



Mémoire présenté au bureau d'audience publique sur l'environnement

Dans le cadre des audiences publiques sur le projet de parc éolien

Saint-Paul-de-Montminy

Document soumis à

Mme. Marie-Eve Fortin, Présidente de la commission

M. Georges Lanmafankpotin, Commissaire

140, Grande Allée Est

Bureau 650

Québec (Québec) G1R 5N6

Le 3 juillet 2025

Association québécoise de la production
d'énergie renouvelable
410 Rue Saint-Nicolas bureaux 110,
Montréal (Québec) H2Y 2P5
514 281-3131

www.aqper.com

Table des matières

<u>1.</u>	<u>Présentation de l'association</u>	5
<u>2.</u>	<u>Introduction</u>	5
<u>3.</u>	<u>Contexte énergétique et GES au Québec</u>	6
<u>3.1.</u>	<u>Le contexte énergétique du Québec</u>	6
<u>3.2.</u>	<u>Émission de GES du Québec</u>	9
<u>3.3.</u>	<u>Les besoins énergétiques à l'horizon 2035 et 2050</u>	11
<u>4.</u>	<u>L'énergie éolienne</u>	14
<u>4.1.</u>	<u>À propos de l'énergie éolienne</u>	14
<u>4.2.</u>	<u>Une énergie propre</u>	16
<u>5.</u>	<u>L'éolien dans le monde</u>	16
<u>6.</u>	<u>L'énergie éolienne au Québec</u>	18
<u>6.1.</u>	<u>Historique de la filière éolienne</u>	18
<u>6.2.</u>	<u>La filière éolienne en 2025 et le futur</u>	20
<u>6.3.</u>	<u>Retombées économiques</u>	21
<u>6.4.</u>	<u>Complémentarité de l'éolien et pointe hivernale</u>	22
<u>6.5.</u>	<u>Étapes de développement d'un parc éolien</u>	24
<u>6.6.</u>	<u>Acceptabilité sociale</u>	29
<u>6.7.</u>	<u>Questions fréquentes autour de l'éolien</u>	31
<u>7.</u>	<u>Projet éolien Saint-Paul-de-Montminy</u>	33
<u>7.1.</u>	<u>Description du projet</u>	33
<u>8.</u>	<u>Conclusion</u>	35

Liste des figures

Figure 1 - Consommation totale par forme d'énergie au Québec en 2021	6
Figure 2 - Répartition des GES en 2021	6
Figure 3 - Consommation par secteur d'activité en 2021	7
Figure 4 - Production d'électricité au Québec en 2022	8
Figure 5 - Évolution des émissions et cibles de réduction des émissions de GES pour le Québec, 1990 à 2050	10
Figure 6 - Trajectoire projetée d'électricité d'ici 2050	11
Figure 7 - Ajouts d'énergie et de puissance d'ici 2035	12
Figure 8 - Répartition de l'utilisation de l'électricité supplémentaire à l'horizon 2035	13
Figure 9 - Fonctionnement d'une éolienne	14
Figure 10 - Fonctionnement d'un parc éolien	15
Figure 11 - Émissions de GES des différentes filières de production d'électricité	16
Figure 12 - L'énergie éolienne dans le monde : production et contribution au mix énergétique	17
Figure 13 - Perspective des nouvelles installations (source : GWEC)	18
Figure 14 – Coûts des principaux moyens de gestion de la demande de pointe (en millions de dollars)	23

Sigles et abréviations utilisés

AQPER	Association québécoise de la production d'énergie renouvelable
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GNR	Gaz Naturel Renouvelable
INSPQ	Institut National de Santé Publique du Québec
MEIE	Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MRC	Municipalité Régionale de Comté
MRNF	Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
SPEDE	Système de plafonnement et d'échange des droits d'émissions
GWEC	Global Wind Energy Council

1. Présentation de l'association

Porte-parole de l'industrie au Québec depuis plus de 30 ans, l'Association québécoise de la production d'énergie renouvelable (AQPER) regroupe les intervenants du secteur des énergies renouvelables. Elle intègre dans son champ d'action les acteurs de l'hydrogène vert, des filières des bioénergies, à savoir la biomasse, le biogaz et les biocarburants, ainsi que les acteurs de l'électricité renouvelable : petite hydraulique, éolienne et solaire.

Véritable carrefour d'échanges sur les énergies vertes entre les intervenants du milieu, les pouvoirs publics et les citoyens, l'AQPER a pour mission de favoriser un environnement d'affaires optimal à la production d'énergies renouvelables. Pour ce faire, elle favorise l'avancement et la diffusion de la connaissance scientifique et technique, encourage la recherche et le développement, esquisse de nouveaux modèles d'affaires et contribue à développer une expertise proprement québécoise.

À l'écoute des intervenants du milieu, des universitaires, des pouvoirs publics et des citoyens, nous encourageons leurs échanges. Dépositaire de l'expertise québécoise en matière d'énergie renouvelable, nous mettons le savoir-faire de nos membres à contribution. Nous informons le grand public sur les filières énergétiques renouvelables et participons aux débats sur les enjeux énergétiques.

2. Introduction

L'énergie renouvelable, en particulier l'énergie éolienne, est devenue un pilier central des politiques énergétiques adoptées par de nombreux gouvernements à travers le monde, dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques et pour répondre aux besoins énergétiques des populations.

Grâce aux avancées technologiques et à son caractère propre, l'énergie éolienne a connu une croissance remarquable depuis les années 2000, portant la capacité mondiale à 899 GW en 2022. Le Québec, avec une capacité installée d'environ 4 GW, vise à augmenter cette capacité à plus de 10 GW (10 000 MW) d'ici 2035. Cet objectif est en ligne avec les besoins croissants en électricité, dictés par la nécessité de réduire les émissions de carbone dans nos industries et nos bâtiments, de favoriser l'électrification des transports, et de soutenir la croissance économique.

Ce rapport vise à examiner l'énergie éolienne à l'échelle mondiale ainsi qu'au Québec, à contextualiser la situation énergétique actuelle de la province en mettant l'accent sur les besoins futurs, et à expliquer en détail les différentes étapes de développement d'un parc éolien. Cette analyse approfondie de l'éolien permettra une meilleure compréhension du contexte entourant la mise en place de nouveaux projets éoliens, notamment le projet de parc de Saint-Paul-de-Montminy, qui sera finalement présenté.

3. Contexte énergétique et GES au Québec

3.1. Le contexte énergétique du Québec

En 2021, le Québec a consommé un total de 1742 PJ, dont la moitié en hydrocarbures. Plus largement, le mix énergétique est toujours constitué à 52 % de combustible fossile (*Figure 1*). Ce 52 % d'énergie fossile représente 67 % des émissions de GES totales de la province (*Figure 2*). Il est primordial de concentrer les efforts de la province à déplacer cette énergie fossile vers du renouvelable. Néanmoins, le Québec se distingue des autres régions du monde par le fait qu'une part importante, soit 48 %, de son approvisionnement énergétique total provient de sources renouvelables disponibles localement.¹

Figure 1 - Consommation totale par forme d'énergie au Québec en 2021

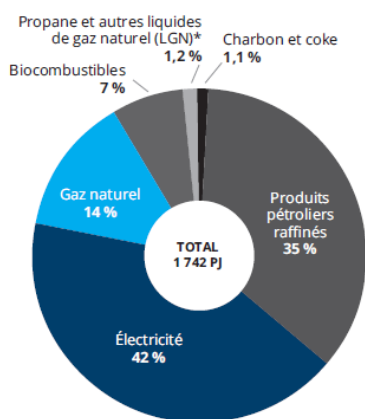
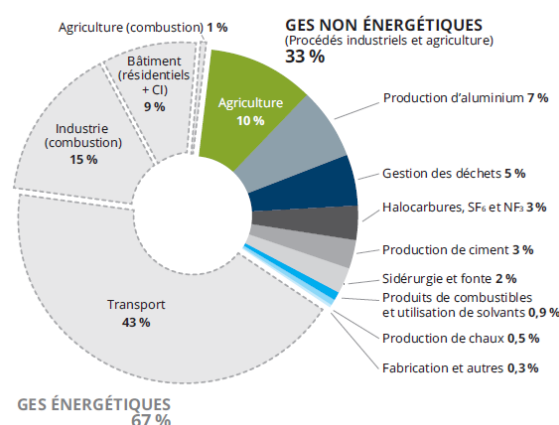


Figure 2 - Répartition des GES en 2021

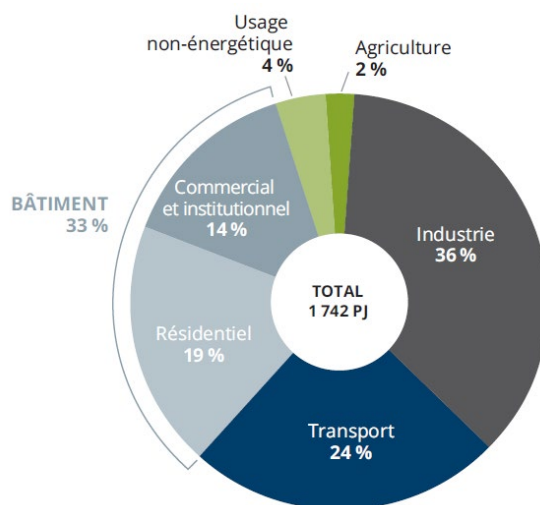


Source : HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024

¹ HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024. https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2024/02/EEQ2024_WEB.pdf

Trois grands secteurs se partagent la majorité de la consommation de ces 1 742 PJ : le secteur industriel (36 %), le bâtiment (33 %) et le transport (24 %). Les usages non liés à l'énergie, tels que la production de plastique et d'engrais, ne représentaient que 4 %, tandis que l'agriculture ne contribuait qu'à hauteur de 2 % (Figure 3).

Figure 3 3 - Consommation par secteur d'activité en 2021



Source : HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024

Le Québec se distingue aussi par sa consommation d'énergie par habitant, qui est parmi les plus élevées au monde et qui est 3,5 fois supérieure à la moyenne mondiale. Cette situation s'explique par le fait que le prix de l'électricité étant très avantageux, et que notre structure industrielle et manufacturière repose sur des secteurs ayant de grands besoins en électricité (alumineries, centres de données, etc.).

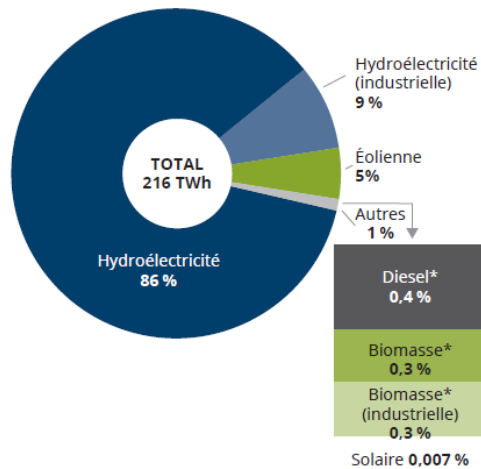
Par ailleurs, la consommation énergétique dans les bâtiments, résidentiels et commerciaux, est bien supérieure à celle de pays dont le niveau de vie et les conditions climatiques sont comparables. En 2019, la consommation moyenne d'électricité d'un ménage québécois s'élevait à 63,6 GJ, soit 17 667 kWh.² A titre de comparaison, les ménages de l'Alberta et de l'Ontario ont consommé en moyenne 6 750 kWh et 8 250 kWh respectivement.

² Statistique Canada, 2019. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/220502/dq220502b-fra.htm>

Au Québec, la production d'électricité est assurée à plus de 99 % par les énergies renouvelables, ce qui positionne le Québec comme l'un des champions mondiaux dans ce domaine. En 2022, la production totale d'électricité s'élevait à 216 TWh, dont un peu moins de 95 % provenait de l'hydroélectricité et 5 % d'énergie éolienne, la contribution des autres filières (solaire, biomasse) étant pratiquement négligeable (*Figure 4*).

Ainsi, la production d'électricité renouvelable joue un rôle crucial dans le portefeuille énergétique du Québec. C'est en continuant à accroître cette part de portefeuille via des projets d'énergie renouvelable, notamment l'éolien, l'hydro et le solaire, tout en faisant plus de place aux bioénergies que nous arriverons à verdir notre économie et poursuivre son développement, tout en continuant à répondre aux besoins énergétiques croissants.

Figure 4 - Production d'électricité au Québec en 2022



Source : Statistique Canada, 2023 (tableau 25-10-0015-01).

Note : *Inclut l'électricité produite à partir de turbines à combustion (gaz naturel), mais cette source est marginale.

Source : HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024

3.2. Émission de GES du Québec

Le contexte des émissions de gaz à effet de serre du Québec (GES) s'inscrit dans l'urgence d'agir soulignée dans le rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)³ publié le 9 août 2021. Dans cette optique, le Québec s'est fixé un objectif de **réduction des émissions des GES de 37,5 % d'ici 2030 afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050**. L'atteinte de nos objectifs climatiques conjuguée à la transition vers une économie décarbonée exigera une hausse significative de nos capacités de production d'énergie renouvelable.

Dans la course vers la transition énergétique, le Québec a une légère avance, largement attribuable à la prédominance de l'hydroélectricité dans son mix énergétique. Cependant, compte tenu des besoins croissants en énergie et de la réduction relativement faible des émissions de GES ces dernières années, cette avance se réduit rapidement et pourrait ne pas perdurer. Il est donc impératif pour le Québec d'intensifier ses efforts en matière de production d'énergie propre.

En 2021, les émissions totales de GES au Québec se chiffraient à 78 Mt éq. CO₂, soit 9 t par habitant, et représentaient 11,6 % des émissions canadiennes, lesquelles atteignaient 670 Mt éq. CO₂⁴.

Malgré des baisses d'émissions plus importantes observées pendant la pandémie de 2020, l'objectif de 2021, fixé à 68 Mt, n'a pas été atteint. Par rapport au niveau de 1990, la réduction des émissions GES n'est finalement que de 8,9 %. Le dépassement a atteint 14 %, soit 9,6 Mt. En ne tenant compte que des émissions de GES et sans inclure les mesures de crédits compensatoires, une projection basée sur la tendance historique montre que, au rythme actuel, la province aura de sérieuses difficultés à atteindre ses objectifs pour 2030 et 2050 (*Figure 5*). Atteindre ces objectifs demandera un recours à l'ensemble des solutions disponibles que ce soit l'efficacité énergétique, la tarification du carbone et l'augmentation de la production d'énergie renouvelable. Ces mesures seront cruciales pour soutenir la décarbonation des différents secteurs économiques du Québec, les industries, le transport, etc.

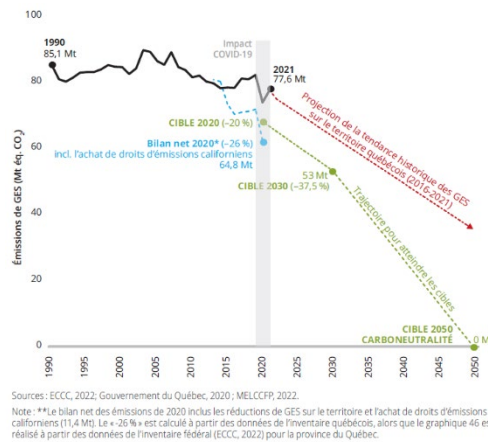
³ IPC, *Climate Change*, 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf

⁴ Gouvernement du Canada, *Inventaire national des GES du Canada (1990-2021)*. 14 avril 2023. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/nouvelles/2023/04/inventaire-national-des-gaz-a-effet-de-serre-du-canada-1990-2021-du-canada.html>

Lorsque l'on étudie la répartition des émissions de GES par secteurs (*Figure 2*), on constate que le secteur du transport est à lui seul responsable de 43 % des émissions totales. Le secteur industriel, avec ses procédés qui ne sont pas alimentés par des sources renouvelables, est responsable de plus d'un tiers des émissions. Le secteur du bâtiment est, quant à lui, à l'origine de 9 % du total, le chauffage en étant la principale source. Enfin, le secteur agricole, avec notamment l'élevage animal et les engrais est responsable de 10 % des émissions, principalement composées de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (NH₂).

Ce sont finalement les droits d'émission californiens, achetés par les émetteurs de GES québécois, qui ont permis d'atteindre les objectifs fixés par la province en 2020. Depuis 2014, les plafonds d'émission du Québec et de la Californie sont mis en commun à travers le système de plafonnement et d'échange des droits d'émissions (SPEDE) de GES. Ce programme, qui peut aider à atteindre les objectifs climatiques ne reflète cependant pas la réelle situation des émissions de GES de notre province. Il s'agit d'une réussite sur le plan comptable, alors que les émissions sont effacées du bilan grâce à ces droits, malgré le fait que les émissions aient bel et bien eu lieu. Le défi demeure tout aussi grand alors que les plafonds d'émissions sont appelés à diminuer.

Figure 5 - Évolution des émissions et cibles de réduction des émissions de GES pour le Québec, 1990 à 2050



Source : HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024⁵

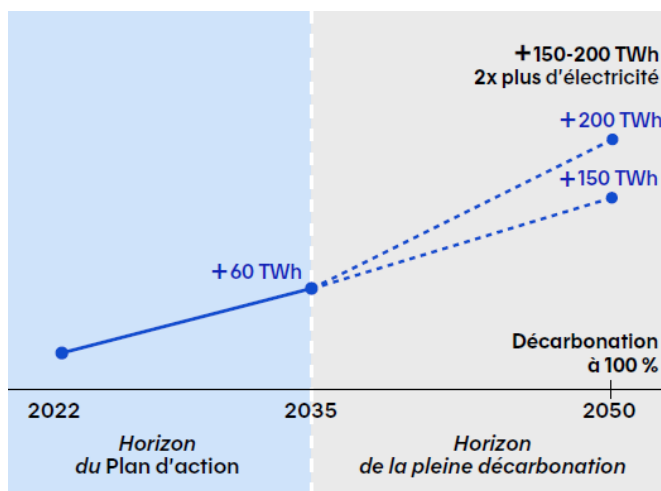
⁵ HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024. Page 54. https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2024/02/EEQ2024_WEB.pdf

3.3. Les besoins énergétiques à l'horizon 2035 et 2050

Pour atteindre nos objectifs de réduction des gaz à effet de serre et atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, les énergies renouvelables joueront un rôle crucial. Bien sûr, elles ne constituent pas la seule solution, mais doivent être considérées comme l'un des piliers de nos engagements environnementaux.

Dans son plan d'action 2035⁶, dévoilé en novembre 2023, Hydro-Québec identifie la nécessité **d'augmenter nos capacités énergétiques de 60 TWh d'ici 2035**, ce qui signifie ajouter entre 8 000 et 9 000 MW de puissance additionnelle (Figure 6). Pour atteindre la **neutralité carbone en 2050**, un ajout de **150 à 200 TWh** sera requis, laissant présager de nouveaux besoins en énergie renouvelable. Il s'agit d'un volume très important, représentant un doublement de la capacité installée actuelle d'Hydro-Québec. Ces prévisions viennent confirmer les résultats de la Feuille de route 2030 de l'AQPER. Publiée pour la première fois en février 2021, puis mise à jour en février 2022, la Feuille de route 2030 de l'AQPER identifiait, sur la base du rapport « *Trajectoires de réduction d'émissions de GES du Québec – Horizons 2030 et 2050* » de la firme Dunsky, une telle augmentation névralgique des besoins en électricité renouvelable au Québec.

