

Le guide de l'éolienne



ooreka

Vos questions sont entre de bonnes mains

Le guide de l'éolienne





Vos questions sont entre de bonnes mains

[Ma maison](#)

[Mon argent](#)

[Ma famille](#)

[Ma santé](#)

[Mes droits](#)

[Ma carrière](#)

[Mon véhicule](#)

[Mon entreprise](#)



Plus de 5 000 documents à télécharger gratuitement

eBooks PDF, modèles de lettres, modèles de contrats, études, rapports, fiches pratiques...

www.ooreka.fr

Dans la même collection



Le guide de l'énergie
solaire



Le guide de la
climatisation



Le guide des énergies



Le guide de la récupération
d'eau de pluie



Le guide de la pompe
à chaleur



Le guide du chauffe-eau

Auteurs : MM. Cordier et Roux

© Fine Media, 2014

ISBN : 978-2-36212-197-5

Ooreka.fr est une marque de Fine Media, filiale de Solocal Group.
204, rond-point du Pont de Sèvres - 92649 Boulogne-Billancourt cedex

Vous pouvez partager ce fichier avec vos proches uniquement dans le cadre du droit à la copie privée. Vous n'avez le droit ni de le diffuser en nombre ou sur Internet, ni d'en faire des utilisations commerciales, ni de le modifier, ni d'en utiliser des extraits. Mais vous pouvez communiquer l'adresse officielle pour le télécharger :

<http://eolienne.ooreka.fr/ebibliotheque/liste>

Pour toute question : www.ooreka.fr/contact

Table des matières

L'éolienne en un coup d'œil	7
La composition d'une éolienne	8
L'installation d'une éolienne	9
Le coût d'une éolienne	10
I. Une éolienne, qu'est-ce que c'est ?	11
L'énergie éolienne	12
Les types d'éolienne	14
🗨️ Pour aller plus loin	20
Astuces	20
Questions / réponses de pro	22
II. La composition d'une éolienne	26
Le mât	28
Les pales	29
Le générateur	32
La batterie	33
L'onduleur	35
🗨️ Pour aller plus loin	37
Astuces	37
Questions / réponses de pro	38
III. L'installation d'une éolienne	43
L'emplacement	44
Le raccordement	46
La sécurité	48
🗨️ Pour aller plus loin	50
Astuces	50
Questions / réponses de pro	52
IV. Le coût d'une éolienne	56
L'achat	57
Les aides financières	59
Le rachat de l'électricité	61



🗨️ Pour aller plus loin	63
Astuce	63
Questions / réponses de pro	64
Index des questions et des astuces	68
Les professionnels et experts cités dans cet ouvrage	70
Trouver des professionnels près de chez vous	74

L'éolienne en un coup d'œil



L'éolienne domestique, ou mini-éolienne, fonctionne selon le même principe que les modèles industriels qui jalonnent les autoroutes françaises. D'une taille beaucoup plus réduite (10 à 35 m), leur capacité s'adapte aux besoins des particuliers (100 W à 20 kW).

Pour produire votre électricité grâce au vent, vous avez le

choix entre l'éolienne à axe horizontal, le modèle le plus répandu aujourd'hui, et l'éolienne à axe vertical, qui prend peu de place, peut capter des vents plus faibles, mais tourne moins vite.

Lorsqu'on souhaite acheter une éolienne pour particulier, on a aussi le choix entre les modèles artisanaux ou industriels. Pour faire le bon choix, certains écueils doivent être évités. Les adeptes de l'autoconstruction peuvent aussi réaliser eux-mêmes leur éolienne ; bien entendu, seuls les connaisseurs entreprendront de tels travaux. Au moindre doute, il ne faut pas hésiter à faire appel à un professionnel.

Enfin, en plus de produire de l'électricité de manière écologique en utilisant une énergie 100 % renouvelable, l'éolienne pour particulier peut aussi permettre de vendre le surplus à un fournisseur d'énergie.

La composition d'une éolienne

Produire de l'électricité en utilisant l'énergie du vent passe par l'installation d'une éolienne domestique. Celle-ci se compose de différents éléments, tous indispensables pour assurer une production d'énergie efficace et sécurisée. Ainsi, les pales, le générateur, le mât, les batteries et l'onduleur devront être montés avec le plus grand soin.

Concrètement, pour produire de l'électricité, l'éolienne fonctionne de la manière suivante : les pales, situées en haut du pylône, sont actionnées par le vent, ce qui entraîne le générateur, lui aussi placé en haut du mât. C'est ce moteur qui fabrique l'électricité (courant alternatif). L'électricité produite est ensuite convertie par un régulateur avec redresseur intégré (qui empêche les surtensions et peut basculer vers des capteurs solaires photovoltaïques en cas de sous-tension) et acheminée dans les batteries. L'énergie est ainsi stockée et restituée en fonction des besoins. Toutefois, avant d'utiliser le courant continu redistribué par les batteries, il est nécessaire de le transformer en courant alternatif (220 V) : c'est le rôle de l'onduleur.



Pour finir, il conviendra de mettre en place le raccordement au réseau, qui peut être, au choix, parallèle, temporaire ou autonome.

L'installation d'une éolienne



Lorsque l'on souhaite mettre en place une éolienne pour couvrir ses besoins en électricité, il est nécessaire, dans un premier temps, de procéder à une étude du vent. On pourra ainsi évaluer la future production énergétique et choisir la puissance de son éolienne. Pour être rentable, cette dernière

doit bénéficier d'un vent puissant, et ce, de manière fréquente. L'Agence de l'environnement et de la maîtrise des énergies déconseille d'ailleurs d'installer une éolienne si la moyenne annuelle du vent est inférieure à 20 km/h.

Dans un second temps, il convient de choisir son emplacement, en gardant à l'esprit qu'il est préférable d'opter pour un lieu exposé au vent, non dangereux et éloigné de toute habitation. De plus, une éolienne pour particulier peut être installée aussi bien à la campagne qu'en ville. Dans ce second cas, certaines règles doivent toutefois être respectées, aussi bien du point de vue réglementaire que technique.

Enfin, des démarches sont à réaliser, notamment une demande de permis de construire pour les modèles d'une hauteur supérieure à 12 m, ou la consultation du voisinage. Bien sûr, la sécurité n'est nullement à négliger ! On recense deux principaux facteurs de risque : les vents violents et la production d'électricité. Ainsi, il est nécessaire d'implanter le matériel avec soin pour éviter tout effondrement ainsi que de prévoir des dispositifs de sécurité tels que des freins mécaniques.

Comme tout matériel de production d'énergie, l'éolienne doit aussi être entretenue régulièrement. Cette précaution permet de conserver ses performances et d'améliorer sa durée de vie (20 ans en moyenne).

Le coût d'une éolienne



Le prix d'une éolienne domestique, comme tous les équipements, varie en fonction du fournisseur et de ses caractéristiques techniques. De manière générale, il oscille entre 25 000 et 40 000 €.

Les bricoleurs chevronnés et avertis peuvent toutefois construire leur propre modèle, réduisant ainsi les coûts. Il faut alors compter entre 1 500 et 3 000 €. De

plus, en tant que solution écologique de production d'énergie, elle ouvre droit à des aides financières soumises à conditions : crédit d'impôt de 15 %, TVA à 5,5 %, subventions.

En principe, l'éolienne pour particulier peut être raccordée au réseau. Le fournisseur d'électricité installe donc un compteur électrique afin d'évaluer le surplus d'énergie produit, qu'il rachète et réinjecte sur le réseau.

I.

Une éolienne, qu'est-ce que c'est ?

Produire de l'électricité grâce à un système écologique, c'est possible grâce à l'éolienne, et ce, même pour les particuliers. Écologique, l'énergie éolienne se sert de la force du vent, 100 % naturelle et renouvelable. Produire de l'électricité grâce à ce dispositif ne puise donc pas dans les réserves de la planète.

