

Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne

Annexes

Annexe B :
Le processus
d'identification
des obstacles
et des mesures
à prendre

Annexe A :
Aperçu
du secteur
de l'énergie
éolienne



Annexe A : Aperçu du secteur de l'énergie éolienne

Remarques

Le présent document est une version abrégée du document Aperçu du secteur de l'énergie éolienne élaboré par le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET (aujourd'hui CanmetÉNERGIE) en août 2008.¹

Ce document ne vise pas à fournir des conseils précis, et il ne doit pas servir à cette fin. Aucune mesure ou décision ne doit être prise sans la tenue de recherches indépendantes et l'obtention de conseils professionnels. RNCan ne déclare ni ne confirme l'exactitude, l'opportunité ou l'intégralité des renseignements fournis dans le présent document. Le Ministère se dégage de toute responsabilité à l'égard des pertes ou des dommages pouvant résulter de l'inexactitude de ces renseignements, ou des erreurs ou des omissions qu'ils peuvent contenir. Le présent document ne représente pas nécessairement l'opinion de RNCan et ne saurait constituer un appui à un produit commercial ou à une personne.

Table des matières

1.0	Introduction	4
2.0	Aperçu du secteur de l'énergie	5
2.1	Le marché mondial de l'énergie éolienne	5
2.2	Le marché canadien de l'énergie éolienne.	10
2.3	Les marchés provinciaux	12
3.0	La capacité de production éolienne du Canada et les occasions de développer cette énergie au pays	17
3.1	Occasions découlant du développement de l'énergie éolienne	18
3.1.1	Avantages stratégiques que procure la mise en valeur soutenue de l'énergie éolienne au Canada	19
3.1.2	Avantages stratégiques que procure le développement soutenu de l'industrie de l'énergie éolienne au Canada	20
3.1.3	Avantages que procure le développement de l'énergie éolienne aux collectivités rurales	20
3.2	Organisation de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne	21
3.3	Ressources humaines de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne	21
3.4	Capacités et forces du Canada	23
3.4.1	Compétence en fabrication, en mise en valeur et en exploitation	23
3.4.2	Codes, normes et pratiques exemplaires	24
3.4.3	Capacité scientifique et technologique	25
3.4.4	Capacité scientifique et technologique du gouvernement fédéral.	26
	Bibliographie	29

Liste des tableaux

Tableau 1	: Part de marché des fournisseurs d'éoliennes, 2008.	10
-----------	--	----

Liste des figures

Figure 1	: Pourcentage de la consommation prévue d'électricité d'origine éolienne (approximatif)	7
Figure 2	: Les 10 premières nouvelles puissances éoliennes installées au monde entier (2008).	9
Figure 3	: Les 10 premières puissances éoliennes totales installées au monde (2008).	9
Figure 4	: Capacité éolienne globale installée au Canada selon l'année	11
Figure 5	: Prix d'énergie éolienne par province, 2003-2008	13
Figure 6	: L'énergie éolienne au Canada. Cette carte indique les ressources éoliennes, les projets connexes en cours et les principaux corridors électriques du Canada	17
Figure 7	: Incidence du projet américain de production de 20 % d'énergie éolienne	19

1.0 Introduction

L'énergie éolienne constitue pour le Canada un moyen efficace de répondre à ses besoins en électricité et de réaliser d'importants gains économiques de manière durable sur le plan de l'environnement. Pour permettre au Canada d'atteindre son plein potentiel en la matière, le gouvernement fédéral a appuyé un effort dirigé par l'industrie pour créer une feuille de route technologique sur l'énergie éolienne.

Cette Feuille de route technologique (FRT) vise à permettre aux promoteurs, aux adopteurs et aux utilisateurs de technologie de définir les priorités en innovation en matière d'énergie éolienne. Au bout du compte, cette feuille permettra de déterminer les investissements et les mesures clés qui stimuleront l'innovation et feront croître les retombées socio-économiques au Canada.

La FRT sur l'énergie éolienne permettra de cerner les principales technologies dont l'industrie éolienne aura besoin pour réussir dans l'avenir, ainsi que d'établir la démarche à suivre pour mettre au point et en œuvre ces technologies.

La présente annexe, Aperçu du secteur de l'énergie éolienne, offre une analyse des secteurs mondial et canadien actuels de l'énergie éolienne. Cette analyse fournit au lecteur de la FRT sur l'énergie éolienne de l'information contextuelle permettant de mieux comprendre les perspectives et les défis de la mise en œuvre des recommandations inscrites dans la feuille de route.

2.0 Aperçu du secteur de l'énergie

Depuis dix ans, le secteur de l'énergie éolienne connaît une croissance rapide dans le monde entier en tant que source commerciale d'énergie renouvelable. Selon le Conseil mondial de l'énergie éolienne, la capacité en énergie éolienne est passée de 7 600 MW en 1997 à 120 798 MW en 2008.² Cela correspond à une croissance annuelle de 29 % par année.

La mise en valeur de l'énergie éolienne au Canada est une expérience réussie. En effet, la capacité en énergie éolienne du pays a augmenté de 46 % par année au cours des cinq dernières années, et sa puissance installée actuelle de 2 854 MW, ce qui permet d'alimenter 860 000 foyers.³ Toutefois, le phénomène demeure marginal en comparaison de ce qu'il pourrait être : nous commençons tout juste à exploiter le potentiel éolien du Canada et nous n'avons réalisé à ce jour que des progrès limités en matière de développement technologique et dans les fabrications du marché intérieur. La présente section contient des données pertinentes sur les marchés mondial et canadien de l'énergie éolienne.

2.1 Le marché mondial de l'énergie éolienne

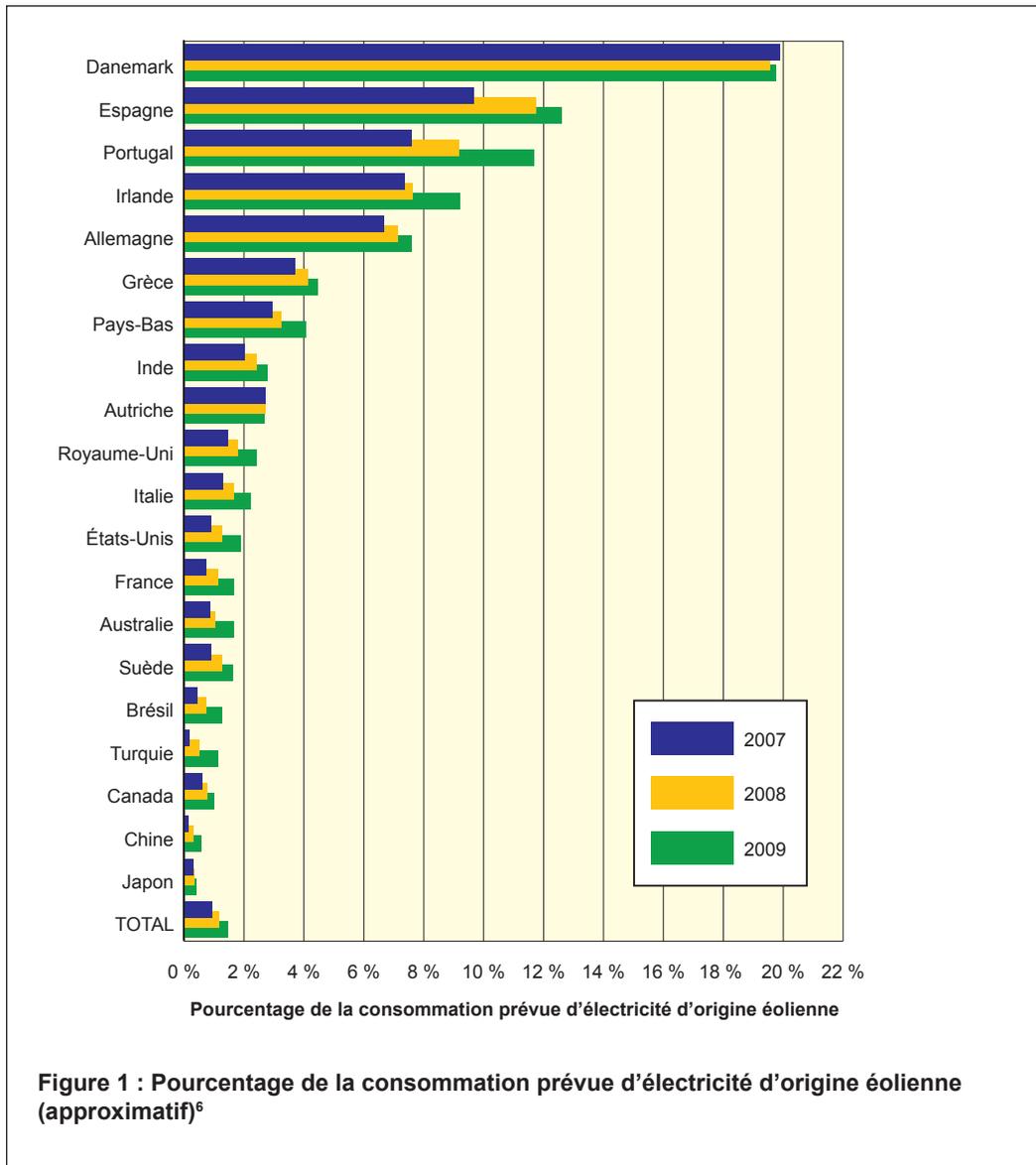
L'énergie éolienne rapporte aujourd'hui des milliards de dollars et continue de croître rapidement. Selon le Conseil mondial de l'énergie éolienne, le marché mondial de l'énergie éolienne devrait progresser et atteindre une puissance installée totale de 332 GW d'ici 2013. La puissance éolienne augmenterait donc de 181 GW en 5 ans, ce qui correspond à une croissance de 120 %. L'énergie éolienne constituerait alors près de 3 % de la production mondiale d'électricité (une hausse par rapport à un peu plus de 1 % en 2007).

Voici quelques prédictions faites par le Conseil mondial de l'énergie éolienne sur les principaux marchés régionaux pour la période de 2009 à 2013 :

- « **L'Asie** est en passe de devenir la région la plus dynamique au monde pour le développement éolien cette année. Le marché annuel devrait tripler au cours des cinq prochaines années et atteindre 25,5 GW d'ici 2013, ce qui constituerait une augmentation de 8,6 GW. Ceci accroîtrait la capacité éolienne cumulative à tout au plus 117,4 GW d'ici 2013; elle atteindrait d'ici cette date des niveaux presque semblables à l'Europe. »

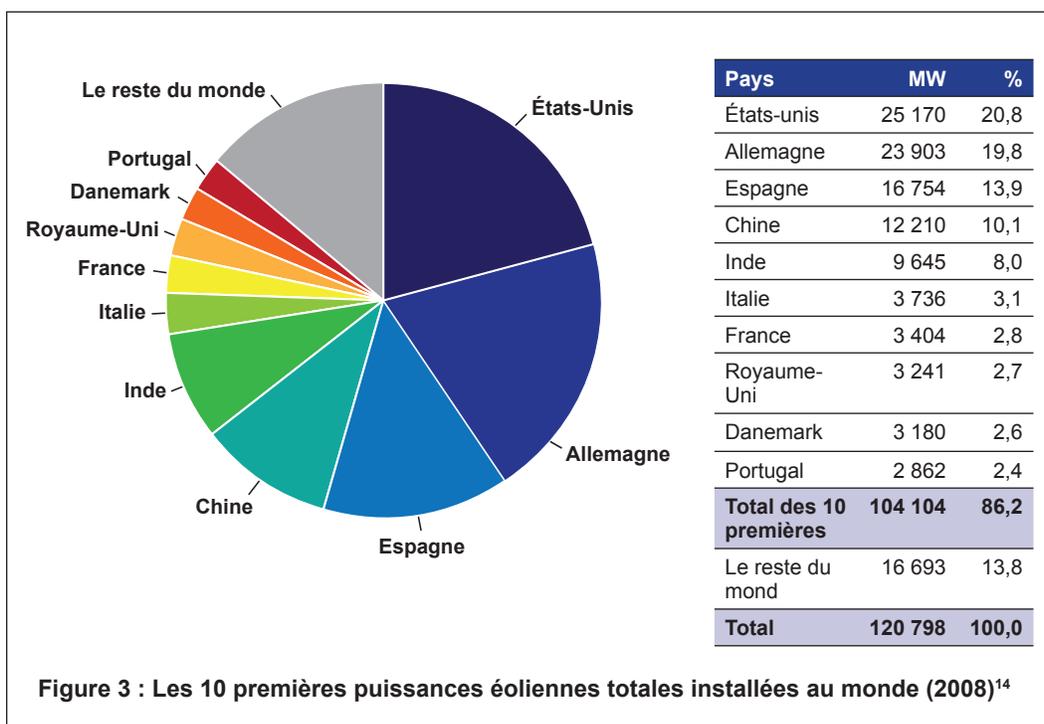
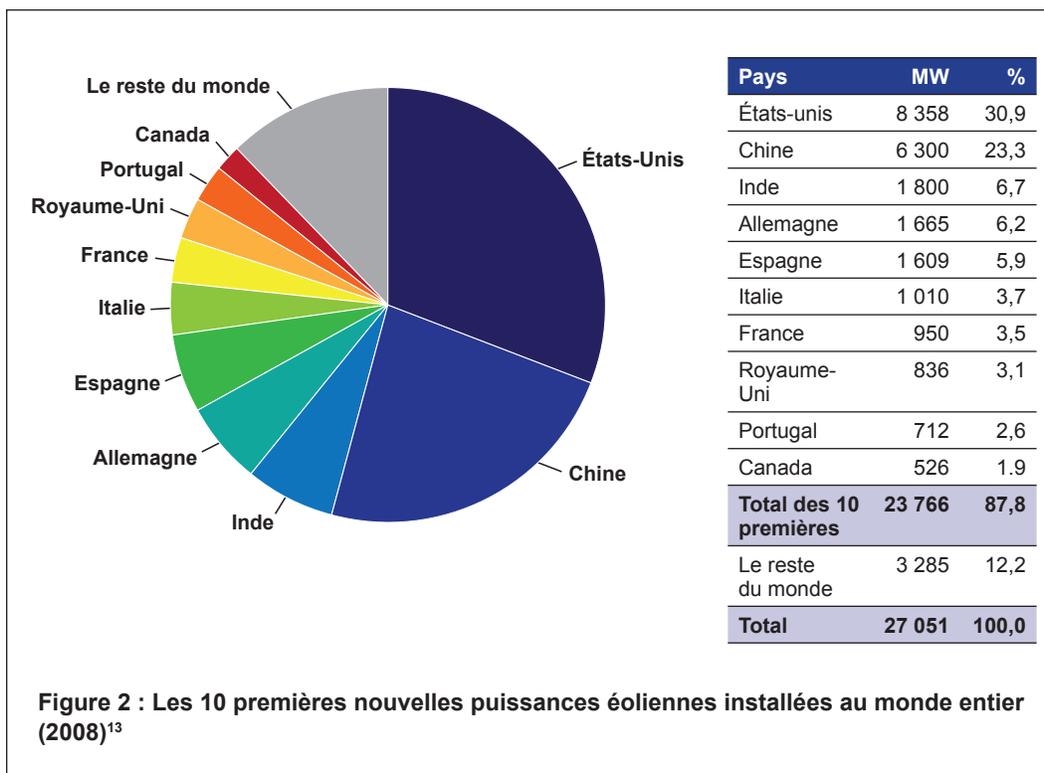
- « **La République populaire de Chine** a doublé sa puissance installée tous les ans depuis les quatre dernières années, et elle devrait continuer d'accroître sa capacité éolienne de façon à devenir le premier marché annuel mondial. D'ici 2020, la Chine devrait augmenter sa puissance de plus de 20 GW par année. Cette croissance est soutenue par une politique fédérale très vigoureuse qui appuie la diversification de l'approvisionnement en électricité, la croissance de l'industrie nationale et la réalisation d'importants investissements dans le transport de l'électricité au marché. »
- « **L'Europe** continuera de dominer en matière de puissance installée jusqu'en 2013. D'ici cette date, la puissance totale de l'Europe sera de 118 GW, soit 52 GW de plus qu'à la fin de 2008. D'ici 2013, le marché annuel atteindra 12,5 GW. À la fin de la période visée par l'examen, les activités extracôtières de développement à grande échelle commenceront à influencer sur les taux de croissance en Europe, ce qui donnera une impulsion aux projets de développement au cours des prochaines années. »
- « **En Amérique du Nord**, le développement de l'énergie éolienne devrait connaître une petite baisse en 2009, en particulier aux États-Unis, en raison du resserrement des fonds de projets. Le secteur de l'énergie éolienne devrait recouvrir rapidement son importance de 2008 selon les mesures convenues tout récemment par le Congrès américain et l'adoption éventuelle d'une loi pour la réduction des émissions nationales. D'ici 2013, le marché annuel en Amérique du Nord devrait passer à 15 GW, une hausse par aux 8,9 GW en 2008. La capacité d'énergie éolienne des États-Unis et du Canada augmenterait donc de 55 GW au cours des cinq prochains années ». ⁴ Aux États-Unis, le crédit d'impôt sur la production (CIP) a été renouvelé et les dates de service ont été prolongées à 3 ans. Le programme a également été agrandi de façon à inclure d'autres sources d'énergie renouvelable. ⁵

La figure 1 présente une estimation du pourcentage de la demande d'électricité d'origine éolienne dans différents pays du monde entier.



Les données statistiques suivantes indiquent la taille et la portée du marché mondial actuel de l'énergie éolienne :

- Aujourd'hui, plus de 90 pays ont une capacité de production éolienne⁷, un fait qui révèle l'ampleur que prend de nos jours cette technologie des énergies renouvelables dans le monde entier.
- En 2008, plus de 27 000 MW de nouvelles capacités ont été installées, ce qui représente un taux de croissance de 36 % du marché annuel⁸. Les investissements mondiaux dans l'énergie éolienne s'élevaient au cours de cette période à 36,5 milliards €. ⁹ La Figure 2 décrit les nouvelles puissances installées en 2008 et la Figure 3 : Les 10 premières puissances éoliennes totales installées au monde (2008), fait état de la capacité totale installée dans le monde entier.
- Selon des prévisions modérées du Conseil mondial de l'énergie éolienne, l'énergie éolienne pourrait assurer 16,5 % de la production mondiale d'électricité d'ici 2020, ce qui correspondrait à une puissance installée de 560 000 MW et à un investissement de plus de 1 billion de dollars américains. Cela se traduit également par des économies de 825 millions de tonnes of CO₂.¹⁰
- Le Danemark a établi un record mondial en atteignant un degré de pénétration du marché de l'énergie éolienne de 20 % pour assurer une partie de sa production d'électricité en 2007.¹¹
- Le secteur de l'énergie éolienne mondial compte de 350 000 à 400 000 employés, notamment dans les domaines de la fabrication, du développement, de l'installation, de l'exploitation et de l'entretien.¹²



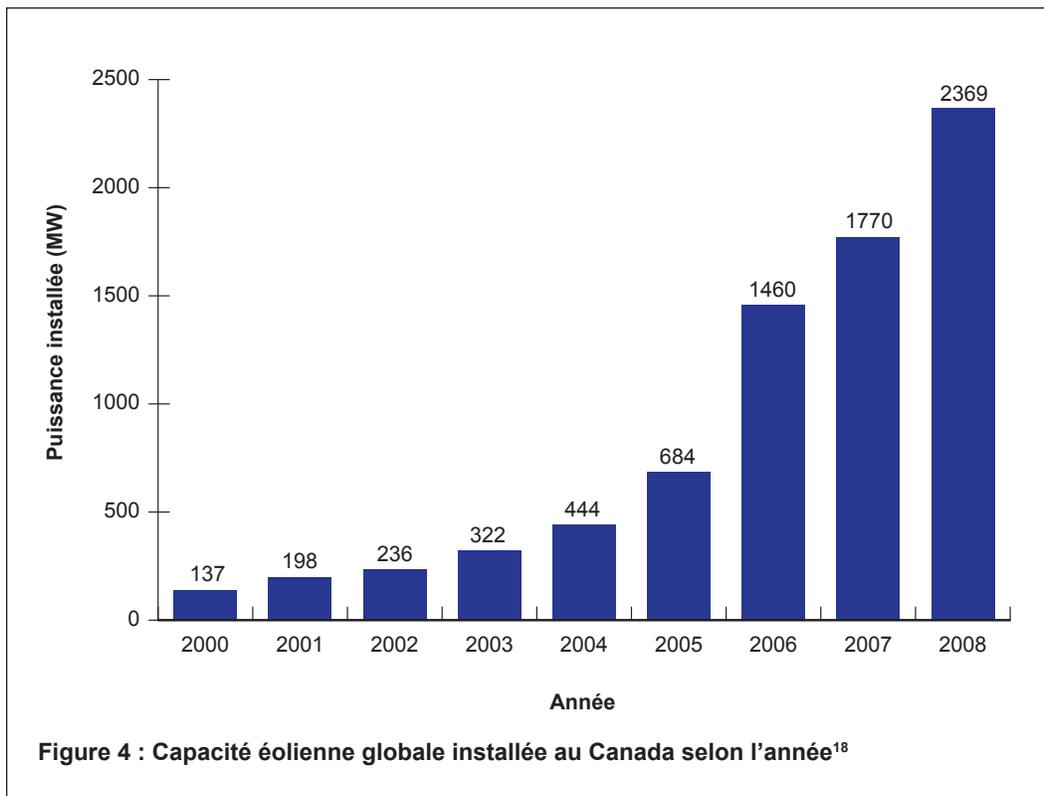
- En 2008, les dix principaux fabricants d'éoliennes avaient accaparé 94 % du marché. Ces fabricants proviennent de 6 pays différents : le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, l'Allemagne, l'Inde et la Chine.¹⁵ La part de marché des différents fabricants d'éoliennes est indiquée au Tableau 1.

