



INSTALLER UNE ÉOLIENNE DE MOYENNE PUISSANCE

(50KW-100KW)

Est-ce envisageable en Wallonie ?



© Darrieus



© Xant



© Savonius



© F.Dor SPW tipe



© Darrieus

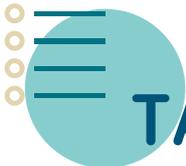


TABLE DES MATIÈRES

Introduction	P. 3
Quelles sont les étapes d'un projet éolien ?	P. 4
Comment évaluer la rentabilité de mon projet éolien ?	P. 5
Mon site est-il adapté pour l'éolien ?	P. 6
Comment estimer correctement le régime de vent sur mon site ?	P. 8
Comment estimer la production annuelle de mon projet ?	P. 10
Quelles sont les références en absence de mesures sur site ?	P. 11
Comment choisir une éolienne ?	P. 12
Quelle est la classification des éoliennes	P. 13
Selon la puissance ?	P. 13
Selon la surface balayée ?	P. 13
Selon le type de fonctionnement	P. 13
Comment s'assurer de la qualité des équipements et des installations ?	P. 15
Quelle est la durée de vie d'une installation éolienne ?	P. 16
Quel est le prix d'une éolienne ?	P. 17
Quelles sont les aides octroyées ?	P. 18
L'octroi de certificats verts	P. 18
Les aides à l'investissement (UDE)	P. 20
Subvention pour la réalisation d'audits et d'études énergétiques	P. 21
Les aides au Développement et à l'Investissement dans le Secteur Agricole (ADISA)	P. 21
Comment analyser la rentabilité de mon projet ?	P. 22
Quelle est la réglementation wallonne en termes de permis pour ce type de projet ?	P. 24
Quelle est la réglementation wallonne en termes d'émission sonore ?	P. 25
Où se renseigner davantage ?	P. 26



Éghezée éolien moyen • © F.Dor SPW tIpe



INTRODUCTION

Bon nombre de citoyens, d'agriculteurs, d'indépendants et de communes entreprennent des démarches pour l'installation d'une éolienne « privée ». Un intérêt croissant pour les éoliennes d'une puissance allant de 50 à 100kW est d'ailleurs observé. Cette catégorie de puissance peut répondre aux demandes annuelles d'électricité situées dans la gamme 50-150 MWh, pouvant correspondre à des besoins énergétiques de petites et moyennes entreprises, ainsi que d'agriculteurs, désireux de réduire leur facture énergétique et contribuer à préserver l'environnement.

Pour donner à ces projets éoliens toutes les chances de réussir, il s'avère nécessaire de remplir plusieurs conditions exigeantes: disposer de surfaces relativement étendues et bien exposées aux vents, s'assurer de la qualité du vent local par une étude professionnelle, répondre aux contraintes d'urbanisme et de nuisance sonore. Ces vérifications préalables permettent d'éviter un investissement malheureux et difficile à rentabiliser.

Ce document propose, sous forme de Questions & Réponses, de fournir des informations utiles aux porteurs de projets, avec l'objectif de mettre l'accent sur les éléments clés à prendre en compte lors de l'estimation de la faisabilité et la rentabilité de ce type de projet.



QUELLES SONT LES ÉTAPES D'UN PROJET ÉOLIEN ?

L'installation d'une éolienne est une démarche qui présente le triple intérêt de pouvoir à la fois organiser son indépendance énergétique, réduire sa facture d'électricité et contribuer à préserver l'environnement.

Se lancer dans un projet éolien nécessitera d'entreprendre plusieurs démarches : des démarches administratives, la vérification des contraintes urbanistiques et des limites techniques, le dimensionnement de l'éolienne en fonction de l'autonomie souhaitée, les besoins d'un système de stockage et/ou les exigences du raccordement au réseau.

La première étape du projet consistera à évaluer **le potentiel du site et le choix d'un emplacement approprié**. Il est en effet nécessaire d'évaluer objectivement par un bureau d'études les qualités du ou des sites d'implantations projetés afin de s'assurer de l'existence d'un gisement éolien suffisant.

Il faudra ensuite estimer au mieux la puissance optimale de l'installation éolienne en fonction des besoins en énergie particuliers et de l'autonomie souhaitée. Outre les aspects purement commerciaux, le choix d'une éolienne devra se baser sur des considérations techniques, comme la courbe de puissance et vitesse de démarrage de l'éolienne, ainsi que son adéquation avec les caractéristiques du site.

Il est important de rappeler l'importance de vérifier les éventuelles certifications des équipements, le niveau de garantie et l'accréditation des fournisseurs et installateurs d'éoliennes.

Les réglementations communales ou régionales encadrent le développement urbanistique afin d'assurer une intégration harmonieuse des éoliennes dans le paysage. Il est donc important, avant d'aller plus loin, de s'informer sur les limites et contraintes qu'elles imposent. Par la suite, une demande de permis d'urbanisme devra être introduite.

Certaines aides sont disponibles visant à favoriser le développement des énergies renouvelables ou l'utilisation rationnelle de l'énergie. Les démarches pour pouvoir prétendre à ces aides doivent généralement s'effectuer avant la réalisation du projet.





COMMENT ÉVALUER LA RENTABILITÉ DE MON PROJET ÉOLIEN ?

Une analyse de faisabilité et de rentabilité nécessite une évaluation approfondie qui doit être menée au cas par cas. La rentabilité d'un projet éolien dépend de plusieurs paramètres dont :

- la ressource en vent sur le site,
- les caractéristiques du site,
- le profil de consommation et l'objectif d'autonomie souhaitée
- l'éventuel besoin en stockage

Ces facteurs vont déterminer le design et le type du projet à savoir la puissance de

l'éolienne, ainsi que la technologie à privilégier. Il est conseillé de bien étudier le schéma de consommation et de se faire aider par un spécialiste.

L'évaluation de la rentabilité du projet prend en considération :

- le productible estimé ;
- le prix de l'électricité ;
- le prix de l'éolienne ;
- les aides financières octroyées.

Un exemple chiffré est donné au point 13.



Denée éolienne • © F.Dor SPW tIpe



MON SITE EST-IL ADAPTÉ POUR L'ÉOLIEN ?

