

**IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES FILIÈRES ÉNERGÉTIQUES :
LES AVANTAGES DES ÉNERGIES RENOUVELABLES.**

ANNEXE À LA PREUVE DU GRAME

Par

Isabelle Mime et Jean-François Lefebvre

CAUSE R-3526

**Avis sur la sécurité énergétique des Québécois à l'égard des
approvisionnements électriques et la contribution du projet du Suroît**

Document déposé le 22 avril 2004 à la Régie de l'Énergie

Pièce GRAME-2, document 5

LES FILIÈRES RENOUVELABLES, UNE PERSPECTIVE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Les énergies renouvelables (eau, vent, soleil, biomasse) sont présentes partout. Inépuisables grâce aux cycles naturels et non polluantes ou très peu, elles peuvent apporter une solution d'envergure aux problèmes environnementaux (les gaz à effet de serre (GES) principaux responsables du réchauffement climatique seraient considérablement réduits). Cependant, étant aussi diffuses et pour un grand nombre, intermittentes, plusieurs de ces énergies renouvelables doivent être utilisées comme énergies complémentaires à d'autres sources.

Ressource naturelle abondante au Québec, **l'hydroélectricité**, qui ne contribue pas aux pluies acides et au smog urbain et qui contribue très faiblement à l'effet de serre, cause cependant des impacts sur les écosystèmes locaux ainsi que sur les populations humaines situées à proximité des aménagements. L'hydroélectricité est une énergie appropriée pour le Québec, car elle peut être emmagasinée et modulée en fonction des besoins et des saisons.

« Le pouvoir hydraulique est une source importante d'énergie renouvelable. Compte tenu de ses abondantes ressources en eau et de son vaste territoire, le Canada possède de nombreuses occasions de produire de l'énergie à faibles coûts. De fait, l'exploitation de l'énergie des eaux en mouvement a joué un rôle de premier plan dans le développement socioéconomique du Canada au cours des trois derniers siècles. »¹

Concernant **l'énergie éolienne**, elle n'utilise pas de carburant, ne produit presque pas de GES, ni de déchets toxiques ou radioactifs². Chaque MWh d'électricité produit par l'énergie éolienne aide à réduire de 0,8 à 0,9 tonne les émissions de CO₂ produites chaque année par la production d'électricité avec le charbon ou le diesel.³ L'énergie éolienne a également comme avantages, une autonomie en électricité, la possibilité de produire de jour comme de nuit, un impact environnemental réduit par des précautions simples vis à vis de la population et du paysage. L'énergie produite peut être soit stockée dans des batteries, soit injectée aux normes

¹ GOUVERNEMENT DU CANADA, 2002. *Énergie renouvelable*. Les marchés énergétiques. Ressources naturelles Canada. Disponible au : <http://www2.nrcan.gc.ca>

² GOUVERNEMENT DU CANADA, 2000. Réseau Canadien des Énergies Renouvelables. *Énergie éolienne*. Technologies et Applications. Ressources naturelles Canada. Disponible au : <http://www.canren.gc.ca>

³ GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2003. *Énergies nouvelles et renouvelables*. Ministères des Ressources naturelles, Faune et Parcs du Québec. Disponible au : <http://www.mrn.gouv.qc.ca>

dans le réseau. Cette dernière solution étant économiquement et techniquement beaucoup plus pertinente.⁴

La puissance en énergie éolienne au Québec, qui s'élève à 100 mégawatts, représente près des trois quarts de la puissance canadienne, et 0.5% de la puissance installée dans le monde.⁵ Pourtant, le Québec dispose d'un important potentiel d'énergie éolienne. Les régions les plus favorisées à cet égard sont les Îles-de-la-Madeleine, la Gaspésie, l'île d'Anticosti, la Moyenne et la Basse-Côte-Nord et l'Ungava. Le gouvernement provincial finance présentement une campagne de mesures des vents, qui vise à évaluer, le potentiel éolien des régions cibles.⁶

Les grands aérogénérateurs modernes utilisés dans des parcs d'éoliennes raccordées au réseau ayant des champs d'unités multiples coûtent environ 1 500 \$ le kilowatt. Des unités individuelles plus petites coûtent jusqu'à 3 000 \$ le kilowatt. Dans les endroits exposés à de bons vents, le coût de production de l'électricité se situe entre 6 et 10 cents du kilowatt-heure, mais dans les régions où l'apport éolien est inconstant et insuffisant, les coûts de production sont beaucoup plus élevés et l'exploitation de cette filière est alors difficilement rentable.⁷

Aussi, sachant que l'inconvénient majeur de l'énergie éolienne est qu'elle fournit un apport énergétique qui n'est pas constant, cette énergie peut donc constituer un apport complémentaire à d'autres sources tel que l'hydroélectricité. Lors de l'étude des avantages environnementaux de cette filière, il faut tenir compte des effets de ce couplage des ressources. En effet, une modulation de la production hydroélectrique en fonction de la disponibilité de l'énergie éolienne peut conduire à des variations importantes des systèmes hydrauliques, ce qui entraîne des impacts écologiques plus importants que lorsque l'exploitation hydroélectrique est constante.⁸

⁴ *Énergie éolienne, op. cit., ci-dessus.*

⁵ *Filion et al., op. cit., p2.*

⁶ *Ibid.*

⁷ *Énergies nouvelles et renouvelables, op. cit., p3.*

⁸ Bélanger Camille, Jean-François Lefebvre et Yves Guérard. 1998. *Windpower and its Dependence on Hydro Reservoir : Results from Wind Farms Simulations for Québec.* 21st Annual Conference, International Association for Energy Economics, Québec, may 15th.

