

R-3775-2011  
C-SE-AQLPA-0013

Hydro-Québec Distribution

---

**Évaluation de la contribution en puissance  
de la production éolienne  
sous contrat avec Hydro-Québec Distribution**

---

EXTRAITS

Régie de l'énergie
DOSSIER: R-3775-2011
DÉPOSÉE EN AUDIENCE
Date: 30 NOVEMBRE 2011
Pièces n°: C-SE-AQLPA-0013

Octobre 2009



**TABLEAU 1**  
**Localisation des parcs éoliens des deux premiers appels d'offres**  
**et regroupement en fonction des régions de transport<sup>1</sup>**

Nom du projet	Région administrative	Région de transport où le projet est raccordé
<b>1er Appel d'offres</b>		
Parc de Baie-des-Sables	Bas-Saint-Laurent	Québec Centre
Parc éolien de Saint-Ulric	Bas-Saint-Laurent	Québec Centre
Parc de L'Anse-à Valteau	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Québec Centre
Parc éolien de Carleton	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Québec Centre
Parc des Méchins	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Québec Centre
Parc éolien Mont-Louis	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Québec Centre
Parc éolien de Montagne Sèche	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Québec Centre
Parc éolien de Gros-Morne	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Québec Centre
<b>2e Appel d'offres</b>		
Parc éolien du Lac Alfred	Bas-Saint-Laurent	Québec Centre
Parc éolien Bas-Saint-Laurent (Ste-Luce)	Bas-Saint-Laurent	Québec Centre
Parc éolien Vents du Kempt	Bas-Saint-Laurent	Québec Centre
Centre d'énergie éolienne Le Plateau	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Québec Centre
Parc éolien New Richmond	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Québec Centre
Parc éolien de Clermont	Capitale-Nationale	Québec Centre
Parc éolien de la Seigneurie de Beaupré 2	Capitale-Nationale	Québec Centre
Parc éolien de la Seigneurie de Beaupré 3	Capitale-Nationale	Québec Centre
Parc éolien de l'Érable	Centre-du-Québec	Québec Centre
Parc éolien Massif du sud	Chaudière-Appalaches	Québec Centre
Parc éolien des Moulins	Chaudière-Appalaches	Québec Centre
Parc éolien de la Rivière du Moulin	Saguenay-Lac-St-Jean	Baie-James
Parc éolien d'Aguanish	Côte-Nord	Manicouagan
Parc éolien Montérégie (St-Rémi)	Montérégie	Montréal
Parc éolien Saint-Valentin	Montérégie	Montréal

## 4.2 Analyse spécifique de la production éolienne lors des 14 événements historiques

Au cours des études sur la contribution en puissance des éoliennes, les premiers résultats se sont avérés particulièrement sensibles aux données de production éolienne pendant les événements de pointe historiques responsables de la majorité des délestages simulés par les modèles. Quatorze (14) événements de ce type ont été recensés.

Afin d'obtenir des évaluations plus robustes, Hydro-Québec a entrepris des démarches afin d'accroître la précision des données de production éolienne utilisées, particulièrement pendant les périodes critiques pour ce type d'analyse. À cet effet, un projet de recherche a été lancé, en partenariat avec

<sup>1</sup> La définition des régions de transport utilisée est identique à celle qui figure dans les attestations de fiabilité produites à la Régie de l'énergie et au NPCC. Voir à cet effet, la revue triennale produite pour la zone de contrôle du Québec (réf. 18, page 8).

Environnement Canada, afin de simuler les conditions météorologiques sur les sites de production, lors des 14 pointes historiques recensées entre 1971 et 2006.

Cet exercice a d'abord été réalisé pour une période témoin hivernale où étaient disponibles de manière concomitante des données réelles aux mâts de mesure des parcs éoliens et des données de simulation d'Hélimax. L'écart type de l'erreur des séries générées par les modèles de prévision d'Environnement Canada (GEM 2.5) s'est avéré plus faible que celui des séries générées par Hélimax. Alors que l'écart type de l'erreur de prévision des séries d'Hélimax est de 3,5 mètres/seconde, celui des séries générées par GEM 2.5 s'établissait à 2,1 m/s. L'analyse détaillée pour chacun des parcs révèle que l'erreur oscille entre 2,3 et 5 m/s dans le cas des simulations d'Hélimax et entre 1,7 et 3 m/s dans le cas du modèle GEM 2.5. Il est donc possible de réduire l'écart type de l'erreur de 37 % en utilisant le modèle GEM 2.5 d'Environnement Canada.