La faisabilité d'un projet éolien dépend avant tout du gisement éolien disponible sur site. Le rendement énergétique des éoliennes est fonction de la vitesse du vent (plus précisément du cube de cette vitesse).

En Belgique, les vents dominants viennent du Sud-Ouest. La vitesse moyenne du vent, à **10m de hauteur**, est de l'ordre de 5 à 5.5 m/s au littoral et se réduit de 2 à 4 m/s dans les vallées de haute Belgique et en Gaume. La réduction de la vitesse du vent à l'intérieur du pays est due au relief et au frottement du vent avec le sol, ce qui entraîne également un accroissement de la turbulence.

Le contenu énergétique du vent croît avec la hauteur (cisaillement du vent) suivant une loi logarithmique. Mais ce gain en énergie va être fortement lié aux caractéristiques du site: le relief, la rugosité

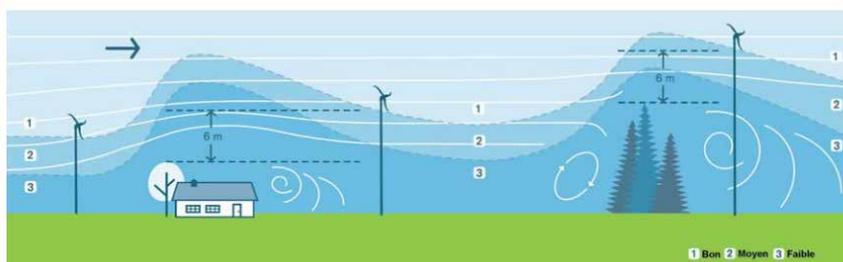
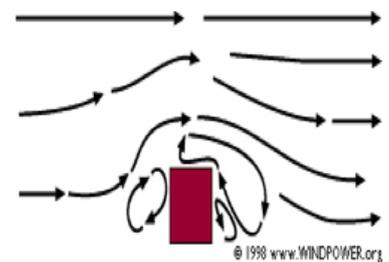
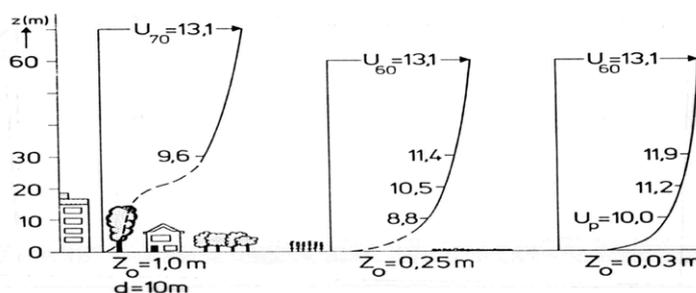
(type d'occupation du sol), les obstacles qui peuvent perturber l'écoulement de l'air et la stabilité atmosphérique.

UNE ÉOLIENNE FONCTIONNE DONC DE MANIÈRE OPTIMALE SUR UN SITE DÉGAGÉ FACE À UN VENT LAMINAIRE.

Le vent est ralenti et perturbé par l'occupation du sol, relief et obstacles (forêts, bâtiments, etc). Ces obstacles vont également augmenter la turbulence sur site, ayant pour effet d'augmenter la fatigue des composants mécaniques et de diminuer le rendement de l'éolienne.

L'effet de l'obstacle s'étend :

- verticalement, sur une hauteur équivalente à 2 - 3 fois la hauteur de l'obstacle,
- horizontalement, jusqu'à 20 fois la hauteur de l'obstacle.



Zone du turbulence

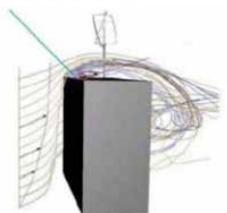


Figure n° 1: Effet d'obstacles vertical et horizontal

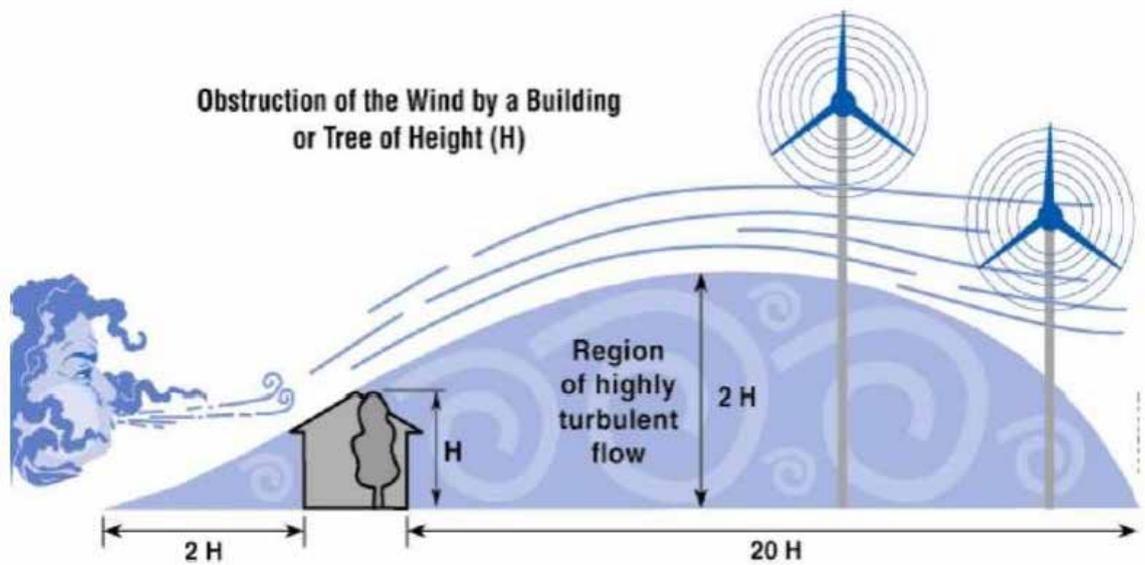


Figure n° 2: Effet d'obstacles sur le productible éolien (Source : AWEA)

Pour éviter des pertes de rendement, il faudra :

- augmenter la hauteur du mât,
- éviter la présence d'obstacles dans la direction des vents dominants ou assurer une distance minimale de l'obstacle,
- choisir une éolienne adaptée au site (en fonction de la turbulence, la vitesse de démarrage, la puissance).

