

Production d'électricité au moyen de petites éoliennes pour un usage domestique ou agricole

S. Clarke, ing.

Fiche technique

FICHE TECHNIQUE 18-006 AGDEX 767 JANVIER 2018

(remplace la fiche technique 03-048 du MAAARO

Production d'électricité à domicile ou à la ferme au moyen de petites éoliennes)

INTRODUCTION

La présente fiche technique fournit de l'information de base au sujet des petits systèmes éoliens : le choix de l'emplacement, la sélection d'un système, les éléments techniques à considérer et les exigences d'approbation.

La production d'énergie au moyen de petites éoliennes n'exige pas un grand terrain – les propriétaires fonciers peuvent continuer de cultiver tout en recueillant de l'énergie éolienne. De plus, elle repose sur une ressource renouvelable locale et réduit les émissions de carbone. Les propriétaires fonciers optent souvent pour l'énergie de la petite éolienne après avoir examiné divers incitatifs économiques s'ils disposent d'un vent de qualité à l'échelle locale et s'ils souhaitent produire leur propre électricité.

Une petite éolienne (figure 1) est considérée comme telle si elle ne produit pas plus de 50 kW d'électricité. Certaines administrations entendent par « petite » une éolienne produisant jusqu'à 100 kW. De telles éoliennes sont conçues pour être utilisées à domicile, sur la ferme et dans de petites entreprises, comme source d'électricité auxiliaire ou pour compenser l'utilisation du réseau électrique, ce qui se traduit par des factures d'électricité moins élevées. Les pales d'une petite éolienne tournent à une vitesse moyenne de 175 à 500 tours/minute, et certaines peuvent atteindre jusqu'à 1 150 tours/minute.

Les micro-éoliennes (<1 kW) sont utilisées pour recharger les batteries de véhicules récréatifs (autocaravanes, voiliers, etc.), les clôtures électrifiées et les systèmes d'irrigation. La plupart des systèmes éoliens ont une durée de vie de 10 à 15 ans et incluent une garantie de 5 ans. Les micro-éoliennes peuvent être achetées dans les magasins de détail ou en ligne.



Figure 1. Petite éolienne sur une ferme.

Source : Anton Schoenberger, Ontario Wind Smith.

Une petite éolienne peut s'avérer une source pratique et économique de production d'électricité pour la maison ou la ferme si :

- la propriété dispose d'une bonne ressource éolienne (source de vent);
- la hauteur de la tour est supérieure à 18,2 m (60 pi);
- la turbine est certifiée par le Small Wind Certification Council (SWCC) ou un organisme canadien équivalent;
- la propriété n'a pas un accès facile aux lignes d'approvisionnement, étant éloignée du réseau électrique;
- l'acquéreur est à l'aise avec l'idée d'investir à long terme et souhaite réduire les factures d'électricité.

ACCÈS AU VENT — MON SITE CONVIENT-IL POUR UNE PETITE ÉOLIENNE?

La qualité des conditions de vent locales est un important facteur à considérer pour déterminer la viabilité économique d'une éolienne à domicile ou pour une exploitation agricole. En règle générale, des vitesses annuelles moyennes de vent d'au moins 4,0 à 4,5 m/s (14,4 à 16,2 km/h; 9,0 à 10,2 mi/h) sont nécessaires pour qu'une petite éolienne produise suffisamment d'électricité pour être rentable. Une carte des vents constitue une ressource utile pour évaluer le potentiel en énergie éolienne d'un emplacement (figures 2 et 3).

L'Atlas canadien d'énergie éolienne (ACEE), accessible en ligne, comporte une carte interactive des ressources éoliennes qui affiche des données sur la vitesse des vents à un emplacement à 200 m (656 pi). L'Atlas des énergies renouvelables de l'Ontario est une autre bonne source d'information sur le vent.

L'Atlas consiste en une application Web interactive qui permet aux utilisateurs de créer et de consulter des cartes personnalisées sur la vitesse du vent et la densité de l'énergie éolienne, et d'agrandir des images d'un emplacement afin de suivre les vitesses du vent à différentes altitudes.

Il peut être utile de vérifier les mesures de la vitesse du vent enregistrées à une station météo locale, car elles fournissent des données de référence dans un secteur donné. Il ne faut pas oublier de prendre en compte les facteurs d'emplacement observés dans de telles stations (comme la présence d'arbres ou d'édifices à proximité), car ils peuvent influencer la mesure de la vitesse.

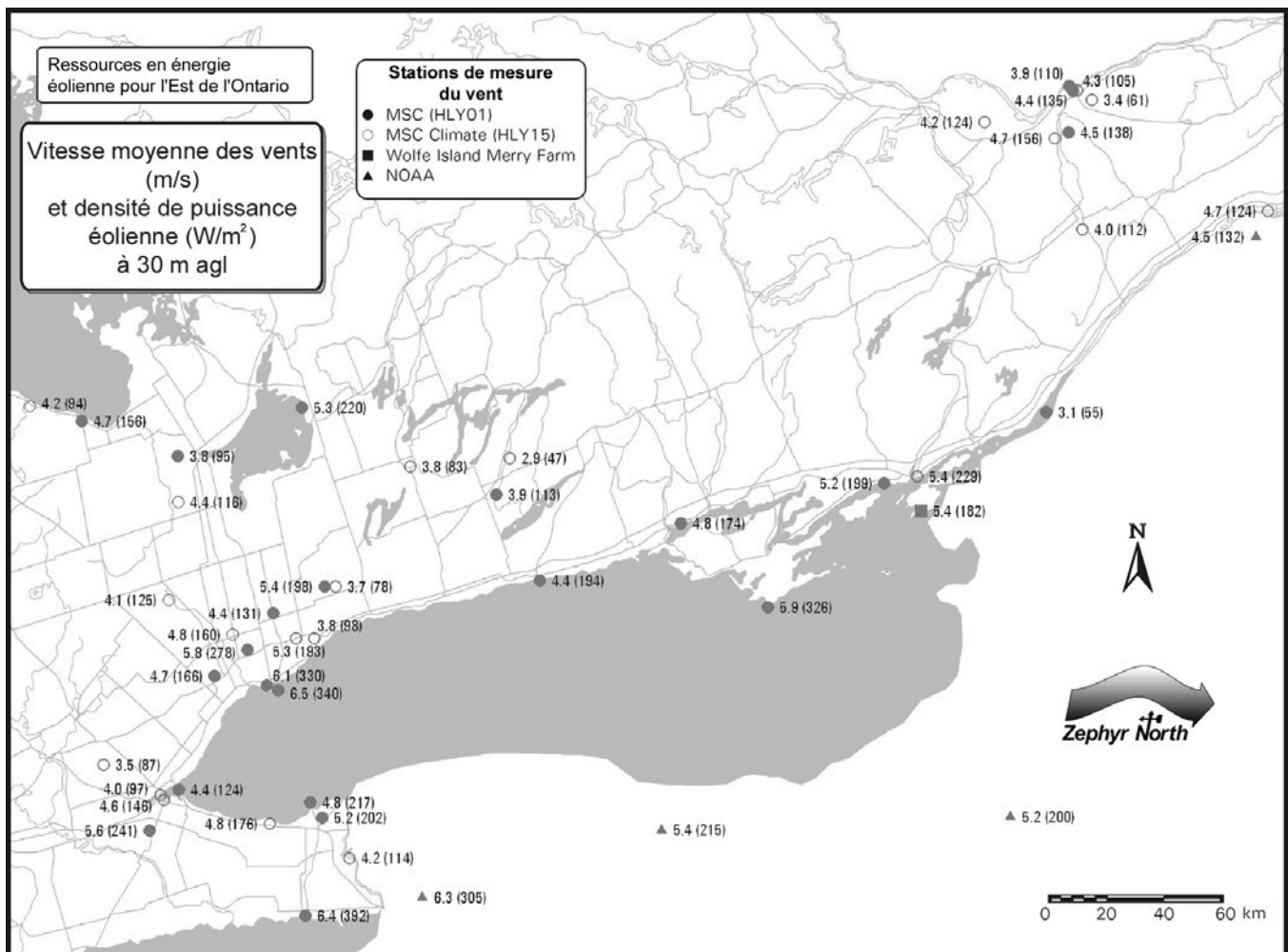


Figure 2. Carte des vents de l'Est de l'Ontario. **Nota :** a.g.l. = above ground level (au-dessus du niveau du sol).
Source : Wind Resource Assessment in Eastern Ontario, CANMET, Ressources naturelles Canada.

