

# Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne

**Informier  
et faire  
participer  
les  
Canadiens**

**Mettre sur  
pied des  
Centres  
d'excellence**

**Appuyer  
la réalisation  
de projets de  
démonstration  
innovants**

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

**Élargir le  
rôle de  
l'industrie  
canadienne**

**Renforcer  
le cadre  
politique**

**VOUS  
ÊTES ICI**

*Le présent document a été élaboré sous la supervision du Comité directeur de l'industrie lié à la Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne. Pour ce faire, les membres du Comité ont utilisé les points de vue des principaux participants de l'industrie éolienne et du monde universitaire qui se sont présentés à trois ateliers ayant eu lieu entre novembre 2008 et février 2009. Le document actuel constitue une tentative visant à représenter les points de vue des participants à l'élaboration de la Feuille de route et des membres du Comité directeur. Il ne reflète pas nécessairement les points de vue du gouvernement du Canada ou des organisations concernées, ni ne constitue une approbation d'un quelconque produit commercial ou d'une personne en particulier.*

*Nous sommes reconnaissants au gouvernement du Canada de nous avoir fourni un soutien financier par l'entremise de Ressources naturelles Canada, d'Industrie Canada et d'Environnement Canada.*

*À moins d'avis contraire, toutes les sommes d'argent sont indiquées en dollars canadiens.*



## Remerciements

*Présidente pour les membres de l'industrie :*

**Dawn Farrell**  
Chef de l'exploitation  
Société TransAlta

*Président pour les membres du gouvernement :*

**Geoff Munro**  
Scientifique en chef et Sous-ministre adjoint, Secteur de l'innovation et de la technologie de l'énergie  
Ressources naturelles Canada

*Équipe de facilitation :*

**Pricewaterhouse Coopers s.r.p.**

*Secrétariat du gouvernement fédéral :*

**Ressources naturelles Canada  
Industrie Canada  
Environnement Canada**

*Comité directeur de l'industrie :*

**Mike Bourns**  
Expert-conseil en énergie éolienne  
Société TransAlta

**Carl Brothers**  
Président  
Frontier Power Systems inc.

**Liuchen Chang**  
Professeur, Faculté de génie électrique et de génie informatique  
Université du Nouveau-Brunswick

**Dariush Faghani**  
Chef de section, R-D  
Helimax Energy inc.

**Brett Gellner**  
Vice-président, Exploitation commerciale  
Société TransAlta

**Robert Hornung**  
Président  
Association canadienne de l'énergie éolienne

**Doug Little**  
Vice-président, Service à la clientèle et Élaboration de stratégies  
Société British Columbia Transmission

**Lars Moller**  
Président, Technologie et Affaires internationales  
Broadwind Energy

**Marc Rousseau**  
Directeur des ventes pour l'est canadien, Production d'électricité  
GE Energy

**Paul Taylor**  
Président-directeur général  
NaiKun Wind Energy Group

## Message de Dawn Farrell, coprésidente et Chef de l'exploitation, société TransAlta

À titre de présidente en provenance du secteur industriel à l'intérieur du processus d'élaboration de la Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne, je suis honorée de pouvoir vous présenter le résultat cumulé du dur labeur effectué par les membres de notre Comité directeur, des différents groupes de travail et des participants à nos ateliers. J'aimerais, en particulier, exprimer tous mes remerciements à l'égard des représentants du gouvernement fédéral qui ont mis la main à la pâte afin de permettre aux membres de notre industrie de compiler les données nécessaires à l'élaboration de la Feuille de route.

Nous savons que le secteur de l'énergie éolienne grandit rapidement, tant au Canada que partout ailleurs dans le monde. Nous en sommes arrivés au stade où l'adoption de mesures proactives permettra au Canada d'accroître et de récolter sa part entière des investissements massifs qui vont se produire dans ce domaine partout sur la planète. La croissance du secteur de l'énergie éolienne constituera une des principales solutions pour que le Canada puisse faire face aux futures contraintes en matière de quantité de carbone qui seront imposées aux marchés de l'énergie.

Dans la présente Feuille de route, vous découvrirez les principaux enjeux caractérisant le développement et la mise en valeur technologiques auxquels sera confronté le secteur de l'énergie éolienne s'il veut se démarquer en tant qu'intervenant majeur de la production d'électricité au Canada. Les membres de notre Comité directeur ont travaillé avec ardeur afin de déterminer une vision commune à l'intérieur de laquelle le Canada joue le rôle de chef de file mondial dans le domaine de l'énergie éolienne en satisfaisant plus de 20 p. 100 de ses besoins en électricité en 2025 grâce à cette forme d'énergie. Nous sommes parvenus ensuite à mettre en évidence les enjeux et les besoins de notre industrie pour concrétiser cette vision. Nous sommes d'avis que les stratégies et les activités établies dans la Feuille de route peuvent aisément être mises en œuvre en instaurant une coordination et un appui continus entre les gouvernements, les associations et les intervenants de l'industrie – faisant ainsi de notre vision une réalité.

Les membres du Comité directeur, les représentants gouvernementaux et les membres de notre industrie se serviront de cette Feuille de route pour orienter les mesures indispensables que le Canada devra adopter en vue de la mise en valeur de ses immenses ressources éoliennes. Pendant plus de 100 ans, les Canadiens ont perfectionné leurs compétences expertes pour exploiter l'énergie hydraulique, le charbon, le gaz naturel et l'énergie nucléaire. Il est maintenant plus que temps de passer à une autre étape dans ce qui a été un long processus où l'on a eu recours aux ressources naturelles pour produire de l'électricité. Le présent travail arrive en temps opportun et il contribue à transformer notre façon de penser au sujet de l'énergie éolienne comme étant une source marginale de production pour devenir l'un des principaux éléments de notre approvisionnement en énergie.

L'énergie éolienne est prête à occuper la place qui lui revient en tant que source classique de production d'électricité et la présente Feuille de route vient servir à établir l'assise qui permettra de solidifier cette position.

# Message de Geoff Munro, coprésident, ainsi que Scientifique en chef et Sous-ministre adjoint, Secteur de l'innovation et de la technologie de l'énergie, Ressources naturelles Canada

La Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne, un processus dirigé par des membres de l'industrie et appuyé par le gouvernement, a permis d'établir une vision à long terme se rapportant au secteur canadien de l'énergie éolienne, en plus de déterminer les principales lacunes et les principales priorités en matière de technologie en vue d'accroître substantiellement la mise en valeur au Canada de l'énergie éolienne.

La géographie du territoire canadien convient admirablement bien à l'exploitation profitable de grandes quantités d'énergie éolienne. La mise en valeur accrue de l'énergie éolienne offre de multiples avantages, notamment la réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'agents de contamination atmosphérique, une dépendance moindre à l'égard des combustibles fossiles et le développement amélioré des communautés rurales.