Au sujet de **l'énergie solaire**, le Québec jouit d'un ensoleillement important et l'énergie solaire y est abondante. Au cours d'une journée ensoleillée, la quantité d'énergie solaire disponible à la surface de la Terre dans la direction du soleil peut atteindre 1 000 Watt par mètre carré.⁹ L'énergie solaire peut constituer une énergie complémentaire de taille.

Il existe deux types d'utilisation de l'énergie solaire : passive ou active. L'énergie solaire passive correspond aux techniques où la chaleur solaire est utilisée sans être transférée via l'air ou l'eau. Ce type d'énergie est surtout associé à l'ensemble des techniques propres à la construction, tel que le chauffage, la climatisation et l'éclairage. Ces techniques sont étroitement liées à celles de l'efficacité énergétique puisqu'elles permettent l'optimisation d'une source d'appoint ponctuelle, au détriment d'une consommation d'électricité issue de différent mode de production.¹⁰

L'énergie solaire active correspond à l'ensemble des moyens qui permettent de capter et de transformer le rayonnement solaire pour diverses applications énergétiques. Il y a donc l'énergie solaire thermique (chauffage de l'eau, de l'air, option ayant le plus grand potentiel actuellement), photovoltaïque (transformation directe de la lumière en électricité) et génératrice (centrale à vapeur).¹¹

Comme l'énergie solaire est à la fois diffuse et aléatoire, il est difficile d'optimiser à grande échelle l'exploitation de cette filière. Bien que l'utilisation des panneaux solaires ait fait son apparition pour des utilisations ponctuelles et privées, aucune exploitation à grande échelle de cette filière n'est possible dans le contexte québécois actuel. Néanmoins, nous pouvons favoriser le développement de l'énergie solaire active où le rayonnement solaire est transformé en d'autres formes d'énergie à l'aide d'un fluide de transfert d'énergie tel que l'eau ou l'air. Il existe

⁹ GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2002. *Le bilan énergétique du Québec en 2000*. Question d'énergie, vol.2, no 2, février 2002. Ministère des Ressources naturelles du Québec.

¹⁰ GOUVERNEMENT DU CANADA, 2000. *Énergie solaire*. Réseau Canadien des Énergies Renouvelables. Technologies et Applications. Ressources naturelles Canada. Disponible au : <http://www.canren.gc.ca>

¹¹ *Ibid.*

d'autres applications telles que la climatisation, la détoxification d'eau contaminée et la production d'énergie électrique d'origine thermique.¹²

LA COMPARAISON DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES FILIÈRES ÉNERGÉTIQUES

Le développement de ressources renouvelables (hydroélectricité, éolien, solaire et biomasse), ainsi que les projets de cogénération qui n'impliquent pas ou peu d'augmentation de la quantité de combustibles utilisés ont tous l'avantage de contribuer au respect de nos engagements en matière de réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Tout ajout de production électrique par des centrales thermiques, même au gaz naturel, entraînerait une consommation accrue de combustibles fossiles, ce qui rendrait plus difficile l'atteinte des objectifs environnementaux. Pour la société québécoise, qui dispose encore d'un vaste potentiel hydroélectrique économiquement aménageable, la centrale à cycle combiné du Suroît (qui pourrait augmenter de 3 % à elle seule les gaz à effet de serre du Québec, alors que celui-ci s'est engagé à les réduire) constitue une erreur fondamentale en matière de développement durable.¹³

Avec 96 % de notre électricité déjà produite à partir de la filière hydraulique et un grand potentiel additionnel d'énergies renouvelables exploitables en bonne partie à des prix très concurrentiels (incluant l'hydroélectricité, l'éolien et l'héliothermique), le Québec pourrait maintenir un bilan d'émissions de gaz à effet de serre relativement bas, comparativement au Canada : entre 1990 et 2000, les émissions des GES au Canada ont augmenté de 19,6 % tandis qu'au Québec, elles ont augmenté de 2,3 %. Cet accroissement des émissions est inférieur à celui de la population québécoise, dont la croissance démographique a été de 6 %, inférieur également au PIB du Québec, qui a crû de 26 %, ainsi qu'à la consommation québécoise d'énergie provenant des combustibles fossiles, qui a crû de 7 %.¹⁴

¹² *Ibid.*

¹³ GRAME, 2003. « Études d'impacts et développement durable : pour une perspective macroécologique ». Mémoire déposé au Comité d'évaluation des directives pour l'étude d'impact du projet Eastmain-1-A et dérivation Rupert.