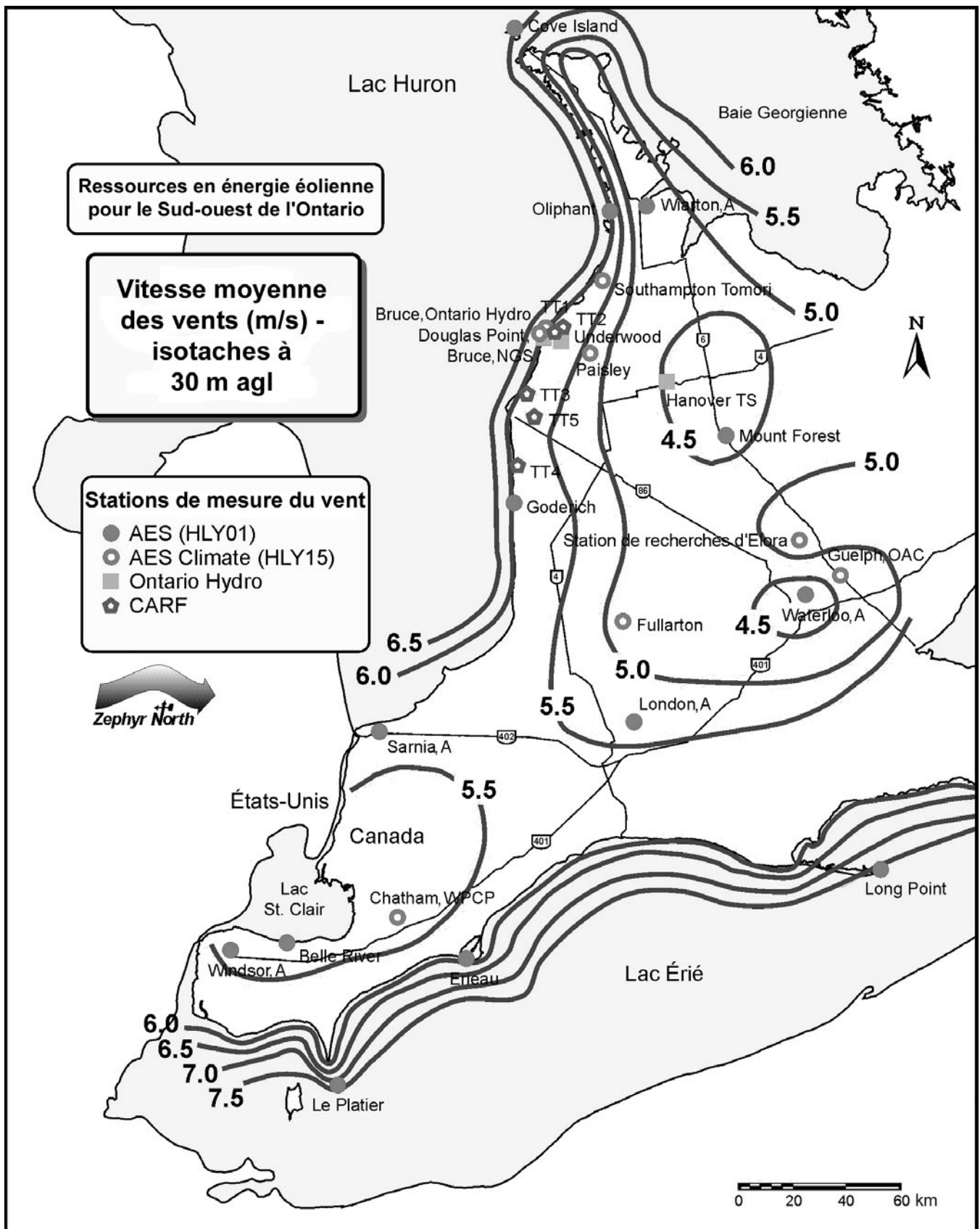


Figure 3. Carte des vents du Sud-Ouest de l'Ontario. **Nota :** a.g.l. = above ground level (au-dessus du niveau du sol).
 Source : Wind Resource Assessment in Southwestern Ontario, CANMET, Ressources naturelles Canada.

Pour estimer plus précisément la vitesse du vent, l'utilisation d'un système conçu pour la mesure de l'énergie éolienne est recommandée. Bien qu'un système d'évaluation des ressources en énergie éolienne puisse être coûteux, si le terrain de la propriété est montagneux et présente des caractéristiques inhabituelles (topographie), son acquisition pourrait simplifier l'enregistrement de données précises sur l'emplacement désiré.

Quel que soit le système de mesure utilisé pour une petite éolienne, il faut enregistrer les données pendant une période d'au moins un an et les comparer avec celles d'une autre source. Il est très important que l'équipement de mesure soit installé assez haut pour éviter la turbulence créée par les arbres, les bâtiments ou tout autre obstacle. Les lectures seront plus utiles si elles sont prises à la hauteur du moyeu, c'est-à-dire à la partie supérieure de la tour où l'éolienne sera installée (figure 4).

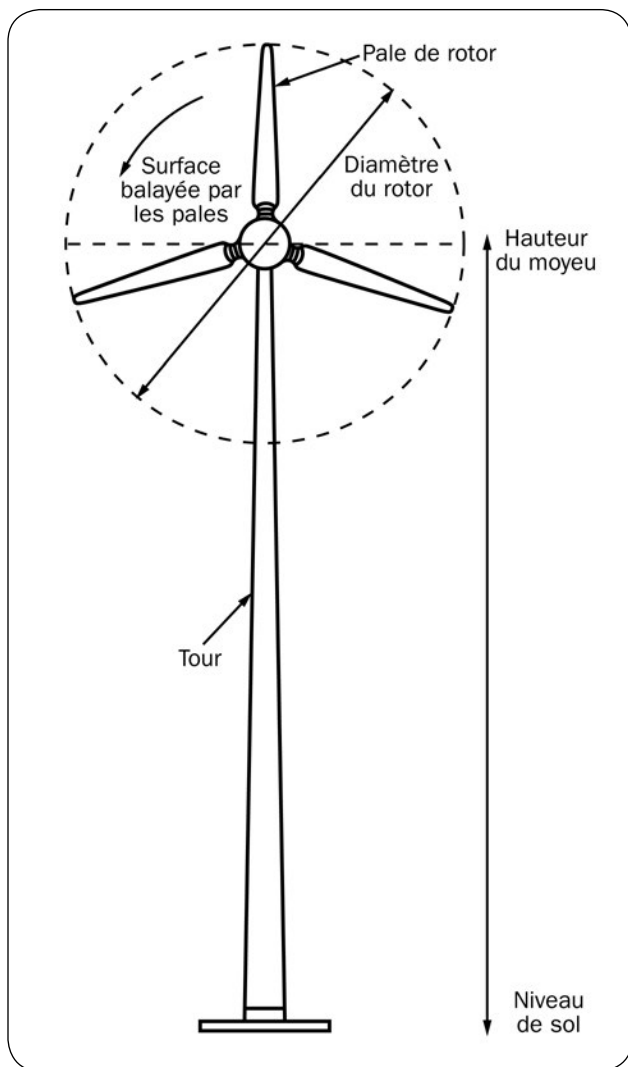


Figure 4. Principaux éléments d'une éolienne; hauteur du moyeu.

La présence d'une autre petite éolienne dans la région permet d'épargner temps et efforts : le propriétaire peut fournir de l'information sur la production électrique annuelle et des précisions sur la vitesse des vents. De tels renseignements pourraient être très utiles pour fournir une solution de rechange à un système d'évaluation des ressources éoliennes.

COMPRENDRE LES COÛTS D'UNE ÉOLIENNE

Une éolienne coûte, en moyenne, entre 8 000 \$CAN et 11 000 \$CAN par kilowatt-heure (6 000 \$US et 8 200 \$US). Un modèle produisant jusqu'à 10 kW peut donc coûter entre 80 000 \$CAN et 110 000 \$CAN.