Figure 6 - Trajectoire projetée d'électricité d'ici 2050



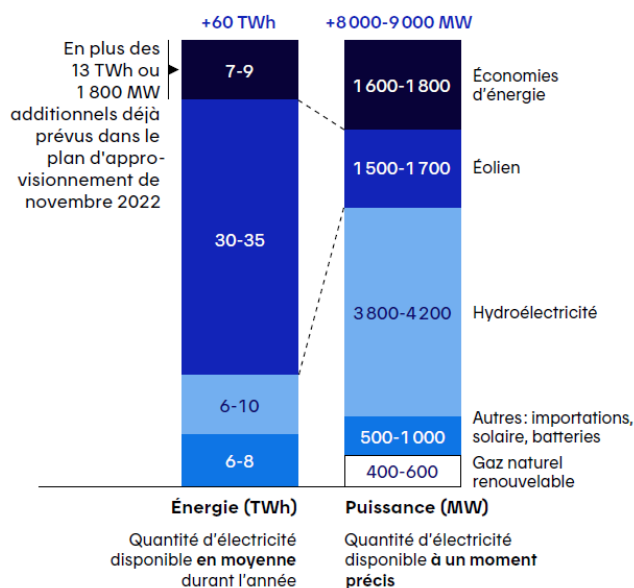
Source : plan d'action 2035 – Hydro-Québec

⁶ Hydro-Québec. *Plan d'action 2035*, 2023. <https://www.hydroquebec.com/data/a-propos/pdf/plan-action-2035.pdf>

Cette augmentation significative représente un défi pour le Québec et demande une contribution de l'ensemble des parties prenantes et de toutes les filières d'énergie renouvelable pour être menée à bien. Les experts en énergie de la firme Dunsky sont formels : efficacité énergétique et augmentation de la production d'énergie renouvelable ne sont pas mutuellement exclusives, mais doivent au contraire aller de pair. « *Pour répondre à l'électrification croissante des systèmes (dans les transports, les bâtiments et l'industrie), il sera nécessaire, tout d'abord, de consommer l'électricité plus efficacement (en privilégiant l'efficacité énergétique, le transport en commun, une économie circulaire, etc.), mais également d'augmenter la production d'électricité, à partir de sources propres comme l'éolien, le solaire et l'hydroélectricité.* »⁷

Pour atteindre ces objectifs, Hydro-Québec entend ainsi doubler les économies d'énergie et devra augmenter la production d'électricité en misant entre autres sur l'éolien, le solaire et le GNR. La société d'État annonce dans son plan d'action « *tripler la capacité de production éolienne afin de combler des besoins en puissance à hauteur de 1500 – 1700 MW* », en ajoutant plus de 10 000 MW de nouvelle capacité éolienne d'ici 2035, ce qui permettra de fournir de 30 à 35 TWh (Figure 7).

Figure 7 - Ajouts d'énergie et de puissance d'ici 2035

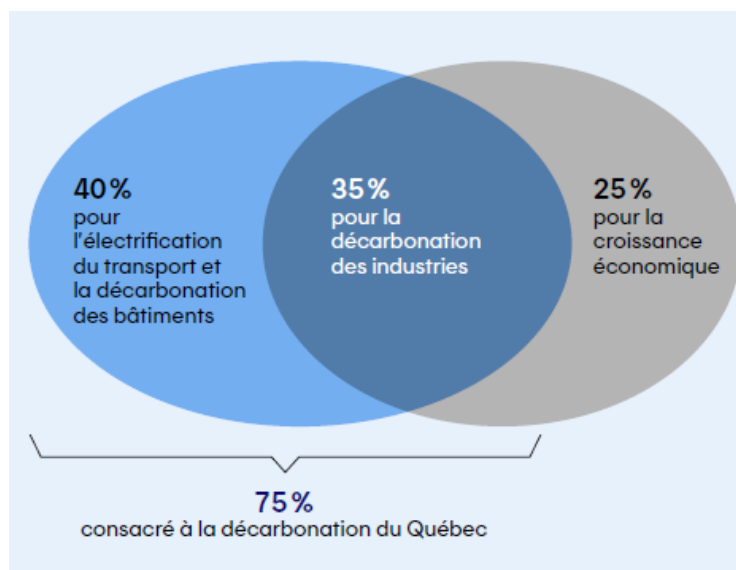


Source : plan d'action 2035 – Hydro-Québec

⁷ Dunsky, *Trajectoire de réduction d'émissions de GES du Québec – Horizons 2030 et 2050*, Juin 2021.

Selon ce plan d'action, **75 % de l'électricité supplémentaire que la province aura besoin en 2035 sera consacrée à la décarbonation de notre environnement** (Figure 8). L'énergie propre supplémentaire sera principalement allouée aux secteurs les plus émetteurs de GES, à savoir les transports et les bâtiments, qui totalisent plus de 50 % des émissions, ainsi qu'au secteur industriel, responsable d'un tiers des émissions. La société d'État prévoit ainsi que la majorité de cette électricité supplémentaire, soit 40 % pour être précis, sera utilisée pour le chauffage des bâtiments et l'électrification des transports, tandis que 35 % sera consacrée à la décarbonation des industries, en particulier des processus énergivores et polluants. Cette tendance à l'augmentation ne devrait pas s'atténuer en raison de l'électrification croissante des transports et de l'économie. En 2035, le gouvernement vise à ce que 100 % des ventes de véhicules soient électriques, ce qui constitue un défi majeur avec des répercussions significatives sur la demande en électricité. Actuellement, ces véhicules ne représentent que 12 % des ventes. La production d'énergie renouvelable est non seulement un outil indispensable sur le plan environnemental, elle agit également comme vecteur de développement économique de premier plan.

Figure 8 - Répartition de l'utilisation de l'électricité supplémentaire à l'horizon 2035



Source : plan d'action 2035 – Hydro-Québec

En somme, les besoins en énergie renouvelable sont colossaux et vont demander une mobilisation importante de l'ensemble des parties prenantes. L'industrie des énergies renouvelables est prête à relever ce défi et à fournir de l'électricité renouvelable à un coût avantageux.

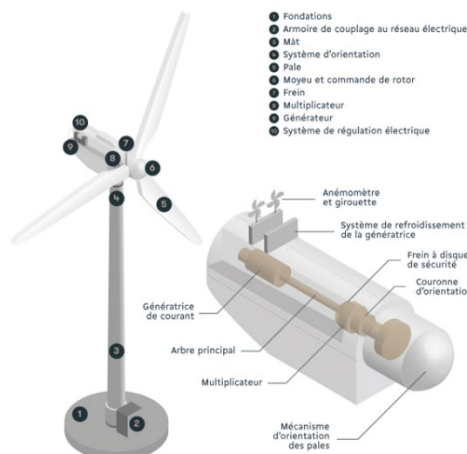
4. L'énergie éolienne

4.1. À propos de l'énergie éolienne

La production d'électricité provenant de source éolienne est une technologie basée sur l'utilisation de la force du vent transformée en flux électrique pour être incorporée au réseau électrique. Le vent est une forme d'énergie totalement propre, gratuite et illimitée. L'équipement utilisé afin de capter l'énergie provenant du vent est une éolienne. L'éolienne est constituée de 4 principales sections : les pales, la nacelle, le mât et la fondation (*Figure 9*).

- Les pales de l'éolienne captent l'énergie cinétique du vent à la manière d'une voile de bateau et la transforme en mouvement rotatif. Ce mouvement rotatif actionne un arbre de transmission de l'énergie qui tourne entre 20 et 30 fois par minute et est relié à la nacelle.
- La nacelle est le compartiment incluant notamment le moyeu, les commandes de rotor, l'alternateur, et l'arbre de transmission. Le mouvement de l'arbre de transmission de l'énergie est multiplié par un jeu d'engrenage faisant passer le nombre de rotations à près de 1800 tours/minute. Le mouvement est ensuite transformé en énergie électrique par l'alternateur. L'alternateur comprend un rotor et un stator qui induise un flux électrique.
- Le mât est composé d'une section en acier équivalent à une hauteur d'environ 100 mètres. Elle permet d'élever les pales à un niveau où le vent est plus fort et plus constant.
- La base est formée d'un ancrage de béton assurant la solidité et la stabilité de l'éolienne.

Figure 9 - Fonctionnement d'une éolienne

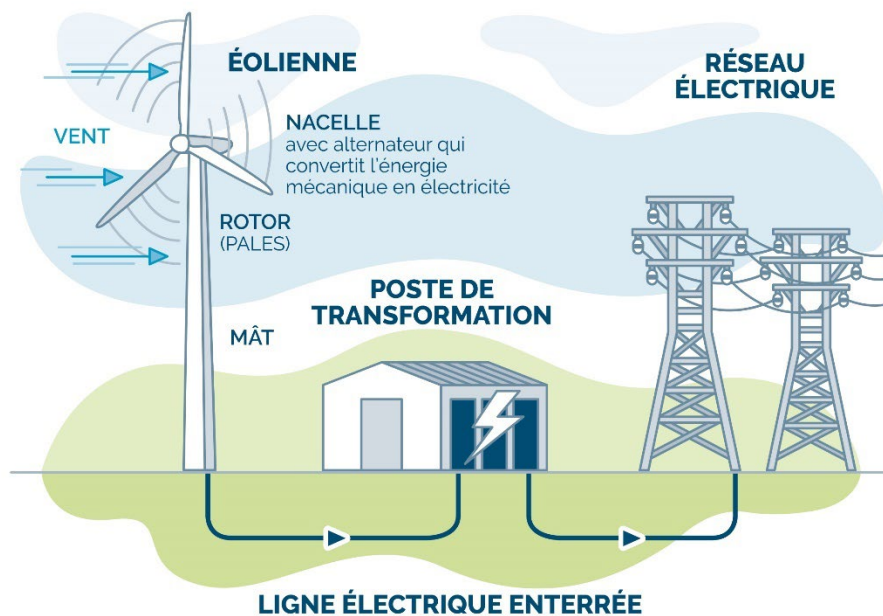


Source : Info éolien

Les éoliennes sont habituellement regroupées dans un parc construit dans un secteur propice à fournir un approvisionnement en vent suffisant (en force et en constance). Des études météorologiques et de mesure du vent sont effectuées afin de repérer les endroits les plus propices à l'installation des éoliennes. Ces endroits sont appelés gisements éoliens.

Chaque éolienne est reliée à un réseau de câblage électrique, majoritairement sous-terrain, qui regroupe la production de chacune d'entre elles. Ce réseau est ensuite couplé au réseau de transport d'électricité grâce à un poste de transformation (*Figure 10*).

Figure 10 - Fonctionnement d'un parc éolien



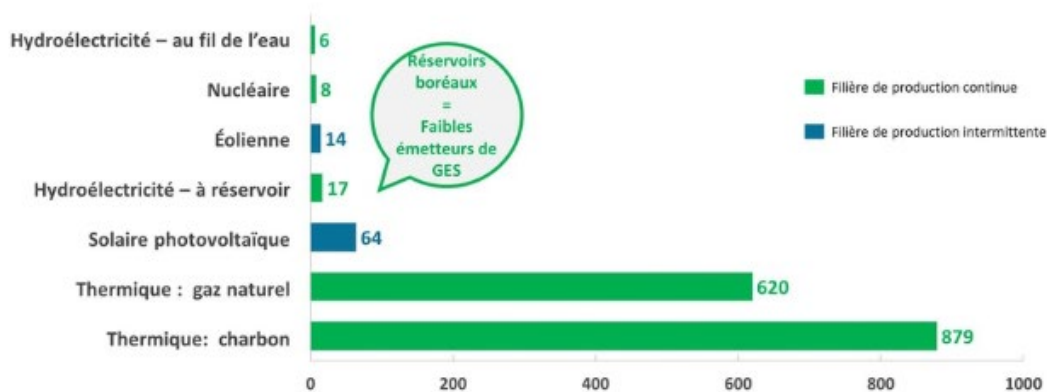
Source : Éoliennes de Provence

Donc, par exemple, sur une valeur nominale de 100 MW installée on prévoit que le parc produira annuellement 306,6 GWh d'énergie transmise au réseau électrique, ce qui représente l'alimentation électrique d'environ 17 300 foyers.

4.2. Une énergie propre

L'énergie éolienne est indéniablement une des énergies les plus propres. Pour le mesurer, Hydro-Québec a fait réaliser une analyse du cycle de vie des différentes filières de production d'électricité. Une telle analyse tient compte de tous les impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie – depuis l'extraction de ressources naturelles, en passant par la fabrication, la distribution, l'utilisation, jusqu'à la fin de vie⁸. Cette étude a conclu que les émissions de GES de l'éolien sont légèrement inférieures à celles de l'hydroélectricité, 5 fois moins élevées que celles de l'énergie solaire (photovoltaïque) et plus de 60 fois moins élevées que celles de l'énergie thermique issue du charbon (Figure 11).

Figure 11 - Émissions de GES des différentes filières de production d'électricité (en g éq Co₂/kWh)



Source : Hydro-Québec⁹

5. L'éolien dans le monde

En 2022, les capacités de production d'énergie éolienne ont augmenté de 75 GW, soit 9 % par rapport à l'année précédente, portant ainsi la puissance totale mondiale à 899 GW¹⁰. Cette même

⁸ Hydro-Québec, Analyse du cycle de vie. <https://www.hydroquebec.com/developpement-durable/documentation-specialisee/analyse-cycle-de-vie.html>

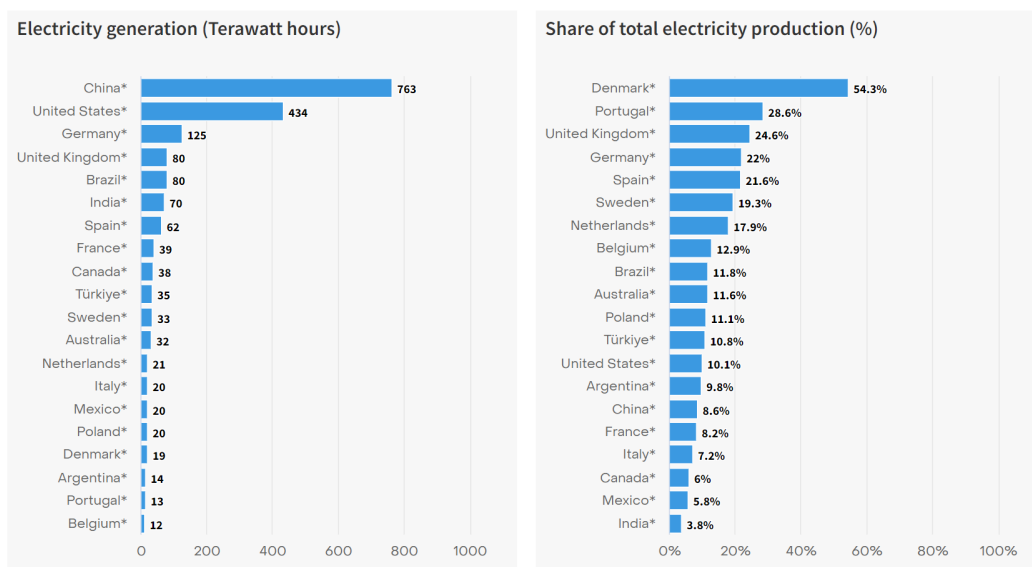
⁹ Hydro-Québec, *L'hydroélectricité québécoise est propre selon les dernières recherches scientifiques*, 21 juillet 2016. <https://nouvelles.hydroquebec.com/fr/communiqués-de-presse/1083/hydroelectricite-ges/>

¹⁰ IRENA, *Renewable capacity highlights*, 2023.

année, la force du vent a permis de générer 7,6 % de l'électricité produite dans le monde, soit 2 fois plus qu'en 2015 (3,5 %). Dans la famille des énergies renouvelables, elle occupe la deuxième place mondiale en termes de contribution, après l'hydroélectricité, avec une production de 2100 TWh en 2022. Par rapport à l'année précédente, l'ajout de nouvelles capacités a entraîné une augmentation record de 265 TWh, soit 14 %. Pour atteindre l'objectif de neutralité carbone d'ici 2050, fixé à 7400 TWh, une augmentation annuelle moyenne de 17 % sera cependant nécessaire¹¹.

Avec 763 TWh, représentant 9,3 % de son mix énergétique, la Chine est le premier producteur et contribue à près de 40 % de la production mondiale. Les États-Unis viennent ensuite (434 TWh, soit 10,1 % de leur mix), suivis de l'Allemagne (125 TWh, 22 %). Le Canada, avec 38 TWh soit 6 % du mix, arrive en neuvième position (*Figure 12*)¹².

Figure 12 - L'énergie éolienne dans le monde : production et contribution au mix énergétique



Source : Ember-Climate

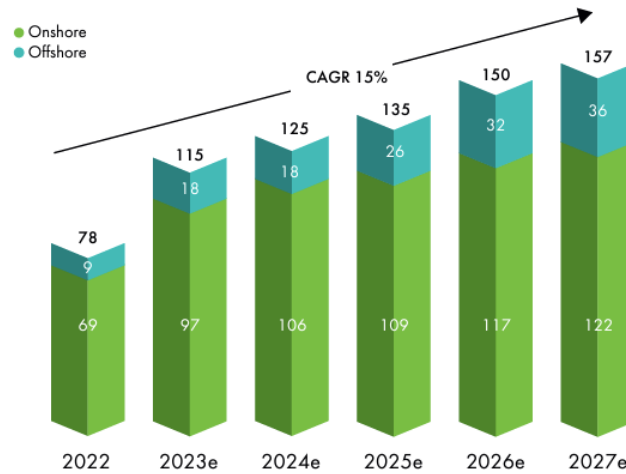
Dans les prochaines années, selon le GWEC, le marché de l'éolien va croître de 15 % par an. D'ici 2027, 680 GW d'éoliennes terrestres et en mer devraient être installées¹³, soit une augmentation de la capacité de production de 75 % en 5 ans (*Figure 13*).

¹¹ AIE. <https://www.iea.org/energy-system/renewables/wind>

¹² Ember, 2022. <https://ember-climate.org/topics/wind/>

¹³ GWEC, *Global Wind Report 2023*, 2023. https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/GWR-2023_interactive_v2_compressed.pdf

Figure 13 - Perspective des nouvelles installations (source : GWEC)



Source : GWEC

Au cours des dernières décennies, l'industrie éolienne a connu un important bond technologique et peut désormais bénéficier d'une expertise approfondie. Grâce aux évolutions sur la forme et la taille des pales ainsi qu'aux progrès réalisés sur les génératrices, la puissance moyenne d'une éolienne a fortement augmenté passant de 2 MW à maintenant 7 MW. Ces avancées permettent d'installer moins d'éoliennes pour produire davantage.