¹⁴ GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2004. *Inventaire des émissions de gaz à effet de serre, 1999-2000*. Ministère de l'environnement du Québec.

En terme de coûts relatifs à l'exploitation d'une énergie, les prix de l'électricité dépendent directement de la source de production et des coûts de la matière première utilisée. Par exemple, compte tenu du contexte actuel des prix élevés du gaz, la méthode classique de la production au gaz naturel est relativement coûteuse et instable. Ainsi, les centrales alimentées au charbon et au gaz, qui coûtent moins cher à construire, peuvent offrir en bout de ligne une électricité plus dispendieuse car ces filières présentent un risque plus élevé lié à la variabilité des coûts d'exploitation, des prix du combustible et de la disponibilité du combustible¹⁵.

Par opposition, bien que les énergies renouvelables tel que l'hydroélectricité et l'éolien utilisent une matière première peu coûteuse, les coûts de l'électricité sont dictés par les coûts en capital et sont très sensibles à l'échéancier de construction de la centrale, aux taux d'intérêt sur les fonds empruntés, au rendement du capital, aux changements apportés au régime de réglementation, aux variations des prix du matériel, de l'équipement et de la main-d'œuvre pendant la période de construction. Le coût en capital initial élevé des centrales hydroélectriques et nucléaires est contrebalancé par les faibles coûts du combustible et des redevances sur l'utilisation de l'eau¹⁶.

Au Québec, la filière éolienne rapporte une puissance installée de 100 MW. Hydro-Québec exploite depuis juillet 2001 un banc d'essai éolien, constitué de 3 éoliennes de 750 kW chacune, situé à Matane. De plus, Hydro-Québec a signé une entente avec Énergie Le Nordais pour l'achat d'énergie produite par deux parcs d'éoliennes situés en Gaspésie. Un des parcs est situé à Cap Chat et est constitué de 76 éoliennes de 750 kW chacune (pour une puissance installée totale de 57 MW). Ce parc a été mis en service en décembre 1998. L'autre parc, situé à Matane (mis en service en octobre 1999), est constitué de 57 éoliennes du même type et a une puissance de 43 MW¹⁷. Le parc Le Nordais, qui représente des investissements totaux de plus de 160 millions de dollars, est le plus grand parc éolien du Canada¹⁸.

¹⁵ Moore, Brian et Sylvana Guindon. 2002. *Comparaison des coûts de production de l'électricité : perspective canadienne*. Direction des ressources énergétiques. Ressources naturelles Canada.

¹⁶ *Ibid.*

¹⁷ Hydro-Québec-Production. 2003. *Découvrez notre parc de production éolien*. Hydro-Québec.

¹⁸ *Énergies nouvelles et renouvelables, op. cit., p3.*

On peut citer aussi en exemple, l'organisme Toronto Renewable Energy Co-operative (TREC) et la société Toronto Hydro qui se sont associés pour un projet d'installation de deux éoliennes dans des secteurs riverains de Toronto. Le projet va permettre de vendre de l'énergie écologique directement aux clients torontois. Ces éoliennes qui sont les premières construites au cœur d'un milieu urbain en Amérique du Nord (l'une à la station d'épuration des eaux usées d'Asbridges Bay, à l'Est de Toronto et l'autre à la station de filtration de l'eau R.L. Clark, dans la partie ouest de la ville) offrent une solution de remplacement à la production d'électricité au charbon. Chaque éolienne fournira 1 400 mégawatts d'énergie par heure, soit une quantité suffisante pour alimenter de 250 à 300 ménages pendant un an.¹⁹

En dehors du fait que l'énergie éolienne lutte contre l'effet de serre, elle contribue aussi à l'implantation d'un système de production d'électricité plus décentralisé, plus proche du consommateur. Cette approche favorise la prise de conscience du consommateur de ce que représente la production d'électricité et cela peut lui permettre de devenir plus économe; un comportement indispensable dans le cadre d'une lutte efficace contre le changement climatique.

Les principaux impacts environnementaux relatifs à l'énergie solaire active (systèmes solaires actifs) sont comparables à ceux des éoliennes : ils sont reliés à la présence même des installations et à la dégradation du paysage.