Cependant, les coûts peuvent être supérieurs d'au moins 50 % selon l'état du site, l'éloignement, les frais d'interconnexion, les droits de permis et d'autres dépenses. Le coût de l'énergie éolienne, contrairement aux autres sources d'énergie électrique, consiste presque entièrement en l'achat et l'installation du système. Une fois la turbine est installée, il n'y a aucuns frais de carburant associés à son fonctionnement; il suffira de payer pour l'entretien de l'éolienne.

Faire ou économiser de l'argent

La réalisation d'économies par la production d'électricité à partir de ressources renouvelables, afin de compenser l'utilisation d'énergie électrique ou pour des emplacements hors réseau, n'est possible que si les coûts de production globaux sont inférieurs à ceux de l'obtention d'énergie par d'autres sources. Le propriétaire peut soit entièrement consommer l'électricité qu'il produit, soit la revendre au réseau de distribution local en échange d'un crédit sur sa facture d'électricité, en vertu d'une entente de facturation nette avec un fournisseur d'électricité.

La facturation nette

Un consommateur d'électricité, par exemple un propriétaire de terrain ou une entreprise, peut, en vertu d'une entente de facturation nette, produire de l'électricité à partir d'une source d'énergie renouvelable pour son propre usage tout en restant relié au réseau de distribution au besoin. Les clients soumis à la facturation nette bénéficient d'un crédit sur leur facture d'électricité en envoyant leur excédent d'énergie au réseau lorsque leur production excède leur consommation.

Lors de chaque période de facturation, le fournisseur d'électricité crédite la valeur de l'énergie fournie au réseau afin de compenser le prix de l'électricité

consommée. Si la valeur de l'électricité fournie au réseau excède celle de l'électricité consommée, un solde positif apparaîtra sur la facture, reportable d'une facture à la suivante (pour une période maximale de 12 mois).

Le montant de la facture d'électricité sera calculé en fonction de la différence entre la valeur pécuniaire de l'énergie électrique consommée à partir du réseau et celle de l'énergie fournie au réseau à partir du système à énergie renouvelable. Le client conserve la responsabilité de la partie fixe de la facture afin de garder un accès à une source d'électricité fiable grâce au réseau.

Ces valeurs pécuniaires sont calculées à partir des tarifs « par unité d'électricité » (en \$/kilowatt-heure ou \$/kilowatt) en fonction de la catégorie de client. Les frais fixes (en \$/mois) ne font pas partie du calcul et ne sont donc pas affectés par la facturation nette.

Depuis le 1^{er} juillet 2017, les systèmes de production électrique à énergie renouvelable de toutes tailles peuvent être admissibles à la facturation nette, à condition que l'électricité produite par le propriétaire le soit pour son propre usage et qu'il soit possible de relier l'installation au réseau de distribution local. L'équipement de stockage d'énergie peut également être associé aux installations de production d'électricité admissibles à la facturation nette afin d'augmenter éventuellement les capacités techniques, par exemple par la création d'un circuit électrique de secours ou par l'adaptation des besoins électriques du client.

Les contraintes du réseau électrique dans certaines zones de la province limitent la quantité d'installations de production électrique (y compris les systèmes à facturation nette) pouvant être reliées à un distributeur local. Veuillez communiquer avec votre fournisseur d'électricité local pour obtenir de plus amples renseignements sur les possibilités de facturation nette et sur le branchement à un système de production d'électricité à énergie renouvelable. Pour trouver un fournisseur d'électricité, consultez le site Web de la Société indépendante d'exploitation du réseau d'électricité, au www.ieso.ca (en anglais).

APPROBATIONS EXIGÉES POUR L'INSTALLATION DE PETITES ÉOLIENNES

Les projets de production d'énergie renouvelable peuvent nécessiter l'obtention d'approbations et de permis, selon leur type et leur importance. Avant de lancer un tel projet, assurez-vous de respecter toutes les exigences réglementaires.

L'autorisation de projet d'énergie renouvelable (APER) est un processus administré par le ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique (MEACC) qui applique des normes provinciales et exige la transparence et une consultation obligatoire des Autochtones, du public et des municipalités pour la plupart des projets de production d'énergie éolienne, d'énergie solaire et de bioénergie réalisés en Ontario. Le règlement portant sur les APER (Règlement de l'Ontario 359/09) énonce des règles uniformes et claires ainsi que des exigences techniques normalisées afin de protéger la santé de la population et l'environnement.

Une APER n'est pas exigée pour les petits projets d'éolienne de 3 kW ou moins, mais elle peut l'être pour ceux produisant plus d'énergie. Ce processus prévoit des exigences rationalisées pour les petits projets de production d'énergie éolienne de plus de 3 kW mais de moins de 50 kW. Pour en savoir davantage sur les exigences du processus, veuillez consulter le site Web du MEACC, au ontario.ca (lancer une recherche en utilisant « autorisation de projet d'énergie renouvelable »).

Une inspection par l'Office de la sécurité des installations électriques (OSIE) est requise pour tous les systèmes produisant de l'électricité. Pour en savoir davantage, veuillez appeler l'OSIE au 1 877 ESA-SAFE (1 877 372-7233) ou consulter le site Web, au www.esasafe.com (en anglais), et lancer une recherche en utilisant « Renewable Generation Safety ».

Il est important, lors d'un raccordement au réseau électrique de l'Ontario, de communiquer avec le fournisseur d'électricité local pour en savoir davantage sur les exigences à cet égard.

Selon l'emplacement et la nature du projet, d'autres approbations, autorisations et permis peuvent être exigés d'autres ministères et organismes de réglementation. De plus, il peut être nécessaire d'obtenir des permis de construction municipaux. Prière de vérifier auprès du service municipal ou local du bâtiment et du zonage pour obtenir de plus amples renseignements sur les permis et exigences.

Pour en savoir davantage sur l'autorisation des projets d'énergie renouvelable, veuillez communiquer avec le Bureau de facilitation en matière d'énergie renouvelable du ministère de l'Énergie, au 1 877 440-7336 ou, par courriel, à REFO@ontario.ca.

LE CHOIX DU MODÈLE D'ÉOLIENNE

Cette section fournit de l'information sur les composants d'un système éolien, les exigences électriques, le choix d'un fabricant, la notion de rendement, l'acquisition de la bonne taille de turbine et l'emplacement de l'éolienne.

Composants des systèmes d'énergie éolienne

Les principaux composants d'un système éolien sont illustrés à la figure 5. Ils comprennent :

- **Un rotor, composé de pales dont les surfaces sont aérodynamiques.** Lorsque le vent souffle sur les pales, le rotor capte l'énergie cinétique du vent et commence à tourner, transformant ainsi cette énergie sous l'effet du mouvement. Le mouvement entraîne le générateur ou l'alternateur de l'éolienne à tourner aussi et à produire de l'électricité;

- **Une boîte d'engrenage, qui fait correspondre la vitesse du rotor avec celle du générateur ou de l'alternateur.** Habituellement, les plus petites éoliennes (moins de 10 kW) n'ont pas besoin de boîte d'engrenage;
- **Un boîtier ou une nacelle** qui protège des intempéries le multiplicateur de vitesses, le générateur et les autres composants de l'éolienne;
- **Un gouvernail ou système d'orientation** qui aligne la turbine en fonction du vent.

