont les plus intéressantes à l'heure actuelle et font l'objet de recherches et/ou d'essais techniques. Ce ne sont pas des panacées cependant. Et l'utilisation de d'autres formes de combustibles ou d'énergie va nous obliger quand même à faire des choix de société, qui ne seront pas nécessairement faciles. Les choix des formes d'énergie risquent aussi de dépendre de facteurs économiques plus que de facteurs environnementaux : la dépendance envers les marchés extérieurs, que nous vivons avec le pétrole, aura peut être un poids important. De plus, le prix actuel des différents combustibles en comparaison avec l'essence et sa consommation peut être égal (propane), inférieur (gaz naturel, électricité) ou supérieur (éthanol, méthanol, hydrogène). En association avec les différences de prix actuels à l'achat ou lors de la modification d'un véhicule à essence, cela peut être rebutant pour le consommateur.

4.2 LE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET LA BIODIVERSITÉ

La production énergétique et son utilisation ont beaucoup d'impacts sur le milieu et donc sur la biodiversité. L'énergie est donc incluse spécifiquement dans la Stratégie québécoise sur la diversité biologique présentée au Tableau 16. Des objectifs du Plan d'actions du Québec traitent aussi de l'énergie et du développement durable (Gauthier 1998) :

Énergie : favoriser le développement durable, par le biais de l'énergie, notamment :

- par la mise en place d'énergies renouvelables ;
- par l'amélioration du rendement énergétique ;
- par la réduction de la consommation intérieure ;
- par l'exportation à visée environnementale.

L'utilisation d'énergie renouvelable augmente peu à peu même si elle est encore faible. Cet objectif est relativement réalisable dans le sens où les nombreuses recherches et développements technologique y contribuent et ce depuis plusieurs années. Il en est de même pour l'amélioration énergétique des équipements et des bâtiments. La réduction de la consommation intérieure, soit

les économies d'énergie, ont déjà permis depuis dix ans de réduire la consommation, l'objectif de réduction par les économies d'énergie est de 3 TWh de 1990 à 2000 (Hydro-Québec 1997a).

Les exportations d'électricité d'origine hydraulique sont considérées comme un avantage sur le plan environnemental car elles permettent de diminuer les émissions de polluants provenant de la production d'électricité à partir de combustibles fossiles par les pays importateurs. On peut toutefois s'interroger sur l'impact réel de ces exportations sur le niveau de pollution, puisque la production d'énergie par des combustibles fossiles est privilégiée pour l'instant comme appoint dans les approvisionnements au Québec. Il y a aussi l'acceptabilité des impacts locaux du développement de l'hydroélectricité, si ce développement est rendu nécessaire pour répondre à la fois aux besoins internes et à ceux de l'exportation.

Quatre directives quant au pétrole et le développement durable ont été émises lors du débat public sur l'énergie au Québec (Québec 1996b) :

- une utilisation plus efficace des produits pétroliers par des standards stricts de construction des véhicules, une utilisation plus efficace des combustibles, le développement de combustibles alternatifs ;
- développement de produits pétroliers moins polluants et des normes québécoises sur la qualité des produits pétroliers distribués au Québec ;
- le contrôle de la distribution et du stockage de ces produits sont sous règlements, mais maintenant il faut augmenter la responsabilité des intervenants concernés ;
- encourager la collecte des résidus pétroliers qui ont une valeur calorifique, pour les réutiliser après raffinage, ou dans les cimenteries comme source d'énergie.

Tableau 16. Les objectifs de la Stratégie québécoise sur la diversité biologique pour les ressources énergétiques.

Objectif Soutenir les mesures susceptibles de minimiser les répercussions des activités énergétiques sur la diversité biologique et favoriser la restauration des écosystèmes.		
Orientation	Mesures	Pertinence ¹
1. Prendre en compte le maintien de la diversité biologique dans l'élaboration de politiques en matière d'énergie.	• Tenir compte de la protection de la biodiversité lors de la mise à jour de la Politique énergétique du Québec.	1
	• Assurer la protection de la biodiversité en matière de choix énergétique.	2
2. Contribuer à la préservation de la diversité biologique par le recours à des mesures d'efficacité énergétique.	• Poursuivre la promotion de l'efficacité énergétique par l'information, la sensibilisation, le perfectionnement, la promotion et le transfert technologique.	3
	• Mettre en application un plan d'action visant la réduction de la consommation de carburant dans le transport interurbain.	2
	• Poursuivre le développement du cadre réglementaire dans le domaine du bâtiment et des appareils.	3
	• Fournir le support technique et l'aide financière dans l'élaboration d'études et de projets conjoints de démonstration dans les secteurs institutionnel, commercial et industriel.	3

Tableau 16. Les objectifs de la Stratégie québécoise sur la diversité biologique pour les ressources énergétiques.

