

La filière éolienne au Québec

La filière éolienne au Québec:  
La maladie Don Quichotte  
ou l'art de gaspiller \$8 milliards

Michel Lafontaine

Août 2012

## La filière éolienne au Québec

*Il y a trois moyens de se ruiner: le jeu, les femmes et les environmentalistes. Le premier est rapide, le second est agréable mais le dernier est le plus sûr.*

Adapté d'une boutade de Edmond de Rothschild à propos des ingénieurs.

### A propos de l'auteur

Michel Lafontaine détient une Maîtrise en Sciences Economiques de l'Université Laval et, mis à part quelques activités de consultation dans le domaine financier, il est essentiellement retraité. Il s'intéresse cependant vivement au domaine de l'énergie où il tente de départager la réalité de la mythologie; dans le monde d'aujourd'hui, et particulièrement au Québec, cela représente presque une occupation à plein temps.

### Remerciements

Nous tenons à remercier monsieur Martin Coiteux, économiste et professeur à l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales, qui a généreusement accepté d'effectuer une analyse critique du présent document; il en est résulté des améliorations importantes tant au contenu qu'à la présentation. Toute erreur ou imprécision est cependant l'unique responsabilité de l'auteur.

## Table des matières

Sommaire	4
1. Introduction	6
2. Historique: L'origine de la maladie Don Quichotte	7
3. La filière éolienne actuelle et projetée	8
4. Des pommes avec des pommes	10
5. Les gaz à effet de serre (GES)	12
6. La nature intermittente de l'éolien	12
6.1 Aperçu du problème	12
6.2 Estimations d'Hydro-Québec	13
6.3 Mesures empiriques au Royaume-Uni	14
6.4 Autres données européennes	15
6.5 Conclusions sur l'intermittence	15
7. Analyse économique	16
7.1 Evaluation de la valeur actuelle des pertes associées à l'éolien	16
7.2 Création d'emplois	18
8. Conclusions	20
Annexe: Caractéristiques des projets éoliens	22
Liste des tableaux	23
Références	24

### Sommaire

Alors que la capacité de production de la filière éolienne du Québec n'était tout au plus que de 200 MW en 2005, nous estimons que cette capacité sera de l'ordre de 1,400 MW à la fin de 2012 pour ensuite atteindre 3,350 MW en 2016 avec une production correspondante de 10,520 GWh (10.5 TWh). Cette forte croissance résulte de trois appels d'offres, ordonnés par deux gouvernements successifs, lancés par Hydro-Québec à partir de 2003

Il en est résulté 37 contrats conclus entre Hydro-Québec et différents fournisseurs en vertu desquels Hydro-Québec devra se porter acquéreur des 10,520 GWh à un coût d'environ \$0.097 par kWh plus environ \$0.025 par kWh, à la charge d'Hydro-Québec, pour les lignes de transmission servant au raccordement des parcs éoliens au réseau existant, soit \$0.122 par kWh au total. A l'horizon 2016 par conséquent, les coûts annuels associés à ces 10,520 GWh seront de l'ordre de \$1.3 milliards.

L'ampleur de ce que nous n'hésitons pas à appeler un désastre devient rapidement évidente lorsqu'on réalise qu'avec la chute des prix du gaz naturel en Amérique du Nord, et son impact sur les coûts de production d'électricité par une centrale au gaz à cycle combiné, Hydro-Québec pourrait se procurer les mêmes kWh au prix de \$0.065 et peut-être même moins. Nous estimons, sur la seule base de la différence des coûts unitaires de \$0.057 par kWh, que ce gaspillage éolien a une valeur de plus de \$250 millions pour la seule année 2012, pour ensuite augmenter à plus de \$600 millions annuellement à partir de 2016.

Et même ce différentiel pourrait s'avérer conservateur compte tenu de certaines clauses contenues dans les contrats éoliens. De plus, pour faire face aux problèmes d'intermittence causés par l'éolien, des études d'Hydro-Québec estiment que les réserves additionnelles requises seraient de l'ordre de 22.4% de la capacité éolienne; sur une capacité prévue de 3,350 MW, il en résulte donc des réserves additionnelles de 750 MW, soit à peu près la taille d'une centrale de type Suroît.

D'autre part, si les surplus d'énergie auxquels Hydro-Québec fait face depuis 2008 pouvaient être associés à la conjoncture économique, à partir de 2012 et surtout 2013, de tels surplus seront largement le résultat de la forte progression de la capacité éolienne et l'obligation par Hydro-Québec d'acheter l'énergie associée à cette capacité. Et comme la production éolienne est déterminée par les conditions météo et non par la demande, ceci signifie qu'Hydro-Québec est forcée de revendre à perte environ 2,150 GWh et ce pour la seule année 2013. De fait nous estimons que si Hydro-Québec pouvait se départir de 4,300 GWh d'énergie éolienne, soit l'équivalent de la production de la centrale TransCanada de Bécancour, la société économiserait, pour cette seule année 2013, \$371 millions soit \$0.086 par kWh. Cette somme serait composée d'une part d'une somme supplémentaire de \$112.4 millions pour acheter de l'étranger de l'électricité durant les périodes de pointe d'hiver et d'une épargne de \$483.3 millions pour de l'énergie qu'Hydro-Québec n'a pas à vendre à perte. Le montant de \$371 millions peut donc être considéré comme étant **une subvention aux consommateurs hors Québec entièrement payées par les citoyens du Québec.**

Ce montant annuel de \$371 millions met aussi en lumière le coût de la contribution de l'éolien à la réduction des gaz à effet de serre. En prenant pour hypothèse que les achats

## La filière éolienne au Québec

proviendrait de centrales à gaz et au charbon inefficaces, il en résulterait une production additionnelle de 1,661,600 tonnes de CO2 qui comporterait donc un coût implicite de \$223.22 par tonne. Or le prix “spot” d’une tonne de CO2 se situait à \$8.77 le 24 juillet 2012 sur le European Energy Exchange. **On ne peut donc que conclure que l’éolien est un moyen ridiculement coûteux pour réduire les gaz à effet de serre.**

Nous avons développé une estimation de la valeur actuelle des coûts additionnels (i.e. des pertes) entraînée par la filière éolienne sur la période de 2012 à 2035. Cette estimation prend pour hypothèse que tous les parcs éoliens sont démantelés après 20 ans de service, de sorte qu’en 2036 il n’en reste plus un seul en opération. Bien que nous soyons relativement confiants que l’éolien entraînera des coûts additionnels d’au moins \$0.06 par kWh, nous avons simulé une plage de \$0.04 à \$0.09 par kWh, en particulier pour tenir compte des fluctuations du prix du gaz naturel qui pourraient réduire l’écart entre le thermique et l’éolien. Nous avons également simulé une plage de taux d’actualisation variant de 3.5% à 6.5%.

Tableau 1  
Valeur actuelle des pertes en \$ milliards générée par la filière éolienne  
en fonction de la perte par kWh et du taux d’actualisation, Période de 2012 à 2036

Pertes par kWh Taux d’actualisation	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07	\$0.08	\$0.09
3.50%	\$5.5	\$6.8	\$8.2	\$9.6	\$10.9	\$12.3
4.00%	\$5.2	\$6.5	\$7.8	\$9.1	\$10.4	\$11.7
4.50%	\$5.0	\$6.2	\$7.4	\$8.7	\$9.9	\$11.1
5.00%	\$4.7	\$5.9	\$7.1	\$8.3	\$9.4	\$10.6
5.50%	\$4.5	\$5.6	\$6.8	\$7.9	\$9.0	\$10.1
6.00%	\$4.3	\$5.4	\$6.5	\$7.5	\$8.6	\$9.7
6.50%	\$4.1	\$5.2	\$6.2	\$7.2	\$8.2	\$9.3

Les principales conclusions associées à notre analyse sont donc les suivantes:

- Les pertes en valeur actuelle engendrées par la filière éolienne sont de l’ordre de \$7 à \$10 milliards dont une très grande partie sera gaspillée inutilement sous forme de subventions aux consommateurs étrangers.
- Le Québec était doté d’un avantage comparatif indéniable avec des coûts de production d’électricité non seulement parmi les plus faibles sur la planète mais aussi parmi les plus prévisibles. Pour faire plaisir aux apôtres de la “verdoyance”, on est en train de se doter de coûts qui non seulement augmenteront rapidement mais dont la volatilité reflétera parfaitement celle de la météo.
- Que ce soit sur le plan du contrôle des gaz à effet de serre ou celui de la création d’emplois, la filière éolienne est totalement injustifiable; elle est ridiculement coûteuse dans le premier cas et tout simplement absurde dans le second.

### 1. Introduction

Dans une demande adressée à la Régie de l'Énergie le 16 juin 2012<sup>1</sup>, Hydro-Québec demandait à celle-ci d'approuver la suspension des activités de production d'électricité de la centrale de Bécancour, propriété de TransCanada Energy Ltd. Le contrat qui lie Hydro-Québec à cette société prévoit la livraison annuelle de 4,3 TWh et ces livraisons sont ainsi suspendues de façon systématique depuis 2008.