En tenant compte de la perspective environnementale, nous devons nécessairement prendre en considération les impacts des émissions de GES engendrées par l'exploitation des filières d'énergie non renouvelable. L'augmentation des sources d'approvisionnement en énergie émettant peu ou pas de Gaz à effet de serre (GES) a permis d'éviter l'émission de 78 millions de tonnes d'équivalent CO₂ au cours de la période 1991 à 1998. L'introduction de l'électricité au niveau du chauffage des immeubles peut être considéré comme le facteur déterminant de la baisse des émissions par habitant au Québec. Cependant, triste statistique, le Canada se trouve au deuxième rang des pays les plus émetteurs de GES au monde. En comparaison avec le reste du Canada et les États-Unis, le Québec émet deux fois moins de CO₂

¹⁹ GOUVERNEMENT DU CANADA, 2002. *Projet de production écologique d'électricité par éolienne*. Technologies énergétiques. Ressources naturelles Canada.

par habitant.²⁰ Cette performance est strictement due à la production hydroélectrique, au détriment des autres filières grandement émettrices de GES utilisées au Canada. En 2000, les émissions totales de gaz à effet de serre (GES) au Québec se chiffraient à 88,3 millions de tonnes équivalent CO₂. Cela représente 12,5 % des émissions canadiennes et environ 0,3 % des émissions mondiales.²¹ Qu'une économie comparable à celle des économies voisines (canadienne et américaine) réussisse à émettre deux fois moins de polluants atmosphériques constitue un exploit objectivement remarquable.

En 2000, le bilan d'émission de GES reliées au secteur de l'énergie comptabilise que les industries de production thermique ont rejeté 0,4 million de tonnes équivalent CO₂, soit 0,4 % du total des émissions québécoises. Depuis 1990, les fluctuations observées sont ponctuelles et liées principalement à l'utilisation de la centrale thermique de Tracy.²²

Le tableau-1 suivant donne les taux d'émissions retenus pour les différentes filières. Il est à noter qu'il s'agit généralement des données relativement basses pour chacune des filières.

²⁰ Desrochers Yves et Luc Gagnon. Mai 2000. *Changements climatiques. La performance d'Hydro-Québec. Les émissions de gaz à effet de serre évitées par Hydro-Québec.*

²¹ *Inventaire des émissions de gaz à effet de serre, op. cit., p6.*

²² *Ibid.*

Tableau-1 - Taux d'émissions retenus pour l'évaluation des externalités des filières de production d'électricité

Option de production d'électricité	Émissions de GES pour le cycle de vie, valeur retenue (tonnes équivalent CO ₂ /TWh)	Émissions de SO ₂ pour le cycle de vie, valeur retenue (tonnes SO ₂ /TWh)	Émissions de NO _x pour le cycle de vie, valeur retenue (tonnes NO _x /TWh)	Émissions de COV pour le cycle de vie, valeur retenue (tonnes/TWh)	Émissions de CO pour le cycle de vie, valeur retenue (tonnes CO/TWh)	Émissions de particules pour le cycle de vie, valeur retenue (tonnes/TWh)	Émissions de Hg pour le cycle de vie, valeur retenue (kg Hg/TWh)
Options capables de répondre à la base et la pointe							
Hydroélectricité avec réservoir	31 000 (1)	11 (1)	3 (3)	0 (3)	0 (3)	5 (3)	0,07 (3) (methylmercure dans les réservoirs)
Diesel	555 000 (3)	1 550 (3)	613 (3)	1 570 (3)	54 (10)	122 (3)	0,3 (10)
Options de base avec flexibilité limitée							
Hydroélectricité au fil-de-l'eau	1000 (1 et 11)	1 (3)	1 (3)	0 (9)	0 (9)	1 (3)	0 (9)
Charbon (centrale moderne)	1 040 000 (1)	9 068 (1)	700 (3 et 4)	18 (3)	491 (5)	185 (11)	103 (7)
Huile lourde (rendement 35-37%)	896 000 (1)	9 990 (1)	1400 (4)	130 (5)	100 (4)	100 (4)	13 (7)
TAGCC (rendement 58%)	419 600 (1)	9 (6)	280 (3)	72 (3 et 11)	54 (8)	20 (6)	0,3 (3)
Biomasse (déchets forestiers)	15 000 (3)	12 (3)	701 (3)	0 (9)	0 (9)	217 (3 et 11)	0 (9)
Options avec production intermittente ayant besoins de sources d'appoint							
Éolienne	7 000 (3)	21 (3)	14 (3)	0 (9)	0 (9)	5 (3)	0 (9)
Solaire photovoltaïque	13 000 (3)	24 (3)	16 (3)	70 (3)	0 (9)	12 (3)	0 (9)

(GRAME-UDD, 2002)

- (1) Adapté de Bélanger, Chamberland et Gagnon, 1996. (Pour la TAGCC, les résultats sont adaptés pour un taux de rendement de 58 %).
- (2) Adapté de Ressources naturelles Canada, 1998.
- (3) IEA, 2000.
- (4) Fritsche, 1992.
- (5) Eyre N.J., 1990.
- (6) Hydro-Québec, Centrale à cycle combiné du Suroît, fiche technique, 2001. (Note : émissions à la combustion seulement)
- (7) Lui et al. Canadian Electricity Ass., 1994, cite in IEA, 2000, pp-78.
- (8) Monenco Inc., 1992.
- (9) La valeur zéro est octroyée lorsque la littérature scientifique consultée n'a pas permis de constater des niveaux d'émissions mesurés et que cela ne semblait pas incompatible avec la filière.
- (10) En l'absence de données spécifiques, il a été estimé que ces émissions seraient au moins équivalentes à celles de la TAGCC.
- (11) SECDA, 1994 cité in IEA, 2000 (GRAME-UDD-3, doc. 3.1., pp. 76, 76).