Orientation	Mesures	Pertinence
3. Encourager l'acquisition des connaissances et les travaux de recherche sur la diversité biologique ainsi que son application dans le domaine énergétique.	• Poursuivre les travaux sur le développement intégré des rivières en considérant les aspects liés à la biodiversité.	2
	• Approfondir nos connaissances sur la problématique du méthyle mercure associée à la mise en eau des réservoirs.	3
4. Contrer les effets négatifs des aménagements énergétiques sur la diversité biologique.	• Favoriser le regroupement des infrastructures énergétiques linéaires afin de minimiser l'occupation au sol et le morcellement du territoire lorsqu'il est possible et souhaitable de le faire.	2
	• S'assurer que les dépôts de rebuts ne sont pas une source de contamination des espèces et des écosystèmes	2
	• Promouvoir une utilisation réduite de produits ayant des effets adverses sur la faune et la flore.	2
	• Encourager la réutilisation et le recyclage des résidus générés par des activités d'exploitation énergétique.	3
	• Lorsque de nouveaux projets hydroélectriques sont requis, favoriser le développement de rivières déjà aménagées à des fins hydroélectriques dont le potentiel résiduel demeure intéressant sur les plans technique, économique et environnemental.	2
	• Poursuivre l'application du programme de remplacement des réservoirs souterrains en vertu du Règlement sur l'utilisation des produits pétroliers.	3
	• Favoriser le maintien et l'amélioration de la biodiversité là où elle est détériorée par l'exploitation énergétique.	2
5. Favoriser la restauration des sites détériorés par la mise en valeur des ressources énergétiques.	• Encourager les intervenants du secteur énergétique à mettre au point des indicateurs environnementaux afin d'assurer le suivi de l'évolution des espèces fauniques et floristiques menacées ou susceptibles d'être désignées menacées lorsqu'elles se trouvent perturbées par leur équipement.	1
	• Faire adopter la modification du Règlement sur le pétrole, le gaz, la saumure et les réservoirs concernant les boues de forage.	2
	• S'assurer de la remise à l'état naturel des emprises énergétiques à la suite de l'abandon de leur exploitation.	3
	• S'assurer du maintien sécuritaire de certaines infrastructures (barrages, digues) à la suite de l'abandon de leur exploitation, de façon à préserver les habitats qui se sont développés et stabilisés dans les milieux modifiés.	2

1 : La mesure est très pertinente (1), moyennement pertinente (2), pertinente (3) au Québec.
Modifié de Québec 1996c.

4.3 LA PROTECTION DES PAYSAGES

Le transport de l'électricité par des lignes aériennes dépare le paysage. Mais nous avons besoin de l'énergie et il faut bien la produire et la transporter. Dans le cas des parcs d'éolienne, les emplacements et la distribution des unités sont un facteur important à considérer dans la protection du paysage. Pour l'énergie solaire active, le problème est actuellement à très petite échelle. Il s'agit d'intégrer les équipements aux aménagements des résidences.

Pour le transport à grande échelle, les atteintes au paysage varient selon la forme d'énergie. Dans le cas du gaz naturel, puisque les conduits sont dans le sol, seul les postes de pompage sont visibles. On peut lorsque nécessaire les intégrer dans le paysage.

Le plus grand impact au niveau du paysage vient des lignes aériennes de transport de l'électricité. Le gouvernement du Québec a demandé à Hydro-Québec de lui soumettre une proposition pour l'automne 1998 au sujet des lignes de transport souterraines. Mais l'enfouissement des lignes est coûteux. En attendant cette proposition, des moyens peuvent être entrepris et non seulement pour les lignes d'électricité, mais aussi de communication (Hydro-Québec et Bell Canada 1994) : bonne intégration visuelle et fonctionnelle, regroupement des équipements, choix du type d'équipement, intégration aux éléments sensibles du milieu naturel et humain et leur protection.