6. L'énergie éolienne au Québec

6.1. Historique de la filière éolienne

Le développement commercial de parcs éoliens commence en 1998, avec le projet Le Nordais, un parc éolien de 132 éoliennes, d'une capacité installée totale de 99 MW, implanté en Gaspésie et dans la municipalité régionale de comté (MRC) de la Matanie.

C'est cependant à partir de 2003 que la filière éolienne a véritablement pris son envol au Québec, Hydro-Québec et le gouvernement ayant décidé de se doter d'un processus d'attribution de projets par appels d'offres, celui-ci étant soumis à l'approbation de la Régie de l'énergie à plusieurs étapes.

En 2003, le premier appel d'offres pour l'achat d'un bloc de 1 000 MW d'énergie éolienne (A/O 2003-02) est lancé. Après analyse, 8 offres totalisant 990 MW ont été retenues, sur un total de 32 soumissions, cumulant plus de 4 292 MW de puissance. Aujourd'hui, 7 des 8 parcs sont en exploitation, en Gaspésie et dans la MRC de La Matanie.

Le développement s'est poursuivi en 2005 avec un deuxième appel d'offres de 2 000 MW (A/O 2005-03). Après analyse, Hydro-Québec a retenu 15 offres totalisant 2 004 MW, sur un total de 67 soumissions, cumulant 7 799 MW de puissance. En 2024, ces parcs sont en exploitation.

En avril 2009, un troisième appel d'offres de 500 MW était lancé, celui-là étant spécifiquement destiné au milieu communautaire et aux nations autochtones (A/O 2009-02). 12 projets, représentant 291,4 MW ont été retenus, sur un total de 1 050 MW avec 44 projets soumis. En 2025, ces parcs sont en exploitation.

La croissance du secteur s'est maintenue avec un quatrième appel d'offres de 450 MW en décembre 2013 (A/O 2013-01) ainsi qu'un projet de gré à gré. Dans le cadre de l'appel d'offres, 3 projets ont été retenus, pour un total de 446,4 MW. En 2025, ces 3 parcs sont en exploitation. Le projet de gré à gré porte sur un parc d'une capacité de 149,25 MW, conclu en 2014 avec l'organisation autochtone Mi'gmawei Mawiomj, et est en activité depuis fin 2016.

En 2015, Hydro-Québec a lancé un appel de propositions (A/P 2015-01) visant l'achat d'électricité éolienne produite aux îles-de-la-Madeleine. Le projet retenu, d'une capacité de 6,4 MW est actuellement en service.

Fin 2015, dans le cadre de sa stratégie énergétique 2006-2015, le gouvernement du Québec a mis en place un partenariat avec la Nation innue afin de développer un parc de 200 MW, dont la mise en service était attendue pour décembre 2024.

En 2021, 2 appels d'offres, respectivement de 480 MW (A/O 2021-01) et 300 MW (AO 2021-02) vont permettre d'ajouter 7 nouveaux parcs. Ces parcs devraient être opérationnels d'ici fin 2026, avec une capacité totale de 1303,36 MW.

En 2022, dans la foulée de l'annonce du plan stratégique 2022-2026 d'Hydro-Québec, Boralex, Énergir et Hydro-Québec annoncent la conclusion d'un partenariat pour l'élaboration de trois projets éoliens de 400 MW chacun sur le territoire de la Seigneurie de Beaupré.

Enfin, suite au dernier appel d'offres de 1 500 MW lancé en 2023 (A/O 2023-01), Hydro-Québec, a annoncé, en janvier 2024, avoir retenu 8 soumissions totalisant 1 550 MW¹⁴. 16 soumissions avaient été présentées pour un total de 3 034 MW. Les livraisons d'électricité sont attendues entre le 1^{er} décembre 2027 et le 1^{er} décembre 2029.

Par l'attribution de ces contrats, Hydro-Québec s'assure une source d'énergie à long terme à des coûts compétitifs. De plus, elle favorise l'établissement au Québec d'une industrie de fabrication d'équipements et de services éoliens capables de desservir une demande en émergence dans le nord-est du continent tout en procurant au Québec des retombées économiques importantes.

6.2. La filière éolienne en 2025 et le futur

Le développement de la filière éolienne fait partie des piliers de la transition énergétique du Québec. Comme filière mature et la source d'énergie la moins dispendieuse et une des plus vertes, l'éolien représente un atout important pour le Québec.

Depuis 2003, grâce à la réalisation de 7 appels d'offres, la puissance installée a atteint **3 946 MW** et la production d'énergie s'est élevée à près de **12 TWh en 2021**. A cette date, le Québec comptait un total de 49 parcs éoliens, représentant **9 % de la puissance totale installée** des infrastructures de production d'électricité¹⁵. La production actuelle correspond aux besoins en électricité d'environ 685 000 ménages.

Avec les nouveaux projets à venir, qui ont déjà été retenus par les appels d'offres de 2021 et 2023, il est attendu que la capacité totale éolienne installée au Québec soit de 5 500 MW en fin 2026 et de 7 000 MW en 2029.

Pour répondre aux besoins futurs en électricité, Hydro-Québec prévoit d'ici 2035 d'intégrer plus de 10 000 MW de nouvelles capacités éoliennes¹⁶.

¹⁴ Hydro-Québec, *Hydro-Québec retient huit soumissions totalisant 1 550 MW d'énergie éolienne*, 26 janvier 2024. <https://nouvelles.hydroquebec.com/fr/communiqués-de-presse/2036/hydro-quebec-retient-huit-soumissions-totalisant-1-550-mw-denergie-eolienne/>

¹⁵ HEC Montréal, *État de l'Énergie au Québec*, 2024. https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2024/02/EEQ2024_WEB.pdf

¹⁶ Hydro-Québec, *Plan d'action 2035*.

6.3. Retombées économiques

En 2018, une étude a estimé les retombées économiques de la filière éolienne au Québec et notamment dans les communautés¹⁷. Selon cette étude, le développement de ces parcs a entraîné à cette date des investissements estimés à près de **10 milliards de dollars dans l'économie du Québec**. Les différentes communautés d'accueil en tirent des revenus (participation en équité dans les projets, redevances, location, taxes et commandites) de près de 120 millions de dollars annuellement, dont 56 % sous forme de dividendes. Quant aux gouvernements du Québec et du Canada, les revenus annuels de 2020 attendus avaient été estimés à 32 millions de dollars, avec 24,2 M\$ engrangés par le Québec dont 8,9 M\$ en impôt sur le revenu des particuliers et 15,4 M\$ en cotisations (FSS, TSP et autres revenus fiscaux de sociétés).

Au plus fort du développement de la filière éolienne (2013-2014), l'industrie a soutenue environ 5 200 emplois directs et indirects au Québec, dont 1 200 en Gaspésie et dans la MRC de La Matanie et compte plus de 150 entreprises manufacturières qui fournissent des services ou des composantes d'éoliennes (entreprises de transport d'éoliennes, de maintenance, de télécommunications, firmes d'ingénierie et d'études environnementales). Bien que le ralentissement passé de la filière ait abimé le tissu industriel, l'expertise québécoise demeure et l'industrie se reconstruit rapidement. Un souci particulier doit être apporté au soutien de la chaîne de valeur québécoise, dont le secteur manufacturier éolien, pour maximiser les retombées économiques locales. S'ajoutent à cet écosystème, le Centre collégial de transfert technologique Nergica, des laboratoires de recherche en énergie éolienne, des formations en entretien d'éoliennes.

Les retombées économiques futures sont encore plus significatives, comprenant notamment la création de nombreux emplois et de sources de revenus complémentaires pour les régions concernées. Hydro-Québec estime que l'objectif de 2035, qui prévoit de tripler la capacité de production éolienne, nécessitera des investissements de 30 milliards de dollars.

¹⁷ Aviseo. *Étude des impacts économiques et financiers de l'exploitation des parcs éoliens au Québec*, 2021
<https://aviseo.ca/app/uploads/2021/08/Canwea-Portrait-des-impacts-financiers-de-lindustrie-eolienne-quebecoise-dans-les-communautes.pdf>

Avec des résultats de 6,1 ¢/kWh à 7,8 ¢/kWh¹⁸, l'éolien est la source d'électricité propre la plus économique et qui peut être mise en production le plus rapidement, tout en respectant les paramètres réglementaires et les exigences du processus d'évaluations environnementales et d'autorisation du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec. L'éolien a également la flexibilité requise pour être construit à des endroits stratégiques selon la capacité de raccordement au réseau de transport électrique d'Hydro-Québec et près des centres de consommation, ce qui constitue un avantage indéniable en manière d'efficacité énergétique.

6.4. Complémentarité de l'éolien et pointe hivernale

L'avantage intrinsèque du développement de la production d'énergie éolienne au Québec vient de la complémentarité avec la production hydroélectrique québécoise. Le jumelage de ces deux sources permet de valoriser nos ressources hydroélectriques, en tirant parti de la capacité de stockage des réservoirs d'Hydro-Québec. En effet, lorsqu'il vente et que les éoliennes produisent de l'électricité, il est possible de réduire la demande d'apport en eau provenant des réservoirs. Ces quantités d'eau retenues peuvent ainsi être utilisées afin de maintenir une plus grande capacité en puissance disponible lorsque le Québec en a besoin, notamment lors des périodes de pointe de demande. Plus les réservoirs disposent d'un niveau d'eau élevé, plus ils sont capables de fournir une puissance élevée en raison de l'effet de chute plus important lors des périodes de pointe de la demande. C'est un avantage particulièrement significatif lorsque Hydro-Québec doit faire face à une année de faible hydraulité, comme ce fut le cas en 2023 ; le manque de neige en hiver, le temps sec du printemps et de l'été ont fait que les réservoirs des complexes La Grande et Manic ont eu un déficit en apport d'eau équivalent à 36,1 TWh¹⁹.

Par ailleurs, la production de l'éolien est plus importante pendant les mois d'hiver²⁰, ce qui en fait **un allié précieux dans la gestion des pointes de demandes hivernales**. Pendant ces périodes les plus froides de l'année, la demande en électricité atteint des records, exerçant une pression

¹⁸ Coût moyen de fourniture prévu dans l'appels d'offres de 2023 (A/O 2023-01). Ce coût n'inclut pas ceux du transport et de l'équilibrage.

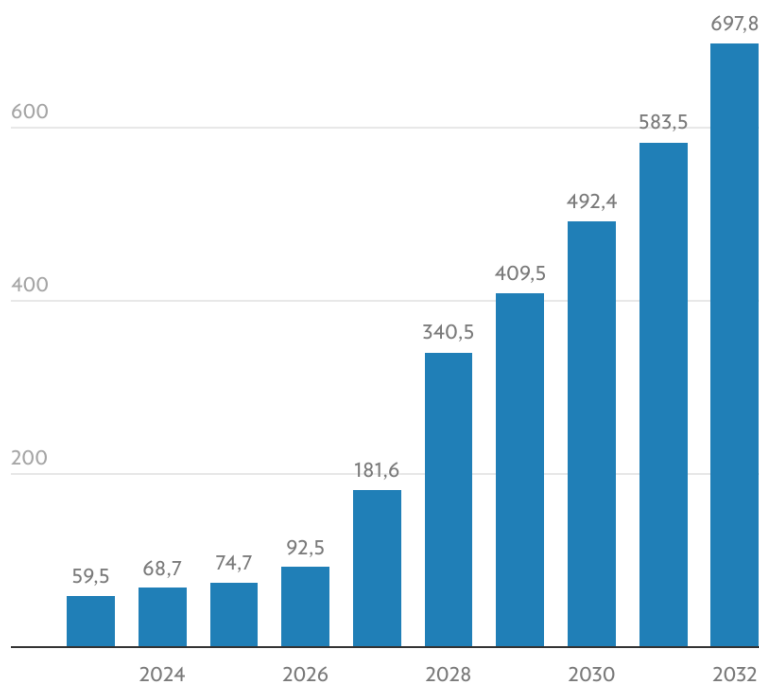
¹⁹ Radio Canada, *Le Québec perd 1 G\$ à cause d'« un énorme déficit énergétique »*, 26 janvier 2024. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2043931/hydro-quebec-dividendes-energie-reservoirs>

²⁰ Les données du parc éolien de Rivière-au-Renard, en Gaspésie, opéré par Nergica, centre de recherche appliquée en intégration des filières éolienne et solaire démontre que : « Pour les mois d'été (Juin, Juillet, Août), notre facteur d'utilisation moyen est de 27.7 %, avec une vitesse de vent moyenne à 6.7 m/s (24.1 km/h). Pour les mois d'hiver (décembre, janvier, février), notre facteur d'utilisation passe à 45.1 %, avec une vitesse de vent moyenne à 9.0 m/s (32.3 km/h). »

supplémentaire sur le réseau électrique. Ces dernières années, les pointes de demande d'électricité ont augmenté, en grande partie en raison de la hausse du nombre de résidences chauffées à l'électricité, cette dernière représentant la moitié de la consommation d'électricité des Québécois.

Pour gérer la pointe hivernale, Hydro-Québec importe actuellement de l'électricité, à un coût élevé, et dispose d'outils tels que la tarification dynamique. En 2023, Hydro-Québec a investi 59,5 millions de dollars en importation d'énergie, le coût moyen d'achat variant entre 9,5 et 61 cents par kWh²¹ pour combler ce manque à gagner. Ces coûts d'approvisionnement en puissance, nécessaires pour répondre à la demande de pointe, devraient connaître une hausse significative à partir de 2026. En effet, c'est à cette date que la société d'État prévoit l'épuisement des surplus d'électricité. En 2032, ces coûts sont estimés à 700 millions de dollars (*Figure 14*). Notons également que l'énergie utilisée dans ces moments de pointes et à forts coûts, ne sont pas forcément renouvelable, mais peuvent provenir de centrales utilisant un combustible fossile.

Figure 14 – Coûts des principaux moyens de gestion de la demande de pointe (en millions de dollars)



Source : La Presse

²¹ La Presse, *Les coûts explosent*, 29 mai 2023. <https://www.lapresse.ca/affaires/2023-05-29/gestion-de-la-demande-de-pointe/les-couts-explosent.php>

Ainsi, grâce à sa production tout au long de l'année et nettement supérieure durant les mois les plus froids, la filière éolienne joue un rôle essentiel dans la gestion de l'approvisionnement en électricité en réduisant la nécessité de recourir à des importations d'électricité provenant de sources fossiles notamment du gaz naturel et même du charbon et à d'autres mesures telles que les compensations versées aux entreprises pour réduire leur consommation pendant les périodes de pointe.

6.5. Étapes de développement d'un parc éolien

Avant d'entreprendre l'installation d'un parc éolien, plusieurs étapes doivent être franchies dans le processus du projet. Ces étapes visent à garantir la faisabilité technique du projet, tout en respectant les critères de protection de l'environnement, d'acceptabilité sociale, d'engagement des communautés locales, et assure des retombées économiques régionales.

Le développement d'un parc éolien comprend 8 étapes :

- Sélection d'un site,
- Informations et consultations auprès des communautés d'accueil,
- Étude de faisabilité du projet,
- Obtention des autorisations environnementales,
- Pré-construction,
- Construction,
- Exploitation,
- Démantèlement.

a) Étape 1 : Sélection d'un site

L'étape préliminaire à tout projet est l'identification d'une zone d'implantation qui varie en fonction du potentiel éolien, de la capacité de raccordement au réseau d'Hydro-Québec et des contraintes réglementaires et techniques.

Ainsi, il n'est pas possible de construire un parc éolien n'importe où. Il faut tout d'abord s'assurer qu'il y a suffisamment de vent au site convoité, en effectuant, tel que mentionné ci-haut, des études météorologiques et de mesure de vent par le biais d'anémomètres, pour calculer la force et la

vitesse du vent, de girouettes, pour en analyser la direction, et de thermomètre, pour confirmer la température ambiante.

Parallèlement, les promoteurs doivent confirmer avec Hydro-Québec la capacité disponible sur son réseau de transport électrique. En effet, tel qu'annoncé dans le plan d'action 2035 d'Hydro-Québec, le réseau électrique est saturé, limitant les possibilités de raccordement. Des investissements de 45 à 50 milliards \$ à l'horizon 2035 sont d'ailleurs prévus pour la construction de nouvelles lignes d'électricité afin d'être en mesure de répondre aux besoins grandissants du Québec.

Finalement, le site visé doit également répondre à certains critères techniques, telle que la constructibilité et l'accès au territoire, ainsi qu'à des paramètres réglementaires, comme les distances minimales à respecter avec des résidences et des infrastructures publiques.

b) Étape 2 : Informations et consultations auprès des communauté d'accueil

Une fois que le potentiel d'un site visé est confirmé et qu'une zone de projet est identifiée, les promoteurs communiquent avec les communautés d'accueil, composées généralement des municipalités régionales de comté (MRC), des municipalités et des communautés autochtones occupant le territoire, afin de valider l'intérêt de celles-ci envers le développement éolien chez elles. L'acceptabilité sociale étant une condition essentielle au développement de tout bon projet, les promoteurs ont développés l'habitude d'informer les communautés d'accueil dès les premiers balbutiements de leurs projets. Ce dialogue avec les représentants municipaux et autochtones se poursuit tout au long du développement des projets.

Des activités d'information et de consultations publiques, ainsi que de nombreuses rencontre avec plusieurs groupes d'intérêt du milieu, tels les groupes environnementaux, économiques, touristiques et autres, sont organisées dans un deuxième temps afin de prendre en considération les intérêts et préoccupations du public dans la conception du projet, dans la mesure du possible, et de répondre aux questions. Ces démarches d'information et de consultation se poursuivent tout au long du développement et de la construction, et la communication est maintenue durant l'exploitation du parc éolien.

c) Étape 3 : étude de faisabilité du projet

Le projet entre ensuite dans une phase d'étude plus approfondie, visant à évaluer sa faisabilité avec précision. Le promoteur analyse alors plus spécifiquement les contraintes environnementales, et les bénéfices sur le plan socioéconomique, et entame l'ingénierie préliminaire du site en proposant des configurations qui seront amenées à évoluer et à se préciser au fil de la réalisation des inventaires environnementaux et fauniques, et des études techniques sur le terrain. Le promoteur doit également démontrer que le projet est conforme à la réglementation locale et régionale, ainsi qu'au schéma d'aménagement et de développement du territoire.

Dans le cas d'un appel d'offres, le promoteur est tenu de concevoir son projet en respectant scrupuleusement les règles énoncées dans les documents applicables. La première exigence consiste à identifier le site et à entreprendre les démarches nécessaires pour obtenir le droit d'usage ou de procéder à leur acquisition. Dans le cas d'un terrain privé, un contrat d'option devra avoir été signé. Sur un territoire public, après consultation des parties prenantes, telles que les MRC et les communautés locales, le ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF) fournira une lettre d'intention.

d) Étape 4 : Obtention des autorisations environnementales

Pour des parcs de capacité supérieure à 10 MW, le promoteur est tenu d'entamer le processus d'évaluation environnemental du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Il est notamment tenu de soumettre une étude d'impact sur l'Environnement, réalisée par des experts indépendants, afin d'évaluer et anticiper les effets du projet sur l'environnement et sur l'économie de la région.