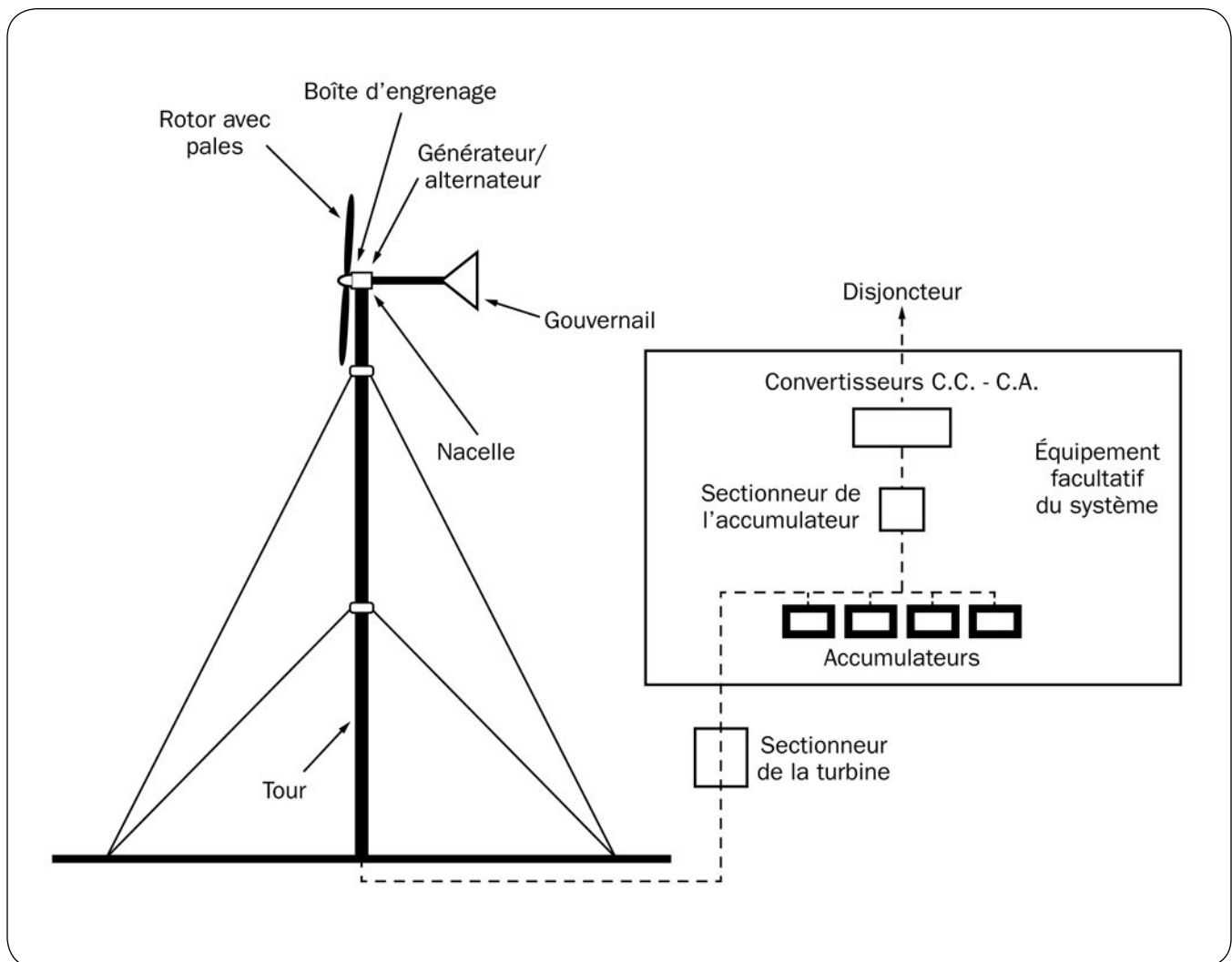


Figure 5. Composants d'un système éolien autonome, y compris la partie électronique. Source : *Systèmes éoliens autonomes*, Ressources naturelles Canada.

Il existe deux principaux types d'éoliennes (figure 6) :

- Les éoliennes à axe horizontal, les plus courantes, doivent être dirigées directement vers le vent. Elles sont dotées d'un gouvernail pour qu'elles soient constamment pointées dans la direction du vent;
- Les éoliennes à axe vertical fonctionnent quelle que soit la direction du vent, mais nécessitent une plus grande surface pour l'installation des haubans que les éoliennes à axe horizontal.

Il est nécessaire, pour une éolienne à axe horizontal, de poser une tour pour y monter la turbine. Une tour permet d'élever la turbine à une altitude où les vents sont d'une plus grande vitesse. De plus, elle place la turbine au-dessus de la turbulence susceptible d'être créée par des obstructions comme des habitations, des arbres et des collines.

Les éoliennes à axe vertical sont habituellement installées à même le sol.

Plusieurs types de tours sont disponibles :

- Les pylônes en treillis haubanés, soutenus en permanence par des haubans (p. ex. tour de radiodiffusion). Ces tours sont généralement les moins coûteuses, mais occupent une grande superficie de terrain;
- Les tours inclinables à haubans, qui peuvent être relevées et abaissées pour être facilement entretenues et réparées, ou pour les protéger contre des vents extrêmement forts (p. ex. ouragans et tornades);
- Les tours autoportantes, ne nécessitant aucun hauban. Elles sont généralement plus lourdes et plus coûteuses, mais occupent une moins grande superficie de terrain.

Comme la vitesse du vent augmente avec l'altitude, toute élévation de la tour peut entraîner des gains considérables quant à la quantité d'électricité produite par l'éolienne (figure 7). L'énergie que transporte le vent est proportionnelle au cube de sa vitesse. Autrement dit, si la vitesse du vent double, l'énergie disponible à l'aérogénérateur devrait augmenter par un facteur de 8 ($2 \times 2 \times 2 = 8$). (Voir la figure 8.)

La hauteur idéale d'une tour varie généralement entre 24 et 37 m (60 et 120 pi). Installer une éolienne sur une tour trop basse correspond à installer un panneau solaire à l'ombre. En général, l'éolienne devrait être installée assez haut sur une tour pour que les extrémités de ses pales s'élèvent à au moins 9 mètres (30 pi) au-dessus de tout obstacle situé dans un rayon horizontal de 90 mètres (300 pi).

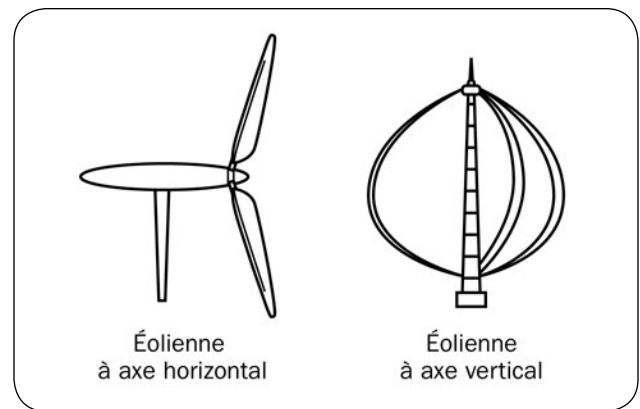


Figure 6. Les deux principaux types d'éoliennes : à axe horizontal et à axe vertical.

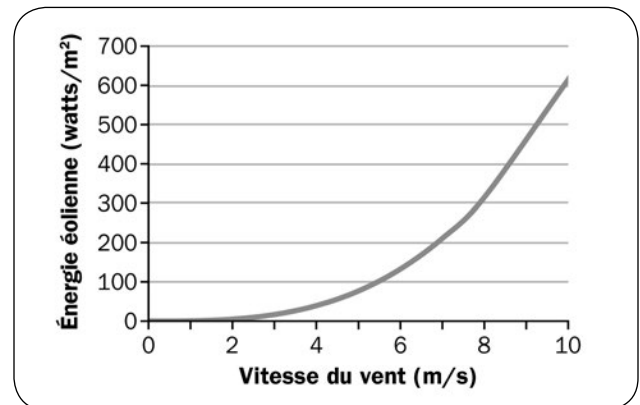


Figure 7. Courbe de l'énergie illustrant la relation entre la vitesse du vent et la puissance de sortie.

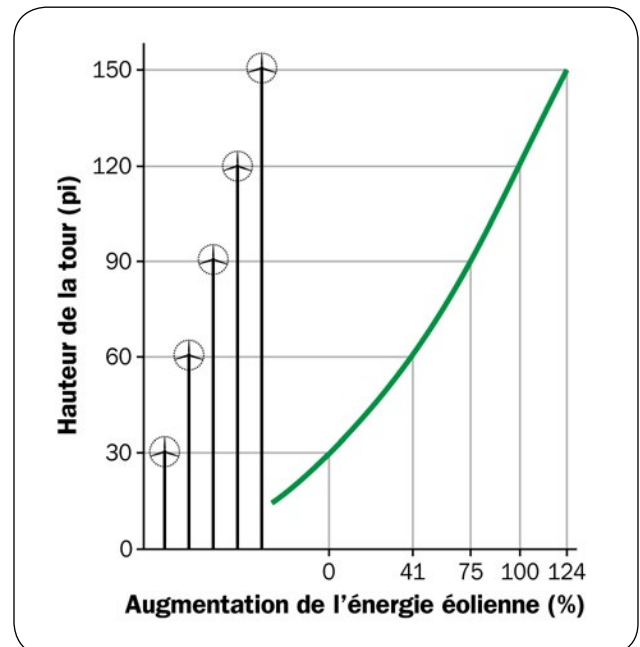


Figure 8. Diagramme montrant que l'énergie éolienne augmente proportionnellement à la hauteur de la tour. Source : *Small Wind Electric Systems - A U.S. Consumer's Guide*.