Le choix d'installer des lignes souterraines est justifié pour les compagnies lorsqu'il est impossible de construire une ligne aérienne (par exemple dans les centres-villes), lorsque la tension est inférieure à 400 kV ou lorsque la longueur est de moins de 10 mètres. Les contraintes quant à l'utilisation de lignes souterraines par comparaison avec des lignes aériennes biternes sont (Hydro-Québec 1998c) :

- les câbles utilisés dans les réseaux souterrains sont isolés à l'huile, ce qui est problématique au niveau de la contamination des sols ;
- même avec les nouveaux câbles sans huile, la tension maximale est de 500 kV ;
- la longueur des câbles est au maximum de 1 000 m et des puits d'accès doivent être installés aux jonctions pour vérifier l'intégrité des câbles ;
- des postes de liaison aérosouterraine assurent la liaison entre les réseaux souterrains et aériens, mais servent aussi à la compensation (faciliter le passage du courant) et il faut compenser en général à tous les 21 ou 16 km pour des lignes de 120 ou 315 kV respectivement, tandis les pylônes sont distancés de 280 à 380 mètres ;
- les postes de liaison occupent une superficie de 924 ou 1 296 m² ;
- les impacts des pylônes et des postes de compensation vont dépendre du choix de leur emplacements ;
- les emprises sont plus grandes pour les lignes aériennes, mais elles peuvent quand même être utilisées pour certains usages (agriculture) ;
- les tranchées des lignes souterraines ne peuvent contenir que trois câbles, soit un seul circuit, au contraire des lignes aériennes biternes ;
- moins d'énergie est transportée pour un câble de même grosseur dans les lignes souterraines, en raison de l'effet isolant supérieur de l'air ;
- l'air refroidit mieux les lignes, ce qui peut permettre aux lignes de mieux supporter les surcharges hivernales ;

- les lignes souterraines sont susceptibles d'être endommagés par la chaleur ;
- les bris de câbles sont moins fréquents dans les lignes souterraines mais sont plus difficile à localiser et les réparation plus longues à effectuer ;
- la durée de vie d'une ligne aérienne est de 60 ans et celle d'une ligne souterraine de 40 ans ;
- les coûts sont plus élevés pour les lignes souterraines (coût des câbles et des travaux d'installations et de génie civil plus importants) : une ligne de 120 kV est 7 fois plus dispendieuse qu'une ligne aérienne, 13 fois pour une ligne de 315 kV.

Il existe aussi depuis 1996 un programme visant l'intégration du réseau dans le paysage : le programme ORIEL (Options de réseaux intégrés à l'environnement local), réunissant Hydro-Québec, Bell Canada, l'Association des câblodistributeurs et ses sociétés membres, ainsi que l'Union des municipalités du Québec (Hydro-Québec 1997c). Les objectifs de ce programme sont d'offrir des choix d'options de réseaux de distribution aériens, souterrains et aérosouterrains qui soient plus esthétiques que le réseau aérien classique mais moins coûteux que la mise en souterrain et d'améliorer les différents composants du réseau. Des projets pilotes introduisant de nouveaux matériaux ont, entre autres actions, été réalisés.

Il est possible qu'un processus de classification des paysages soit implanté, similaire à celui des rivières, soit une base décisionnelle régionale (Québec 1996a). Cette classification permettrait de hiérarchiser certaines unités du paysage en fonction de leur capacité de support face à l'implantation d'infrastructures énergétiques (centrale, ligne de transport, éoliennes).

5. CONCLUSION

Le développement durable en matière d'énergie passe par l'utilisation d'énergies renouvelables et le moins polluantes possible, ce qui met en tête de liste actuellement l'option de l'hydroélectricité qui est privilégiée au Québec pour le long terme, en raison de l'absence d'autres sources d'énergie conventionnelles disponibles localement. La région est donc directement concernée puisqu'une part non négligeable du potentiel exploité et aménageable s'y retrouve. Ce potentiel aménageable risque fort d'être exploité d'ici quelques années, pour répondre aux besoins toujours croissants.