Les études d'impact environnemental portent sur les inventaires fauniques et floristiques, les études du climat sonore, les analyses de paysages et concernent notamment les oiseaux et rapaces, les chiroptères, les espaces aquatiques, les grands gibiers, les milieux humides et la couverture végétale. Les protocoles, établis par le gouvernement, sont suivis méticuleusement par les développeurs. Par exemple, pour les oiseaux de proies, les méthodes mises en place permettent de faire un suivi des inventaires pendant les périodes de migration et de reproduction.

S'ensuit ensuite le processus de consultation du MELCCFP, période lors de laquelle les citoyens peuvent faire une demande de consultation publique au Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement (BAPE). Le MELCCFP attendra alors les recommandations du BAPE avant d'émettre sa recommandation au gouvernement pour l'émission du décret. A partir de ces analyses, le gouvernement rendra par décret une décision sur le projet.

À noter que les réalités du développement éolien sont toutes autres que celles d'autres industries qui doivent également se conformer au processus d'évaluation environnemental du MELCCFP. Contrairement à un projet d'usine ou de minière où l'empreinte au sol est souvent prédéfinie et limitée, la configuration d'un projet éolien continuera d'évoluer et de se s'affiner pendant le processus d'évaluation environnemental, et ce, pour plusieurs raisons :

- 1) Le territoire visé par la zone de projet peut couvrir de larges superficies, et ce, même si l'impact au sol d'un projet éolien représente au final moins de 5 % de cette zone;
- 2) La configuration du projet dépend de plusieurs aspects, dont les modèles d'éoliennes qui évoluent constamment. En effet, les manufacturiers d'éoliennes doivent adapter les modèles de turbine afin que ces dernières soient compatibles avec les différentes réalités du site;
- 3) La configuration dépend également des inventaires techniques et environnementaux qui seront identifiées au cours des multiples inventaires. Par exemple, la découverte d'un milieu humide, la capacité portante du sol ou l'accès limité, voire impossible, à une position d'éolienne potentielle, sont des exemples d'éléments qui pourraient nécessiter des modifications à la configuration préliminaire d'un projet.

C'est pour ces raisons que les producteurs déposent, au début du processus d'évaluation environnemental, un scénario de configuration maximal, afin de pouvoir anticiper les impacts maximaux du projet, et ainsi avoir la flexibilité requise pour réduire ou déplacer le nombre de positions d'éoliennes au fur et à mesure que la configuration se précise. C'est de cette façon que les 3 946 MW d'éolien déjà en service au Québec ont été développés.

Finalement, avant que le projet ne se concrétise, le promoteur doit soumettre les plans et devis de son projet afin d'obtenir un certificat d'autorisation du MELCCFP, en vertu de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement. Cette loi, en vigueur depuis le 23 mars 2018, a pour objectif

de s'assurer que les projets soient conformes aux plus hauts standards en matière de protection de l'environnement. Parmi les conditions à respecter, on peut citer²² :

- Réalisation d'un programme de suivi de la faune avienne et des chauves-souris;
- Réalisation d'un programme de suivi des sols agricoles remis en culture;
- Réalisation d'un plan de gestion des matières résiduelles;
- Réalisation d'un programme de protection de la faune aquatique;
- Démantèlement du parc éolien.

e) Étape 5 : Pré-construction

À cette étape du projet, le promoteur entreprend les démarches pour obtenir les permis et certificats nécessaires à la réalisation du projet tels que les droits fonciers et établi un plan de financement.

f) Étape 6 : Construction

La construction du parc est réalisée en prenant en compte les mesures environnementales et de sécurité issues de l'étude d'impact ainsi que des recommandations du BAPE. Des experts des autorités compétentes s'assurent de la conformité du projet.

Dans un souci de transparence, le promoteur met en place des comités de suivis qui permettent de communiquer régulièrement sur l'avancement des travaux auprès de la communauté d'accueil.

g) Étape 7 : Exploitation

Pendant la durée de l'exploitation du parc, qui s'étend généralement sur une période de 20 à 30 ans, le promoteur est requis par décret gouvernemental de mettre en place une garantie financière pour le démantèlement et de mener à bien les programmes de suivi environnemental. En cas d'événement imprévu ou de dépassement de certaines exigences, des solutions sont envisagées en collaboration avec le MELCCFP et des groupes spécialisés lorsque nécessaire.

²² MEIE, *Énergie éolienne, cadre d'implantation*. <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/le-secteur/eolien/energie-eolienne/cadre-dimplantation>

a) Étape 8 : Démantèlement

À la fin du contrat entre la société d'État et le promoteur, l'opérateur évaluera si le parc peut poursuivre ses activités de production d'électricité. Dans ce cas-là, le projet ferait l'objet d'un renouvellement de contrat d'approvisionnement.

Lorsque le parc arrive en fin de vie, le promoteur est responsable de son démantèlement. Cette étape est prévue et provisionnée par le promoteur dès l'élaboration du projet. C'est le promoteur qui est responsable du démantèlement et de remettre le site en état selon les paramètres et exigences réglementaires qui seront en vigueur à ce moment.

Dans le cadre d'un appel d'offres, comme c'est le cas pour le projet de Saint-Paul-de-Montminy, le fournisseur d'électricité est tenu de fournir à Hydro-Québec, au plus tard 5 années avant l'échéance du contrat, un rapport détaillant le plan et les coûts nets du démantèlement du parc éolien²³. Une garantie financière de démantèlement, équivalente à l'estimation du coût net associé, doit également être fournie sous forme, par exemple, d'une lettre de crédit.

Cette phase du projet, qui doit débiter dans les 2 années suivant la cessation d'exploitation du parc, englobe le démantèlement des installations, la restauration des chemins d'accès et la remise du site à son état initial par des travaux de revégétalisation et d'aménagement adaptés aux spécificités du milieu.

6.6. Acceptabilité sociale

L'acceptabilité sociale des projets est une priorité majeure pour les promoteurs. Comme mentionné ci-dessus, ce critère est pris en compte dès le début du projet, puisque la communication et la transparence sont des éléments indispensables pour maintenir de bonnes relations avec la communauté d'accueil. Plusieurs types d'activités de consultation et d'information peuvent être mise sur pied afin de s'assurer que le projet reflète les intérêts du milieu et d'intégrer, au besoin, certaines mesures consensuelles d'adaptation. Des comités de suivi sont souvent également établis. Composés de représentants de la région d'accueil, ces groupes de

²³ Hydro-Québec, Document d'appel d'offres A/O 2021-01. <https://www.hydroquebec.com/data/achats-electricite-quebec/pdf/addenda-1-dao-2021-01-480mw-20220121.pdf>

travail sont maintenus tout au long des différentes phases du projet afin de garantir que celui-ci s'adapte adéquatement au milieu.

Par ailleurs, lors de la phase d'étude du projet, Hydro-Québec exige une preuve d'acceptabilité sociale, qui prend la forme d'un vote certifié des conseils municipaux et des MRC concernés.

Dépendamment du contexte du projet, les promoteurs favorisent des modèles de partenariats durables avec les communautés autochtones, à part égales dans le projet. Ces ententes garantissent notamment des revenus pendant la durée du projet, qui sont notamment investis dans des programmes sociaux, de jeunesse, de formation ou encore linguistiques. Le développement économique de ces communautés est aussi assuré par la création de nombreux emplois fiables et durables, pendant les phases de construction et d'exploitation. Ainsi, les communautés locales et autochtones bénéficient des retombées économiques des projets d'éoliens. Dans le cadre du projet Saint-Paul-de-Montminy, une entente de 30 ans a été signée entre Kruger et l'Alliance de l'énergie de l'Est, qui aura pour effet de maximiser les retombées pour les communautés locales et autochtones.

En comparaison avec les autres filières d'énergies, l'éolien bénéficie d'une assez bonne popularité. Selon un récent sondage mené auprès des Québécois en 2023 sur l'avenir de l'électricité²⁴, 43 % des répondants choisissent l'éolien et le solaire, tandis que la construction de nouveaux barrages et la production nucléaire n'ont recueilli que 20 % et 8 % respectivement. Un autre sondage, réalisé par CIRANO en 2022 sur la répartition de l'acceptabilité sociale de projets et des enjeux au Québec²⁵, classe les parcs éoliens au troisième rang des sujets les plus acceptables. 72 % des personnes interrogées se sont montrées favorables, voire très favorables à leur égard.

Bien que chaque projet soit unique par sa configuration et le contexte socio-économique ou environnemental de son emplacement, il est observé qu'une fois en opération, il y a généralement une augmentation de l'acceptation de la filière éolienne par la population locale. Cette tendance a été étudiée notamment par la firme Multi-Réseau en 2007. À l'aide d'un sondage multivarié mené auprès de deux populations, les chercheurs ont constaté que l'opinion favorable de la

²⁴ Le Soleil, Sondage SOM, 11 septembre 2023. <https://www.lesoleil.com/actualites/politique/2023/09/11/sondage-em-som-le-soleil-em-la-sante-preoccupe-le-nucleaire-inquiete-POXLXDU3LFFAHMJ2R66QAV7EUU/>

²⁵ CIRANO, *Répartition de l'acceptabilité sociale des projets / enjeux au Québec en 2022*. <https://www.mondo.international/barometre/donnees/perception/pages/acceptabilite.html>

population vivant à proximité du parc éolien est passée de 83 % avant sa mise en service à 86 % après²⁶. On retient également que :

- 73 % des répondants estiment que le parc a des retombées économiques positives;
- 74 % croient que l'installation d'un parc ne nuit pas au tourisme de la région;
- 72 % pensent que vivre près d'un parc ne représente pas de risque pour la santé.

6.7. Questions fréquentes autour de l'éolien

Ces dernières années, l'industrie éolienne a connu une expansion remarquable, non seulement au Québec, mais aussi à l'échelle mondiale. L'implantation de nouveaux parcs suscite des préoccupations au sein de la population, régulièrement évoquées dans les médias, ainsi qu'au cours des consultations préliminaires et des audiences publiques du BAPE. Dans le but d'approfondir la compréhension des enjeux liés à l'énergie éolienne, l'AQPER tient à démystifier les préjugés injustement attribués aux éoliennes.

- **Impact sonore des éoliennes et santé**

Il est indéniable que le bruit environnemental, d'une manière générale, représente un problème majeur pour la santé publique. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) reconnaît que la pollution par le bruit est un problème de plus en plus fréquent, pouvant entraîner des effets physiques et psychosociaux, tels que des troubles du sommeil, des maladies cardiovasculaires et des difficultés sur l'apprentissage²⁷.

Comparativement à de nombreuses autres sources de bruit environnemental, les niveaux de bruit générés par un parc éolien sont faibles. L'Institut National de Santé Publique du Québec, l'INSPQ a établi qu'à une distance de 500 m, le niveau de bruit est d'environ 33 à 40 dB²⁸. Ce niveau sonore correspond à celui ambiant dans une bibliothèque. Pour donner un point de comparaison, le niveau sonore des transports devant le logement d'un riverain peut dépasser les 70 dB.

²⁶ LÉGER, Caroline, Lemieux, Daniel, *Les éoliennes : c'est beau et c'est bon*, *Enerview*, printemps 2008. Enquête téléphonique réalisée auprès de 1000 personnes.

²⁷ Gouvernement du Québec, *Effets du bruit environnemental sur la santé*, 13 juin 2023.

<https://www.quebec.ca/sante/conseils-et-prevention/sante-et-environnement/effets-du-bruit-environnemental-sur-la-sante>

²⁸ INSPQ, *Éolienne et santé publique*, 2013.

https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/1633_eoliennesp_synthconn_mai.pdf

Dans ses lignes directrices, l'OMS recommande de limiter l'exposition au bruit des éoliennes à 45 dB. En analysant les études disponibles, l'INSPQ a étudié les effets sur la santé liés au bruit des éoliennes et plus spécifiquement sur le sommeil²⁹. Après analyse des données, il apparaît que les résultats ne permettent pas de conclure à un effet sur les perturbations du sommeil, des facteurs externes non acoustiques pouvant influencer la perception de ces individus.

- **Impact des éoliennes sur l'expérience touristique**

La beauté des paysages joue un rôle crucial dans l'attrait touristique d'une région. C'est donc logique que l'installation d'éoliennes soulève des questions sur l'attrait touristique et l'économie locale. Pour répondre à ces interrogations, une étude quantitative a été réalisée dans la région de la Gaspésie, qui est le berceau de l'éolien au Québec et où se concentre la majorité des parcs. Les grandes tendances qui ressortent de cette enquête confirment que l'impact des éoliennes sur l'expérience touristique est très faible³⁰.

- **Impact carbone d'une éolienne**

Comme étudié dans la partie 4.2, l'empreinte carbone d'une éolienne est faible. Selon les études, il faudrait de 12 à 18 mois de production d'électricité pour que l'éolienne rembourse son empreinte carbone, ce qui est peu considérant sa durée de vie, pouvant atteindre plus de 30 ans.

- **Occupation des terres**

Pendant la phase de construction, il est estimé que l'empreinte au sol est de 1 hectare par éolienne. Cette zone temporaire correspond à l'emplacement nécessaire pour livrer les pièces requises à l'assemblage de l'éolienne.

L'impact d'une éolienne sur l'occupation des terres est donc très faible, notamment en comparaison à d'autres sources d'énergies. ☐

²⁹ INSPQ, *Effets sur la santé liés au bruit des éoliennes : dérangement et perturbations du sommeil*, 2022. <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/3296-effets-sante-bruit-eoliennes-derangement-perturbations-sommeil.pdf>

³⁰ Téoros, *Impact des paysages éoliens sur l'expérience touristique*, 2017. <https://journals.openedition.org/teoros/3096#tocto1n6>

7. Projet éolien Saint-Paul-de-Montminy

7.1. Description du projet

Le Parc éolien de Saint-Paul-de-Montminy s'inscrit dans le cadre de la transition énergétique du Québec et vise à augmenter la capacité de production d'énergie éolienne de la province en installant 28 éoliennes avec une capacité chacune de 7 MW et cumulant une puissance de 196 MW.

Le parc éolien est construit sur le territoire de la ville de Montmagny et des municipalités de Saint Paul-de-Montminy, Notre-Dame-du-Rosaire et Sainte-Apolline-de-Patton, dans la MRC de Montmagny, dans la région administrative de Chaudière-Appalaches, province de Québec. Le parc engendrera de nombreuses retombées qui bénéficieront à la communauté locale.

Ce Projet prévoit notamment des investissements et des contributions significatives dans la communauté durant les phases de développement, de construction et d'opération du Projet :

- Un montant de 6 227 \$ par mégawatt installé sera versé chaque année à la collectivité hôte pour toute la durée de vie du projet, soit 30 ans, et sera indexé annuellement selon l'indice des prix à la consommation du Québec. Pour une puissance installée de 196 MW, cela représente environ 1,22 M\$ par an, répartis entre la municipalité de Saint-Paul-de-Montminy et l'Alliance de l'énergie de l'Est.
- L'Alliance de l'énergie de l'Est détient 50 % des parts dans la société de projet Kruger Énergie Saint-Paul-de-Montminy S.E.C., en partenariat avec Kruger Énergie. Les 16 MRC et la Première Nation Wolastoqiyik Wamsipekuk, membres de l'Alliance, ainsi que le promoteur Potentia également partenaire du projet, recevront leur part des profits générés par le parc et les réinvestiront dans leurs communautés, au bénéfice direct des citoyens, pendant toute la durée de vie du projet.

Il est aussi important de mentionner que le coût de réalisation du projet est évalué à 550 millions de dollars. Le projet prévoit la création de 250 emplois pour la phase de construction et entre 3 et 5 emplois à titre permanents.

Par ailleurs, une ligne de transport d'électricité privée à 230 kV, longue de 17,4 km, sera également construite pour relier le parc au réseau d'Hydro-Québec-, garantissant ainsi un acheminement efficace et fiable de l'énergie produite.

Conclusion

Pour atteindre ses cibles climatiques, soit une réduction de 37,5 % des gaz à effet de serre d'ici 2030 et la carboneutralité d'ici 2050, le Québec doit accélérer le développement des énergies renouvelables. Hydro-Québec prévoit devoir augmenter sa capacité de production de 60 TWh d'ici 2035, et jusqu'à 200 TWh d'ici 2050. Il devient donc essentiel de mettre en place dès maintenant des projets capables de livrer cette énergie propre dans des délais réalistes.

Parmi les solutions disponibles, l'énergie éolienne est la plus avantageuse économiquement et peut être développée rapidement, tout en respectant les exigences environnementales. Grâce aux avancées technologiques récentes et à une croissance rapide du secteur, l'éolien est devenu une énergie à la fois compétitive, fiable et locale.

Le projet éolien de Saint-Paul-de-Montminy, développé en partenariat entre Kruger Énergie et l'Alliance de l'énergie de l'Est, s'inscrit pleinement dans cette vision. Situé dans un secteur offrant un excellent potentiel éolien, ce projet de 196 MW repose sur un modèle de gouvernance partagé qui garantit des retombées économiques concrètes pour la région, tant pour les municipalités participantes que pour les 16 MRC et la Première Nation Wolastoqiyik Wamsipekwik, membres de l'Alliance.

Le projet prévoit en amont la construction d'infrastructures clés pour assurer son fonctionnement optimal. Cela inclut des chemins d'accès, un réseau collecteur souterrain, un poste élévateur, un bâtiment de service, ainsi que des mâts de mesure de vent permanents, ainsi qu'une ligne de transport de 230 kV de 17,4 km.

Ces aménagements témoignent de la rigueur et de la planification poussée mises en œuvre pour minimiser l'impact environnemental tout en maximisant l'efficacité énergétique et l'intégration au territoire.

En résumé, le parc éolien de Saint-Paul-de-Montminy contribuera de manière significative aux objectifs énergétiques et climatiques du Québec, tout en générant des bénéfices directs pour les citoyens de la région. C'est un projet porteur, à la fois pour l'environnement et le développement local, que l'AQPER soutient pleinement.