Il en découle pour Hydro-Québec des pénalités de deux ordres, soit d'une part un coût fixe lié au coût en capital de TransCanada, coût qui est estimé à \$100 millions annuellement (environ \$0.023 par kWh), et d'autre part un coût en énergie qui fluctue principalement selon le prix du gaz naturel et de son transport; ce coût variable est estimé, pour l'année 2013, à \$0.042 par kWh (versus aussi peu que \$0.029 en 2012). Au total par conséquent, Hydro-Québec aurait pu se procurer 4,3 TWh à un coût total de \$0.065 par kWh en 2013 versus \$0.052 en 2012. De tels coûts sont compatibles avec les estimations de la Energy Information Administration<sup>2</sup> qui évalue le coût de production d'une centrale à cycle combiné à \$0.0655 par kWh.

L'élément important (et quelque peu surprenant) de la demande d'Hydro-Québec est que même si l'on ne tient compte que du coût variable, la société n'est pas en mesure de réaliser un bénéfice en revendant cette énergie; c'est de là que découle la demande de suspension d'Hydro-Québec.

La raison pour laquelle Hydro-Québec demande systématiquement de telles suspensions est qu'elle fait face à des surplus d'énergie. Une question légitime est donc pourquoi Hydro-Québec fait-elle face à de tels surplus récurrents et pendant combien de temps vont-ils durer? Dans les paragraphes qui suivent nous allons démontrer que, si de 2008 à 2011 on pouvait blâmer la crise financière et ses répercussions sur l'industrie des pâtes et papiers et l'aluminium notamment, à partir de 2012 et encore plus clairement à partir de 2013, c'est la forte croissance de la production éolienne, qu'Hydro-Québec est obligée d'acheter, qui est responsable des surplus récurrents auxquels la société doit et devra faire face. Et nous allons démontrer que cet achat obligatoire de la production éolienne constitue une véritable catastrophe économique pour le Québec.

---

<sup>1</sup> Hydro-Québec, Demande d'approbation de la suspension des activités de production d'électricité de la centrale de Bécancour, pour l'année 2013, Demande R-3803-2012 soumise à la Régie de l'Énergie, 14 juin 2012

<sup>2</sup> Levelized Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2012, U.S. Energy Information Administration, 23 Janvier 2012

## 2. Historique: L'origine de la maladie Don Quichotte

Les premiers symptômes sérieux de la maladie Don Quichotte apparurent sous le gouvernement péquiste de Bernard Landry qui fut premier ministre du 8 mars 2001 au 29 avril 2003. C'est sous son gouvernement qu'on vota, le 5 mars 2003, un décret<sup>3</sup> ordonnant à Hydro-Québec de procéder à des appels d'offres pour la fourniture de 1,000 MW d'énergie éolienne. Jusque-là la production éolienne s'était limitée au parc Le Nordais qui, mis en service en 1999, comporte 132 éoliennes, chacune dotée d'une capacité nominale de 750 kW pour une capacité totale de 100 MW.

C'est cependant dans le contexte du projet du Suroît que, ce qui n'aurait pu être qu'une maladie embêtante (seulement 1,100 MW installés), se transforma en cancer. Hydro-Québec avait présenté deux projets de centrales thermiques qu'elle voulait mettre en service dans un échéancier rapproché, soit celle de TransCanada à Bécancour, d'une capacité de 550 MW, avec qui elle signait un contrat en juin 2003 et cette centrale du Suroît à cycle combiné, d'une capacité de 836 MW dont Hydro-Québec aurait été propriétaire.

Les environmentalistes, probablement inquiets de voir apparaître 1,400 MW de capacité thermique et de la possibilité que cette nouvelle capacité ferme à tout jamais la fenêtre éolienne, s'activèrent. Le projet fut combattu avec une vigueur sans précédent par tout ce que le Québec compte de "verts" et le gouvernement finit par céder à ces pressions à l'automne 2004; outre des manifestations devant le siège social d'Hydro-Québec, les contestataires s'étaient armés d'études économiques dont une, l'étude Dunsky<sup>4</sup>, prétendait que les coûts par kWh de la filière éolienne étaient de l'ordre de \$0.0814 par kWh comparativement à une plage de \$0.0761 à \$0.0846 pour le Suroît. Et bien sûr, si l'on ajoutait au Suroît une prime de \$0.007 par kWh pour sa contribution aux gaz à effet de serre, tandis que l'éolien bénéficiait d'un crédit, c'est l'éolien qui l'emportait.

Bien que le décès du Suroît fut constaté en octobre 2004, son enterrement eu finalement lieu un an plus tard, le 12 octobre 2005, lorsque le gouvernement dirigé par Jean Charest vota un décret ordonnant à Hydro-Québec de procéder à des appels d'offres pour la fourniture d'un 2,000 MW additionnels d'énergie éolienne. Chose étonnante, on ignora complètement le mémoire, soumis par la société Axor à la Régie de l'Energie en avril 2004, mémoire dans lequel la société même qui opérait à ce moment le seul parc éolien au Québec recommandait la prudence. "Il ne faut pas s'emballer trop vite pour le potentiel éolien du Québec" peut-on lire dans un article de La Presse daté du 24 avril 2004<sup>5</sup>. "Plusieurs promoteurs qui tentent actuellement de développer des parcs se basent sur des prévisions théoriques des revenus qui sont surévalués" poursuivait un ingénieur d'Axor. "En réalité, le Québec est la pire place au monde pour faire de l'éolienne parce que les tarifs d'électricité sont plus bas que partout ailleurs" concluait le président de la société Yvan Dupont. Rien n'y fit et le gouvernement Charest récidiva au début 2009 en votant un nouveau décret qui ordonnait à Hydro-Québec de procéder à un troisième appel d'offres pour une capacité additionnelle de 500 MW, mais visant cette fois-ci de petits projets dits "communautaires et autochtones" dont la capacité nominale serait de 25 MW chacun environ.

<sup>3</sup> Décret 352-2003, Gazette officielle du Québec, p. 1677, 5 mars 2003

<sup>4</sup> P. Dunsky Expertise Conseil, La centrale du Suroît, l'efficacité énergétique et l'énergie éolienne : analyse comparative des options, Juin 2004

<sup>5</sup> Baril Hélène, Les éoliennes ne tiennent pas leurs promesses, La Presse, 24 avril 2004

### 3. La filière éolienne actuelle et projetée

Le tableau 1 à l'Annexe A, présente un résumé de la capacité et production éolienne prévue jusqu'à l'horizon 2016. Outre le parc Le Nordais, deux autres parcs vinrent ensuite s'ajouter, respectivement en 2004 et 2005, par le biais de contrats de type "gré-à-gré" soit les parcs de Mont Miller et Mont Copper, tous deux situés à Murdochville et dotés d'une capacité nominale de 54 MW chacun. Les autres projets sont issus des appels d'offres d'Hydro-Québec émis le 12 mai 2003 (AO-1), le 31 octobre 2005 (AO-2) et le 30 avril 2009 (AO-3); il résulta de ces appels d'offres 37 contrats que l'on peut télécharger à partir du site d'Hydro-Québec<sup>6</sup>. Selon les données de ces contrats, résumées dans ce tableau A-1, la capacité nominale atteindrait 3,350 MW en 2016 tandis que la production annuelle serait de 10,520,683 MWh (10.5 TWh), ce qui se traduit par un facteur d'utilisation moyen de 35.9% et une capacité réelle de 1,200 MW. Pour cette même année 2016, Hydro-Québec pourrait devoir verser aux producteurs un peu plus de \$1 milliard soit environ \$96.74 par MWh (\$0.097 par kWh).

De plus ces coûts excluent les coûts de construction des lignes de transmission qui relient ces parcs éoliens au réseau principal d'Hydro-Québec, coûts qui sont à la charge de cette dernière. Nous n'avons pas de données précises sur ce sujet mais des estimations de la Energy Information Administration<sup>7</sup> font état de \$0.037 par kWh. Par prudence nous utiliserons dans ce document \$0.025 par kWh ce qui porte le coût moyen de l'éolien en 2016 à \$0.122 par kWh.