En outre, une éolienne domestique peut être utilisée aussi bien pour alimenter en énergie une maison, un logement urbain, une résidence de vacances, une caravane, un camping-car, une habitation isolée. Selon les besoins, elle alimentera une seule prise ou toute la maison. En effet, la capacité est variable selon le modèle, allant



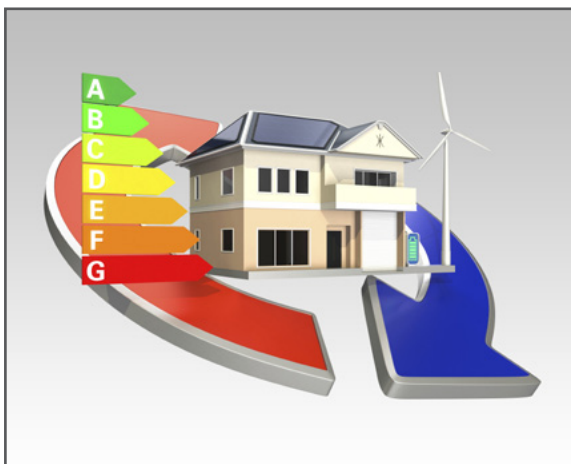
de 100 W à 20 kW ; les matériaux ainsi que la taille du mât varient aussi en conséquence. Et pour obtenir un gain d'énergie et donc d'autonomie, il est possible de l'associer à un autre système de production d'électricité écologique, comme le solaire photovoltaïque.

Il est également envisageable de créer un parc de batteries afin de bénéficier d'une capacité de stockage plus importante. Toutefois, deux points sont souvent reprochés à ce système de production d'énergie.

D'une part, la pollution visuelle, puisque l'éolienne, même domestique, peut atteindre une hauteur conséquente (environ 12 m) et donc avoir un impact négatif sur le paysage ; d'autre part, une pollution sonore due au bruit engendré par son fonctionnement, même si ce dernier est réduit au minimum avec une conception rigoureuse.

Par exemple, une éolienne industrielle produisant environ 500 MW et d'une hauteur avoisinant les 100 m émet autour de 50 dB à 100 m à la ronde, ce qui correspond, à l'intérieur d'une maison, au bruit ambiant des conversations.

L'énergie éolienne



L'énergie d'une éolienne domestique n'est pas comparable à celle des générateurs géants des compagnies électriques que l'on voit fleurir. Ses proportions, ainsi que la quantité d'électricité produite sont adaptées aux besoins des usagers.

Ainsi, selon ses proportions, l'énergie d'une éolienne domestique peut couvrir la quasi-totalité des besoins électriques d'une famille ou se contenter d'alimenter quelques prises de courant, voire prendre simplement le relais en cas de coupure du réseau.

Des performances pour les particuliers

Les modèles d'éolienne domestique produisent plus ou moins d'électricité selon les besoins. On trouve ainsi des appareils dont la capacité varie de 100 W à 20 kW. On considère généralement qu'une éolienne produisant plus de 5 kW permet à un particulier de revendre de l'électricité. En effet, à partir de cette capacité, le générateur produit plus de courant que ce qui est consommé.

Il n'est en outre pas obligatoire d'alimenter l'ensemble de son habitation via son énergie éolienne. En effet, il est tout à fait possible de ne la relier qu'à une ou deux prises. Par exemple, vous pouvez alimenter à l'énergie éolienne la prise sur laquelle est branché votre réfrigérateur, afin de faire des économies et pallier toute coupure de courant.

Comprendre l'énergie éolienne

L'éolienne utilise l'énergie mécanique des vents pour faire tourner un rotor, de la même manière que les moulins anciens. Ce rotor est lui-même relié à un générateur, qui produit de l'électricité, qu'il faut ensuite réguler pour la rendre utilisable.

Les éoliennes professionnelles fonctionnent avec des vents de 5 à 200 km/h, tandis que les modèles domestiques exigent des vents de 10 à 90 km/h. Néanmoins, il est souvent nécessaire d'avoir des vents supérieurs à 20 km/h pour une production correcte. L'énergie éolienne dépend également de la taille de l'aérogénérateur : les éoliennes professionnelles peuvent produire entre 5 kW et 5 MW (le plus souvent 1 à 3 MW), tandis que les éoliennes des particuliers possèdent une puissance dix fois inférieure et génèrent entre 100 W et 20 kW d'électricité (le plus souvent 35 kW).



Les types d'éolienne

Une éolienne comprend un système pour capter le vent couplé à un générateur d'électricité (comme une dynamo) : on parle techniquement d'aérogénérateur. Elle se divise en deux catégories, les modèles horizontaux et les modèles verticaux, qui se distinguent selon l'orientation de leur axe de rotation.

Éolienne verticale ou horizontale ?



L'éolienne horizontale est le modèle le plus employé. Elle offre un rendement important, mais est responsable de nombreuses nuisances non négligeables.

L'éolienne verticale est, pour l'heure, moins répandue, mais son rendement égal, voire supérieur à celui d'une éolienne classique, ainsi que ses atouts d'intégration au bâti, de fonctionnement même avec un vent faible et d'occupation d'espace font d'elle une solution très intéressante, notamment pour les éoliennes domestiques.

Pour faire son choix, il convient de se référer au descriptif de la notice, contenant les informations relatives au rendement, au seuil de déclenchement et à la taille du modèle.

Le rendement est défini par les puissances nominale et maximale (en kW), le seuil de déclenchement par la vitesse de démarrage (en m/s), la vitesse moyenne du vent pour son fonctionnement par la vitesse nominale de la génératrice (en m/s), et l'électricité produite par la production annuelle moyenne (en kWh)...

De manière générale, on considère que pour démarrer une éolienne domestique, il faut un vent allant de 10 à 15 km/h selon les modèles ; certaines peuvent néanmoins capter des vents plus faibles.

I. Une éolienne, qu'est-ce que c'est ?



La résistance aux vents forts est, elle aussi, limitée : le plus souvent, les pales s'arrêtent au-delà de 90 km/h pour des raisons de sécurité.

Le tableau ci-dessous détaille chacune de ces caractéristiques selon le modèle, horizontal ou vertical, de l'éolienne.

Éolienne domestique		Rendement	Force de vent	Résistance aux vents violents	Installation sur le bâti	Zone
Éolienne horizontale		Bon : entre 100 W et 20 kW selon le modèle	Élevée	Faible : nécessite l'installation de freins et d'un mât haubané	✗ (sauf très petite éolienne), car elle crée des vibrations	Zone dégagée
Éolienne verticale	Modèle Darrieus	Moyen : au maximum 10 kWh, mais peut être amélioré grâce à un démultiplicateur	Moyenne, à cause du poids du rotor	Bonne	✓	Zone dégagée ou urbaine
	Modèle Savonius	Bon, sur le moyen terme	Faible	Bonne	✓ sous réserve que la toiture puisse soutenir le poids de l'éolienne	Zone dégagée ou urbaine, ou installation moins haute
	Modèle à voile tournante	Bon	Faible	Bonne	✓ (taille réduite)	Zone dégagée ou urbaine

Éolienne horizontale

L'éolienne horizontale, ou HAWT (« Horizontal Axis Wind Turbine »), fonctionne globalement selon le même principe que les éoliennes que l'on peut voir dans les parcs éoliens.

Le plus souvent, elle capte le vent (de face ou de dos, selon le modèle) grâce à des pales assemblées en hélice. Celles-ci tournent autour d'un mât placé horizontalement par rapport

au sol. Le générateur est actionné par la rotation de l'hélice et est situé en haut de l'éolienne. L'hélice, quant à elle, se compose de deux ou trois pales ; la seconde option est toutefois privilégiée, car elle offre de meilleures performances.



L'éolienne horizontale est la solution généralement retenue pour le grand éolien. Pour un particulier, elle présente deux atouts principaux : d'abord, elle possède un très bon rendement puisqu'elle capte un maximum d'énergie grâce à son auto-orientation qui lui permet de s'adapter à la direction du vent ; ensuite, étant plus répandue, trouver un vendeur ou un installateur est plus aisé. En revanche, l'éolienne horizontale possède quelques inconvénients non négligeables.

En effet, moins résistante aux vents forts que le modèle vertical, elle doit être renforcée. Ainsi, dans les régions où le risque de vents violents est important, il convient d'avoir recours à des mâts haubanés (ancrage renforcé) et d'installer un frein au niveau du rotor. Du reste, elle met plus de temps à se déclencher, car elle doit s'orienter par rapport à la direction du vent, ce qui retarde d'autant son déclenchement. Enfin, l'installation est bruyante.

Bon à savoir : *dans certains cas, au-delà d'une vitesse donnée, les pales cessent de tourner par mesure de sécurité.*

Éolienne verticale



Les pales de l'éolienne verticale, ou VAWT (« Vertical Axis Wind Turbine »), tournent autour d'une tige positionnée verticalement, comme son nom l'indique. Cette solution est moins répandue, mais tend progressivement à se démocratiser, voire à remplacer le modèle horizontal.