Lors de l'analyse des différentes possibilités de développement énergétique, nous devons aussi comparer les options offrant des services équivalents (donc ajustés en fonction des facteurs d'utilisation). À cet effet, l'Agence internationale de l'énergie distingue clairement les options permettant une grande flexibilité de l'apport énergétique des sources à une flexibilité inférieure ou intermittente. Elle a compilé des données de recherches internationales afin de comparer les émissions de GES engendrées par les différentes filières énergétiques :

Tableau-2 - Synthèse des paramètres environnementaux pour les différentes filières énergétiques, compilation de données de source internationale

Filiales	Ratio de rente énergétique *	Émission de GES (kt eq CO ₂ /TWh)	Disponibilité de territoire (km ² /TWh/y)	Émission de SO ₂ (tSO ₂ /TWh)	Émission de NO _x (tNO _{x2} /TWh)	Émission particules (t/TWh)	Émission mercure (kg Hg/TWh)
Options permettant une grande flexibilité de l'apport énergétique							
Hydroélectrique avec réservoir	48-260	2-48	2-152	5-60	3-42	5	0.07
Diesel		555-883		84-1550	316-12300	122-213	
Options à moins grande flexibilité ou intermittente							
Hydroélectrique au fil de l'eau	30-267	1-18	0.1	1-25	1-68	1-5	
Charbon bitumineux	7-20	790-1182	4	700-32321	700-5273	30-663	1-360
Nucléaire	5-107	2-59	0.5	3-50	2-100	2	
Gaz naturel cycle combiné	14	389-511		4-15000	13-1500	1-10	0.3-1
Biomasse	3-5	17-18	533-2200	26-160	1100-2540	190-212	0.5-2
Éolienne	5-39	7-124	24-117	21-87	14-50	5-35	
Solaire	1-14	13-731	27-45	24-490	16-340	12-190	

Traduction libre de *Table 1 : Synthesis of Environmental Parameters for Electricity Options* (IEA, vol I, 2000)

* ratio d'énergie produite sur l'énergie requise pour la construction, la maintenance et l'exploitation

En moyenne, comparativement à la production hydroélectrique avec réservoir, la filière énergétique au charbon émet :

- 40 fois plus de CO₂ équivalent,
- 2 570 fois plus de mercure,
- 500 fois plus de SO₂,
- 270 fois plus de NOx.

Toujours selon la même comparaison, le gaz naturel produit :

- 25 fois plus de CO₂ équivalent,
- 230 fois plus de SO₂,
- 34 fois plus de NOx,
- 9 fois plus de mercure.

Cette analyse, bien que partielle, est éloquente : l'utilisation des énergies renouvelables doit être priorisée et même envisagée à titre de remplaçant, à long terme, des énergies non renouvelables. Les avantages intrinsèques d'une source d'énergie, telle que l'hydroélectricité, qui est renouvelable, fiable, propre, non intermittente et cumulable, doivent être valorisés.

SURMONTER LES OBSTACLES AU DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

- **Analyse des obstacles à l'hydroélectricité, l'opposition passée contre la filière, l'expérience de la baie James, l'iniquité dans l'évaluation des projets.**

Bien qu'il existe des divergences entre les groupes environnementaux quant à leur préférence pour la filière hydroélectrique - le Québec a été pénalisé dans le passé par certaines campagnes orchestrées contre les projets hydroélectriques québécois, campagnes qui se justifiaient par une vision subjective qui réduisait le débat environnemental à une analyse basée sur une perspective strictement micro-écologique - le Québec se doit de développer ses énergies renouvelables pour remplacer les énergies polluantes. L'opposition féroce aux méga-projets hydroélectriques, qui se généralise actuellement dans la communauté écologiste, est incompatible avec les exigences du développement soutenable et durable.