Selon les données du Tableau 1 de l'Annexe A et ces estimations des coûts de transmission, la capacité et la production et les coûts associés aux parcs éoliens du Québec évolueraient comme suit entre 2012 et 2016:

Tableau 2  
Evolution prévue de la capacité, de l'énergie et des coûts de la filière éolienne

Année	MW	MWh	Fourn \$M	Transm \$M	Total \$M
2012	496.9	4,353,258	\$420.5	\$108.8	\$529.4
2013	750.3	6,572,221	\$627.3	\$164.3	\$791.6
2014	936.7	8,205,399	\$785.9	\$205.1	\$991.1
2015	1,058.3	9,270,285	\$892.3	\$231.8	\$1,124.0
2016	1,201.0	10,520,683	\$1,017.8	\$263.0	\$1,280.8

Etant donné que nous avons établi au tout début de ce document que le coût total de l'énergie qu'Hydro-Québec aurait pu se procurer en provenance de la centrale de Bécancour de TransCanada Energy est \$0.065 par kWh, l'ampleur du problème est déjà apparente: **les coûts directs de l'énergie éolienne sont presque 2 fois plus élevés que ceux du thermique.**

De plus, cette estimation ne tient pas compte de certaines dispositions des contrats qui lient Hydro-Québec aux producteurs éoliens. Entre autres, ces contrats comprennent les clauses typiques suivantes:

<sup>6</sup> [http://www.hydroquebec.com/distribution/fr/marchequbecois/parc\\_eoliens.html#](http://www.hydroquebec.com/distribution/fr/marchequbecois/parc_eoliens.html#)

<sup>7</sup> Ibidem, Note 2



## La filière éolienne au Québec

*Pour chaque année contractuelle, le Distributeur s'engage à recevoir et à payer toute l'énergie admissible et à payer également pour l'énergie rendue disponible....<sup>8</sup>*

*A la demande du Distributeur, le Fournisseur doit limiter à certains moments la production du parc éolien au niveau de puissance que le Distributeur lui indique. Toute quantité d'énergie non livrée en raison d'une telle demande du Distributeur est cumulée comme de l'énergie rendue disponible.<sup>9</sup>*

Ce qui signifie qu'en pratique Hydro-Québec pourrait devoir payer pour de l'énergie produite mais non utilisée. Dans le même contrat on retrouve aussi la clause suivante:

*... si la température descend sous -30 C, le Fournisseur peut interrompre le fonctionnement des éoliennes, en autant que celles-ci soient redémarrées au plus tard lorsque la température augmente à -25 C<sup>10</sup>*

Ceci signifie que dans les périodes les plus froides de l'année, qui correspondent habituellement aux périodes de pointe, la production éolienne pourrait faire défaut. Dans le même contrat on retrouve aussi la clause suivante qui pourrait augmenter de 20% les sommes à payer par Hydro-Québec:

*Pour la quantité d'énergie admissible qui est inférieure ou égale à 120% de l'énergie contractuelle, le prix Et est établi...<sup>11</sup>*

Enfin tous les contrats comportent des clauses d'indexation qui peuvent faire appel à 6 variables soit (1) Béton, (2) Acier, (3) Cuivre, (4) IPC, (5) Euro et (6) Taux d'intérêts. Le contrat du Parc éolien des Moulins par exemple est indexé<sup>12</sup> selon les variables (4) IPC, (5) Euro et (6) Taux d'intérêts. Les contrats comportent une pleine indexation entre la date de signature du contrat et la date des premières livraisons, puis une indexation partielle (de l'ordre de 20% de l'IPC) lors des années subséquentes. La faiblesse de l'euro ainsi que des taux d'intérêt ont pour l'instant joué un rôle modérateur; néanmoins, pour 18 parcs éoliens que nous avons analysé, nous estimons un facteur de 1.0110 entre les dates de référence (2007 ou 2009) et la fin 2011.

Mais même ces considérations ne constituent que la pointe de l'iceberg car la simple comparaison de coût par kWh des 2 filières ne reflète pas toutes les conséquences économiques de l'éolien, cette simple comparaison ne tenant pas compte des caractéristiques de la demande et du parc de production d'Hydro-Québec ainsi que de la nature intermittente de l'éolien.

<sup>8</sup> Hydro-Québec, Contrat d'approvisionnement en électricité entre 3CI Energie Inc. et Hydro-Québec Distribution, Parc éolien des Moulins, 19 juin 2008, p. 14

<sup>9</sup> Ibidem Note 8, p.15

<sup>10</sup> Ibidem Note 8 p. 15

<sup>11</sup> ibidem Note 8, p. 19

<sup>12</sup> Ibidem Note 8, pp. 19 et 20

## La filière éolienne au Québec

### 4. Des pommes avec des pommes

Pour obtenir une évaluation du véritable coût économique de la filière éolienne, il faut tenir compte non seulement de son coût unitaire (précédemment établi à \$0.122 par kWh) mais aussi de son impact sur les achats et les reventes d'électricité qu'elle suscite. Pour ce faire nous utiliserons les données de la demande<sup>13</sup> qu'adressait Hydro-Québec à la Régie de l'Énergie pour 2013. Dans les tableaux suivants nous allons simuler une situation où en plus de la suspension de la centrale TransCanada de Bécancour (4.3 TWh par an soit 358.3 MWh par mois) nous allons simuler une suppression d'éolien du même ordre.

Examinons d'abord le scénario de suppression de la centrale TransCanada de Bécancour. Sous ce scénario, Hydro-Québec doit: acheter de l'externe 696 GWh au prix de \$524.40 par GWh, revendre 4,196 GWh au prix net de \$195.90 par GWh et acheter des producteurs éoliens 4,300 GWh au prix de \$1,220.00 par GWh.

Tableau 3  
Scénario Suppression Bécancour

	GWh		Eolien	
	Achats	Reventes		
Janvier	264	15	358	
Février	191	20	358	
Mars	80	97	358	
Avril	1	336	358	
Mai	0	571	358	
Juin	4	587	358	
Juillet	0	613	358	
Août	1	606	358	
Septembre	1	595	358	
Octobre	0	490	358	
Novembre	13	215	358	
Décembre	141	51	358	
Total	696	4,196	4,300	

  

	\$ Millions		Eolien	Total
	Achats	Reventes		
Janvier	\$13.8	-\$0.3	\$43.8	\$57.3
Février	\$10.0	-\$0.4	\$43.8	\$53.4
Mars	\$4.2	-\$1.9	\$43.8	\$46.1
Avril	\$0.1	-\$6.6	\$43.8	\$37.3
Mai	\$0.0	-\$11.2	\$43.8	\$32.6
Juin	\$0.2	-\$11.5	\$43.8	\$32.5
Juillet	\$0.0	-\$12.0	\$43.8	\$31.8
Août	\$0.1	-\$11.9	\$43.8	\$32.0
Septembre	\$0.1	-\$11.7	\$43.8	\$32.2
Octobre	\$0.0	-\$9.6	\$43.8	\$34.2
Novembre	\$0.7	-\$4.2	\$43.8	\$40.3
Décembre	\$7.4	-\$1.0	\$43.8	\$50.2
Total	\$36.5	-\$82.2	\$525.4	\$479.7

<sup>13</sup> Ibidem note 1

## La filière éolienne au Québec

Le coût total de cette option est de \$479.7 millions. Maintenant comparons cette option avec une option alternative où la production éolienne est réduite d'une même quantité soit 4,300 MWh pour l'année ou 358.3 GWh par mois. Dans un tel cas, Hydro-Québec doit effectuer des achats supplémentaires pour les mois où les achats et les reventes du tableau précédent sont inférieurs à 358.3 GWh; nous allons retenir l'hypothèse que ces achats additionnels sont effectués au même prix que dans le scénario précédent soit \$524.40 par GWh. Par contre, lorsque les reventes du même tableau précédent sont supérieures à 358.3 GWh, Hydro-Québec est en mesure de diminuer ses exportations d'une quantité équivalente.

Tableau 4  
Scénario Suppression éolienne

	GWh		Eolien	
	Achats	Reventes		
Janvier	622	15	0	
Février	549	20	0	
Mars	438	97	0	
Avril	359	336	0	
Mai	0	213	0	
Juin	0	229	0	
Juillet	0	255	0	
Août	0	248	0	
Septembre	0	237	0	
Octobre	0	132	0	
Novembre	371	215	0	
Décembre	499	51	0	
Total	2,840	2,046	0	
	\$ Millions			
	Achats	Reventes	Eolien	Total
Janvier	\$32.6	-\$0.3	\$0.0	\$32.3
Février	\$28.8	-\$0.4	\$0.0	\$28.4
Mars	\$23.0	-\$1.9	\$0.0	\$21.1
Avril	\$18.8	-\$6.6	\$0.0	\$12.3
Mai	\$0.0	-\$4.2	\$0.0	-\$4.2
Juin	\$0.0	-\$4.5	\$0.0	-\$4.5
Juillet	\$0.0	-\$5.0	\$0.0	-\$5.0
Août	\$0.0	-\$4.9	\$0.0	-\$4.9
Septembre	\$0.0	-\$4.6	\$0.0	-\$4.6
Octobre	\$0.0	-\$2.6	\$0.0	-\$2.6
Novembre	\$19.5	-\$4.2	\$0.0	\$15.3
Décembre	\$26.2	-\$1.0	\$0.0	\$25.2
Total	\$148.9	-\$40.1	\$0.0	\$108.8
Différence avec scénario précédent		GWh		
	2,144	-2,150	4,300	4,294
		\$ Millions		
	\$112.4	\$42.1	-\$525.4	-\$370.9

## La filière éolienne au Québec

Ainsi le fait que l'on ne puisse interrompre une production éolienne de 4,300 MWh, soit une quantité équivalente à la production de la centrale TransCanada de Bécancour, entraînera pour la seule année 2013 une perte de \$371 millions compte tenu des caractéristiques du parc de production existant et de la demande soit \$0.086 par kWh éolien produit.