Son principal atout est sa capacité à capter des vents faibles : elle n'a donc pas besoin de rafales ou de vents puissants, voire violents, pour fonctionner, car elle ne s'oriente pas par rapport au vent.

De plus, elle demande moins d'espace et fonctionne quel que soit le

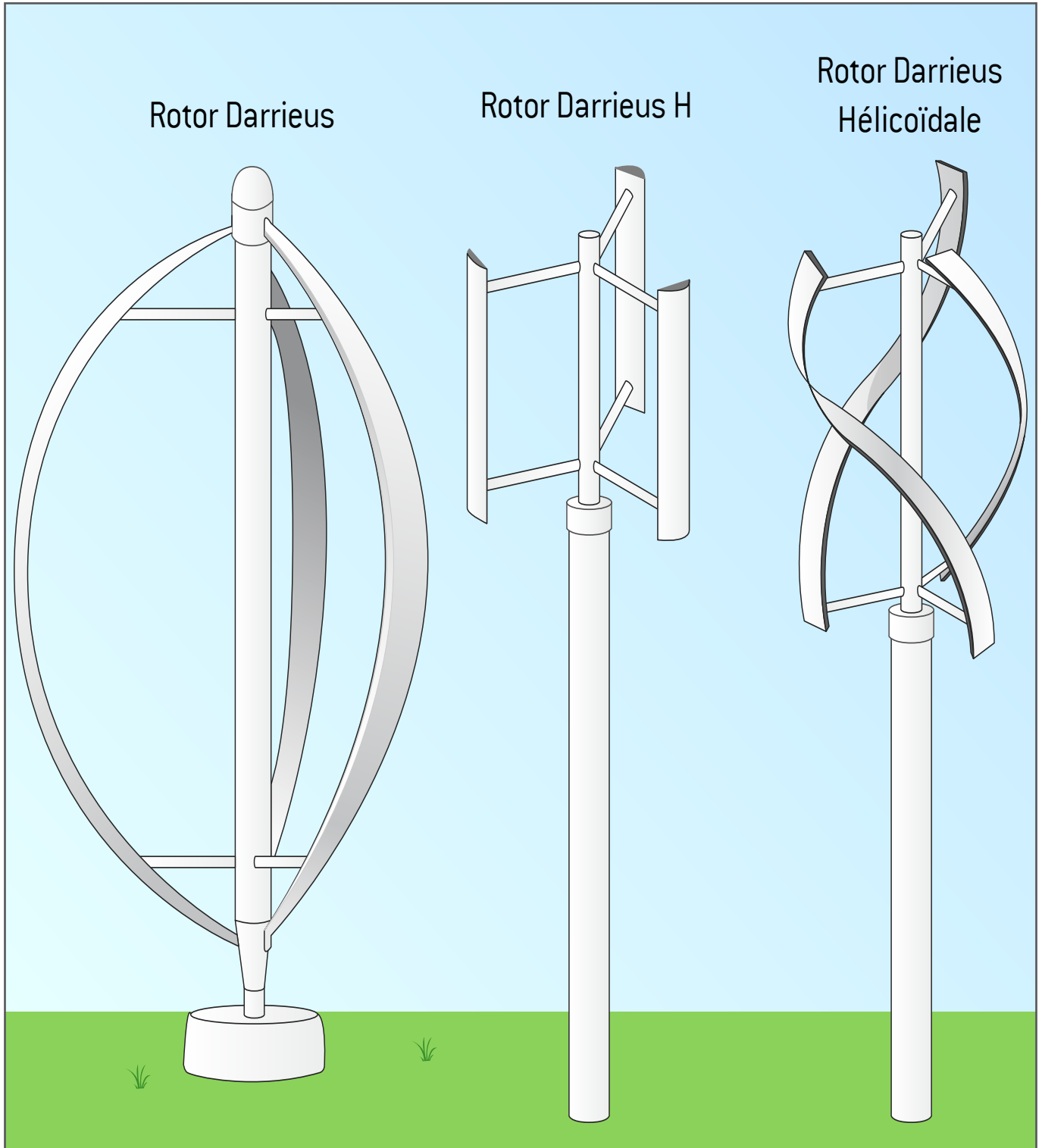
sens du vent. À noter qu'il peut être plus difficile de se procurer une éolienne à axe vertical, car le marché est encore restreint.

Du nom de son inventeur, l'éolienne verticale de type Darrieus produit de l'électricité grâce à un rotor (hélicoïdale, H, cylindrique), qui tourne autour d'une tige fixe, appelée stator à ailettes.

Souvent installée dans des zones très venteuses, elle peut subir des vents violents dépassant les 220 km/h. En outre, cette éolienne émet moins de bruit qu'un modèle horizontal et occupe moins de place. Il est également possible de l'installer directement sur le toit.

Enfin, son générateur peut ne pas être installé en haut de l'éolienne, au centre des rotors, mais en bas de celle-ci. Rendu ainsi plus accessible, il est plus aisé de le vérifier et de l'entretenir. En revanche, il convient de noter que ce modèle offre un faible rendement et que son démarrage est ralenti par le poids du rotor sur le stator.

Éolienne verticale de type Darrieus



I. Une éolienne, qu'est-ce que c'est ?

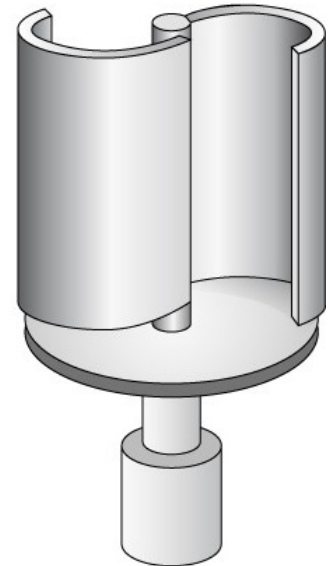


Brevetée en 1929, l'éolienne verticale Savonius consiste, elle, en au moins deux demi-cylindres installés de manière légèrement désaxée l'un par rapport à l'autre.

Le vent s'engouffre dans l'un des demi-cylindres et le pousse ; les demi-cylindres n'étant pas rattachés en un même point, le vent continue sa course dans l'autre demi-cylindre, qu'il pousse à son tour.

Les avantages de cette éolienne verticale sont, d'une part, son esthétisme et la possibilité de l'installer sur une toiture ; d'autre part, le fait qu'elle fonctionne même avec un vent faible (contrairement au système Darrieus), quelle que soit sa direction.

Si vous installez ce modèle sur votre toiture, assurez-vous toutefois que celle-ci peut supporter la charge.



Enfin, l'éolienne à voile tournante, inventée par Pierre Dieudonné en 2006, consiste en quatre pales verticales reliées à des bras horizontaux.

L'ensemble pivote sous l'effet du vent et, à la manière d'une voile de bateau, s'adapte à son orientation. L'éolienne à voile tournante présente des

pales qui s'orientent constamment par rapport à la direction du vent et ont, de ce fait, une grande efficacité et un meilleur rendement. Ce fonctionnement réduit aussi considérablement les nuisances sonores, tout en offrant un modèle peu encombrant. Toutefois, elle ne bénéficie pas de protection contre les tempêtes et nécessite une girouette pour être actionnée.

Pour aller plus loin

Astuces

L'éolienne 3D

Vous trouvez que les éoliennes classiques sont trop bruyantes ? Vous n'appréciez guère leurs vibrations ? Sachez que vous n'êtes pas seul(e) ! C'est pourquoi une équipe d'ingénieurs français s'est penchée sur la question et a trouvé une solution pour intégrer davantage ces équipements dans notre environnement sans nuire au confort de chacun : c'est l'éolienne tridimensionnelle.

Les éoliennes traditionnelles, qui tournent autour d'un axe en deux dimensions, sont des équipements bruyants du fait des pales qui font obstacle au vent. Le principe de l'éolienne en trois dimensions consiste alors à utiliser davantage la puissance fournie par le vent, sans plus lui faire obstacle. Ce design en trois dimensions exploite le principe de Bernoulli, principe de conservation de l'énergie en mécanique des fluides. L'effet obtenu par le pincement d'un tuyau est reproduit sur la structure de la pale, qui provoque une accélération du fluide d'un côté, et une augmentation de la pression de l'autre.