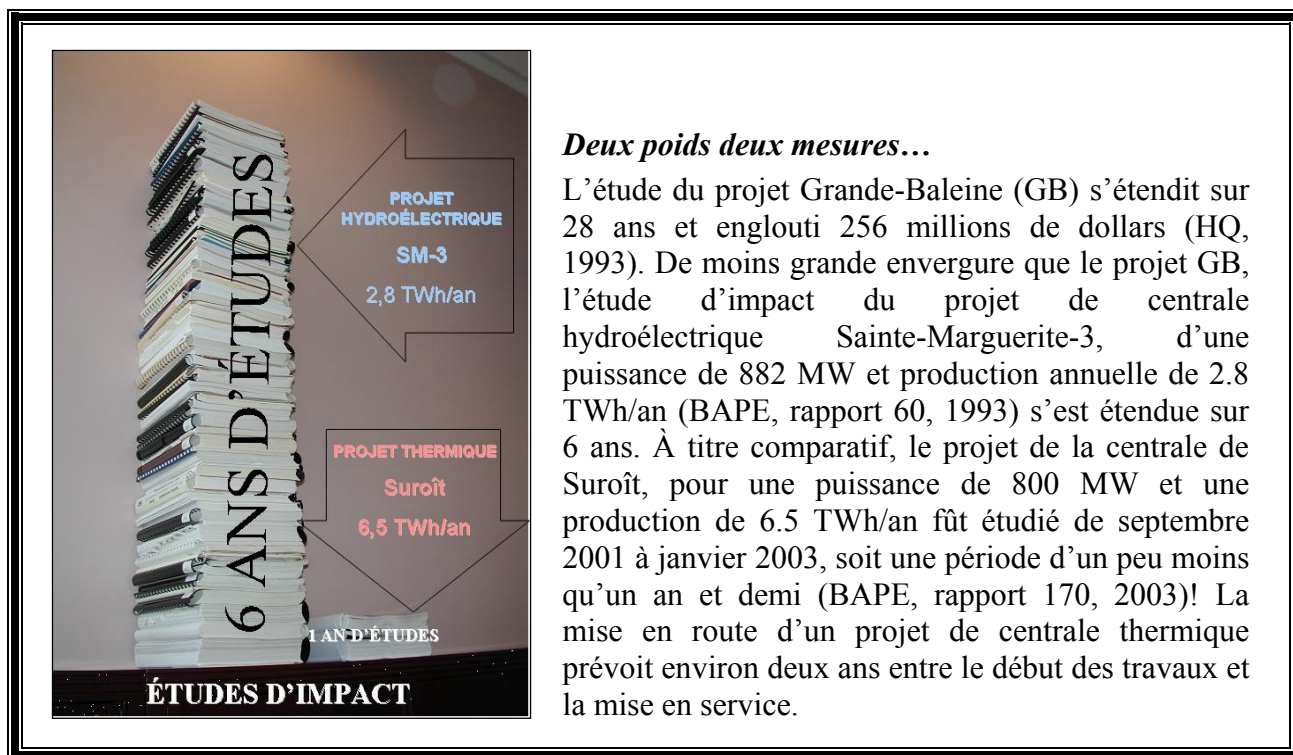
Le principal enjeu devrait se situer dans la définition du juste niveau de précision dans l'information recherchée, et d'un traitement équitable afin de s'assurer que les projets hydroélectriques ne soient pas indûment pénalisés en faveur des centrales thermiques beaucoup plus polluantes, mais soumises aujourd'hui à un processus d'approbation et de mise en œuvre plus simple et beaucoup plus rapide.

On constate donc une iniquité flagrante dans le traitement de ces filières au niveau de la prise en compte et de l'internalisation de leurs coûts environnementaux et sociaux. Les projets hydroélectriques demeurent ainsi, et ceux où l'internalisation de ces coûts est la plus avancée :

« (...) le développement hydroélectrique est paradoxalement victime de ses vertus écologiques : victimes du fait qu'il n'exporte pas ses impacts, qu'il ne les dilue pas dans l'atmosphère, qu'il ne les externalise pas et qu'il n'en reporte pas le fardeau sur les épaules des générations futures. Ne pas voir ces avantages fondamentaux de la filière hydroélectrique nous semble être une aberration découlant de ce qu'on pourrait appeler le syndrome « pas dans ma génération ». »²³

Guérard et Drapeau, 1993

Près de trois décennies de suivi environnemental, notamment à la Baie-James, devraient permettre de mieux cibler les directives de l'étude d'impact afin d'obtenir les informations nécessaires pour que les bonnes décisions puissent être prises, incluant les mesures de mitigation et de compensation adéquates et la présentation des diverses variantes possibles du projet.



²³ GRAME, 1993. «Réhabiliter l'hydroélectricité et refuser les mensonges». Mémoire présenté à la commission parlementaire chargée d'étudier la proposition de Plan de développement 1993 d'Hydro-Québec.

Les mesures administratives pour les études de projets doivent être relativisées par rapport à l'ampleur des démarches et directives suivies lors d'études de projets de filières énergétiques différentes, telles que thermiques, nucléaire, etc.