	N ^{bre} de MW accumulés en 2007	N ^{bre} de MW fournis en 2008	Part du marché en % en 2008	N ^{bre} de MW accumulés en 2008	Part du marché accumulé en %
Vestas	29 508	5 581	19,8 %	35 089	28,7 %
GE Wind	12 979	5 239	18,6 %	18 218	14,9 %
Gamesa	13 306	3 373	12,0 %	16 679	13,7 %
Enercon	13 770	2 806	10,0 %	16 577	13,6 %
Suzlon	4 724	2 526	9,0 %	7 250	5,9 %
Siemens	7 002	1 947	6,9 %	8 949	7,3 %
Sinovel	746	1 403	5,0 %	2 148	1,8 %
Acciona	1 647	1 290	4,6 %	2 961	2,4 %
Goldwind	1 457	1 132	4,0 %	2 589	2,1 %
Nordex	3 886	1 075	3,8 %	4 960	4,1 %
Autres	11 269	4 955	17,6 %	16 225	13,3 %
Total	100 317	31 326	111 %	131 644	108 %

Tableau 1 : Part de marché des fournisseurs d'éoliennes, 2008¹⁶

2.2 Le marché canadien de l'énergie éolienne

Le Canada est actuellement dixième parmi les pays qui se sont dotés de nouvelles puissances éoliennes installées, et il s'approche de l'objectif de 3 GW avec une puissance totale installée de 2 854 MW en septembre 2009. En 2008, le Canada affichait une nouvelle puissance éolienne totale installée de 500 MW. Il s'agit de la deuxième plus importante année pour la hausse de la capacité éolienne du marché canadien de ce type d'énergie et d'une augmentation de 34 % de la capacité totale du Canada comparativement à 2006. La Figure 4 indique une croissance rapide du marché éolien canadien. La puissance éolienne actuelle installée du Canada permet de répondre aux besoins de 860 000 foyers, soit 1 % de la demande électrique totale du Canada.¹⁷



Dans l'ensemble du pays, des mesures incitatives ont été prises pour promouvoir la croissance de l'énergie éolienne, par exemple, le programme fédéral fort réussi écoÉnergie. Ce programme offre une prime de production d'énergie de 1 ¢ /kWh. Il existe aussi des incitatifs fiscaux fédéraux. En mai 2009, le Canada comptait produire 5 700 MW dans le cadre de projets d'énergie éolienne proposés ou en cours d'élaboration¹⁹; la plupart d'entre eux devraient être mis en œuvre d'ici 2011. En 2009, les installations devraient produire plus de 600 MW – le deuxième meilleur rendement à vie du Canada.²⁰

Si tous les gouvernements provinciaux et (ou) les services publics canadiens réussissent à atteindre leurs objectifs communs de développement d'énergie éolienne et (ou) renouvelable, le Canada devrait pouvoir établir une puissance éolienne installée d'au moins 12 000 MW d'ici 2015.²¹ Une telle puissance permettrait de produire près de 31 200 GWh et assurerait près de 5 % de la demande électrique canadienne totale en 2016.

Selon les Perspectives énergétiques du Canada de 2005 à 2016 de Ressources naturelles Canada, les 29 000 GWh supplémentaires prévus correspondraient à 39 % de la hausse de la demande électrique annuelle. La firme Emerging Energy Research estime que la puissance éolienne installée du Canada décuplera et attendra 14 100 MW d'ici 2015²², dépassant ainsi les objectifs provinciaux actuels.

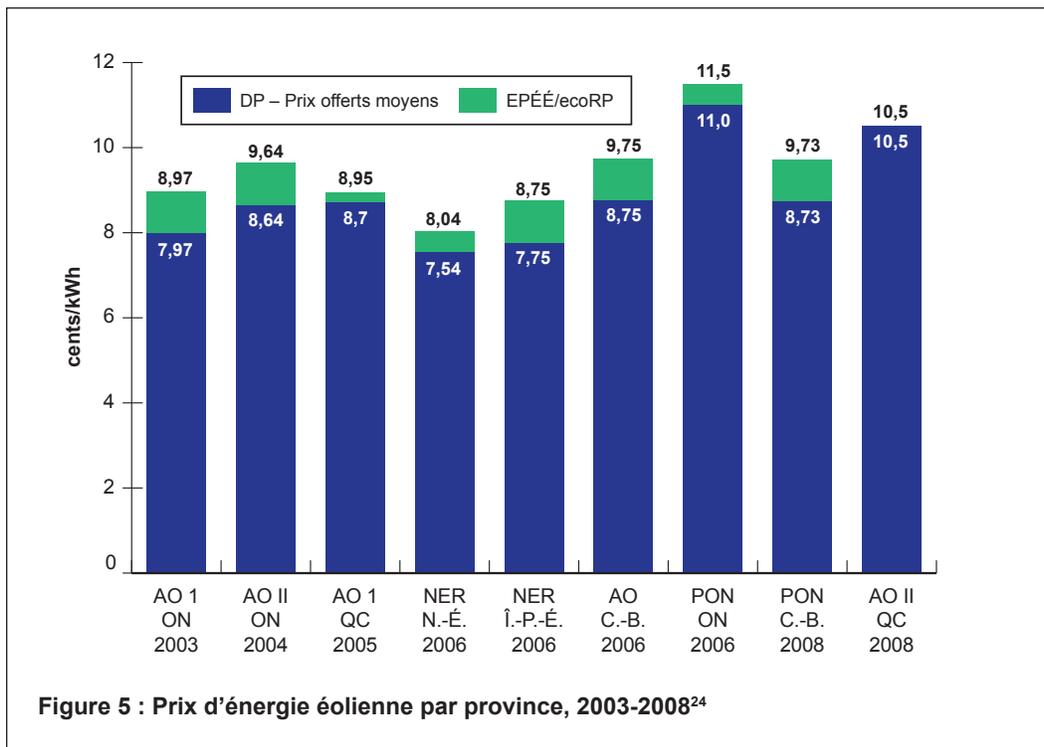
Pour ce qui est des prédictions antérieures, une étude de la firme Navigant Consulting réalisée en 2007 révèle que durant cette même année, les marchés éoliens étaient de 50 à 75 % plus importants par rapport à ce qui avait été anticipé dans son étude sur les énergies renouvelables menée en 2003 auprès de multiples clients.²³ De plus, dans son plan le plus ambitieux de développement de 2005, le Conseil mondial de l'énergie éolienne avait sous-estimé la croissance réelle qui a eu lieu en 2006 et en 2007. Le secteur de l'énergie éolienne dépasse constamment les attentes des analystes et des gouvernements.

2.3 Les marchés provinciaux

Les provinces ont contribué à l'accélération de la croissance du secteur canadien de l'énergie éolienne de différentes façons, par exemple, grâce aux normes obligatoires d'énergie renouvelable (NER) au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, au programme de tarifs de rachat garantis en Ontario et en Colombie-Britannique (projeté) et à l'achat de grands blocs d'énergie éolienne à la suite d'appels d'offres (AO) dans pratiquement toutes les provinces. Les gouvernements provinciaux encouragent le développement de l'énergie éolienne pour, entre autres, faire face à la hausse de la demande en énergie et à l'instabilité des prix, pour exploiter les possibilités d'exportation d'énergie, pour aider à réduire les émissions nationales et pour assurer le développement industriel et le développement économique rural.

Les provinces et les territoires canadiens ont des marchés locaux distincts fondés sur des modes différents de production, de transport et de distribution d'électricité d'origine éolienne. Toutes les provinces et tous les territoires ont un potentiel éolien à développer, et ils ont ou prévoient ajouter l'énergie éolienne à leur panier d'énergie.

Les provinces ont intégré des mesures d'encouragement fédérales à leurs initiatives de différentes façons : certaines provinces conservent une partie des recettes, d'autres permettent aux promoteurs de garder les montants entiers. La Figure 5 montre l'incidence cumulative des initiatives fédérales et provinciales sur le prix de l'énergie éolienne dans quelques provinces choisies.



Voici un aperçu de la situation de chaque marché provincial :

- **Terre-Neuve-et-Labrador** s'est fixé comme objectif de produire 80 MW d'énergie éolienne sur l'île de Terre-Neuve. À ce jour, la province a établi une capacité de 54 MW.²⁵ Terre-Neuve-et-Labrador examine également la possibilité de développer la capacité de production de l'énergie éolienne au Labrador.
- **L'Île-du-Prince-Édouard** est un chef de file en matière de recours à l'énergie éolienne. La province a une capacité éolienne de 151 MW, avec une charge maximale de 200 MW. La province prévoit atteindre une capacité totale de 500 MW d'ici 2013. L'énergie excédentaire serait disponible pour les marchés à l'extérieur de l'île.²⁶ Après avoir demandé des soumissions, l'office de l'électricité de l'Î.-P.-É. a reçu des demandes pour environ 1 500 MW.²⁷

L'Î.-P.-É. est relié au Nouveau-Brunswick par l'entremise de deux câbles de distribution sous-marins de 138 kV avec une capacité combinée totale de 200 MW. L'Î.-P.-É. envisage doubler la capacité actuelle de branchement à l'aide d'un nouveau câble de distribution reliant l'île au Nouveau-Brunswick. Ces branchements permettent à l'Î.-P.-É. d'exporter de l'énergie éolienne en période de vent et de faible demande, ainsi que d'importer de l'énergie en période de vent faible et de demande élevée.

- **La Nouvelle-Écosse** a établi une norme sur l'énergie renouvelable (NER) qui prévoit que 5 % de l'électricité totale de la province soit assurée par de nouvelles sources d'énergie renouvelable d'ici 2010, une augmentation 10 % d'ici 2013. De plus, d'ici 2015, 25 % de l'électricité de la Nouvelle-Écosse sera produite à l'aide d'une énergie renouvelable.²⁸ La province a une capacité de production d'énergie éolienne de 59 MW et prévoit accroître cette capacité de 230 MW au cours des 5 prochaines années. Après avoir demandé des soumissions, la province a reçu des avis d'intérêt de 2 000 MW.²⁹
- **La Société d'Énergie du Nouveau-Brunswick** a annoncé des conventions d'achat d'énergie pour une capacité totale de 213 MW. La province a pour objectif une capacité d'énergie éolienne de 400 MW d'ici 2010.³⁰ Après avoir demandé des soumissions de 300 MW d'énergie éolienne, Énergie NB a reçu 25 propositions totalisant 1 400 MW.
- **Le Québec** a fait deux appels d'offres en matière d'énergie éolienne, un appel pour 1000 MW en 2003 et un autre pour 2000 MW au printemps de 2005³¹. En tout, 15 soumissions pour un total de 2 004 MW ont été acceptées dans le cadre de la deuxième DP qui sera mise en marche de 2011 à 2015³². Le projet permettrait de produire à peu près 4 000 MW d'ici 2016. En mai 2009, le Québec a également fait un appel d'offres pour deux projets éoliens de 250 MW, auxquels participeront des municipalités et des premières nations.³³ Le Québec a à l'heure actuelle une puissance éolienne installée de 532 MW.³⁴
- **L'Ontario** a actuellement une capacité éolienne installée de 1 161 MW. L'Office de l'électricité de l'Ontario a fait un appel d'offres pour une capacité d'énergie éolienne de 4600 MW d'ici 2020 dans le cadre son plan proposé de système énergétique intégré³⁵. Le Programme d'offre normalisée de l'Ontario, qui prévoit 0,11 \$/kWh pour les projets d'énergie éolienne de moins de 10 MW, a occasionné la passation de contrats d'environ 758 MW à ce jour. Après maintes efforts de collaboration avec l'industrie, l'Ontario a adopté, en septembre 2009, la *Loi sur l'énergie verte*, qui propose des mécanismes de soutien pour les projets d'énergie renouvelable, notamment la simplification du processus d'approbation et l'établissement d'un système de tarifs de rachat garantis pour garantir les prix, ainsi que la création d'occasions pour les Premières nations d'acquiescer et d'exploiter des projets d'énergie renouvelable.³⁶
- **Le Manitoba** a une capacité éolienne installée de 104 MW et s'est fixé comme objectif d'établir 1 000 MW d'ici 2017. La province négocie actuellement la signature d'un accord d'achat d'énergie de 300 MW (ADE).³⁷

- **La Saskatchewan** a une capacité éolienne installée de 171 MW et s'est fixé comme objectif de produire 300 MW d'ici 2011.
- **L'Alberta** a une puissance éolienne installée de 524 MW, et est la première province à atteindre 500 MW au Canada. La province n'a pas d'objectif précis, mais elle prépare des mises à niveau du réseau de transport en vue de brancher 3 000 MW dans le sud de son territoire. L'Alberta a reçu des propositions de projets éoliens de plus 11 000 MW pour le branchement au réseau de transport.³⁸ La demande d'énergie éolienne dépend de la compétitivité des coûts à court et à long terme, y compris le marché provincial du détail de l'« énergie verte », le plus vigoureux au Canada.
- En juillet 2009, la **Colombie-Britannique** travaillait à l'établissement d'une capacité éolienne de 100 MW, et a signé un contrat pour une puissance supplémentaire de 200 MW. La province devrait dévoiler les résultats d'une demande de propositions en matière d'énergie renouvelable en 2010. La Colombie-Britannique doit également dévoiler les résultats d'une demande de propositions en matière d'énergie renouvelable en 2009³⁹. Elle travaille par ailleurs à la mise au point d'un programme de tarif de raccordement.
- Le climat des trois territoires du Canada constitue un défi pour bien des fournisseurs d'électricité, y compris celle d'origine éolienne. En effet, les éoliennes n'ont pas été conçues pour fonctionner dans des climats aussi froids. De plus, les populations qui habitent ces régions sont plus petites et vivent principalement dans des collectivités éloignées. Le secteur de l'énergie éolienne devrait donc se développer plus lentement, à plus petite échelle et à l'aide de plus petites éoliennes dans le Nord. La situation de l'industrie de l'énergie éolienne dans les territoires est présentée ci-dessous :
 - À l'heure actuelle, le **Yukon** a une puissance éolienne installée de 0,810 MW. Cette puissance est assurée par deux éoliennes : la Vestas d'une puissance de 660 kW, installée sur la colline Haeckel en 2000, et la Bonus de 150 kW érigée sur cette même colline. Celle-ci continue de bien fonctionner dans le climat nordique, et ce, 13 ans après son installation.
 - Les **Territoires du Nord-Ouest** n'ont pas pour l'instant de puissance éolienne installée. Toutefois, le territoire a établi dans son plan d'énergie l'objectif d'installer une éolienne d'ici 2009.

- Le **Nunavut** n'a aucune puissance éolienne installée d'importance, même s'il a acquis l'expérience de l'exploitation de l'énergie éolienne dans le cadre de différents petits projets éoliens mis en œuvre dans le passé. Ces projets comprenaient trois éoliennes Lagerwey LW18/80 d'une puissance de 80 kW mises en service de 1994 à 1997, ainsi qu'une éolienne Atlantic Orient AOC15/50 d'une puissance de 66 kW mise en service en 2000.⁴⁰
- Le Canada n'a aucune capacité éolienne en mer, mais il prépare plusieurs projets, notamment dans les Grands Lacs et au large de la côte de la Colombie-Britannique.⁴¹

Le marché mondial de l'énergie éolienne devrait continuer à progresser rapidement encore un certain temps. En tant que l'un des 10 premiers pays avec une nouvelle capacité éolienne installée et d'importantes ressources possibles, le Canada effectue de grands progrès dans le domaine de l'énergie éolienne, même si chaque province adopte des approches quelque peu différentes pour développer ce type d'énergie. Il existe toutefois des occasions d'optimiser les avantages de l'énergie éolienne au Canada. Ces occasions sont présentées dans la section 3.0 – La capacité de production éolienne du Canada et les occasions de développer cette énergie au pays.

3.0 La capacité de production éolienne du Canada et les occasions de développer cette énergie au pays

Avec ses longues lignes côtières, sa vaste masse continentale, ses hautes latitudes et sa grande capacité de stockage établie dans le cadre de sa production hydroélectrique, le Canada offre une multitude de sites procurant des conditions idéales à la production de l'énergie éolienne. Les meilleurs profils de vent se trouvent au large de la côte ouest, dans les Prairies (les terrains de ranch en Alberta et les zones de production de grains en Saskatchewan), dans la région des Grands Lacs, le long de la zone côtière du nord de l'Ontario, le long de la côte de la Gaspésie et dans les provinces de l'Atlantique.⁴² Les provinces atlantiques du Canada ont un potentiel éolien exceptionnel : les ressources éoliennes de la côte est du Canada dépassent de loin sa charge électrique.⁴³

Récemment, l'Association canadienne de l'énergie éolienne, la Société géographique royale du Canada et les Canadian Geographic Enterprises ont formé un partenariat avec l'appui de Ressources naturelles Canada pour créer une carte géographique didactique sur l'énergie éolienne au Canada. La carte, présentée à la figure 6, ci-dessous, montre les ressources éoliennes de l'ensemble du Canada, tel qu'indiqué dans l'*Atlas canadien d'énergie éolienne* d'Environnement Canada (<http://www.windatlas.ca/fr/>), ainsi que les projets connexes en cours au pays et les principaux corridors électriques du Canada.

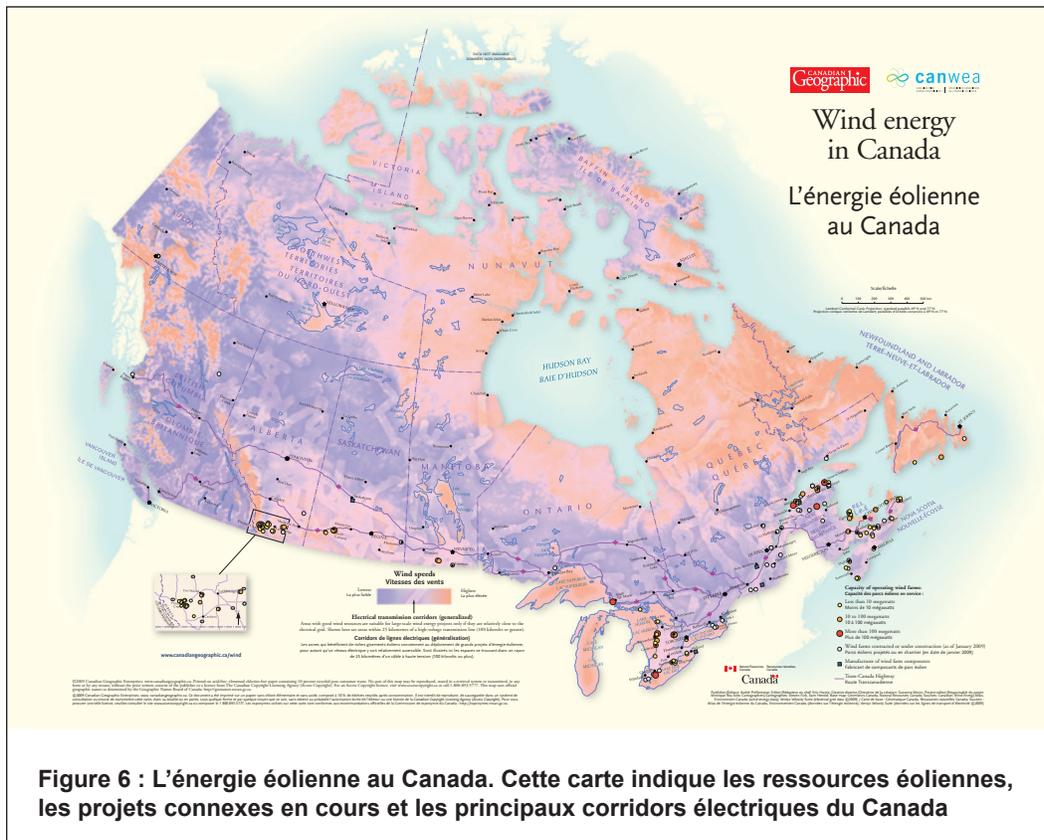


Figure 6 : L'énergie éolienne au Canada. Cette carte indique les ressources éoliennes, les projets connexes en cours et les principaux corridors électriques du Canada

La présente section porte sur les occasions créées par l'association des vastes ressources éoliennes et de la composition et de la capacité actuelles de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne.

3.1 Occasions découlant du développement de l'énergie éolienne

Étant donné son énorme potentiel éolien, le Canada pourrait produire une grande partie de son électricité à l'aide de l'énergie éolienne dans l'avenir. Il pourrait ainsi réaliser des économies et tirer des avantages environnementaux et énergétiques de l'énergie éolienne.

La feuille de route technologique propose l'noncé de vision suivant :

D'ici 2025, le Canada deviendra un chef de file mondial en ce qui concerne l'apport d'une technologie de pointe et d'options politiques dans le domaine de l'énergie éolienne. Le Canada veillera à satisfaire plus de 20 pour 100 de ses besoins en électricité grâce à l'énergie éolienne et à maintenir une croissance annuelle dans ce secteur qui aboutira à la création de richesses découlant des exportations.

L'adoption d'une approche stratégique est nécessaire pour s'assurer l'optimisation des avantages de l'énergie éolienne. En outre, les initiatives canadiennes doivent tenir compte de l'importante croissance du marché mondial, qui présente à la fois des défis et des possibilités.