Ainsi, en exploitant l'énergie cinétique du vent en 3D, on extrait plus de puissance afin de produire de l'électricité, et ce, dans un silence total. En outre, à puissance égale, l'éolienne tridimensionnelle est environ deux fois moins encombrante qu'un modèle classique. Elle a également l'avantage d'être auto-directionnelle, c'est-à-dire que ses pales fonctionnent comme un gouvernail, permettant au rotor de se mettre automatiquement face au vent. Grâce à sa structure compacte et ses haubans, cette éolienne peut fonctionner dès 9 km/h de vent et jusqu'à plus de 210 km/h, soit une performance bien supérieure aux modèles traditionnels.

Enfin, l'expérience a prouvé sa robustesse, puisque les deux exemplaires installés dans le sud-ouest de la France ont résisté à la tempête Klaus et à ses pointes de vent à 190 km/h !

La société Nheolis, qui propose cette éolienne révolutionnaire, a notamment mis au point un lampadaire autonome qui produit sa propre énergie et ne nécessite aucun raccordement au réseau électrique. Associant à l'éolienne 3D des panneaux solaires de dernière génération avec un éclairage LED de très haute qualité, ce

lampadaire présente plusieurs atouts majeurs : des économies (aucune consommation d'électricité pendant la durée de vie du lampadaire, estimée à 20 ans), une installation aisée (pas de tranchée de raccordement) et un silence total.

L'éolienne marine

Si vous possédez un bateau et que vous aimez bien passer un peu de temps en mer, vous le savez sans doute : l'électricité n'est pas vraiment accessible au beau milieu du Pacifique. Ou plutôt, n'était. Car s'il y a bien une chose qu'on peut trouver au milieu de l'océan, c'est du vent. Ce qui s'avère très pratique pour recharger les batteries de votre bateau grâce notamment à l'éolienne marine.

L'éolienne marine suit le même principe que les autres modèles : sous la force du vent, la rotation des pales fait tourner un générateur, qui fonctionne alors comme un alternateur. La mécanique se situe principalement dans le corps de la turbine, ce qui facilite le câblage et le montage, et augmente la fiabilité des éoliennes. Le contrôleur de la turbine permet de vérifier la vitesse de rotation des pales, éliminant ainsi tout bourdonnement, notamment lors de vents violents.

En outre, les éoliennes étant soumises à des contraintes importantes lors de vents violents, le système de décrochage électronique réduit significativement les efforts sur la turbine et le mât. Les nouveaux modèles sont ainsi devenus relativement silencieux.

À noter que sur un bateau, l'éolienne peut être couplée à un panneau solaire pour tirer pleinement profit des conditions météorologiques et de navigation.

Les éoliennes marines permettent d'alimenter et de charger les batteries du bateau en mer. Elles sont traitées pour une utilisation marine et résistent donc à l'eau salée.

Certaines peuvent fournir un travail équivalent à celui d'un chargeur de quai. Il existe, par ailleurs, différentes marques, mais les modèles font en général 12, 24 ou 48 V pour une puissance très variable. Ces critères sont bien sûr à mettre en rapport avec vos besoins et votre budget : comptez entre 500 et 1 500 € pour une éolienne de bateau.

Sachez aussi qu'il n'y a quasiment pas de maintenance ni d'entretien à prévoir.

Dernier point : un grand nombre d'éoliennes marines disposent d'un régulateur de tension intégré qui améliore les performances et optimise la sortie d'énergie, ce qui permet aussi de protéger les batteries.

Questions / réponses de pro

Rendement d'une éolienne

Lorsqu'une éolienne de 600 W est branchée sur le secteur via un onduleur, comment peut-on connaître son rendement ?

 Question de Loulou

► Réponse de Dely

Si votre éolienne est installée, il suffit de câbler une résistance variable, qui peut consommer 600 W sous la tension nominale de l'éolienne.

Si la tension est de l'ordre de 230 V, il vous faut une résistance d'environ 100 ohms.

Si la tension est plus basse, les choses se compliquent (il faudrait connaître la valeur efficace de la tension de sortie). Toutefois, si vous avez un onduleur entre l'éolienne et la sortie et que ce dernier fournit du 230 V, vous pouvez vous reporter au cas précédent.

Il faut, bien évidemment, mesurer les valeurs efficaces de la tension et du courant.

Si l'éolienne alimente une résistance, la puissance électrique fournie est égale au produit de ces deux grandeurs. Vous n'aurez pas le véritable rendement, car on ne connaît pas la puissance mécanique fournie à l'alternateur, mais la puissance électrique utile.

Cependant, ces bricolages vous exposent à une tension élevée, et si vous n'êtes pas qualifié en électricité, ce que laisse supposer votre question, cela peut s'avérer dangereux. Il est peut-être préférable de faire appel à un professionnel.

► Réponse de DSolar

Un rendement est un nombre sans unité (donc pas en volts). Ce que vous voulez, c'est la puissance fournie à un instant donné (en watts) et la quantité d'électricité produite (en kWh), en sortie d'onduleur.

Des boîtiers électriques sont vendus dans les supermarchés, permettant de connaître la consommation des équipements électriques ; ils coûtent environ 20 € et sont à placer entre l'onduleur et le circuit de consommation.

I. Une éolienne, qu'est-ce que c'est ?

Puissance d'une petite éolienne

Combien de watts, en fonction du vent, peut fournir une éolienne de petite taille, dite « classique » ?

 Question de Vincent

► Réponse d'Eurextherm

En théorie, une petite éolienne de 1 kW peut délivrer jusqu'à 3 000 kWh/an. La problématique est que, en plus de l'éolienne proprement dite, il y a un ensemble de composants qui régulent, transforment et affectent la production. Le positionnement est également primordial.

Panneau solaire ou éolienne ?

Je voudrais installer un panneau solaire ou une éolienne dans un site ne recevant pas l'électricité.

Que choisir entre ces deux formules ? Quel est le meilleur moyen de production d'énergie en analysant le montage et le coût ?

Idéalement, il faudrait assez d'énergie pour alimenter un frigo de 220 V qui fonctionne en courant alternatif. Or, je sais que les panneaux solaires fournissent un courant continu, que je devrais donc stocker. Comment transformer du courant continu en courant alternatif ?

 Question d'Eurosix

► Réponse d'Air New Technologie 91

La meilleure solution dépend de votre exposition et du vent. Le mieux est d'utiliser un frigo en 12 V, ainsi, vous n'aurez pas besoin d'onduleur, mais simplement d'un chargeur pour batteries.

Pour transformer un courant continu en courant alternatif, il faut un onduleur et un chargeur pour batteries.

► Réponse de Triphaseurl

Dans la mesure du possible, ces appareils devront fonctionner sous une tension continue de 12, 24 ou 48 V. La tension d'alimentation des différents appareils alimentés en continu doit également être en concordance avec la tension de service en sortie du régulateur ; sinon, il faudra prévoir un convertisseur continu/continu.

I. Une éolienne, qu'est-ce que c'est ?

► Réponse de Jp

L'idéal pour un site isolé est une installation hybride : solaire + éolien. Il faut faire un bilan des puissances nécessaires et, si possible, n'utiliser que des appareils en 24 ou 48 V pour limiter les pertes. Le coût moyen (batteries, chargeur et régulateur compris), pour une petite maison de campagne, se situe aux environs de 15 000 €.

► Réponse d'Eolis 34

Nous vous conseillons les deux, mais, dans tous les cas, un bon calibrage est nécessaire. Un onduleur est aussi obligatoire dans votre situation.

► Réponse de NG Services Velux & Solaire

La combinaison des deux permettra une véritable autonomie, quel que soit le climat. Le budget à prévoir, avec onduleur, oscille entre 22 000 et 28 000 €. En dessous, vous vous exposez à des problèmes de qualité, de maintenance, etc. Dans tous les cas, votre investissement donne une énorme valeur ajoutée à votre bien.

► Réponse de SARL Beauce Éoliennes

En tant que professionnel, je vous conseille un pack hybride composé d'une éolienne (2 400 W, alternateur et onduleur intégrés), de trois panneaux solaires de 230 V, d'un onduleur-chargeur (1,6 kW) et de deux batteries.

Vous pouvez y adjoindre un groupe électrogène, ainsi que la batterie de secours correspondante.

Étude de vent

Avant de me lancer dans un projet d'implantation d'une éolienne, j'aimerais réaliser une étude de vent sur 6 à 12 mois grâce à un anémomètre placé sur un mât de 12 m.

Je suis donc à la recherche de ce type d'appareil à louer ou à acheter à un prix inférieur à 100 €. Est-ce possible ?