Mémoire présenté au bureau d'audience publique sur l'environnement

**Dans le cadre des audiences publiques sur le projet de parc éolien
de la Forêt Domaniale**

Document soumis à

Mme. Marie-Eve Fortin, Présidente de la commission

M. Georges Lanmafankpotin, Commissaire

140, Grande Allée Est

Bureau 650

Québec (Québec) G1R 5N6

Le 3 juillet 2025

Association québécoise de la production
d'énergie renouvelable

410 Rue Saint-Nicolas bureaux 110,
Montréal (Québec) H2Y 2P5

514 281-3131

www.aqper.com

Table des matières

<u>1.</u>	<u>Présentation de l'association</u>	5
<u>2.</u>	<u>Introduction</u>	5
<u>3.</u>	<u>Contexte énergétique et GES au Québec</u>	6
<u>3.1.</u>	<u>Le contexte énergétique du Québec</u>	6
<u>3.2.</u>	<u>Émission de GES du Québec</u>	8
<u>3.3.</u>	<u>Les besoins énergétiques à l'horizon 2035 et 2050</u>	10
<u>4.</u>	<u>L'énergie éolienne</u>	12
<u>4.1.</u>	<u>À propos de l'énergie éolienne</u>	12
<u>4.2.</u>	<u>Une énergie propre</u>	14
<u>5.</u>	<u>L'éolien dans le monde</u>	15
<u>6.</u>	<u>L'énergie éolienne au Québec</u>	17
<u>6.1.</u>	<u>Historique de la filière éolienne</u>	17
<u>6.2.</u>	<u>La filière éolienne en 2025 et le futur</u>	18
<u>6.3.</u>	<u>Retombées économiques</u>	19
<u>6.4.</u>	<u>Complémentarité de l'éolien et pointe hivernale</u>	21
<u>6.5.</u>	<u>Étapes de développement d'un parc éolien</u>	22
<u>6.6.</u>	<u>Acceptabilité sociale</u>	27
<u>6.7.</u>	<u>Questions fréquentes autour de l'éolien</u>	28
<u>7.</u>	<u>Projet éolien de la Forêt Domaniale</u>	30
<u>7.1.</u>	<u>Description du projet</u>	30
<u>8.</u>	<u>Conclusion</u>	31

Liste des figures

Figure 1 - Consommation totale par forme d'énergie au Québec en 2021	6
Figure 2 - Répartition des GES en 2021	6
Figure 3 - Consommation par secteur d'activité en 2021	7
Figure 4 - Production d'électricité au Québec en 2022	8
Figure 5 - Évolution des émissions et cibles de réduction des émissions de GES pour le Québec, 1990 à 2050	9
Figure 6 - Trajectoire projetée d'électricité d'ici 2050	10
Figure 7 - Ajouts d'énergie et de puissance d'ici 2035	11
Figure 8 - Répartition de l'utilisation de l'électricité supplémentaire à l'horizon 2035	12
Figure 9 - Fonctionnement d'une éolienne	13
Figure 10 - Fonctionnement d'un parc éolien	14
Figure 11 - Émissions de GES des différentes filières de production d'électricité	15
Figure 12 - L'énergie éolienne dans le monde : production et contribution au mix énergétique	16
Figure 13 - Perspective des nouvelles installations (source : GWEC)	16
Figure 14 – Coûts des principaux moyens de gestion de la demande de pointe (en millions de dollars)	22

Sigles et abréviations utilisés

AQPER	Association québécoise de la production d'énergie renouvelable
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GNR	Gaz Naturel Renouvelable
INSPQ	Institut National de Santé Publique du Québec
MEIE	Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MRC	Municipalité Régionale de Comté
MRNF	Ministère des Ressources Naturelles et des Forêts
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
SPEDE	Système de plafonnement et d'échange des droits d'émissions
GWEC	Global Wind Energy Council

1. Présentation de l'association

Porte-parole de l'industrie au Québec depuis plus de 30 ans, l'Association québécoise de la production d'énergie renouvelable (AQPER) regroupe les intervenants du secteur des énergies renouvelables. Elle intègre dans son champ d'action les acteurs de l'hydrogène vert, des filières des bioénergies, à savoir la biomasse, le biogaz et les biocarburants, ainsi que les acteurs de l'électricité renouvelable : petite hydraulique, éolienne et solaire.

Véritable carrefour d'échanges sur les énergies vertes entre les intervenants du milieu, les pouvoirs publics et les citoyens, l'AQPER a pour mission de favoriser un environnement d'affaires optimal à la production d'énergies renouvelables. Pour ce faire, elle favorise l'avancement et la diffusion de la connaissance scientifique et technique, encourage la recherche et le développement, esquisse de nouveaux modèles d'affaires et contribue à développer une expertise proprement québécoise.

À l'écoute des intervenants du milieu, des universitaires, des pouvoirs publics et des citoyens, nous encourageons leurs échanges. Dépositaire de l'expertise québécoise en matière d'énergie renouvelable, nous mettons le savoir-faire de nos membres à contribution. Nous informons le grand public sur les filières énergétiques renouvelables et participons aux débats sur les enjeux énergétiques.

2. Introduction

L'énergie renouvelable, en particulier l'énergie éolienne, est devenue un pilier central des politiques énergétiques adoptées par de nombreux gouvernements à travers le monde, dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques et pour répondre aux besoins énergétiques des populations.

Grâce aux avancées technologiques et à son caractère propre, l'énergie éolienne a connu une croissance remarquable depuis les années 2000, portant la capacité mondiale à 899 GW en 2022. Le Québec, avec une capacité installée d'environ 4 GW, vise à augmenter cette capacité à plus de 10 GW (10 000 MW) d'ici 2035. Cet objectif est en ligne avec les besoins croissants en électricité, dictés par la nécessité de réduire les émissions de carbone dans nos industries et nos bâtiments, de favoriser l'électrification des transports, et de soutenir la croissance économique.

Ce rapport vise à examiner l'énergie éolienne à l'échelle mondiale ainsi qu'au Québec, à contextualiser la situation énergétique actuelle de la province en mettant l'accent sur les besoins futurs, et à expliquer en détail les différentes étapes de développement d'un parc éolien. Cette analyse approfondie de l'éolien permettra une meilleure compréhension du contexte entourant la mise en place de nouveaux projets éoliens, notamment le projet de parc de la Forêt Domaniale, qui sera présenté à la de ce rapport.

3. Contexte énergétique et GES au Québec

3.1. Le contexte énergétique du Québec

En 2021, le Québec a consommé un total de 1742 PJ, dont la moitié en hydrocarbures. Plus largement, le mix énergétique est toujours constitué à 52 % de combustible fossile (Figure 1). Ce 52 % d'énergie fossile représente 67 % des émissions de GES totales de la province (Figure 2). Il est primordial de concentrer les efforts de la province à déplacer cette énergie fossile vers du renouvelable. Néanmoins, le Québec se distingue des autres régions du monde par le fait qu'une part importante, soit 48 %, de son approvisionnement énergétique total provient de sources renouvelables disponibles localement.¹

Figure 1 - Consommation totale par forme d'énergie au Québec en 2021

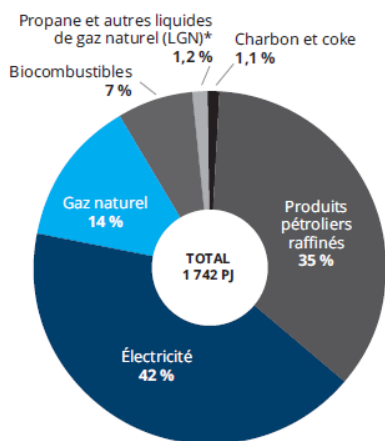
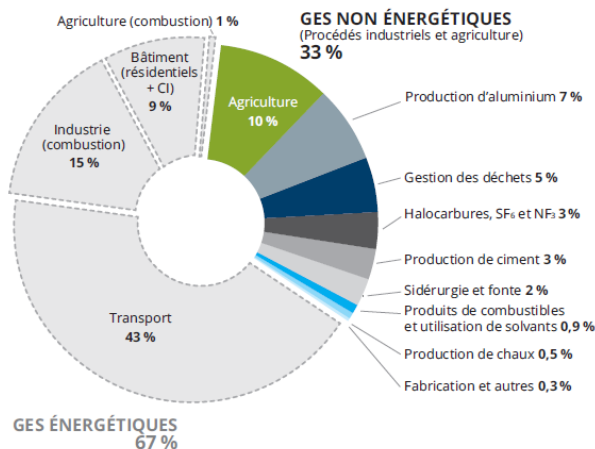


Figure 2 - Répartition des GES en 2021

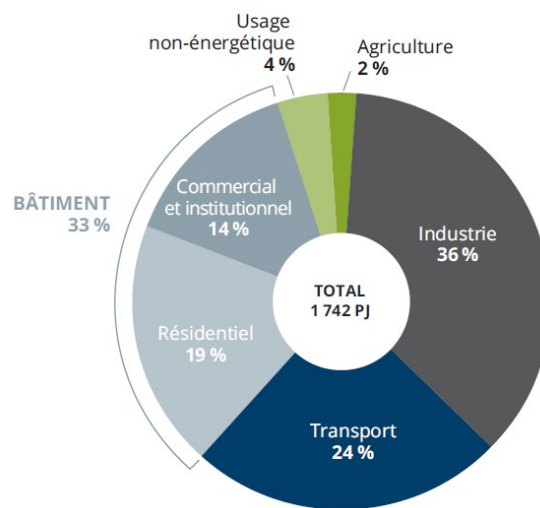


Source : HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024

Trois grands secteurs se partagent la majorité de la consommation de ces 1 742 PJ : le secteur industriel (36 %), le bâtiment (33 %) et le transport (24 %). Les usages non liés à l'énergie, tels que la production de plastique et d'engrais, ne représentaient que 4 %, tandis que l'agriculture ne contribuait qu'à hauteur de 2 % (Figure 3).

¹ HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024. https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2024/02/EEQ2024_WEB.pdf

Figure 3 3 - Consommation par secteur d'activité en 2021



Source : HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024

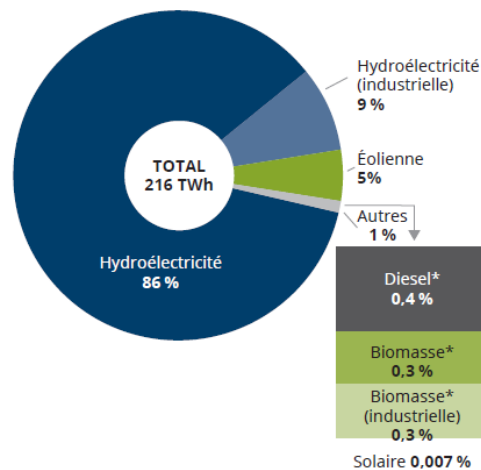
Le Québec se distingue aussi par sa consommation d'énergie par habitant, qui est parmi les plus élevées au monde et qui est 3,5 fois supérieure à la moyenne mondiale. Cette situation s'explique par le fait que le prix de l'électricité étant très avantageux, et que notre structure industrielle et manufacturière repose sur des secteurs ayant de grands besoins en électricité (alumineries, centres de données, etc.). Par ailleurs, la consommation énergétique dans les bâtiments, résidentiels et commerciaux, est bien supérieure à celle de pays dont le niveau de vie et les conditions climatiques sont comparables. En 2019, la consommation moyenne d'électricité d'un ménage québécois s'élevait à 63,6 GJ, soit 17 667 kWh.² A titre de comparaison, les ménages de l'Alberta et de l'Ontario ont consommé en moyenne 6 750 kWh et 8 250 kWh respectivement.

Au Québec, la production d'électricité est assurée à plus de 99 % par les énergies renouvelables, ce qui positionne le Québec comme l'un des champions mondiaux dans ce domaine. En 2022, la production totale d'électricité s'élevait à 216 TWh, dont un peu moins de 95 % provenait de l'hydroélectricité et 5 % d'énergie éolienne, la contribution des autres filières (solaire, biomasse) étant pratiquement négligeable (Figure 4).

Ainsi, la production d'électricité renouvelable joue un rôle crucial dans le portefeuille énergétique du Québec. C'est en continuant à accroître cette part de portefeuille via des projets d'énergie renouvelable, notamment l'éolien, l'hydro et le solaire, tout en faisant plus de place aux bioénergies que nous arriverons à verdir notre économie et poursuivre son développement, tout en continuant à répondre aux besoins énergétiques croissants.

² Statistique Canada, 2019. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/220502/dq220502b-fra.htm>

Figure 4 - Production d'électricité au Québec en 2022



Source : Statistique Canada, 2023 (tableau 25-10-0015-01).

Note : *Inclut l'électricité produite à partir de turbines à combustion (gaz naturel), mais cette source est marginale.

Source : HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024

3.2. Émission de GES du Québec

Le contexte des émissions de gaz à effet de serre du Québec (GES) s'inscrit dans l'urgence d'agir soulignée dans le rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)³ publié le 9 août 2021. Dans cette optique, le Québec s'est fixé un objectif de **réduction des émissions des GES de 37,5 % d'ici 2030 afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050**. L'atteinte de nos objectifs climatiques conjuguée à la transition vers une économie décarbonée exigera une hausse significative de nos capacités de production d'énergie renouvelable.

Dans la course vers la transition énergétique, le Québec a une légère avance, largement attribuable à la prédominance de l'hydroélectricité dans son mix énergétique. Cependant, compte tenu des besoins croissants en énergie et de la réduction relativement faible des émissions de GES ces dernières années, cette avance se réduit rapidement et pourrait ne pas perdurer. Il est donc impératif pour le Québec d'intensifier ses efforts en matière de production d'énergie propre.

En 2021, les émissions totales de GES au Québec se chiffraient à 78 Mt éq. CO₂, soit 9 t par habitant, et représentaient 11,6 % des émissions canadiennes, lesquelles atteignaient 670 Mt éq. CO₂⁴.

³ IPC, *Climate Change*, 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf

⁴ Gouvernement du Canada, *Inventaire national des GES du Canada (1990-2021)*. 14 avril 2023.

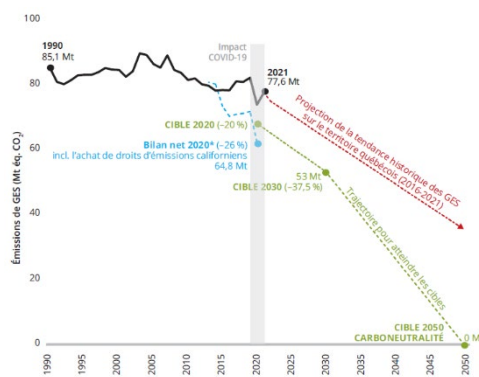
<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/nouvelles/2023/04/inventaire-national-des-gaz-a-effet-de-serre-du-canada-1990-2021-du-canada.html>

Malgré des baisses d'émissions plus importantes observées pendant la pandémie de 2020, l'objectif de 2021, fixé à 68 Mt, n'a pas été atteint. Par rapport au niveau de 1990, la réduction des émissions GES n'est finalement que de 8,9 %. Le dépassement a atteint 14 %, soit 9,6 Mt. En ne tenant compte que des émissions de GES et sans inclure les mesures de crédits compensatoires, une projection basée sur la tendance historique montre que, au rythme actuel, la province aura de sérieuses difficultés à atteindre ses objectifs pour 2030 et 2050 (Figure 5). Atteindre ces objectifs demandera un recours à l'ensemble des solutions disponibles que ce soit l'efficacité énergétique, la tarification du carbone et l'augmentation de la production d'énergie renouvelable. Ces mesures seront cruciales pour soutenir la décarbonation des différents secteurs économiques du Québec, les industries, le transport, etc.

Lorsque l'on étudie la répartition des émissions de GES par secteurs (Figure 2), on constate que le secteur du transport est à lui seul responsable de 43 % des émissions totales. Le secteur industriel, avec ses procédés qui ne sont pas alimentés par des sources renouvelables, est responsable de plus d'un tiers des émissions. Le secteur du bâtiment est, quant à lui, à l'origine de 9 % du total, le chauffage en étant la principale source. Enfin, le secteur agricole, avec notamment l'élevage animal et les engrais est responsable de 10 % des émissions, principalement composées de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (NH₂).

Ce sont finalement les droits d'émission californiens, achetés par les émetteurs de GES québécois, qui ont permis d'atteindre les objectifs fixés par la province en 2020. Depuis 2014, les plafonds d'émission du Québec et de la Californie sont mis en commun à travers le système de plafonnement et d'échange des droits d'émissions (SPEDE) de GES. Ce programme, qui peut aider à atteindre les objectifs climatiques ne reflète cependant pas la réelle situation des émissions de GES de notre province. Il s'agit d'une réussite sur le plan comptable, alors que les émissions sont effacées du bilan grâce à ces droits, malgré le fait que les émissions aient bel et bien eu lieu. Le défi demeure tout aussi grand alors que les plafonds d'émissions sont appelés à diminuer.

Figure 5 - Évolution des émissions et cibles de réduction des émissions de GES pour le Québec, 1990 à 2050



Sources : ECCC, 2022; Gouvernement du Québec, 2020 ; MELCCFP, 2022.
Note : **Le bilan net des émissions de 2020 inclut les réductions de GES sur le territoire et l'achat de droits d'émissions californiens (11,4 Mt). Le « -26 % » est calculé à partir des données de l'inventaire québécois, alors que le graphique 46 est réalisé à partir des données de l'inventaire fédéral (ECCC, 2022) pour la province du Québec.

Source : HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024⁵

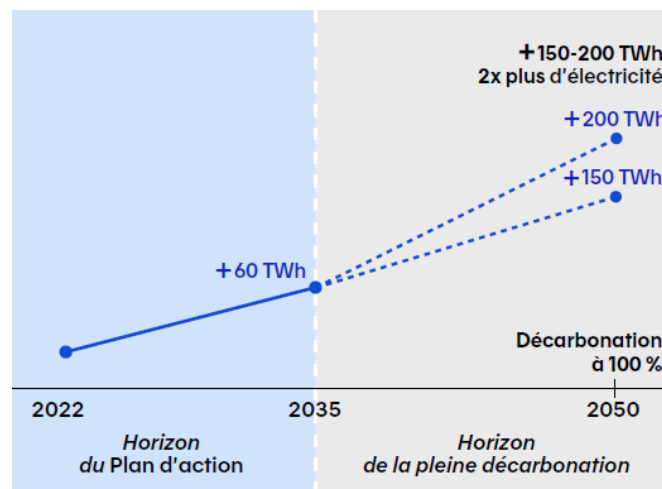
⁵ HEC Montréal, État de l'Énergie au Québec, 2024. Page 54. https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2024/02/EEQ2024_WEB.pdf

3.3. Les besoins énergétiques à l'horizon 2035 et 2050

Pour atteindre nos objectifs de réduction des gaz à effet de serre et atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, les énergies renouvelables joueront un rôle crucial. Bien sûr, elles ne constituent pas la seule solution, mais doivent être considérées comme l'un des piliers de nos engagements environnementaux.

Dans son plan d'action 2035⁶, dévoilé en novembre 2023, Hydro-Québec identifie la nécessité **d'augmenter nos capacités énergétiques de 60 TWh d'ici 2035**, ce qui signifie ajouter entre 8 000 et 9 000 MW de puissance additionnelle (Figure 6). Pour atteindre la **neutralité carbone en 2050**, un ajout de **150 à 200 TWh** sera requis, laissant présager de nouveaux besoins en énergie renouvelable. Il s'agit d'un volume très important, représentant un doublement de la capacité installée actuelle d'Hydro-Québec. Ces prévisions viennent confirmer les résultats de la Feuille de route 2030 de l'AQPER. Publiée pour la première fois en février 2021, puis mise à jour en février 2022, la Feuille de route 2030 de l'AQPER identifiait, sur la base du rapport « *Trajectoires de réduction d'émissions de GES du Québec – Horizons 2030 et 2050* » de la firme Dunskey, une telle augmentation névralgique des besoins en électricité renouvelable au Québec.