Si Hydro-Québec pouvait diminuer ses achats éoliens de 4,300 MWh, les citoyens du Québec devraient déboursier \$112.4 millions de plus pour se procurer de l'électricité durant les périodes de pointe d'hiver mais ils épargneraient \$483.3 millions que l'on peut considérer comme étant **une subvention aux consommateurs hors Québec (U.S.A., Ontario ou partout où Hydro-Québec exporte) durant les mois d'été, subvention entièrement payées par les citoyens du Québec.**

### 5. Les gaz à effet de serre (GES)

L'analyse précédente nous permet également d'évaluer la contribution de la filière éolienne à la réduction des gaz à effet de serre. Si, comme on vient de le voir, on pouvait suspendre une production éolienne de l'ordre de 4,300 GWh, ceci entraînerait des achats additionnels d'énergie de 2,144 GWh durant les mois d'hiver, et nous allons présumer que cette énergie proviendrait de centrales à gaz conventionnelles ou de centrales au charbon qui émettent beaucoup plus de CO<sub>2</sub> par kWh que ce n'est le cas pour d'autres types de centrales thermiques.

On estime<sup>14</sup> par exemple que, tandis qu'une centrale thermique à cycle combiné comme celle de TransCanada à Bécancour émet 350 grammes de CO<sub>2</sub> par kWh, une centrale à gaz conventionnelle émet environ 650 grammes de CO<sub>2</sub> par kWh tandis que les émissions d'une centrale au charbon peuvent être de l'ordre de 900 grammes par kWh; nous retiendrons dans la présente analyse une moyenne de 775 grammes de CO<sub>2</sub>. Par conséquent, des achats additionnels de l'ordre de 2,144 GWh entraîneraient une production additionnelle de 1,661,600 tonnes de CO<sub>2</sub>.

Compte tenu du fait que la filière éolienne génère une perte de \$370.9 millions, tel qu'estimé au tableau précédent, le coût implicite du CO<sub>2</sub> additionnel est donc de \$223.22 par tonne. Or le prix "spot" d'une tonne de CO<sub>2</sub> se situait à € 7.13 le 24 juillet 2012 sur le European Energy Exchange<sup>15</sup>; en utilisant un taux de change de \$1.23 par €, on obtient un prix "spot" de \$8.77 par tonne. **On ne peut donc que conclure que l'éolien est un moyen extraordinairement (ridicule) coûteux pour réduire les gaz à effet de serre.**

### 6. La nature intermittente de l'éolien

#### 6.1 Aperçu du problème

On m'accusera peut-être d'énoncer une tautologie mais, à moins que l'on soit disposé à déguster la dinde de Noël le 27 ou le 28 ou encore que l'on accepte que les incubateurs

<sup>14</sup> Comparative Carbon Dioxide Emissions from Power Generation, <http://www.world-nuclear.org/education/comparativeco2.html>

<sup>15</sup> <http://www.eex.com/en/Market%20Data/Trading%20Data/Emission%20Rights>

## La filière éolienne au Québec

pour nourrissons prématurés cessent de fonctionner, il faut tenir compte du fait que la filière éolienne ne peut exister seule, qu'il faut se doter d'autres moyens de production pour satisfaire les besoins lorsqu'il ne vente pas. Et aussi lorsqu'il vente trop fort et que l'on doit interrompre le fonctionnement de l'éolienne pour ne pas qu'elle se désintègre. Et aussi lorsqu'il fait trop froid, car à -30 C, tous les contrats éoliens signés par Hydro-Québec autorisent les gestionnaires des parcs éoliens à interrompre la production.

Dans toute comparaison entre l'éolien et d'autres moyens de production, il faut donc tenir compte non seulement de la capacité moyenne du parc éolien mais aussi de sa capacité minimum en période de pointe. Ainsi, pour une capacité nominale de 1 MW, un facteur d'utilisation moyen de 35% donne une capacité de 350 kW ce qui en retour assure une production annuelle moyenne de 3,066,000 kWh (350 kW multiplié par 8,760 heures).

Mais que se passe-t-il si le facteur d'utilisation en période de pointe est de 15% au lieu de 35%? Dans un tel cas la capacité passe à 150 kW et si l'on comptait sur 350 kW, et bien il faut se procurer 200 kW ailleurs dans son propre parc de production ou ailleurs dans le parc de production d'un réseau voisin et ce tant que le vent ne génère pas un facteur d'utilisation d'au moins 35%.

Tant que la capacité du parc éolien est faible soit en valeur absolue, soit en pourcentage de la capacité totale, ou un peu des deux, le problème n'est pas très sérieux; de manière humoristique et simpliste on pourra dire qu'il suffit d'interrompre le fonctionnement de quelques ampoules et le tour est joué.

Mais quand la capacité du parc éolien est en voie d'atteindre 4,000 MW, soit plus de 10% du parc de production d'Hydro-Québec, le problème n'est pas trivial; si l'on s'attendait à un facteur d'utilisation moyen de 35% (1,400 MW) et que dans la réalité on fait face à un taux d'utilisation réel de 15% (600 MW) en période de pointe, et bien il nous manque un 800 MW, soit plus que la capacité de 550 MW de TransCanada Energy à Bécancour et juste un peu moins que la capacité de 836 MW qui était envisagée pour le Suroît.

### 6.2 Estimations d'Hydro-Québec

Nous avons eu accès à quatre études<sup>16 17 18 19</sup> effectuées par Hydro-Québec, études visant à définir les capacités additionnelles requises pour tenir compte de la nature intermittente associée à une capacité éolienne de 3,000 MW. Celle qui a retenu notre attention est la dernière, soit celle intitulée "Impact de la production éolienne sur le service de régulation de la fréquence".

Les conclusions de cette étude sont basées sur la même méthodologie que celle utilisée par la Bonneville Power Authority qui, outre le fait qu'elle est comme Hydro-Québec

<sup>16</sup> Hydro-Québec Distribution, Évaluation de la contribution en puissance de la production éolienne sous contrat avec Hydro-Québec Distribution, Octobre 2009

<sup>17</sup> Hydro-Québec, Institut de Recherche, Évaluation de la provision pour aléas en considérant les erreurs de prévision de la production éolienne, Octobre 2009

<sup>18</sup> Hydro-Québec Distribution, Impact de la production éolienne sur le service de réglage de la production (suivi de la charge), Octobre 2009

<sup>19</sup> Hydro-Québec, Institut de Recherche, Impact de la production éolienne sur le service de régulation de la fréquence, Octobre 2009

## La filière éolienne au Québec

fortement dépendante de l'hydraulique, devait en outre intégrer 3,155 MW de production éolienne, soit une quantité presque identique à celle considérée par Hydro-Québec.

Les conclusions de cette étude sont que pour une capacité éolienne de 3,000 MW, les réserves additionnelles requises seraient de l'ordre de 672 MW soit 22.4% de la capacité éolienne installée. La Bonneville Power Authority arrivait quant à elle dans son propre cas à un résultat de 28% de la capacité éolienne tandis que l'application de la même méthodologie au Manitoba générerait de son côté 26%.

### 6.3 Mesures empiriques au Royaume-Uni

Si les études effectuées par Hydro-Québec sont basées sur de solides méthodologies, elles reposent néanmoins en partie sur des données qui tentent de reconstituer une réalité de 3,000 MW avec des données très partielles basées sur les seuls deux parcs éoliens installés et mesurables au moment de l'étude soit ceux de Baie-des-Sables et L'Anse-à-Valleau. Dans ce contexte il est certainement utile de tenir compte de données réelles d'une étude britannique<sup>20</sup> effectuée sur la production éolienne du Royaume-Uni entre novembre 2008 et décembre 2010 soit 50 mois; la capacité éolienne totale raccordée au "National Grid" était de 3,226 MW à la fin de l'étude.

L'étude de Stuart Young Consulting cherchait à vérifier la véracité des assertions suivantes, assertions qui sont fréquemment admises comme étant "ex cathedra" par les supporteurs de l'éolien:

1. Les éoliennes généreront en moyenne 30% de leur capacité nominale sur une base annuelle.
2. Le vent souffle toujours quelque part.
3. Les périodes de vent faible répandues sur un large territoire sont peu fréquentes.
4. La probabilité qu'une très faible production éolienne coïncide avec une demande d'électricité de pointe est peu élevée.
5. Les réserves hydrauliques pompées durant les périodes où la production éolienne est forte pourront satisfaire les besoins durant les périodes prolongées de faible vent.