Toutefois, l'introduction d'une grande quantité d'énergie éolienne exige un esprit d'innovation continu afin d'accroître l'efficacité du secteur, d'assurer le bon fonctionnement des turbines dans toutes les conditions climatiques du Canada et d'éliminer les obstacles à l'intégration aux divers réseaux électriques.

La Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne se définit comme étant un plan d'action conçu pour favoriser au Canada le développement de compétences expertes dans le domaine de l'énergie éolienne et la mise au point d'une technologie s'y rapportant qui soit adaptée aux conditions du territoire canadien. En regroupant les actions de l'industrie, du gouvernement et du monde universitaire, le Canada parviendra à profiter des avantages offerts par l'énergie éolienne sur le plan de l'économie, de l'énergie, de la société et de l'environnement.

Permettez-moi ici de remercier la personne qui m'a précédé dans ce rôle, soit Margaret McCuaig-Johnston, pour le dévouement dont elle a fait preuve en lançant le processus d'élaboration de la Feuille de route et en y imprimant les orientations stratégiques tout au long de son développement.

# Résumé :

## Cette Feuille de route contient une vision et les mesures à prendre pour concrétiser celle-ci.

### Vision

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 p. 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.

### Mesures à prendre

- 1. Renforcer le cadre politique.** L'engagement pris de favoriser le financement public, tel que les incitatifs à court terme, et d'améliorer les processus d'approbation et la planification à long terme, ainsi que la reconnaissance des coûts environnementaux extérieurs grâce aux marchés des émissions et à d'autres paiements axés sur les marchés, permettra de créer un milieu concurrentiel pour le secteur canadien de l'énergie éolienne, ce qui attirera les investissements mondiaux et créera des avantages économiques et environnementaux destinés à tous les Canadiens.
- 2. Informer et faire participer les Canadiens.** Des liens de communication améliorés avec le grand public, les travailleurs, les financiers et les représentants gouvernementaux au sujet des avantages et des possibilités réels offerts par l'énergie éolienne vont permettre d'établir un milieu dans lequel un plus grand nombre de personnes au sein de la population va y consacrer argent, temps et énergie pour l'avancement du secteur de l'énergie éolienne.
- 3. Élargir le rôle de l'industrie canadienne.** L'établissement des principaux domaines de besoins et de possibilités au Canada, cela en représentant de façon schématique la chaîne des valeurs, va aboutir à l'obtention des informations nécessaires pour stimuler les investissements réalisés par l'industrie et les institutions d'enseignement en vue de développer les infrastructures, les opérations et les ensembles d'aptitudes permettant l'avancement du secteur canadien de l'énergie éolienne.
- 4. Mettre sur pied des Centres d'excellence.** La mise sur pied de Centres d'excellence va rendre possible le développement indispensable d'outils, de systèmes, de procédés technologiques et de services de façon à établir des créneaux concurrentiels pour l'industrie canadienne et réduire le niveau des coûts de l'énergie éolienne au Canada.
- 5. Accélérer le développement d'une technologie axée sur les petites éoliennes.** La collaboration, le financement et le soutien à la base de l'avancement des systèmes de petites éoliennes installés dans les collectivités vont permettre aux régions rurales et aux régions éloignées du Canada de jouir d'options énergétiques stables, sûres, économiques et créatrices de richesses. De plus, ces éléments fourniront des options à la fine pointe de la technologie pour les régions rurales et les régions éloignées de partout dans le monde.
- 6. Appuyer la réalisation de projets de démonstration innovants.** Le soutien à la réalisation de projets de démonstration innovants va clairement démontrer la faisabilité sur le plan économique et sur le plan environnemental, ainsi que le rendement des investissements faits, donnant ainsi la possibilité de profiter pleinement des avantages dans tous les domaines d'intervention.

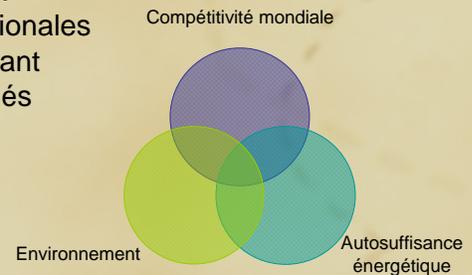
# La vision

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 p. 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.

## La destination

D'ici 2025, le Canada deviendra un chef de file mondial en matière de technologie et de compétences expertes liées à l'énergie éolienne. Les entreprises canadiennes vont créer des emplois respectueux de l'environnement et de grande valeur. Elles feront concurrence aux

principales sociétés internationales en développant et en exportant des réalisations, des procédés technologiques et des compétences expertes dans le domaine de l'énergie éolienne. Les entreprises canadiennes vont aider à stimuler la



situation du développement technologique, en particulier dans les domaines où le Canada dispose d'avantages naturels. Il en va ainsi, par exemple, dans la technologie utilisée sous les climats froids, et où l'énergie hydraulique sert de complément naturel à la variabilité des vents. De même, le Canada peut tirer parti de ses excellentes ressources éoliennes au large de ses côtes. Le Canada va continuer d'assurer un équilibre fructueux entre sa croissance économique et ses responsabilités environnementales. En bout de ligne, les Canadiens seront à même de profiter d'une plus grande sécurité énergétique grâce à une diversification énergétique accrue.

## La voie à suivre

Dans le but d'évaluer les possibilités qui s'offrent en matière de développement, de protection environnementale et d'exportation liées à l'énergie éolienne, près d'une centaine d'experts dans le domaine en provenance de l'industrie, du monde universitaire et des gouvernements ont travaillé de concert pour élaborer la Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne. Dans le cadre d'une série d'ateliers, les participants ont élaboré la vision, ont déterminé les obstacles empêchant de concrétiser cette vision et ont articulé un plan d'action permettant d'éliminer ces mêmes barrières. Ce document présente les principales mesures à adopter sur lesquelles se sont entendus les participants. L'annexe A donne un aperçu plus détaillé des principaux facteurs qui caractérisent le marché de l'énergie éolienne. L'annexe B offre une discussion plus exhaustive sur les obstacles et les mesures à prendre, de même que sur le processus d'élaboration de la Feuille de route.

Aujourd'hui, nous cheminons déjà vers une utilisation accrue des immenses ressources éoliennes du Canada pour la production d'électricité. La nécessité de disposer d'un solide cadre politique pour venir appuyer la croissance continue de l'énergie éolienne au Canada n'a jamais été aussi importante. Ce cadre politique doit viser tant la technologie liée aux grandes éoliennes des services publics que celle liée aux petites éoliennes. Il devrait être axé sur la mise au point d'une chaîne canadienne d'approvisionnement qui serait appuyée par la recherche entreprise dans les Centres d'excellence et par la réalisation de projets de démonstration innovants. S'ajouteraient ensuite à ce cadre politique des activités destinées à la diffusion d'informations de qualité en vue de sensibiliser et d'engager les principaux décideurs et le grand public à l'égard des possibilités offertes par l'énergie éolienne au Canada.