Figure 6 - Trajectoire projetée d'électricité d'ici 2050



Source : plan d'action 2035 – Hydro-Québec

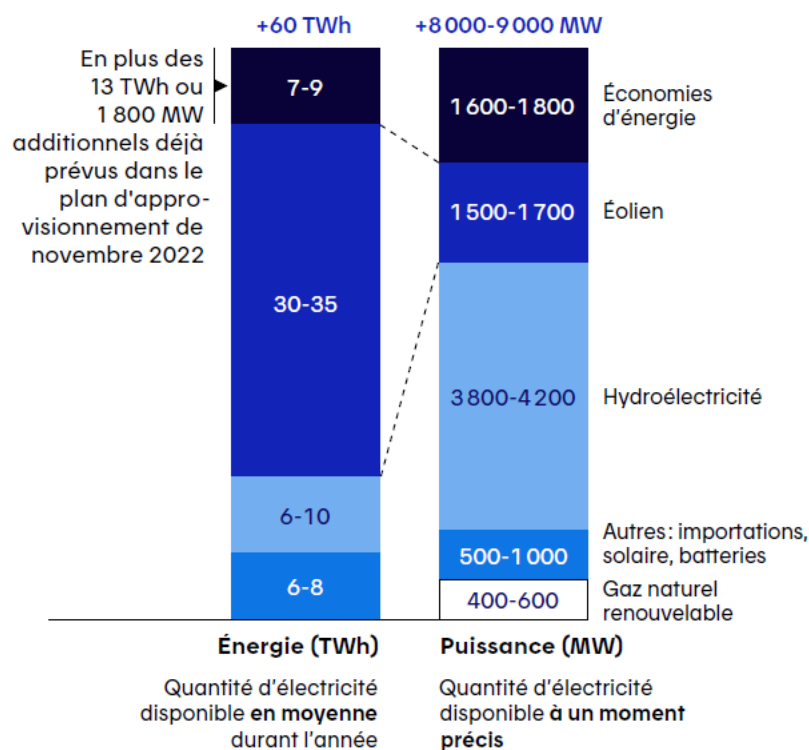
Cette augmentation significative représente un défi pour le Québec et demande une contribution de l'ensemble des parties prenantes et de toutes les filières d'énergie renouvelable pour être menée à bien. Les experts en énergie de la firme Dunskey sont formels : efficacité énergétique et augmentation de la production d'énergie renouvelable ne sont pas mutuellement exclusives, mais doivent au contraire aller de pair. « *Pour répondre à l'électrification croissante des systèmes (dans*

⁶ Hydro-Québec. *Plan d'action 2035*, 2023. <https://www.hydroquebec.com/data/a-propos/pdf/plan-action-2035.pdf>

les transports, les bâtiments et l'industrie), il sera nécessaire, tout d'abord, de consommer l'électricité plus efficacement (en privilégiant l'efficacité énergétique, le transport en commun, une économie circulaire, etc.), mais également d'augmenter la production d'électricité, à partir de sources propres comme l'éolien, le solaire et l'hydroélectricité. »⁷

Pour atteindre ces objectifs, Hydro-Québec entend ainsi doubler les économies d'énergie et devra augmenter la production d'électricité en misant entre autres sur l'éolien, le solaire et le GNR. La société d'État annonce dans son plan d'action « tripler la capacité de production éolienne afin de combler des besoins en puissance à hauteur de 1500 – 1700 MW », en ajoutant plus de 10 000 MW de nouvelle capacité éolienne d'ici 2035, ce qui permettra de fournir de 30 à 35 TWh (Figure 7).

Figure 7 - Ajouts d'énergie et de puissance d'ici 2035



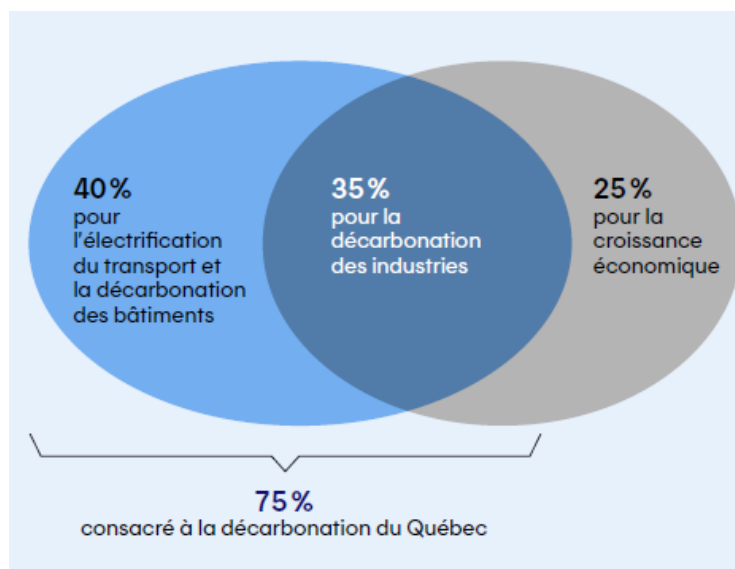
Source : plan d'action 2035 – Hydro-Québec

Selon ce plan d'action, **75 % de l'électricité supplémentaire que la province aura besoin en 2035 sera consacrée à la décarbonation de notre environnement (Figure 8)**. L'énergie propre supplémentaire sera principalement allouée aux secteurs les plus émetteurs de GES, à savoir les transports et les bâtiments, qui totalisent plus de 50 % des émissions, ainsi qu'au secteur industriel, responsable d'un tiers des émissions. La société d'État prévoit ainsi que la majorité de

⁷ Dunsky, *Trajectoire de réduction d'émissions de GES du Québec – Horizons 2030 et 2050*, Juin 2021.

cette électricité supplémentaire, soit 40 % pour être précis, sera utilisée pour le chauffage des bâtiments et l'électrification des transports, tandis que 35 % sera consacrée à la décarbonation des industries, en particulier des processus énergivores et polluants. Cette tendance à l'augmentation ne devrait pas s'atténuer en raison de l'électrification croissante des transports et de l'économie. En 2035, le gouvernement vise à ce que 100 % des ventes de véhicules soient électriques, ce qui constitue un défi majeur avec des répercussions significatives sur la demande en électricité. Actuellement, ces véhicules ne représentent que 12 % des ventes. La production d'énergie renouvelable est non seulement un outil indispensable sur le plan environnemental, elle agit également comme vecteur de développement économique de premier plan.

Figure 8 - Répartition de l'utilisation de l'électricité supplémentaire à l'horizon 2035



Source : plan d'action 2035 – Hydro-Québec

En somme, les besoins en énergie renouvelable sont colossaux et vont demander une mobilisation importante de l'ensemble des parties prenantes. L'industrie des énergies renouvelables est prête à relever ce défi et à fournir de l'électricité renouvelable à un coût avantageux.

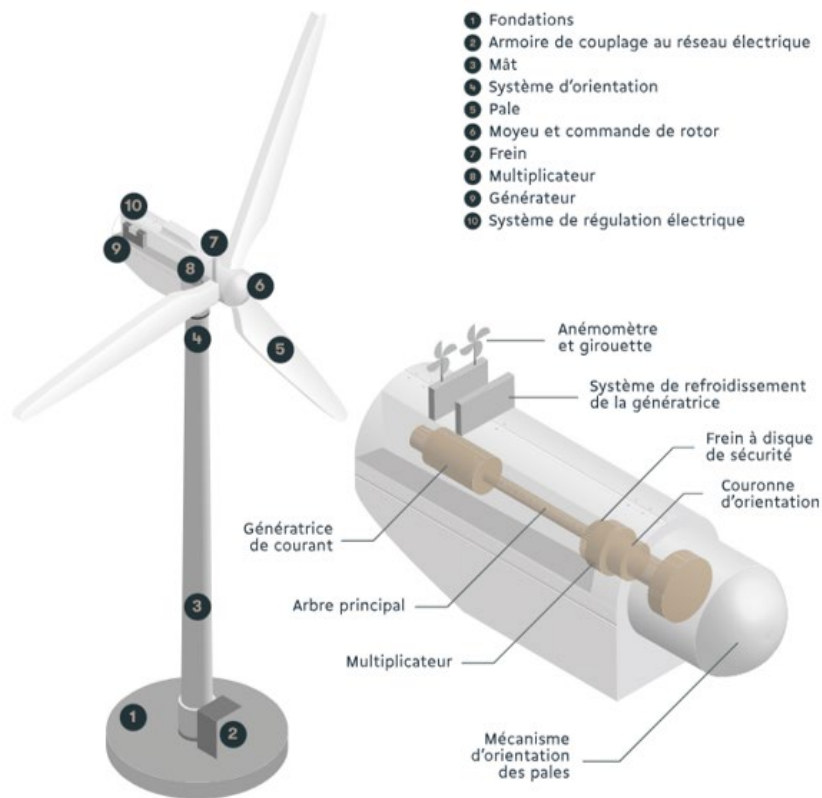
4. L'énergie éolienne

4.1. À propos de l'énergie éolienne

La production d'électricité provenant de source éolienne est une technologie basée sur l'utilisation de la force du vent transformée en flux électrique pour être incorporée au réseau électrique. Le vent est une forme d'énergie totalement propre, gratuite et illimitée. L'équipement utilisé afin de capter l'énergie provenant du vent est une éolienne. L'éolienne est constituée de 4 principales sections : les pales, la nacelle, le mât et la fondation (*Figure 9*).

- Les pales de l'éolienne captent l'énergie cinétique du vent à la manière d'une voile de bateau et la transforme en mouvement rotatif. Ce mouvement rotatif actionne un arbre de transmission de l'énergie qui tourne entre 20 et 30 fois par minute et est relié à la nacelle.
- La nacelle est le compartiment incluant notamment le moyeu, les commandes de rotor, l'alternateur, et l'arbre de transmission. Le mouvement de l'arbre de transmission de l'énergie est multiplié par un jeu d'engrenage faisant passer le nombre de rotations à près de 1800 tours/minute. Le mouvement est ensuite transformé en énergie électrique par l'alternateur. L'alternateur comprend un rotor et un stator qui induit un flux électrique.
- Le mât est composé d'une section en acier équivalent à une hauteur d'environ 100 mètres. Elle permet d'élever les pales à un niveau où le vent est plus fort et plus constant.
- La base est formée d'un ancrage de béton assurant la solidité et la stabilité de l'éolienne.

Figure 9 - Fonctionnement d'une éolienne



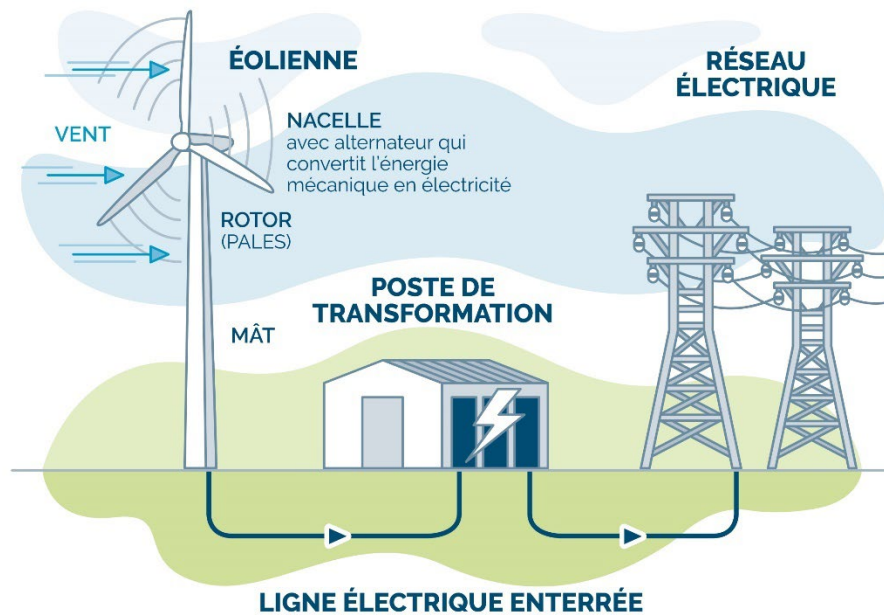
Source : Info éolien

Les éoliennes sont habituellement regroupées dans un parc construit dans un secteur propice à fournir un approvisionnement en vent suffisant (en force et en constance). Des études

météorologiques et de mesure du vent sont effectuées afin de repérer les endroits les plus propices à l'installation des éoliennes. Ces endroits sont appelés gisements éoliens.

Chaque éolienne est reliée à un réseau de câblage électrique, majoritairement sous-terrain, qui regroupe la production de chacune d'entre elles. Ce réseau est ensuite couplé au réseau de transport d'électricité grâce à un poste de transformation (Figure 10).

Figure 10 - Fonctionnement d'un parc éolien



Source : Éoliennes de Provence

Donc, par exemple, sur une valeur nominale de 100 MW installée on prévoit que le parc produira annuellement 306,6 GWh d'énergie transmise au réseau électrique, ce qui représente l'alimentation électrique d'environ 17 300 foyers.

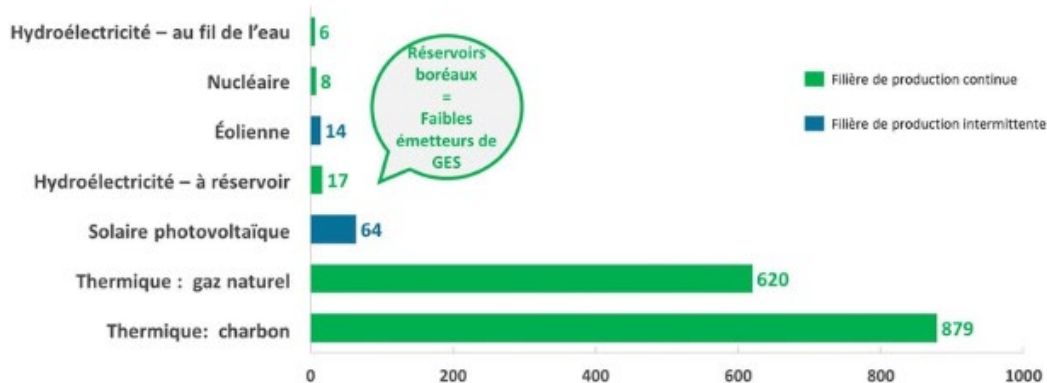
4.2. Une énergie propre

L'énergie éolienne est indéniablement une des énergies les plus propres. Pour le mesurer, Hydro-Québec a fait réaliser une analyse du cycle de vie des différentes filières de production d'électricité. Une telle analyse tient compte de tous les impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie – depuis l'extraction de ressources naturelles, en passant par la fabrication, la distribution, l'utilisation, jusqu'à la fin de vie⁸. Cette étude a conclu que les émissions de GES de l'éolien sont légèrement inférieures à celles de l'hydroélectricité, 5 fois moins élevées que celles

⁸ Hydro-Québec, Analyse du cycle de vie. <https://www.hydroquebec.com/developpement-durable/documentation-specialisee/analyse-cycle-de-vie.html>

de l'énergie solaire (photovoltaïque) et plus de 60 fois moins élevées que celles de l'énergie thermique issue du charbon (Figure 11).

Figure 11 - Émissions de GES des différentes filières de production d'électricité (en g éq Co₂/kWh)



5. L'éolien dans le monde

En 2022, les capacités de production d'énergie éolienne ont augmenté de 75 GW, soit 9 % par rapport à l'année précédente, portant ainsi la puissance totale mondiale à 899 GW¹⁰. Cette même année, la force du vent a permis de générer 7,6 % de l'électricité produite dans le monde, soit 2 fois plus qu'en 2015 (3,5 %). Dans la famille des énergies renouvelables, elle occupe la deuxième place mondiale en termes de contribution, après l'hydroélectricité, avec une production de 2100 TWh en 2022. Par rapport à l'année précédente, l'ajout de nouvelles capacités a entraîné une augmentation record de 265 TWh, soit 14 %. Pour atteindre l'objectif de neutralité carbone d'ici 2050, fixé à 7400 TWh, une augmentation annuelle moyenne de 17 % sera cependant nécessaire¹¹.

Avec 763 TWh, représentant 9,3 % de son mix énergétique, la Chine est le premier producteur et contribue à près de 40 % de la production mondiale. Les États-Unis viennent ensuite (434 TWh, soit 10,1 % de leur mix), suivis de l'Allemagne (125 TWh, 22 %). Le Canada, avec 38 TWh soit 6 % du mix, arrive en neuvième position (Figure 12)¹².

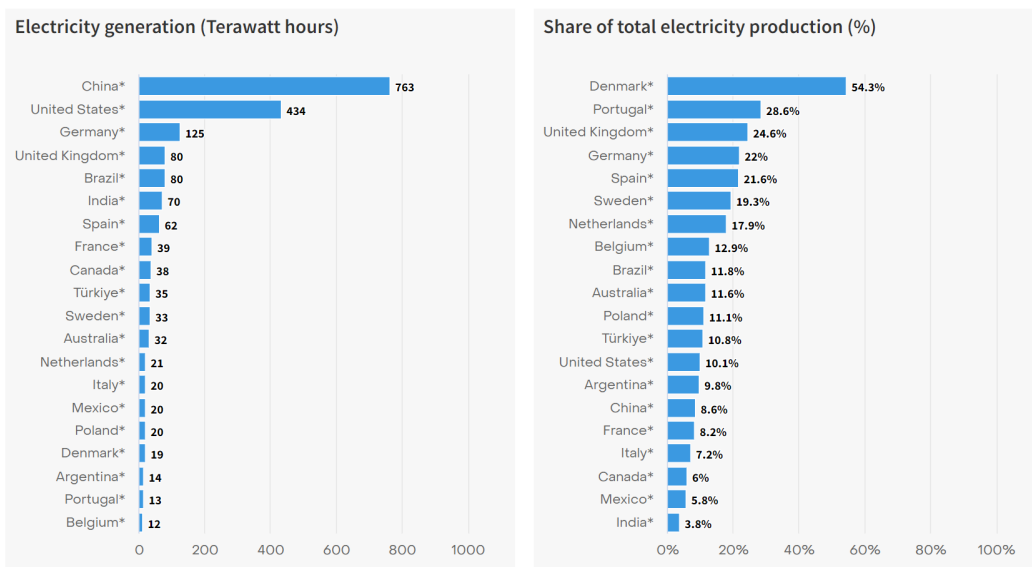
⁹ Hydro-Québec, *L'hydroélectricité québécoise est propre selon les dernières recherches scientifiques*, 21 juillet 2016. <https://nouvelles.hydroquebec.com/fr/communiques-de-presse/1083/hydroelectricite-ges/>

¹⁰ IRENA, *Renewable capacity highlights*, 2023.