Malheureusement, il serait impossible, à cause des exigences en matière de temps de calcul requis, d'utiliser les modèles d'Environnement Canada pour simuler la production éolienne sur l'ensemble de la période de 36 ans. Son utilisation a donc été limitée aux 14 périodes les plus critiques pour l'analyse de la contribution en puissance.

Une comparaison de la production éolienne pendant les 14 pointes exceptionnelles obtenue par Hélimax et par le modèle GEM 2.5 d'Environnement Canada, figure au tableau 2. Ainsi, les résultats sont significativement différents. Cette différence peut être attribuée à la méthodologie utilisée par Hélimax qui utilise principalement les données de surface à 10 mètres d'altitude, qui peuvent par ailleurs être parfois éloignées des sites de production éolienne.

**TABLEAU 2**  
**Comparaison Hélimax Environnement Canada pour**  
**les 14 pointes historiques**

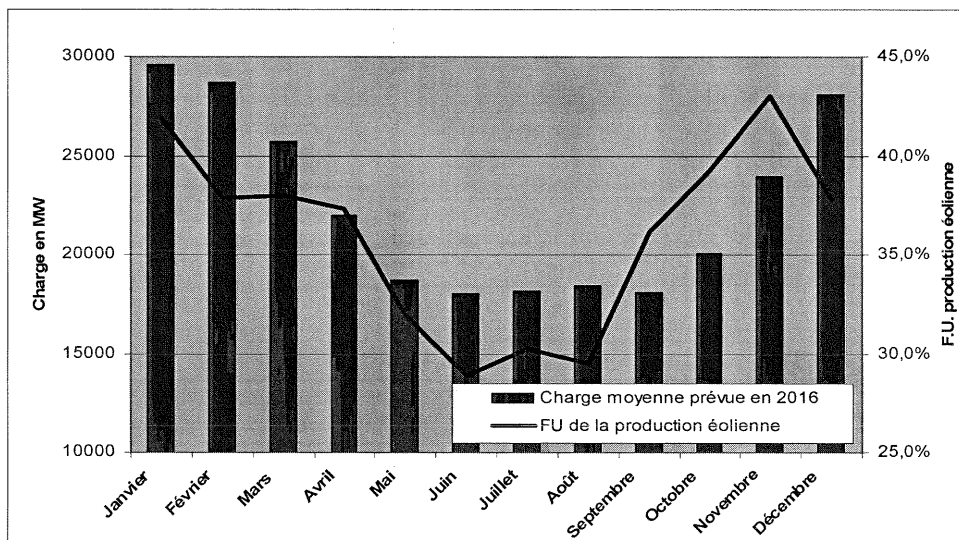
	Moment de la pointe	FU (%) Hélimax	FU (%) GEM 2.5	Écart Hélimax / GEM 2.5
1	04-janv-81 PM	11,0	20,7	+ 9,7
2	15-janv-04 PM	46,5	42,4	- 4,1
3	03-janv-81 PM	31,3	36,2	+ 5,0
4	16-janv-94 AM	43,5	44,7	+ 1,2
5	23-janv-76 AM	66,4	59,1	- 7,3
6	06-févr-95 PM	56,8	34,3	- 22,6
7	24-janv-76 AM	52,8	41,2	- 11,6
8	11-janv-81 PM	89,9	85,9	- 4,0
9	27-janv-94 AM	14,5	5,3	- 9,2
10	17-janv-82 PM	19,4	21,2	+ 1,9
11	16-janv-04 AM	57,0	48,8	- 8,2
12	16-janv-92 PM	60,2	60,4	+ 0,2
13	15-janv-94 PM	68,9	49,4	- 19,5
14	25-déc-80 PM	37,1	37,6	+ 0,5
<b>Moyenne FU (14 pointes)</b>		<b>46,8</b>	<b>42,0</b>	<b>- 4,9</b>

Par ailleurs, il est intéressant de noter que, l'ensemble des données simulées prennent en considération les arrêts de production pour températures froides. Ces arrêts sont responsables de pertes de production importantes pendant les 14 pointes historiques, surtout dans le cas des parcs éoliens situés hors du territoire de la Gaspésie. Ainsi, les FU moyens sans les pertes de production par temps froid s'établiraient à 75 % (au lieu de 46,8 %) dans le cas des simulations d'Hélimax et à 67 % (au lieu de 42 %) avec l'utilisation de GEM 2.5. En résumé, les conditions de vent sont le plus souvent très bonnes au moment des 14 pointes de charge, mais l'effet des températures extrêmes engendre une diminution importante du FU.