Parmi les avantages qu'il y a à recourir à l'énergie éolienne au Canada, mentionnons les suivants<sup>[1]</sup> :

- la création d'un minimum de 52 000 emplois ;
- des investissements totalisant 132 milliards de dollars, dont une somme minimum de 80 milliards sur le territoire canadien ;
- une somme annuelle de 330 millions de dollars en taxes locales et en baux fonciers pour les collectivités ;
- l'élimination de 17 MT d'émissions de gaz à effet de serre par année, ce qui équivaut à presque toutes les émissions du Nouveau-Brunswick en 2006, et ;
- des activités commerciales de 1,5 milliard de dollars chaque année dans le secteur des petites éoliennes.

[1] Source : Association canadienne de l'énergie éolienne, Vision de 2025 et autres commentaires tout au long du projet.

**Situation  
actuelle du  
secteur de  
l'énergie  
éolienne**

**VOUS  
ÊTES ICI**



L'énergie éolienne, qui est devenue un secteur mondial de plusieurs milliards de dollars, continue d'être caractérisée par une croissance rapide. Le Global Wind Energy Council prévoit que le marché de l'énergie éolienne va croître dans une stupéfiante proportion de 276 p. 100 pour, en 2013, atteindre 332 000 MW de capacités installées, ce qui représente un ajout de 212 000 MW et plus de 500 milliards de dollars en investissements sur une période de cinq ans. Cette situation signifie que l'énergie éolienne va représenter près de 3 p. 100 de la production mondiale d'électricité (une augmentation par rapport à un peu plus de 1 p. 100 en 2007).

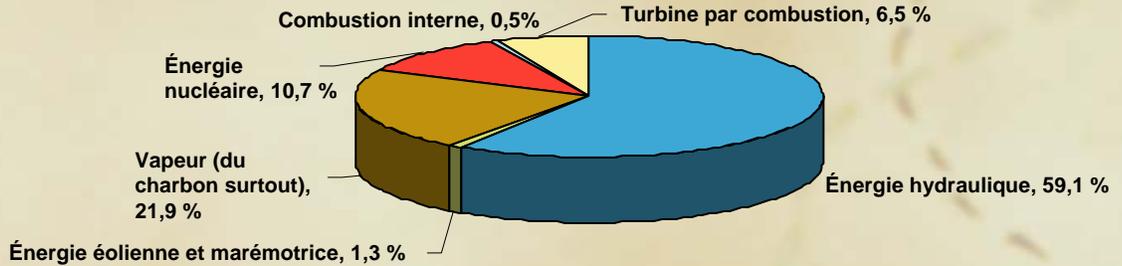
L'énergie éolienne pourrait représenter 6,6 p. 100 de la production mondiale d'électricité d'ici 2020 selon des prévisions modestes faites par le Global Wind Energy Council, ce qui représente 560 000 MW de capacités installées et plus d'un billion de dollars américains en investissements. Cette situation signifierait l'élimination de 825 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, une quantité supérieure au nombre d'émissions actuellement produites au Canada.

Partout au monde, l'énergie éolienne a constitué une source importante de création d'emplois respectueux de l'environnement. À l'échelle mondiale, plus de 400 000 personnes travaillent actuellement dans le secteur de l'énergie éolienne, ce qui englobe les fonctions de fabrication, de développement, d'installation, d'exploitation et d'entretien. En 2008, seulement sur le territoire des États-Unis, on a créé 35 000 emplois dans le secteur de l'énergie éolienne. Dans les pays de l'Union européenne, il s'est créé, dans les cinq dernières années, 33 emplois par jour, et ce tous les jours de la semaine. Le WorldWatch Institute estime que 1,75 million d'emplois seront créés dans le secteur de l'énergie éolienne d'ici 2020.

En 2008, on a installé 27 000 MW de nouvelles capacités, ce qui représente une augmentation de 29 p. 100 du total des capacités installées sur la planète par rapport à 2007 ayant trait à la production d'électricité par énergie éolienne. Les investissements dans ce domaine à l'échelle internationale ont, au cours de cette période, atteint les 50 milliards de dollars américains.

Le Canada peut compter actuellement sur environ 2 854 MW d'électricité produit par énergie éolienne, ce qui représente en gros des investissements de 6 milliards de dollars. Un autre 5 000 MW d'électricité produite par énergie éolienne a été commandé par impartition ou se trouve en voie de construction.

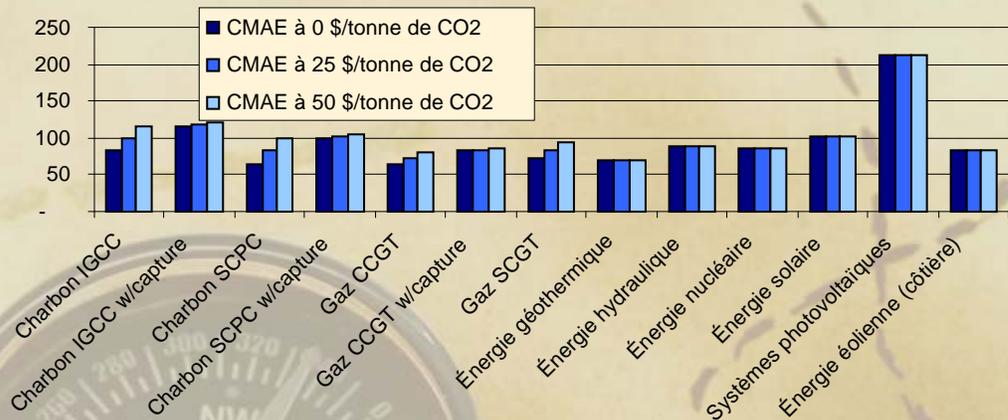
Les capacités de production d'électricité du Canada en 2007 sont représentées dans le tableau qui suit, toutefois celui-ci indique clairement que l'énergie éolienne ne constituait qu'une petite partie de la source de production d'électricité sur le territoire canadien. Le Canada dispose partout sur son territoire de vastes ressources en énergie éolienne, tel que le démontre la carte géographique suivante.



Source : Statistique Canada, no 57-202-X

Un des grands désavantages qui subsistent dans les perceptions est la différence de coût entre l'électricité produite par énergie éolienne et celle produite par d'autres moyens plus classiques tels que le gaz naturel et le charbon. Les coûts actuels de l'énergie produite au Canada ne traduisent pas actuellement les coûts liés aux émissions de carbone. Le graphique qui suit illustre les coûts actuels de production de l'électricité, de même que l'effet que diverses tarifications liées aux émissions de carbone aurait sur cette production et qui rendrait l'énergie éolienne plus concurrentielle.