Les principaux résultats de l'étude, qui a mesuré la production éolienne par tranches de 5 minutes durant la période considérée, sont les suivants pour chacune des assertions:

1. Les éoliennes ont généré 27.18% de leur capacité nominale en 2009, 21.14% en 2010, et 24.08% pour l'ensemble de la période de 50 mois .
2. Tandis que la capacité installée moyenne durant la période était de 1,600 MW, il est survenu 124 occasions différentes où la génération totale éolienne était de moins de 20 MW.
3. La fréquence et la durée moyenne d'une situation de faible vent entraînant une capacité de 20 MW ou moins était d'une fois à tous les 6.38 jours avec une durée de 4.93 heures.
4. Pour les quatre demandes de pointe les plus élevées de 2010, la production éolienne était respectivement 4.72%, 5.51%, 2.59% et 2.51% de la capacité

<sup>20</sup> Stuart Young Consulting, Analysis of UK Wind Power Generation, November 2008 to December 2010, March 2011

## La filière éolienne au Québec

nominale au moment de la pointe.

5. Et, bien qu'il s'agisse d'une situation très différente de celle du Québec, la capacité totale de réserves pompées au Royaume-Uni est de 2,788 MW pour une durée de 5 heures; cette capacité chute ensuite à 1,060 MW et après 22 heures les réserves hydrauliques sont épuisées.

D'autres résultats de l'étude permettent d'énoncer que le facteur d'utilisation de la capacité nominale éolienne était:

- sous 20% de la capacité dans plus de 50% des occasions;
- sous 10% de la capacité dans plus du tiers des occasions;
- sous les 2.5% de la capacité pour l'équivalent d'un jour sur douze;
- sous les 1.5% de la capacité pour l'équivalent d'un peu moins de 1 jour par mois.

Un autre résultat singulièrement déconcertant concerne les fluctuations brutales de la capacité réelle. Durant le seul mois de mars 2011 il est survenu 6 occasions où l'output a augmenté de plus de 100 MW dans une plage de 5 minutes, la plus forte hausse étant de 166 MW, tandis qu'il est survenu 5 occasions où l'output a diminué de plus de 100 MW dans une plage de 5 minutes, la plus forte baisse étant de 148 MW.

### 6.4 Autres données européennes

On ne peut éviter de mentionner également les résultats d'une étude<sup>21</sup> effectuée par la société de conseillers Pöyry sur les défis que provoqueront l'intermittence dans l'ensemble de l'Europe de l'ouest à l'horizon 2030. Les conclusions de l'étude peuvent être résumées ainsi:

- La production éolienne (et solaire) rendront la production totale de plus en plus variable et les interconnexions entre pays ne pourront guère solutionner ce problème;
- A l'horizon 2030, les prix de gros de l'électricité dans certains pays de l'Europe de l'ouest deviendront très volatils, déterminés par les fluctuations météorologiques à court terme; les pointes de prix deviendront également plus importantes;
- l'importance de la capacité éolienne et solaire et de leur intermittence rendra aussi la génération thermique intermittente, y compris pour les installations qui ne sont pas conçues pour un tel fonctionnement, facteur qui compliquera grandement les décisions d'investissement dans de telles installations thermiques.

### 6.5 Conclusions sur l'intermittence

Toutes ces études démontrent clairement l'extraordinaire inefficacité de l'éolien. En ne retenant à ce stade que les résultats de l'étude d'Hydro-Québec citée précédemment, les réserves additionnelles requises lorsque la capacité de la filière éolienne atteindra 3,350 MW seraient de l'ordre de 750 MW sous l'hypothèse la plus faible (celle d'Hydro-Québec à 22.4% de la capacité éolienne) et pourraient atteindre 938 MW sous l'hypothèse la plus forte (celle de la Bonneville Power Authority à 28% de la capacité éolienne). On parle ici d'une centrale de la taille envisagée pour le Suroît.

<sup>21</sup> Pöyry Energy (Oxford) Ltd, The challenges of intermittency in North West European power markets, March 2011

## La filière éolienne au Québec

### 7. Analyse économique

#### 7.1 Evaluation de la valeur actuelle des pertes associées à l'éolien

L'analyse économique que nous avons effectuée a consisté à déterminer la valeur actuelle des pertes générées par la filière éolienne sur la période 2012 à 2035. La date de 2035 a été retenue parce nous avons retenu l'hypothèse que tous les parcs éoliens sont démantelés 20 ans après leur mise en service<sup>22</sup> ; c'est en présumant que la capacité éolienne soit stoppée à 3,350 MW et que les dernières unités soient mises en service en 2016 que nous obtenons cette date de 2035. Nous estimons que les pertes générées par l'éolien sont de l'ordre de \$0.06 par kWh en en retenant un taux d'actualisation de 4.0% on obtient une valeur actuelle des pertes de l'ordre de \$7.8 milliards, tel qu'illustré au tableau suivant:

**Tableau 5**  
Valeur actuelle des pertes associées à la filière éolienne

Année	Capacité en MW	Production en MWh	Perte en \$ millions	Valeur actuelle \$ millions
2012	1,411.6	4,353,258	\$261.2	\$251.1
2013	2,111.2	6,572,221	\$394.3	\$364.6
2014	2,606.2	8,205,399	\$492.3	\$437.7
2015	2,954.4	9,270,285	\$556.2	\$475.5
2016	3,350.0	10,520,683	\$631.2	\$518.8
2017	3,350.0	10,520,683	\$631.2	\$498.9
2018	3,350.0	10,520,683	\$631.2	\$479.7
2019	3,250.0	10,301,683	\$618.1	\$451.6
2020	3,250.0	10,301,683	\$618.1	\$434.3
2021	3,250.0	10,301,683	\$618.1	\$417.6
2022	3,250.0	10,301,683	\$618.1	\$401.5
2023	3,250.0	10,301,683	\$618.1	\$386.1
2024	3,196.0	10,136,119	\$608.2	\$365.2
2025	3,142.0	9,970,555	\$598.2	\$345.5
2026	3,142.0	9,970,555	\$598.2	\$332.2
2027	2,932.0	9,298,900	\$557.9	\$297.9
2028	2,782.0	8,819,147	\$529.1	\$271.7
2029	2,672.5	8,468,927	\$508.1	\$250.8
2030	2,672.5	8,468,927	\$508.1	\$241.2
2031	2,572.0	8,147,492	\$488.8	\$223.1
2032	1,938.4	6,167,426	\$370.0	\$162.4
2033	1,238.8	3,948,462	\$236.9	\$100.0
2034	743.8	2,315,284	\$138.9	\$56.4
2035	395.6	1,250,398	\$75.0	\$29.3
2036	0.0	0	\$0.0	\$0.0
				\$7,792.8

Nous avons également effectué une simulation pour une plage de pertes variant de \$0.04

<sup>22</sup> Nous nous sommes servi des dates de mise en service du Tableau A-1 à la page 22



## La filière éolienne au Québec

à \$0.09 par kWh et pour des taux d'actualisation variant de 3.5% à 6.5%.

Pour ce qui est de la plage de pertes par kWh, il est possible que nous ayons sous estimé l'impact de l'inflation ou encore des conséquences négatives associées à l'intermittence de l'éolien. D'autre part, il est également possible que les prix du gaz naturel se raffermissent quelque peu, bien que la plupart des experts s'entendent<sup>23 24</sup> pour dire que la production par méthode non conventionnelle (i.e. gaz de schiste) a modifié la donne de façon permanente et que les coûts du gaz naturel en Amérique du Nord sont susceptibles de demeurer faibles et stables sur une très longue période.

Pour ce qui est des taux d'actualisation nous avons retenu une fourchette dont le minimum de 3.5% qui correspond en gros au taux de rendement des obligations de différentes provinces canadiennes pour des échéances de 25 ans ou plus. Pour ce qui est de la plage supérieure (5.00% à 6.50%), celle-ci correspondrait en gros au coût du capital prospectif d'Hydro-Québec dont le mécanisme de calcul est décrit dans le document ci-dessous<sup>25</sup>. Le tableau suivant reproduit les données soumises en août 2011 ainsi que des données mises à jour en août 2012 par l'auteur compte tenu du fait que les obligations à long terme (2031 à 2050) d'Hydro-Québec procurent actuellement un rendement d'environ 3.5%<sup>26</sup> tandis que les taux d'intérêt à court terme (3 à 6 mois) sont actuellement de l'ordre de 0.8%.

Tableau 6  
Coût du capital prospectif  
Hydro-Québec 2011 et estimations de l'auteur pour 2012

	Structure	Taux Août 2011	Pondéré	Taux Août 2012	Pondéré
Capitaux empruntés					
Dette fixe 30 ans	80%	5.382%	4.306%	3.500%	2.800%
Dette court terme 3 mois	20%	2.677%	0.535%	0.800%	0.160%
Frais garantie et émission		0.560%	0.560%	0.560%	0.560%
Taux prospectif dette			5.401%		3.520%
Pourcentage dette	65%		3.511%		2.288%
Avoir propre	35%	7.637%	2.673%	7.637%	2.673%
Coût capital prospectif			6.184%		4.961%

Les résultats de cette simulation sont présentés au tableau suivant.

