



Projets de parcs éoliens à l'Anse-à-Valleau et à Baie-des-Sables et projet d'aménagement d'un parc éolien à Murdochville

Réponse à lettre du BAPE du 11 juillet 2005

1. *Selon votre expérience, quelle serait la puissance installée en MW d'énergie éolienne nécessaire pour assurer au Québec une marge acceptable en matière d'approvisionnement électrique?*

Compte tenu de son caractère intermittent, l'énergie éolienne ne pourra jamais, seule, assurer au Québec une marge de manœuvre acceptable en matière d'approvisionnement électrique.

Rappel conceptuel

D'abord, il importe de distinguer entre l'énergie et la puissance. **La puissance correspond à la quantité d'énergie convertie par unité de temps en une autre forme d'énergie** et est exprimée en joules par seconde, c'est-à-dire en watts ($1 \text{ W} = 1\text{J/s}$). Ainsi, une éolienne convertit l'énergie cinétique contenue dans le vent en une énergie électrique selon une capacité donnée et cette dernière est exprimée en kW. **La puissance maximale d'un système de production d'énergie électrique (en kilowatts ou mégawatts) est la capacité** tandis que **l'énergie est la quantité d'électricité fournie durant une période déterminée**. Elle est généralement mesurée par l'unité du kilowattheure (kWh) puisqu'elle exprime la puissance (kW) exercée sur une période déterminée (une heure)¹.

Tout comme les barrages hydroélectriques, les éoliennes permettent de produire une énergie renouvelable. Le barrage hydroélectrique au fil de l'eau ou avec réservoir permet une production électrique en continu puisque l'eau alimente les turbines en continu; le facteur d'utilisation (FU) d'une centrale au fil de l'eau étant variable en fonction des apports hydriques. De même, le FU de la filière éolienne est variable: exprimé en pourcentage, il correspond au nombre d'heures pendant lequel le vent est converti en énergie électrique divisé par les 8 760 heures que comporte une année civile. Le FU dépend de la qualité du site et de la technologie des aérogénérateurs. Il conditionne largement la productivité d'un parc éolien et le coût de revient de l'énergie produite². Les fluctuations de la production sont une caractéristique intrinsèque de cette filière. Conséquemment, l'impact du facteur d'utilisation sur la puissance engendre la conclusion suivante: **l'éolien permet à Hydro-Québec**

¹ http://www.canren.gc.ca/prod_serv/index_f.asp?CaId=196&PgId=1337

² Mémoire de l'AIEQ à la Commission de l'économie et du travail à l'occasion de la consultation publique sur la sécurité et l'avenir énergétiques du Québec. 11 janvier 2005. Page 23.

d'accroître annuellement la quantité d'énergie produite mais ne peut, sans équilibre, figurer à son bilan de puissance installée.

Pour pouvoir fournir la puissance nécessaire au moment où la production éolienne fléchit, il faut des installations de production hydroélectriques, nucléaires ou thermiques. Celles-ci, en prenant la relève, assurent qu'une quantité suffisante d'énergie est produite afin de répondre à la demande au moment précis où elle existe. Le Québec possède un parc de production diversifié pouvant assurer cette relève (l'équilibrage) ce qui assure à sa population et à son économie une fiabilité énergétique enviable. Afin de conserver cette particularité et, d'en plus, le faire avec des modes de production renouvelables, le tandem hydro-éolien s'impose comme étant le modèle de développement. L'avantage de ce modèle est que l'hydroélectricité est rapidement disponible, alors que les filières thermique ou nucléaire ne peuvent pas être mises en service ou coupées tout d'un coup³.

La marge de manœuvre, une question vitale

Le bilan énergétique d'Hydro-Québec Distribution n'est plus ce qu'il était. D'abord, Hydro-Québec Production n'a plus la marge de manœuvre nécessaire pour engager des ventes additionnelles au Québec ou vers d'autres marchés. De plus, Hydro-Québec Distribution, en fonction de la Loi 116, doit désormais combler les besoins du Québec par appels d'offres. A cela s'ajoute une croissance de la demande plus importante que prévue ces dernières années. Ainsi, le résultat des appels d'offres indique que, pour 2005, les approvisionnements additionnels requis (3.8 TWh) seront comblés en presque totalité par des importations et que la situation pour 2006 devrait être semblable⁴. Ne pas disposer d'une telle marge peut être préjudiciable à l'ensemble de l'économie du Québec et c'est pourquoi des actions doivent être posées pour rétablir la marge de manœuvre entre l'énergie produite et l'énergie demandée. C'est à ce constat qu'en sont venus de nombreux experts impliqués dans plusieurs dossiers traités à la Régie de l'énergie du Québec – *Distribution d'électricité aux grands consommateurs industriels* et *Demande d'approbation du plan d'approvisionnement 2005-2014 du Distributeur*. Lors des audiences, tenues par la Régie de l'énergie, l'expert de l'AIEQ a conclu qu'une marge de manœuvre de 10 à 20 TWh était adéquate pour répondre aux besoins du Québec en terme de développement économique⁵.