Coût moyen actualisé de l'électricité (CMAE)



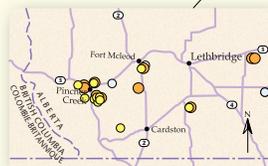
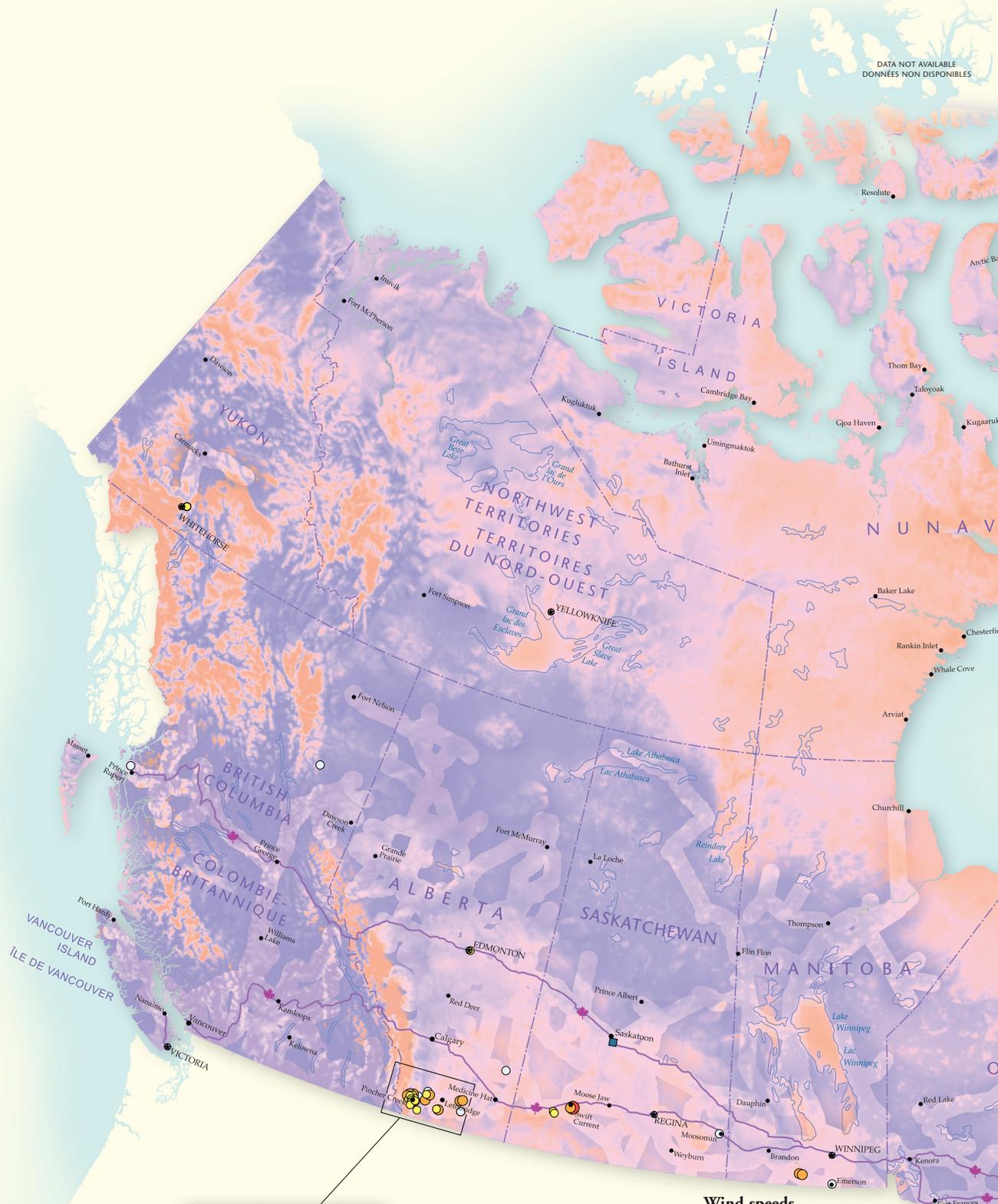
Source : Se fonde sur une analyse effectuée par GE des données de 2008 compilées par les Congressional Research Services [2]

[2] Description des acronymes. IGCC : gazéification du charbon intégrée à un cycle combiné ; SCPC : charbon supercritique pulvérisé ; CCGT : turbine à gaz à cycle combiné ; SCGT : turbine à gaz semi-fermée ; CSP : production d'électricité par système solaire à concentration.

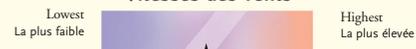
Disposant des ressources en énergie éolienne les plus importantes au monde, de réseaux en majorité hydro-électriques pouvant favoriser l'intégration de grandes quantités d'énergie éolienne, d'accès disponibles aux plus grands marchés mondiaux d'électricité pour l'exportation de sa production, ainsi que des fondements manufacturiers de qualité à l'affût d'occasions de diversifications au sein des secteurs industriels du XXI<sup>e</sup> siècle à croissance rapide, le Canada est en bonne position pour tirer parti des énormes investissements qui se feront dans ce domaine technologique. Outre les possibilités économiques qu'offre l'énergie éolienne, celle-ci peut améliorer substantiellement les résultats environnementaux et la durabilité de notre système de production de l'électricité. Pour profiter de ces possibilités, cependant, et en favoriser au maximum les avantages pour le Canada, nous devons nous placer en bonne position sur le plan de la technologie et des politiques.



DATA NOT AVAILABLE  
DONNÉES NON DISPONIBLES



**Wind speeds  
Vitesses des vents**



**Electrical transmission corridors (generalized)**

Areas with good wind resources are suitable for large-scale wind energy projects only if they are relatively close to the electrical grid. Shown here are areas within 25 kilometres of a high-voltage transmission line (100 kilovolts or greater).