La demande énergétique, que ce soit au niveau de la consommation intérieure ou des exportations, ne peut qu'augmenter si la consommation se maintient au niveau actuel, ce qui ne peut qu'être néfaste au niveau environnemental. Pour tous les secteurs d'activité, les formes d'énergie utilisées seront fonction du coût de production et d'achat, de la disponibilité et de l'accès à ces formes d'énergie ainsi que des aspects environnementaux.

Le Québec n'a pas encore exploité tout son potentiel d'économie d'énergie, que ce soit au niveau des résidences, des commerces ou des industries. Les municipalités aussi peuvent réduire leurs coûts en augmentant l'efficacité énergétique des édifices, de l'éclairage urbain, des transports, etc. Pourtant, beaucoup de moyens d'économies d'énergie existent et ils sont très efficaces et rentables à court et moyen terme, que ce soit au niveau du type d'éclairage, de l'isolation, de l'efficacité des appareils et bien d'autres. Les changements dans les comportements, l'intensification des économies d'énergie et de la production de mégawatts pourraient grandement limiter les besoins en de nouvelles centrales de production d'électricité et de consommation de combustibles fossiles, donc un gain économique à plusieurs niveaux. Quant au développement des énergies solaire et éolienne, ce sont les initiatives personnelles qui demeurent les sources d'augmentation de leur utilisation dans la région. Avec le temps, ces énergies seront de plus en plus accessibles et de prix plus abordables, mais comme pour les autres formes d'énergie, tous les impacts environnementaux devront être soupesés pour déterminer les impacts acceptables.

Les énergies alternatives qui se développent présentement pour le transport sont pour la plupart moins polluantes que les énergies « traditionnelles », mais ne règlent pas le problème d'émissions de polluants, en particulier les gaz à effet de serre. Quant aux carburants qui polluent beaucoup moins, soit l'électricité et l'hydrogène, les méthodes de production peuvent elles constituer un problème environnemental. La fin de la pollution atmosphérique par les carburant pour le transport n'est donc pas pour demain.

Les choix énergétiques de l'ensemble du Québec peuvent avoir des impacts pour la région. Même si la région ne souhaite pas d'autre développement hydroélectrique, dans l'hypothèse où les besoins ne peuvent être satisfaits, les revendications régionales n'auront qu'un faible poids dans les décisions. Même si cette hypothèse ne risque de se réaliser qu'à long terme, il n'en demeure pas moins que les décisions prises maintenant seront déterminantes.

Au plan économique, le secteur de l'énergie ne peut croître indéfiniment. Même si on considère l'hydroélectricité comme une ressource renouvelable, les sites aménageables ne sont pas innombrables. Il faut réaliser que l'énergie doit être utilisée de la manière la plus efficace

L'énergie

possible pour limiter la production à long terme malgré la croissance démographique, en attendant de pouvoir s'appuyer sur des ressources énergétiques inépuisables, renouvelables et fiables. Les énergies utilisées ont varié dans l'histoire humaine. Nous sommes passé du bois au charbon, au pétrole, à l'électricité, au nucléaire, avec des moyens techniques de plus en plus efficaces. Peut-être que la prochaine étape sera celle des énergies renouvelables en association avec l'hydroélectricité.

6. LISTE DES INTERVENANTS

- Abitibi Consolidated
- Agence de l'énergie (au MRN)
- Alcan
- Association canadienne d'énergie solaire
- Association d'huile à chauffage du Québec inc.
- Association des consommateurs industriels de gaz (ACIG)
- Association des distributeurs indépendants de produits pétroliers
- Association des producteurs privés d'Hydroélectricité du Québec (APDEQ)
- Association des redistributeurs d'électricité du Québec (AREQ)
- Association nucléaire canadienne (ANC)
- Association Québec Solaire
- Association québécoise du gaz naturel (AQGN)
- Association québécoise du propane inc. (AQP)
- Association québécoise des consommateurs industriels d'électricité
- Centre d'analyse des politiques énergétiques (CAPE)
- Centre des technologies du gaz naturel (CTGN)
- Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB)
- Comité de sauvegarde de la chute de Val-Jalbert
- Coopérative d'économie d'énergie
- Équipement solaire 4 saisons
- Gaz Métropolitain inc.
- Héliotron Énergie Renouvelable Inc.
- Hydro-Québec
- Institut Canadien des produits pétroliers (ICPP)
- Institut de recherche sur l'hydrogène de l'UQTR
- Institut national de recherche scientifique, INRS-Energie et Matériaux
- Le club de l'Électricité du Québec Inc.
- Microvel Technologies
- Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF)
- Ministère des Pêches et Océans Canada (Saguenay)
- Ministère des Ressources naturelles (MRN)
- Mouvement au courant (MAC)
- Municipalités régionales de comté (MRC)
- Nations Autochtones
- Négawatts
- Nutrinor
- Propane M&M
- Régie de l'énergie
- Régie du gaz naturel
- Regroupement pour la protection de l'Ashuapmuchuan, (RPA)
- Société de cogénération du Québec inc.
- Société québécoise d'initiatives pétrolières (SOQUIP)