Cet avis est également partagé par le président-directeur général d'Hydro-Québec :

« ...pour nous engager dans cette activité [fournir un service d'équilibrage] au-delà de quelques centaines de mégawatts, il faudra avoir une bonne marge de manœuvre. Avec notre bilan de puissance actuel, qui est à l'évidence très serré, nous ne pouvons pas offrir ce service d'équilibrage en grande quantité. Lorsque notre bilan s'améliorera, nous pourrons vendre de l'énergie sur les marchés et mettre une partie de la puissance au service de l'équilibrage éolien au Québec »⁶.

Afin d'être en mesure de fournir cette marge de manœuvre de 10 à 20 TWh d'énergie, Hydro-Québec devra nécessairement mettre en service de nouveaux équipements de production.

³ Mike Ingram. Mix of hydropower and wind resources create unique challenges, opportunities. June 08, 2005. www.snl.com/InteractiveX/article

⁴ Hydro-Québec Distribution. Demande R-3550-2004 (HQD-1, Document 1). Pages 4-6.

⁵ Mémoire de l'AIEQ au sujet de l'Avis sur la distribution d'électricité aux grands consommateurs industriels (Dossier-R-3563-2005). Page 11.

⁶ Hydro-Press. Mars 2005. Page 9.

Alors que, à très court terme, la disponibilité d'électricité sera critique, la situation devrait s'améliorer à compter de 2008. Cinq centrales hydroélectriques en construction seront mises en services, ajoutant environ 8,8 TWh par année. Dans ce contexte de précarité, il est absolument nécessaire de réaliser le projet de la centrale Eastmain-1-A qui devrait, dans la mesure où sa mise en service respecte les échéanciers, contribuer de façon cruciale à assurer la marge de manoeuvre à partir de 2010-2011.⁷

La puissance à installer

Comme nous l'avons expliqué, l'installation de parcs éoliens permettra d'accroître le bilan énergétique d'Hydro-Québec mais n'aura qu'un impact mitigé sur la puissance installée. A titre d'exemple, si 4 000 MW de capacité de production étaient installés en éolien, la puissance réelle ne serait que de 720 MW avec un FU de 18%, ce qui est la moyenne mondiale, et de 1 400 MW si le FU est porté à 35%⁸. Ce même 4 000 MW avec un FU de 35% produirait 12TWh d'énergie mais ne donnerait aucune garantie sur la puissance garantie qu'il générerait à HQ. Seul le temps et une connaissance approfondie de ce mode de production permettront de générer des séries chronologiques suffisantes au développement de modèles prévisionnels. Sans ces éléments, l'apport de puissance à la pointe de la demande ne peut se faire sans l'apport d'équilibrage hydraulique. C'est pourquoi, l'AIEQ, dans son mémoire à la Commission de l'économie et du travail à l'occasion de la consultation publique sur la sécurité et l'avenir énergétiques du Québec⁹ note que :

« [...] le caractère intermittent de la production éolienne représente une source d'instabilité pour un réseau de transport. Plus ce réseau de transport est interconnecté, plus il peut absorber cette instabilité. Dans le cas du réseau québécois, qui est moins interconnecté que de petits réseaux européens comme celui du Danemark, la puissance éolienne nominale pourrait au maximum équivaloir à 10% de la capacité totale installée. On parle donc, d'ici une décennie, d'un maximum d'environ 4000 MW de puissance éolienne installée ».

Plus récemment, une étude de RSW INC.¹⁰, mandatée par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, retient ce même taux :

« [...] un niveau de pénétration de 10% de la puissance de pointe de réseau (36 000 MW) est envisageable sans causer de contraintes majeures au fonctionnement du réseau [Les auteurs ajoutent également] des taux de pénétration supérieurs demanderaient en toute probabilité des aménagements au réseau et une modification des politiques d'exploitation dont le coût irait croissant avec le taux de pénétration ».

C'est pourquoi, compte tenu du niveau de connaissance de ce secteur et de sa capacité à générer de la puissance au moment où cette dernière est requise, l'AIEQ est d'avis que des

⁷ Mémoire de l'AIEQ au sujet de l'Avis sur la distribution d'électricité aux grands consommateurs industriels (Dossier-R-3563-2005). Pages 11, 12.

⁸ Ce qui est similaire au FU garanti dans le cadre du premier appel d'offres éolien d'HQD.

