



LA FILIÈRE ÉOLIENNE

De la force du vent
à l'énergie électrique

Cette publication fait partie d'une série de documents, présentant les activités et les principaux acteurs économiques concourant à la mise en valeur des ressources minières et énergétiques du Québec, de la matière première au produit fini.

Les documents publiés ne contiennent aucune information confidentielle. L'information proposée dans le document ne doit pas être perçue comme un avis ou une recommandation de la part du MERN.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur ce document, il est possible de joindre un représentant du ministère aux coordonnées et aux heures suivantes :

Renseignements généraux

1 866 248-6936

1 866 Citoyen

(Sans frais au Canada et aux États-Unis)

renseignements@mern.gouv.qc.ca

Télécopieur : 418 644-6513

Heures d'ouverture

Lundi, mardi, jeudi et vendredi : de 8 h 30 à 16 h 30

Mercredi : de 10 h à 16 h 30

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2019

ISBN : 978-2-550-84377-1

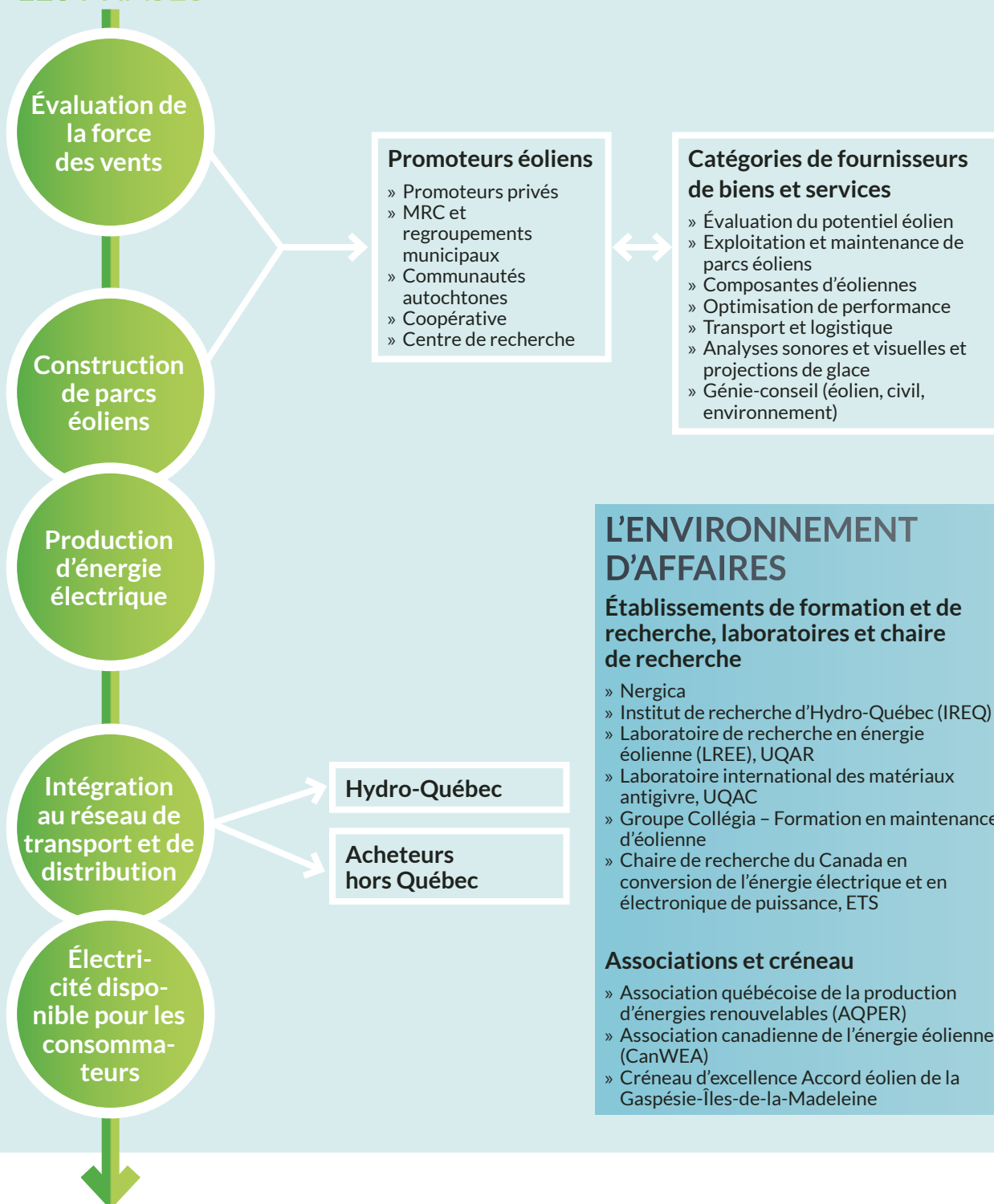
© Gouvernement du Québec, 2019

1. Représentation de la filière éolienne

De la force du vent à l'énergie électrique

La filière éolienne est présentée sous forme schématique.