🗨 Question de Jeff « La Débrouille »

► Réponse de SARL Beauce Éoliennes

Si vous souhaitez aller plus vite, vous pouvez acheter la rose des vents sur 10 ans, de la station Météo France la plus proche de chez vous. Il faut compter 38 € HT et 42 € TTC. Vous n'aurez pas plus fiable.

I. Une éolienne, qu'est-ce que c'est ?



Taille d'une éolienne

Quelle est la taille d'une éolienne ?

 Question de Sananas

► Réponse d'Eolis 34

Les dimensions dépendent de la puissance choisie. Vous trouverez des hauteurs de mâts de 6 à 35 m, sachant qu'à partir de 12 m de hauteur, il vous faut demander un permis de construire.

Les diamètres de rotor s'étalent de 1,20 à 8 m et plus. La puissance désirée influera directement sur les dimensions.

Vitesse de vent nécessaire pour une éolienne

À partir de quelle vitesse de vent (en km/h), le rotor d'une éolienne se met-il en action ?

 Question d'Al2

► Réponse de Greeneo

Les éoliennes pour les particuliers produisent de l'électricité à partir de 3 m/s, soit environ 11 km/h, mais certaines démarrent leur production en dessous de 2 m/s. La production optimale se situe plutôt au-delà de 20 km/h, en fonction de la taille et de la puissance.

► Réponse de CTVS

La vitesse moyenne de démarrage d'une éolienne se situe aux alentours de 2 à 3 m/s, soit environ 7 à 12 km/h minimum.

II.

La composition d'une éolienne

Produire de l'électricité en utilisant l'énergie du vent passe par l'installation d'un aérogénérateur, et chaque élément de ce dernier est incontournable pour produire de l'énergie de manière efficace et sûre.

En pratique, les pales de l'éolienne, situées en haut du pylône, sont actionnées par le vent : leur mouvement entraîne le générateur, lui aussi placé au sommet du mât ; c'est ce moteur qui fabrique l'électricité (courant électrique alternatif). Le mât, lui, porte les pales et le générateur.

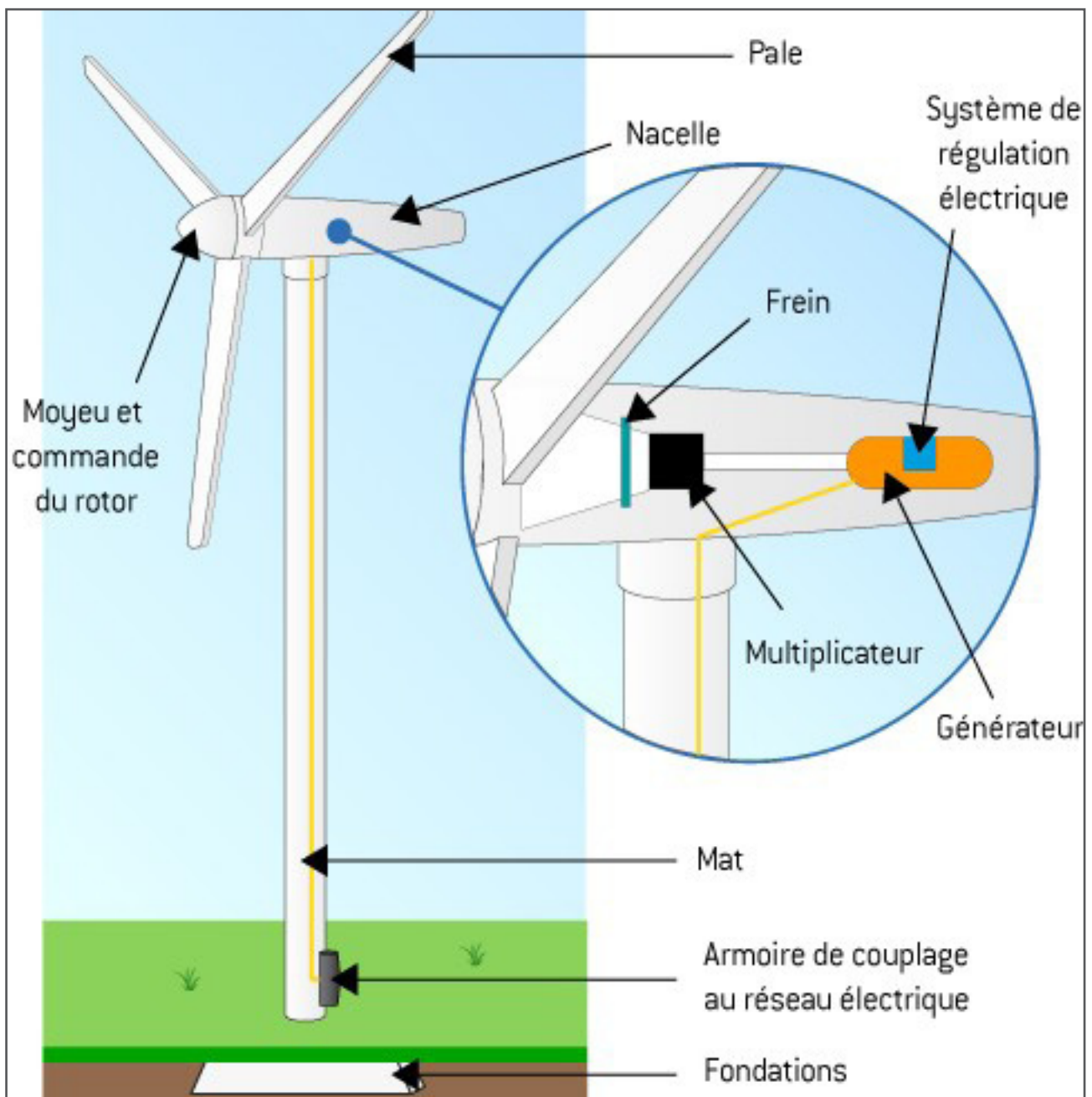


L'électricité produite est ensuite convertie par un régulateur avec redresseur intégré (qui empêche aussi les surtensions et qui peut basculer vers des capteurs solaires photovoltaïques en cas de sous-tension) et acheminée dans les batteries. L'énergie est ainsi stockée pour pouvoir être restituée en fonction des besoins.

Avant de pouvoir utiliser le courant continu redistribué par les batteries, il faut toutefois le transformer en courant alternatif grâce à un onduleur.

Plusieurs choix s'offrent ensuite à vous pour le raccordement au réseau électrique (parallèle, temporaire ou autonome).

Composition d'une éolienne



Le mât

Afin d'être efficace, l'éolienne domestique doit capter des vents relativement forts.

Pour ce faire, il est nécessaire de la placer assez haut. Ainsi, les pales, et parfois le générateur, sont situées au sommet d'un mât ou d'un pylône : la hauteur varie de 10 à 35 m.

Il existe alors deux types d'éléments permettant l'installation des pales en hauteur : le mât et le pylône.



Mât classique

Le mât, élément rigide vertical, est généralement réservé aux éoliennes horizontales. Résistant, il ne doit pas plier sous le vent, et sa structure ne doit pas pouvoir être attaquée par la rouille, les champignons, la moisissure... C'est pourquoi on emploie deux types de matériaux : l'aluminium ou un métal résistant à la rouille.

Lors de la conception, on commence par décider si le mât sera implanté sur des fondations ou non : si le générateur est situé en haut, des fondations sont incontournables.

Dans les autres cas, elles restent vivement conseillées, car elles permettent d'assurer son bon ancrage dans le sol. Ainsi, l'éolienne ne risquera pas d'être déracinée par le vent.

Bon à savoir : *pour toujours plus de sécurité, le mât peut être fixé par des haubans, soit des câbles métalliques qui partent du mât et vont jusqu'au sol. La solidité du mât est ainsi renforcée.*

Pylône

Le pylône, assemblage d'éléments verticaux, sert à soutenir l'éolienne, qu'elle soit horizontale ou verticale. Tout comme le mât, il doit être bien ancré dans le sol pour résister aux vents.

L'aluminium s'avère être un matériau de choix pour la construction, car il est résistant et ne craint pas la rouille.

Le point négatif de cette technique concerne les éoliennes domestiques de grande hauteur, car le pylône n'est pas esthétique, d'autant moins quand il est haut.



Bon à savoir : *que vous optiez pour un mât ou un pylône, vous devez l'installer sur un terrain dégagé de tous les éléments susceptibles d'être endommagés dans un rayon égal à la hauteur de l'éolienne.*

Les pales

Les pales de l'éolienne sont fixées en haut du mât, qu'il s'agisse d'un modèle vertical ou horizontal. Entraînées par le vent, leur mouvement actionne le générateur qui produit ainsi l'électricité.