¹¹ AIE. <https://www.iea.org/energy-system/renewables/wind>

¹² Ember, 2022. <https://ember-climate.org/topics/wind/>

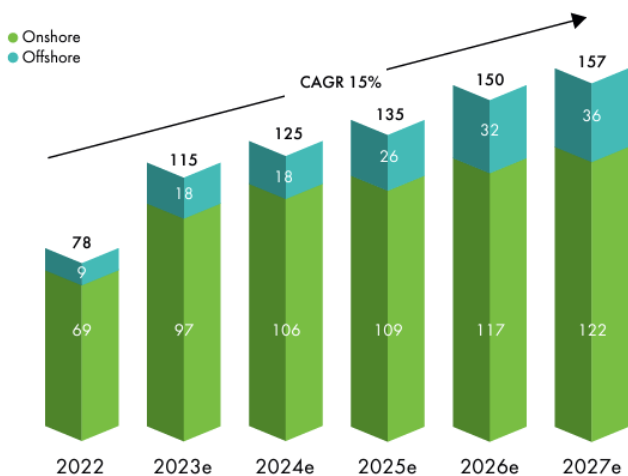
Figure 12 - L'énergie éolienne dans le monde : production et contribution au mix énergétique



Source : Ember-Climate

Dans les prochaines années, selon le GWEC, le marché de l'éolien va croître de 15 % par an. D'ici 2027, 680 GW d'éoliennes terrestres et en mer devraient être installées¹³, soit une augmentation de la capacité de production de 75 % en 5 ans (Figure 13).

Figure 13 - Perspective des nouvelles installations (source : GWEC)



¹³ GWEC, *Global Wind Report 2023*, 2023. https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/GWR-2023_interactive_v2_compressed.pdf

Source : GWEC

Au cours des dernières décennies, l'industrie éolienne a connu un important bond technologique et peut désormais bénéficier d'une expertise approfondie. Grâce aux évolutions sur la forme et la taille des pales ainsi qu'aux progrès réalisés sur les génératrices, la puissance moyenne d'une éolienne a fortement augmenté passant de 2 MW à maintenant 7 MW. Ces avancées permettent d'installer moins d'éoliennes pour produire davantage.

6. L'énergie éolienne au Québec

6.1. Historique de la filière éolienne

Le développement commercial de parcs éoliens commence en 1998, avec le projet Le Nordais, un parc éolien de 132 éoliennes, d'une capacité installée totale de 99 MW, implanté en Gaspésie et dans la municipalité régionale de comté (MRC) de la Matanie.

C'est cependant à partir de 2003 que la filière éolienne a véritablement pris son envol au Québec, Hydro-Québec et le gouvernement ayant décidé de se doter d'un processus d'attribution de projets par appels d'offres, celui-ci étant soumis à l'approbation de la Régie de l'énergie à plusieurs étapes.

En 2003, le premier appel d'offres pour l'achat d'un bloc de 1 000 MW d'énergie éolienne (A/O 2003-02) est lancé. Après analyse, 8 offres totalisant 990 MW ont été retenues, sur un total de 32 soumissions, cumulant plus de 4 292 MW de puissance. Aujourd'hui, 7 des 8 parcs sont en exploitation, en Gaspésie et dans la MRC de La Matanie.

Le développement s'est poursuivi en 2005 avec un deuxième appel d'offres de 2 000 MW (A/O 2005-03). Après analyse, Hydro-Québec a retenu 15 offres totalisant 2 004 MW, sur un total de 67 soumissions, cumulant 7 799 MW de puissance. En 2024, ces parcs sont en exploitation.

En avril 2009, un troisième appel d'offres de 500 MW était lancé, celui-là étant spécifiquement destiné au milieu communautaire et aux nations autochtones (A/O 2009-02). 12 projets, représentant 291,4 MW ont été retenus, sur un total de 1 050 MW avec 44 projets soumis. En 2025, ces parcs sont en exploitation.

La croissance du secteur s'est maintenue avec un quatrième appel d'offres de 450 MW en décembre 2013 (A/O 2013-01) ainsi qu'un projet de gré à gré. Dans le cadre de l'appel d'offres, 3 projets ont été retenus, pour un total de 446,4 MW. En 2025, ces 3 parcs sont en exploitation. Le projet de gré à gré porte sur un parc d'une capacité de 149,25 MW, conclu en 2014 avec l'organisation autochtone Mi'gmawei Mawiomí, et est en activité depuis fin 2016.

En 2015, Hydro-Québec a lancé un appel de propositions (A/P 2015-01) visant l'achat d'électricité éolienne produite aux îles-de-la-Madeleine. Le projet retenu, d'une capacité de 6,4 MW est actuellement en service.

Fin 2015, dans le cadre de sa stratégie énergétique 2006-2015, le gouvernement du Québec a mis en place un partenariat avec la Nation innue afin de développer un parc de 200 MW, dont la mise en service était attendue pour décembre 2024.

En 2021, 2 appels d'offres, respectivement de 480 MW (A/O 2021-01) et 300 MW (AO 2021-02) vont permettre d'ajouter 7 nouveaux parcs. Ces parcs devraient être opérationnels d'ici fin 2026, avec une capacité totale de 1303,36 MW.

En 2022, dans la foulée de l'annonce du plan stratégique 2022-2026 d'Hydro-Québec, Boralex, Énergir et Hydro-Québec annoncent la conclusion d'un partenariat pour l'élaboration de trois projets éoliens de 400 MW chacun sur le territoire de la Seigneurie de Beaupré.

Enfin, suite au dernier appel d'offres de 1 500 MW lancé en 2023 (A/O 2023-01), Hydro-Québec, a annoncé, en janvier 2024, avoir retenu 8 soumissions totalisant 1 550 MW¹⁴. 16 soumissions avaient été présentées pour un total de 3 034 MW. Les livraisons d'électricité sont attendues entre le 1^{er} décembre 2027 et le 1^{er} décembre 2029.

Par l'attribution de ces contrats, Hydro-Québec s'assure une source d'énergie à long terme à des coûts compétitifs. De plus, elle favorise l'établissement au Québec d'une industrie de fabrication d'équipements et de services éoliens capables de desservir une demande en émergence dans le nord-est du continent tout en procurant au Québec des retombées économiques importantes.

6.2. La filière éolienne en 2025 et le futur

Le développement de la filière éolienne fait partie des piliers de la transition énergétique du Québec. Comme filière mature et la source d'énergie la moins dispendieuse et une des plus vertes, l'éolien représente un atout important pour le Québec.

Depuis 2003, grâce à la réalisation de 7 appels d'offres, la puissance installée a atteint **3 946 MW** et la production d'énergie s'est élevée à près de **12 TWh en 2021**. A cette date, le Québec comptait un total de 49 parcs éoliens, représentant **9 % de la puissance totale installée** des infrastructures de production d'électricité¹⁵. La production actuelle correspond aux besoins en électricité d'environ 685 000 ménages.

Avec les nouveaux projets à venir, qui ont déjà été retenus par les appels d'offres de 2021 et 2023, il est attendu que la capacité totale éolienne installée au Québec soit de 5 500 MW en fin 2026 et de 7 000 MW en 2029.

¹⁴ Hydro-Québec, *Hydro-Québec retient huit soumissions totalisant 1 550 MW d'énergie éolienne*, 26 janvier 2024. <https://nouvelles.hydroquebec.com/fr/communiqués-de-presse/2036/hydro-quebec-retient-huit-soumissions-totalisant-1-550-mw-denergie-eolienne/>

¹⁵ HEC Montréal, *État de l'Énergie au Québec*, 2024. https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2024/02/EEQ2024_WEB.pdf

Pour répondre aux besoins futurs en électricité, Hydro-Québec prévoit d'ici 2035 d'intégrer plus de 10 000 MW de nouvelles capacités éoliennes¹⁶.

6.3. Retombées économiques

En 2018, une étude a estimé les retombées économiques de la filière éolienne au Québec et notamment dans les communautés¹⁷. Selon cette étude, le développement de ces parcs a entraîné à cette date des investissements estimés à près de **10 milliards de dollars dans l'économie du Québec**. Les différentes communautés d'accueil en tirent des revenus (participation en équité dans les projets, redevances, location, taxes et commandites) de près de 120 millions de dollars annuellement, dont 56 % sous forme de dividendes. Quant aux gouvernements du Québec et du Canada, les revenus annuels de 2020 attendus avaient été estimés à 32 millions de dollars, avec 24,2 M\$ engrangés par le Québec dont 8,9 M\$ en impôt sur le revenu des particuliers et 15,4 M\$ en cotisations (FSS, TSP et autres revenus fiscaux de sociétés).

Au plus fort du développement de la filière éolienne (2013-2014), l'industrie a soutenue environ 5 200 emplois directs et indirects au Québec, dont 1 200 en Gaspésie et dans la MRC de La Matanie et compte plus de 150 entreprises manufacturières qui fournissent des services ou des composantes d'éoliennes (entreprises de transport d'éoliennes, de maintenance, de télécommunications, firmes d'ingénierie et d'études environnementales). Bien que le ralentissement passé de la filière ait abimé le tissu industriel, l'expertise québécoise demeure et l'industrie se reconstruit rapidement. Un souci particulier doit être apporté au soutien de la chaîne de valeur québécoise, dont le secteur manufacturier éolien, pour maximiser les retombées économiques locales. S'ajoutent à cet écosystème, le Centre collégial de transfert technologique Nergica, des laboratoires de recherche en énergie éolienne, des formations en entretien d'éoliennes.

Les retombées économiques futures sont encore plus significatives, comprenant notamment la création de nombreux emplois et de sources de revenus complémentaires pour les régions concernées. Hydro-Québec estime que l'objectif de 2035, qui prévoit de tripler la capacité de production éolienne, nécessitera des investissements de 30 milliards de dollars.

Avec des résultats de 6,1 ¢/kWh à 7,8 ¢/kWh¹⁸, l'éolien est la source d'électricité propre la plus économique et qui peut être mise en production le plus rapidement, tout en respectant les paramètres réglementaires et les exigences du processus d'évaluations environnementales et d'autorisation du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec. L'éolien a également la flexibilité requise pour être construit à des endroits stratégiques selon la capacité de raccordement au réseau de transport électrique

¹⁶ Hydro-Québec, Plan d'action 2035.

¹⁷ Aviseo. *Étude des impacts économiques et financiers de l'exploitation des parcs éoliens au Québec*, 2021 <https://aviseo.ca/app/uploads/2021/08/Canwea-Portrait-des-impacts-financiers-de-lindustrie-eolienne-quebecoise-dans-les-communautés.pdf>

¹⁸ Coût moyen de fourniture prévu dans l'appels d'offres de 2023 (A/O 2023-01). Ce coût n'inclut pas ceux du transport et de l'équilibrage.

d'Hydro-Québec et près des centres de consommation, ce qui constitue un avantage indéniable en manière d'efficacité énergétique.

6.4. Complémentarité de l'éolien et pointe hivernale

L'avantage intrinsèque du développement de la production d'énergie éolienne au Québec vient de la complémentarité avec la production hydroélectrique québécoise. Le jumelage de ces deux sources permet de valoriser nos ressources hydroélectriques, en tirant parti de la capacité de stockage des réservoirs d'Hydro-Québec. En effet, lorsqu'il vente et que les éoliennes produisent de l'électricité, il est possible de réduire la demande d'apport en eau provenant des réservoirs. Ces quantités d'eau retenues peuvent ainsi être utilisées afin de maintenir une plus grande capacité en puissance disponible lorsque le Québec en a besoin, notamment lors des périodes de pointe de demande. Plus les réservoirs disposent d'un niveau d'eau élevé, plus ils sont capables de fournir une puissance élevée en raison de l'effet de chute plus important lors des périodes de pointe de la demande. C'est un avantage particulièrement significatif lorsque Hydro-Québec doit faire face à une année de faible hydraulité, comme ce fut le cas en 2023 ; le manque de neige en hiver, le temps sec du printemps et de l'été ont fait que les réservoirs des complexes La Grande et Manic ont eu un déficit en apport d'eau équivalent à 36,1 TWh¹⁹.

Par ailleurs, la production de l'éolien est plus importante pendant les mois d'hiver²⁰, ce qui en fait **un allié précieux dans la gestion des pointes de demandes hivernales**. Pendant ces périodes les plus froides de l'année, la demande en électricité atteint des records, exerçant une pression supplémentaire sur le réseau électrique. Ces dernières années, les pointes de demande d'électricité ont augmenté, en grande partie en raison de la hausse du nombre de résidences chauffées à l'électricité, cette dernière représentant la moitié de la consommation d'électricité des Québécois.

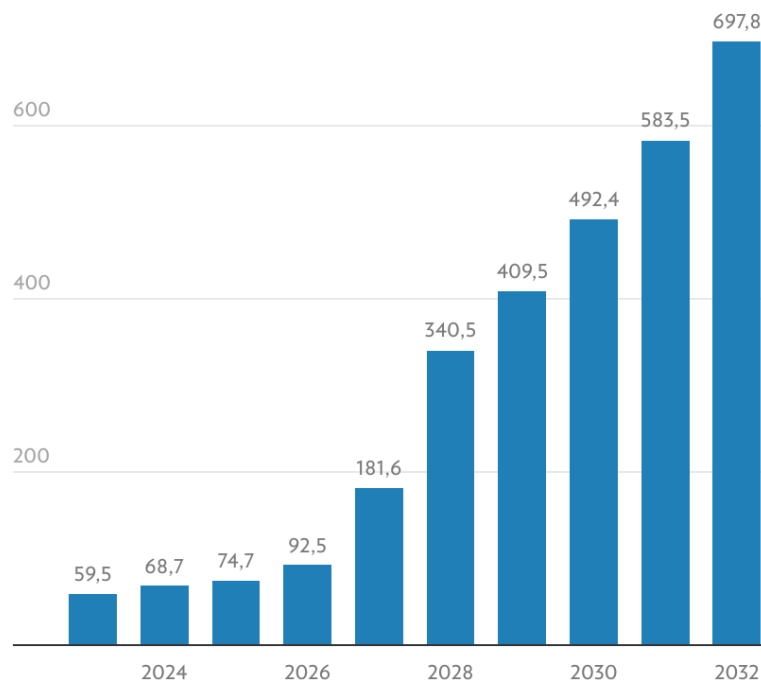
Pour gérer la pointe hivernale, Hydro-Québec importe actuellement de l'électricité, à un coût élevé, et dispose d'outils tels que la tarification dynamique. En 2023, Hydro-Québec a investi 59,5 millions de dollars en importation d'énergie, le coût moyen d'achat variant entre 9,5 et 61 cents par kWh²¹ pour combler ce manque à gagner. Ces coûts d'approvisionnement en puissance, nécessaires pour répondre à la demande de pointe, devraient connaître une hausse significative à partir de 2026. En effet, c'est à cette date que la société d'État prévoit l'épuisement des surplus d'électricité. En 2032, ces coûts sont estimés à 700 millions de dollars (*Figure 14*). Notons également que l'énergie utilisée dans ces moments de pointes et à forts coûts, ne sont pas forcément renouvelable, mais peuvent provenir de centrales utilisant un combustible fossile.

¹⁹ Radio Canada, *Le Québec perd 1 G\$ à cause d'« un énorme déficit énergétique »*, 26 janvier 2024. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2043931/hydro-quebec-dividendes-energie-reservoirs>

²⁰ Les données du parc éolien de Rivière-au-Renard, en Gaspésie, opéré par Nergica, centre de recherche appliquée en intégration des filières éolienne et solaire démontre que : « Pour les mois d'été (Juin, Juillet, Août), notre facteur d'utilisation moyen est de 27.7 %, avec une vitesse de vent moyenne à 6.7 m/s (24.1 km/h). Pour les mois d'hiver (décembre, janvier, février), notre facteur d'utilisation passe à 45.1 %, avec une vitesse de vent moyenne à 9.0 m/s (32.3 km/h). »

²¹ La Presse, *Les coûts explosent*, 29 mai 2023. <https://www.lapresse.ca/affaires/2023-05-29/gestion-de-la-demande-de-pointe/les-couts-explosent.php>

Figure 14 – Coûts des principaux moyens de gestion de la demande de pointe (en millions de dollars)



Source : La Presse

Ainsi, grâce à sa production tout au long de l'année et nettement supérieure durant les mois les plus froids, la filière éolienne joue un rôle essentiel dans la gestion de l'approvisionnement en électricité en réduisant la nécessité de recourir à des importations d'électricité provenant de sources fossiles notamment du gaz naturel et même du charbon et à d'autres mesures telles que les compensations versées aux entreprises pour réduire leur consommation pendant les périodes de pointe.

6.5. Étapes de développement d'un parc éolien

Avant d'entreprendre l'installation d'un parc éolien, plusieurs étapes doivent être franchies dans le processus du projet. Ces étapes visent à garantir la faisabilité technique du projet, tout en respectant les critères de protection de l'environnement, d'acceptabilité sociale, d'engagement des communautés locales, et assure des retombées économiques régionales.

Le développement d'un parc éolien comprend 8 étapes :

- Sélection d'un site,
- Informations et consultations auprès des communautés d'accueil,
- Étude de faisabilité du projet,
- Obtention des autorisations environnementales,

- Pré-construction,
- Construction,
- Exploitation,
- Démantèlement.

a) Étape 1 : Sélection d'un site

L'étape préliminaire à tout projet est l'identification d'une zone d'implantation qui varie en fonction du potentiel éolien, de la capacité de raccordement au réseau d'Hydro-Québec et des contraintes réglementaires et techniques.

Ainsi, il n'est pas possible de construire un parc éolien n'importe où. Il faut tout d'abord s'assurer qu'il y a suffisamment de vent au site convoité, en effectuant, tel que mentionné ci-haut, des études météorologiques et de mesure de vent par le biais d'anémomètres, pour calculer la force et la vitesse du vent, de girouettes, pour en analyser la direction, et de thermomètre, pour confirmer la température ambiante.

Parallèlement, les promoteurs doivent confirmer avec Hydro-Québec la capacité disponible sur son réseau de transport électrique. En effet, tel qu'annoncé dans le plan d'action 2035 d'Hydro-Québec, le réseau électrique est saturé, limitant les possibilités de raccordement. Des investissements de 45 à 50 milliards \$ à l'horizon 2035 sont d'ailleurs prévus pour la construction de nouvelles lignes d'électricité afin d'être en mesure de répondre aux besoins grandissants du Québec.

Finalement, le site visé doit également répondre à certains critères techniques, telle que la constructibilité et l'accès au territoire, ainsi qu'à des paramètres réglementaires, comme les distances minimales à respecter avec des résidences et des infrastructures publiques.

b) Étape 2 : Informations et consultations auprès des communautés d'accueil

Une fois que le potentiel d'un site visé est confirmé et qu'une zone de projet est identifiée, les promoteurs communiquent avec les communautés d'accueil, composées généralement des municipalités régionales de comté (MRC), des municipalités et des communautés autochtones occupant le territoire, afin de valider l'intérêt de celles-ci envers le développement éolien chez elles. L'acceptabilité sociale étant une condition essentielle au développement de tout bon projet, les promoteurs ont développés l'habitude d'informer les communautés d'accueil dès les premiers balbutiements de leurs projets. Ce dialogue avec les représentants municipaux et autochtones se poursuit tout au long du développement des projets.