Les éoliennes de la catégorie de puissance allant de 50kW à 100kW sont des éoliennes présentant des hauteurs généralement

inférieures à 40m. Nous rappelons qu'à ces hauteurs l'environnement local va fortement influencer et impacter le régime de vent et le rendement de l'éolienne. **Le choix de l'emplacement de l'éolienne sera donc déterminant.**

Il est recommandé qu'un expert indépendant et/ou le fournisseur d'éolienne puisse évaluer votre site pour éventuellement proposer un emplacement plus approprié et évaluer la faisabilité du projet sur base d'une évaluation, qui doit être menée au cas par cas.



COMMENT ESTIMER CORRECTEMENT LE RÉGIME DE VENT SUR MON SITE ?

Obtenir des informations précises sur le régime de vent (distribution des vitesses et vitesse moyenne) se fait grâce à des mesures sur site. Un mat de mesure, équipé avec des anémomètres et girouettes à plusieurs hauteurs, est dans ce cas installé sur site pour réaliser une campagne de mesure pendant une année complète.

Afin de permettre de bien estimer la production attendue sur le site et de s'assurer que l'éolienne installée soit adaptée aux caractéristiques du site, il est recommandé de faire des mesures à minimum 2/3 de la hauteur de la future éolienne.

L'intérêt d'une étude précise du régime de vent menée par des professionnels est évident pour déterminer avec le moins d'incertitudes possible les qualités potentielles d'un site.

Cependant, cette pratique vaut surtout pour les projets éoliens de grandes puissances. Les projets éoliens de petites puissances font rarement des études

de vents ou des mesures sur site, car cela semble disproportionnée par rapport à la taille du projet (prix et durée de l'étude).

POURTANT, IL EST UTILE D'AVOIR UNE IDÉE DE LA VITESSE MOYENNE À LA HAUTEUR D'AXE DE L'ÉOLIENNE ET DE LA DISTRIBUTION DES VENTS AFIN DE S'ASSURER QUE LA TECHNOLOGIE CHOISIE SOIT COMPATIBLE AU SITE, ET QUE LE PRODUCTIBLE ANNONCÉ PAR LE FABRICANT SOIT RÉALISTE.

Il existe des bases de données et des modèles météorologiques permettant de fournir une première estimation de la ressource en vent. Mais ces données ont surtout été validées à des hauteurs variables pour le grand éolien (100m). Ces modèles n'incluent par conséquent pas de modèle du terrain (relief du sol) et des obstacles environnants. Or, les éoliennes de hauteurs moins élevées sont bien plus impactées par ces obstacles que les éoliennes de grandes puissances.



Gosselies éolien moyen • © F.Dor SPW tIpe

Le secteur de l'éolien de petite et moyenne puissance semble bouger ces dernières années. Différents acteurs (UCL, UMONS, ENGIE, FAIRWIND, 3E, XANT, MECATECH, Wallonie) travaillent en synergie pour développer de façon pérenne et réfléchi ce nouveau marché du petit éolien avec les atouts techniques de chacun.

Le projet POPE¹ (2019-2021) vise à développer et à évaluer une chaîne de modélisation haute-fidélité mais à faible coût permettant, à partir des données météo et des caractéristiques d'un site éolien (y compris les obstacles environnants), de fournir une caractérisation (en termes de puissance et d'efforts sur les pales) opérationnelle d'une machine donnée qui y serait installée.

Ce nouvel outil opérationnel sera performant pour le grand éolien mais aussi pour des petites éoliennes plus sensibles aux effets atmosphériques locaux. Il sera également précis pour des éoliennes au design non conventionnel tel que les éoliennes à axe vertical. Le développement de ces modèles sera basé sur la réalisation et l'analyse de résultats de simulations numériques avancées utilisant des codes académiques.

Ces résultats fourniront non seulement une caractérisation de la physique de ces phénomènes mais aussi des bases de données pour la calibration et la vérification des modèles. Enfin l'incertitude du modèle sera évaluée sur base de données expérimentales de petit éolien, qui représente un cas compliqué de validation (haute sensibilité aux effets de turbulence).



Écaussines éolienne • © F.Dor SPW tIpe

1: www.polemecatech.be/fr/projets/pope/



COMMENT ESTIMER LA PRODUCTION ANNUELLE DE MON PROJET ?

C'est en intégrant les données caractérisant le régime de vent du site avec la courbe de puissance de l'éolienne choisie que l'on obtiendra une estimation raisonnable de la production annuelle potentielle du site.

Idéalement, il faut pouvoir disposer de la distribution temporelle et directionnelle des vents afin de pouvoir extrapoler la production annuelle en fonction de la courbe de puissance de l'éolienne sélectionnée. Cette étape nécessite la réalisation d'une étude locale des vents comme précisé à la question 4 : Comment estimer correctement le régime de vent sur mon site ?

Lors de la sélection d'une éolienne, **la courbe de puissance doit être évaluée** en prenant en considération le profil détaillé du vent.

Disposer uniquement de la vitesse de vent moyenne ne permettra pas forcément d'obtenir les informations adéquates, mais cette valeur donnera une première indication, utile pour vérifier si l'éolienne est adaptée au site, en vérifiant :

- La vitesse de démarrage de l'éolienne (« cut-in wind speed ») par rapport notamment à la vitesse moyenne annuelle pouvant être attendue sur le site,
- La vitesse à laquelle l'éolienne atteint sa puissance nominale (« cut-out wind speed »).

En fonction de ses caractéristiques, une éolienne va être capable de récupérer une partie de la puissance du vent pour chaque vitesse du vent mesurée qui sera comprise entre la vitesse de démarrage et la vitesse de coupure. La courbe de puissance caractérise, pour chaque éolienne, sa capacité à effectuer cette opération.

Les données de la courbe de puissance, généralement fournies par le constructeur dans les données techniques de l'éolienne, sont bien sûr des données primordiales pour le choix de la machine.