<sup>23</sup> International Energy Agency, Are We Entering A Golden Age Of Gas?, Special Report, World Energy Outlook 2011

<sup>24</sup> Couture Pierre, Hydro-Québec devrait oublier la réfection de Gentilly-2, prévient un économiste, Le Soleil, 14 août 2012

<sup>25</sup> Hydro-Québec Distribution, Politique financière et coût du capital pour 2012, Demande R-3776-2011 soumise à la Régie de l'Énergie, Août 2011

<sup>26</sup> BMO Ligne d'Action, Taux de rendement annuel sur des obligations d'Hydro-Québec dont l'échéance varie entre 2031 et 2050, 2 août 2012

## La filière éolienne au Québec

Tableau 7  
Valeur actuelle des pertes en \$ milliards générée par la filière éolienne  
En fonction de la perte par kWh et du taux d'actualisation  
Période de 2012 à 2036

Pertes par kWh	\$0.04	\$0.05	\$0.06	\$0.07	\$0.08	\$0.09
Taux d'actualisation						
3.50%	\$5.5	\$6.8	\$8.2	\$9.6	\$10.9	\$12.3
4.00%	\$5.2	\$6.5	\$7.8	\$9.1	\$10.4	\$11.7
4.50%	\$5.0	\$6.2	\$7.4	\$8.7	\$9.9	\$11.1
5.00%	\$4.7	\$5.9	\$7.1	\$8.3	\$9.4	\$10.6
5.50%	\$4.5	\$5.6	\$6.8	\$7.9	\$9.0	\$10.1
6.00%	\$4.3	\$5.4	\$6.5	\$7.5	\$8.6	\$9.7
6.50%	\$4.1	\$5.2	\$6.2	\$7.2	\$8.2	\$9.3

### 7.2 Création d'emplois

Le tableau ci-dessous décrit les hypothèses de création d'emploi, en personnes années, retenues par la société Hélimax<sup>27</sup> dans le cadre d'une étude datant de 2004 et analysant un scénario d'une capacité éolienne de 4,000 MW et d'une production de 12.26 TWh.

Tableau 8  
Prévision Hélimax de la création d'emplois en personnes années  
Construction en MW et exploitation en TWh

Effets	Pers. / année par MW	Pers. / année par TWh
Directs	1.230	30.333
Indirects	7.977	53.816
Induits	2.078	23.728
Totaux	11.285	107.877

A noter tout d'abord que ces hypothèses contiennent une erreur méthodologique fatale en ce sens qu'en incluant les effets indirects et induits, l'analyse ne tient pas compte du coût d'opportunité, c'est-à-dire du fait que tout cet argent investi dans l'éolien aurait pu être dépensé ailleurs, ce qui aurait aussi généré des effets indirects et induits; l'utilisation de telles hypothèses constitue d'ailleurs à notre avis une utilisation particulièrement perverse et abusive du modèle intersectoriel du Québec.

Néanmoins, même en retenant de telles hypothèses, le tableau suivant, qui utilise les données du tableau précédent ainsi que celles du tableau 5, indique que la moyenne annuelle du nombre d'emplois générés par la filière éolienne sur la période 2012 à 2035 serait de 2,101 emplois. Compte tenu du fait que les pertes générées par la filière éolienne sont estimées à \$7.8 milliards, il en résulte que ces 2,101 emplois créés coûtent à la collectivité québécoise plus de \$3.7 millions par emploi. De plus, si l'on s'en tenait, correctement du point de vue méthodologique, à la seule création d'emplois directs, le coût pour la collectivité québécoise associé à chacun des quelques 383 emplois directs créés atteint la somme absurde de \$20.4 millions par emploi.

<sup>27</sup> Hélimax Energie Inc., Etude sur l'évaluation du potentiel éolien, de son prix de revient et des retombées économiques pouvant en découler au Québec, 2004

## La filière éolienne au Québec

Tableau 9  
Création d'emplois selon les hypothèses Hélimax incluant  
les effets directs, indirects et induits ainsi que les données du Tableau 5

Année	Puissance en MW	Addition en MW	Energie en TWh	Construction	Exploitation	Total
				Pers. / an.	Pers. / an.	
2012	1,411.6	633.6	4.35	7,150	470	7,619
2013	2,111.2	699.6	6.57	7,895	709	8,604
2014	2,606.2	495.0	8.21	5,586	885	6,471
2015	2,954.4	348.2	9.27	3,929	1,000	4,929
2016	3,350.0	395.6	10.52	4,464	1,135	5,599
2017	3,350.0	0.0	10.52	0	1,135	1,135
2018	3,350.0	0.0	10.52	0	1,135	1,135
2019	3,250.0	0.0	10.30	0	1,111	1,111
2020	3,250.0	0.0	10.30	0	1,111	1,111
2021	3,250.0	0.0	10.30	0	1,111	1,111
2022	3,250.0	0.0	10.30	0	1,111	1,111
2023	3,250.0	0.0	10.30	0	1,111	1,111
2024	3,196.0	0.0	10.14	0	1,093	1,093
2025	3,142.0	0.0	9.97	0	1,076	1,076
2026	3,142.0	0.0	9.97	0	1,076	1,076
2027	2,932.0	0.0	9.30	0	1,003	1,003
2028	2,782.0	0.0	8.82	0	951	951
2029	2,672.5	0.0	8.47	0	914	914
2030	2,672.5	0.0	8.47	0	914	914
2031	2,572.0	0.0	8.15	0	879	879
2032	1,938.4	0.0	6.17	0	665	665
2033	1,238.8	0.0	3.95	0	426	426
2034	743.8	0.0	2.32	0	250	250
2035	395.6	0.0	1.25	0	135	135
Total en personnes / années				29,024	21,406	50,430
Moyenne annuelle 2012-2035				1,209	892	2,101
Coût par emploi créé effets totaux						\$3,708,662

De fait, lorsque la construction des parcs sera complétée en 2016, on aura droit à une période de 11 ans environ, soit de 2016 à 2026, où la production d'énergie sera de l'ordre de 10 TWh et où les seuls emplois générés par la filière éolienne seront les emplois directs associés à l'exploitation des parcs; en utilisant les données d'Hélimax qui évaluent la création d'emplois à raison de 30.333 emplois par TWh, on obtient une plage de 300 à 320 emplois permanents. Comme on s'attend à ce que la filière éolienne génère des pertes annuelles de l'ordre de \$600 millions durant cette période, chacun de ces 300 quelques emplois coûtera à la société québécoise un montant annuel de \$2 millions.

**On ne peut donc que conclure que toute tentative visant à justifier l'éolien au nom de la création d'emplois est carrément absurde.**

### 8. Conclusions

Les conclusions découlant de notre analyse de la filière éolienne au Québec sont présentées ci-dessous:

- Le Québec pouvait, jusqu'à tout récemment, se décrire non seulement comme l'un des producteurs ayant les plus faibles coûts de production d'électricité sur la planète mais un de ceux dont les coûts étaient les plus prévisibles, deux attraits qui constituent un formidable aimant pour des clients consommateurs d'électricité, gros ou petits.
- La filière éolienne est en train de détruire cet avantage comparatif, non seulement en provoquant une hausse significative des coûts de production d'électricité mais en introduisant de plus l'élément aléatoire par excellence, soit la météo, qui rendra les coûts de plus en plus volatils.
- Les bénéficiaires de ces coûts accrus et de cette volatilité sont les consommateurs hors Québec car, confrontée à d'importants surplus, surtout lors des périodes creuses d'été, Hydro-Québec devra exporter toute cette électricité éolienne à perte.
- Selon les études mêmes d'Hydro-Québec ainsi que selon des données réelles associées à l'expérience européenne, des réserves additionnelles de l'ordre de 750 MW à 938 MW seront requises lorsque la capacité nominale éolienne atteindra 3,350 MW en 2016; la filière éolienne est donc non seulement coûteuse mais aussi singulièrement inefficace.
- Pendant la période 2016 à 2026, soit une période de 11 ans pendant laquelle Hydro-Québec devra acquérir annuellement environ 10 TWh d'énergie éolienne ou plus, les pertes annuelles moyennes associées à ces achats seront de l'ordre de \$617 millions; de telles pertes pourraient représenter environ 23% du bénéfice annuel moyen de \$2,713 millions associé au 5 années allant de 2007 à 2011. Comparées au dividende moyen de \$2,072 millions pour la même période, les pertes associées à la filière éolienne pourraient être de l'ordre de près de 30% de ce dividende.
- La filière éolienne est tout aussi injustifiable sur le plan de la réduction des gaz à effet de serre que sur le plan de la création d'emplois; elle est ridiculement coûteuse dans le premier cas et tout simplement absurde dans le second.
- La "maladie Don Quichotte" est le qualificatif que nous avons donné à ce syndrome masochiste qui nous a fait se doter d'un mode de production tout aussi inefficace que coûteux. Et il s'agit d'un syndrome collectif puisque, comme nous l'avons démontré, ce sont les "ayatollah de la verdoyance" des deux principaux partis politiques qui en ont fait la promotion.
- De par la Loi, Hydro-Québec est présentement soumise aux caprices et fantaisies du pouvoir politique en place qui, outre ses propres faiblesses, peut aussi être influencé par une variété de groupuscules tout aussi bruyants que mal informés. Les recherches effectuées dans le cadre du présent document nous ont permis de

## La filière éolienne au Québec

découvrir qu'Hydro-Québec doit s'adresser à la Régie de l'Énergie (le bras armé du parti au pouvoir) pour des choses aussi banales que la construction d'édifices. Un mandat clair et simple, comme par exemple celui de s'assurer que le Québec demeure le ou un des producteurs à plus faibles coûts sur la planète, accompagné d'une comparution annuelle d'une semaine au sein d'une commission parlementaire, feraient très bien l'affaire et permettraient probablement d'éviter de tels désastres.