LES PHASES



2. Développement de la filière éolienne au Québec

UTILISER LE POTENTIEL ÉOLIEN

L'énergie éolienne est de l'électricité produite à partir de la force du vent. Cette forme d'énergie renouvelable utilise des éoliennes dotées d'alternateurs pouvant transformer l'énergie mécanique en énergie électrique.

Les éoliennes sont souvent regroupées pour former des « parcs éoliens ». Ces parcs éoliens peuvent être de tailles variables, allant de quelques éoliennes, à plusieurs centaines. À titre d'exemples, les plus grands projets de parcs éoliens en sol québécois sont les parcs de :

- » la Seigneurie de Beauré 2, 3 et 4 (Capitale-Nationale, 154 éoliennes pour 339,7 MW);
- » Lac Alfred (Bas-Saint-Laurent, 150 éoliennes pour 300 MW);
- » Nicolas-Riou (Bas-Saint-Laurent, 65 éoliennes pour 224,3 MW).

SAVIEZ-VOUS QUE?

Le prix de l'énergie éolienne est toujours en baisse en raison des améliorations technologiques constantes qui font baisser le coût des éoliennes tout en augmentant leur rendement.¹

L'énergie éolienne permet au Québec de disposer de quantités appréciables d'électricité dans un délai relativement court comparativement à la construction d'un barrage hydroélectrique et à

des coûts compétitifs. En Amérique du Nord, cette forme de production d'énergie est maintenant moins coûteuse que l'électricité produite à partir des énergies fossiles².

Le potentiel éolien du Québec est considérable compte tenu de l'immensité du territoire. Les régions ayant les meilleurs potentiels de vent sont : la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, la Côte-Nord, le Bas-Saint-Laurent, le Saguenay-Lac-Saint-Jean et le Nord-du-Québec.

DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE

Afin de valoriser ce potentiel éolien, le Québec a commencé le développement de l'industrie éolienne en 1999 avec la mise en service du premier parc éolien, implanté en Gaspésie et dans le Bas-Saint-Laurent (le nordais 1 et 2,99 MW au total). Ce projet, tout comme trois autres³, s'est réalisé à la suite de l'attribution de contrats, issus d'ententes de gré à gré, entre Hydro-Québec production et des promoteurs privés.

SAVIEZ-VOUS QUE?

La mine Raglan située au Nunavik utilise deux éoliennes pour répondre à une partie de ses besoins énergétiques. De par sa situation géographique, la mine n'est pas connectée au réseau électrique et doit produire sa propre électricité. Avec l'utilisation de deux éoliennes, l'entreprise Glencore prévoit économiser quelques millions de litres de diesel par année⁴.

- 1 Association Canadienne de l'énergie éolienne (CanWea). *Le coût de l'éolien plus bas que jamais grâce aux avancées technologiques*. [En ligne] : <https://canwea.ca/fr/blog/2018/02/26/le-cout-de-leolien-plus-bas-que-jamais-grace-aux-avancees-technologiques/> (Consulté le 18 décembre 2018)
- 2 U.S. Energy Information Administration. *Levelized cost avoided and levelized cost of new generation resources*, page 5. [En ligne] https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/electricity_generation.pdf (Consulté le 24 septembre 2018).
Frankfurth School – UNEP Centre/BNEF. *Global trends in Renewable Energy Investment 2018*, page 17 [en ligne] http://www.iberglobal.com/files/2018/renewable_trends.pdf (Consulté le 24 septembre 2018).
- 3 Les trois autres projets situés en Gaspésie sont : Mont Miller, Mont Copper et le Site nordique expérimental en éolien CORUS.
- 4 Radio Canada. *Une deuxième éolienne à la mine Raglan*. [En ligne] <https://ici.radio-Canada.ca/nouvelle/1116884/une-deuxieme-eolienne-a-la-mine-raglan> (Consulté le 14 décembre 2018).