Le choix d'un fabricant certifié

Un certificat de fabrication permet au consommateur de comparer les éoliennes et de vérifier la conformité aux normes minimales de rendement et de sécurité.

Une petite éolienne n'obtiendra un tel certificat qu'après avoir été testée sur les plans suivants :

- La courbe de l'énergie (ou puissance);
- Le rendement énergétique annuel;
- Les niveaux de pression acoustique;
- Les essais de résistance et de sécurité (réussite/échec);
- L'épreuve d'endurance (réussite/échec).

Plusieurs organismes de certification indépendants vérifient si les petites éoliennes atteignent ou dépassent les normes de rendement, de durabilité et de sécurité établies par l'American Wind Energy Association (AWEA), c'est-à-dire la norme 9.1 de 2009 (Small Wind Turbine Performance and Safety) ou une norme canadienne équivalente. La certification peut notamment provenir du Small Wind Certification Council, d'Intertek et de l'Institut canadien de l'énergie solaire.

COMPRENDRE LA NOTION DE RENDEMENT

Le rendement d'une éolienne est normalement décrit à l'aide d'une courbe de rendement de l'énergie produite par rapport à la vitesse du vent (ou puissance de sortie), appelée « courbe de l'énergie » (figure 9).

Divers sites Web fournissent une estimation des coûts et de la puissance de sortie en fonction de la taille des éoliennes. Des estimateurs peuvent donner une idée de la quantité d'énergie qui sera produite ainsi que de celle qui pourra être revendue dans le réseau. Il sera ainsi possible d'estimer la période de récupération et de déterminer la taille d'éolienne requise.

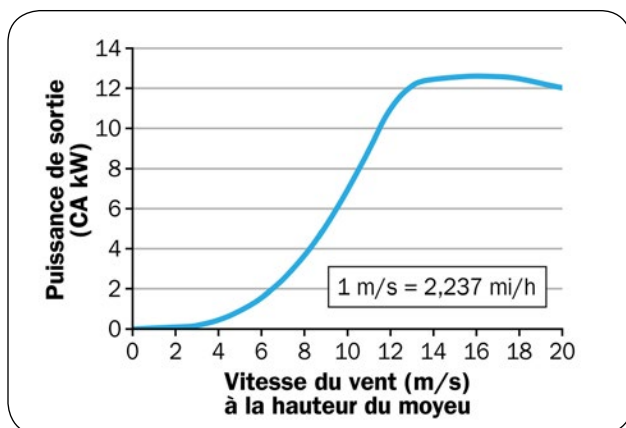


Figure 9. Exemple d'une courbe de l'énergie pour une petite éolienne d'une puissance de 10 kW.
Source : Bergye Windpower.

RETScreen International est un logiciel gratuit de Ressources Canada qui permet d'évaluer la production d'énergie, les économies et les coûts, le potentiel de réduction de gaz à effet de serre et la viabilité financière de l'installation d'une éolienne.

Une autre méthode de comparaison du rendement éolien consiste à examiner la surface balayée, qui varie en fonction du diamètre du rotor. Une faible augmentation du diamètre du rotor entraînera des hausses importantes de la surface balayée par le rotor ainsi que de la quantité d'électricité qui peut être produite (figure 10). La production réelle d'énergie d'une éolienne est influencée par d'autres facteurs, comme :

- le rendement de l'éolienne pour extraire l'énergie du vent;
- l'altitude à laquelle se trouve la turbine;
- d'autres caractéristiques de conception, selon le modèle de l'éolienne.

Les courbes de l'énergie révèlent le rendement d'un modèle d'éolienne en indiquant la puissance de sortie par rapport à la vitesse du vent. Obtenues sous des conditions de vent réelles qui sont normalisées, elles fournissent une base de calcul pour toute production d'énergie. La figure 11 montre des exemples de courbes de l'énergie de petites éoliennes certifiées par le SWCC.

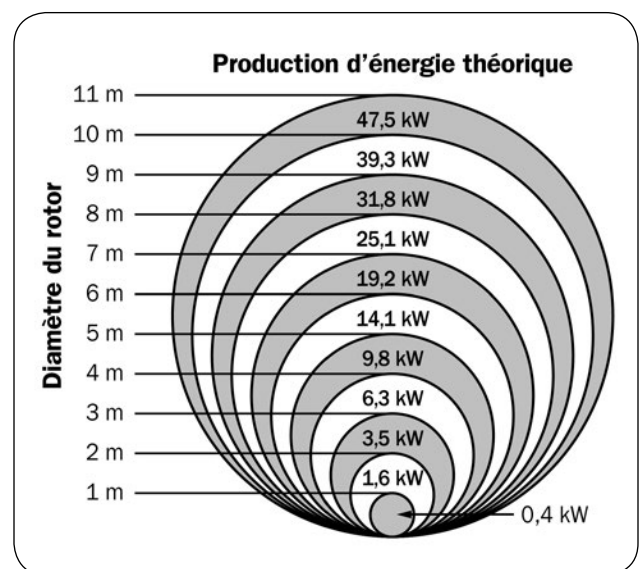


Figure 10. La production d'énergie théorique dépend du diamètre du rotor pour une petite éolienne avec une vitesse de vent de 10 m/s. **Nota :** Les valeurs de production d'électricité indiquées à la figure 10 sont théoriques et ne sont fournies qu'aux fins de l'illustration.