Une norme internationale (IEC 61400-12) définit les qualités de cette courbe de puissance. La procédure technique à suivre pour générer cette courbe est également précisée dans cette norme.

La certification de la courbe de puissance par un laboratoire indépendant selon des normes internationales (IEC 61400-2 ; IEC 61400 - 2:2006 (« Design requirements for small wind turbines »)) est essentielle, car seuls les modèles certifiés permettent d'obtenir des données techniques fiables et rigoureuses permettant de réaliser une étude de faisabilité correcte.



QUELLES SONT LES RÉFÉRENCES EN ABSENCE DE MESURES SUR SITE ?

En l'absence de mesures sur site ou de la mise à disposition de bases de données adaptées aux hauteurs moins élevées, il est essentiel d'avoir quelques références et valeurs moyennes notamment sur les vitesses moyennes de vent pouvant être attendus à la hauteur de la future éolienne.

Le tableau ci-dessous fournit à titre indicatif des vitesses moyennes pouvant être attendues au niveau de 4 localités en Wallonie. Elles sont obtenues à partir de bases de données et modèles météorologiques actuellement disponibles (validées essentiellement pour des hauteurs de 100m). Les données fournies ci-dessous résultent d'une base de données élaborée par 3E (www.3E.eu) et issue d'un projet européen (ENDORSE). Rappelons toutefois qu'à ces hauteurs l'environnement local va fortement influencer et impacter le régime de vent.

Point	Vitesse à 15m [m/s]	Vitesse à 40m [m/s]
Floreffe	2.6	4.0
Fernelmont	3.5	4.8
Isnes	3.9	5.0
Rhisnes	3.3	4.7

Une estimation du **facteur de charge** est également utile pour mesurer la qualité d'une installation éolienne, mais également pour évaluer l'annonce de productible par le fabricant d'éolienne.

Le facteur de charge (ou facteur de capacité) est le rapport entre l'énergie électrique annuelle produite par une éolienne et l'énergie qu'elle aurait pu produire si elle avait fonctionné toute l'année à sa puissance maximale.

On quantifie ainsi la qualité d'une installation éolienne en exprimant sa productivité sous forme du nombre d'heure de fonctionnement à puissance maximale capable d'assurer la même production électrique annuelle.

Ainsi, une éolienne présentant un taux de charge de 12%, par exemple, assure l'équivalent de $12\% \times 8766 \text{ heures} = 1051 \text{ heures}$ de fonctionnement à puissance maximale.

Considérant une hauteur de mât standard de 30m sur un site dégagé, la fourchette de taux de charge variera de 15 à 18%, soit 1300 à 1600 heures équivalentes par an.

Le tableau ci-dessous fournit à titre indicatif des taux de charge de références :

Hauteur du mât	<18m	18m<h<50m	>50m
Taux de charge	<11%	12%- 18%	>18%

A titre de comparaison, le grand éolien est caractérisé par des taux de charges de 22 à 25%.



COMMENT CHOISIR UNE ÉOLIENNE ?

Pour choisir une éolienne, l'analyse de ses caractéristiques et des données techniques est essentielle. Le choix devra principalement se baser sur :

- la puissance électrique nominale ;
- la courbe de puissance (la vitesse de démarrage et la vitesse permettant d'atteindre la puissance nominale) ;
- l'émission sonore ;
- le service après-vente ;
- le prix de l'éolienne.



Denée éolienne • © F.Dor SPW t1pe



QUELLE EST LA CLASSIFICATION DES ÉOLIENNES :

SELON LA PUISSANCE ?

Un ensemble de paramètres techniques caractérisent une éolienne, dont sa puissance maximale, aussi appelée puissance nominale. Lorsqu'on parle d'une éolienne de 50kW, il s'agit d'une éolienne dont la puissance maximale théorique est de 50 kW.

En Wallonie, la réglementation, la procédure d'obtention du permis et les aides à l'investissement diffèrent selon la puissance nominale de la turbine.

La réglementation actuelle s'applique essentiellement aux installations « classées », c'est-à-dire aux éoliennes ou projets éoliens dont la puissance varie entre 100 kW et plus de 3 MW :

- Classe 3 : $100 \text{ kW} \leq P < 500 \text{ kW}$
- Classe 2 : $500 \text{ kW} \leq P < 3 \text{ MW}$
- Classe 1 : $P \geq 3 \text{ MW}$

Il est communément acquis que la catégorie des éoliennes de moyenne puissance sont comprises entre les puissances de 100 kW et 1 MW.

Le petit éolien correspond aux éoliennes de puissances inférieures à 100 kW.

Cette brochure souhaite répondre plus spécifiquement aux éoliennes dont la puissance est comprise entre 50kW et 100kW. Cette gamme de puissance peut répondre à des besoins annuels d'électricité situées entre 50 et 150 MWh.

SELON LA SURFACE BALAYÉE ?

Certaines normes, comme la norme IEC (International Electrotechnical Commission), catégorisent les éoliennes sur base de la surface balayée plutôt que sur une puissance électrique et distingue ainsi 2 classes d'éoliennes, petites et grandes, en fonction d'une surface balayée de 200m².

Cette limite de surface balayée d'une valeur de 200m² correspond à des éoliennes de diamètre de rotor de 16m.

SELON LE TYPE DE FONCTIONNEMENT ?