Une récente initiative américaine, 20% Wind Energy by 2030 (20 % d'énergie éolienne d'ici 2030), a examiné les effets de l'importante croissance de l'énergie éolienne aux États-Unis. Les résultats de cette analyse sont présentés dans la Figure 7.⁴⁴

Le Canada compte un certain nombre d'avantages stratégiques procurés par la mise en valeur soutenue de l'énergie éolienne et par le développement de l'industrie connexe. Les avantages que tirera le Canada dépendront de la mise en œuvre de la capacité de développement technologique et dans les fabrications au pays. C'est pourquoi les avantages liés à la mise en valeur de l'installation de l'énergie éolienne et le développement de l'industrie connexe sont pris en compte séparément.

Projet de production de 20 % d'énergie éolienne aux États-unis : Incidence prévue

- Environnement : Évitement de la pollution atmosphérique, réduction des émissions de GES et diminution de la consommation d'eau liée à la production d'électricité. Réduction de 825 millions de tonnes des émissions de CO2 par le secteur de l'électricité.
- Sécurité énergétique aux États-Unis : Diversification du portefeuille de production d'électricité et établissement d'une source d'énergie indigène qui favorise la stabilité des prix et qui n'est pas influencé par la volatilité des prix de carburant.
- Les consommateurs d'énergie : Réduction éventuelle de la demande de combustibles fossiles, ce qui aura pour effet de diminuer le prix des carburants et de stabiliser les tarifs d'électricité.
- Économies locales : Création de nouvelles sources de revenus pour les propriétaires fonciers des régions rurales, ainsi que des recettes fiscales pour les collectivités locales dans les zones de développement.
- Main-d'oeuvre américaine : Création d'emplois bien rémunérés dans les secteurs qui appuient le développement de l'énergie éolienne, par exemple, les secteurs de la fabrication, de l'ingénierie, de la construction, du transport et des services financiers. Les nouvelles fabrications entraîneront une importante croissance dans la chaîne d'approvisionnement de l'industrie. L'industrie éolienne appuyerait plus de 500 000 emplois totaux d'ici 2030.
- Économies des ressources en eau : Réduction de l'utilisation cumulative de l'eau de 8 % (4 billions de gallons) dans le secteur de l'électricité.

Figure 7 : Incidence du projet américain de production de 20 % d'énergie éolienne

3.1.1 Avantages stratégiques que procure la mise en valeur soutenue de l'énergie éolienne au Canada

L'installation de l'énergie éolienne procure des avantages à l'ensemble de la population canadienne, En voici quelques exemples :

- La mise en valeur de l'énergie éolienne n'est pas influencée par la volatilité des prix de carburant et, par conséquent, elle assure une stabilité des prix. Ceci est possible en investissant dans l'énergie éolienne;⁴⁵
- L'investissement dans des valeurs refuge de l'énergie éolienne permet de faire face à la hausse éventuelle des coûts de production d'électricité de combustibles fossiles à la suite de l'adoption de règlements sur les émissions de gaz à effet de serre⁴⁶; et contribuera de façon importante à la réduction des émissions atmosphériques comme le précisent les ententes de crédits compensatoires en matière d'énergie éolienne conclues en vertu du Système canadien de crédits compensatoires⁴⁷.

- Grâce à ces nombreux réservoirs d'installations hydroélectriques, le Canada a la souplesse d'utiliser de grandes quantités d'énergie éolienne supplémentaires et de réduire les variations de production;⁴⁸
- Le développement continu de l'énergie éolienne sert d'assise solide au développement et à l'innovation industriels.

Manifestement, les différentes sources d'électricité de chaque province influenceront l'incidence des avantages associés. Toutefois, il y a des avantages précis également pour les provinces qui utilisent l'énergie hydroélectrique et l'énergie thermique comme principale source d'électricité.

3.1.2 Avantages stratégiques que procure le développement soutenu de l'industrie de l'énergie éolienne au Canada

Le développement soutenu de l'industrie de l'énergie éolienne, y compris la fabrication et l'innovation dans le domaine, procure d'importants avantages en plus de ceux assurés par la mise en valeur de ce type d'énergie, notamment :

Amélioration des avantages économiques au Canada avec une plus grande part des dépenses en immobilisations assurée par la mise en valeur de l'énergie éolienne au pays, ce qui entraînerait une importante hausse du nombre de nouveaux emplois;

De plus en plus d'occasions d'assurer les besoins des Canadiennes et Canadiens sont créées par les fabricants d'éoliennes par le biais de la formation rapide de partenariats plus solides dans le cycle de l'innovation;

Accroissement de la compétitivité du Canada au plan international, y compris de sa capacité à commercialiser ses connaissances spécialisées dans d'autres pays.

3.1.3 Avantages que procure le développement de l'énergie éolienne aux collectivités rurales

Le développement de l'énergie éolienne peut aider à diversifier les économies locales et régionales de collectivités rurales et éloignées par les moyens suivants :

- La création d'emplois en construction de sites éoliens et d'emplois de longue durée et exploitation et en entretien de parcs éoliens;
- Des recettes fiscales supplémentaires pour les gouvernements locaux par le biais d'impôts fonciers;
- Des revenus pour les propriétaires fonciers grâce à la location annuelle de terrains;
- Diminution de la dépendance aux carburants diesel dispendieux et polluants pour produire l'électricité des collectivités éloignées⁴⁹.

3.2 Organisation de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne

L'industrie canadienne de l'énergie éolienne progresse rapidement. Ses activités de développement de l'énergie éolienne ont augmenté. L'Association canadienne de l'énergie éolienne compte 425 membres qui oeuvrent dans les secteurs de l'élaboration, de la mise en œuvre et de l'acquisition de projets éoliens, ainsi que de fabrication, d'ingénierie, de construction, d'entretien et d'offre de services non reliés à la construction.

Le répertoire des membres de l'Association canadienne de l'énergie éolienne, http://www.canwea.ca/about/membersdirectory_f.php, offre une liste détaillée des principales parties intéressées de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne.

La plupart des nouveaux membres de l'Association canadienne de l'énergie éolienne (ACÉE) sont des entreprises qui font partie de la chaîne d'approvisionnement ou qui souhaitent se joindre à la chaîne. Traditionnellement, ce sont surtout des promoteurs de projets et des fournisseurs de services qui se joignent à l'association ACÉE⁵⁰. Peu d'activités de développement technique et de fabrication de grandes éoliennes sont menées. Toutefois, le Canada compte un certain nombre de fabricants d'éoliennes de moins de 100 kW.

3.3 Ressources humaines de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne

Il existe au Canada un grand nombre d'occasions d'emplois dans la recherche, la planification, la fabrication, l'installation et l'entretien de parcs éoliens. Bien que le Canada possède une certaine capacité en ressources humaines dans le domaine, la main-d'œuvre qualifiée n'est pas nombreuse. Étant donné que le pays importe actuellement presque toutes ses éoliennes de grande taille et les produits connexes, ce sont des pays étrangers qui profitent des avantages en emploi apportés par la croissance de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne. De plus, le récent ralentissement du secteur canadien de l'automobile s'est soldé par la disponibilité de ressources humaines que le Canada pourrait exploiter pour répondre aux besoins croissants de l'industrie de l'énergie éolienne.

La demande de main-d'œuvre dans le secteur de l'énergie éolienne devrait croître rapidement à mesure que la puissance installée du Canada augmente. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a estimé en 2004 que 4,8 emplois étaient créés pour chaque MW de puissance éolienne installée.⁵¹ Une étude menée par l'European Wind Energy Association (EWEA) révèle qu'au cours des 5 dernières années, 33 emplois par jour ont été créés en Europe par l'industrie éolienne.⁵² Une autre étude indique que pour chaque MW de puissance éolienne installée à grande échelle :

- 10 emplois/année sont créés ou conservés dans le domaine de la fabrication;
- 2 emplois/année sont créés dans les domaines de la planification, de l'installation et de la construction;
- 2 emplois permanents sont créés dans le domaine des services d'entretien.⁵³

Soulignons que ces estimations d'emplois créés comprennent la fabrication complète d'éoliennes. Outre le Québec, le Canada ne fabrique pas pour l'instant d'éoliennes ou de composants connexes de grande taille, à l'exception de tours éoliennes fabriquées en Ontario et en Saskatchewan. Ces estimations dépasseraient alors les avantages réels en matière d'emplois qui reviendraient aux Canadiens. Compte tenu de ce fait, un élément clé de l'optimisation des avantages économiques de la mise en valeur de l'énergie éolienne pour les Canadiennes et Canadiens serait d'accroître les activités intérieures de fabrication des composantes. Pour remédier à la situation, la nouvelle *Loi sur l'énergie verte de l'Ontario* exige l'accroissement du contenu local dans les projets d'énergies renouvelables en Ontario.⁵⁴

Une enquête a déjà été menée sur les ressources humaines du secteur de l'énergie éolienne particulières au Canada. Elle tient compte de la part canadienne probable du marché de l'emploi lié au développement de l'énergie éolienne au Canada. L'étude réalisée par le groupe Delphi pour l'association ACÉE offre une estimation prudente de la part actuelle et future du Canada dans les principales activités connexes. Les résultats de l'analyse révèlent qu'une puissance installée totale de 10 000 MW d'ici 2015 se solderait par 10 600 années-personnes travaillées.⁵⁵ Le rapport, *Detailed Labour Forecast – 2015*, contient des données sur les besoins en ressources humaines selon la catégorie d'emploi et la formation exigée.

Dans les grands parcs éoliens réseautés (>30 MW), les éoliennes représentent jusqu'à 70 % des dépenses totales en immobilisations; elles sont l'élément le plus coûteux pour les promoteurs. Les 30 autres pour 100 sont liés principalement à la construction et à l'entretien du parc et comprennent la préparation de projets et l'exploitation de parcs éoliens.⁵⁶

La supervision et la gestion d'un parc éolien peuvent être effectuées à distance, et une équipe mobile de deux personnes peut surveiller de 20 à 30 éoliennes. Une éolienne nécessite environ 40 heures d'entretien par année.⁵⁷

Étant donné le profil de croissance de l'industrie de l'énergie éolienne au Canada, et les besoins connexes en ressources humaines, il faudra pour réussir dans le domaine, entre autres, établir des programmes de formation plus poussée afin de perfectionner les compétences nécessaires dans le secteur au Canada.

3.4 Capacités et forces du Canada

Même si le Canada n'est pas un chef de file mondial dans la conception et la fabrication d'éoliennes, ses entreprises se démarquent tout de même dans certains domaines. Le Canada affiche quelques-uns des coûts d'entreprises les moins élevés du monde industrialisé, un facteur d'encouragement pour la création et l'agrandissement d'autres parcs éoliens au pays.⁵⁸ Le fait que le Canada soit situé à côté des États-Unis, l'un des plus grands marchés mondiaux d'énergie éolienne, constitue pour son territoire un endroit idéal pour louer les usines de fabrication, surtout en raison des défis associés au transport de grandes pièces d'équipement. Les sections suivantes décrivent les domaines actuels de la capacité canadienne.

3.4.1 Compétence en fabrication, en mise en valeur et en exploitation

Les premiers projets de développement de l'énergie éolienne au Canada provenaient presque entièrement de fournisseurs internationaux avec peu ou pas du tout d'activités de fabrication au pays. À mesure que le développement de l'énergie éolienne progressait au Canada, la capacité de fabrication du pays augmentait. Actuellement, le Canada n'a qu'un seul fabricant d'éoliennes de grande taille, AAER, qui s'efforce de tirer profit du marché croissant. Le Canada possède également des capacités dans d'autres domaines. Plus précisément, les entreprises canadiennes offrent de l'expertise de pointe dans les secteurs suivants⁵⁹ :

- De l'expertise en matière de fabrication à grande échelle de tours, de socle et de pales;
- Assemblage de nacelles d'éoliennes;
- Onduleurs électriques, équipement de conditionnement d'énergie et stockage à grande échelle dans des batteries;
- Recherche et mise en fonctionnement d'éoliennes dans des climats froids ou rudes;
- Évaluation de la ressource éolienne et cartographie;
- Planification, financement et réalisation de parcs éoliens;
- Exploitation et gestion de parcs éoliens pour alimenter un réseau public;
- Fabrication de petites éoliennes (puissance de 10 kW à 60 kW);
- Conception, installation et intégration de systèmes éoliens en vue d'applications à des systèmes hybrides isolés et hors réseau.

Deux nouveaux fabricants, RePower et Enercon, ont annoncé qu'ils fabriqueraient des composants d'éoliennes et qu'ils effectueraient l'assemblage au Canada au cours des prochaines années.⁶⁰ Un troisième fabricant, Multibrid, envisage mener des activités de fabrication en Ontario.⁶¹

3.4.2 Codes, normes et pratiques exemplaires

Les codes, les normes, les cadres et les pratiques exemplaires sont des outils importants dont a besoin l'industrie pour approfondir ses connaissances spécialisées, réduire les risques, lever autant que possible les obstacles au commerce et établir des pratiques cohérentes, sécuritaires et durables.

L'association ACÉE aide à élaborer des cadres et des pratiques exemplaires, notamment :⁶²

- Un code modèle canadien sur le branchement des éoliennes au réseau qui établit les meilleures pratiques pour brancher des éoliennes à l'ensemble des réseaux de distribution d'énergie du Canada (2006);
- Les meilleures pratiques en matière de son, qui précisent les seuils acceptables de son et la façon d'évaluer les sons, ainsi qu'un guide des meilleures pratiques pour l'évaluation des interférences éventuelles avec les installations radio, radar et sismo-acoustiques, et les directives ontariennes sur les mesures de sécurité à prendre en cas de givrage ou de défaillance de pales (2007).

L'Association canadienne de normalisation (CSA) est l'organisation d'élaboration de normes responsable de la création de normes canadiennes en énergie éolienne. Grâce à des fonds de Ressources naturelles Canada, la CSA a publié cinq nouvelles normes canadiennes, ainsi que le *Guide CSA des codes et des normes canadiens sur les éoliennes*. Parmi les travaux en cours de la CSA, mentionnons :

- Des mises à jour au Code canadien de l'électricité (CEC), partie I, section 64, sur les systèmes d'énergies renouvelables;
- Des mises à jour de normes actuelles visant à améliorer les références et à adopter les améliorations fondées sur les normes électrotechniques internationales;
- L'examen préliminaire de la norme internationale sur les éoliennes au large des côtes que le Canada envisage d'adopter.

3.4.3 Capacité scientifique et technologique

Le Canada dispose d'un vaste éventail d'organisations industrielles, universitaires, sans but lucratif et gouvernementales qui fournissent à l'industrie de l'énergie éolienne une expertise scientifique et technologique.

Voici quelques-unes des principales organisations :

- L'Association canadienne de l'énergie éolienne (ACÉE) est une association sans but lucratif qui favorise le développement et l'application appropriés de tous les aspects de l'énergie éolienne au Canada, y compris la création d'une politique environnementale appropriée. L'ACÉE a collaboré avec divers experts afin d'appuyer la recherche sur les incidences de la mise en valeur de l'énergie éolienne au Canada, notamment le bruit, les répercussions sur les espèces sauvages et les questions d'acceptation de la part du public. L'ACÉE a également collaboré avec l'*Alberta Electricity System Operator* à l'analyse de l'efficacité de divers modèles de prévision du vent en Alberta.
- L'Institut canadien de l'énergie éolienne (ICEE) est une organisation sans but lucratif destinée à l'industrie canadienne de l'énergie éolienne. L'Institut travaille à promouvoir l'utilisation de l'énergie éolienne pour la production de l'électricité, de même que les produits et les services dans le secteur éolien destinés au marché canadien et aux marchés internationaux. L'ICEE dispose de laboratoires et d'espaces d'atelier et est conçu pour satisfaire aux besoins des projets, qu'ils soient de grande envergure ou à petite échelle. À l'Institut, le travail est axé sur les essais et la certification, la recherche et l'innovation, et l'éducation du public.⁶³
- Le Réseau stratégique sur l'énergie éolienne (WESNet), récemment mis sur pied, réunit des chercheurs du domaine de l'énergie éolienne de 16 universités canadiennes et de divers ministères et organismes fédéraux (dont Ressources naturelles Canada et Environnement Canada) et provinciaux (dont Hydro-Québec et Manitoba Hydro), partenaires institutionnels du secteur de l'énergie éolienne (dont ACÉE et le Centre CORUS). Par l'entremise du programme du Réseau stratégique sur l'énergie éolienne, WESNet permettra aux chercheurs universitaires canadiens de créer des projets intégrés portant sur les besoins en énergie éolienne du Canada. Le Réseau contribuera à la formation de 153 étudiants et assurera le transfert du savoir-faire et des progrès technologiques à l'industrie de l'énergie éolienne.⁶⁴ Bénéficiant d'un financement de 5 millions de dollars sur 5 ans, le réseau de recherche a les objectifs suivants :
 - Élaborer des solutions novatrices aux problèmes techniques les plus importants auxquels se heurte l'industrie de l'énergie éolienne, particulièrement à ceux liés aux climats froids;

- Permettre au secteur manufacturier canadien de devenir un acteur international en matière de technologies éoliennes;
- Satisfaire à la demande croissante de personnel hautement qualifié dans le secteur de l'énergie éolienne;
- Promouvoir l'énergie éolienne comme un supplément viable et écologique aux portefeuilles énergétiques.⁶⁵
- Le Centre CORUS a été mis sur pied par le TechnoCentre éolien, en collaboration avec plusieurs universités québécoises liées étroitement à l'industrie éolienne. Situé à Murdochville, dans la péninsule gaspésienne, le Centre CORUS est dédié à la recherche, au développement et au transfert technologique. Il est entouré de deux parcs éoliens totalisant une puissance de 108 MW. Cette localisation fait du centre de recherche un laboratoire naturel unique pour l'étude de l'impact du milieu froid sur l'extraction de l'énergie éolienne.⁶⁶

Plusieurs sociétés canadiennes du secteur privé participent à des projets de recherche et développement qui s'étendent de la conception de nouveaux convertisseurs et générateurs d'énergie jusqu'à des tours éoliennes et des pales de turbine de nouvelle conception. Au Canada, les ressources financières destinées aux activités scientifiques et technologiques (S&T) sont extrêmement limitées, ce qui restreint la quantité d'activités scientifiques et technologiques qui peuvent avoir lieu.

3.4.4 Capacité scientifique et technologique du gouvernement fédéral

Les chercheurs du gouvernement fédéral canadien mènent des travaux de recherche et développement visant à aider l'industrie canadienne de l'énergie éolienne. Voici quelques-uns des groupes dont il est question :

- CanmetÉNERGIE de Ressources naturelles Canada s'occupe de la recherche et du développement ayant comme objet les technologies de l'énergie éolienne, les technologies de stockage d'énergie et l'intégration de l'éolien aux réseaux de distribution de l'électricité;
- Le Service canadien de la faune d'Environnement Canada effectue d'importantes recherches liées aux incidences environnementales des turbines éoliennes sur les oiseaux, ce qui permet d'améliorer les lignes directrices sur le choix de l'emplacement des turbines éoliennes;
- La Direction générale de la science et de la technologie d'Environnement Canada effectue des recherches et met au point des outils ayant comme but de permettre l'évaluation de la ressource et la prévision de l'énergie éolienne, dont l'*Atlas canadien d'énergie éolienne* (www.windatlas.ca) et le logiciel Anémoscope.

- Le Service météorologique du Canada d'Environnement Canada dispense des services de prévision météorologique opérationnelle, y compris en ce qui concerne le givrage atmosphérique; et gère et analyse l'archive climatologique nationale, qui sert à la prospection d'énergie éolienne, ainsi qu'à la conception sur mesure en fonction des charges de pression du vent, du givrage atmosphérique, et de la climatologie de la foudre afin de permettre aux entreprises de développement d'énergie éolienne de respecter les normes de l'Association canadienne de normalisation en matière de turbines éoliennes;
- Le Centre d'hydraulique canadien du Conseil national de recherches du Canada participe à la recherche, au développement et aux essais en bassin des fondations des aérogénérateurs extracôtiers, et s'est vu solliciter pour son expertise pour contribuer à la création du parc éolien de Nysted, au Danemark.

Les programmes suivants assurent la plus grande partie de l'investissement fédéral dans la recherche et le développement en matière d'énergie :

Financement fédéral des sciences et de la technologie :

- Le Programme de recherche et de développement énergétiques fournit environ 500 mille dollars par année pour la recherche et le développement dans le domaine de l'énergie éolienne, dont des travaux ayant comme objet les codes et les normes, les vents extracôtiers, les vents dans les régions nordiques, et les petites turbines éoliennes;
- L'Initiative écoÉNERGIE fournit 1 million de dollars par année pour la recherche et le développement en matière d'énergie éolienne, y compris un soutien à la participation du Canada à l'Agence internationale de l'énergie, ainsi qu'aux travaux d'Environnement Canada sur les outils de prévision du vent.

Financement fédéral pour la recherche et le développement universitaires :

- Le programme du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada fournit un financement pour la recherche universitaire sur l'énergie éolienne, incluant notamment le Réseau stratégique sur l'énergie éolienne (WESNet), pour lequel il a fourni 5 millions sur 5 ans. Quelques chaires universitaires ont été établies, dont la Chaire de recherche du Canada sur l'aérodynamique des éoliennes en milieu nordique à l'École de technologie supérieure de l'Université du Québec.