### 4.3 Observations générales sur les séries historiques de production éolienne

Les profils mensuel et horo-journalier de la production éolienne et de la charge de 2016 sont présentés aux figures 2 et 3 ci-dessous. Les principales observations tirées de l'analyse de ces profils sont les suivantes :

- la production éolienne diffère de manière importante d'un mois à l'autre et elle est plus élevée durant les mois d'hiver;
- les profils mensuels de la production éolienne et de la charge sont étroitement rapprochés;
- la production éolienne est plus élevée la nuit alors que la charge est plus basse.



**Figure 2**  
**Comparaison de la production éolienne et de la charge québécoise**

Le phénomène voulant que la production éolienne soit plus forte durant les mois d'hiver que durant les mois d'été est généralisé en Amérique du Nord. Cependant, le profil des besoins en électricité caractérisé par une consommation et une pointe beaucoup plus forte en hiver qu'en été est le propre de certaines provinces canadiennes seulement.

**Tableau 7**  
**Résultats détaillés du modèle FEPMC**  
**lorsque les données de GEM 2.5 sont utilisées**

Résultats détaillés FEPMC avec les données de GEM 2.5	Cas avec production éolienne	Remplacement de la production éolienne par achats fermes garantis	Différence
Besoins en pointe 2015-2016	38395	38395	
Ressources engagées	40008	Idem	
Électricité patrimoniale	37442		
Contrats avec HQP	600		
Engagement énergie différée	400		
Cogénération à la biomasse	166		
Petites centrales hydrauliques	150		
Abaissement de tension	250		
Électricité interruptible	1000		
Autres achats fermes	1485	2355	870
Production éolienne installée	3000	0	3000
<i>Espérance de délestage (jour/an)</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	↓
			<b>870 ÷ 3000 = 29 %</b>

Pour les raisons décrites à la section 4.2, les données issues de GEM 2.5 présentent une plus grande précision que celle d'Hélimax. Lors de l'utilisation du modèle FEPMC, il est donc de mise d'accorder une plus grande attention aux résultats du tableau 7, indiquant une contribution en puissance équivalente à 29 % de la puissance éolienne installée.

## 6 CONCLUSION

La présente évaluation de la contribution en puissance de la production éolienne fait appel aux approches méthodologiques les plus reconnues dans la littérature et appuyées par les organismes de réglementation comme le NERC (réf 13) . Deux modèles distincts ont été utilisés, à savoir, MARS commercialisé par General Electric et FEPMC développé par Hydro-Québec et conduisent à des résultats convergents.

Le modèle MARS indique une contribution en puissance qui s'élève à 32 % de la puissance éolienne installée. Ce modèle est reconnu et largement utilisé dans l'industrie électrique. Par contre, son utilisation ne permet pas de capter, sur un

pas de temps horaire, la corrélation entre la production éolienne et les fines pointes de charge susceptibles d'engendrer les événements de délestage.

Ainsi, un second modèle (FEPMC) a été utilisé. Ce dernier permet de capter la corrélation entre les variations de charge et de production éolienne sur une base horaire. Les résultats obtenus avec ce modèle sont par ailleurs sensibles aux données simulées de production éolienne pendant un nombre limité d'événements de forte charge répertoriés durant la période de référence de 36 ans. Ainsi l'évaluation de la contribution en puissance résultant de ce modèle est de 36 % lorsque les données originales d'Hélimax sont utilisées et de 29 % lorsque les corrections apportées par le modèle GEM 2.5 d'Environnement Canada sont appliquées.

Puisque les données de simulation obtenues à partir du modèle GEM 2.5 se sont avérées plus précises, le résultat de 29 % est considéré plus fiable.

Finalement, en considérant l'ensemble des résultats obtenus ainsi que les forces et faiblesses propres à chacune des évaluations, une hypothèse de contribution en puissance de 30 % semble centrée.