L'énergie

- Uniforêt
- Zone d'intervention prioritaire (ZIP) Alma-Jonquière
- Zone d'intervention prioritaire (ZIP) Saguenay

7. BIBLIOGRAPHIE

- ALCAN. 1997, *Rapport environnemental 1996*, Jonquière, Alcan, Énergie Électrique Québec, 15 p.
- ALCAN. 1998, *Rapport environnemental 1997*, Jonquière, Alcan, Énergie Électrique Québec, 15 p.
- ANONYME. 1993, *Cogénération : un regroupement d'experts sonne l'alarme ! À qui profitent les projets de cogénération ?*, Montréal, Syndicat professionnel des ingénieurs d'Hydro-Québec (SPIHQ), Syndicat Professionnel des scientifiques de l'IREQ (SPSI), l'Association professionnelles des ingénieurs du gouvernement du Québec (APIGQ) et Mouvement au courant, Communiqué (15 novembre), 3 p.
- BERNIER, Yvon. 1998, « Efficacité énergétique ; La région profite peu des programmes », Chicoutimi, *Le Quotidien* (25 novembre), p.16.
- BOUCHER, Gilles. 1998, communication personnelle, département des ventes, Gaz Métropolitain, Chicoutimi.
- BRASSARD, Marie Joëlle. 1998, *Développement durable du local au mondial ? L'exemple de Négawatts Inc.* dans : *Perspectives du développement durable : expériences et études de cas*, recueil de textes de travaux et études en développement régional, Chicoutimi, GRIR et Université du Québec à Chicoutimi.
- CANADA (Gouvernement du). 1997, *Centrales d'énergie électrique, 1996*, Ottawa, Statistique Canada, Division de la fabrication, de la construction et de l'énergie, Section énergie, n° 57-206-XPB, 70 p.
- COMMISSION D'ENQUÊTES SUR LA POLITIQUE D'ACHAT PAR HYDRO-QUÉBEC D'ÉLECTRICITÉ AUPRÈS DES PRODUCTEURS PRIVÉS. 1997, *Rapport de la Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès des producteurs privés*, 607 p.
- COMITÉ DE TRAVAIL D'HYDRO-QUÉBEC. 1996, *Gestion des champs électriques et magnétiques, rapport principal*, Rapport du comité de travail d'Hydro-Québec, Rapport d'entreprise vol. 1, Montréal, Hydro-Québec, 41 p. et annexes.
- COMITÉ PERMANENT DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES. 1993, *Le développement durable des ressources énergétiques et minières : des solutions réalistes aux défis environnementaux*, Ottawa, Gouvernement du Canada, 179 p.
- CONSEIL MONDIAL DE L'ÉNERGIE. 1995, *Le rapport mondial de la Commission « L'énergie pour le monde de demain »* du conseil mondial de l'énergie dans : *Cahier d'information sur le débat public sur l'énergie au Québec ; Les fondements d'une politique énergétique et le contexte international*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, p. 19-29.