⁹ Mémoire de l'AIEQ à la Commission de l'économie et du travail à l'occasion de la consultation publique sur la sécurité et l'avenir énergétiques du Québec. 11 janvier 2005. Pages 21, 22.

¹⁰ RWS INC. Évaluation de la capacité d'intégration du réseau intégré d'Hydro-Québec au regard de l'ajout de parcs de production d'électricité à partir d'énergie éolienne. Juin 2005. Page 5.

http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/energie/eolien/vent_inventaire_evaluation_2005.pdf

efforts importants devront être consentis dans la prédictibilité de la puissance de même qu'au niveau de la conduite d'un réseau stable. De grandes avancées technologiques restent à faire, mais d'ici là, la puissance éolienne maximale¹¹ ne devrait dépasser 10 % de la capacité du parc de production.

Les retombées économiques, des impacts à considérer

Tel que le mentionnait Madame Jocelyne Beaudet, présidente de l'audience du BAPE à Murdochville :

« La notion d'environnement retenue par le BAPE et par ses commissions en est une qui est très large et qui comprend bien sûr la dimension biophysique, mais aussi les aspects économiques et sociaux ou les conséquences d'un projet sur la qualité de vie des citoyens ou sur la santé des écosystèmes à court ou à long terme. Et c'est dans cette perspective aussi large que la Commission vous a demandé d'examiner le projet soumis à notre attention commune. Et c'est dans cet esprit que nous poursuivrons nos travaux. »

Dans une telle perspective, nous soulignons qu'au Québec le développement hydroélectrique a permis d'établir une industrie qui emploie 45 000 personnes et qui jouit d'une réputation mondiale. Le corollaire du côté éolien n'est cependant pas encore vérifiable. Puisque le développement durable présuppose le développement économique dans une perspective de renouvellement des ressources, la filière éolienne tout comme la filière hydroélectrique permettent un tel développement. Il faudra s'assurer que le tandem hydro/éolien poursuive sa lancée et deviennent un fer de lance de l'économie québécoise. Pour ce faire, **le gouvernement du Québec devra porter une attention cruciale à ce qu'il se développe rapidement une industrie québécoise de l'éolienne concurrentielle, génératrice de savoir et exportatrice de connaissances.** Le cas échéant, les parcs éoliens à venir seront composés d'éoliennes importées au Québec sous la forme de kits assemblables. Les MW ainsi installés avec peu d'effet multiplicateur viendront concurrencer ceux qui sont générateurs de richesse collective. Ce dernier scénario doit être évité à tous prix.

Somme toute, les parcs éoliens ont un rôle significatif à jouer pour améliorer le bilan énergétique du Québec mais leur apport en terme de puissance sera mitigé compte tenu du facteur d'utilisation. Il serait hasardeux, dans l'état actuel des connaissances de planifier un parc de production d'énergie électrique éolienne composé de plus de 10 % du parc total de production et ce dans la mesure où la puissance hydro-électrique est disponible pour réaliser l'équilibre. À défaut de rencontrer ces critères, la sécurité du réseau de transport québécois, moins fortement interconnecté par rapport à des pays comme le Danemark et non synchronisé, serait grandement affectée. La population serait alors exposée à des risques de pannes nettement supérieurs et verrait sa qualité de vie diminuée significativement.

¹¹ Avant application du facteur d'utilisation.

2. *Quels sont les avantages et les inconvénients des modes de développement des parcs éoliens suivants au niveau de la stabilité du réseau et des difficultés techniques d'intégration?*

- a) *Dispersé à travers le territoire du Québec*
- b) *Concentré dans une région particulière telle la Gaspésie*
- c) *Près des centrales hydroélectriques existantes*

Pour l'AIEQ, trois critères sont déterminants pour l'installation des parcs éoliens :

1. Le potentiel et les caractéristiques du vent
2. La proximité du réseau de transport existant
3. La capacité disponible sur le réseau de transport

Le choix de l'emplacement des parcs éoliens découle directement de ces trois critères puisqu'ils ont un impact sur la faisabilité technique et les coûts totaux de l'énergie éolienne.

Quant aux modes de développement évoqués ci-dessus, l'AIEQ estime que le développement dispersé des parcs éoliens répond le mieux à ces trois critères.

a) Dispersé à travers le territoire du Québec

L'inconvénient de l'énergie éolienne est, comme mentionné ci-dessus, qu'elle correspond au critère de fiabilité en énergie, mais pas à celui en puissance. Hydro-Québec est cependant tenue à répondre au critère de fiabilité en puissance, adopté par tous les réseaux nord-américains interconnectés et approuvé par le NPCC (*Northeast Power Coordinating Council*). Ce critère limite la probabilité de défaillance de la production à une journée par dix ans ou à 2,4 heures par année¹².