- **Analyse des obstacles à l'éolien**

La plupart du temps, l'opposition aux projets éoliens provient de la population directement touchée par l'équipement. En prenant comme exemple le parc éolien Le Nordais, généralement, les populations n'ont rien contre le développement de l'énergie éolienne et elles sont conscientes de la nécessité de mettre en place des infrastructures de production énergétique, mais comme dans bien d'autres situations, elles n'en veulent tout simplement pas dans leur cour. Surtout, ces installations sont souvent requises pour régler un problème environnemental ou combler un besoin général, peu ou pas relié aux problèmes et aux besoins des riverains directement touchés par l'équipement. Le syndrome *pas dans ma cour* (NIMBY) n'est pas seulement réservé aux équipements dangereux ou ayant un impact majeur sur la valeur des propriétés touchées.²⁴

Aussi, à Malpeque, à l'île-du-Prince-Édouard, la communauté est fortement opposée à l'implantation de 20 éoliennes géantes qui détruirait la splendeur du paysage et la qualité de vie des habitants de la région.²⁵ Le syndrome « pas dans ma cour » est également bien ancré dans cette région.

²⁴ Lyrette Étienne. 2003. *La dynamique sociale entourant l'implantation d'une infrastructure majeure : le cas du parc éolien Le Nordais*. Mémoire présenté pour l'obtention de la maîtrise en sciences en études urbaines. Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, Urbanisation, culture et société.

<http://www.vrm.ca/documents/memoireLyrette.pdf>

²⁵ Site créé par des habitants de la région pour s'opposer à la mise en place d'éoliennes.

http://www.preservemalpeque.org/index_2F.html

En France, et selon une enquête menée par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), les éoliennes et les aérogénérateurs suscitent de nombreuses oppositions qui disparaissent après la construction des machines. ²⁶ Voici les principales raisons soulevées par les opposants :

- La détérioration du paysage et de sites remarquables : pour respecter ses obligations internationales, la France doit construire environ 7000 aérogénérateurs à l'horizon 2010 dont environ 20% en mer. Cet impact est assez « subjectif ». Généralement une enquête publique est faite avant que le permis de construire ne soit délivré.

- Un parc éolien occupe une très grande surface, ce qui pénalise l'agriculture : une centrale nucléaire avec plusieurs réacteurs de 1.300 MW n'occupe que quelques hectares mais un parc avec 8 MW d'éoliennes exige 100 hectares. Cet argument est assez relatif, puisque des travaux agricoles peuvent être effectués jusqu'à quelques pieds de la base des éoliennes.

- Liée à la force du vent, la production d'une machine est irrégulière. Il faut donc la coupler à une centrale thermique. Ce couplage avec la construction de nouvelles centrales thermiques qui émettent des gaz à effet de serre a un but contraire à celui recherché avec le développement de l'éolien. Néanmoins, le nombre croissant de parcs éoliens en Europe et les progrès du stockage énergétique devraient grandement améliorer la situation.

- Le surcoût excessif : contrairement aux éoliennes, les réacteurs nucléaires sont déjà amortis. Cependant, à long terme, (échéance 2015), ce rapport de force s'inversera.

- Enfin, le bruit produit par les aérogénérateurs. À cela, nous pouvons répondre que les nouvelles éoliennes sont beaucoup plus silencieuses que les anciennes.

Cette enquête illustre le paradoxe dans lequel se trouvent les professionnels de l'énergie éolienne en France. Alors que la grande majorité des riverains d'un parc éolien, en projet ou en

²⁶ Réseau Sortir du nucléaire. Avril 2003. *L'éolien suscite encore de nombreuses oppositions*. Réseau sortir du nucléaire. Disponible au : <http://www.sortirdunucleaire.org>

fonctionnement, sont informés et approuvent cette forme de production d'énergie, des associations hostiles, généralement de petite taille, multiplient les machinations juridiques et contentieuses.²⁷

Aux États-Unis, au large du Massachusetts, un projet d'éoliennes dans le détroit du Nantucket (le projet Cape Wind qui prévoit l'installation de 130 turbines en mer et pourrait fournir les trois quart de l'électricité de toute la région de Cape Cod et des îles de Nantucket et de Martha's Vineyard) a suscité la colère des riches propriétaires. Pourtant, ces personnes en faveur de l'énergie éolienne, énergie propre et renouvelable par excellence, refusent simplement le fait que ce soit dans leur cour. D'ailleurs, l'Alliance to Protect Nantucket Sound qui regroupe des résidents permanents ou en villégiature et des pêcheurs a été créée pour protéger la région contre la mise en place d'un parc d'éoliennes qui détruirait la beauté naturelle de Cape Cod. Cet endroit précis de l'océan est très fréquenté pour les loisirs et la pêche commerciale, ainsi que pour sa nature sauvage. De plus, ce projet a créé une situation assez gênante; les groupes écologistes présents dans la région ne sont pas tous du même avis; certains comme le Natural Resources Defense Council ou Greenpeace sont pour le projet tandis que d'autres s'y opposent.²⁸

Ne pas voir les avantages fondamentaux des énergies renouvelables nous semble être une aberration découlant de ce qu'on pourrait appeler les syndromes « pas dans ma cour » et « pas dans ma génération ». Même un aménagement hydroélectrique qui peut être considéré comme *une véritable usine de dépollution de l'air* subit un impact négatif écologique, social et économique : comme toutes les usines de dépollution, tout le monde peut en souhaiter la construction à condition que ce ne soit « *pas dans ma cour* ». D'où la très grande vulnérabilité du développement de l'éolien et de l'hydroélectricité, au célèbre « syndrome pas-dans-ma-cour ».