- CORBEIL, Roger, PARÉ, Daniel, LIZOTTE, Sylvain et LUSSIER, André. 1997, *L'évolution de la demande d'énergie finale au Québec : scénario 1994-2011*, mise à jour mai 1997, Charlesbourg, Gouvernement du Québec, Direction des relations publiques, ministère des Ressources naturelles, 43 p.
- CSN, FTQ, CRE-02, FQF-02, RPA, SNQ et UPA. s.d., *Option Péribonka, le meilleur pour nous-mêmes*, dépliant, 6 p.
- CYR, B., DUTIL, A., GOULET, D., MARUVADA, P.S., PLANTE, M., ROBICHAUD, J. et ROBIN, S. 1995, *Champs électrique et magnétique : Pratiques de conception et d'exploitation des installations électriques à courant alternatif*, dans le cadre du Plan d'action sur les effets biologiques des champs électriques, Hydro-Québec, 11 p. et annexes.
- DAVID, Johanne. 1998, « V'la le bon vent », Montréal, La Revue Québec Science, *Québec Science*, vol. 37, no 2 (octobre), p. 57-59.
- DÉRY, Patrick. 1999, Communication personnelle, B. Sc. physique et M. Sc. génie électrique, Groupe de recherche écologique de La Baie (GREB).
- DIRECTION DES DROITS HYDRAULIQUES ET DES TARIFS. 1995, *Les petites centrales hydroélectriques* dans : *Cahier d'information sur le débat public sur l'énergie au Québec ; La production d'électricité*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, p. 5-16.
- DUQUET, Denis. 1998, « Nissan Altra EV ; Enfin une voiture électrique silencieuse et pratique ! », Montréal, *La Presse* (6 avril), p. C1-C2.
- EOLE. 1998a, *L'atlas des vents*, site internet, <http://www.eole.org>.
- EOLE. 1998b, *Une énergie verte ?*, site internet, <http://www.eole.org>.
- FILLION, Pierre et FRÉCHETTE, Martin. 1997, *L'énergie au Québec, édition 1997*, Sainte-Foy, Les Publications du Québec, 120 p.
- FRANCOEUR, Louis-Gilles. 1998, « Hydro-Québec mise peu sur l'énergie éolienne », Montréal, *Le Devoir* (28 mai), p. A1-8.
- GAUTHIER, Benoît. 1998, *Cadre de référence théorique pour le développement durable et la biodiversité au Québec*, Québec, Direction de la conservation et du patrimoine écologique; Ministère de l'Environnement et de la Faune, 20 p.
- GAZ MÉTROPOLITAIN. 1998, site internet, <http://www.gazmetro.com>.
- GIPE, Paul. 1993, *Wind power for home and business, Renewable Energy for the 1990s and Beyond*, Post Mills, Chelsea Green Publishing Company, 406 p.

- GIRARD, Gilles. 1999, communication personnelle, Négawatts Production Inc, Métabetchouan.
- GIRARD, Isabelle. 1998, « Une auto à vapeur fabriquée au Québec », Montréal, La Revue Québec Science, *Québec Science*, vol. 37, no 2 (octobre), p. 43-47.
- GUY, Ravenald. 1998, communication personnelle, Conseiller Environnement, Hydro-Québec, Division TransÉnergie, Direction régionale Saguenay, Direction Transport Nord.
- HYDRO-QUÉBEC. 1990, *Douzième ligne à 735 kV du réseau de transport. Rapport d'avant projet ; Partie 3, partie située au sud du territoire régi par la Convention de la Baie James et du Nord québécois ; Volume 3, études des tracés : Tronçon Chibougamau-Chamouchouane et Chamouchouane-Jacques-Cartier, tome 2A, dossier cartographique*, deux volumes, Montréal, Hydro-Québec, feuillets cartographiques.
- HYDRO-QUÉBEC. 1991, *Entretien des emprises de lignes ; Pulvérisation aérienne de phytocides entre 1993 et 1997 dans la région de Manicouagan*, Montréal, Hydro-Québec, 9 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1992, *Plan de développement 1993 ; Moyen de production*, Montréal, Hydro-Québec, 110 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1993, *Aménagement hydroélectrique de l'Ashuapmushuan : Avant-projet phase I : Synthèse des études complémentaires*, Montréal, Hydro-Québec, 48 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1994a, *Engagement de performance 1993-1995 ; Rapport général de suivi au 31 décembre 1993*, Montréal, Hydro-Québec, 65 p. et annexes.
- HYDRO-QUÉBEC. 1994b, *Aménagement hydroélectrique de l'Ashuapmushuan : Parcours du projet de 1970 à 1993*, Montréal, Hydro-Québec, 32 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1995, *La comparaison des modes de production de l'électricité dans : Cahier d'information sur le débat public sur l'énergie au Québec ; La production d'électricité*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, p. 19-86.
- HYDRO-QUÉBEC. 1997a, *Les projets de la Betsiamites*, Montréal, Hydro-Québec, 19 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1997b, *Plan stratégique 1998-2002*, Montréal, Planification stratégique et Développement, Direction principale Communication et Environnement, Hydro-Québec, 60 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1997c, *Rapport de performance environnementale 1996*, Montréal, Direction principale Communication et Environnement, Hydro-Québec, 40 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1998a, *Les champs électriques et magnétiques et la santé*, 3^e édition, Montréal, Hydro-Québec, Services de santé, Relations avec les collectivités, 28 p.