Des activités d'information et de consultations publiques, ainsi que de nombreuses rencontres avec plusieurs groupes d'intérêt du milieu, tels les groupes environnementaux, économiques, touristiques et autres, sont organisées dans un deuxième temps afin de prendre en considération les intérêts et préoccupations du public dans la conception du projet, dans la mesure du possible, et de répondre aux questions. Ces démarches d'information et de consultation se poursuivent tout

au long du développement et de la construction, et la communication est maintenue durant l'exploitation du parc éolien.

c) Étape 3 : étude de faisabilité du projet

Le projet entre ensuite dans une phase d'étude plus approfondie, visant à évaluer sa faisabilité avec précision. Le promoteur analyse alors plus spécifiquement les contraintes environnementales, et les bénéfices sur le plan socioéconomique, et entame l'ingénierie préliminaire du site en proposant des configurations qui seront amenées à évoluer et à se préciser au fil de la réalisation des inventaires environnementaux et fauniques, et des études techniques sur le terrain. Le promoteur doit également démontrer que le projet est conforme à la réglementation locale et régionale, ainsi qu'au schéma d'aménagement et de développement du territoire.

Dans le cas d'un appel d'offres, le promoteur est tenu de concevoir son projet en respectant scrupuleusement les règles énoncées dans les documents applicables. La première exigence consiste à identifier le site et à entreprendre les démarches nécessaires pour obtenir le droit d'usage ou de procéder à leur acquisition. Dans le cas d'un terrain privé, un contrat d'option devra avoir été signé. Sur un territoire public, après consultation des parties prenantes, telles que les MRC et les communautés locales, le ministère des Ressources Naturelles et des Forêts (MRNF) fournira une lettre d'intention.

d) Étape 4 : Obtention des autorisations environnementales

Pour des parcs de capacité supérieure à 10 MW, le promoteur est tenu d'entamer le processus d'évaluation environnemental du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Il est notamment tenu de soumettre une étude d'impact sur l'Environnement, réalisée par des experts indépendants, afin d'évaluer et anticiper les effets du projet sur l'environnement et sur l'économie de la région.

Les études d'impact environnemental portent sur les inventaires fauniques et floristiques, les études du climat sonore, les analyses de paysages et concernent notamment les oiseaux et rapaces, les chiroptères, les espaces aquatiques, les grands gibiers, les milieux humides et la couverture végétale. Les protocoles, établis par le gouvernement, sont suivis méticuleusement par les développeurs. Par exemple, pour les oiseaux de proies, les méthodes mises en place permettent de faire un suivi des inventaires pendant les périodes de migration et de reproduction.

S'ensuit ensuite le processus de consultation du MELCCFP, période lors de laquelle les citoyens peuvent faire une demande de consultation publique au Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement (BAPE). Le MELCCFP attendra alors les recommandations du BAPE avant d'émettre sa recommandation au gouvernement pour l'émission du décret. À partir de ces analyses, le gouvernement rendra par décret une décision sur le projet.

À noter que les réalités du développement éolien sont toutes autres que celles d'autres industries qui doivent également se conformer au processus d'évaluation environnemental du MELCCFP. Contrairement à un projet d'usine ou de minière où l'empreinte au sol est souvent prédéfinie et limitée, la configuration d'un projet éolien continuera d'évoluer et de se s'affiner pendant le processus d'évaluation environnemental, et ce, pour plusieurs raisons :

- 1) Le territoire visé par la zone de projet peut couvrir de larges superficies, et ce, même si l'impact au sol d'un projet éolien représente au final moins de 5 % de cette zone;
- 2) La configuration du projet dépend de plusieurs aspects, dont les modèles d'éoliennes qui évoluent constamment. En effet, les manufacturiers d'éoliennes doivent adapter les modèles de turbine afin que ces dernières soient compatibles avec les différentes réalités du site;
- 3) La configuration dépend également des inventaires techniques et environnementaux qui seront identifiées au cours des multiples inventaires. Par exemple, la découverte d'un milieu humide, la capacité portante du sol ou l'accès limité, voire impossible, à une position d'éolienne potentielle, sont des exemples d'éléments qui pourraient nécessiter des modifications à la configuration préliminaire d'un projet.

C'est pour ces raisons que les producteurs déposent, au début du processus d'évaluation environnemental, un scénario de configuration maximal, afin de pouvoir anticiper les impacts maximaux du projet, et ainsi avoir la flexibilité requise pour réduire ou déplacer le nombre de positions d'éoliennes au fur et à mesure que la configuration se précise. C'est de cette façon que les 3 946 MW d'éolien déjà en service au Québec ont été développés.

Finalement, avant que le projet ne se concrétise, le promoteur doit soumettre les plans et devis de son projet afin d'obtenir un certificat d'autorisation du MELCCFP, en vertu de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement. Cette loi, en vigueur depuis le 23 mars 2018, a pour objectif de s'assurer que les projets soient conformes aux plus hauts standards en matière de protection de l'environnement. Parmi les conditions à respecter, on peut citer²² :

- Réalisation d'un programme de suivi de la faune avienne et des chauves-souris;
- Réalisation d'un programme de suivi des sols agricoles remis en culture;
- Réalisation d'un plan de gestion des matières résiduelles;
- Réalisation d'un programme de protection de la faune aquatique;
- Démantèlement du parc éolien.

e) Étape 5 : Pré-construction

À cette étape du projet, le promoteur entreprend les démarches pour obtenir les permis et certificats nécessaires à la réalisation du projet tels que les droits fonciers et établi un plan de financement.

²² MEIE, *Énergie éolienne, cadre d'implantation*. <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/le-secteur/eolien/energie-eolienne/cadre-dimplantation>

f) Étape 6 : Construction

La construction du parc est réalisée en prenant en compte les mesures environnementales et de sécurité issues de l'étude d'impact ainsi que des recommandations du BAPE. Des experts des autorités compétentes s'assurent de la conformité du projet.

Dans un souci de transparence, le promoteur met en place des comités de suivis qui permettent de communiquer régulièrement sur l'avancement des travaux auprès de la communauté d'accueil.

g) Étape 7 : Exploitation

Pendant la durée de l'exploitation du parc, qui s'étend généralement sur une période de 20 à 30 ans, le promoteur est requis par décret gouvernemental de mettre en place une garantie financière pour le démantèlement et de mener à bien les programmes de suivi environnemental. En cas d'événement imprévu ou de dépassement de certaines exigences, des solutions sont envisagées en collaboration avec le MELCCFP et des groupes spécialisés lorsque nécessaire.

a) Étape 8 : Démantèlement

A la fin du contrat entre la société d'État et le promoteur, l'opérateur évaluera si le parc peut poursuivre ses activités de production d'électricité. Dans ce cas-là, le projet ferait l'objet d'un renouvellement de contrat d'approvisionnement.

Lorsque le parc arrive en fin de vie, le promoteur est responsable de son démantèlement. Cette étape est prévue et provisionnée par le promoteur dès l'élaboration du projet. C'est le promoteur qui est responsable du démantèlement et de remettre le site en état selon les paramètres et exigences réglementaires qui seront en vigueur à ce moment.

Dans le cadre d'un appel d'offres, comme c'est le cas pour le projet de la Forêt Domaniale, le fournisseur d'électricité est tenu de fournir à Hydro-Québec, au plus tard 5 années avant l'échéance du contrat, un rapport détaillant le plan et les coûts nets du démantèlement du parc éolien²³. Une garantie financière de démantèlement, équivalente à l'estimation du coût net associé, doit également être fournie sous forme, par exemple, d'une lettre de crédit.

Cette phase du projet, qui doit débuter dans les 2 années suivant la cessation d'exploitation du parc, englobe le démantèlement des installations, la restauration des chemins d'accès et la remise du site à son état initial par des travaux de revégétalisation et d'aménagement adaptés aux spécificités du milieu.

²³ Hydro-Québec, Document d'appel d'offres A/O 2021-01. <https://www.hydroquebec.com/data/achats-electricite-quebec/pdf/addenda-1-dao-2021-01-480mw-20220121.pdf>

6.6. Acceptabilité sociale

L'acceptabilité sociale des projets est une priorité majeure pour les promoteurs. Comme mentionné ci-dessus, ce critère est pris en compte dès le début du projet, puisque la communication et la transparence sont des éléments indispensables pour maintenir de bonnes relations avec la communauté d'accueil. Plusieurs types d'activités de consultation et d'information peuvent être mise sur pied afin de s'assurer que le projet reflète les intérêts du milieu et d'intégrer, au besoin, certaines mesures consensuelles d'adaptation. Des comités de suivi sont souvent également établis. Composés de représentants de la région d'accueil, ces groupes de travail sont maintenus tout au long des différentes phases du projet afin de garantir que celui-ci s'adapte adéquatement au milieu.

Par ailleurs, lors de la phase d'étude du projet, Hydro-Québec exige une preuve d'acceptabilité sociale, qui prend la forme d'un vote certifié des conseils municipaux et des MRC concernés.

Dépendamment du contexte du projet, les promoteurs favorisent des modèles de partenariats durables avec les communautés autochtones, à part égales dans le projet. Ces ententes garantissent notamment des revenus pendant la durée du projet, qui sont notamment investis dans des programmes sociaux, de jeunesse, de formation ou encore linguistiques. Le développement économique de ces communautés est aussi assuré par la création de nombreux emplois fiables et durables, pendant les phases de construction et d'exploitation. Ainsi, les communautés locales et autochtones bénéficient des retombées économiques des projets d'éoliens. Dans le cadre du projet de la Forêt Domaniale, une entente de 30 ans a été signée entre EDF solutions électriques et l'Alliance de l'énergie de l'Est, qui aura pour effet de maximiser les retombées pour les communautés locales et autochtones.

En comparaison avec les autres filières d'énergies, l'éolien bénéficie d'une assez bonne popularité. Selon un récent sondage mené auprès des Québécois en 2023 sur l'avenir de l'électricité²⁴, 43 % des répondants choisissent l'éolien et le solaire, tandis que la construction de nouveaux barrages et la production nucléaire n'ont recueilli que 20 % et 8 % respectivement. Un autre sondage, réalisé par CIRANO en 2022 sur la répartition de l'acceptabilité sociale de projets et des enjeux au Québec²⁵, classe les parcs éoliens au troisième rang des sujets les plus acceptables. 72 % des personnes interrogées se sont montrées favorables, voire très favorables à leur égard.

Bien que chaque projet soit unique par sa configuration et le contexte socio-économique ou environnemental de son emplacement, il est observé qu'une fois en opération, il y a généralement une augmentation de l'acceptation de la filière éolienne par la population locale. Cette tendance a été étudiée notamment par la firme Multi-Réseau en 2007. À l'aide d'un sondage multivarié mené auprès de deux populations, les chercheurs ont constaté que l'opinion favorable de la

²⁴ Le Soleil, Sondage SOM, 11 septembre 2023. <https://www.lesoleil.com/actualites/politique/2023/09/11/sondage-em-som-le-soleil-em-la-sante-preoccupe-le-nucleaire-inquiete-POXLXDU3LFFAHMJ2R66QAV7Euu/>

²⁵ CIRANO, Répartition de l'acceptabilité sociale des projets / enjeux au Québec en 2022. <https://www.mondo.international/barometre/donnees/perception/pages/acceptabilite.html>

population vivant à proximité du parc éolien est passée de 83 % avant sa mise en service à 86 % après²⁶. On retient également que :

- 73 % des répondants estiment que le parc a des retombées économiques positives;
- 74 % croient que l'installation d'un parc ne nuit pas au tourisme de la région;
- 72 % pensent que vivre près d'un parc ne représente pas de risque pour la santé.

6.7. Questions fréquentes autour de l'éolien

Ces dernières années, l'industrie éolienne a connu une expansion remarquable, non seulement au Québec, mais aussi à l'échelle mondiale. L'implantation de nouveaux parcs suscite des préoccupations au sein de la population, régulièrement évoquées dans les médias, ainsi qu'au cours des consultations préliminaires et des audiences publiques du BAPE. Dans le but d'approfondir la compréhension des enjeux liés à l'énergie éolienne, l'AQPER tient à démystifier les préjugés injustement attribués aux éoliennes.

- **Impact sonore des éoliennes et santé**

Il est indéniable que le bruit environnemental, d'une manière générale, représente un problème majeur pour la santé publique. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) reconnaît que la pollution par le bruit est un problème de plus en plus fréquent, pouvant entraîner des effets physiques et psychosociaux, tels que des troubles du sommeil, des maladies cardiovasculaires et des difficultés sur l'apprentissage²⁷.

Comparativement à de nombreuses autres sources de bruit environnemental, les niveaux de bruit générés par un parc éolien sont faibles. L'Institut National de Santé Publique du Québec, l'INSPQ a établi qu'à une distance de 500 m, le niveau de bruit est d'environ 33 à 40 dB²⁸. Ce niveau sonore correspond à celui ambiant dans une bibliothèque. Pour donner un point de comparaison, le niveau sonore des transports devant le logement d'un riverain peut dépasser les 70 dB.

Dans ses lignes directrices, l'OMS recommande de limiter l'exposition au bruit des éoliennes à 45 dB. En analysant les études disponibles, l'INSPQ a étudié les effets sur la santé liés au bruit des éoliennes et plus spécifiquement sur le sommeil²⁹. Après analyse des données, il apparaît que les résultats ne permettent pas de conclure à un effet sur les perturbations du sommeil, des facteurs externes non acoustiques pouvant influencer la perception de ces individus.

²⁶ LÉGER, Caroline, Lemieux, Daniel, *Les éoliennes : c'est beau et c'est bon*, *Enerview*, printemps 2008. Enquête téléphonique réalisée auprès de 1000 personnes.

²⁷ Gouvernement du Québec, *Effets du bruit environnemental sur la santé*, 13 juin 2023.

<https://www.quebec.ca/sante/conseils-et-prevention/sante-et-environnement/effets-du-bruit-environnemental-sur-la-sante>

²⁸ INSPQ, *Éolienne et santé publique*, 2013.

https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/1633_eoliennesp_synthconn_mai.pdf

²⁹ INSPQ, *Effets sur la santé liés au bruit des éoliennes : dérangement et perturbations du sommeil*, 2022.

<https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/3296-effets-sante-bruit-eoliennes-derangement-perturbations-sommeil.pdf>

- **Impact des éoliennes sur l'expérience touristique**

La beauté des paysages joue un rôle crucial dans l'attrait touristique d'une région. C'est donc logique que l'installation d'éoliennes soulève des questions sur l'attrait touristique et l'économie locale. Pour répondre à ces interrogations, une étude quantitative a été réalisée dans la région de la Gaspésie, qui est le berceau de l'éolien au Québec et où se concentre la majorité des parcs. Les grandes tendances qui ressortent de cette enquête confirment que l'impact des éoliennes sur l'expérience touristique est très faible³⁰.

- **Impact carbone d'une éolienne**

Comme étudié dans la partie 4.2, l'empreinte carbone d'une éolienne est faible. Selon les études, il faudrait de 12 à 18 mois de production d'électricité pour que l'éolienne rembourse son empreinte carbone, ce qui est peu considérant sa durée de vie, pouvant atteindre plus de 30 ans.

- **Occupation des terres**

Pendant la phase de construction, il est estimé que l'empreinte au sol est de 1 hectare par éolienne. Cette zone temporaire correspond à l'emplacement nécessaire pour livrer les pièces requises à l'assemblage de l'éolienne.

L'impact d'une éolienne sur l'occupation des terres est donc très faible, notamment en comparaison à d'autres sources d'énergies. ☒

³⁰ Téoros, *Impact des paysages éoliens sur l'expérience touristique*, 2017. <https://journals.openedition.org/teoros/3096#tocto1n6>

7. Projet éolien de la Forêt Domaniale

7.1. Description du projet

Le parc éolien de la Forêt Domaniale s'inscrit dans le cadre de la transition énergétique du Québec et vise à augmenter la capacité de production d'énergie éolienne de la province en installant 30 éoliennes d'environ 6 MW chacune et cumulant une puissance de 180 MW.

Il offre ainsi une source d'énergie propre et renouvelable qui sera intégrée au réseau de transport d'Hydro-Québec. Il est construit sur le territoire des municipalités de Cap-Saint-Ignace, Sainte-Apolline-de Patton et Notre-Dame-du-Rosaire et sur celui de la ville de Montmagny, dans la MRC de Montmagny, province de Québec. Le parc engendrera de nombreuses retombées qui bénéficieront à la communauté locale.

Ce Projet prévoit notamment des investissements et des contributions significatives dans la communauté durant les phases de développement, de construction et d'opération du Projet :

- Le projet prévoit un versement annuel de 5700\$ par mégawatt installé aux municipalités accueillant des éoliennes et un versement annuel de 50 000\$ à la Ville de Montmagny pour accueillir la sous-station électrique. Ces montants seront indexés annuellement à l'IPC du Québec.
Pour le parc de la Forêt Domaniale, cela représente 1,1 millions \$ pour la première année et plus de 44 millions \$ sur les 30 ans d'opération du projet.
- Le parc est développé en partenariat à part égales entre EDF solutions électriques et l'Alliance de l'énergie de l'Est, qui représente 16 MRC et la Première Nation Wolastqiyik Wahsipekuk. En tant que copropriétaire, l'Alliance recevra la moitié des profits du projet. Ces revenus autonomes permettront aux communautés de financer des projets concrets pour améliorer la qualité de vie de leurs citoyennes et citoyens — aujourd'hui et pour les décennies à venir.

Il est aussi important de mentionner que le coût de réalisation du projet est évalué à 600 millions de dollars. Le projet prévoit la création de 250 emplois pour la phase de construction et jusqu'à 10 emplois permanents.

Conclusion

Face à la croissance des besoins énergétiques du Québec, la transition vers des sources d'énergie renouvelables n'est plus une option, mais une nécessité. Hydro-Québec estime qu'il faudra ajouter jusqu'à 200 TWh d'électricité d'ici 2050 pour répondre à la demande croissante, tout en respectant nos engagements de réduction des gaz à effet de serre.

Parmi les sources d'énergie disponibles, l'éolien s'impose comme une solution à la fois rapide à déployer, compétitive et respectueuse de l'environnement. Grâce aux innovations technologiques, les éoliennes d'aujourd'hui sont plus performantes, plus discrètes et mieux intégrées dans leur milieu. Elles permettent de produire une énergie propre, fiable, locale et surtout porteuse de retombées positives pour les régions.

C'est dans cet esprit que s'inscrit le parc éolien de la Forêt Domaniale. Situé dans un secteur où le potentiel venteux est optimal, ce projet de 180 MW repose sur une collaboration à parts égales entre EDF solutions électriques et l'Alliance de l'énergie de l'Est, qui regroupe 16 MRC et la Première Nation Wolastoqiyik Wamsipekuk. Ce modèle unique de gouvernance partagée garantit que les bénéfices générés par le parc resteront dans les communautés qui en sont les hôtes.

Le projet prévoit la mise en place d'infrastructures clés chemins d'accès, réseau collecteur, poste de transformation, installations de service pensées pour assurer un fonctionnement efficace, tout en limitant les impacts sur l'environnement et le territoire.

Au-delà de la production d'électricité verte, le parc de la Forêt Domaniale représente une opportunité concrète de développement local : des redevances annuelles versées aux municipalités, des profits réinvestis dans les communautés et des retombées durables pour les citoyennes et citoyens.

Ce projet symbolise une nouvelle façon de produire l'énergie : juste, locale, et participative. Il témoigne de ce que l'on peut accomplir quand les territoires prennent part activement à la transition énergétique. Le parc éolien de la Forêt Domaniale, c'est une énergie d'avenir, développée avec et pour les communautés d'ici.