Type d'éolienne



Les pales d'une éolienne se doivent d'offrir performance, afin de capter le plus de vent possible, et sécurité, pour ne pas créer de dommages en cas de chute.

Tous les détails comptent, de la taille au nombre en passant par la fixation.

Les pales doivent ainsi allier plusieurs qualités : aérodynamisme, légèreté et équilibre.

En matière de pales d'éolienne à axe vertical, il existe de nombreuses possibilités. L'éolienne Savonius est la plus simple à réaliser. Il s'agit de deux demi-cylindres fixés en quinconce l'un en face de l'autre, ou de deux profils semblables opposés qui créent une forme de vague : le vent s'y engouffre, produisant ainsi la rotation. Ce type de pale est le plus souvent employé pour pomper de l'eau, car sa vitesse limitée pose encore actuellement des problèmes de performances en matière de production d'électricité. Cependant, il fonctionne avec des vents très faibles et offre une bonne résistance aux vents violents. L'éolienne Darrieus est, elle, plus efficace, mais aussi plus compliquée à réaliser. Il s'agit de plaques verticales avec un profil aérodynamique et qui tournent grâce au vent.

S'agissant des pales d'une éolienne à axe horizontal, celles-ci doivent capter l'air, et ainsi tourner pour mettre le générateur en mouvement. Pour cela, les modèles sont le plus souvent calqués sur les ailes d'un avion. Un angle d'attaque est réalisé avec soin aux extrémités : entre 3 et 6° au bout, et entre 16 et 25° en début.



Bien entendu, ces chiffres varient selon le modèle et la force du vent. Il est également possible d'opter pour des pales de formes plates, en planches de bois légères ou en tôle fine d'aluminium, avec un angle d'attaque de 18°. Cette solution, bien que beaucoup plus simple à mettre en œuvre, car n'impliquant pas de sculpter les pales, est aussi moins performante.

Par ailleurs, le plus souvent, une éolienne domestique se compose de trois pales, mais tout dépend des conditions climatiques. En effet, moins il y a de pales et plus l'éolienne tournera vite ; en revanche, plus il y en a, plus l'éolienne pourra capter des vents faibles.

Bon à savoir : *les pales d'éolienne doivent être fixées solidement pour éviter toute chute ou vibration.*

Matériaux



Pour la fabrication des pales d'éolienne, trois matériaux sont communément employés : la fibre de verre, le bois et l'aluminium. Matériau le plus efficace, la fibre de verre est à la fois résistante et légère. Elle implique toutefois, lors de la construction, une certaine technicité, à commencer par la création du moule dans lequel elle sera coulée. C'est

pourquoi on lui préfère souvent le bois, plus simple à mettre en œuvre et moins onéreux. En revanche, la vigilance, avec le bois, est de mise, car il est plus sensible à l'humidité et plus fragile s'il présente des défauts. Ainsi, mieux vaut opter pour une essence adaptée, un bois sec, sans nœuds et sans fissure.

Enfin, l'aluminium, d'une bonne solidité et d'une longévité très appréciable, est aussi techniquement difficile à utiliser et nécessite un outillage adapté. On peut aussi avoir recours au PVC, mais cette solution est le plus souvent réservée aux éoliennes industrielles, car la mise en œuvre de ce matériau est techniquement compliquée.

Comparatif des pales d'éolienne

Matériaux	Fibre de verre	Bois	Aluminium
Résistance	Bonne résistance aux intempéries	Moyenne : demande un traitement régulier	Très bonne résistance
Poids	Léger	Léger, selon l'essence	Léger, si utilisé sous forme de tôles fines
Sensibilité à l'humidité	Imputrescible	Résistance à l'humidité limitée	Imputrescible
Facilité de mise en œuvre	Difficile : nécessité de réaliser un moule, temps de séchage	Facile	Très difficile : demande un outillage et une technique adaptés
Longévité	Bonne longévité	Moyenne	Bonne longévité
Prix	Élevé	Peu élevé	Très élevé

Taille



Pour équiper son éolienne de pales aux bonnes dimensions, il est nécessaire de prendre en compte le modèle retenu (horizontal ou vertical), la puissance du générateur et l'effort à fournir. Chaque éolienne étant différente, il n'existe pas de taille standard.

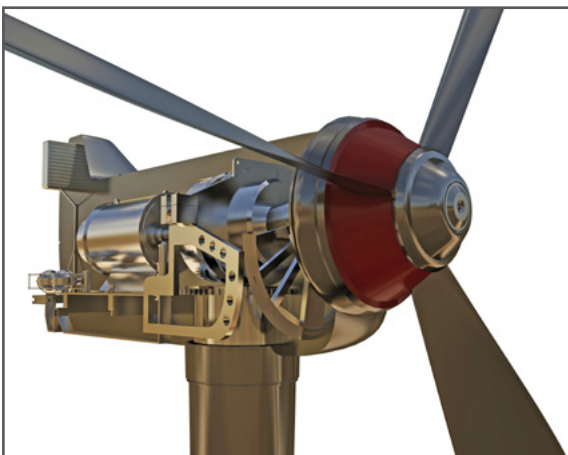
Un descriptif précis, assorti de croquis détaillés, constitue donc une étape indispensable. Ce calcul doit être réalisé minutieusement : des pales trop petites rencontreront des difficultés à entraîner le générateur et donc à produire de l'électricité. Des pales trop grandes, à l'inverse, useront rapidement le reste du mécanisme. Les conseils d'un professionnel avisé sont donc incontournables !

Le générateur

Élément déterminant de l'éolienne domestique, puisqu'il produit l'électricité, le choix du générateur est crucial.

Bon à savoir : *une dynamo, qui produit du courant continu, peut aussi être utilisée comme générateur. Mais cette solution n'est pas privilégiée, car transporter du courant continu implique de grosses déperditions.*

Fonctionnement



Le générateur d'une éolienne domestique est un alternateur, autrement dit, il produit un courant électrique alternatif. Son principe de fonctionnement repose sur la mise en mouvement d'un champ magnétique créé par des aimants, et ce, grâce à la rotation des pales. Donc, plus le champ magnétique est fort et le mouvement rapide, plus il y aura d'électricité produite.

Emplacement

Deux placements sont envisageables suivant le type d'éolienne. Pour une éolienne verticale, le générateur est le plus souvent situé en bas du pylône. Pour une éolienne horizontale, on l'installe généralement en haut, directement derrière les pales.

Il faut ensuite convertir le courant alternatif en courant continu, avant les batteries, avec un régulateur intégrant un redresseur. Il sera à nouveau converti en courant alternatif en sortie, grâce à un onduleur, pour pouvoir être utilisé dans la maison.

La batterie

Les batteries ont pour rôle de stocker l'électricité produite par l'éolienne, puis de la redistribuer en fonction des besoins. La batterie sert ainsi de stock tampon entre l'éolienne et le circuit électrique de la maison, et assure un courant constant à la sortie malgré les variations du vent.

Régulateur avec redresseur intégré

Les batteries ne peuvent stocker que du courant continu. Or, une éolienne pour particulier produit un courant alternatif, sauf dans de très rares cas où le générateur choisi n'est pas un alternateur, mais une dynamo. Le courant doit donc être converti via un redresseur. Parallèlement, pour protéger les batteries contre les variations du vent, un régulateur est également indispensable. Le meilleur choix est donc d'opter pour un régulateur intégrant un redresseur. Il joue alors plusieurs rôles : il transforme le courant alternatif en courant continu pour qu'il puisse être stocké dans les batteries, et il protège les batteries en leur injectant une charge constante.



En outre, si l'éolienne produit trop de courant, le régulateur permettra d'éviter une surtension dans les batteries en régulant l'apport. Au contraire, si l'apport est trop faible, il interrompra la charge, voire compensera le manque s'il est relié à un panneau solaire photovoltaïque (il doit alors disposer d'une entrée photovoltaïque). Toujours dans l'objectif de protéger les batteries, le régulateur évite également une surcharge en coupant l'apport quand elles sont chargées. À l'inverse, quand elles sont sur le point d'être totalement déchargées, il coupe le courant après les batteries pour éviter qu'elles ne soient entièrement vides.

Critères de choix



Batteries à charge constante et batteries à charge profonde sont les deux options qui s'offrent à vous en matière d'éolienne domestique.