Le marché distingue 2 types de technologies :

- Les éoliennes à axe horizontal - HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine)
- Les éoliennes à axe vertical - VAWT (Vertical Axis Wind Turbine)

HAWT	VAWT
 <p data-bbox="408 517 815 548">Une éolienne Xant (www.xant.be)</p>	 <p data-bbox="940 517 1441 548">Une éolienne Fairwind (www.fairwind.be)</p>
<p data-bbox="331 575 890 667">L'axe de rotation supportant les pales est horizontal. Les pales tournent dans un plan vertical.</p> <p data-bbox="331 672 890 763">La majorité des éoliennes commerciales font partie de cette catégorie et leur typologie est souvent identique :</p> <ul data-bbox="331 768 890 987" style="list-style-type: none"> • à la base, on a un mât sur lequel est placée la nacelle. • cette nacelle contient la génératrice et le système de transmission, c'est-à-dire les éléments d'accouplement mécanique entre le rotor et la génératrice. Celle-ci convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. 	<p data-bbox="909 575 1473 636">Classiquement, on distingue deux grandes familles parmi les éoliennes à axe vertical :</p> <ul data-bbox="909 640 1473 763" style="list-style-type: none"> • Les éoliennes basées sur la « portance » dont la plus connue est le modèle de « Darrieus » et, • Les éoliennes basées sur la « trainée » dont la plus connue est le modèle de « Savonius ». <div data-bbox="975 792 1398 987">  <p data-bbox="1023 992 1123 1016">Darrieus</p> <p data-bbox="1246 992 1358 1016">Savonius</p> </div>
<p data-bbox="331 1039 890 1099">Elles offrent de meilleure performance que les éoliennes à axe vertical de même puissance.</p>	<p data-bbox="909 1039 1473 1191">Elles résistent généralement mieux aux vitesses de vents élevées et conviennent mieux pour les vents turbulents et multi-directionnels que les éoliennes à axe horizontal conçues pour des vents constants et laminaires.</p>
<p data-bbox="331 1220 890 1281">Elles ont une vitesse de démarrage souvent moins élevés que les éoliennes à axe vertical.</p>	<p data-bbox="909 1220 1473 1346">De par les diamètres de rotor inférieurs aux éoliennes à axe horizontal, les vitesses absolues sont plus faibles ce qui, théoriquement, devrait engendrer moins de bruit.</p>
<p data-bbox="331 1377 890 1503">Certaines turbines à axe horizontal offrent la possibilité d'effectuer la maintenance au niveau du sol en proposant des mâts basculant (tilt-up tower)</p>	<p data-bbox="909 1377 1473 1469">Le dispositif d'accouplement ainsi que la génératrice se trouvent au niveau du sol ce qui facilite la maintenance.</p>

Les différentes technologies présentent des performances différentes. Il est important de s'assurer que le type de technologie soit adapté au site d'implantation et à son régime de vent.



COMMENT S'ASSURER DE LA QUALITÉ DES ÉQUIPEMENTS ET DES INSTALLATIONS ?

Pour les éoliennes de petite puissance, il existe plusieurs normes internationales, dont deux normes IEC qui régissent spécifiquement les aspects liés à la sécurité.

IEC (International Electrotechnical Commission) est un organisme européen et le principal organisme mondial à éditer des normes internationales en matière de technologie électrique et électronique.

Ces deux normes sont les suivantes :

- la norme **IEC 61400-2**, qui définit les critères de sécurité et de fiabilité auxquels doivent se conformer les petits aérogénérateurs, notamment :
 - la fiabilité mécanique de la turbine,
 - les procédures à respecter pour la mise en route de la turbine,
 - les mesures à respecter pour éviter les risques de chutes en cas de grand vent,
 - les mécanismes de ralentissement ou d'arrêt d'urgence d'une turbine, ou notamment lors de son entretien,
 - les mesures à respecter pour l'entretien de la machine et pour le remplacement de pièces de rechange,
 - les critères à observer en matière de tests de sécurité et de mise en fonction.
- la norme **IEC 60204-1**, qui définit les exigences en matière de sécurité des machines et d'équipement électrique des machines.

D'autres normes peuvent s'appliquer à d'autres équipements, ou régissent certains aspects spécifiques, comme :

- IEC 61024-1 : « Protection des structures contre la foudre »
- IEC 61400-12: « Power performance measurements of electricity producing wind turbines »

- 14121-1 ISO (International Standard Organisation) : « Sécurité des machines – appréciation du risque »
- EN 50-308 : norme européenne «Aérogénérateurs, mesures de protection, exigences pour la conception, le fonctionnement et la maintenance».

L'existence d'une norme est une chose, sa mise en application est une autre.

En effet, dans le secteur des petites éoliennes, le problème majeur provient du fait que, contrairement aux éoliennes de grandes puissances, la certification de leur conformité aux normes internationales n'est pas exigée.

Bien qu'il existe plusieurs organismes de certifications agréés (Germanischer Lloyd, Bureau Veritas Certification, etc.), dont certains ont défini des labels (tels le label britannique MCS – Microgeneration Certification Scheme), l'agrément par ces organismes du matériel commercialisé n'est pas obligatoire. La recommandation reste toutefois de privilégier les éoliennes dont la courbe de puissance et la courbe acoustique ont été vérifiées par des organismes accrédités.

Le secteur du petit éolien gagnera en fiabilité le jour où la certification du matériel et sa conformité aux normes internationales sera certifiée par un organisme agréé et où cette démarche sera rendue incontournable. Ce n'est que moyennant cette condition que le risque d'accident sera davantage réduit, et que le productible annuel, appuyé par une bonne étude de vent, pourra être évalué avec précision.



QUELLE EST LA DURÉE DE VIE D'UNE INSTALLATION ÉOLIENNE ?

Les éoliennes ont une durée de vie annoncée souvent d'une vingtaine d'années. Rappelons toutefois que les turbulences entraînent une fatigue dans les constituants de l'éolienne et peuvent provoquer des dommages qui raccourcissent la durée de vie opérationnelle.

Un entretien annuel est généralement nécessaire pour assurer une longue vie à l'installation éolienne: graissage des roulements, resserrage des connexions électriques, vérification de l'état des pales, vérification et resserrage des éventuels haubans, vérification des taches de rouille éventuelles...

La durée de vie prévisible d'un onduleur est inférieure à la durée de vie ordinaire d'une éolienne. Les pales sont également fragiles et peuvent s'abîmer avec le frottement dans l'air. Il n'est donc pas rare de devoir remplacer l'onduleur et/ou les pales au bout de quelques années de fonctionnement.





QUEL EST LE PRIX D'UNE ÉOLIENNE ?

La catégorie des éoliennes de puissances inférieures à 100 kW présente une très grande variabilité, tant d'un point de vue technologique que d'un point de vue des prix.

Le prix des éoliennes de petites et moyennes puissances varie et peut atteindre des valeurs extrêmes pouvant aller de 3000 €/kW à 9200 €/kW.