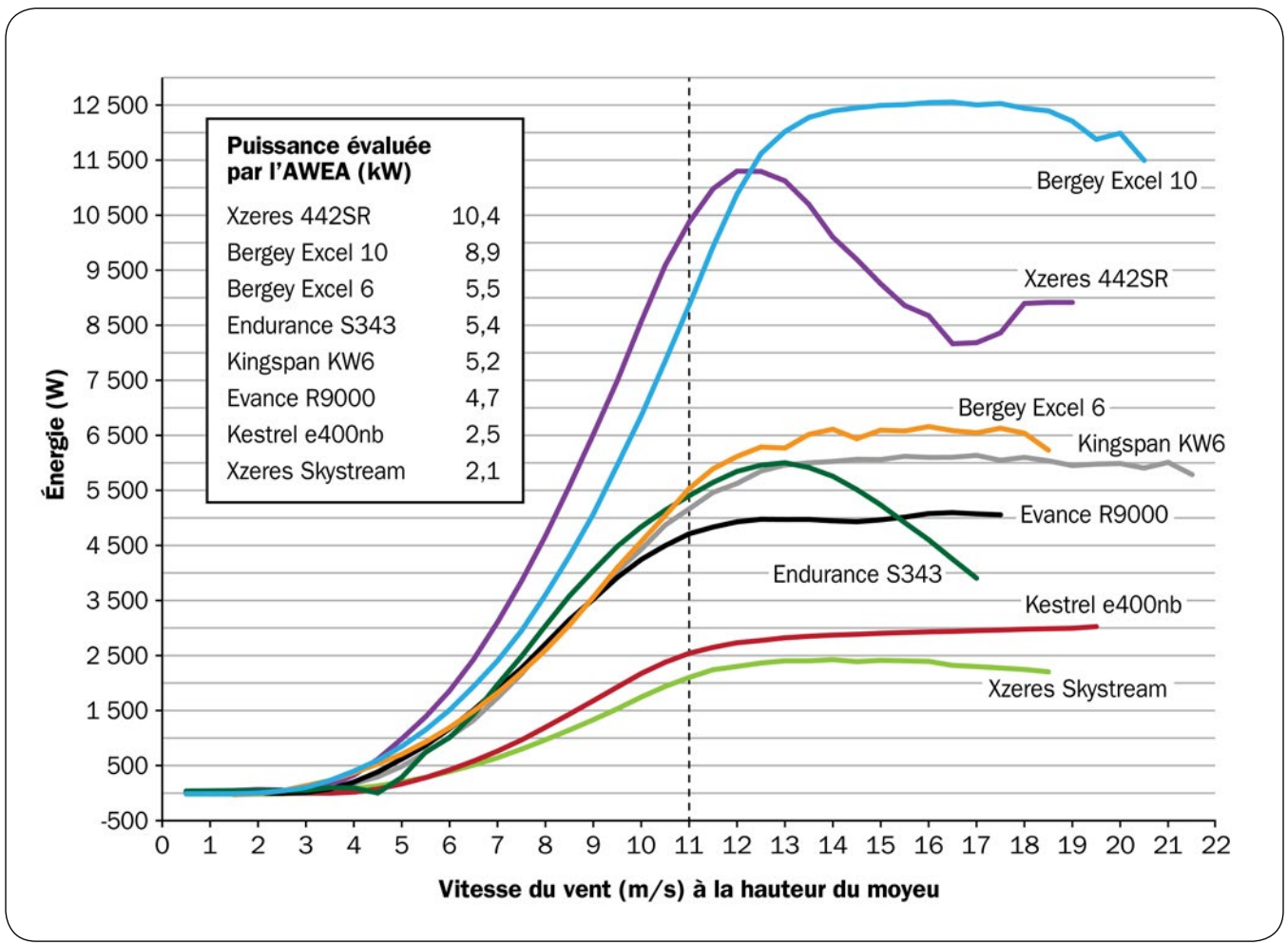


Figure 11. Exemples de courbes de l'énergie de petites éoliennes certifiées par le SWCC, 2014. *Source* : Small Wind Certification Council.

CHOISIR UNE TAILLE APPROPRIÉE

Avant de déterminer la taille de l'éolienne à choisir, il faut estimer la quantité d'énergie pouvant être économisée par l'adoption de mesures d'efficacité énergétique au domicile ou dans l'exploitation agricole (appareils, éclairage, ventilateurs, etc.). Une plus petite éolienne peut être acquise pour une propriété ou une ferme déjà éconénergétique, ce qui en abaissera les coûts connexes. La plupart des petites éoliennes sont installées en vue de fournir une part de l'énergie utilisée sur place.

Pour déterminer la taille appropriée de l'éolienne, il faut considérer la consommation mensuelle d'électricité en kilowatt-heure (kWh) par la propriété ou l'exploitation agricole. Ce total doit être comparé avec la production estimative d'énergie de différentes éoliennes offertes par les distributeurs.

La formule suivante permet d'obtenir une estimation préliminaire du rendement d'une éolienne particulière :

$$PEA = 1,64 D^2 V^3$$

où :

PEA = production d'énergie annuelle, en kWh/an

D = diamètre du rotor, en mètres

V = vitesse moyenne annuelle du vent, en m/s

Pour déterminer la production requise de l'éolienne, il faut multiplier la consommation électrique annuelle (en kilowatt-heure) à la maison ou à la ferme par le pourcentage d'énergie à fournir au moyen d'une éolienne. Le résultat correspond à la production requise (kWh) de l'éolienne. Il suffit ensuite de comparer la valeur obtenue avec celle calculée à l'aide de la formule PEA ou avec le rendement énergétique annuel évalué, qui figure sur les étiquettes des éoliennes certifiées par le Small Wind Certification Council (figure 12). Les résultats sont basés sur une vitesse moyenne du vent de 5 m/s.

L'indice à nombre unique sur l'étiquette de consommation que le SWCC attribue à une éolienne permet au consommateur de comparer les modèles offerts en fonction de l'énergie, de la puissance et du son produit. Le niveau de son évalué fournit au consommateur une estimation du son entendu lors de grands vents à une certaine distance.

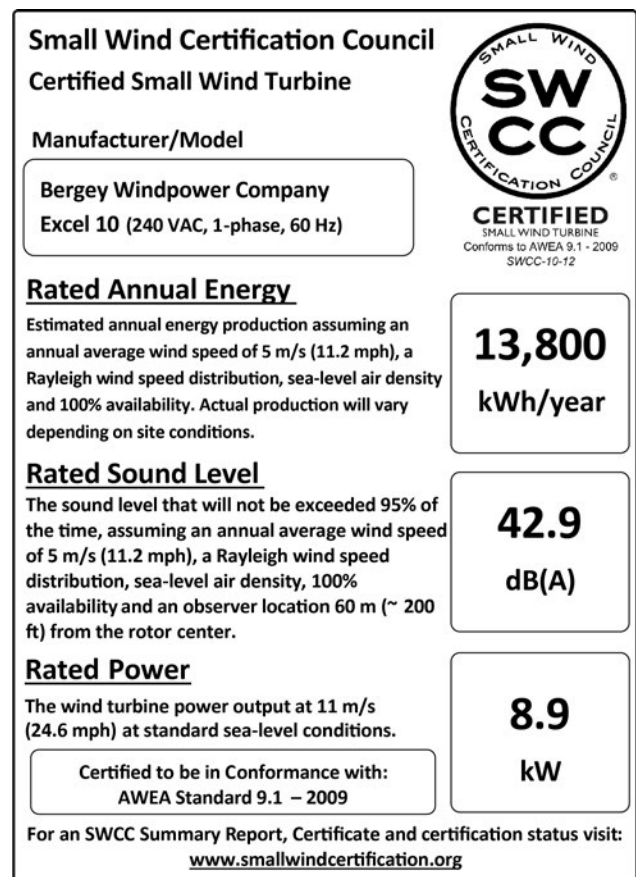


Figure 12. Étiquette de certification du SWCC affichant des résultats de tests. Source : Small Wind Certification Council.

L'étiquette standard du SWCC affiche trois résultats de tests :

- La production d'énergie annuelle estimée en kWh/an, en supposant une vitesse moyenne annuelle du vent à 5 m/s (11,2 mi/h);
- Le niveau de son évalué à 60 m (~200 pi) à partir du centre du rotor, qui ne sera pas dépassé dans une proportion de 95 %, en supposant une vitesse moyenne annuelle du vent à 5 m/s (11,2 mi/h);
- La puissance de sortie de l'éolienne en kW à 11 m/s (24,6 mi/h) aux conditions d'atmosphère type au niveau de la mer.

CHOIX DE L'ENDROIT PROPICE À L'INSTALLATION D'UNE ÉOLIENNE

Le choix de l'emplacement de l'éolienne est important. Si des habitations, des rangées d'arbres et des silos avoisinants font dévier la pleine force du vent de l'éolienne, la production d'énergie sera limitée. Il faut considérer les facteurs suivants :

- La vitesse du vent est toujours supérieure au sommet d'une colline, dans un secteur riverain et dans les endroits exempts d'arbres et d'autres structures;
- Les arbres croissent avec les années, contrairement aux éoliennes;
- La communication du projet d'éolienne aux voisins est importante pour prévenir les conflits;
- L'éloignement de l'éolienne par rapport aux voisins peut éviter les plaintes relatives au bruit;
- Une marge de retrait à l'emplacement de l'éolienne peut être nécessaire – voir la section sur les approbations et autorisations.

Il ne faut pas s'attendre à ce que l'éolienne génère la même quantité de courant en tout temps. La vitesse du vent varie considérablement d'un endroit à l'autre, ce qui peut avoir une incidence notable sur l'énergie produite (figure 13). Même si la vitesse du vent ne varie que de 10 %, la production d'énergie d'une éolienne peut varier jusqu'à 25 %!

