

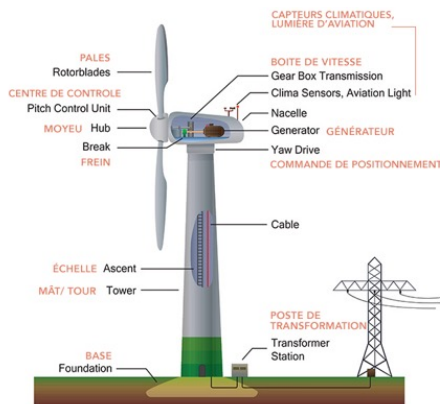


Démystifier l'énergie éolienne

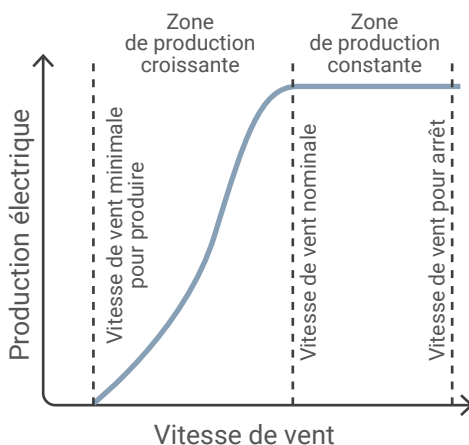
Contexte

L'énergie éolienne consiste à exploiter l'énergie cinétique du vent. Les éoliennes produisant de l'électricité peuvent être installées à terre ou en mer sur le bord des côtes (éolien offshore). Le parc éolien mondial a une puissance installée de près de 900 GW (environ 3,3 % de l'énergie mondiale consommée en 2022 (1)). Le Canada représente environ 1,7 % de la capacité mondiale, dont environ le quart provient du Québec.

Composantes typiques d'une grande éolienne



Courbe de puissance typique d'une éolienne



Description et fonctionnement

Les éoliennes ont de grandes pales, qui tournent lorsque le vent souffle. Ces pales couplées sur un moyeu forment la turbine, qui récupère cette énergie du vent sous forme d'énergie cinétique de rotation. Cette turbine ou rotor est liée dans une nacelle par un arbre en métal ou par l'intermédiaire d'une boîte de vitesse à un aérogénérateur qui convertit cette énergie mécanique en électricité. Cette électricité passe par un transformateur et des systèmes de protection, avant d'être branchée au point de livraison (poste sur le réseau électrique). Cette nacelle est montée sur un mât en acier ou en béton, fixé solidement à une fondation de béton, renforci par des câbles dont la hauteur peut atteindre plus de 300 m. Des instruments de mesure tels un anémomètre et une girouette situés sur la nacelle permettent de contrôler l'orientation (yaw) de la turbine pour l'ajuster en tout temps perpendiculairement au vent. La turbine d'une grande éolienne tourne en moyenne entre 10 et 20 tours chaque minute. Les éoliennes ont besoin d'une vitesse minimum de vents entre 12 et 14 km/h pour produire de l'électricité. La production atteint un maximum lorsque les vents sont entre 50 et 60 km/h. Lorsque les vents dépassent 90 km/h, la production est freinée afin d'éviter de briser l'éolienne.

L'énergie produite par une éolienne dépend de 3 facteurs principaux :

1. La température qui influe sur la densité de l'air qui pousse sur les pales : par exemple pour une même vitesse de vent, une éolienne produira plus en hiver qu'en été, car l'air est plus dense, donc pousse plus fort sur les pales.
2. La forme aérodynamique et la longueur des pales : si on double la longueur des pales, la surface balayée par la turbine quadruple, comme la production de l'éolienne. L'aérodynamisme des pales est un secret unique à chaque éolienne.
3. La vitesse du vent : c'est le facteur qui influe le plus sur la production d'une éolienne, car elle est proportionnelle au cube de la vitesse du vent. En d'autres termes, si on double la vitesse du vent, on multiplie par 8 l'énergie produite par l'éolienne. Pour de plus grands vents, des mécanismes régulent la rotation des pâles.

Une éolienne peut capter au maximum 59,3 % de l'énergie du vent qui frappe sa turbine. C'est un maximum théorique connu sous le nom de limite de BETZ. Les éoliennes peuvent être utilisées seules, mais elles sont souvent regroupées ensemble dans ce qu'on appelle un parc éolien. On ne parlera pas ici des micros éoliennes pour les particuliers, car elles sont non présentes en milieu urbain. Leur rapide vitesse de rotation engendre des usures prématurées ainsi que des bruits audibles désagréables.