Les coûts d'investissements sont inversement proportionnels à la puissance de l'éolienne. Les valeurs CAPEX (dépenses d'investissement) suivants peuvent être retenus à titre indicatif :

$P^* < 50\text{kW}$	5000€/kW - 3000€/kW
$50\text{kW} < P < 100\text{kW}$	4000€/kW - 3000€/kW
$100\text{kW} < P < 300\text{kW}$	3000€/kW - 2000€/kW

(où *P = Puissance nominale de l'éolienne)

A titre de comparaison, le grand éolien est caractérisé par un coût d'investissements moyen de 900€/kW.



Quaregnon éolien moyen • © F.Dor SPW tIpe



QUELLES SONT LES AIDES OCTROYÉES ?

En Wallonie l'appui économique aux énergies renouvelables se traduit par l'octroi d'un certificat vert (CV) et des aides à l'investissement (UDE).

L'OCTROI DE CERTIFICATS VERTS

L'octroi des certificats verts (CV) est un mécanisme mis en place par la Wallonie pour soutenir le développement d'unités de production d'électricité verte. Ce marché est régulé par SPW-Energie depuis le 1^{er} mai 2019.

Toute installation d'électricité verte, raccordée au réseau de distribution public ou autonome doit recevoir un certificat de garantie d'origine (CGO) pour bénéficier des certificats verts. Une fois la demande acceptée, le site éolien est enregistré dans la banque de données du SPW-Energie et pourra bénéficier d'un octroi de CV pendant une période de 15 ans.

Les CV sont octroyés trimestriellement par le SPW-Energie à chaque producteur d'électricité certifiée verte. Le nombre de CV octroyés dépend de la quantité d'électricité nette produite, du coefficient économique de la filière (surcoût de production estimé de la filière) et de la performance environnementale (taux d'économie de CO²) mesurée de l'installation par rapport à des productions classiques de référence.

$$\text{Nombre de CV} = E_p \times K_{eco} \times K_{co2} \times Rho$$

Où:

E_p = production d'électricité

K_{eco} = coefficient économique (0,86 pour une éolienne de 5 MW, cfr. <https://energie.wallonie.be/fr/keco-appliquables-depuis-le-1er-janvier-2019.html?IDC=9787&IDD=135668>)

K_{co2} = coefficient du taux d'économie de CO², selon la filière (1 pour l'éolien)

Rho = coefficient correcteur, selon la filière (1 pour l'éolien, pendant les 3 premières années, peut varier si le prix de l'électricité augmente de plus de 10%)

Les producteurs peuvent vendre leurs CV (pendant leur durée de validité fixée à 5 ans), aux fournisseurs ou aux gestionnaires de réseau de distribution afin de leur permettre de satisfaire à leurs obligations de quota. S'ils ne trouvent pas acquéreur, les producteurs peuvent également activer, sous conditions, l'obligation d'achat à charge du gestionnaire de réseau de transport local (GTRL), Elia, au prix minimum garanti de 65 EUR/CV. Ces CV sont alors annulés et ne peuvent plus être revendus sur le marché des CV.

Un prix garanti a également été prévu par le Gouvernement fédéral. Les CV achetés au prix fédéral par le gestionnaire de réseau de transport (GRT), également Elia, peuvent être revendus sur le marché des CV.

Trimestriellement, les volumes de fourniture d'électricité en Wallonie déclarés par les fournisseurs et les gestionnaires de réseau de distribution sont transmis au SPW Energie. Sur base de ces informations, ces acteurs sont tenus de restituer au SPW Energie un quota de CV proportionnel à la quantité d'électricité fournie durant le trimestre. Une amende de 100 EUR par certificat vert manquant est appliquée.

Le quota applicable à la fourniture d'électricité est fixé par le Gouvernement wallon pour chaque année.

Les quotas pour la période 2016-2024 ont été arrêtés par le Gouvernement wallon le 26 novembre 2015 et ont été modifiés par l'arrêté du Gouvernement wallon du 11 avril 2019². Cet arrêté fixe également les quotas applicables à l'horizon 2030.

L'électricité produite à partir d'énergie éolienne donne droit à un nombre de CV par MWh produit par an. Pour l'éolien de puissance inférieur à 1000kW, cela correspond à 1CV/MWh produit.

Il est important de noter que les producteurs qui souhaitent bénéficier de certificats verts doivent les réserver au sein du SPW-Energie. La réservation est préalable à la réalisation de votre projet d'installation d'unité de production d'électricité verte.

Pour que la demande de réservation soit recevable et puisse être validée votre projet d'installation doit être le plus finalisé possible. Celui-ci doit pouvoir être considéré comme sérieux et plausible. Pour ce faire, les caractéristiques de l'installation et le calendrier de réalisation doivent être dûment renseignés dans le formulaire de demande. L'installation doit être réalisable.

Il est nécessaire de transmettre :

- La copie de la décision du/des permis ou autorisation en rapport avec l'installation.
- Une étude de rentabilité du projet (business plan) établie sur au minimum.
- 15 ans.
- Une étude d'orientation de votre gestionnaire de réseau.

Les éoliennes de puissance inférieures ou égales à 1000 kW, présentent habituellement de faible rentabilité. Le SPW-Energie maintient donc leur kEco (coefficient économique) à 1.

Tableau :
Coefficients kEco applicables (avril 2021)

Eolien] 0-100]	1,00
] 100- 1.000]	1,00
] 1.000 - [0,73

2: Arrêté du Gouvernement wallon du 11 avril 2019 modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 30 novembre 2006 relatif à la promotion de l'électricité produite au moyen de sources d'énergie renouvelables ou de cogénération.

LES AIDES À L'INVESTISSEMENT (UDE)

La notion d'aide à l'investissement recouvre plusieurs formes d'incitants destinés à encourager les entreprises privées qui réalisent un programme d'investissements ayant pour objectif la protection de l'environnement ou l'utilisation durable de l'énergie en Wallonie.