Par la suite, le gouvernement et Hydro-Québec Distribution ont opté pour un processus d'appels d'offres. Au total, quatre appels d'offres ont été lancés par Hydro-Québec Distribution. La grille de pondération des critères d'évaluation des projets, ainsi que les contrats qui en ont résulté ont tous été soumis à l'approbation de la Régie de l'énergie.

L'énergie éolienne produite par ces parcs est acheminée sur le réseau d'Hydro-Québec Distribution et par la suite vendue aux consommateurs québécois, tant industriels que résidentiels.

Les deux plus récents appels d'offres pour de l'énergie éolienne, soit ceux de 2009 et de 2013 d'Hydro-Québec Distribution, ont innové quant à la participation communautaire. En effet, les projets devaient être élaborés avec la participation de communautés locales, régionales, autochtones et de coopératives.

En 2018, le Québec avait une puissance éolienne installée de 3 879 MW et devrait disposer de 3 933 MW d'énergie éolienne d'ici 2022 (voir la carte).

3. Retombées économiques pour le Québec et ses régions

Le développement des parcs éoliens au Québec a entraîné des investissements estimés à près de 10 G\$ depuis les tout premiers débuts.

Retombées économiques d'un parc éolien moyen de 50 éoliennes :

- » Nombre d'emplois lors de la construction : de 200 à 300;
- » Nombre d'emplois en phase d'exploitation : de 5 à 12;
- » Durée du contrat : de 20 ou de 25 ans.

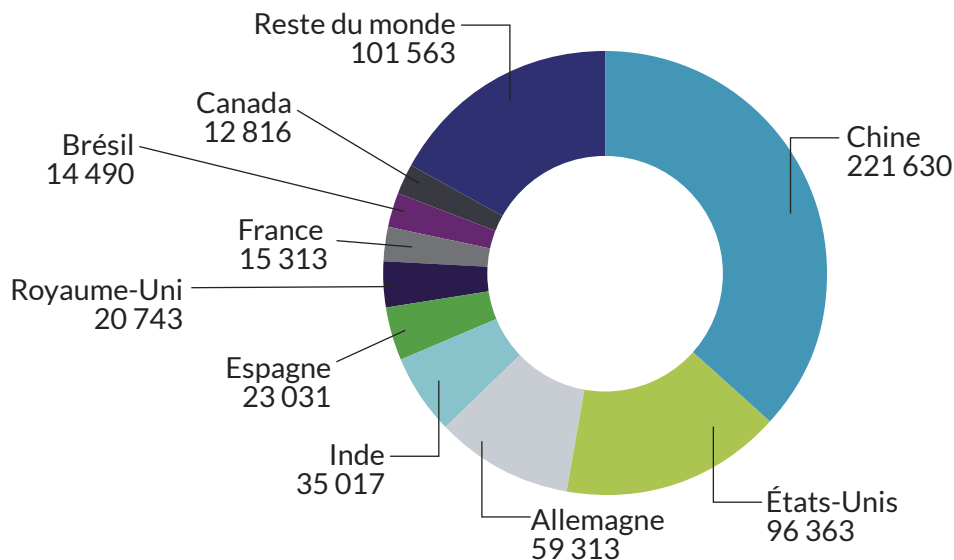
DES EXIGENCES D'INVESTISSEMENTS AU QUÉBEC ET EN RÉGION

Les exigences en matière de contenu québécois ainsi que pour la Gaspésie et les municipalités régionales de comté (MRC) de La Matanie dans les quatre appels d'offres du gouvernement, ont favorisé la mise en place d'une véritable filière éolienne au Québec. Par exemple, dans les deuxième et troisième appels d'offres (2 000 MW et 500 MW) : un minimum de 30 % du coût des éoliennes devait être dépensé dans la région de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine et dans la MRC de La Matanie et 60 % des coûts globaux du projet devaient être dépensés au Québec. Ces investissements ont optimisé les retombées économiques locales notamment par l'établissement d'entreprises de fabrication de pièces d'éoliennes en région et la mise en place d'un programme de formation collégiale en maintenance d'éoliennes.

4. Leaders mondiaux en puissance éolienne installée

La Chine est de loin le pays ayant la plus importante puissance installée au monde avec plus de 200 000 MW, ce qui équivaut aux besoins en électricité de 50 millions de maisons. Les États-Unis sont au deuxième rang avec une puissance de plus de 90 000 MW alors que le Canada est au neuvième rang avec environ 12 800 MW⁵.