- A plus court terme, les projets visant à ajouter un autre 750 MW de capacité éolienne devraient faire l'objet d'une sobre évaluation par le parti politique qui remportera les élections de septembre 2012 et d'un enterrement discret suite à cette évaluation.
- Egalement à court terme, nous estimons que sur le 3,350 MW de puissance que nous avons utilisé dans notre analyse, il y a 14 projets, représentant 768 MW de puissance et 2.4 TWh d'énergie qui sont encore à l'étape de projet, dont la construction n'a pas encore débuté; l'annulation de tels projets, accompagnée s'il le faut de généreuses primes d'annulation, devrait être envisagée dans les meilleurs délais.
- Nous entretenons cependant un mince espoir soit celui que le facteur d'utilisation réel de tous ces moulins à vent soit beaucoup plus faible que le facteur moyen de 35% retenu par les promoteurs; dans un tel cas les achats obligatoires d'Hydro-Québec pourraient être beaucoup moins importants ce qui ferait épargner à la collectivité des centaines de millions de \$ par année.

En terminant, je prend un certain plaisir à citer un extrait d'un texte de l'ex-ministre péquiste Jacques Brassard paru dans son blogue ainsi que dans le Journal de Québec le 25 mai 2012. Monsieur Brassard terminait ce texte en écrivant: "La dérive écolo de la classe politique est une calamité économique pour le Québec."

Je ne pourrais être plus en accord avec cette affirmation.

## La filière éolienne au Québec

Tableau A-1  
Caractéristiques des projets éoliens en service, en construction et projetés

Projet	Cap MW	Prod MWh	Prix MWh	Coût \$M	MES (2)	Contrat (3)
Le Nordais (1) (4)	100.0	219,000	\$85.00	\$18.6	1999	GAG
Mont Copper (1) (4)	54.0	165,564	\$90.00	\$14.9	2004	GAG
Mont Miller (1) (4)	54.0	165,564	\$90.00	\$14.9	2005	GAG
Baie-des-Sables (1) (4)	109.5	350,220	\$95.00	\$33.3	2007	AO-1
L'Anse-à-Valleau (1) (4)	100.5	321,435	\$95.00	\$30.5	2007	AO-1
St-Ulric-St-Léandre (1) (4)	150.0	479,753	\$95.00	\$45.6	2008	AO-1
Carleton (1) (4)	109.5	350,220	\$95.00	\$33.3	2009	AO-1
Mont-Louis (1) (4)	100.5	321,435	\$95.00	\$30.5	2011	AO-1
De L'Érable (5)	100.0	312,987	\$119.92	\$37.5	2012	AO-2
Des Moulins (5)	156.0	471,457	\$89.10	\$42.0	2012	AO-2
Gros-Morne Phase 1 (1) (5)	100.5	321,435	\$95.00	\$30.5	2012	AO-1
Le Plateau (5)	138.6	400,457	\$113.20	\$45.3	2012	AO-1
Montagne-Sèche (1) (4)	58.5	187,104	\$95.00	\$17.8	2012	AO-1
Saint-Robert-Bellarmin (5)	80.0	286,627	\$89.80	\$25.7	2012	AO-2
Gros-Morne Phase 2 (1) (5)	111.0	355,018	\$95.00	\$33.7	2013	AO-1
Lac-Alfred Phase 1 (5)	150.0	538,740	\$84.00	\$45.3	2013	AO-2
Massif-du-Sud (5)	150.0	543,996	\$82.40	\$44.8	2013	AO-2
Montérégie (Saint-Rémi) (5)	101.2	274,100	\$105.50	\$28.9	2013	AO-2
New Richmond (5)	67.8	178,690	\$105.56	\$18.9	2013	AO-2
Seigneurie de Beaupré-4 (6)	69.0	184,500	\$106.50	\$19.6	2013	AO-2
Témiscouata II (6)	50.6	143,920	\$108.10	\$15.6	2013	AO-2
Lac-Alfred Phase 2 (5)	150.0	538,740	\$84.00	\$45.3	2014	AO-2
Le Plateau-2 (6)	23.0	58,659	\$129.00	\$7.6	2014	AO-3
Saint-Damase (6)	24.0	86,479	\$90.90	\$7.9	2014	AO-3
Seigneurie de Beaupré-2 (5)	132.7	433,000	\$98.09	\$42.5	2014	AO-2
Seigneurie de Beaupré-3 (5)	140.7	448,700	\$102.68	\$46.1	2014	AO-2
Viger-Denonville (6)	24.6	67,600	\$138.57	\$9.4	2014	AO-3
La Mitis (6)	24.6	77,600	\$133.90	\$10.4	2015	AO-3
Le Granit (6)	24.6	72,300	\$135.90	\$9.8	2015	AO-3
Rivière-du-Moulin (6)	150.0	489,986	\$90.50	\$44.3	2015	AO-2
Saint-Philémon (6)	24.0	79,000	\$94.17	\$7.4	2015	AO-3
Témiscouata (6)	25.0	81,000	\$117.70	\$9.5	2015	AO-3
Vents du Kempt (6)	100.0	265,000	\$93.65	\$24.8	2015	AO-2
Clermont (6)	74.0	260,592	\$93.50	\$24.4	2016	AO-2
Frampton (6)	24.0	80,224	\$132.40	\$10.6	2016	AO-3
La Côte-de-Beaupré (6)	25.0	68,500	\$127.65	\$8.7	2016	AO-3
Pierre-De Saurel (6)	24.6	51,500	\$125.00	\$6.4	2016	AO-3
Rivière-du-Moulin (6)	200.0	653,314	\$90.50	\$59.1	2016	AO-2
Saint-Cyprien (6)	24.0	70,492	\$125.00	\$8.8	2016	AO-3
Val-Éo (6)	24.0	65,776	\$112.81	\$7.4	2016	AO-3
Total	3,350.0	10,520,683	\$96.74	\$1,017.8		

Source: Hydro-Québec

(1) Les données sur la production et le prix en MWh sont confidentielles et ont fait l'objet d'estimations

(2) MES = Mis en service

(3) GAG = Gré à Gré, AO-1 = Appel d'offres 12 mai 2003, AO-2 = Appel d'offres 31 octobre 2005, AO-3 = Appel d'offres 30 avril 2009

(4) En service

(5) En construction

(6) Projet

## Liste des tableaux

	Page
1 Valeur actuelle des pertes en \$ milliards générée par la filière éolienne en fonction de la perte par kWh et du taux d'actualisation, Période de 2012 à 2036	5
2 Evolution prévue de la capacité, de l'énergie et des coûts de la filière éolienne	8
3 Scénario Suppression Bécancour	10
4 Scénario Suppression éolienne	11
5 Valeur actuelle des pertes associées à la filière éolienne	16
6 Coût du capital prospectif, Hydro-Québec 2011 et estimations de l'auteur pour 2012	17
7 Valeur actuelle des pertes en \$ milliards générée par la filière éolienne en fonction de la perte par kWh et du taux d'actualisation, Période de 2012 à 2036	18
8 Prévision Hélimax de la création d'emplois en personnes années, Construction en MW et exploitation en TWh	18
9 Création d'emplois selon les hypothèses Hélimax incluant les effets directs, indirects et induits ainsi que les données du tableau 5	19
A-1 Caractéristiques des projets éoliens en service, en construction et projetés	21

## Références

Baril Hélène, La Presse, Les éoliennes ne tiennent pas leurs promesses, 27 avril 2004

Bryce Robert, The Wall Street Journal, Windmills Are Killing Our Birds, One standard for oil companies, another for green energy sources, September 7, 2009

Constable John, Moroney Lee, Renewable Energy Foundation, The Probable Cost of UK Renewable Electricity Subsidies 2002 to 2030, June 2011

Constable John, Moroney Lee, Renewable Energy Foundation, The UK Feed-In Tariff for Renewable Electricity, Performance in the First Year 2010-2011, May 2011

Constable John, Moroney Lee, Renewable Energy Foundation, High Rewards for Wind Farms Discarding Electricity 5-6 April 2011, May 2011

Constable John, Moroney Lee, Renewable Energy Foundation, Renewables Output in 2010, April 2011

Côté Charles, Lessard Denis, La Presse, 22 congrégations opposées au Suroît, 5 février, 2004