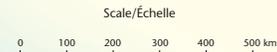
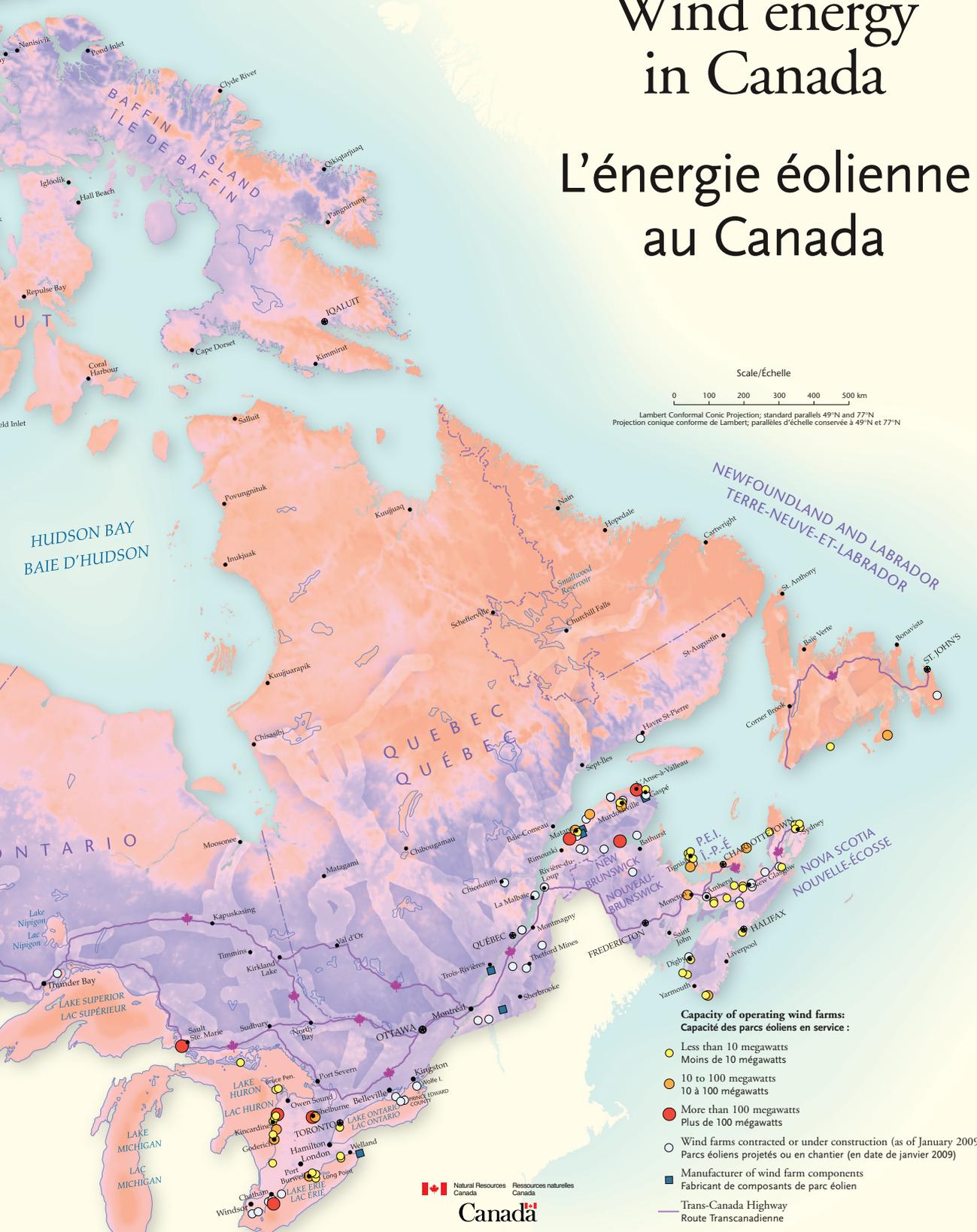
**Corridors de lignes électriques (généralisation)**

Les zones qui bénéficient de riches gisements éoliens conviennent au déploiement de grands projets d'énergie éolienne, pour autant qu'un réseau électrique y soit relativement accessible. Sont illustrés ici les espaces se trouvant dans un rayon de 25 kilomètres d'un câble à haute tension (100 kilovolts ou plus).

[www.canadiangeographic.ca/wind](http://www.canadiangeographic.ca/wind)

# Wind energy in Canada

## L'énergie éolienne au Canada



Lambert Conformal Conic Projection; standard parallels 49°N and 77°N  
Projection conique conforme de Lambert; parallèles d'échelle conservée à 49°N et 77°N

**Capacity of operating wind farms:  
Capacité des parcs éoliens en service :**

- Less than 10 megawatts  
Moins de 10 mégawatts
- 10 to 100 megawatts  
10 à 100 mégawatts
- More than 100 megawatts  
Plus de 100 mégawatts
- Wind farms contracted or under construction (as of January 2009)  
Parcs éoliens projetés ou en chantier (en date de janvier 2009)
- Manufacturer of wind farm components  
Fabricant de composants de parc éolien
- Trans-Canada Highway  
Route Transcanadienne



Publisher/Éditeur: André Préfontaine; Editor/Rédacteur en chef: Eric Harris; Creative director/Directrice de la création: Suzanne Morin; Project editor/Responsable du projet: Monique Roy-Sole; Cartographers/Cartographes: Steven Fick, Sam Herold; Base map: Geomatics Canada, Natural Resources Canada; Sources: Canadian Wind Energy Atlas, Environment Canada (wind energy data); Ventyx Velocity Suite (electrical grid data ©2009) / Carte de base: Géomatique Canada, Ressources naturelles Canada; Sources: Atlas de l'énergie éolienne du Canada, Environnement Canada (données sur l'énergie éolienne); Ventyx Velocity Suite (données sur les lignes de transport d'électricité ©2009)

# I. Renforcer le cadre politique

- i. Mettre en place des mécanismes temporaires d'encouragements financiers
- ii. Concevoir des méthodes d'acquisition efficaces
- iii. Encourager la planification à long terme de passages pour le transport
- iv. Produire des Feuilles de route sur la réglementation

Jusqu'à ce que les caractéristiques environnementales de l'énergie éolienne soient estimées à leur juste valeur sur les marchés, il sera absolument nécessaire de mettre en place des mécanismes adéquats. Ces mécanismes vont, à leur tour, créer des règles de jeu équitables permettant, dès aujourd'hui, de prendre de bonnes décisions en matière d'investissements. Il s'agirait de décisions relatives à la production d'électricité couvrant les 25 à 50 années suivantes. Sans mécanismes d'encouragements financiers à court terme, l'énergie éolienne n'est pas rentable par rapport à d'autres formes de combustibles qui ne sont pas redevables face aux émissions carboniques.

Avec le développement des marchés et la reconnaissance de la réelle valeur des sources dénuées d'émissions, comme l'énergie éolienne, il ne sera plus nécessaire de disposer de mécanismes temporaires d'encouragements financiers. Ces derniers sont vus comme étant des solutions à court terme qui peuvent aider à « lancer » l'industrie. Des mécanismes d'encouragements financiers pour maintenant se traduiront par l'établissement d'un capital national dénué d'émissions carboniques.

Les membres de l'industrie, en collaboration avec le gouvernement, devront s'occuper au premier chef de déterminer quelles sont les meilleures méthodes d'acquisition relativement à la situation qui prévaut au Canada, en plus de susciter des investissements dans les prochaines 20 années. Pour y arriver, il s'agira de passer en revue les méthodes qui obtiennent du succès, tant au Canada qu'ailleurs dans le monde, et d'adopter une façon de faire adaptée à la situation canadienne.

Comme dans le cas des autres procédés de production de l'électricité, un des plus grands obstacles à une future mise en valeur demeure les lacunes qui caractérisent au Canada les réseaux de transport de l'énergie. Les Canadiens ont, dans les derniers 100 ans, investi dans les réseaux de transport afin d'avoir accès aux vastes ressources en hydro-électricité, en gaz naturel et en charbon. La décision prise d'accéder à nos immenses ressources en énergie éolienne s'accorde parfaitement à nos anciennes façons de faire. Le délai de construction de nouvelles installations excède de beaucoup l'accroissement des besoins. La planification à long terme et l'émission de permis pour de nouveaux réseaux de transport, deux mesures conçues pour aider à accéder et à regrouper les ressources en énergie éolienne du Canada, seront essentielles pour faciliter les futures mises en valeur.