Ainsi, dans son mémoire à la Commission de l'économie et du travail, l'AIEQ se prononce en faveur de la répartition des parcs éoliens sur le territoire : « Intermittente par nature, la production de source éolienne est donc adaptée pour répondre à nos besoins en énergie, mais pas à ceux en puissance. Cette limitation peut cependant être atténuée si on répartit les parcs éoliens sur le territoire, ce qui permet de minimiser la variabilité des apports éoliens »¹³.

Quant à la meilleure utilisation des caractéristiques du vent, l'AIEQ a constaté dans ce même mémoire : « Le vent ne souffle pas sur le territoire avec la même intensité en même temps. Les tempêtes balayent normalement le Québec d'ouest en est. Il vaut donc mieux répartir les parcs éoliens dans différentes régions du territoire, dans différents axes de vent, plutôt que de les concentrer dans une région. L'AIEQ recommande au gouvernement de ne pas déterminer à l'avance, par décret, que les offres pour la construction de futurs parcs éoliens, y compris dans le cadre du second appel d'offres de 1000 MW, doivent provenir de telle ou telle région, comme ce fut le cas pour le premier appel d'offres. Les promoteurs devraient être libres de sélectionner les sites en fonction de l'ensemble des

¹² Cf. Mémoire de l'AIEQ au sujet de la Demande d'approbation du plan d'approvisionnement 2005-2014 du Distributeur. (R-3550-2004)

¹³ Mémoire de l'AIEQ à la Commission de l'économie et du travail à l'occasion de la consultation publique sur la sécurité et l'avenir énergétiques du Québec. 11 janvier 2005. Page 21.

facteurs de décision, dont le potentiel éolien et les coûts d'intégration au réseau de transport »¹⁴.

Au fur et à mesure que l'énergie éolienne est intégrée dans le réseau de transport, les connaissances du réseau et de l'équilibrage augmenteront et permettront une gestion plus efficace du réseau.

b) Concentré dans une région particulière telle la Gaspésie

La concentration des parcs éoliens dans une même région comporte tous les risques évoqués sous a) : Puisque la gestion du parc et l'équilibrage sont plus difficiles à assurer, il serait plus difficile de se conformer au critère de fiabilité.

Par ailleurs, la concentration dans une région telle la Gaspésie ne respecterait pas notre troisième critère, soit la capacité disponible sur le réseau de transport.

c) Près des centrales hydroélectriques existantes

L'installation des parcs éoliens près des centrales hydroélectriques existantes peut *a priori* faciliter l'équilibrage, étant donné qu'elles se trouvent en proximité du réseau de transport. Il faut cependant tenir compte des autres critères.

A plusieurs reprises¹⁵, l'AIEQ a souligné l'importance de développer l'énergie éolienne de pair avec la filière hydroélectrique « de sorte à planifier le réseau de transport et la capacité de production pour optimiser le coût d'ensemble de la production »¹⁶. Autrement dit, les coûts d'intégration au réseau représentent une partie importante du coût de l'énergie éolienne; ils peuvent être minimisés lorsque le réseau de transport est en proximité.

En conclusion, l'AIEQ considère que le choix de l'emplacement des parcs éoliens doit être fait en fonction des trois critères susmentionnés. En fin de compte, la compétitivité des projets lors de l'appel d'offres devrait être déterminante et refléter ces trois critères : Le potentiel et les caractéristiques du vent assurent un facteur d'utilisation élevé et diminue le prix; la proximité du réseau de transport existant diminue les coûts de l'intégration; la capacité disponible sur le réseau de transport évite la construction de nouvelles lignes et contribue également à la diminution des coûts.

¹⁴ Mémoire de l'AIEQ à la Commission de l'économie et du travail à l'occasion de la consultation publique sur la sécurité et l'avenir énergétiques du Québec. 11 janvier 2005. Page 23.

En juin, le gouvernement a annoncé un appel d'offres pour 2000 MW d'éolien.

¹⁵ Mémoire de l'AIEQ à la Commission de l'économie et du travail à l'occasion de la consultation publique sur la sécurité et l'avenir énergétiques du Québec. 11 janvier 2005 ;

Mémoire de la Coalition pour la sécurité énergétique du Québec (R-3526-2004). 20 avril 2004. L'AIEQ a formé une coalition avec l'Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGQTQ) et l'Association des ingénieurs-conseils du Québec (AICQ).

¹⁶ Mémoire de l'AIEQ à la Commission de l'économie et du travail à l'occasion de la consultation publique sur la sécurité et l'avenir énergétiques du Québec. 11 janvier 2005. p. 22