Les batteries à charge constante sont créées pour délivrer un maximum d'électricité en peu de temps, mais le problème majeur est qu'elles supportent très mal d'être déchargées. Pour ne créer aucun dommage irréversible, ce type de batteries ne doit pas être déchargé de plus de 2 à 5 %. Autrement dit, elles doivent être rechargées en continu, car les phases de charge et de décharge engendrent d'importants dégâts. Dans les faits, cette solution est fortement déconseillée pour une éolienne domestique, car sa durée de vie excède rarement les 3 mois.

Bon à savoir : *afin de maintenir un taux de charge optimal, vous pouvez relier les batteries à charge constante à un petit panneau solaire photovoltaïque.*

Les batteries à charge profonde (au plomb ou au gel) sont les plus indiquées pour une éolienne pour particulier, car elles supportent parfaitement la multiplication des cycles de charge et de décharge. Les batteries au plomb sont moins onéreuses, mais se déchargent si elles ne sont pas utilisées ; elles peuvent aussi induire des risques de dégagements gazeux ou de fuites



d'acide. Les batteries au gel, plus onéreuses, sont toutefois plus étanches et présentent très peu de risque de fuite d'acide. De plus, leur composition n'engendre aucun danger de dégagements gazeux. Enfin, elles sont aussi efficaces en charge lente que rapide, et le déchargement est plus rapide.

Important : *quelle que soit la batterie pour laquelle vous optez, veillez bien à ce qu'elle dispose de la marque NF (norme française) ou NE (norme européenne), gage de fiabilité. De plus, une fois arrivées en fin de vie, les batteries doivent être apportées dans une déchèterie afin d'être recyclées pour éviter le rejet dans la nature de substances toxiques.*

Quand le photovoltaïque prend le relais



Parfois, le vent n'est pas assez fort pour permettre de générer de l'électricité grâce à l'éolienne. Dans ce cas, les batteries sont là pour redistribuer l'électricité accumulée, mais si cette situation perdure, les batteries finiront par se vider.

Pour ne pas se retrouver sans électricité, tout en continuant à produire sa propre énergie de manière écologique, il est alors possible d'installer des panneaux solaires photovoltaïques, qui produisent de l'électricité grâce au soleil.

Ces panneaux sont reliés au réseau via le régulateur, qui dispose alors d'une entrée photovoltaïque. Ce dispositif lui permet de basculer sur l'éolien ou le photovoltaïque en fonction des besoins et des apports en vent et en soleil.

L'onduleur

Avant de pouvoir utiliser le courant continu distribué par les batteries, il faut le transformer en courant alternatif utilisable (220 V) grâce à un onduleur. Des câbles plus épais et adaptés sont alors nécessaires, afin de supporter la surchauffe due au courant continu.

Fonction

Élément de l'éolienne domestique placé entre les batteries et le réseau électrique, l'onduleur a pour fonction de convertir le courant continu stocké et distribué par les batteries en courant alternatif. Cette étape est indispensable, car l'alimentation électrique d'une maison fonctionne en courant alternatif.

Bon à savoir : *l'onduleur émet un bruit du fait de la présence d'un ventilateur. Mieux vaut donc ne pas le placer à proximité d'une chambre, et, idéalement, dans un local extérieur (garage, remise).*

Puissance

Pour une éolienne domestique, les modèles d'onduleur s'échelonnent de 75 W à 5 kW. Il convient alors de choisir une puissance un peu plus élevée que ses besoins afin de ne pas le surcharger. Par exemple, un onduleur de 750 W est idéal pour une consommation de 500 W. Attention toutefois à la surchauffe : la puissance normale d'utilisation, ainsi que la puissance de crête sont mentionnées sur l'emballage, veillez à ne pas les dépasser.



D'autre part, un onduleur consomme de l'électricité à l'utilisation, mais aussi lorsqu'il est en veille. Optez donc pour un matériel légèrement au-dessus de vos besoins, avec un rendement autour de 90 %. Enfin, les câbles reliant les batteries à l'onduleur doivent supporter le courant continu. Pour les risques de surchauffe, il est nécessaire d'avoir recours à des câbles plus épais et adaptés au nombre d'am-pères transportés.

Pour aller plus loin

Astuces

L'éolienne pour camping-car

Un camping-car, c'est tout un symbole : à son volant, vous pouvez partir où vous voulez sans vous retourner, en vous sentant libre comme l'air, dormant à la belle étoile... jusqu'à ce que vous vous retrouviez perdu en pleine campagne avec une batterie en panne. Vous voulez vous libérer de cette contrainte ? Installez une éolienne sur votre camping-car !

En effet, une éolienne peut largement suffire à recharger les batteries d'un camping-car. D'un poids d'environ 5 kg, ses pales mesurent 50 cm avec un aileron de 20 cm. Elle peut alors fournir une puissance de 60 à 200 W en fonction des modèles, et commence à fonctionner dès 5 km/h de vent (selon les modèles). En outre, les éoliennes conçues pour le vélo, le camping-car ou le bateau résistent à la pluie comme à l'eau salée. Elles sont également traitées anti-corrosion.

Un certain nombre de marques propose des éoliennes en kit prêtes à être montées sur un camping-car. Ces modèles se posent alors sur le porte-vélo situé à l'arrière. Rassurez-vous, elle n'empêche pas d'utiliser ce dernier pour placer et enlever les vélos. Le prix d'une telle éolienne varie, en fonction des caractéristiques et des fabricants, de 500 à 1 200 €.

Le montage est par ailleurs assez simple, puisqu'il suffit de fixer le mât sur le porte-vélo (avec trois boulons), d'accrocher les câbles qui maintiennent l'éolienne, de connecter les fils, puis de positionner l'interrupteur, l'ampèremètre et le fusible, le plus près possible de la batterie.

Sachez également qu'une éolienne de camping-car peut compléter de façon intéressante un panneau solaire.

Une éolienne dans son jardin !

Produire soi-même son énergie, c'est possible ! À l'échelle domestique, l'éolien est alors une bonne solution. Une éolienne domestique peut fournir en moyenne entre 100 W et 20 kW d'électricité, pour une taille bien inférieure aux grands modèles qui longent les autoroutes françaises.

Toutefois, installer une éolienne dans son jardin représente un investissement important. Alors, combien de temps faut-il pour le rentabiliser ? D'après l'ADEME, une éolienne domestique permet de produire 30 à 50 % de la consommation électrique annuelle d'un foyer de quatre personnes. Et ce, pour un coût initial allant de 1 400 à 8 000 € (kit). Posée par un professionnel, elle peut cependant coûter jusqu'à 40 000 € (pour une grande taille).

Vous pouvez néanmoins bénéficier d'une réduction d'impôts de 8 000 € pour une personne célibataire, 16 000 € pour un couple, et 400 € supplémentaires par personne à charge. Il ne vous reste plus qu'à regarder votre consommation d'électricité, et à vérifier que l'investissement vaut la peine d'être réalisé.

Par ailleurs, une éolienne de particulier se compose d'un mât de 10 à 35 m (dont une partie peut être enterrée), ainsi que d'une nacelle abritant le rotor, les pales, le générateur et l'onduleur qui transforme le courant alternatif en électricité domestique. Bien sûr, il convient de privilégier un emplacement en prise au vent, une mini-éolienne domestique de 3,5 m de diamètre pouvant produire jusqu'à 2,5 fois plus d'électricité en fonction de la puissance du vent : 1 900 kWh/an grâce à un vent à 4 m/s, contre 4 900 kWh/an à 7 m/s.

Vous pouvez, en outre, monter seul votre éolienne domestique, puisqu'il en existe en kit. Vous aurez alors tout intérêt à choisir un mât autoporteur, en partie enterré : votre installation en sera d'autant plus discrète (le mât montera moins haut) et les vibrations seront réduites.

Notez toutefois que selon la taille de votre éolienne, il sera peut-être nécessaire d'effectuer certaines démarches administratives.

Jusqu'à 12 m de haut, vous êtes tenus d'effectuer une déclaration préalable en mairie, mais vous n'avez pas besoin de permis de construire. En revanche, au-delà, la demande de permis de construire est obligatoire.

Questions / réponses de pro

Batteries d'une éolienne

Sur mon éolienne, j'ai une batterie de 12 V qui se vide en 30 minutes. À quoi cela peut-il être dû ? Dois-je la changer ?