Une planification fructueuse des réseaux de transport prévoira l'établissement des principaux domaines favorisant la mise en valeur de l'énergie éolienne, ainsi que des procédés efficaces à la construction des infrastructures nécessaires au transport de l'énergie électrique vers les régions où la demande est la plus forte. Pour assurer la construction en temps opportun de ces infrastructures, il faudra accroître l'efficacité globale et maintenir le bon fonctionnement des procédés d'approbation et d'émission des permis.

Avec ces façons de faire établies comme étant les meilleures, la conception de cadres réglementaires clairs et plus efficaces pour l'émission de permis et l'approbation de projets d'énergie éolienne rendront les choses plus simples, diminueront les incertitudes et solidifieront les assises en vue de la planification et de l'investissement dans les travaux.

Pour atteindre tous ces objectifs, il sera nécessaire de prendre des mesures sous plusieurs aspects. Le tableau ci-après en donne d'ailleurs un aperçu. Malgré le fait que des éléments devront assumer la direction dans certains domaines, il faudra, bien souvent, faire preuve de collaboration avec les parties intéressées comme les gouvernements, les membres de l'industrie, les organismes non gouvernementaux, les services publics et les universités. Dans certaines situations, aucun coût supplémentaire ne sera nécessaire par rapport au cours habituel des activités. D'autres fois, il faudra des investissements supplémentaires pour atteindre les objectifs fixés. À titre d'exemple, il se peut que les coûts soient modérés pour l'établissement des meilleures méthodes d'acquisition. Par contre, des mécanismes temporaires d'encouragements financiers pourraient se traduire par des dépenses de milliards de dollars afin de permettre au Canada de répondre à la concurrence sur le marché mondial des investissements à mesure que celui-ci atteint le stade de la maturité.

Mesures à prendre	Périodes	Responsabilités
Mettre en place des mécanismes temporaires d'encouragements financiers	Six mois	Gouvernement
Concevoir des méthodes d'acquisition efficaces	Une année	Services publics, industrie*, ONG, gouvernement
Encourager la planification à long terme de passages pour le transport	À long terme / Continuellement	Services publics
Définir des Feuilles de routes sur la réglementation clairs et efficaces	Une année	Collaboration entre les gouvernements fédéral et provinciaux

\*Le terme « industrie » inclut les promoteurs, fabricants, fournisseurs de services, et toute autre organisation impliquée dans l'énergie éolienne sauf les services publics.

## II. Informer et faire participer les Canadiens

- i. Créer un registre centralisé contenant des études passées en revue par des experts du milieu
- ii. Fournir aux décideurs des analyses des coûts-avantages portant sur l'énergie éolienne utilisée dans nos réseaux d'électricité
- iii. Partager avec les décideurs, les médias, les guides d'opinion et le grand public des informations fondées sur les faits
- iv. Améliorer et mettre à jour l'enseignement et la formation afin de constituer une main-d'œuvre (douée de capacités) durable

L'énergie éolienne constitue un élément relativement nouveau dans les approvisionnements énergétiques du Canada. Dans cette optique, plusieurs intervenants ont des questions et des sujets de préoccupation à propos de la mise en valeur de l'énergie éolienne et de ses effets. En dépit de cet état de fait, on a démontré, de façon constante, que l'énergie éolienne jouissait d'un vaste appui du public au Canada. Dans le but de continuer à encourager la prise de décisions fondée sur les faits en ce qui concerne l'énergie éolienne, il s'avère nécessaire de créer un registre d'informations et de recherches crédibles et vérifiables ayant fait l'objet de vérifications et d'examen approfondis. Ce registre devra être administré par une partie qui fera preuve d'objectivité. Il sera également important de s'assurer le partage des informations avec les décideurs, les médias, les guides d'opinion et le grand public.

Les décideurs devront être en mesure de mieux saisir les coûts en entier reliés aux cycles de vie des diverses formes de production de l'électricité. De même, ils devront se pencher sur les coûts-avantages découlant du fait que 20 p. 100 de l'électricité du Canada proviendra de l'énergie éolienne, cela par rapport à d'autres scénarios possibles de mise en valeur du secteur de l'électricité. Toutes ces informations sont nécessaires pour assurer la prise de décisions éclairée, maintenant et dans la future décennie, concernant les nouvelles infrastructures (de production et de transport) des réseaux électriques du Canada.

Le tableau qui suit établit les principales mesures à prendre. Dans tous les cas de figure, il faudra pouvoir compter sur la collaboration de multiples intervenants. On prévoit que les activités les plus importantes coûteront chacune plusieurs centaines de milliers de dollars.

Mesures à prendre	Périodes	Responsabilités
Créer un registre centralisé contenant des études passées en revue par des experts du milieu	Commence immédiatement	Gouvernements, industrie, universités, ONG
Fournir aux décideurs des analyses des coûts-avantages portant sur l'énergie éolienne	Une année	Gouvernements, industrie, universités, ONG
Partager avec les décideurs, les médias, les guides d'opinion et le grand public des informations fondées sur les faits	Commence maintenant jusqu'à l'atteinte de l'objectif de 20 %	ONG, services publics, industrie
Améliorer et mettre à jour l'enseignement et la formation afin de constituer une main-d'œuvre durable	Commence immédiatement	Gouvernements, industrie, universités, ONG

### III. Élargir le rôle de l'industrie canadienne

- i. Représenter de façon schématique la chaîne des valeurs
- ii. Déterminer les possibilités qui s'offrent à l'industrie canadienne
- iii. Faciliter l'établissement de partenariats et promouvoir l'utilisation de sources d'approvisionnement canadiennes pour les matériaux, les produits et les services
- iv. Instaurer un climat attrayant pour les investissements

L'industrie canadienne a actuellement une participation très mineure à l'intérieur de la chaîne des approvisionnements menant à la fabrication de grandes turbines. Par le passé, notre marché restreint n'était pas assez imposant pour attirer une grande attention de la part des membres de l'industrie, sauf dans certains cas exceptionnels comme celui du Québec où les contrats d'acquisition nécessitaient l'intervention de sociétés locales de fabrication. Désormais, toutefois, l'industrie canadienne se voit offrir une grande occasion de profiter des avantages offerts en vue de la concrétisation de la vision énoncée dans la présente Feuille de route.

La représentation schématique du cycle de vie entier de la chaîne des approvisionnements et, par la suite, l'établissement des possibilités offertes aux fournisseurs canadiens constitueront l'assise permettant de maximiser la participation des membres de l'industrie. Il est important de noter que, outre les fabricants d'éoliennes et les fournisseurs éventuels de l'industrie s'y rapportant, la chaîne des valeurs englobe les organismes de service, les sociétés d'élaboration de logiciels et de programmes de modélisation, ainsi que les fournisseurs de services auxiliaires.