- HYDRO-QUÉBEC. 1998b, *Production d'électricité*, site internet <http://www.hydroquebec.com/production/hydroelectric/index.html>.
- HYDRO-QUÉBEC. 1998c, *Le transport d'électricité à haute tension en milieu agricole, les lignes souterraines sont-elles faisables ?*, Montréal, Hydro-Québec, 12 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1998d, *Rapport de performance environnementale 1997*, Montréal, Direction principale Communication et Environnement, Hydro-Québec, 42 p.
- HYDRO-QUÉBEC et BELL CANADA. 1994, *Les évaluations environnementales internes*, Montréal, Hydro-Québec, Bell Canada, 16 p.
- NÉGAWATTS PRODUCTION INC. s.d., *Économisons nos énergie ; Le programme d'économie d'énergie des gens de Métabetchouan*, dépliant et pochette d'information.
- QUÉBEC (Gouvernement du), Ministère de l'Énergie et des Ressources et Ministère des Affaires internationales. 1992, *Le choix de l'hydroélectricité*, coll. « Québec, l'expérience du développement durable », Québec, Gouvernement du Québec, 26 p.
- QUÉBEC (Gouvernement du). B.A.P.E. 1994a, *Projet d'aménagement hydroélectrique de Val-Jalbert*, Québec, Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, Rapport d'enquête et d'audience publique n° 82, Québec, 135 p.
- QUÉBEC (Gouvernement du), Ministère des Ressources naturelles. 1994b, *Rapport annuel sur l'état de l'efficacité énergétique au Québec, édition 1994*, Observatoire de l'efficacité énergétique, Ministère des Ressources naturelles dans : Québec, 1996, *Public debate on energy in Québec, For an energy efficient Québec ; Report of the Consultation Panel for the Public Debate on Energy*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, 142 p.
- QUÉBEC (Gouvernement du), Ministère des Ressources naturelles, direction de l'électricité. 1995a, *La cogénération au gaz naturel* dans : *Cahier d'information sur le débat public sur l'énergie au Québec ; la production d'électricité*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, p. 85-91.
- QUÉBEC (Gouvernement du), Ministère des Ressources naturelles, direction de l'électricité. 1995b, *La cogénération à partir de la biomasse forestière* dans : *Cahier d'information sur le débat public sur l'énergie au Québec ; la production d'électricité*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, p. 93-117.
- QUÉBEC (Gouvernement du). 1995c, *Cahier d'information sur le débat public sur l'énergie au Québec ; L'encadrement institutionnel*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, 149 p.
- QUÉBEC (Gouvernement du). 1995d, *Cahier d'information sur le débat public sur l'énergie au Québec ; Implantation au Québec de la planification intégrée des ressources, document ministériel de réflexion*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, 65 p.