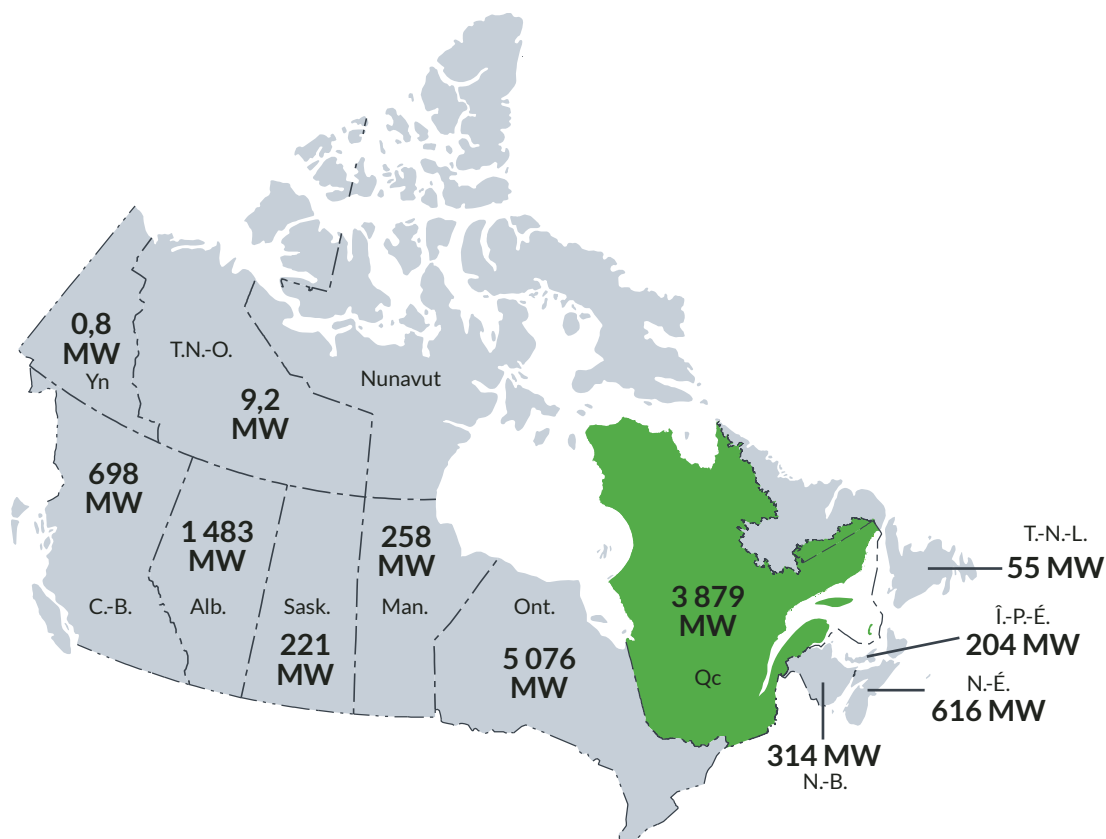
Pays ayant la plus importante puissance éolienne installée en MW



Source : Association mondiale de l'énergie éolienne (WWEA), données de 2018

5 Association mondiale de l'énergie éolienne (WWEA). *Global statistics 2018 (preliminary)*. [En ligne], [<https://librarywwindea.org/global-statistics-2018-preliminary/>] (Consulté le 15 mars 2019).

La production éolienne québécoise reliée au réseau de distribution d'Hydro-Québec s'élève à 3 879 MW, ce qui place la province au deuxième rang au Canada, après l'Ontario, et fait du Québec un grand leader canadien avec environ 30 % de la production totale du pays.⁶



Source : Le MERN pour la province de Québec et l'Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA) pour les autres provinces, 2018

6 Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA). *Puissance installée*. [En ligne], [<https://canwea.ca/fr/marches-eoliens/puissance-installee/>] (Consulté le 15 mars 2019).

5. Considérations environnementales et sociales

L'impact visuel et sonore des éoliennes, la protection de la faune aviaire et des chiroptères⁷, ainsi que le démantèlement des éoliennes sont les enjeux environnementaux qui interpellent souvent la population.