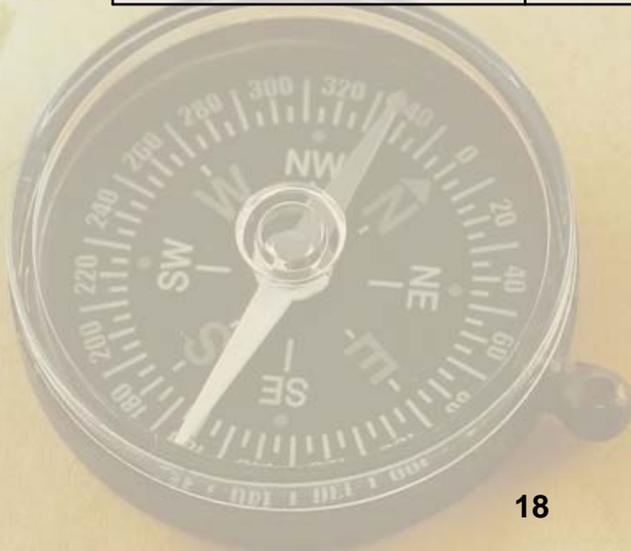
Il sera essentiel de faciliter l'établissement de partenariats entre les fournisseurs éventuels de l'industrie et les équipementiers, les propriétaires et les exploitants d'installations, de même que des autres éléments, lesquels auront besoin de produits et de services susceptibles d'être obtenus de la part de membres actuels de l'industrie.

Nous devons également reconnaître le fait que le Canada est en concurrence avec plusieurs autres instances pour obtenir sa part des investissements. Dans cette optique, il est primordial que le Canada établisse un cadre politique concurrentiel favorisant les investissements. Si rien n'est fait, l'industrie canadienne va rater une part importante de la chaîne des valeurs qui sera créée pour concrétiser la vision établie.



Le tableau qui suit définit les principales mesures à prendre à cet égard. Certaines de ces activités, telles que la représentation schématique de la chaîne des valeurs et l'établissement facilité de partenariats, devraient, selon les estimations, coûter chacune environ un quart de million de dollars. D'autres activités, comme la détermination des possibilités offertes à l'industrie canadienne, devraient nécessiter des investissements plus substantiels (atteignant environ le million de dollars chacune). La compréhension des niveaux d'investissement nécessaires à l'établissement d'un climat favorisant les investissements dans l'énergie éolienne en général devra s'appuyer sur des analyses et des prises en considération axées sur l'évolution des marchés.

Mesures à prendre	Périodes	Responsabilités
Représenter de façon schématique la chaîne des valeurs	6 mois	Industrie, ONG, gouvernements
Déterminer les possibilités qui s'offrent à l'industrie canadienne	Une année	Industrie, ONG, gouvernements
Faciliter l'établissement de partenariats et promouvoir l'utilisation de sources d'approvisionnement canadiennes pour les matériaux, les produits et les services	Une année	ONG, gouvernements, industrie
Instaurer un climat attrayant pour les investissements dans l'énergie éolienne	En permanence	Gouvernements



## IV. Mettre sur pied des Centres d'excellence

Mettre sur pied des Centres d'excellence afin de :

- i. Évaluer les ressources en énergie éolienne et la production d'énergie
- ii. Concevoir des méthodes perfectionnées de planification liée à l'exploitation et au transport
- iii. Assurer les services auxiliaires en matière de technologie liée à l'intégration et à l'affermissement de l'énergie éolienne

Les membres du secteur de l'énergie éolienne, ainsi que les planificateurs et les exploitants des réseaux d'électricité, auront besoin d'une grande quantité d'outils et de techniques innovants et perfectionnés. La façon la plus efficace d'en faire la conception demeure le travail conjoint et concerté. On pourrait faciliter cette entreprise par la mise sur pied d'un ou plusieurs Centres d'excellence, ou des réseaux de Centres d'excellence. Parmi les principaux outils et les principales techniques définis dans le processus d'élaboration de la Feuille de route, on retrouve ce qui suit :

- Des normes établies pour l'évaluation des ressources en énergie éolienne, l'estimation de la production énergétique et l'élaboration de rapports concernant les données opérationnelles.
- Une base de données nationale sur l'énergie éolienne contenant des données exhaustives décrivant les conditions éoliennes et opérationnelles, lesquelles seraient tenues à jour pour la réalisation de recherche-développement, ainsi que pour la validation et l'amélioration des modèles établis.
- Des méthodes innovantes pour la planification du transport, et notamment des modèles de probabilités.
- Des outils améliorés destinés aux exploitants de réseaux pour l'introduction de l'énergie éolienne dans le fonctionnement de ceux-ci, et notamment l'élaboration de prévisions à court terme.
- Des services auxiliaires améliorés pour contribuer à équilibrer l'offre et la demande grâce à la pénétration de grandes quantités d'énergie éolienne. Cette amélioration implique le recours à des techniques d'affermissement, de même qu'à d'autres services et d'autres techniques destinés à faciliter l'intégration de l'énergie éolienne.



Le tableau qui suit définit le genre de Centres d'excellence nécessaires. On est d'avis que des investissements se situant entre 15 et 25 millions de dollars, étalés sur trois ans, devront être effectués dans chacun des trois domaines pour obtenir les réalisations permettant à l'industrie de concrétiser la vision établie.

Mesures à prendre	Périodes	Responsabilités
<b>Évaluer les ressources en énergie éolienne et la production d'énergie</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recueillir des données de grande qualité, tant sur le terrain qu'en laboratoire, ainsi que des données de référence à long terme, se rapportant à l'énergie éolienne.</li> <li>Élaborer de meilleures normes et de meilleures procédures pour la collecte des données, l'évaluation des ressources et l'élaboration de rapports sur les activités de fonctionnement.</li> <li>Accroître l'exactitude, la précision et la rigueur des modèles en vue de la planification à long terme.</li> <li>Améliorer les outils de prévision à court terme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La collecte des données devrait s'amorcer immédiatement (sans interruption).</li> <li>Les normes devraient être élaborées dans une période de 2 à 5 ans.</li> <li>Il faudra entre 5 et 10 ans (et même plus) pour l'amélioration des modèles.</li> </ul>	ONG, instituts de recherche, universités, industrie, gouvernements
<b>Concevoir des méthodes perfectionnées de planification liée à l'exploitation et au transport</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Élaborer des outils de planification des probabilités en matière de transport.</li> <li>Améliorer les outils de fonctionnement pour y intégrer les prévisions à court terme concernant l'énergie éolienne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une façon de faire standard pourrait être établie en deux ans.</li> <li>Les outils pourraient être disponibles dans une période de 2 à 5 ans.</li> </ul>	ONG, instituts de recherche, universités, industrie, gouvernements
<b>Assurer les services auxiliaires en matière de technologie liée à l'intégration et à l'affermissement de l'énergie éolienne</b>		
<p>Instituer des services auxiliaires améliorés pour contribuer à équilibrer l'offre et la demande grâce à la pénétration de grandes quantités d'énergie éolienne. Parmi les options à envisager, mentionnons l'amélioration des dispositifs de stockage de l'énergie ; l'élaboration de réseaux d'énergie éolienne entre les régions pour tirer parti de la diversité de la production éolienne dans différents emplacements géographiques ; l'établissement d'options pour répondre à l'augmentation ou à la diminution de la demande, et notamment la gestion de la demande et des échanges énergétiques plus souples entre les régions.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 ans pour établir la portée des recherches et produire un Livre blanc.</li> <li>3 ans ou plus pour quantifier les besoins et effectuer de la R-D.</li> <li>De 3 à 5 ans pour réaliser un projet pilote.</li> </ul>	ONG, instituts de recherche, universités, industrie, gouvernements