Cousineau Sophie, La Presse, Du gaz dans l'eau, 4 juillet, 2012

Couture, Toby D., E3 Analytics, FIT's and Stops: Spain's New Renewable Energy Plot Twist & What It All Means, Analytical Brief, Volume 4, Issue 1, March 2012

Couture, Toby D., E3 Analytics, Spain Imposes "Temporary" Halt to New Renewable Energy and Co-generation Projects, RenewableEnergyWorld.com, April 2012

Couture, Toby D., E3 Analytics, Boom, Busts and Retroactive Cuts: Spain's RE Odyssey, Analytical Brief, Volume 3, Issue 1, February 2011

Couture, Toby D., E3 Analytics, Feed-In Tariffs , Analytical Brief, Volume 1, Issue 1, February 2010

Couture, Toby D., E3 Analytics, Natural Gas An Unconventional Story, Analytical Brief, Volume 2, Issue 1, March 2010

Couture, Toby D., E3 Analytics, Penny-foolish or Pound-wise: The Case of Renewable Electricity Policy , Analytical Brief, Volume 2, Issue 2, October 2010

Dunsky P. Expertise Conseil, La centrale du Suroît, l'efficacité énergétique et l'énergie éolienne: analyse comparative des options, Juin 2004

Energy Information Administration, AEO 2012 Early Release Overview , January 2012

Energy Information Administration, Levelized Cost of New Generation Resources



## La filière éolienne au Québec

in the Annual Energy Outlook 2012 , January 2012

Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2011 With Projections To 2035 , April 2011

Energy Information Administration, Levelized Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2011 , December 2010

Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2010 With Projections To 2035 , April 2010

European Wind Energy Association (EWEA), Wind Power Economics, Sans date

Gallant Parker, Ontario's Power Trip: Power Dumping, Financial Post, July 20, 2009

Gazette Officielle du Québec, Décret 521-2009, Loi sur la Régie de l'énergie, Règlement modifiant le Règlement sur un bloc de 250 MW d'énergie éolienne issu de projets autochtones, Mai 2009

Gazette Officielle du Québec, Décret 520-2009, Loi sur la Régie de l'énergie, Energie éolienne, Bloc de 250 MW issu de projets autochtones, Modification, Mai 2009

Gazette Officielle du Québec, Décret 180-2009, Loi sur la Régie de l'énergie, Energie éolienne, Bloc de 250 MW issu de projets communautaires, Modification, Mars 2009

Gazette Officielle du Québec, Décret 179-2009, Loi sur la Régie de l'énergie, Energie éolienne, Bloc de 250 MW issu de projets communautaires, Modification, Mars 2009

Gazette Officielle du Québec, Décret 926-2005, Loi sur la Régie de l'énergie, Second bloc d'énergie éolienne, Octobre 2005

Gazette Officielle du Québec, Décret 352-2003, Loi sur la Régie de l'énergie, Energie éolienne et énergie produite avec de la biomasse, Mars 2003

Global Wind Energy Council, Global Wind Report, Annual Market Update 2010, April 2011

Hélimax Energie Inc., Etude sur l'évaluation du potentiel éolien, de son prix de revient et des retombées économiques pouvant en découler au Québec, 2004

Hunt Gary, OilPrice.com, How the US Shale Boom Will Change the World, February 15, 2012

Hughes Gordon, Why is Wind Power so Expensive, An Economic Analysis, Global Warming Policy Foundation, 2012

Hughes Gordon, The Myth of Green Jobs, Global Warming Policy Foundation, August 2011

## La filière éolienne au Québec

Hydro-Québec, Plan stratégique 2009-2013, 3e trimestre 2009

Hydro-Québec, Prévision des ventes 2011-2012, Demande R-3776-2011 soumise à la Régie de l'Énergie, Août 2011

Hydro-Québec, Profil financier 2010-2011, Mars 2011

Hydro-Québec, Rapport Annuel 2011, 1er trimestre 2012

Hydro-Québec, Rapport Annuel 2010, 1er trimestre 2011

Hydro-Québec, Rapport sur le développement durable 2011, 1er trimestre 2012

Hydro-Québec, Rapport sur le développement durable 2010, 1er trimestre 2011

Hydro-Québec Distribution, Les 37 contrats éoliens conclus par Hydro-Québec Distribution peuvent être téléchargés à l'adresse suivante:  
[http://www.hydroquebec.com/distribution/fr/marchequebecois/parc\\_eoliens.html#](http://www.hydroquebec.com/distribution/fr/marchequebecois/parc_eoliens.html#)

Hydro-Québec Distribution, Demande d'approbation de la suspension des activités de production d'électricité de la centrale de Bécancour pour l'année 2013, Demande R-3803-2012 soumise à la Régie de l'Énergie, Juin 2012

Hydro-Québec Distribution, Demande d'approbation de la suspension des activités de production d'électricité de la centrale de Bécancour pour l'année 2012, Demande R-3765-2011 soumise à la Régie de l'Énergie, Juin 2011

Hydro-Québec Distribution, Demande d'approbation de la suspension des activités de production d'électricité de la centrale de Bécancour pour l'année 2011, Demande R-3734-2010 soumise à la Régie de l'Énergie, Juin 2010

Hydro-Québec Distribution, Demande d'approbation de la suspension des activités de production d'électricité de la centrale de Bécancour pour l'année 2010, Demande R-3704-2009 soumise à la Régie de l'Énergie, Juin 2009

Hydro-Québec Distribution, Demande d'approbation du protocole d'entente visant la suspension temporaire des activités de production d'électricité à la centrale de Bécancour et de l'entente finale entre Hydro-Québec distribution et TransCanada Energy, Juillet 2008

Hydro-Québec Distribution, Etat d'avancement 2009 du plan d'approvisionnement 2008-2017, 30 octobre 2009

Hydro-Québec Distribution, Evaluation de la contribution en puissance de la production éolienne sous contrat avec Hydro-Québec Distribution, Octobre 2009

Hydro-Québec Distribution, Impact de la production éolienne sur le service de réglage de la production (suivi de la charge), Octobre 2009

Hydro-Québec Distribution, Plan d'approvisionnement 2011-2020, Réseau intégré,

## La filière éolienne au Québec

Demande R-3748-2010 soumise à la Régie de l'Énergie, Novembre 2010

Hydro-Québec Distribution, Plan d'approvisionnement 2011-2020, Annexes, Demande R-3748-2010 soumise à la Régie de l'Énergie, Novembre 2010

Hydro-Québec Distribution, Politique financière et coût du capital pour 2012, Demande R-3776-2011 soumise à la Régie de l'Énergie, Août 2011

Hydro-Québec, Institut de recherche, Evaluation de la provision pour aléas en considérant les erreurs de prévision de la production éolienne, Octobre 2009

Hydro-Québec, Institut de recherche, Impact de la production éolienne sur le service de régulation de la fréquence, Octobre 2009

Hydro-Québec Production, Equipements de production et autres sources d'approvisionnements, <http://www.hydroquebec.com/production/index.html>

International Energy Agency, Are We Entering A Golden Age Of Gas?, Special Report, World Energy Outlook 2011

Khadir Amir, Perreau Yann, de Gheldere Alexis, La Presse, Pourquoi vendre notre électricité à perte?, 4 octobre 2011

Kreycik Claire E., Couture, Toby D, Cory Karlynn S., Procurement Options for New Renewable Electricity Supply National Renewable Energy Laboratory, December 2011

Motovalli Jim, The New York Times, Natural Gas Signals a "Manufacturing Renaissance", April 10, 2012

Pöyry Energy (Oxford) Ltd, The challenges of intermittency in North West European power markets, The impacts when wind and solar deployment reach their target levels, Extracted from a major Pöyry Study, March 2011

Pöyry Energy (Oxford) Ltd, Impact of Intermittency, How Wind Variability Could Change the Shape of the British and Irish Electricity Markets, July 2009

Ressources naturelles et de la faune (Ministère des), Gouvernement du Québec, L'énergie pour construire le Québec de demain, La stratégie énergétique du Québec 2006-2015, 2006

Sharman Hugh, Why Wind Power Works For Denmark, Proceeding of ICE, June 2005

Smil Vaclav, A Skeptic Looks at Alternative Energy - IEEE Spectrum, July 2012

Statistiques Canada, Indices des prix de l'industrie, Avril 2012

Stinson Scott, Alleged health risks not the biggest threat to Ontario's wind energy plans, National Post, July 10, 2012

## La filière éolienne au Québec

Stuart Young Consulting, Analysis of UK Wind Power Generation, November 2008 to December 2010, March 2011

Vallières Martin, La Presse, Le Suroît: L'essor des centrales au gaz risque de provoquer une crise, 29 janvier 2004

Vandal Thierry, Le Devoir, Oui, la centrale du Suroît est nécessaire, 3 février, 2004

Wikipédia, Projet du Suroît, Dernière révision 17 mars, 2012

World Nuclear Association, Comparative Carbon Dioxide Emissions from Power Generation, <http://www.world-nuclear.org/education/comparativeco2.html>