Financement fédéral pour la recherche et le développement industriels :

- Le Programme d'aide à la recherche industrielle du Conseil national de recherches du Canada offre des services consultatifs sur les plans techniques et commerciaux et une aide financière aux petites et moyennes entreprises pour mener des recherches industrielles, y compris de l'aide à la recherche et au développement en matière d'énergie éolienne.
- Technologies du développement durable du Canada (TDDC) est une fondation à but non lucratif qui offre du financement pour le développement et la démonstration de technologies durables, de l'aide aux technologies de l'énergie éolienne, dans le but d'écartier les risques associés à ces projets. Depuis sa création, TDDC a approuvé environ 20 millions de dollars pour divers projets dans le domaine des technologies de l'énergie éolienne. Vous trouverez une liste de projets à ce jour au www.sdtdc.ca.
- Un nouveau programme fédéral, le Fonds pour l'énergie propre, a été lancé tout récemment. Le Fonds d'un milliard de dollars appuie la résolution du gouvernement de recourir davantage aux technologies qui réduisent les émissions de gaz à effet de serre provenant de la production d'énergie. Le programme comprend un volet de recherche de 150 millions sur cinq ans, ainsi que 850 millions de dollars sur cinq ans pour le développement et la démonstration de technologies prometteuses. Le volet des Projets des démonstrations pour des systèmes d'énergie renouvelable et d'énergie propre du Fonds a suscité 178 propositions avant la date limite du 14 septembre 2009. Au total, le financement demandé serait de 1,7 milliard de dollars. Le financement affecté à ce volet est de 191,4 millions de dollars. L'examen des propositions est en cours et devrait être terminé vers la fin de l'année 2009. Les projets peuvent inclure des technologies novatrices dans le domaine de l'énergie éolienne adaptées au contexte canadien et à ses difficultés, y compris, à titre indicatif mais non exhaustif, les climats froids, les collectivités éloignées, les usages extracôtiers et l'intégration aux réseaux de distribution de l'électricité. La portée du programme comprend également des systèmes novateurs et efficaces de stockage de l'énergie et de la chaleur produites par des sources variables renouvelables. Pour de plus amples renseignements à propos du Fonds pour l'énergie propre, visiter le site www.cef-fep.nrcan.gc.ca.

Bibliographie

- ¹ CanmetÉNERGIE, Aperçu du secteur de l'énergie éolienne, août 2008
- ² Global Wind 2008 Report – Second Edition, Global Wind Energy Council, mai 2009
- ³ Site Web de l'Association canadienne de l'énergie éolienne, Carte des installations au Canada. Téléchargé en septembre 2009 à http://www.canwea.ca/farms/wind-farms_f.php
- ⁴ Global Wind 2007 Report – Second Edition, World Wind Energy Council, mai 2008. Financial data converted based on an exchange rate of 1.5855 Canadian dollars per Euro.
- ⁵ U.S. Department of Energy. Tax breaks for Businesses, Utilities and Governments. Téléchargé en juin 2009 à <http://www.energy.gov/additionaltaxbreaks.htm>
- ⁶ La force du vent 2025 : La puissance de demain, Résumé, Association canadienne de l'énergie éolienne. Téléchargé le 15 juin 2009 à http://www.canwea.ca/images/uploads/File/Windvision_summary_f.pdf
- ⁷ Global Wind 2008 Report – Second Edition, Global Wind Energy Council, mai 2009
- ⁸ Global Wind 2008 Report – Second Edition, Global Wind Energy Council, mai 2009
- ⁹ Global Wind 2008 Report – Second Edition, Global Wind Energy Council, mai 2009
- ¹⁰ Did you know? *WindSight Magazine*, Spring 2008. p. 53
- ¹¹ Backer, L. (2007). Workshop on environmental innovation and global markets. *Organization for Economic Co-operation and Development*. Téléchargé le 17 juin 2008 à www.oecd.org/dataoecd/4/1/39370312.pdf.
- ¹² Backer, L. (2007). Workshop on environmental innovation and global markets. *Organization for Economic Co-operation and Development*. Téléchargé le 17 juin 2008 à www.oecd.org/dataoecd/4/1/39370312.pdf.
- ¹³ Global Wind 2008 Report, Global Wind Energy Council, mai 2009.
- ¹⁴ Global Wind 2008 Report, Global Wind Energy Council, mai 2009.
- ¹⁵ BTM Consult, World Market Update 2008, mars 2009.
- ¹⁶ BTM Consult, World Market Update 2008, mars 2009.
- ¹⁷ Les parcs éoliens au Canada. (2009). *Association canadienne de l'énergie éolienne*. Consulté en octobre 2009 à http://www.canwea.ca/farms/index_f.php.
- ¹⁸ Site Web de l'Association canadienne de l'énergie éolienne, Carte des installations au Canada. Consulté en juin 2009 à http://www.canwea.ca/farms/wind-farms_f.php
- ¹⁹ Site Web de l'Association canadienne de l'énergie éolienne, Projets proposés et/ou en construction. Consulté en juin 2009 à http://www.canwea.ca/farms/future_f.php
- ²⁰ Communication avec Robert Hornung, président de l'Association canadienne de l'énergie éolienne, le 25 mai 2009
- ²¹ Communication avec Robert Hornung, président de l'Association canadienne de l'énergie éolienne, le 25 mai 2009
- ²² Emerging Energy Research, *US/Canada Wind Power Markets and Strategies*, 2007-2015, mars 2007.
- ²³ Renewable energy: costs, performance and markets – an outlook to 2015. (2007). Rapport final élaboré par Navigant Consulting à l'intention de CEA Technologies, le 22 juin 2007. *Étude confidentielle*

- ²⁴ Sources : OPA, Hydro-Québec, BC Hydro, les gouvernements de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-Prince-Édouard.
- ²⁵ Site Web de l'Association canadienne de l'énergie éolienne, Puissance installée actuelle au Canada. Téléchargé en juin 2009 à http://www.canwea.ca/pdf/Canada%20Current%20Installed%20Capacity_f.pdf
- ²⁶ Lieutenant-gouverneur de l'Île-du-Prince-Édouard, 5 avril 2008, discours du Trône, <http://www.assembly.pe.ca/speech/2007/index.php>
- ²⁷ Pas d'auteur. (2008). Unified Maritimes market to build wind energy supply. *WindSight Magazine, printemps 2008*, pp.34-36.
- ²⁸ Site Web du gouvernement de la Nouvelle-Écosse, « Province Ups Renewable Target; Wheeler to Consult with Public », consulté en septembre 2009 à <http://www.gov.ns.ca/news/details.asp?id=20090728002>
- ²⁹ Pas d'auteur. (2008). Unified Maritimes market to build wind energy supply. *WindSight Magazine, Spring, 2008*, pp.34-36.
- ³⁰ *Second wind contract announced for northern New Brunswick*, Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 6 février 2008. Récupéré en août 2008 du <http://www.gnb.ca/cnb/news/ene/2008e0239en.htm>.
- ³¹ Sans auteur. (2008). Finance community has 'huge' interest in wind power. *WindSight Magazine, printemps 2008*, pp. 47-48.
- ³² Melnbardis, Robert, *Hydro-Quebec approves 2,004 MW of wind-power farms*, Reuters, 5 mai 2008. Récupéré en août 2008 du : <http://uk.reuters.com/article/oilRpt/idUKN0540400220080505>
- ³³ Site Web du ministère des Ressources naturelles du Québec. Wind Energy Projects in Quebec. Récupéré le 11 juin 2009. <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/english/energy/wind/wind-projects.jsp>
- ³⁴ Site Web de CanWEA, Carte des installations au Canada. Récupéré en juin 2009 du http://www.canwea.ca/farms/wind-farms_f.php
- ³⁵ Pas d'auteur. (2008). We can't achieve our goals without wind. *WindSight Magazine, printemps 2008*, pp. 11-13.
- ³⁶ Site Web du ministère de l'Énergie et de l'Infrastructure de l'Ontario. *La loi sur l'énergie verte de l'Ontario*. Consulté en juin 2009. <http://www.mei.gov.on.ca/wsd6.korax.net/english/energy/gea/>
- ³⁷ Communication with Robert Hornung, Président, Association canadienne de l'énergie éolienne, le 25 mai 2009
- ³⁸ *Overview of critical transmission infrastructure projects in Alberta*, site Web du gouvernement de l'Alberta, le 1er juin 2009. Consulté le 11 juin 2009. <http://alberta.ca/home/NewsFrame.cfm?ReleaseID=/acn/200906/261149D4CF393-F6A4-BFBD-73258BC6700DF959.html>
- ³⁹ Site Web de BC Hydro, Clean Power Call. Consulté en juin 2009. http://www.bchydro.com/planning_regulatory/acquiring_power/clean_power_call.html
- ⁴⁰ No Author. (2002). *Wind Power Generation*, Nunavut Power.
- ⁴¹ Site web de CanmetÉNERGIE. Énergie éolienne/Vent extracôtier. Consulté en juin 2009. http://canmetenergy-canmetenergie.nrcan-rncan.gc.ca/eng/renewables/wind_energy/off_shore.html

- ⁴² Pinno, K. et Mutysheva, D. (2006). Current status of wind power in Canada and other selected countries: The economics of significant wind power development in Canada. Volume 1. Canadian Energy Research Institute. étude No. 116.
- ⁴³ Whittaker, Sean., VP Policy of CanWEA. (2008). Unified Maritimes market to build wind energy supply. *WindSight Magazine*, Spring, 2008, pp.34-36.
- ⁴⁴ Pas d'auteur. Mai 2008. *20% Wind by 2030 – Increasing Wind Energy's Contribution to the U.S. Electricity Supply*. United States Department of Energy.
- ⁴⁵ Pas d'auteur. (2008). Unified Maritimes market to build wind energy supply. *WindSight Magazine*, printemps 2008, pp.34-36.
- ⁴⁶ Pas d'auteur. (2008). Unified Maritimes market to build wind energy supply. *WindSight Magazine*, Printemps 2008, pp.34-36.
- ⁴⁷ Le 10 juin 2009, Notes pour un discours de l'honorable Jim Prentice, ministre de l'Environnement au sujet du système canadien de crédits compensatoires pour les gaz à effet de serre (<http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=6F2DE1CA-1&news=B06CF8C3-A168-46FC-B456-7496E8E42A6E>). Consulté le 22 octobre 2009.
- ⁴⁸ Pas d'auteur. (2008). Wind energy: Part of a balanced energy diet. *WindSight Magazine*, Printemps 2008, pp. 15-20.
- ⁴⁹ Association canadienne de l'énergie éolienne. *La force du vent 2025 – La puissance de demain*. Téléchargé en juin 2009 à : http://www.canwea.ca/windvision_e.phpdf
- ⁵⁰ Communication avec Robert Hornung, président de l'Association canadienne de l'énergie éolienne, le 25 mai 2009
- ⁵¹ Goldemburg, J. (2004). The case for renewable energies. International Conference for Renewable Energies, Bonn. Consulté le 17 juin 2008 à www.renewables2004.de/pdf/tbp/TBP01-rationale.pdf.
- ⁵² European Wind Energy Association. *Wind Energy and the Job Market –* Fiche de renseignements. Février 2009. Consulté en juin 2009 à : <http://ewea.org/index.php?id=1611>
- ⁵³ Situational Analysis of the Canadian Renewable Energy Sector with a Focus on Human Resource Issues, The Delphi Group (janvier 2007)
- ⁵⁴ Clean energy: FIT to be tried, Canadian Business Magazine, 16 juin 2009. Consulté en juin 2009. http://www.canadianbusiness.com/markets/commodities/article.jsp?content=20090616_10004_10004
- ⁵⁵ The Delphi Group, *CanWEA – Detailed Labour Forecast – 2015*, juillet 2007.
- ⁵⁶ Canada. (2006) Énergie renouvelable : Énergie éolienne. Industrie Canada. Consulté le 16 juin 2008 à http://www.ic.gc.ca/epic/site/rei-ier.nsf/en/h_nz00001e.html.
- ⁵⁷ Pinno, K. et Mutysheva, D. (2006). Levelized unit electricity cost of wind compared with alternate technologies: The economics of significant wind power development in Canada. Volume 2. Canadian Energy Research Institute. Study No. 116.
- ⁵⁸ Canada. (2008). Énergie renouvelable : L'énergie éolienne Une industrie canadienne qui a le vent dans les voiles : sachez en profiter. *Industrie Canada*. Consulté le 16 juin 2008 à <http://www.ic.gc.ca/epic/site/reiier.nsf/en/nz00071e.html>.

⁵⁹ Canada. (2008). Occasions pour l'industrie canadienne dans la chaîne d'approvisionnement nord-américaine en éoliennes de grande puissance : À propos de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne. Industrie Canada. Consulté le 16 juin 2008 à [http://www.ic.gc.ca/epic/site/rei-ier.nsf/vwapj/windenergyenergieeolienne_eng.pdf/\\$FILE/windenergy-energieeolienne_fra.pdf](http://www.ic.gc.ca/epic/site/rei-ier.nsf/vwapj/windenergyenergieeolienne_eng.pdf/$FILE/windenergy-energieeolienne_fra.pdf).

⁶⁰ Hydro-Québec to Purchase 2000 MW of New Wind Power, *Green Energy News*, Vol. 13, Issue No. 7. consulté le 25 juillet 2008 à <http://www.green-energy-news.com/nwslnks/clips508/may08007.html>

⁶¹ Hamilton, Tyler (le 19 juillet 2008), Ontario eyed for wind turbine factory, *The Toronto Star*, *TheStar.com*, Business, Récupéré le 25 juillet 2008 du <http://www.thestar.com/Business/article/445983>

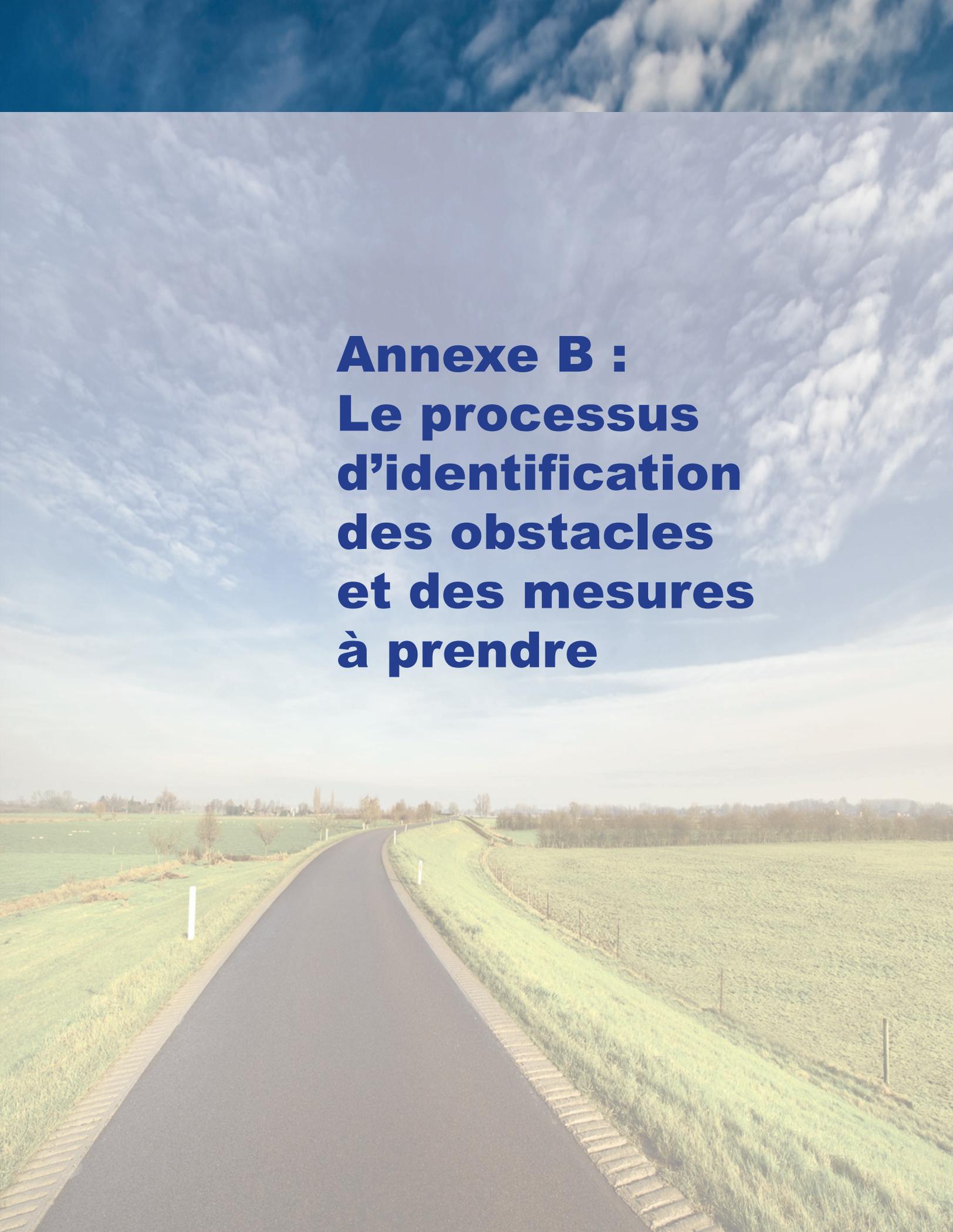
⁶² Whittaker, Sean, VP Policy of CanWEA. (2008). Best-practice guidelines critical to industry expansion. *WindSight Magazine*, printemps 2008, pp. 42-43.

⁶³ Raison d'être, *Institut de l'énergie éolienne du Canada*, consulté le 25 juillet 2008 à <http://www.ieec.ca/about/mission.php>

⁶⁴ Helimax Press Release (juin 2008), Helimax Contributes to "Wind Energy Strategic Network" (WESNet) Research Fund, *Helimax*, consulté le 25 juillet 2008 à <http://www.helimax.com/anglais/pages/news/news.php?iID=21>

⁶⁵ Site Web du Réseau stratégique du CRSNG sur l'énergie éolienne, www.wesnet.ca. Consulté en juin 2009

⁶⁶ Le Centre CORUS, Site Web *Le TechnoCentre éolien*, consulté le 25 juillet 2008 à https://www.eolien.qc.ca/?id=87&titre=Le_Centre_CORUS&em=



Annexe B :
Le processus
d'identification
des obstacles
et des mesures
à prendre



Table des matières

1.0 Introduction	37
2.0 Créer la vision	39
2.1 Cerner les possibilités	39
2.2 Énoncer une vision afin d'orienter la Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne	43
3.0 Déterminer les obstacles spécifiques et les mesures à prendre afin de mettre en œuvre la vision	44
3.1 Renforcer le cadre politique	46
3.2 Informer et faire participer les Canadiens	50
3.4 Mettre sur pied des Centres d'excellence	57
3.5 Accélérer le développement d'une technologie axée sur les petites éoliennes	65
3.6 Appuyer la réalisation de projets de démonstration innovants	70
Annexe A : Liste des participants aux ateliers de la FRT sur l'énergie éolienne	72



1.0 Introduction

L'énergie éolienne offre au Canada une importante possibilité de répondre aux besoins en électricité et de produire d'importantes retombées économiques en assurant le respect de l'environnement. Pour amener le Canada à réaliser son plein potentiel dans ce domaine, le gouvernement du Canada a offert son appui à un effort mené par l'industrie en vue de créer une feuille de route technologique sur l'énergie éolienne.

La création de la Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne (FRT sur l'énergie éolienne) visait à permettre aux promoteurs, aux adeptes et aux utilisateurs de technologie de déterminer les priorités en matière d'innovation dans le domaine de l'énergie éolienne. La FRT sur l'énergie éolienne établit la technologie clé et les besoins en matière de politique qui assureront les succès futurs du secteur de l'énergie éolienne et permettront d'élaborer les mesures qui s'imposent. En fin de compte, l'objectif vise à déterminer les investissements et mesures clés qui nourriront l'innovation canadienne et produiront des résultats pour la société et l'économie.

Ce processus de Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne a été mené par une équipe de chefs de file de l'industrie qui forment le Comité directeur de l'industrie. Après avoir reconnu les divers défis et besoins du secteur de l'énergie éolienne, le Comité a déterminé que quatre groupes de travail (dont deux ont ensuite été divisés en deux sous-groupes) devraient être créés. La structure des groupes de travail se résume comme suit :

- **Groupe de travail 1 (GT1) : Marchés et aspects économiques** : L'accent est mis sur les préoccupations des promoteurs canadiens de l'énergie éolienne concernant les marchés, les aspects économiques et les ressources humaines, préoccupations auxquelles doivent faire face les entreprises d'énergie éolienne au Canada dans un contexte de mondialisation des marchés.
- **Groupe de travail 2 (GT2) : Ressources en énergie éolienne** : L'accent est mis sur les possibilités de développer, au Canada, les éléments technologiques et les compétences expertes ainsi que l'esprit de leadership en matière de marketing dans les domaines reliés à l'évaluation des ressources en énergie éolienne et à l'ingénierie éolienne, tant pour la réalisation de projets intracôtiers qu'extracôtiers.
- **Groupe de travail 3 (GT3a et GT3b) : Systèmes d'énergie éolienne** : L'accent est mis sur l'établissement des possibilités concernant les éléments technologiques, les compétences expertes et l'esprit de leadership en matière de marketing dans les domaines reliés à la fabrication, à l'acquisition, à l'installation et à l'utilisation d'éoliennes. Ce groupe comprendra un sous-groupe étudiant la situation de grandes éoliennes (3a) et un sous-groupe examinant la situation des petites éoliennes (3b).