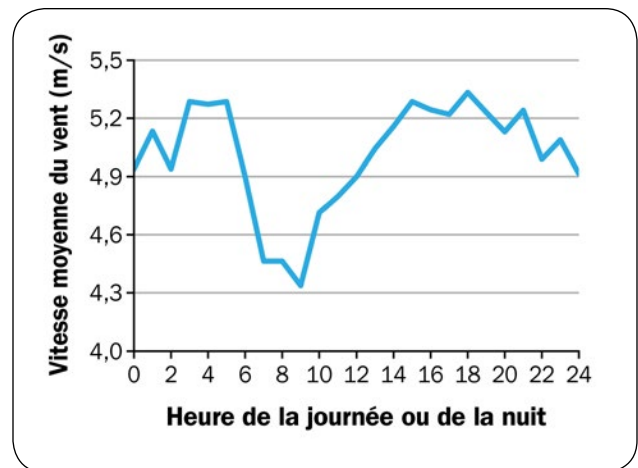


Figure 13. Exemple de distribution de la vitesse du vent selon l'heure de la journée. Les valeurs indiquées sont des moyennes mensuelles des mesures obtenues à partir d'anémomètres. *Source* : National Renewable Energy Laboratory.

L'installation de turbines sur des toits est déconseillée. Une éolienne tend à vibrer et à transmettre les vibrations à la structure sur laquelle elle est montée. Par conséquent, le bâtiment et son toit risquent d'émettre ce bruit, en plus de présenter des problèmes structureux.

AUTRES POINTS TECHNIQUES ET ÉLECTRIQUES

Il est important de confier à un maître-électricien tous les travaux d'électricité afin d'assurer leur réalisation en toute sécurité et leur conformité au Code de sécurité relatif aux installations électriques de l'Ontario.

Il faut également s'assurer d'utiliser une tour approuvée par le fabricant de l'éolienne. La garantie de la turbine risque autrement d'être invalidée. De plus, une protection de mise à la terre doit être prévue dans l'éventualité où la tour était frappée par la foudre.

Un sectionneur sera requis pour isoler le circuit électrique de la turbine du reste du système éolien. Un sectionneur automatique est nécessaire pour prévenir tout dommage au reste du système en cas de défaillance électrique ou si la foudre frappe l'éolienne. Il permet également d'effectuer en toute sécurité l'entretien du système et d'apporter des modifications à l'éolienne (figure 14).

Les systèmes isolés (non reliés au réseau) peuvent nécessiter des piles, ou accumulateurs, pour stocker le surplus d'énergie produit par l'éolienne. Comme l'énergie est stockée en courant continu dans les accumulateurs, un convertisseur permettra de la transformer en courant alternatif capable de faire fonctionner les appareils électriques de la propriété ou de l'exploitation agricole.

La plupart des petites éoliennes sont conçues pour régler la vitesse selon une méthode mécanique passive. La régulation se fait par effacement (furling) du rotor lors de forts vents. L'effacement du rotor est une méthode relativement simple qui, bien qu'elle fonctionne, comporte quelques désavantages. Lorsque le rotor est abrité contre le vent, la production d'énergie diminue. De plus, le vent frappant les pales à un certain angle peut accroître le bruit.

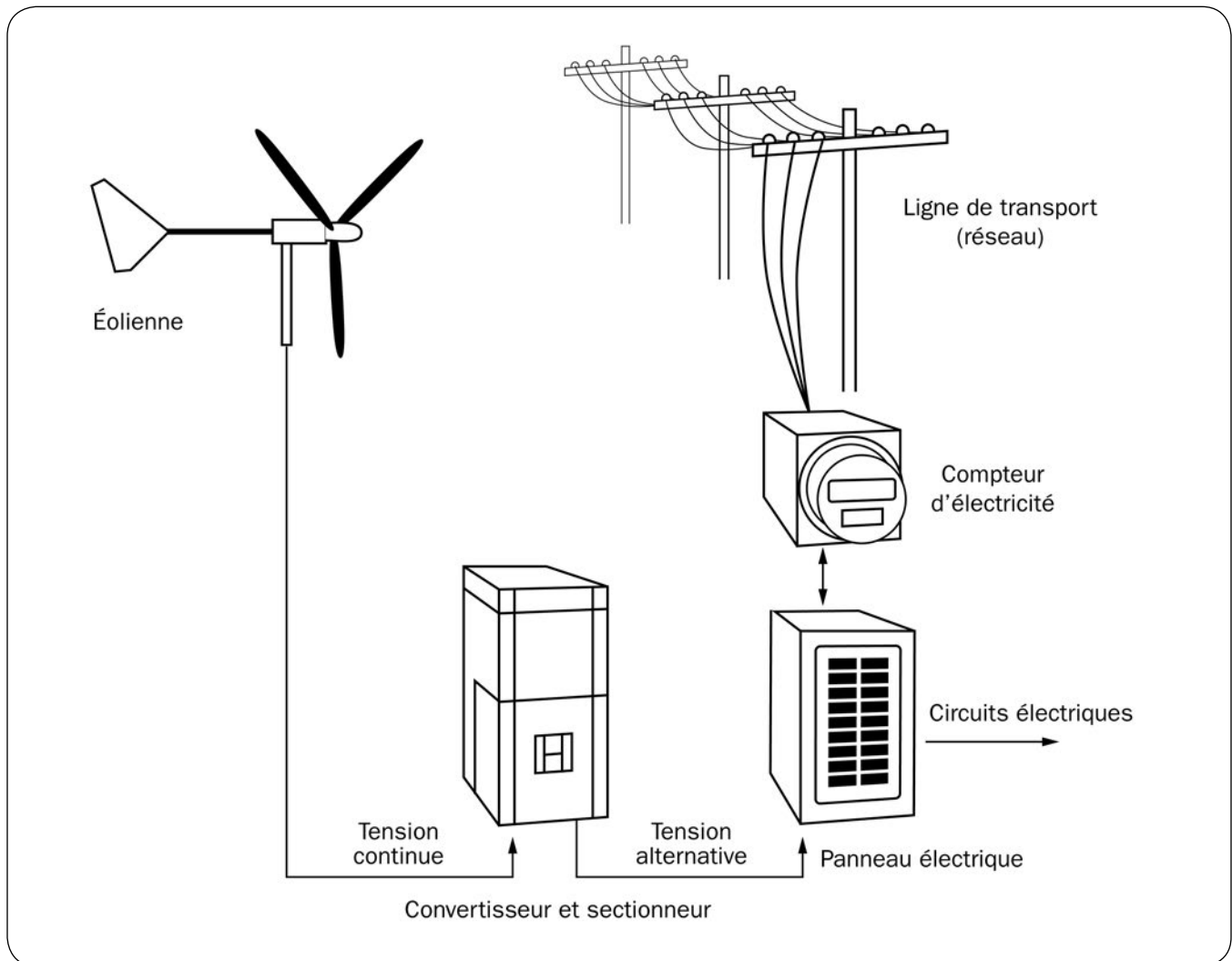


Figure 14. Diagramme d'un système d'énergie éolienne connecté au réseau.

EXIGENCES D'ENTRETIEN

Toute éolienne nécessite un entretien périodique comme la lubrification et le graissage, ainsi que des inspections de sécurité à intervalles réguliers. L'inspection annuelle doit inclure :

- la vérification et le resserrement des boulons et des connexions électriques;
- la détection de signes de corrosion;
- l'examen des haubans soutenant la tour pour voir s'ils sont à la tension appropriée.

Si les pales de la turbine sont en bois, une couche de peinture peut les protéger contre les intempéries, et un ruban de bord d'attaque durable permettra de contrer l'abrasion causée par la poussière et les insectes présents dans l'air. Si la peinture est craquelée ou que le ruban de bord d'attaque se détache, le bois exposé s'érodera rapidement. L'humidité qui pénètre dans le bois a pour effet de déséquilibrer le rotor et d'exposer le générateur à un stress. Les pales en bois doivent être vérifiées chaque année et réparées dès qu'elles sont endommagées.

Il peut s'avérer nécessaire de remplacer complètement les pales et les roulements après dix ans d'utilisation. Si elle a été bien installée et entretenue, la turbine devrait pouvoir durer entre 20 et 30 ans ou même plus. Un entretien régulier de la turbine devrait également permettre de minimiser le niveau de bruit mécanique produit par l'éolienne.

Le climat froid du Canada peut entraîner la formation de glace sur les pales en hiver. Si de la glace s'accumule sur les pales, la production d'énergie s'en trouvera réduite et la charge sur le rotor augmentera, ce qui risque de causer une défaillance prématurée.