PAYSAGE

Afin d'atténuer l'impact visuel des éoliennes et intégrer celles-ci dans le paysage, le gouvernement suggère aux promoteurs éoliens de consulter la population quant à l'emplacement choisi pour l'implantation du parc éolien et leur transmet un guide pour la réalisation d'une étude d'intégration et d'harmonisation paysagères. De plus, le gouvernement a adopté des orientations en aménagement du territoire⁸ afin que les MRC, responsables de l'aménagement du territoire, encadrent adéquatement l'intégration paysagère des éoliennes en fonction de leurs spécificités régionales.

ENVIRONNEMENT SONORE

Afin d'amoindrir l'impact sonore des éoliennes, le gouvernement encourage les promoteurs à consulter la population quant au niveau sonore potentiel qui sera engendré. Également, un rapport sur le climat sonore est exigé aux années 1, 5, 10, et 15 de l'exploitation des parcs éoliens et le promoteur a l'obligation d'apporter des mesures correctrices concernant le bruit si cela est demandé par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). De plus, toute plainte doit être reçue et gérée par le promoteur selon les règles préétablies dans le programme de suivi du climat sonore. Finalement, les orientations gouvernementales limitent le bruit des éoliennes, en fonction du zonage, à un niveau

aussi bas que 45 décibels le jour et 40 décibels la nuit, ce qui équivaut au bruit d'une salle d'attente.

SAVIEZ-VOUS QUE?

L'éolienne est une solution pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) en Amérique du Nord, car elle se classe parmi les filières les plus faiblement émettrices de GES par kilowattheure.⁹

FAUNE AVIAIRE ET CHIROPTÈRES

Afin de diminuer l'impact des éoliennes sur la mortalité des oiseaux et des chiroptères, le promoteur doit respecter les conditions liées aux protocoles qui lui sont imposés par le gouvernement : évaluation du taux de mortalité des oiseaux, protection d'habitat, etc. De plus, dans l'éventualité de mortalités élevées, des mesures d'atténuation peuvent être imposées aux promoteurs.

DÉMANTELÈMENT D'ÉOLIENNES

Le démantèlement des parcs éoliens québécois est prévu à même les contrats d'approvisionnement d'électricité signés par le promoteur avec Hydro-Québec. En effet, le démantèlement d'un parc est encadré et a systématiquement lieu une fois que le contrat qui le lie à Hydro-Québec devient échu. De plus, des garanties financières sont exigées à la dixième année d'exploitation, ce qui garantit que les fonds seront disponibles au moment du démantèlement, et ce, même si le promoteur fait faillite. La durée normale des contrats d'approvisionnement est généralement de 20 ans, mais peut être de 25 ans.

7 Les chiroptères sont couramment appelés chauves-souris.

8 Direction de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme du ministère des Affaires municipales et des Régions. *Les orientations du gouvernement en matière d'aménagement – Pour un développement durable de l'énergie éolienne*. [En ligne], [https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/orientations_gouvernementales/orientations_eoliennes.pdf] (Consulté le 7 mai 2019).

9 Hydro-Québec. *L'eau et le vent : l'énergie propre et renouvelable du Québec*, page 6. [en ligne], [http://nouvelles.hydroquebec.com/media/filer_private/2017/07/27/quebec-ressources-energie-propre-renouvelable_f.pdf] (Consulté le 18 décembre 2018).

6. Participation publique

Quels que soient les enjeux soulevés, le citoyen peut s'informer, participer aux consultations et s'engager dans une démarche de dialogue avec le promoteur, et ce, tout au long de l'analyse ou de l'examen des impacts environnementaux.

LES ÉCHELLES DE LA PARTICIPATION PUBLIQUE CONCITOYENNE

- » Le citoyen peut s'informer en participant activement aux assemblées publiques tenues par le promoteur, en prenant connaissance des documents déposés dans le cadre des procédures environnementales¹⁰, en s'informant auprès du chargé de projet du MERN en région, en consultant le site Web du promoteur ou en le contactant directement lorsque c'est possible. De plus, il peut également s'informer par l'entremise des médias locaux.
- » Le citoyen peut également exprimer ses attentes, ses préoccupations à l'égard du projet éolien en participant aux différentes démarches de consultation organisées par le promoteur, le bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) ou les autres instances qui sont chargées de l'évaluation et de l'examen des impacts sur l'environnement.
- » Le citoyen désireux de participer aux différentes phases du projet peut faire connaître son intérêt, notamment en proposant sa candidature à titre de membre d'un comité de suivi. Dans le cas où le comité est déjà constitué, le citoyen peut s'adresser au promoteur, au coordonnateur ou à l'animateur du comité de suivi afin de devenir membre ou de participer aux rencontres du comité de suivi à titre d'observateur. Un comité de suivi auquel participent le promoteur et des acteurs locaux vise à adopter des solutions consensuelles sur des enjeux définis à la fois par la