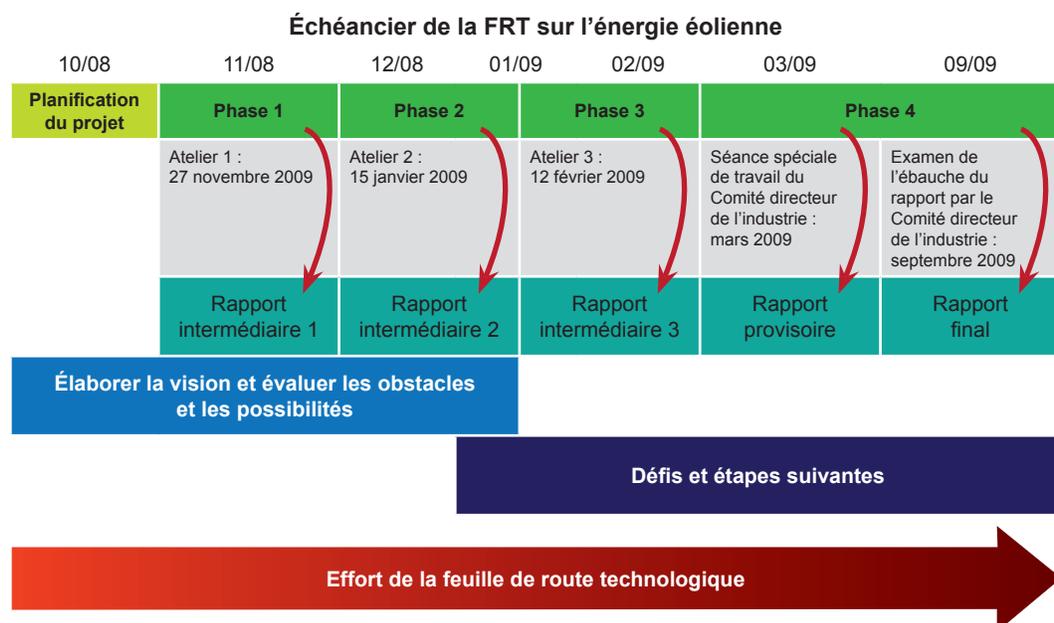
- **Groupe de travail 4 (GT4a et GT4b) : Intégration aux réseaux électriques :**
L'accent est mis sur les enjeux régionaux qui interviennent au moment d'intégrer l'énergie éolienne à la chaîne d'approvisionnement énergétique au Canada, ainsi que sur de possibles solutions techniques pour en faciliter le processus. Ce groupe comprendra un sous-groupe examinant la situation au chapitre de la planification (4a) et un sous-groupe consacré au fonctionnement (4b).

PricewaterhouseCoopers LLP (PwC) a été mandaté pour :

- Administrer le processus de la FRT sur l'énergie éolienne. Le mandat comprend la collaboration avec Industrie Canada (IC), Ressources naturelles Canada (RNC) et le Comité directeur de l'industrie afin d'élaborer le format et l'ordre du jour des rencontres du Comité, des ateliers et des réunions des différents groupes de travail;
- Animer les rencontres du Comité directeur et les ateliers;
- Préparer une synthèse d'information et de rétroaction portant sur chaque phase, élaborer, ébaucher et rédiger le Rapport de la Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne, et faire une présentation en format PowerPoint aux représentants fédéraux et au Comité directeur de l'industrie.

Le rôle de PwC se limitait à faciliter le processus : le contenu, y compris les obstacles, les recommandations, les estimations de coûts et les autres renseignements, s'appuyait sur les données fournies par les participants pendant le processus.

Le tableau ci-dessous présente les phases et les échéances de l'élaboration de la FRT sur l'énergie éolienne.



2.0 Créer la vision

Le premier atelier a réuni plus de 100 représentants de l'industrie, du gouvernement et du milieu universitaire (voir l'Annexe 1 pour obtenir la liste des participants). Cet atelier visait à rassembler les intervenants intéressés afin de cerner les principales possibilités et d'élaborer une vision pour la FRT sur l'énergie éolienne.

Pour établir le cadre de la discussion sur la vision de la FRT sur l'énergie éolienne, les représentants de l'Association canadienne de l'énergie éolienne et de Toronto Hydro ont présenté un résumé de l'état actuel du secteur de l'énergie éolienne au Canada et dans le monde.

2.1 Cerner les possibilités

L'élaboration de la vision a été guidée par une discussion initiale portant sur les possibilités. Un certain nombre de possibilités et d'éléments clés ont été établis par les participants de l'atelier et ont servi de base de discussion sur la vision. Les possibilités ont été groupées sous cinq thèmes principaux : Tirer profit des excellentes ressources éoliennes du Canada, Exploiter les possibilités économiques de l'énergie éolienne, Développer des technologies innovantes, Créer des emplois et Établir des liens entre les initiatives complémentaires. Ces possibilités sont précisées ci-dessous.

1. Tirer profit des excellentes ressources éoliennes du Canada

- Chaque région du Canada possède plus que les ressources éoliennes suffisantes pour répondre à ses propres besoins.
- L'augmentation de la production d'électricité à partir de source éolienne permet une réduction de l'empreinte de carbone du secteur de l'énergie.
- Le vent est présent à grande échelle, moins coûteux et mieux compris que d'autres sources énergétiques à faible émission.

2. Exploiter les possibilités économiques de l'énergie éolienne

- Les importantes ressources éoliennes du Canada et le réseau de transport d'électricité présent à l'échelle de l'Amérique du Nord offrent la base d'un important potentiel d'exportation vers les États-Unis à partir de plusieurs régions du pays.
- La crise du crédit (présente en novembre 2008 lors du premier atelier) crée des possibilités de poursuivre la consolidation et l'optimisation du secteur de l'énergie éolienne. Puisque la position économique du Canada semble être plus solide que celle de la majorité des autres pays industrialisés, le moment serait bien choisi pour que la restructuration au Canada mène à un renforcement, comparativement à la situation mondiale.

- Le climat froid et l'éloignement des communautés qui caractérisent le Canada pourraient permettre aux municipalités de développer des microréseaux et au Canada de développer des solutions, à l'échelle mondiale, pour les communautés rurales et éloignées.
- Une combinaison appropriée d'options de source énergétique doit être élaborée et tenir compte des coûts d'investissement et d'exploitation, des prix et du besoin en approvisionnement énergétique stable et sûr.
- Plusieurs secteurs ayant des actifs complémentaires (p. ex., agriculture, fabrication d'équipement de transport) vivent présentement un fléchissement et recherchent des possibilités d'utiliser leurs actifs (terres, ressources qualifiées, technologie, machinerie et équipement de fabrication) à des fins plus productives.
- Il est possible d'obtenir un rendement positif en employant divers moyens, notamment l'élaboration d'une approche intégrée de l'évaluation de site, la rationalisation des processus d'approbation et de délivrance de permis et l'exploitation des possibilités extracôtières.
- Le gouvernement peut s'appuyer sur son rôle d'acheteur d'énergie pour stimuler la force de l'industrie canadienne; par exemple, le gouvernement du Québec exige qu'une partie de l'équipement de chaque projet soit fabriquée dans la province, et l'Ontario exigera qu'une portion de l'équipement utilisé dans des projets provienne de la province.
- Les investissements publics dans le secteur de l'énergie éolienne peuvent contribuer à atténuer la crise économique grâce à la création d'emploi et à la croissance des dépenses.

3. Développer des technologies innovantes

- Il est important d'investir dans l'amélioration de la recherche-développement et de tous les aspects de la livraison (p. ex., fabrication, production, transport, etc.) ainsi que dans toute la chaîne de valeur.
- Il est souhaitable de mieux utiliser les technologies existantes et la recherche-développement au Canada et dans le monde.
- La collaboration au chapitre de la recherche-développement permettrait de rassembler divers acteurs possédant des attributs différents comme l'expertise en modélisation, l'expertise en ingénierie, l'expertise en analyse de données, etc.

- La recherche-développement canadienne possède des forces et des ressources sur lesquelles s'appuyer pour accéder à la recherche-développement de calibre mondial.
- Il faut cerner les possibilités distinctes de trois systèmes, comme au Danemark et en Allemagne, soit les grandes éoliennes, les parcs d'éoliennes en communauté et les petites éoliennes.
- Bon nombre d'aspects nécessitent un effort particulier :
 - Élaborer et mettre en œuvre de meilleures solutions pour augmenter la part de l'énergie éolienne dans le réseau d'électricité.
 - Élaborer des solutions énergétiques ciblées comme la combinaison énergie éolienne-diesel dans le Nord canadien et dans les pays en voie de développement et des systèmes fondés sur l'hydroélectricité pour le stockage d'énergie éolienne.
 - Développer des technologies pour les éléments clés du système comme les composantes, le stockage et l'infrastructure de transport.
 - Développer et harmoniser les codes et les normes d'interconnexion de réseau.
 - Concevoir l'équipement en pensant au transport et à la logistique (p. ex., près des côtes et sur les côtes)
- Un appui doit être donné aux technologies de pointe que nous possédons, notamment pour la fabrication de petites éoliennes.
- Il convient d'amener l'expertise canadienne en service-conseil d'ingénierie sur le marché mondial :
 - La modélisation à micro-échelle peut être couplée à la modélisation à méso-échelle;
 - Les connaissances et l'expérience en matière d'éloignement/climat froid;
 - Les possibilités de recherche pour le milieu universitaire;
 - Le transfert de connaissances en aérodynamique entre le secteur de l'énergie éolienne et les autres secteurs industriels.
- L'intégration de l'énergie éolienne offre la possibilité d'actualiser les systèmes de transport d'électricité à haute tension.

4. Créer des emplois

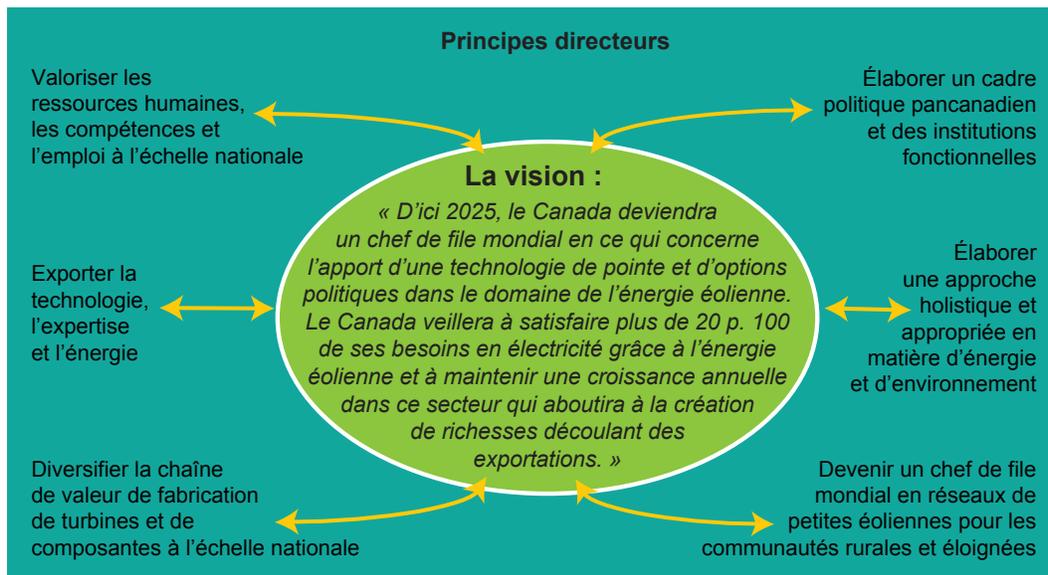
- Le Canada possède d'excellentes ressources en matière d'énergie éolienne et devrait s'appuyer sur cette force vive, une main-d'œuvre très qualifiée et des taux de salaire concurrentiels.
- Les possibilités dans le domaine de la main-d'œuvre sont intéressantes en raison du récent fléchissement dans le secteur de l'automobile (présent en novembre 2008 lors du premier atelier), de la possibilité de profiter de l'intérêt de la jeunesse pour l'énergie renouvelable, de l'immigration et des possibilités en matière de main-d'œuvre et de roulement de personnel.
- L'élaboration de programmes permettrait de conserver et de transférer l'expertise d'autres secteurs et de créer des emplois durables dans toutes les régions.
- La création de partenariats entre l'industrie et les collèges, les universités et les établissements d'enseignement permettrait de mieux cibler le développement de connaissances et de compétences.

5. Établir des liens avec les initiatives complémentaires

- Il est souhaitable d'harmoniser la vision de l'Association canadienne de l'énergie éolienne aux obstacles économiques et techniques.
- Ce processus devrait être lié discussions portant sur le cadre de politique de RNCan qui sont en cours.

2.2 Énoncer une vision afin d'orienter la Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne

Après avoir déterminé les possibilités décrites ci-dessus, les participants ont proposé des énoncés de vision et en ont discuté. Le point de départ fondamental était le vaste appui à la vision de l'Association canadienne de l'énergie éolienne, soit combler 20 p. 100 de la demande d'électricité au Canada d'ici 2025. Une étude des énoncés de la vision a permis de constater que plusieurs thèmes faisaient l'unanimité des participants. Afin d'évaluer l'importance stratégique de chacun des thèmes, les participants ont été invités à répondre à un sondage portant sur l'importance de chaque thème. Le Comité directeur a tenu une rencontre pour étudier le rapport du premier atelier, ainsi que les conclusions du sondage; le Comité a convenu d'une vision consolidée qui intègre les thèmes clés. Les thèmes et la vision sont présentés dans le schéma ci-dessous.



3.0 Déterminer les obstacles spécifiques et les mesures à prendre afin de mettre en œuvre la vision

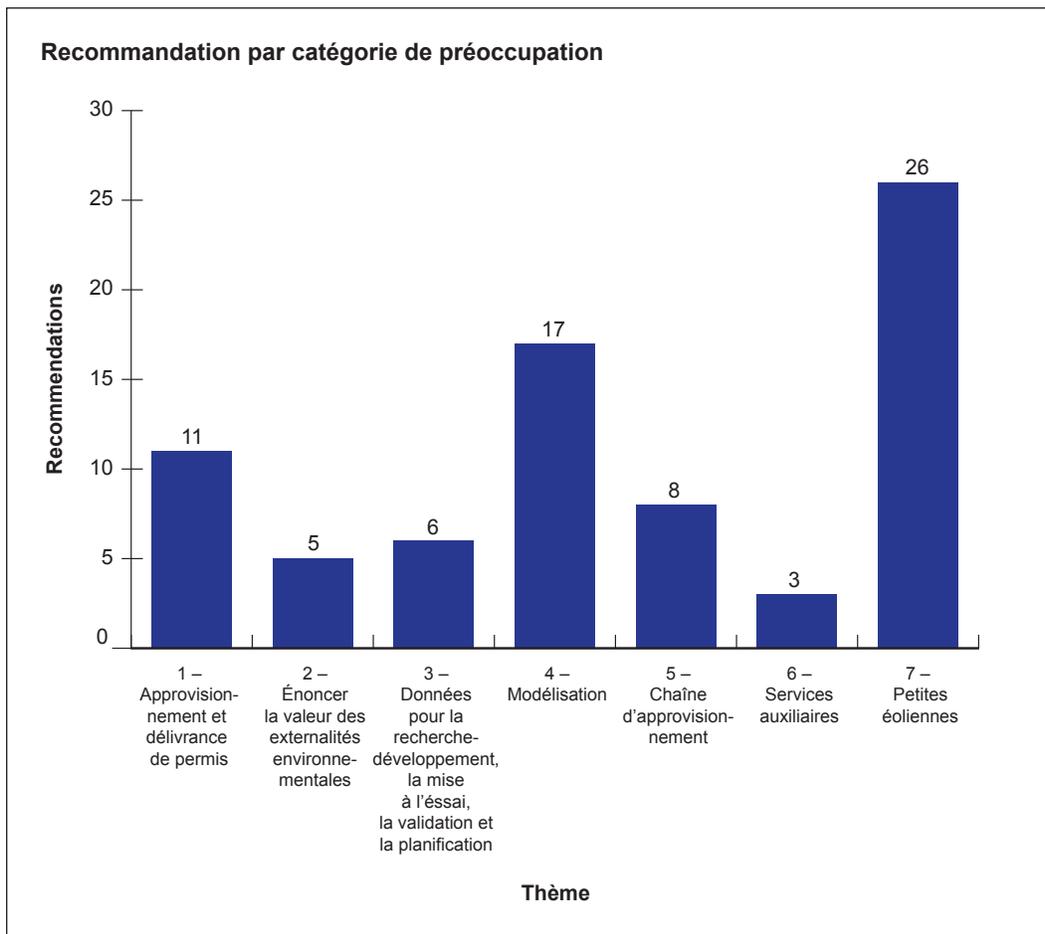
Le deuxième atelier portait sur l'identification des obstacles à la mise en œuvre de la vision. Le programme de l'atelier comprenait les éléments suivants :

- L'atelier débutait par une séance plénière où était abordé l'aspect de la vision qui serait confié au deuxième atelier.
- Pendant les séances plénières, deux présentations ont porté sur les problèmes qui touchent l'industrie nord-américaine de l'énergie éolienne. Le premier conférencier, Mark Lauby de la North American Electric Reliability Corporation, a abordé les défis et les possibilités clés des nouveaux projets d'énergie éolienne en matière de planification et d'intégration. Puis, Steve Lindenburg, du ministère américain de l'Énergie, a présenté une récente initiative entreprise par son ministère afin de surmonter les obstacles à la satisfaction de 20 p. 100 de la demande américaine d'électricité grâce à l'énergie éolienne d'ici 2030. Les présentations des deux conférenciers peuvent être obtenues auprès du forum de la FRT sur l'énergie éolienne.
- La plus grande partie de la journée a été consacrée à des discussions en petits groupes sur les obstacles et les mesures à prendre.
- Les groupes se sont retrouvés, en fin de journée, en séance plénière; un représentant de chaque groupe a présenté le travail effectué sur les obstacles clés et les mesures à prendre pour les prochaines étapes.

Le troisième atelier comprenait une série de séances plénières et de séances de travail en petits groupes.

- L'atelier a débuté par la présentation de Geoff Nimmo d'Industrie Canada, intitulée « Implementing Wind Technology Roadmap Priorities » et par celle de Liuchen Chang de l'Université du Nouveau-Brunswick portant sur le Réseau stratégique du CRSNG sur l'énergie éolienne.
- Les participants ont présenté des recommandations sur les mesures prioritaires, après les réunions en petits groupes du matin et de l'après-midi.
- Les membres du Comité directeur ont fait rapport au groupe après la réunion en petits groupes de l'après-midi.

Le rapport du troisième atelier de la FRT sur l'énergie éolienne cumulait plusieurs sources d'information obtenue des praticiens de l'industrie, des experts du gouvernement et des spécialistes du milieu universitaire lors du troisième atelier et des appels-conférences qui ont suivi le troisième atelier. Le rapport comprenait 76 recommandations fournies par les intervenants et issues d'échanges de messages à l'échelle de la communauté de l'énergie éolienne. Elles sont réparties en catégories de préoccupation dans le tableau ci-dessous.



Le Comité directeur a tenu une rencontre pour établir la priorité des recommandations et convenir de six principales mesures à prendre. Le corps du rapport a été ébauché grâce à la participation collective du Comité et au soutien de PwC. Bien que cette partie centrale du document présente les priorités et les mesures à prendre à un niveau élevé, le texte qui suit présente une discussion plus complète des obstacles que les priorités visent à surmonter, ainsi que les mesures spécifiques.

Il est important de noter que ces domaines d'action se chevauchent dans plusieurs cas. Par exemple, une bonne partie des domaines d'action cibleront les grandes éoliennes. Toutefois, les petites éoliennes représentent à la fois un débouché important et un besoin pour le Canada. Les petites éoliennes ont donc été abordées dans un domaine d'action particulier, mais les étapes spécifiques aux petites éoliennes devront être ciblées dans d'autres domaines d'action. Par conséquent, la section portant sur les petites éoliennes illustre la nécessité d'informer les Canadiens à propos de leurs possibilités et de leurs avantages, mais les étapes spécifiques à cet égard devraient être entreprises dans le domaine d'action visant à « Informer et faire participer les Canadiens ».

3.1 Renforcer le cadre politique

Objectif

Le besoin d'un solide cadre politique pour appuyer la croissance continue du secteur de l'énergie éolienne au Canada n'a jamais été aussi criant. Sans politique exhaustive, cohérente à l'échelle du pays, en matière d'énergie éolienne et d'énergie renouvelable en général, le secteur de l'énergie éolienne n'atteindra pas son plein potentiel au Canada.

Mesures qui s'imposent

Présentement, au Canada comme ailleurs, la juste valeur des sources d'énergie sans émission n'est pas pleinement prise en compte. L'absence d'une taxe nationale sur le carbone, de limite et d'un système d'échange ou d'un autre mécanisme d'évaluation des impacts environnementaux force le secteur de l'énergie éolienne à faire, sur un « terrain inégal », concurrence aux autres sources énergétiques traditionnelles dont les impacts environnementaux sont plus négatifs.

Le Canada a la possibilité d'établir un cadre et d'envoyer un message clair aux acheteurs d'énergie et aux fabricants : l'énergie éolienne est une source de production d'électricité vraiment fiable et un choix environnemental intelligent. De plus, avec la récente poussée de renouvellement de l'infrastructure du réseau de transport en Amérique du Nord, les provinces et les territoires ont la possibilité d'adopter et établir, pour les passages de transport, une stratégie de planification à long terme qui pourrait faciliter l'intégration de l'énergie éolienne dans la combinaison actuelle de sources énergétiques.

Défis et obstacles actuels

Plusieurs des groupes de travail ont noté des défis particuliers associés au cadre politique.

Le GT4a fait remarquer bon nombre d'obstacles associés au cadre politique existant.