# V. Accélérer le développement des petites éoliennes

- i. Favoriser les occasions d'accroître la recherche et le développement
- ii. Accroître le rendement et la fiabilité des systèmes
- iii. Adopter des normes rationnelles et cohérentes d'interconnexion
- iv. Réduire les coûts énergétiques durant le cycle de vie

Bien qu'il ne se manifeste qu'un appui politique mitigé à la mise en valeur de réseaux de petites éoliennes au Canada, nous sommes en tête de file à l'échelle mondiale pour ce qui est de construire et d'exporter des produits reliés à ce secteur. Avec plus de 10 sociétés manufacturières, le Canada abrite environ 17 des capacités mondiales en fabrication de petites éoliennes. Pour tirer profit de cette situation, il faut absolument pouvoir compter sur un soutien à la recherche et à l'innovation en vue d'améliorer continuellement les aspects technologiques. Les domaines prioritaires à cet égard sont les suivants :

- des possibilités accrues de recherche et de développement ;
- une fiabilité et un rendement renforcés ;
- des normes rationnelles et cohérentes en matière d'interconnexion ;
- la réduction des coûts énergétiques durant le cycle de vie.

Le tableau qui suit définit les principales mesures à prendre dans ce domaine. L'adoption de normes rationnelles et cohérentes en matière d'interconnexion devrait coûter moins d'un million de dollars. La recherche des possibilités d'améliorer la technologie et la réduction des coûts énergétiques devraient entraîner chacune des investissements se situant entre cinq et dix millions de dollars.

Mesures à prendre	Périodes	Responsabilités
Favoriser les occasions d'accroître la recherche et le développement	Période à moyen terme (de 1 à 5 ans)	Industrie, gouvernements, ONG
Accroître le rendement et la fiabilité des systèmes	Période à moyen terme (de 1 à 5 ans)	Industrie, gouvernements, ONG
Adopter des normes rationnelles et cohérentes d'interconnexion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Période à court terme (de 1 à 3 ans) pour le lancement</li> <li>• Période à moyen terme (de 3 à 5 ans) pour obtenir l'engagement des services publics et pour régler les problèmes</li> </ul>	Industrie, gouvernements, ONG, services publics
Réduire les coûts énergétiques durant le cycle de vie	Période à court terme (de 1 à 3 ans)	Industrie, gouvernements, ONG

# VI. Appuyer la réalisation de projets de démonstration

- i. Projets de démonstration technologique réalisés pour l'affermissement de l'énergie éolienne
- ii. Faire des installations pilotes basées sur l'expérience menée en Alberta et au Québec
- iii. Projet de démonstration d'énergie éolienne et de diesel à échelle de collectivité
- iv. Projet de modélisation des probabilités

Dans le but de susciter l'acceptation générale et de rendre possible la mise en œuvre, il sera important de faire la démonstration d'une myriade d'éléments technologiques définis tout au cours de la Feuille de route. À titre d'exemples, la recherche et le développement se rapportant à l'affermissement de l'énergie éolienne engloberont des études menées sur les batteries, les condensateurs, les systèmes à air comprimé et les centrales d'accumulation par pompage. De même, les experts se pencheront sur les modes de fonctionnement tels que le fonctionnement hybride, les réseaux intelligents et les techniques d'exploitation des réseaux. Les éléments les plus prometteurs devront faire l'objet de démonstrations à grande échelle.

Les provinces de l'Alberta et du Québec viennent d'achever des projets pilote de prévision. L'Alberta et l'Ontario adoptent actuellement des mesures pour offrir un système centralisé de prévision à l'intention des parties intéressées sur leur marchés. Ce genre de projets de démonstration réalisés dans différents secteurs de compétences pourrait permettre à l'industrie de faire des progrès très significatifs. Les projets d'énergie éolienne combinée au diesel à échelle des collectivités nécessiteront des démonstrations puisqu'ils ont été développés à l'intérieur du secteur des petites éoliennes. À mesure que les outils de planification du transport de l'électricité auront été élaborés, ils auront également besoin de faire l'objet de démonstrations à échelle pilote ou à échelle réelle afin d'en prouver l'acceptation par les planificateurs et les exploitants de réseaux.

Le tableau qui suit définit les principales mesures à prendre dans ce domaine. On prévoit qu'il faudra jouir d'investissements d'environ cent millions de dollars pour réaliser les projets de démonstration clés.

Mesures à prendre	Périodes	Responsabilités
Projets de démonstration technologique réalisés pour l'affermissement et / ou l'optimisation des opérations de l'énergie éolienne	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie
Faire des installations pilotes basées sur l'expérience menée en Alberta et au Québec	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie, ONG
Projet de démonstration d'énergie éolienne et de diesel à échelle de collectivité	1 à 3 ans	Gouvernements, industrie, ONG
Projet de modélisation des probabilités	Débutant d'ici 2 ans lorsque les outils seront disponible	Industrie

## Conclusion

Le présent document constitue une vision des plus stimulantes pour les Canadiens. En effet, d'ici 2025, le Canada sera un chef de file mondial pour ce qui est de fournir la technologie de pointe en matière d'énergie éolienne et d'options politiques s'y rapportant. À ce moment, l'énergie éolienne permettra de répondre à plus de 20 p. 100 des besoins en électricité et la croissance annuelle soutenue de ce secteur créera de la richesse grâce aux exportations.

La Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne offre un plan d'action apte à réaliser de substantiels gains sur le plan économique et environnemental. Avec les efforts soutenus des intervenants dans les collectivités, et ceux des membres de l'industrie, du monde universitaire et des gouvernements sur le territoire canadien, la vision énoncée dans la Feuille de route pourra se concrétiser.





Pour de plus amples informations, veuillez consulter le site Web de la Feuille de route technologique sur l'énergie éolienne qui se trouve à l'adresse suivante :

**[www.frtee.gc.ca](http://www.frtee.gc.ca)**