- QUÉBEC (Gouvernement du), Ministère des Ressources naturelles. 1995e, *Portrait énergétique des municipalités du Québec*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, 10 p. et annexe.
- QUÉBEC (Gouvernement du). 1995f, *Les carburants de substitutions* dans : *Cahier d'information sur le débat public sur l'énergie au Québec ; L'utilisation de l'énergie*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, p. 71-104.
- QUÉBEC (Gouvernement du), Ministère des Ressources naturelles. 1996a, *L'énergie au service du Québec ; Une perspective de développement durable*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, 108 p.
- QUÉBEC (Gouvernement du). 1996b, *Public debate on energy in Québec , For an energy efficient Québec ; Report of the Consultation Panel for the Public Debate on Energy*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, 142 p.
- QUÉBEC (Gouvernement du), Ministère de l'Environnement et de la Faune. 1996c, *Stratégie québécoise sur la diversité biologique, en bref*, Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, 24 p.
- QUÉBEC (Gouvernement du), B.A.P.E. 1997a, *Déchets d'hier, ressources de demain*, rapport d'enquêtes et d'audience publique de la commission sur la gestion des matières résiduelles au Québec, n° 115, Québec, Bureau d'audience publique sur l'environnement, 477 p.
- QUÉBEC (Gouvernement du), Ministère des Ressources naturelles. 1997b, *L'énergie solaire thermique au Québec*, Québec, Ministère des Ressources naturelles, 39 p.
- QUÉBEC (Gouvernement du), Ministère des Ressourcé naturelles. 1998, *Le ministre rend public un avis sur le développement de l'énergie éolienne au Québec*, Communiqué du Ministère des Ressources naturelles, 14 octobre, 2 p.
- QUÉBEC (Gouvernement du). s.d., *PRIME ; Programme résidentiel d'intervention et d'investissements en matière d'efficacité énergétique*, dépliant.
- RÉGIE DE L'ÉNERGIE. 1998, site internet, <http://www.regie-energie.qc.ca>
- RIVARD, Dominique. 1998, « Mini-centrale sur la rivière Mistassibi », la construction débute officiellement », Chicoutimi, *Le Quotidien*, (18 mars), p. 15.
- R.P.A. (Regroupement pour la protection de l'Ashuapmushuan). 1993, *Libérez la rivière Ashuapmushuan*, Mémoire présenté à la Commission parlementaire sur le Plan de développement d'Hydro-Québec (février), 25 p.
- SAVARD, Michel. 1989, *Pour que demain soit : L'état de l'environnement au Saguenay – Lac-Saint-Jean, pour un développement durable*, Ottawa, Les Éditions JCL inc., 331 p.

TRANSÉNERGIE. s.d., « Ligne à 161 kV Laterrière-Saguenay et ajout d'équipements au poste Saguenay », Chicoutimi, Hydro-Québec, division TransÉnergie, *TransÉnergie*, no. 1, 7 p.

TREMBLAY, Louis. 1998a, « Bassin du lac Kénogami ; Hydro-Québec peaufine sa proposition », Chicoutimi, *Le Quotidien* (8 septembre), p. 4.

TREMBLAY, Louis. 1998b, « Approvisionnement en électricité », Chicoutimi, *Le Quotidien* (11 juin), p. 16.

8. LISTE DES ACRONYMES ET DES SYMBOLES

BPC	Biphénils polychlorés
CE	Champ électrique
CEM	Champs électrique et magnétique
CM	Champ magnétique
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Bioxyde (dioxyde) de carbone
COV	Composés organiques volatiles
GW	Gigawatt : 10 ⁹ watt, unité de mesure de la puissance électrique, 1 watt = 1 joule/seconde.
GWh	Gigawattheure
Hz	Hertz, unité de fréquence électrique, égale à un cycle par seconde.
KJ	Kilojoules : 10 ³ joules, une joule = énergie pour soulever 100 grammes à 1 mètre de hauteur.
kV	KiloVolts : 1 000 volts, unité de mesure de la tension électromotrice
kW	Kilowatt : 10 ³ watt
kW/h	Kilowatt par heure
kWh	Kilowattheure, wattheure= un watt utilisé durant une heure. Un watt (an) ÷ 0,1427 = un kWh.
µT	MicroTesla : un millionième de Tesla, unité d'induction magnétique
MEF	Ministère de l'Environnement et de la Faune
MLCP	Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
MRN	Ministère des ressources naturelles
MW	Mégawatts : 10 ⁶ watt
NO _x	Oxydes d'azote
O ₃	Ozone
OLEÉ	Organisme local en efficacité énergétique
ORIEL	Options de réseaux intégrés à l'environnement local
Pétajoule	10 ¹⁵ joules, voir kG
PIR	Planification intégrée des ressources
R.P.Q	Regroupement pour la protection de l'Ashuapmushuan
SO ₂	Oxyde de soufre
TEP	Tonne équivalent pétrole : 10 ⁷ kilocalories (kcal), un coefficient de conversion spécifique est appliqué au différentes formes d'énergie pour les comparer entre elles. Une kilocalorie = chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température de 1 kg d'eau.
TW	Térawatt : 10 ¹² watt ou 1 000 000 kW