- Un obstacle clé, également noté par plusieurs groupes, est lié au fait que d'importants nouveaux investissements seront nécessaires pour intégrer une part importante d'énergie éolienne. Toutefois, il faut encore plus de temps pour développer de nouvelles capacités de transport que pour développer un nouveau parc éolien. Le long processus de délivrance de permis de développement de réseau de transport amplifie ce problème. Le traitement séquentiel « à la pièce » de capacité supplémentaire de production est un problème pour la planification d'un réseau dans son ensemble.
- Il y a un manque de clarté quant à l'intégration du secteur éolien aux autres sources d'énergie renouvelables.

Le GT1 rapporte certaines lacunes au Canada :

- Une vision à long terme et les dispositions pour assurer la réalisation des objectifs de capacité en matière d'énergie éolienne relativement aux processus actuels d'acquisition;
- La connectivité est-ouest et nord-sud des réseaux de transport;
- La coopération et la planification, à l'échelle nationale et régionale;
- Des mécanismes d'encouragement financier afin de permettre au secteur de l'énergie éolienne de réaliser son potentiel à long terme et d'être concurrentiel par rapport aux sources énergétiques traditionnelles;
- Les conditions entourant les processus de délivrance de permis et d'approbations pour les nouveaux projets d'énergie éolienne.

Les GT3a et GT3b ont souligné d'autres défis, notamment :

L'absence de demande continue de technologies d'énergie éolienne et de nouveaux projets de parc d'éoliennes;

L'absence d'encouragements financiers pour appuyer l'application de petites éoliennes à des fins de démonstration et de déploiement sur les marchés raccordés au réseau de distribution et les marchés des communautés éloignées;

L'absence d'évolution des cadres réglementaires et des services publics pour accommoder les petites éoliennes.

Mesures à prendre

Globalement, le cadre politique concernant l'énergie éolienne au Canada en est encore à l'étape de l'élaboration. Pour s'assurer que l'énergie éolienne peut continuer à progresser et offrir la croissance économique et les avantages écologiques, il est nécessaire d'établir un solide cadre politique. Plusieurs secteurs devront participer à cet effort pour faire en sorte que le processus d'approvisionnement respecte les objectifs à long terme du Canada en matière d'énergie éolienne. Une coopération régionale est essentielle pour la planification des installations d'énergie éolienne, en plus des conditions établies relativement aux processus de délivrance de permis et d'approbation pour les promoteurs. Il faut également évaluer correctement les externalités environnementales pour faire la démonstration des vrais coûts environnementaux de l'énergie. Pour maintenir une demande stable d'énergie éolienne à court et à moyen terme, des mécanismes adéquats doivent être mis en place pour assurer la reconnaissance de l'énergie éolienne et la valorisation appropriée en termes d'attributs positifs. Ces points sont soulignés dans le tableau ci-dessous.

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
Mettre en place des mécanismes temporaires d'encouragement financier		
a) Mettre en place des mécanismes d'encouragement financier pour l'énergie renouvelable.	6 mois; long terme	Gouvernements
b) Établir une vaste coalition d'intervenants pour s'assurer que l'énergie éolienne est en mesure d'obtenir la reconnaissance de ses qualités environnementales dans le contexte de l'établissement de règles du jeu équitables (p. ex., municipalités, groupes environnementaux, organismes de santé, communautés autochtones, etc.).	1 an	Gouvernements, industrie et ONG
Concevoir des méthodes d'acquisition efficaces		
c) Une étude devrait être menée et distribuée à tous les gouvernements provinciaux, les services publics de la Couronne et les autorités responsables de l'acquisition, en vue d'étudier les différentes méthodes d'acquisition propres à l'énergie éolienne et qui ont été utilisées ailleurs dans le monde pour l'énergie éolienne, et de les évaluer par rapport aux critères suivants : 1. Capacité de créer un plan d'acquisition transparent, à long terme (10+ ans), stable et fiable pour l'énergie éolienne; 2. Capacité de refléter la situation économique au sein du secteur de l'énergie éolienne et de s'y adapter; 3. Capacité de générer des investissements en contenu local (p. ex., chaîne d'approvisionnement, fabrication); 4. Capacité à s'aligner aux enjeux locaux et à long terme relativement à la planification, au transport et à la demande; 5. Capacité à permettre aux projets d'énergie éolienne d'obtenir et conserver la valeur de leurs qualités environnementales; 6. Capacité de générer une production rentable d'électricité; 7. Capacité d'accommoder une vaste gamme de possibles promoteurs de projet d'énergie éolienne; 8. Capacité à tenir compte d'éléments de « qualité de projet » autres que le prix.	6 mois	Gouvernements, industrie
d) Chercher à établir des processus simplifiés de délivrance de permis et d'approbation relativement à l'énergie éolienne dans toutes les régions du Canada (p. ex., une approche à guichet unique serait probablement optimale pour les promoteurs).	1 an	Gouvernements, services publics

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
Encourager la planification à long terme de passages pour le transport		
e) Fournir de l'information claire (transparente) sur la capacité de transport offerte aujourd'hui et les améliorations modestes à court terme qui renseigneraient les promoteurs et le marché à plus grande échelle. Du point de vue du fournisseur de transport, déterminer le meilleur emplacement de construction pour les promoteurs.	Identification initiale – 1 an, puis continuellement	Services publics
f) Régler la question de longs cycles de délivrance de permis de transport pour une ligne de transport qui pourrait être/serait éventuellement construite et en établissant des droits de passage et des passages pour le transport. Cette recommandation touche l'utilisation des terres ainsi que les obstacles réglementaires actuels qui exigent une « preuve du besoin ». Les étapes suivantes devraient être menées : <ul style="list-style-type: none"> • Les services publics doivent établir ce dont ils pourraient avoir besoin pour assurer la capacité future de production pour le secteur de l'énergie éolienne; • Les services publics communiquent avec les autorités réglementaires et discutent de diverses options pour la planification à long terme. Possibilité de permettre que des fonds soient consacrés à l'élaboration de plans de transport; • Les services publics communiquent avec les gouvernements (tous niveaux) relativement à la planification de l'utilisation des terres pour définir les droits de passage à divers niveaux de certitude. Étant donné le grand nombre de terres de la Couronne, le gouvernement peut établir de vastes passages qui peuvent être réservés à une éventuelle utilisation. 	Varie selon les territoires	Services publics
Produire des feuilles de route sur la réglementation		
g) Chaque territoire devrait préparer une feuille de route sur la réglementation relative à l'énergie éolienne qui établit clairement les permis et les approbations requis pour un projet d'énergie éolienne ainsi que les échéanciers associés à ces processus de délivrance de permis et d'approbation.	1 an	Gouvernement
h) Élaborer un processus d'évaluation environnementale propre à l'énergie éolienne et améliorer l'harmonisation et/ou la délégation des exigences environnementales fédérales et/ou provinciales, au plus pratique.	1 à 2 ans	Gouvernements, ONG

Le coût des encouragements financiers est estimé à un montant allant de deux à trois milliards de dollars sur une période de 15 ans. D'autres mesures, comme l'élaboration d'une feuille de route sur la réglementation, la rationalisation du processus de délivrance de permis ou un processus d'évaluation environnementale propre à l'énergie éolienne, n'auraient aucun coût ou un coût modeste.

Contribution de ces mesures à la réalisation de la vision

L'engagement de fonds publics et les améliorations des processus d'approbation et de la planification à long terme créeront un environnement concurrentiel pour le secteur de l'énergie éolienne au Canada et attireront des investissements mondiaux, ce qui produira des avantages environnementaux et économiques pour tous les Canadiens.

3.2 Informer et faire participer les Canadiens

Objectif

Le secteur de l'énergie éolienne a la possibilité de tirer parti du vaste appui de la population canadienne pour faciliter l'intégration de l'énergie éolienne dans l'approvisionnement d'électricité au Canada. La clé de la consolidation de ce soutien public repose sur la capacité à fournir des données crédibles et empiriques pour dissiper des idées fausses relatives à l'énergie éolienne et aux installations.

Justification des mesures qui s'imposent

Des informations plus complètes sur les coûts réels et les avantages associés à l'énergie éolienne, ainsi que de meilleures informations sur les forces concurrentielles du Canada, sont nécessaires pour stimuler les investissements en temps, en argent et en efforts des gouvernements, de l'industrie, du milieu universitaire, des investisseurs et des travailleurs dans l'énergie éolienne. Par exemple, une portion importante des fabricants de petites éoliennes étant installée au Canada, il est important de préciser aux Canadiens qu'à certains égards, le Canada est déjà à l'avant-garde des technologies de l'énergie éolienne, mais qu'un plus vaste appui est nécessaire, notamment de la part des municipalités où les règles et règlements peuvent souvent nuire à une plus forte pénétration de l'énergie éolienne. Il est tout aussi important de donner les signaux justes à la génération actuelle d'étudiants, notamment que le secteur de l'énergie éolienne bénéficie d'un appui au Canada et que la poursuite d'études dans les domaines de l'énergie éolienne est un choix avisé. Un tel message fera progresser l'objectif de développement de ressources humaines solides et qualifiées qui œuvreront dans l'exploitation de l'énergie éolienne, l'affermissement de l'énergie éolienne, la fabrication et d'autres services auxiliaires dont l'industrie a besoin.

Défis et obstacles actuels

Des défis clés pour assurer un vaste soutien public axé sur la progression ont été notés par la majorité des groupes de travail.

- Il semble que le grand public ne comprend pas bien les coûts des technologies et des sources énergétiques traditionnelles. S'ils comprenaient le cycle de vie complet et les coûts environnementaux des sources énergétiques et leurs possibles impacts négatifs, les Canadiens seraient en mesure de prendre des décisions plus éclairées de choix d'énergie (GT1);
- Bien qu'il y ait, au niveau national, un soutien du public en matière d'énergie éolienne, l'acceptation sociale des projets d'énergie éolienne au niveau local reste problématique; certains Canadiens veulent de l'énergie éolienne, mais « pas dans ma cour » (GT3a);
- Des développements relativement récents en matière d'énergie éolienne ont souligné le manque réel de personnel qualifié pour la mise en service, les services d'exploitation et d'entretien, et l'ingénierie relativement aux projets d'énergie éolienne (GT3a);
- Les promoteurs et les fabricants ont de la difficulté à obtenir un emprunt et/ou des fonds en raison du manque d'acceptation générale et de compréhension des coûts et avantages de l'énergie éolienne (GT3a);
- Le public n'est pas conscientisé au potentiel des installations de petites éoliennes (GT3b);
- Les programmes de formation offerts par les programmes universitaires en génie et dans d'autres domaines connexes ne répondent pas adéquatement aux besoins de l'industrie éolienne. (GT4a)

Principales mesures à prendre

Afin de faire la promotion de l'énergie éolienne comme industrie profitable pour le Canada, tant écologiquement qu'économiquement, la participation du public doit être encouragée par des représentants du gouvernement crédibles, des ONG et l'industrie qui peuvent présenter les faits sur l'énergie éolienne. D'un point de vue du public et d'un gouvernement municipal, la résistance à l'énergie éolienne doit être contrée par des preuves concrètes pour obtenir un soutien plus solide envers les installations d'éoliennes. Le coût de la présentation initiale de documents pour soutenir les objectifs mentionnés, par groupe cible, serait probablement modeste; toutefois, la mise à jour et la réédition de tels documents pourraient atteindre d'un à cinq millions de dollars par groupe cible. D'un point de vue économique, les universités et les autres institutions d'enseignement doivent

établir des partenariats avec l'industrie pour élaborer des programmes qui fourniront aux étudiants les ensembles de compétences nécessaires pour répondre aux besoins de l'industrie éolienne au Canada. Le tableau ci-dessous présente quelques-unes des mesures nécessaires pour atteindre ces objectifs.

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
Créer un registre centralisé contenant les études passées en revue par les experts du milieu		
a) Élaborer et maintenir un ensemble de documents gouvernementaux faisant autorité, fondé sur l'étude de publications à l'échelle mondiale qui abordent les problèmes clés soulevés à propos des projets d'énergie éolienne (p. ex., bruit, infrason, jet de glace, défaillance structurelle, effets sur la faune).	6 mois, puis continuellement à long terme	Gouvernements, industrie, ONG et milieu universitaire
Fournir aux décideurs des analyses coûts-avantages de l'énergie éolienne dans les réseaux d'électricité		
b) Fournir aux décideurs de l'information sur les impacts environnementaux de la production d'électricité et les coûts associés à de tels impacts pour soutenir les arguments de la valeur des qualités environnementales de l'énergie éolienne. Une première étape de ce processus consisterait à produire un solide document de communication/information fondé sur l'étude des publications portant sur les travaux menés sur les impacts environnementaux de la production d'électricité et leurs coûts - principalement les travaux menés en Amérique du Nord et en Europe.	1 an	Gouvernements, industrie, ONG et milieu universitaire
c) Faire une analyse complète pour élaborer une perspective nationale (p. ex., adaptation de l'étude d'intégration de 20 % du DOE américain).	9 mois	ONG, gouvernements, milieu universitaire et/ou industrie
Faire part aux décideurs, aux médias, aux guides d'opinion et au grand public des informations fondées sur les faits		
d) Aborder les questions sur l'acceptation du public en élaborant du matériel de relations publiques et de communication par le biais des associations de l'industrie et des programmes gouvernementaux (p. ex., campagnes contre la production de déchets ou le tabac), en mettant l'accent sur les emplois et les avantages économiques.	Immédiatement et continuellement	Industrie, ONG, services publics

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
e) Établir une vaste coalition d'intervenants pour s'assurer que l'énergie éolienne est en mesure d'obtenir la reconnaissance de ses qualités environnementales dans le contexte de l'établissement de règles du jeu équitables (p. ex., municipalités, groupes environnementaux, organismes de santé, communautés autochtones, etc.).	1 an	ONG
Améliorer et mettre à jour l'enseignement et la formation afin de constituer une main d'œuvre durable. Cette recommandation vise deux principaux groupes cibles – donner une formation appropriée aux nouveaux diplômés universitaires et fidéliser la main-d'œuvre actuelle, et fournir des ressources d'éducation permanente à ces deux groupes.		
a) Préparer du matériel promotionnel accessible dans les écoles publiques afin de promouvoir le secteur éolien comme option professionnelle.	Continuellement	Industrie, ONG, milieu universitaire, gouvernements
b) Déterminer les compétences fondamentales dont les services publics ont besoin ou qu'ils souhaitent que les élèves possèdent.	1 an	Services publics
c) Créer, promouvoir et soutenir les possibilités de formation pour les publics cibles afin d'offrir la formation dans les domaines appropriés (p. ex., outils de planification de probabilité). Par exemple, ces formations pourraient comprendre une conférence ou un atelier de formation pour l'éducation permanente (ciblant des compétences techniques et pratiques), une série de présentations données par des experts et/ou des présentations enregistrées par des experts des services publics que les professeurs peuvent intégrer à leurs présentations/cours. Puisque certains groupes ciblés comprendront les étudiants, un financement et/ou une commandite seraient nécessaires.	2 ans	À déterminer
d) Repenser les programmes de formation pour recentrer les programmes d'ingénierie en les orientant vers l'avenir de l'industrie au lieu du passé de l'industrie.	Plusieurs années	Milieu universitaire
e) L'éducation permanente devrait être confiée à un centre d'excellence, ou devenir une source de revenus pour une institution universitaire possédant une expertise en systèmes énergétiques.	2 à 5 ans	À déterminer

Contribution de ces mesures à la réalisation de la vision

L'amélioration des communications avec le public, la main d'œuvre, les bailleurs de fonds et les représentants du gouvernement relativement aux avantages et possibilités réels de l'énergie éolienne créera un environnement dans lequel une plus grande partie de la population canadienne investira des fonds, du temps et de l'énergie en vue de faire progresser l'industrie de l'énergie éolienne.

3.3 Élargir le rôle de l'industrie canadienne

Objectif

Le succès du secteur de l'énergie éolienne au Canada repose en fin de compte sur les épaules de l'industrie canadienne. Il est donc essentiel de mener des recherches et de représenter de façon schématique tous les possibles rôles et domaines offrant des avantages concurrentiels pour l'industrie canadienne, en vue de stimuler les investissements dans les domaines où le Canada pourrait obtenir les plus grands succès. Il est important de noter que cette représentation schématique devrait tenir compte de toutes les données relatives au secteur de l'énergie éolienne, y compris les services, les technologies, les produits, l'infrastructure, entre autres.

Justification des mesures qui s'imposent

La représentation schématique du cycle de vie entier de la chaîne de valeur du secteur de l'énergie éolienne permettra de cerner les forces clés et les possibilités d'amélioration et illustrera les secteurs dans lesquels le Canada pourra croître et devenir un concurrent sur le marché mondial. Cette schématisation contribuera également à souligner les goulets d'étranglement et les pressions financières qui limitent actuellement le développement de l'énergie éolienne au Canada. Cette démarche est nécessaire pour déterminer ce qui devrait être importé, les domaines sur lesquels le Canada devrait concentrer ses efforts à l'intérieur de ses frontières et les domaines où le Canada peut jouer un rôle de chef de file concurrentiel sur la scène mondiale. La représentation schématique peut également établir les domaines critiques d'éventuels efforts de recherche-développement et permettre au Canada d'être à la fine pointe de la technologie.

Défis et obstacles actuels

Le GT2 a souligné certains des principaux défis auxquels l'industrie canadienne est confrontée dans ses efforts en vue d'établir, à l'échelle nationale, un solide secteur de fabrication et de services relativement à l'énergie éolienne :

- Connaissance insuffisante des possibilités de la chaîne d'approvisionnement dans l'industrie canadienne;
- Nombre limité de fabricants pour les produits clés;
- Manque de collaboration recherche-développement entre l'industrie et le milieu universitaire.

D'autres défis ont également été soulignés par le GT3a, notamment :

- Frais d'importation et d'exportation à la frontière Canada/États-Unis entraînant des coûts plus élevés;
- Manque de clarté quant aux possibilités d'investissements et de rendements associés créant la difficulté d'obtenir un emprunt et/ou des fonds pour les promoteurs et les fabricants.

Principales mesures à prendre

Pour profiter pleinement des avantages économiques du secteur de l'énergie éolienne, toute la chaîne de valeur doit être représentée schématiquement. Cette représentation schématique permettra ensuite l'identification des possibilités viables de la chaîne d'approvisionnement et des secteurs offrant un potentiel d'avantage concurrentiel. Il est également nécessaire de repérer les principaux partenaires et collaborateurs et de tirer parti de l'infrastructure existante, qui pourrait être réorientée pour le secteur de l'énergie éolienne afin que toute la chaîne d'approvisionnement du Canada puisse être aussi efficace que possible. Le coût de certaines de ces initiatives, comme la représentation schématique de la chaîne de valeur et l'aide au partenariat, pourrait atteindre un quart de million de dollars chacune. D'autres activités, comme l'identification des possibilités pour l'industrie canadienne, pourraient demander des investissements plus importants (de l'ordre d'environ un million de dollars chacune). La compréhension des niveaux d'investissement nécessaires à l'établissement d'un climat favorisant les investissements attractifs dans l'énergie éolienne devra s'appuyer sur des analyses continues et des prises en considération axées sur l'évolution des marchés.

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
Représenter de façon systématique la chaîne de valeur		
a) Schématiser le cycle complet de la chaîne d'approvisionnement pour les projets côtiers et extracôtiers, en s'appuyant sur les travaux existants. Cette démarche comprend l'estimation de la valeur et de l'étendue du secteur canadien des grandes éoliennes, ainsi que des éventuelles possibilités d'exportation.	6 mois	ONG, gouvernements, industrie
Déterminer les possibilités qui s'offrent à l'industrie canadienne		
b) Déterminer les possibilités de la chaîne d'approvisionnement fondées sur les résultats de la schématisation de la chaîne de valeur.	1 an	ONG, gouvernements, industrie
c) Évaluer le contexte canadien actuel et déterminer les possibilités fondées sur l'activité de schématisation. Cette démarche pourrait inclure une adaptation ou un travail similaire à des études américaines portant sur l'approvisionnement en énergie éolienne.	9 mois	ONG, gouvernements, industrie
Faciliter l'établissement de partenariats et promouvoir l'utilisation de sources d'approvisionnement canadiennes pour les matériaux, les produits et les services		
d) Déterminer la capacité canadienne en matière d'innovation et d'exportation et l'ampleur du marché potentiel d'exportation, ainsi que le moyen de tirer profit de ces possibilités.	1 an	ONG, milieu universitaire
Instaurer un climat attrayant pour les investissements dans l'énergie éolienne		
e) Voir les autres domaines d'action (p. ex., Renforcer le cadre politique, Informer et faire participer les Canadiens, etc.)		

Contribution de ces mesures à la réalisation de la vision

L'identification des principaux secteurs où se manifestent les besoins et les possibilités pour le Canada au moyen de la représentation schématisée de la chaîne de valeur fournira l'information nécessaire pour stimuler les investissements de l'industrie et d'institutions d'enseignement dans le développement d'infrastructure, d'exploitation et d'ensembles de compétences pour appuyer la progression du secteur de l'énergie éolienne au Canada.

3.4 Mettre sur pied des Centres d'excellence

Objectif

En vue de mettre en œuvre efficacement des niveaux plus élevés de pénétration de l'énergie éolienne dans le réseau d'approvisionnement mixte en électricité au Canada, il est nécessaire de pouvoir compter sur de meilleures données, technologies, systèmes, services et outils. Les Centres d'excellence ont été largement utilisés partout au Canada pour soutenir ce type de développement industriel complet dans divers secteurs. Ces lieux sont de véritables incubateurs d'innovation où les chercheurs, les praticiens et les décideurs peuvent collaborer relativement à un vaste éventail d'enjeux. Les échanges fertiles peuvent également contribuer à améliorer le soutien direct à des initiatives spécifiques, comme un programme de recherche sur les petites éoliennes ou un lieu de partage de recherches évaluées par les pairs portant sur les impacts du développement du secteur de l'énergie éolienne.