Démystifier l'énergie éolienne

Avantages ²

- Inépuisable et produit peu de gaz à effet de serre sur son cycle de vie.
- Ne requiert pas de carburant et ne crée aucune pollution de l'air, de l'eau ou du sol en exploitation.
- Empreinte au sol requise pour construire une éolienne est relativement petite. Les activités industrielles et agricoles peuvent donc continuer autour d'un parc éolien et l'installation peut être démantelée relativement facilement.
- Développement en mode offshore qui présente un potentiel non négligeable.
- Implantées localement, les éoliennes selon leur taille peuvent répondre à des besoins électriques de masse (<https://www.enercon.com/>) tout comme à des besoins plus locaux (ex. : <https://eocycle.com/fr/>).

Inconvénients ²

- Quantité d'énergie et électricité produites très variables, selon la vitesse et de la régularité du vent.
- Perceptions de pollution visuelle de près et de loin et sonore de proximité.
- Peut constituer une menace pour la faune (ex. : oiseaux ne distinguent pas les palmes). Le taux de mortalité dû aux éoliennes est quand même bas.

- Durée de vie d'environ 20 à 30 ans. La majeure partie du matériel est recyclable si les installations nécessaires sont présentes, mais certaines composantes sont difficiles, sinon impossibles, à recycler (ex. : pales).
- Source d'énergie intermittente et zones de fort potentiel de vent limitées.
- Conflits d'utilisation de l'espace terrestre ou marin possibles avec les autres usagers (ex. : pêcheurs, plaisanciers, agriculteurs, etc.). Un processus d'adhésion sociale et de partenariat en amont est essentiel.
- Effet stroboscopique : lorsque le ciel est dégagé et que le soleil est bas sur l'horizon, une éolienne projette une ombre sur le terrain qui l'entoure. Cette ombre peut s'avérer gênante pour certains individus, en particulier lorsque l'éolienne est en mouvement et que l'ombre des pales est projetée sur des résidences ou des lieux de travail. Ce phénomène est appelé « effet stroboscopique ».

Impact et potentiel pour le territoire de la MRC de Marguerite d'Youville

L'emplacement d'un parc éolien doit être bien réfléchi. Des campagnes de mesure de vent, des simulations de production sonore, des processus d'acceptabilité sociale et une

planification technicoéconomique sont parmi les activités essentielles avant de passer devant le BAPE. Plusieurs pays ont des règlements interdisant la construction d'éoliennes à moins de 300 à 750 mètres des habitations. On évite de construire des parcs éoliens dans les couloirs de migration des oiseaux ou aux endroits où il y a des espèces menacées. Des lumières doivent être ajoutées sur la nacelle afin de les rendre plus visibles pour les oiseaux et aux objets volants.

La puissance éolienne installée ayant débuté en 1998 sur le territoire québécois se situe aux alentours de 4000 MW, ayant un productible de 10 TWh /an. L'énergie éolienne produite par de tels parcs est acheminée sur le réseau d'Hydro-Québec à 100 %. Au Québec, une éolienne tourne en moyenne 75 % à 90 % du temps : un ratio non négligeable. Le facteur d'utilisation moyen (rapport entre la puissance moyenne effectivement délivrée et la puissance nominale installée) est de 30 %. Hydro-Québec annonçait, en mars 2023, six nouveaux projets éoliens pour un total de 1 150 MW. Ceux-ci s'ajoutent aux parcs Apuiat (200 MW) actuellement en construction et Des neiges (1 200 MW) en cours d'évaluation environnementale.

De plus, un nouvel appel d'offres de 1 500 MW en énergie éolienne a été lancé le 31 mars 2023 par Hydro-Québec. Une vision ambitieuse pour le développement de la filière éolienne au Québec est également prévue afin que la capacité de production soit doublée d'ici à 2030 et quadruplée d'ici à 2040, ce qui fera passer les 4 000 MW de capacité éolienne installée à 16 000 MW si les besoins énergétiques prévus dans les plans d'approvisionnement d'Hydro-Québec le justifient.

Références

1. <https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads>
2. <https://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/geographie/les-energies-renouvelables-q1036>