Afin de réduire les dommages causés par la glace, il est conseillé :

- de réduire au minimum la période d'interruption de l'éolienne, ce qui maximisera la production d'énergie lors de vents hivernaux plus forts;
- de continuer de faire tourner le rotor, ce qui diminuera l'accumulation de glace sur les pales;
- de déglacer au besoin.

AUTRES CONSEILS

Se montrer bon voisin

De nombreuses personnes tiennent fortement à préserver le paysage, les points de vue, l'histoire et le caractère paisible de leur milieu. Il est important de discuter de tout projet de construction d'une éolienne avec ses voisins, de comprendre les intérêts de chacun et de se préparer à répondre aux préoccupations.

Bruit causé par les éoliennes

Quelle que soit la taille de l'éolienne, la possibilité que le bruit de la turbine dérange d'autres personnes existe, d'où l'importance de tenir compte du potentiel de bruit lors de la sélection du système et du choix de l'emplacement. Les éoliennes doivent également être conformes à toute norme relative au bruit en vertu des processus d'autorisation s'appliquant.

Une éolienne peut produire les types de bruits suivants :

- Des bruits aérodynamiques, causés par le frottement de l'air de part et d'autre des pales de la turbine – De tels bruits ont tendance à augmenter avec la vitesse du rotor. L'interaction des pales de l'éolienne avec la turbulence atmosphérique entraîne parfois un son de « bruissement ». Il importe de tenir compte des niveaux de son évalués lors de la sélection d'un petit système éolien et d'obtenir les autorisations nécessaires;
- Des bruits mécaniques, également causés par les composants d'une éolienne – L'usure ou la détérioration normale, la mauvaise conception de composants ou l'absence d'entretien préventif peuvent avoir une incidence sur les bruits mécaniques produits. L'entretien du système est important pour minimiser tout risque de tels bruits.

Le tableau 1 montre que les niveaux de son de certaines petites éoliennes (exemples fournis) varient de 40 à 56 dB(A) lorsqu'ils sont mesurés à une distance de 60 m (200 pi) de la turbine.

Tableau 1. Niveaux de son à 60 m (200 pi) de distance d'une turbine

Petite éolienne	Son évalué par l'AWEA
Bergey Excel 10	42,9 dB(A)
Bergey Excel 6	47,2 dB(A)
Kestrel e400nb	55,6 dB(A)
Kingspan KW6	43,1 dB(A)
Endurance S343	46,6 dB(A)
Evance R9000	45,6 dB(A)
Endurance E3120	42,5 dB(A)
Xzeres Skystream	41,2 dB(A)

Source : Small Wind Certification Council, données de 2014.

Nota : Les niveaux de son évalués par l'AWEA correspondent au niveau de pression acoustique auquel est exposé un auditeur se trouvant à 60 m (200 pi) du rotor lorsque le vent atteint une vitesse de 9,8 m/s – c'est-à-dire la vitesse du vent qui n'est pas dépassée 95 % du temps, en supposant une moyenne de 5 m/s).

À titre comparatif, le tableau 2 indique les niveaux de son associés à diverses activités courantes et sources de bruit. La plupart des petites éoliennes produisent moins de bruit qu'un climatiseur résidentiel. Au centre de la turbine, la pression acoustique est de 75 à 100 dB(A).

Tableau 2. Niveaux de son approximatifs d'activités courantes lorsque le sonomètre se trouve à 1 m (3 pi) de la source

Décibels (dB(A))	Activité
0	Seuil d'audibilité (êtres humains)
15	Seuil d'audibilité normal (êtres humains)
20	Souffle humain au repos; chuchotement très doux
30	Pièce silencieuse, salle de bibliothèque, église vide, bois isolés
40	Fonds sonore en milieu rural de 19 h à 7 h
45	Fonds sonore en milieu rural de 7 h à 19 h
50	Intérieur d'une maison, bourdonnement d'un réfrigérateur
55	Télé ou radio (volume faible)
60	Conversation normale
65	Perturbation du sommeil
70	Environnement de bureau occupé
80	Rue achalandée
90	Étable remplie de porcs à l'engrais au moment de les nourrir, tondeuse à essence
100	Scie à chaîne, scie circulaire, VTT, pompe d'irrigation
110	Séchoir à céréales et brûleur à pleine charge
120	Seuil d'inconfort, concert rock
130	Seuil de sensation douloureuse, moteur de jet à 25 m (82 pi)

CONCLUSION

Un petit système peut être économique s'il permet de réduire les factures d'électricité et si la ressource éolienne est solide à l'échelle locale. Il est bon d'acheter un système certifié pour s'assurer de la robustesse d'une petite turbine et de la rentabilité de l'énergie produite. En outre, le son évalué de différents modèles d'éolienne est à considérer pour choisir celui qui convient pour un emplacement près de voisins (niveau de son inférieur) ou près d'une grange, ou encore loin de tout voisin (niveau de son supérieur).

RESSOURCES

(Voir l'encadré Ressources en ligne pour les adresses URL.)

Association canadienne de l'énergie éolienne

Distributed Wind Energy Association

Institut canadien de l'énergie éolienne

National Renewable Energy Laboratory, *Field Verification Project for Small Wind Turbines*, rapport trimestriel, avril 2002, 2^e trimestre, n° 5.

Small Wind Electric Systems: A U.S. Consumer's Guide, département américain de l'Énergie.

Small Wind World Report, Association mondiale de l'énergie éolienne, 2014.

Les systèmes éoliens autonomes, Ressources naturelles Canada.

U.K. Microgeneration Certification Scheme.

Wind Market Report, département américain de l'Énergie, 2014.

RESSOURCES EN LIGNE

American Wind Energy Association (AWEA)

www.awea.org

APER du ministère de l'Environnement et de l'Action
en matière de changement climatique

[ontario.ca/fr/page/autorisations-de-projet-
denergie-renouvelable](http://ontario.ca/fr/page/autorisations-de-projet-denergie-renouvelable)

Association canadienne de l'énergie éolienne

www.canwea.ca/fr

Atlas canadien d'énergie éolienne (ACEE)

www.atlaseolien.ca

Atlas des énergies renouvelables de l'Ontario

[www.gisapplication.lrc.gov.on.ca/REA/
Renewable.html?viewer=REA.REA&locale=fr-CA](http://www.gisapplication.lrc.gov.on.ca/REA/Renewable.html?viewer=REA.REA&locale=fr-CA)

Bergey Windpower

www.bergey.com

CANMET, Ressources naturelles Canada

www.nrcan.gc.ca

Distributed Wind Energy Association

www.distributedwind.org

Institut canadien de l'énergie éolienne

www.weican.ca/accueil

Intertek

www.intertek.com

National Renewable Energy Laboratory

www.nrel.gov/wind

Office de la sécurité des installations électriques (OSIE)

www.esasafe.com

Ontario Wind Smith

www.ontariowindsmith.com

RETScreen International

www.nrcan.gc.ca/energie/logiciels-outils/7466

Small Wind Certification Council

www.smallwindcertification.org

Small Wind Electric Systems —

A U.S. Consumer's Guide

www.nrel.gov/docs/fy07osti/42005.pdf

Small Wind World Report

www.wwindea.org

Société indépendante d'exploitation du réseau
d'électricité (IESO)

www.ieso.ca

Les systèmes éoliens autonomes, Ressources
naturelles Canada

[www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/
files/canmetenergy/files/pubs/WindEnergy_
buyersguide_FR.pdf](http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/canmetenergy/files/pubs/WindEnergy_buyersguide_FR.pdf)

U.K. Microgeneration Certification Scheme

www.microgenerationcertification.org

Wind Market Report

[www.energy.gov/eere/wind/downloads/2014-
distributed-wind-market-report](http://www.energy.gov/eere/wind/downloads/2014-distributed-wind-market-report)

Wind Works

www.wind-works.org

Cette fiche a été rédigée par Steve Clarke, ing., Énergie et systèmes de production des cultures, MAAARO, Kemptville, et révisée par Paul Gipe, Wind Works.



Publié par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation
et des Affaires rurales de l'Ontario
© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2018, Toronto, Canada
ISSN 1198-7138
Also available in English (Factsheet 18-005)

Centre d'information agricole :
1 877 424-1300
1 855 696-2811 (ATS)
Courriel : ag.info.omafra@ontario.ca
ontario.ca/maaro