Justifications des mesures à prendre

La réalisation de la vision de la FRT sur l'énergie éolienne s'appuie sur la modélisation améliorée et des outils et technologies d'intégration de l'énergie éolienne qui réduiront l'incertitude lors de la conception et de la planification du système. Les coûts de développement et d'intégration seront alors diminués, ce qui réduira le risque financier. La technologie offerte actuellement s'appuie sur des données et des modèles qui n'ont pas été spécialement élaborés pour l'énergie éolienne et qui, de ce fait, n'ont pas la pertinence requise. Les modèles de flux éolien n'ont pas le niveau de précision et l'exactitude nécessaires pour des niveaux de pénétration de grandes éoliennes. Les modèles actuels de planification du transport et les outils de salle de travail ne conviennent pas à la nature stochastique et variable de l'énergie éolienne. Les technologies d'affermissement de l'énergie éolienne ne sont pas suffisamment développées pour assurer le comportement adéquat de l'ensemble du système électrique. L'absence de mesures exacerbera les lacunes des outils et paradigmes actuels. Les coûts et les risques seront inévitablement plus élevés et l'efficacité sera réduite. Une action concertée des intervenants concernés permettrait alors non seulement d'atteindre des niveaux plus élevés de pénétration de l'énergie éolienne dans le système, mais contribuerait également à l'instauration d'un réseau électrique moderne et plus fiable.

Défis et obstacles actuels

Le manque d'outils évolués et fiables pour faciliter le développement de parc de grandes éoliennes, la planification du transport et les prévisions à long terme (temps réel et modélisation un jour d'avance) ont été notés comme un obstacle majeur à l'essor du secteur de l'énergie éolienne par la majorité des participants, tout au long du processus.

- Le GT2 a indiqué qu'il y avait une importante lacune en matière de technologies de modélisation exacte et fiable pour les modèles à microéchelle, les modèles à méso-échelle, les modèles de perte du système, les modèles de perte technique, les modèles de changement climatique et les modèles de prévisions à court terme.
- Le GT4a est arrivé à une conclusion similaire à propos du manque de modèles de planification validés, de matériel de planification actualisé et de méthodes permettant d'établir la fiabilité des éoliennes qui limite grandement le progrès de l'industrie.
- Le GT4b a également noté qu'un manque d'outils de modélisation de prévisions à court terme fiables nuisait grandement au progrès de l'industrie. Particulièrement, il a noté les défis relativement à l'inadéquation ou au manque d'outils et de technologies de prévision pour fournir des évaluations fiables du système, fournir des prédicteurs de probabilité pour la répartition de générateur, prédire le comportement des éoliennes, surveiller la génération intégrée, fournir des données sur les alertes propres aux éoliennes et sur la façon d'y réagir et, en général, comprendre et quantifier les risques. Ils ont aussi ajouté la difficulté de trouver du personnel pour effectuer les prévisions à court terme, qui nécessitent généralement la surveillance continue de stations météorologiques pertinentes.

Les défis relatifs à l'amélioration des modèles et outils actuels sont attribuables, en partie, aux obstacles associés à l'accès à des données suffisantes et adéquates pour les processus de validation. Notamment, le GT2 a déterminé que les facteurs suivants représentaient les obstacles qui doivent être abattus en priorité pour permettre l'émergence de la prochaine génération d'outils de simulation et d'évaluation des ressources et réaliser la vision de la FRT sur l'énergie éolienne :

- Absence de normes pour la collecte des données. Cet élément comprend l'absence de norme pour l'évaluation des ressources éoliennes, la production de rapport d'exploitation et l'absence de certification des instruments. De plus, le climat canadien froid doit être pris en compte de façon spécifique pour réduire l'incertitude.
- Absence de données de validation. Cet élément comprend l'absence de données de grande qualité et à long terme, l'absence de données détaillées pour les usines de production d'énergie éolienne en exploitation (qui ne sont pas accessibles parce qu'elles sont propriété privée) et l'absence de données topographiques haute résolution et de données sur l'utilisation des terres (qui sont essentielles pour obtenir une précision accrue).

De même, le GT4b a déterminé les défis propres à l'exactitude, aux mesures et aux normes comme obstacles hautement prioritaires. Plus spécifiquement, les participants ont souligné les problèmes attribuables à l'absence d'échange de données et d'information :

- entre les exploitants de réseau;
- entre les exploitants de réseau et les services publics;
- entre les exploitants de réseau et les propriétaires/exploitants;
- entre les promoteurs/propriétaires/exploitants;
- entre Environnement Canada et les exploitants de réseau;
- entre les fabricants et les exploitants de réseau relativement au comportement de l'éolienne.

Le manque de formation propre aux exploitants de réseau et au personnel d'exploitation qualifié a également été noté comme obstacle clé à la croissance, pour le GT4a et le GT4b.

L'écart entre l'intégration de l'énergie éolienne et les solutions de stockage d'énergie a été maintes fois identifié, par plusieurs groupes de travail, comme obstacle prioritaire à la réalisation de la vision.

- Le GT1 a mis l'accent sur les limites attribuables à l'absence de technologies rentables de stockage d'énergie et/ou de systèmes d'équilibre étant donné la variabilité de l'énergie éolienne.
- Le GT4a a noté plusieurs défis d'intégration relatifs à un manque de compréhension dans divers domaines, comme le niveau de renforcement requis pour intégrer l'énergie éolienne, la part d'énergie éolienne qui peut être intégrée dans chaque région spécifique du Canada (flexibilité/rigidité du réseau), le processus d'interconnexion de mode de production et le système de file d'attente. La façon d'optimiser le réseau pour accroître au maximum l'intégration des énergies renouvelables n'est pas claire, non plus. Puisque les facteurs de capacité orientent la demande de services auxiliaires, il est également difficile de bien comprendre les services auxiliaires qui seront offerts en 2025 et la meilleure façon de les utiliser.
- Le GT4b a cerné des défis similaires, y compris la compréhension de la réaction de la production à la charge lors de l'arrivée massive d'énergie éolienne dans le système, ainsi que les impacts à long terme de l'énergie éolienne relativement à la pénétration et aux exigences concomitantes en matière de services auxiliaires et de coûts associés.

Mesures clés

En résumé, des données de grande qualité obtenues sur le terrain et en laboratoire, des données de référence à long terme et des données détaillées provenant des parcs d'énergie éolienne en activité sont nécessaires pour l'initialisation, la mise à l'essai et la validation de divers modèles d'ingénierie. L'accès à de telles données permettra la validation et la mise en œuvre de modèles et outils opérationnels plus avancés et plus précis. Tant les promoteurs de parc d'éoliennes que les services publics tireront profit de telles améliorations alors que l'augmentation de la précision et la diminution de l'incertitude se traduiront par une diminution du risque et, donc, par une réduction des coûts. Les promoteurs auront un meilleur accès au capital et les services publics seront en mesure d'intégrer une plus grande part d'énergie éolienne en toute confiance, sans exiger des réserves inutiles et coûteuses.

De plus, pour améliorer l'exploitation du système tout en satisfaisant les critères de fiabilité, de nouvelles exigences en matière de technologie et d'exploitation devront être élaborées pour atteindre le niveau de 20 p. 100 de la demande d'électricité au Canada. La technologie « optimale » dépendra des caractéristiques régionales et de la combinaison d'énergie. Il est probable que l'énergie éolienne puisse être intégrée à très bas coût dans certains endroits du réseau nord-américain (ces endroits n'ont toutefois pas été tous identifiés).

Il apparaît clairement qu'il reste beaucoup de travail à accomplir pour faire progresser le développement de l'énergie éolienne au Canada et optimiser l'utilisation de cette ressource au Canada. La participation d'un vaste éventail d'intervenants provenant du milieu universitaire, de l'industrie et des gouvernements sera nécessaire. Pour établir les efforts prioritaires et faciliter le développement dans plusieurs secteurs, il a été recommandé de former trois Centres d'excellence, distincts mais interreliés.

- i. Évaluation des ressources en énergie éolienne et de la production d'énergie.* Ce Centre d'excellence ciblera le développement de bases de données et de normes de données connexes, ainsi qu'une vaste gamme d'outils de modélisation. Les travaux seraient en grande partie menés par des experts en analyse de données et en modélisation, en collaboration avec les entreprises de services publics et les promoteurs, qui donneraient leur avis sur les besoins critiques.
- ii. Méthodologies d'exploitation avancée et planification du transport.* Ce Centre d'excellence ciblera la poursuite du développement de nouveaux outils probabilistes de planification du transport et l'amélioration des outils de salle d'exploitation afin d'intégrer les prévisions de vent à court terme, à l'aide de données et d'outils élaborés au Centre d'excellence *Évaluation des ressources en énergie éolienne et de la production d'énergie*. Dans ce Centre d'excellence, les entreprises de services publics et les promoteurs seraient les pilotes, alors que les experts en données et en modélisation joueraient un rôle de soutien.

iii. *Services auxiliaires : Technologies liées à l'intégration de l'énergie éolienne et à l'affermissement de l'énergie éolienne.* Ce Centre d'excellence ciblerait le développement de services auxiliaires qui seraient requis pour optimiser pleinement l'utilisation de l'énergie éolienne.

Des investissements de 15 à 25 millions de dollars, sur quelques années (voir le tableau ci-dessous), seraient nécessaires pour chaque Centre d'excellence afin de faciliter les progrès qui sont nécessaires pour amener l'industrie à concrétiser la vision. Le tableau ci-dessous présente les principales mesures à prendre et l'opportunité de chaque Centre d'excellence.

Centre d'excellence :

Évaluation des ressources en énergie éolienne et de la production d'énergie

Thème 1 : Technologie de modélisation des ressources en énergie éolienne

A) Améliorer la qualité des données expérimentales

L'absence de données de validation est un obstacle majeur à l'amélioration et à la validation des modèles. Les données requises comprennent notamment des données de grande qualité obtenues sur le terrain et en laboratoire, des données de référence à long terme et des données détaillées provenant des sites de production d'énergie éolienne en activité. Les données doivent être accessibles pour permettre de bien comprendre les détails par région et par niveau en raison du caractère privé des installations. Il est important de noter que l'absence de données topographiques haute résolution et de données sur l'utilisation des terres augmente aussi les erreurs et les incertitudes de la simulation. Toutefois, aucune mesure spécifique n'a été recommandée pour régler ce problème.

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
a) Mettre sur pied un comité pour élaborer de meilleures normes et procédures de collecte de données, d'évaluation de ressources, de planification et de production de rapport.	2 à 5 ans	Gouvernements, ONG, industrie
b) Établir une autorité fédérale pour créer et maintenir une base de données publique relative aux données liées à l'énergie éolienne (référence à long terme, données sur l'énergie éolienne et l'exploitation).	1 à 2 ans pour la phase initiale, puis continuellement	Gouvernements, industrie
c) Établir des sites d'essai sur le domaine public et des installations d'essai offrant des instruments de grande qualité pour valider les modèles de flux.	1 à 10 ans	Gouvernements, milieu universitaire, industrie
d) Élaborer des technologies de mesure propres aux conditions canadiennes.	1 à 5 ans	Industrie, ONG, milieu universitaire
e) Mettre sur pied un parc d'éoliennes pour la recherche-développement, accessible au public.	1 à 2 ans	Gouvernement, ONG, milieu universitaire, industrie

B) Améliorer l'exactitude, la précision et la rigueur des modèles

L'absence de technologies de modélisation exactes et rigoureuses est un obstacle majeur à l'accroissement de la fiabilité des simulations, et donc à la réduction des coûts. Les besoins relatifs à l'amélioration des modèles comprennent une vaste gamme d'échelles et d'utilisations, y compris les modèles à microéchelle, les modèles à méso-échelle, les modèles de perte du système, les modèles de perte technique (aérodynamique et non disponibilité) et les modèles de changement climatique.

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
a) Renforcer la collaboration internationale et contribuer en offrant des modèles qui tiennent compte des spécificités canadiennes.	Continuellement	Gouvernement, ONG, milieu universitaire, industrie
b) Planifier une suite au Réseau stratégique du CRSNG sur l'énergie éolienne (WESNET), puisque le financement se terminera en 2013.	5 ans	Gouvernement, ONG, milieu universitaire, industrie
c) Améliorer et promouvoir la technologie canadienne.	1 à 2 ans	Gouvernement, milieu universitaire, industrie
d) Établir des repères pour la validation des modèles.	1 an pour la phase initiale, puis continuellement	Gouvernement, ONG, industrie

Thème 2 : Technologies de prévision à court terme

L'amélioration des prévisions à court terme est une condition nécessaire pour atteindre des niveaux élevés de pénétration de l'énergie éolienne dans la combinaison de source d'énergie au Canada. Les technologies courantes de prévision s'appuient sur diverses approches déterministes, statistiques et stochastiques qui n'ont pas le niveau requis de précision et de fiabilité. Un important effort de recherche-développement est donc essentiel en matière d'élaboration et de validation des modèles. Il est important de noter que bon nombre des mesures à prendre appartenant au thème 1 s'appliquent également aux prévisions.

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
a) Élaborer et mettre à l'essai des outils de prévision numérique du temps (PNT) (temps et espace) à l'aide d'ensembles de données locales et régionales. Effectuer des recherches sur les nouvelles méthodologies comme la moyenne d'ensemble de la PNT. Élaborer des méthodes, y compris les données d'exploitation des parcs d'éoliennes existants pour améliorer le rendement.	2 à 5 ans	Gouvernement, milieu universitaire, industrie
b) Élaborer et valider des outils de haut niveau pour le parc d'éoliennes et les exploitants de réseau. Les services publics et les promoteurs devront définir leurs besoins tôt dans le processus.	1 à 2 ans	Services publics, exploitants, industrie

Centre d'excellence II :

Méthodes avancées de planification liées à l'exploitation et au transport

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
Élaborer des méthodes de modélisation et des outils d'analyse qui tiendront compte de la production et du transport d'un point de vue des probabilités. La stabilité et la fiabilité sont des éléments fondamentaux d'un réseau fonctionnel de distribution d'électricité. Alors que le programme énergétique évolue pour inclure de nouvelles formes de production d'électricité et des initiatives de gestion côté demande, les planificateurs de système auront besoin d'outils plus avancés pour prévoir la production d'électricité et équilibrer les charges de transport. Présentement, les incertitudes relatives aux capacités de production entraînent une surconstruction relative à la production, au transport et à la distribution en vue de satisfaire le niveau prévisible de la demande. Même des niveaux marginaux d'intégration de l'énergie éolienne compliquent la planification du système puisque les caractéristiques d'approvisionnement sont difficiles à prévoir avec exactitude à l'aide de modèles déterministes. Il est nécessaire de concevoir de nouveaux modèles qui appliquent les processus d'estimation probabiliste aux caractéristiques régionales des vents pour réduire les incertitudes des prévisions. Cette mesure comprend plusieurs étapes, soit :		
a) Les services publics déterminent d'abord leurs besoins.	18 mois	Services publics
b) Les fournisseurs produisent des outils personnalisés.	2 ans	Industrie, milieu universitaire, services publics
c) L'élaboration de normes relatives aux modèles de planification s'appuyant sur les probabilités.	2 à 4 ans	Industrie, milieu universitaire, services publics, gouvernements
d) Un changement doit être apporté aux normes de planification.	10 ans	Services publics
Améliorer les outils de fonctionnement pour y intégrer les prévisions à court terme relatives à l'énergie éolienne. Le fonctionnement en temps réel d'un réseau régional d'électricité nécessite l'harmonisation de l'approvisionnement et de la demande variable dans les limites d'un cadre réglementaire strict. De ce fait, plus l'incertitude du système est grande, plus il sera difficile de satisfaire les exigences de stabilité. Les sources d'énergie traditionnelles ont été, historiquement, le levier sur lequel les exploitants s'appuyaient pour équilibrer les charges de la demande. La nature variable de la production d'énergie éolienne complique la tâche d'assurer la stabilité du système. Alors que le Canada cible un niveau de pénétration de 20 p. 100 d'énergie éolienne, les opérateurs de salle de commandes auront besoin d'outils avancés en temps réel et un jour d'avance pour satisfaire les exigences d'accroissement et d'équilibre de la charge. La recherche sur les analyses et les modèles de prévision qu'Environnement Canada maintient pour chaque région sera également nécessaire. Les services publics et les fournisseurs devront collaborer afin d'intégrer des outils de prévision d'énergie éolienne à court terme dans leur salle de commandes.	2 à 4 ans	Industrie, milieu universitaire, services publics

Centre d'excellence III : Services auxiliaires : Technologie liée à l'intégration et à l'affermissement de l'énergie éolienne

Il est nécessaire d'instituer des services auxiliaires améliorés pour contribuer à équilibrer l'offre et la demande grâce à l'apport de grandes quantités d'énergie éolienne. Plusieurs solutions peuvent être envisagées : l'amélioration des dispositifs de stockage d'énergie, l'élaboration de réseaux interrégionaux d'énergie éolienne afin de tirer parti de la diversité de production de l'énergie éolienne dans différentes régions géographiques et la création d'options en vue de satisfaire l'augmentation et la diminution de production, y compris la gestion de la demande et des échanges énergétiques plus souples entre les régions.

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
a) Élaborer une méthode cohérente pour déterminer les exigences en matière de services auxiliaires. Par exemple : quels facteurs/éléments doivent être pris en considération pour la production d'évaluations cohérentes à l'échelle du pays?	12 à 18 mois pour déterminer le champ de recherche	Services publics, ONG, industrie
b) Évaluer la mesure dans laquelle les demandes peuvent être satisfaites grâce à l'énergie éolienne provenant d'une région pour combler les variations d'énergie éolienne dans une autre région (p. ex., affermissement de l'énergie éolienne par l'énergie éolienne) au lieu de compter sur les services auxiliaires.	12 à 18 mois pour produire un livre blanc sur la méthode	Gouvernements, services publics, ONG, industrie
c) Quantifier l'ampleur et le type de service auxiliaire requis dans une zone d'équilibre au fur et à mesure de l'accroissement de la pénétration de l'énergie éolienne.	Quelques années pour quantifier les avantages de la diversité géographique	
d) Déterminer les options de méthode de stockage qui peuvent optimiser l'énergie éolienne sur le réseau et déterminer les avantages directs et indirects et le coût des diverses méthodes de stockage.	1 an	
e) Explorer les options (conventionnelles et non conventionnelles) de prestation de ces services auxiliaires et mener une analyse coût-avantage de chacune. Les options non conventionnelles comprennent la maîtrise de la demande d'électricité, les réseaux intelligents, le stockage par pompage et les autres systèmes de stockage. Il est nécessaire de : <ul style="list-style-type: none"> • Répertorier le type de travaux en cours sur les autres territoires • Évaluer ce qui est approprié pour le Canada. 	Au moins 3 ans pour quantifier les exigences en services auxiliaires au fur et à mesure de l'augmentation de la pénétration de l'énergie éolienne	
f) Explorer les options de conception et de construction de systèmes de transmission flexible en courant alternatif (FACTS) pour répondre aux éventuels besoins.	1 à 3 ans pour la recherche universitaire sur les options de c.a., 3 à 5 ans pour réaliser un projet pilote	

g) Élaborer des programmes de formation sur l'interprétation de diverses prévisions dans le contexte de l'exploitation d'un réseau.	Continuellement	ONG, milieu universitaire
---	-----------------	---------------------------

Contribution de ces mesures à la réalisation de la vision

L'établissement de Centres d'excellence assurera le développement nécessaire des outils, systèmes, technologies et services en vue de doter l'industrie canadienne d'expertise dans les domaines concurrentiels, de réduire le coût de l'énergie éolienne au Canada et ainsi d'accroître l'intérêt des investisseurs.

3.5 Accélérer le développement d'une technologie axée sur les petites éoliennes

Objectif

Le Canada comptant presque le septième de l'ensemble des fabricants de ce secteur, il y a de nombreuses possibilités d'avancement de la technologie des petites éoliennes. Pour faciliter le succès de ce domaine en croissance, le Canada doit offrir un soutien accru - publiquement, financièrement et techniquement.

Mesures requises

Bien que le marché des petites éoliennes soit perçu comme relativement petit, son potentiel peut s'avérer plus important que celui des grandes éoliennes en termes d'applications dans les collectivités éloignées et hors réseau de distribution. Dans le contexte canadien, les systèmes intégrés comprenant les générateurs diesel pourraient occuper une place importante et assurer une cogénération fiable pour les communautés éloignées et nordiques. La possibilité d'encouragements financiers suffisants pourrait contribuer à réduire les émissions de GES dans le Nord (ou d'autres mécanismes incitatifs) et l'intérêt pour la combinaison éolienne-diesel pourrait connaître une croissance exponentielle. Les petites éoliennes pourraient produire des bénéfices, qui s'ajouteraient aux encouragements financiers directs, en raison de leur potentiel de production de crédits de carbone. Toutefois, le potentiel de réduction des émissions devrait être groupé à l'échelle d'une collectivité pour être qualifié selon les calculs actuels proposés de limites et d'échanges.

Défis et obstacles actuels

Le secteur des petites éoliennes est confronté à de nombreuses difficultés, tant au Canada qu'à l'étranger. Les obstacles techniques clés ont été soulignés par le GT3b :

- Les faibles niveaux d'investissements dans le secteur des petites éoliennes entraînent des déficiences non résolues pour plusieurs aspects de la technologie des petites éoliennes;
- Les promoteurs des petites éoliennes doivent avoir accès aux tests de tunnel aérodynamique, en plus de permettre une meilleure promotion de telles installations au Canada;
- Le coût d'installation des projets de petites éoliennes reste trop élevé et la fiabilité est insuffisante.