Toute entreprise ayant un siège d'exploitation situé en Wallonie et qui y réalise un programme d'investissements destiné à favoriser la protection de l'environnement ou l'utilisation durable de l'énergie est éligible à ce type d'incitant. Ceci, à l'exception d'entreprises dont les activités relèvent d'une liste de secteurs, précisés par le SPW Economie dans la brochure explicative « Aide à l'investissement Environnement et Utilisation durable de l'énergie ».

La prime à l'investissement consiste en un pourcentage du montant des investissements.

Le seuil minimum d'investissements éligibles est fixé à 25.000 € (hors TVA) pour les grandes entreprises et à 20.000 € (hors TVA) pour les PME.

Les pourcentages d'aide octroyés varient en fonction de la taille de l'entreprise, de sa localisation et de l'objectif poursuivi par le programme d'investissements.

Tableau (ci-dessous) :

Taux nets selon la taille de l'entreprise
Pour un même programme d'investissements, l'entreprise ne peut cumuler le bénéfice des incitants avec des aides obtenues en vertu d'autres législations ou réglementations régionales en vigueur (ex: primes énergie, prime à l'investissement classique pour les PME, etc).

Filières renouvelables et cogénération	Surcoûts	Petite et moyenne entreprise	Grande entreprise hors zone de développement	Grande entreprise en zone de développement hors Hainaut	Grande entreprise en Hainaut
Eolien					
≤ 1000 kW	40%	20%	8%	10%	12%

SUBVENTION POUR LA RÉALISATION D'AUDITS ET D'ÉTUDES ÉNERGÉTIQUES³

Depuis le 03 août 2017, le Service public de Wallonie accorde une subvention aux entreprises pour la réalisation d'audits et d'études énergétiques. Cette subvention est réservée aux PME et aux entreprises en accord de branche via leur fédération industrielle.

Cette subvention aux entreprises concerne la réalisation :

- d'un audit énergétique global,
- d'un audit énergétique partiel,
- d'un audit énergétique simplifié,
- d'une étude de préfaisabilité,
- d'une étude de faisabilité,
- d'un audit de suivi annuel;

La demande de subvention doit être préalable à la date de la première facture relative aux audits et études pour lesquels la subvention est sollicitée.

Les différents audits et études doivent être réalisés par des auditeurs énergétiques agréés dans la ou les compétences correspondantes. L'audit énergétique partiel ou global doit être réalisé conformément au cahier des charges minimal de l'arrêté AMURE. L'étude de préfaisabilité d'un investissement doit être réalisée conformément au cahier des charges minimal de l'arrêté AMURE.

L'audit énergétique partiel et global doivent être réalisés sur des installations existantes. Il est en de même pour l'étude de préfaisabilité, sauf le cas échéant, lorsqu'il s'agit d'installations relatives à une source d'énergie renouvelable ou à une cogénération.

LES AIDES AU DÉVELOPPEMENT ET À L'INVESTISSEMENT DANS LE SECTEUR AGRICOLE (ADISA)

Un nouveau système d'aides au développement et à l'installation dans le secteur agricole, dit « ADISA », est entré en vigueur le 1^{er} octobre 2015.

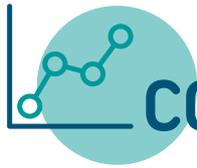
Le principal changement consiste à sélectionner les demandes d'aide selon des critères précis. Cela concerne tant les demandes d'aides à l'investissement que celles à l'installation.

Les demandes d'aides peuvent être introduites tout au long de la période qui s'étend du 1er octobre 2015 au 31 décembre 2020. En fonction de leur date d'introduction, les dossiers sont inclus dans une période de sélection de 3 mois et seront ensuite classés selon le nombre de points obtenus par le projet de demande d'aide. Les meilleurs projets seront ainsi sélectionnés.

Pour plus de renseignements sur les modalités pratiques, consultez sur le site <https://agriculture.wallonie.be/> :

- [Les aspects législatifs relatifs à AIDA, ISA et ADISA](#)
- [Les formulaires spécifiques](#)
- [Les outils pratiques](#)

3 : <https://energie.wallonie.be/fr/audits-et-etudes-amure.html?IDC=6374>



COMMENT ANALYSER

LA RENTABILITÉ DE MON PROJET ?

Soit une éolienne de **100kW, vendue à 300.000€** (un prix conforme aux valeurs CAPEX de référence).

Le demandeur, une PME, pourra bénéficier d'une aide à l'investissement dont le montant s'élève à 20% du montant total de l'investissement. Dans notre exemple cela représenterait une déduction de 60.000€. Le montant de l'investissement revient donc à $300.000€ - 60.000€ = 240.000€$.

De son côté, le fabricant de l'éolienne estime la production à 145.000 kWh/an, en se basant sur une vitesse moyenne sur site de 4,6m/s à 40m et en tenant compte d'une disponibilité technique de l'éolienne de 95%.

Rappelons, qu'à des hauteurs entre 15m et 40m, hauteurs de mâts souvent proposés pour des éoliennes de puissance inférieures à 100kW, l'environnement local va fortement influencer et impacter le régime de vent. Les vitesses moyennes de vents à ces hauteurs oscillent entre 2 et 5m/s. Dans cet exemple, la valeur de 4,6m/s à 40m paraît raisonnable pour un site bien venté et dégagé.

La production annoncée de 145.000kWh/an pour une éolienne de 100kW, correspond à 1450 heures de fonctionnement à puissance maximale, et donc un taux de charge de 16,5%. Cette valeur de taux de charge se situe bien dans la partie

supérieure des taux de charges (à savoir entre 12% et 18%) habituellement prévus pour ce type d'éoliennes présentant des hauteurs de mats entre 30m et 40m.

Le fabricant et fournisseur de l'éolienne fournit également la courbe de puissance, sur lequel vous pouvez vérifier la vitesse de démarrage et la vitesse à laquelle l'éolienne fonctionnera à pleine puissance (à savoir 100kW dans notre exemple).

Rappelons l'importance de privilégier les modèles d'éoliennes disposant de courbes de puissance certifiées, pour disposer de données techniques fiables.