communauté et le promoteur. Un tel comité peut être mis en place par le promoteur sur une base volontaire ou être mis en place en réponse à une obligation en vertu du décret d'autorisation du projet. Le comité de suivi est alors actif pendant les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement. Ce comité peut avoir pour mandat de rendre publics les rapports de suivi (sonore, paysage et faune) et aussi de recevoir et de rendre publiques les plaintes.

SAVIEZ-VOUS QUE?

L'énergie éolienne est plus productive l'hiver qu'à tout autre moment de la saison. En effet, les forts vents et la plus grande densité de l'air froid augmentent la productivité des éoliennes. De plus, l'hiver est la saison où la demande en énergie est la plus forte alors que l'apport hydroélectrique est plus faible.¹¹

RÈGLES ENTOURANT L'ANALYSE ET L'EXAMEN DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

- » Dans le Québec méridional, les projets de nouveaux parcs éoliens de 10 MW et plus ou encore l'augmentation de puissance d'un parc existant à plus de 10 MW, sont soumis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Le promoteur a l'obligation de réaliser une étude d'impact et des audiences publiques par le BAPE peuvent ensuite avoir lieu à la demande de toute personne ou organisation.
- » Pour les projets de moins de 10 MW, les promoteurs n'ont pas l'obligation d'informer ou de consulter la population, mais doivent tout de même obtenir une autorisation de la direction régionale du MELCC.

10 Registre des évaluations environnementales du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). [En ligne], [<http://www.ree.environnement.gouv.qc.ca/index.asp>]

11 Association québécoise de la production d'énergie renouvelable (AQPR). Les éoliennes sont performantes par temps froid : Le TechnoCentre éolien répond aux médias. [En ligne], [<https://www.aqper.com/fr/les-eoliennes-sont-performantes-par-temps-froid-le-technocentre-eolien-repond-aux-medias>] (Consulté le 18 décembre 2018).

» Dans les territoires visés par la convention de la Baie-James et du Nord québécois, les projets sont soumis aux procédures décrites au titre II de la Loi sur la qualité de l'environnement,

qui prévoit notamment qu'une consultation publique peut être organisée selon la décision des organismes désignés¹².