Des difficultés politiques et réglementaires plus grandes subsistent et ont été identifiées par le GT3b :

- Les cadres réglementaires et les cadres entourant les services publics n'ont pas encore évolué pour accommoder les petites éoliennes;
- Des certifications, des codes et des normes doivent être élaborés pour les petites éoliennes;
- Les codes et les normes d'interconnexion découragent l'utilisation des petites éoliennes;
- Il y a absence de politiques et d'incitatifs pour soutenir la production de systèmes de petites éoliennes à des fins de démonstration ou de déploiement sur les marchés des collectivités raccordées au réseau ou éloignées;
- Les permis, les règlements et les ordonnances freinent la technologie.

Principales mesures à prendre

Une des principales forces du Canada en matière d'énergie éolienne tient à la forte présence de fabricants nationaux dans ce secteur. Toutefois, ces fabricants ont besoin d'aide à plusieurs égards, en commençant par un soutien politique de la technologie dans les collectivités, notamment lorsque la cogénération éolienne-diesel est possible. Il est aussi nécessaire de simplifier les normes d'interconnexion afin qu'elles soient cohérentes et transparentes et soutiennent la promotion de l'adoption des petites éoliennes. Le coût de ces mesures ne devrait pas dépasser un million de dollars. Un important besoin existe également en termes de financement pour la promotion des avancées technologiques qui amélioreront l'efficacité, la durabilité, la fiabilité et la

rentabilité des petites éoliennes. Regroupées, ces mesures pourraient être de l'ordre de cinq à dix millions de dollars au cours de la prochaine décennie. Le tableau ci-dessous présente certaines des mesures clés à prendre pour atteindre ces objectifs :

Mesures clés spécifiques pour les petites éoliennes nécessitant rénovation technique et innovation		
Mesure à prendre	Période	Responsabilité
Possibilités d'amélioration de la technologie de recherche		
a) Élaborer et tester les modèles de pales évoluée, différentes options de format de rotor pour les régimes de vent modéré et élevé, et tours hautes pour les régimes de vent modeste.	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
b) Adopter des lubrifiants synthétiques et choisir l'isolation et le chauffage de la boîte de vitesse.	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
c) Adopter et développer des technologies passives de déglacage des pales (revêtement spécial).	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
d) Développer et déployer des onduleurs universels pour les applications triphasées et monophasées et pour des systèmes autonomes.	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
e) Améliorer les technologies de fabrication pour les composantes de la turbine (y compris les technologies de fabrication de pale comme le moulage par transfert de résine sous vide (VARTM)).	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
f) Développer et améliorer la technologie d'autoredressement comme des mâts basculants, des tours pour diverses conditions de sol allant du roc au sable au pergélisol et des fondations qui peuvent éviter l'importation de ciment et d'onéreux équipements de forage.	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
Accroître le rendement et la fiabilité des systèmes		
g) Développer un système de surveillance à distance, de diagnostic et de mise à jour de progiciel/logiciel ainsi que le stockage d'énergie, rapide et à court terme.	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
h) Élaborer un programme coordonné pour appuyer la mise à l'essai et la certification de petites éoliennes.	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
i) Étudier d'autres solutions pour accroître la fiabilité.	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
j) Élaborer des outils améliorés relatifs au site pour les petits systèmes (estimation des ressources éoliennes, estimation du bruit, etc.).	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG

Mesures clés spécifiques pour les petites éoliennes nécessitant rénovation technique et innovation		
Mesure à prendre	Période	Responsabilité
k) Élaborer des modèles de documentation pour les éoliennes (installation, interconnexion, mise en œuvre, exploitation et entretien, et dépannage).	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
l) Améliorer la qualité de l'électricité produite par l'éolienne (facteur de puissance, harmoniques, sautellement, etc.).	1 à 3 ans pour le démarrage; 1 à 3 ans pour intégrer les services publics et régler les problèmes	Gouvernements, industrie, services publics et ONG
m) Élaborer des solutions et développer des équipements de protection et d'interconnexion rentables, intégrés et certifiés.	1 à 3 ans pour le démarrage; 1 à 3 ans pour intégrer les services publics et régler les problèmes	Gouvernements, industrie et ONG, services publics
n) Développer des technologies de contrôle et de gestion de charge et de stockage d'énergie à long terme.	1 à 3 ans pour le démarrage se poursuivant sur cinq à dix ans	Gouvernements, industrie et ONG
o) Concevoir des entraînements évolués comme des générateurs à entraînement direct pour un fonctionnement à vitesse variable et un mécanisme à pas variable et des dispositifs électroniques de puissance évolués afin de maximiser le rendement et d'intégrer les technologies de stockage.	1 à 3 ans pour le démarrage se poursuivant sur cinq à dix ans	Gouvernements, industrie et ONG
Réduire les coûts énergétiques durant le cycle de vie		
p) Faire des recherches sur des composantes d'éoliennes à coûts plus faibles durant le cycle de vie.	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
q) Faire progresser la technologie d'intégration éolienne-diesel.	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG
r) Élaborer des modèles de documentation pour les éoliennes (installation, interconnexion, mise en œuvre, exploitation et entretien, et dépannage).	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie et ONG

Bon nombre d'autres mesures, proposées dans plusieurs « autres » domaines d'action, soulignent les besoins spécifiques d'avancement en matière de petites éoliennes.

Autres mesures touchant les petites éoliennes

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
Adopter des normes rationnelles et cohérentes d'interconnexion		
a) Reconnaître les avantages qu'offrent les petites éoliennes pour les Canadiens (y compris une étude de marché du potentiel international des petites éoliennes et des possibles avantages pour le Canada).	Besoin urgent; court terme	Gouvernements
b) Établir un appui politique aux systèmes éolienne-diesel dans les collectivités éloignées.	Début à court terme; poursuite à moyen terme	Gouvernement
c) Établir un appui politique aux systèmes raccordés au réseau.	Début à court terme; poursuite à moyen terme	Gouvernements
d) Informer le public pour s'assurer que les lignes directrices du Small Wind Certification Corporation (SWCC) sont comprises et appliquées.	1 à 3 ans	Groupes de défense des petites éoliennes
e) Élaborer des solutions et développer des équipements de protection et d'interconnexion rentables, intégrés et certifiés.	1 à 3 ans pour démarrer; 1 à 3 ans pour intéresser les services publics et régler les problèmes	Gouvernements, industrie, services publics et ONG
f) Accroître l'intérêt des services publics, partout au Canada, à mieux comprendre et documenter les problèmes techniques et à trouver collectivement des solutions.	1 à 3 ans pour démarrer; 1 à 3 ans pour intéresser les services publics et régler les problèmes	Gouvernements, industrie, services publics et ONG
g) Intéresser les services publics à rationaliser le processus de connexion des petites éoliennes.	1 à 3 ans pour démarrer; 1 à 3 ans pour intéresser les services publics et régler les problèmes	Gouvernements, industrie et ONG, services publics
h) Adopter des normes uniformes au Canada pour l'interconnexion des services publics.	1 à 3 ans pour démarrer; 1 à 3 ans pour intéresser les services publics et régler les problèmes	Gouvernements, industrie et ONG
i) Intéresser les municipalités à s'assurer que les certifications du SWCC se reflètent dans les règlements de zonage.	1 à 3 ans	Groupes de défense des petites éoliennes et gouvernements

Contribution de ces mesures à la réalisation de la vision

La collaboration, le soutien financier et l'appui aux avancements relativement aux petites éoliennes permettront aux Canadiens, aux petites entreprises et aux collectivités de compter sur des solutions énergétiques stables, sûres, économiques et productrices de richesses, et fourniront des solutions à la fine pointe aux communautés rurales et éloignées partout au monde.

3.6 Appuyer la réalisation de projets de démonstration innovants

Objectif

Dans le but de susciter l'acceptation générale de l'énergie éolienne et de rendre possibles d'éventuelles mises en œuvre, il sera important de faire la démonstration de plusieurs des technologies identifiées dans la FRT sur l'énergie éolienne. Ces projets pourraient comprendre la recherche et le développement de technologies pour l'affermissement de l'énergie éolienne comme les batteries, les condensateurs, les systèmes à air comprimé et les centrales d'accumulation par pompage ainsi que des modèles de fonctionnement comme le fonctionnement hybride (p. ex., combinaison éolienne-hydroélectrique ou éolienne-diesel), les réseaux intelligents et les techniques d'exploitation de réseau qui s'appuient sur la demande et passent d'une source d'énergie à l'autre selon la disponibilité de l'énergie éolienne. La collaboration avec les Centres d'excellence décrits dans la section 3.4 sera nécessaire au succès de tels projets.

Mesure à prendre

Les projets populaires et représentatifs sont essentiels pour réduire l'incertitude relative à l'énergie éolienne tant d'un point de vue public que technique.

Défis et obstacles actuels

Les groupes de travail ont souligné trois grands obstacles dans ce domaine :

- Le manque d'accès facile à un parc d'éoliennes en exploitation en vue d'expérience de recherche-développement (GT1);
- L'absence de programmes de démonstration et de déploiement pour les projets de petites éoliennes);
- Les obstacles technologiques divers (p. ex., outils de modélisation) abordés dans le présent document.

Principales mesures à prendre

Afin de promouvoir l'innovation et le soutien public et privé à l'énergie éolienne, il est impératif de pouvoir mener des essais fonctionnels et des démonstrations de la technologie éolienne. L'établissement d'un parc d'éoliennes à des fins de recherche-développement offrirait un lieu d'étude idéal pour les technologies qui peuvent être adaptées aux conditions climatiques canadiennes. Un tel parc offrirait également un lieu de collaboration où le milieu universitaire et l'industrie pourraient envisager des projets conjoints de recherche-développement. De plus, des projets de démonstration innovants contribueraient à soutenir des technologies pilotes en vue d'exportation vers des régions aux conditions climatiques similaires. Il est à prévoir que des investissements de cent millions de dollars seront nécessaires pour concrétiser les objectifs établis.

Mesure à prendre	Période	Responsabilité
Projets de démonstration technologique réalisés pour l'affermissement de l'énergie éolienne		
Faire la démonstration et réaliser des projets pilotes prometteurs de technologie de stockage	1 à 3 ans	Gouvernement, ONG, services publics, industrie
Installations pilotes de prévision basées sur l'expérience de l'Alberta et du Québec		
Ce genre de projets de démonstration réalisés dans différents secteurs de compétences pourraient grandement contribuer aux progrès de l'industrie.	1 à 3 ans	Gouvernement, industrie, ONG
Projet de démonstration de combinaison d'énergie éolienne-diesel à l'échelle de la collectivité		
Informier le public en déployant des projets de démonstration.	1 à 5 ans	Gouvernement, industrie, ONG
Projet de modélisation des probabilités		
À mesure que les outils de planification du transport de l'électricité seront élaborés, des projets pilotes ou des démonstrations devront être mises en œuvre pour prouver leur acceptation aux planificateurs et aux exploitants de réseaux.	En permanence	Industrie

Contribution de ces mesures à la réalisation de la vision

Le soutien aux projets de démonstration innovants illustrera clairement la faisabilité économique et environnementale de l'énergie éolienne, et le rendement attendu, et permettra de profiter pleinement des avantages obtenus à tous les points de vue.

Annexe A : Liste des participants aux ateliers de la FRT sur l'énergie éolienne

	Prénom	Nom	Organisation	Groupe d'intervenant
1.	Bouaziz	Ait-Driss	Hélimax	Ingénierie/ Conseil
2.	Bill	Appleby	Environnement Canada	Gouvernement fédéral
3.	Eric	Barker	Industrie Canada	Gouvernement fédéral
4.	Cory	Basil	Skypower	Promoteur
5.	Jean-Francois	Beland	AREVA Canada Inc	Fabricant
6.	Liliana	Benitez	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
7.	Serge	Besner	Environnement Canada	Gouvernement fédéral
8.	Sarah Jayne	Blair	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
9.	Chris	Boivin	Technologies du développement durable du Canada	But non lucratif
10.	Mario	Boucher	Hydro Québec	Services publics
11.	Claude	Bourget	Énergie PGE Inc	Fabricant
12.	Mike	Bourns	TransAlta Wind	Promoteur
13.	Jonathan	Brady	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
14.	Rob	Brandon	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
15.	Bill	Breckenridge	Ministère de l'Énergie du Nouveau-Brunswick	Gouvernement provincial
16.	Carl	Brothers	Frontier Power Systems	Promoteur
17.	Matthew	Bulmer	Aerojoule	Fabricant
18.	Michael C.	Burns	Naikun Wind Development Inc	Promoteur
19.	Kelly	Cantwell	Nova Scotia Power Inc.	Services publics
20.	Laura	Carlson	Lethbridge College	Milieu universitaire
21.	Rupp	Carriveau	University of Windsor	Milieu universitaire
22.	Paul	Champigny	Gamesa Wind	Fabricant

	Prénom	Nom	Organisation	Groupe d'intervenant
23.	Liuchen	Chang	Université du Nouveau-Brunswick	Milieu universitaire
24.	Stephen	Cheeseman	Chinook Power Corp.	Promoteur
25.	Paul	Choudhury	British Columbia Transmission Corp	Services publics
26.	Jenny	Chuang	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
27.	Tony	Claroni	DMI Canada Inc	Fabricant
28.	Doug	Coleman	CN - Marketing – Métaux et minéraux	Ingénierie/ Conseil
29.	Nancy	Cowan	FPL Energy	Promoteur
30.	Michael	Dang	Hydro One Networks Inc.	Services publics
31.	Kayla	Dawson	Finavera Renewables	Promoteur
32.	Johan	de Leeuw	Wind Energy Solutions Canada	Fabricant
33.	Paul	Dockrill	Institut de l'énergie éolienne du Canada	Site d'essai
34.	Marc	Dorion	McCarthy Tétrault srl	Finance
35.	Will	Dubitsky	Développement économique Canada pour les régions du Québec	Gouvernement fédéral
36.	Dariusz	Faghani	Hélimax Energie Inc.	Ingénierie/ Conseil
37.	Dawn	Farrell	TransAlta Corporation	Présidence d'industrie
38.	Stuart	Fee	Industrie Canada	Gouvernement fédéral
39.	Simon	Ferguson	Garrad Hassan Canada Inc	Ingénierie/ Conseil
40.	Laetitia	Fiere	AAER	Fabricant
41.	Suzanne	Flannigan	Lethbridge College	Milieu universitaire
42.	Alain	Forcione	Hydro-Québec (IREQ)	Services publics
43.	Yves	Gagnon	Université de Moncton	Milieu universitaire
44.	Tracy	Garner	Ontario Power Authority	Ingénierie/ Conseil
45.	Brett	Gellner	TransAlta	Promoteur

	Prénom	Nom	Organisation	Groupe d'intervenant
46.	Dan	Goldberger	Canadian Electricity Association/ New Paradigm Capital Corp.	Association de l'industrie
47.	John	Gorjup	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
48.	Peter	Grover	Innergex énergie renouvelable inc.	Promoteur
49.	Berk	Gursoy	Brookfield Power Corporation	Promoteur
50.	Kent	Gustavson	Stantec	Ingénierie/ Conseil
51.	Cynthia	Handler	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
52.	Horia	Hangan	University of Western Ontario	Milieu universitaire
53.	Jana	Hanova	BC Hydro	Services publics
54.	Scott	Harper	Institut de l'énergie éolienne du Canada	Site d'essai
55.	Christopher	Holz	Campbell Strategies	Ingénierie/ Conseil
56.	Robert	Hornung	Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA)	Association de l'industrie
57.	Paul	Huebener	Macquarie Capital Markets Canada Ltd	Finance
58.	Saif	Imran	Shell Canada Ltd	Promoteur
59.	David	Jacobson	Manitoba Hydro	Services publics
60.	Jeff	Jenner	Suez Energy North America	Promoteur
61.	Paul	Jensen	DMI Industries, Inc	Fabricant
62.	Joanne	Johnson	PricewaterhouseCoopers	Facilitator
63.	Heather	Johnstone	Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources	Gouvernement provincial
64.	Tim	Karlsson	Industrie Canada	Gouvernement fédéral
65.	Robert	Kelly	Precision Wind	Ingénierie/ Conseil
66.	Khaqan	Khan	Independent Electricity System Operator (IESO)	Exploitant de réseau
67.	Juliane	Kniebel-Huebner	NaturEner Energy Canada Inc.	Promoteur

	Prénom	Nom	Organisation	Groupe d'intervenant
68.	Anthony	Kosteltz	Environnement Canada	Gouvernement fédéral
69.	John	Kourtoff	Trillium Power Wind Corporation	Promoteur/ Extracôtier
70.	Pierre	Lacombe	Genivar	Ingénierie/ Conseil
71.	Antoine	Lacroix	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
72.	Marc-André	Laflamme	McCarthy Tétrault srl	Finance
73.	Simone	Lalande	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
74.	Mathieu	Landry	Université de Moncton	Milieu universitaire
75.	Mark	Lauby	NERC	Services publics
76.	David	Lawlor	ENMAX Corporation	Promoteur
77.	Marc	LeBlanc	Garrad Hassan Canada Inc	Ingénierie/ Conseil
78.	Tanya	Leger	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
79.	Robert	Leth	Precision Wind	Ingénierie/ Conseil
80.	Derek	Lim Soo	General Electric (GE) Canada	Fabricant
81.	Steve	Lindenberg	Department of Energy (États-Unis)	Gouvernement fédéral
82.	Doug	Little	British Columbia Transmission Corp	Services publics
83.	Malcolm	Lodge	Entegrity Wind	Fabricant
84.	Matthew	Lynn	Garrad Hassan Canada Inc	Ingénierie/ Conseil
85.	Wayne	MacQuarrie	PEI Energy Corporation	Services publics
86.	John	Marrone	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
87.	Christian	Martel	Aerojoule	Fabricant
88.	Christian	Masson	École de technologie supérieure	Milieu universitaire
89.	Margaret	McCuaig-Johnston	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral

	Prénom	Nom	Organisation	Groupe d'intervenant
90.	Pamela	McKinnon	Nova Scotia Power Inc.	Services publics
91.	Joyce	McLean	Toronto Hydro	Services publics
92.	Roslyn	McMann	GE Energy – Power Generation	Fabricant
93.	Tom	Molinski	Manitoba Hydro	Services publics
94.	Wilfried	Moll	Private Consultant	Ingénierie/ Conseil
95.	Geoff	Nimmo	Industrie Canada	Gouvernement fédéral
96.	Alastair	Nimmons	PricewaterhouseCoopers	Facilitateur
97.	Steve	O’Gorman	Canadian Hydro Developers	Promoteur
98.	Morel	Oprisan	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
99.	Chris	Padfield	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
100.	Steven	Pai	British Columbia Transmission Corporation	Exploitant de réseau
101.	Al	Paulissen	Wenvor Technologies	Fabricant
102.	Richard	Penny	Ministère de l’Énergie de la Nouvelle-Écosse	Gouvernement provincial
103.	Jaime	Peralta	BC Hydro	Services publics
104.	Roger	Peters	Canadian Renewable Energy Alliance	But non lucratif
105.	Greg	Peterson	Lethbridge College	Milieu universitaire
106.	Franco	Petrucci	Environnement Canada	Gouvernement fédéral
107.	Jean-Paul	Pinard	JP Pinard Consulting	Ingénierie/ Conseil
108.	Blaine	Poff	Manitoba Hydro	Services publics
109.	George	Porter	Exploitant de réseau, Nouveau-Brunswick	Exploitant de réseau
110.	Mark	Riley	Ressources naturelles Canada	Gouvernement fédéral
111.	Louis-Omer	Rioux	Hydro-Québec TransÉnergie	Services publics

	Prénom	Nom	Organisation	Groupe d'intervenant
112.	Susanne	Ritter	Canadian German Chamber of Commerce	Fabricant
113.	Pierre	Rivard	Magenn Power Inc.	Fabricant
114.	Marc	Rousseau	General Electric (GE) Canada	Fabricant
115.	Magdalena	Rucker	BC Hydro	Services publics
116.	Jim	Salmon	Zephyr North Ltd.	Ingénierie/ Conseil
117.	Scott	Sasser	Precision Wind	Ingénierie/ Conseil
118.	Brian	Schmeisser	Agence de promotion du Canada Atlantique	Gouvernement fédéral
119.	Randy	Seager	Wenvor Technologies	Fabricant
120.	Bob	Singh	Hydro One Networks Inc.	Services publics
121.	Bill	Sutherland	Manulife Financial Corporation	Finance
122.	Jeff	Sward	PricewaterhouseCoopers	Facilitateur
123.	Paul	Taylor	Naikun Wind Development Inc	Promoteur
124.	David	Timm	AIMPowerGen	Promoteur
125.	Jim	Titerle	McCarthy Tétrauld srl	Finance
126.	Daniel	Van Vliet	Indian and Northern Affairs Canada	Gouvernement fédéral
127.	George	Vegh	McCarthy Tétrauld srl	Service juridique
128.	Tony	Verrelli	Cleanfield Energy Corp.	Fabricant
129.	Leslie	Welsh	Environnement Canada	Gouvernement fédéral
130.	Sean	Whittaker	Canadian Wind Energy Association (CanWEA)	Association de l'industrie
131.	Corey	Wilson	ENMAX Corporation	Promoteur
132.	Helge	Wittholz	SYNOVA	Ingénierie/ Conseil