Sur base d'un coût actuel du kWh à 220 €/MWh, l'épargne potentielle annuelle reviendrait à : **220€/MWh x 145 MWh/an = 31.900€ / an**

La production d'électricité d'origine éolienne bénéficie également de l'octroi d'un certificat vert (CV) par tranche de 1.000 kWh (1MWh) d'électricité produite. En utilisant le prix minimum garanti de 65€ / CV, soit 65€/MWh : **65€/MWh x 145 MWh/an => 9 425 €/an**

L'épargne potentielle annuelle est estimée dans ce cas à $9,425 + 31,900 = 41.325€/an$.

Le retour sur investissement dans cet exemple correspond à : **240.000€ / 41.325€/an => 5.80 ans.**

Cette analyse simplifiée (considérant une autoconsommation de 100% sur site) a pour objectif de présenter de manière indicative une estimation de la faisabilité et de la rentabilité du projet. Cette analyse ne prend pas en compte les autres aides, telles que des déductions fiscales (13,5%),

ni les coûts d'installation ou de raccordement au réseau de l'éolienne. Des coûts supplémentaires sont en effet à prendre en compte, dont les coûts opérationnels OPEX (maintenance) ainsi que les coûts additionnels en cas d'ajout d'un système de stockage de l'électricité (batteries).





QUELLE EST LA RÉGLEMENTATION WALLONNE EN TERMES DE PERMIS POUR CE TYPE DE PROJET ?

L'implantation d'une éolienne doit être compatible avec les autres affectations de l'espace environnant et respecter les usagers des lieux ; elle doit pour cela satisfaire aux critères des réglementations en vigueur. Certaines démarches administratives sont obligatoires pour obtenir l'autorisation d'installer une éolienne. En effet, en Région wallonne, une série d'actes et travaux nécessitent l'obtention d'un permis avant d'être entrepris.

Le service Urbanisme de la commune peut apporter une aide efficace dans la réalisation de ces démarches.

Un projet éolien de puissance installée inférieure à 100kW (installation non-classée) ne nécessite pas de permis environnement, mais bien d'un permis d'urbanisme. Une « Notice d'Évaluation des Incidences sur l'Environnement » devra toutefois accompagner la demande de permis d'urbanisme. Ce document fournit à l'autorité qui statue une information sur les impacts environnementaux induits par le projet, comme l'ombre portée, le bruit et quelques considérations biologiques en fonction de la sensibilité de la zone. Le contenu de cette notice est laissé à l'appréciation du fonctionnaire.

Une éolienne de puissance égale ou supérieure à 100kW et inférieure à 500kW, correspond à une installation de classe 3, pour laquelle la demande de permis d'urbanisme devra inclure une Déclaration d'environnement et une Notice des incidences sur l'environnement. Ce type d'installation ne nécessite pas de permis environnement.

Le permis environnement, et par conséquent un permis unique (combinant permis d'urbanisme et permis environnement), sera nécessaire à partir d'une installation supérieure ou égale à 500kW.

L'ensemble des prescriptions liées au permis d'urbanisme est consigné dans le Code du Développement Territorial (CoDT). Ce permis doit être délivré par l'autorité compétente. Deux pouvoirs publics ont des compétences en matière de délivrance des permis d'urbanisme : les communes (le collège communal) et l'administration wallonne (le fonctionnaire délégué).

C'est le Collège communal qui délivre la majorité des permis lorsque le demandeur est une personne privée (Art.D.IV.15). L'avis de la Région par l'intermédiaire du fonctionnaire délégué devra ou non être demandé en fonction de la nature du permis introduit. L'avis donné par le Fonctionnaire aura une valeur indicative ou obligatoire. Il se peut donc que le Collège des Bourgmestres et Echevins consulté sollicite le Fonctionnaire délégué qui demandera éventuellement l'avis de l'organe ayant dans ses compétences l'un ou l'autre aspect environnemental dont l'impact poserait question.

Ajoutons également, qu'il n'est pas inutile de discuter avec les habitants proches et avec les responsables communaux du projet d'installation d'une petite éolienne, bien avant toute démarche administrative. Une information complète et la plus objective possible peut lever les éventuelles réticences des uns et des autres.

QUELLE EST LA RÉGLEMENTATION WALLONNE EN TERMES D'ÉMISSION SONORE ?

Pour les installations d'une puissance inférieure à 500kW (ne nécessitant pas de permis environnement) la législation wallonne est très lacunaire et aucun texte légal ne définit de norme de bruit, mis à part pour quelques cas particuliers.

Pour les éoliennes de puissance inférieure à 100kW, le permis d'urbanisme est délivré par le collège communal qui décide du niveau de tolérance en fonction du bruit à l'émission de l'éolienne.



Quaregnon éolien moyen • © F.Dor SPW tIpe

OÙ SE RENSEIGNER D'AVANTAGE ?

Service Public de Wallonie • SPW-Energie
Rue Brigades d'Irlande 1 • B-5100 Jambes
Portail énergie de la Wallonie <https://energie.wallonie.be>

POUR UN PROJET ÉOLIEN PARTICULIER :
infoenergiesrenouvelables.dgo4@spw.wallonie.be

POUR UN PROJET ÉOLIEN PROFESSIONNEL (PME, AGRICULTEUR, INDÉPENDANT) :
Le Facilitateur URE indépendants : Tel: 081.48.62.67
<https://energie.wallonie.be/fr/facilitateurs-energie-independants.html?IDC=9554>

DEMANDER UN PERMIS D'URBANISME
<https://www.wallonie.be/fr/demarches/demander-un-permis-durbanisme#endetail>

**POUR LES AIDES LES AIDES AU DÉVELOPPEMENT ET À L'INVESTISSEMENT
DANS LE SECTEUR AGRICOLE (ADISA)**
<https://agriculture.wallonie.be/>

POUR LES AIDES À L'INVESTISSEMENTS UDE
<https://recherche-technologie.wallonie.be/fr/menu/ressources/aides/index.html>

APERe asbl (Association pour la Promotion des Energies renouvelables)
Rue Nanon, 98 | 5000 Namur & Rue Fernand Bernier, 15 | 1060 Bruxelles
Tél. : 02.218 78 99
www.apere.org

Service Public de Wallonie • SPW-Energie
Rue Brigades d'Irlande 1 • B-5100 Jambes
<https://energie.wallonie.be>