- **impacts de l'éolien sur les niveaux des réservoirs et les débits des rivières**

Il est bien entendu, qu'aucune filière énergétique ne peut se prévaloir de ne présenter aucun inconvénient. En termes d'environnement, l'impact des énergies renouvelables est faible,

²⁷ *L'éolien suscite encore de nombreuses oppositions, op. cit., p16.*

²⁸ Leprince Jean Michel. Novembre 2003. *Un controversé projet éolien au large du Massachusetts.* Zone libre, Radio-Canada. <http://www.saveoursound.org/>

mais pas nul. Ainsi, la filière éolienne, qui est une source d'énergie renouvelable « propre », n'est pas dénuée d'impacts à grande échelle. Des études ont même permis d'estimer quelles seraient les incidences écologiques de la combinaison de la production éolienne avec une source d'énergie hydroélectrique afin de régulariser l'apport éolien. La simulation du jumelage d'une centrale hydroélectrique (données prévues pour Sainte-Marguerite-3) avec respectivement un et sept parcs éoliens permet d'estimer cet impact (voir le tableau-2 - Synthèse des paramètres environnementaux pour les différentes filières énergétiques, compilation de données de source internationale).

Ce jumelage implique un accroissement de la variabilité du débit des rivières et du niveau des réservoirs hydroélectriques en fonction des variations de production éolienne. Les écarts de variation maximale du débit des turbines sont beaucoup plus importants lorsque les deux sources de production énergétique sont jumelées (pour respectivement 10% de production éolienne, la variation du débit peut être plus du double, et avec 25 % de la production éolienne, elle peut être de trois à six fois plus importante s'il y a jumelage avec sept sites ou seulement avec le meilleur site, voir tableau-3 ci-dessous et pièce GRAME-2, doc.7). Les niveaux des réservoirs sont également affectés.²⁹

²⁹ *Windpower and its Dependence on Hydro Reservoirs : Results from Wind Farms Simulations for Québec, op. cit., p 4.*

Tableau-3 - Effets du jumelage des sources éoliennes et hydroélectrique sur le marnage et les débits de l'installation hydraulique

Paramètres	Énergie hydraulique seulement	Meilleur site éolien		Moyenne des 7 sites éoliens*	
Fraction d'énergie éolienne (%)	0	10	25	10	25
Puissance éolienne (MW)	--	82	246	102	307
Puissance hydraulique (MW)	537	595	709	571	659
Énergie totale du jumelage (TWh)	2.77	3.08	3.69	3.08	3.69
Marnage (m)	6.0	5.7	5.6	5.7	5.7
Débit turbine maximal de l'année (m ³ /s)	186	206	247	192	229
Débit turbine minimum de l'année (m ³ /s)	61	55	7	60	20
Variation maximum du débit turbine sur un intervalle d'une heure (m ³ /s)	16	37	95	18	43

Source : Bélanger Camille *et al.* *Windpower and its Dependence on Hydro Reservoirs : Results from Wind Farms Simulations for Quebec*. 21st Annual Conference, International Association for Energy Economics, Québec, may 15th, 1998.

*7 sites éoliens étudiés : Région de la Gaspésie (Cap-Chat, Cap-Madeleine, Mont-Joli, Cap-d'Espoir), Région de la Baie-d'Hudson (Kuujuarapik), Région de Québec (Île d'Orléans), Région de North Shore (Pointe-des-Monts).

Démontrer fondamentalement notre préoccupation pour l'environnement est la meilleure façon de donner la crédibilité à nos institutions. Non seulement nous serons gagnants par le fait que nous aurons favorisé les choix énergétiques les plus compatibles avec le développement durable pour l'économie et la société québécoise, mais nous serons mieux outillés que jamais pour lutter contre d'éventuels mouvements protectionnistes qui tenteraient d'utiliser la carte environnemental pour défavoriser les exportations énergétiques du Québec.

De plus, nous nous serons positionnés afin de faire reconnaître les avantages environnementaux directs de notre électricité « propre », mais également les bénéfices indirects sur les nombreux biens et services *Made in Québec*, pour lesquels le processus de production se serait avéré globalement moins polluant, à cause de nos choix distincts en matière énergétique.

Sachant que les stocks terrestres d'énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz), déjà largement entamés, finiront inévitablement par s'épuiser, et cela quels que soient les sursis que les progrès technologiques peuvent accorder, les énergies renouvelables constituent l'avenir énergétique : les avantages qu'elles procurent qui se notent surtout en termes de moindre impacts sur le climat et d'incidences positives sur le développement économique (emploi, économie locale, décentralisation et aménagement du territoire) sont importants, mais appréhendés depuis moins longtemps que les énergies fossiles.