7. Avenir de la filière

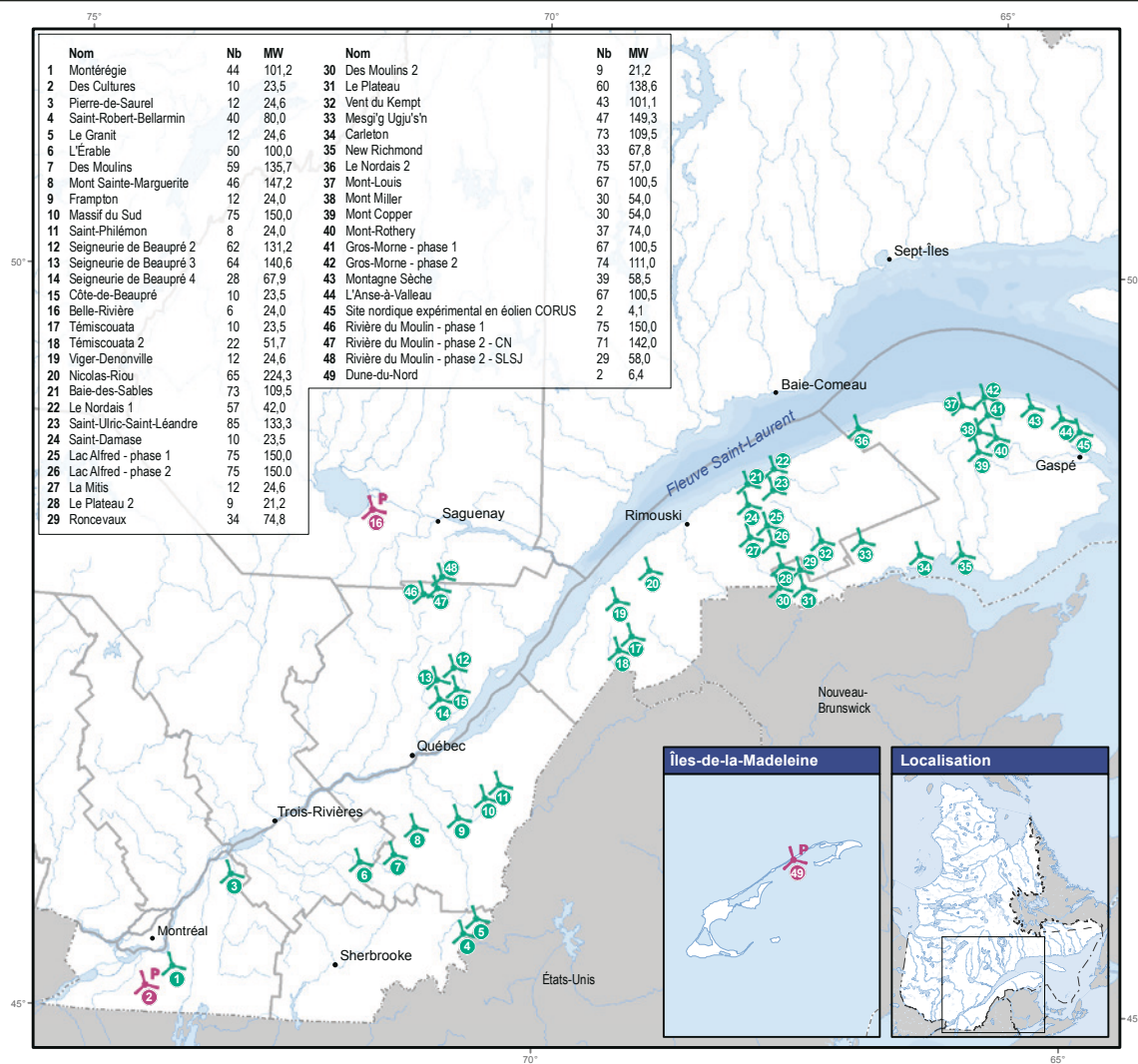
L'avenir de la filière éolienne au Québec a pris un nouveau virage avec la [Politique énergétique 2030](#) (PE 2030). La PE 2030 met l'accent sur les exportations de pièces, mais également énergétiques de la filière, particulièrement vers les états américains limitrophes, et sur le développement de projets éoliens dans les communautés non reliées au réseau de distribution d'Hydro-Québec. Ces communautés, situées principalement dans le Nord-du-Québec, s'approvisionnent actuellement en combustible fossile. L'éolien devient une solution intéressante en complément avec d'autres sources d'énergie, pour approvisionner ces réseaux en énergie propre et renouvelable.

La PE 2030 fait également état du surplus électrique d'Hydro-Québec. Dans ce contexte, de nouveaux approvisionnements, qu'ils soient de source éolienne ou de toute autre source, ne seront autorisés que dans la mesure où ils permettent de maintenir une marge de manœuvre de l'ordre de 2,5 % des besoins annuels du Québec en électricité.

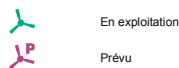
12 Les organismes désignés sont : le Comité d'évaluation des répercussions sur l'environnement et le milieu social (COMEV), le Comité d'examen des répercussions sur l'environnement et le milieu social (COMEX), et la Commission pour la qualité de l'Environnement Kativik (CQEK).

8. Carte des projets éoliens au Québec

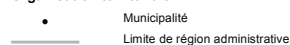
Parcs éoliens installés et prévus*



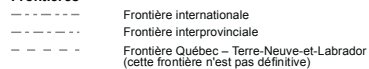
Parcs éoliens



Organisation territoriale



Frontières



Métadonnées

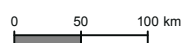
Projection cartographique : Conique de Lambert avec deux parallèles d'échelle conservée (46° et 60°)

Sources

Données	Organisme	Année
Divisions territoriales	MERN	2018
Fond cartographique	MERN	2018
Parcs éoliens	MERN	2018

Réalisation

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Direction générale de l'information géospatiale
Note : Le présent document n'a aucune portée légale.
© Gouvernement du Québec, décembre 2018



Énergie et Ressources
naturelles
Québec

* Seuls les parcs éoliens branchés au réseau d'Hydro-Québec sont représentés.