 Question d'Albert

► Réponse de Dely

Soit votre installation comporte un appareil qui consomme rapidement l'énergie de votre batterie, soit cette dernière est défectueuse et s'auto-décharge. Vous pouvez réaliser le test de l'autodécharge en chargeant la batterie avec un chargeur automobile ou votre panneau solaire, puis la laisser débranchée et attendre une demi-journée.

Si elle est vide quand vous la rebranchez, c'est de l'autodécharge et il faut la changer. Sinon, il faut identifier la partie du circuit qui consomme toute l'énergie. Un ampèremètre est bien utile, sinon, il faut débrancher les appareils les uns après les autres et voir si cela fonctionne normalement.

Couplage éolienne et panneaux solaires

Je possède des panneaux solaires et une éolienne. Comment les coupler sur le même onduleur, sans batterie ?

🗨 Question d'Olive

► Réponse de Deu

Si vous raccordez votre éolienne avec vos panneaux solaires, vous risquez d'avoir une surprise. La seule solution serait de mettre un autre onduleur à la sortie de l'éolienne, puis de relier les sorties en s'assurant de la compatibilité, en phase, fréquence et tension.

► Réponse d'Eurl A.M.I.

Si les PV sont en revente à EDF, le couplage est totalement interdit et punissable par des amendes, un passage au tribunal, et la casse du contrat de revente. Vous devrez alors rembourser EDF depuis le début du contrat.

Branchement de batteries sur une éolienne

J'ai fait installer des panneaux solaires et une éolienne, et j'aimerais brancher des batteries au système éolien. L'éolienne est reliée à un boîtier sur lequel il est marqué 24 V, lui-même relié à un autre boîtier qui injecte le courant dans le réseau.

Pouvez-vous me donner des conseils pour le branchement ?

🗨 Question de Christiane

► Réponse de Cabinet Stance Expertise

Vous avez besoin d'un régulateur de charge, qui a pour fonction de réguler la charge de la batterie solaire afin d'éviter son vieillissement prématuré. Il stoppe ainsi la charge quand la batterie est pleine, évitant la surcharge. Il stoppe aussi la sortie 12 V (24 ou 48 V) quand la batterie est déchargée, évitant ainsi la décharge profonde. Enfin, il bloque le courant « inverse » en provenance de la batterie vers le panneau, évitant une consommation inutile.

L'idéal est de demander à l'entreprise qui a installé vos systèmes de rajouter des batteries et de procéder à la mise en service. Ainsi, vous aurez une installation conforme.

► Réponse de Wagane

Je ne vois pas l'intérêt d'avoir des batteries puisque vous êtes branché au réseau. Les batteries servent à avoir de l'autonomie et du courant lorsqu'il n'y a pas de vent. Ce type d'installation est utile pour les gens qui ne sont pas reliés au réseau.

En effet, votre convertisseur (onduleur), qui est branché sur votre installation, se met en route dès que l'éolienne fournit suffisamment de courant. C'est la solution la plus écologique, car quand vous produisez trop, votre compteur tourne à l'envers et vous faites profiter la communauté de votre production d'énergie renouvelable.

Quand on a le choix, une installation autonome (avec des batteries) non reliée au réseau n'est pas économique et beaucoup moins écologique.

Dispositif d'arrêt d'une éolienne

Je possède une éolienne. Quand les batteries sont chargées, je voudrais que l'éolienne s'arrête automatiquement. Un dispositif permet-il cette opération ?

🗨 Question de Rousty13

► Réponse de Jp

Sur de petites éoliennes, le plus simple est d'injecter l'énergie dans une résistance. Une autre solution consiste à « shunter » le bobinage. Pour cela, il suffit de monter un contacteur dans le circuit de puissance ; celui-ci sera piloté par le régulateur de charge dès qu'il recevra le signal « batteries pleines ». Le fait de « shunter » l'éolienne vous permettra de l'arrêter.

Sinon, on peut intercaler un contacteur, qui orientera la production vers un circuit de décharge (radiateur, chauffe-eau, résistance ou tout autre circuit).

Lieu d'implantation d'une éolienne

Comment déterminer le lieu d'implantation d'une éolienne pour particulier ?

 Question de Marie110

► Réponse de Rémy

Avant toute chose, vous devez choisir l'endroit, sur votre terrain, le plus adapté pour accueillir une éolienne pour particulier.

Il doit être dégagé, si possible en hauteur, et ne pas être entouré d'obstacles (constructions ou arbres) pour que l'éolienne puisse capter le plus de vent possible.

Mais ces précautions ne suffisent pas. Vous devez aussi effectuer une mesure préliminaire du vent sur le lieu choisi.

Elle vous permettra de connaître notamment la vitesse moyenne des vents sur cette zone.

Vous saurez ainsi si le lieu que vous avez choisi est adéquat. L'installation est déconseillée en dessous d'une vitesse moyenne de 20 km/h.

Génératrice pour les éoliennes individuelles

Quel type de génératrice est utilisé sur les éoliennes individuelles et sur les éoliennes de forte puissance (continu, alternatif, synchrone, asynchrone) ?

Comment synchroniser la vitesse de rotation de l'éolienne (qui dépend du vent) avec la fréquence du réseau électrique, fixée à 50 HZ ?

 Question de Windmills

► Réponse d'Artis'En Solaire

Les petites éoliennes sont en aimant permanent. Le courant est alternatif en 24, 48 ou 230 V, et passe par un pont redresseur.

Le courant arrive dans un régulateur, qui passe ensuite par un onduleur qui se charge alors de mettre la tension en conformité avec le réseau : 50 Hz et 220 V.

Autonomie électrique d'un terrain

Je suis pépiniériste et je dispose d'un terrain sans électricité. Puis-je installer une éolienne afin de couvrir mes besoins (éclairage du hangar, extraction de l'eau d'arrosage, etc.) ?

 Question d'A.V. SPRL

► Réponse de Loulou

Votre idée d'installer une éolienne est bonne, mais je vous conseille d'abord de faire réaliser une étude de votre consommation : profondeur du puits, débit (m^3/h), diamètre des tuyaux et distance du champ par rapport au forage en considérant les pertes de charge, etc.

Une très bonne situation face au vent vous sera aussi nécessaire. Attention également à la distance requise par rapport au voisinage : plus l'éolienne est importante, plus elle fait du bruit.

Ensuite, vous devrez déposer un dossier en mairie ; cette dernière vous aidera dans vos démarches. Et le tarif sera au prorata de la puissance de l'éolienne, à faire installer uniquement par un professionnel ! Évitez de l'installer vous-même, car, en cas de problème, vous n'aurez aucun recours.

III.

L'installation d'une éolienne



Pour pouvoir profiter pleinement de son éolienne domestique, mieux vaut bien l'installer. Durant cette étape, plusieurs paramètres entrent en ligne de compte, notamment le vent et le lieu d'implantation. En effet, pour qu'elle fonctionne à plein rendement, l'éolienne doit être implantée dans une zone dégagée, où le vent moyen souffle de manière constante et soutenue. D'autre part, bien que plus compliquée, de par la particularité des vents en milieux urbains, l'installation d'une éolienne en ville est tout à fait réalisable.

Mais avant de se lancer dans la mise en œuvre de son éolienne, il convient d'effectuer certaines démarches. Ainsi,

un permis de construire est indispensable lorsque l'éolienne mesure plus de 12 m de haut. Il faut, dans ce cas, s'adresser à la mairie du lieu d'implantation. Cet agrément étant difficile à obtenir, mieux vaut faire appel aux services de professionnels chevronnés. En revanche, si le modèle sélectionné est d'une hauteur inférieure, seule une déclaration préalable de travaux vous sera réclamée.

De même, en cas de raccordement au réseau, la demande devra être réalisée en préfecture, sinon en mairie. Le voisinage ne doit pas non plus être oublié. En effet, la vue d'une éolienne et le bruit généré peuvent, à terme, devenir une nuisance. Une évaluation acoustique, ainsi qu'une démarche d'information, voire le choix d'un lieu d'implantation plus éloigné pourront vous éviter bien des désagréments.

L'emplacement

Une éolienne domestique, même performante et conçue avec soin, ne vous apportera pas l'électricité dont vous avez besoin si elle n'est pas installée dans un lieu adéquat.

Étude du vent

Avant d'installer une éolienne domestique, ou d'en choisir la puissance, une étude du vent est incontournable. Elle vous permet de dimensionner au mieux l'installation et d'adapter sa puissance à vos besoins, mais aussi aux vents. Cette étude permet de déterminer le lieu le plus exposé.

Pour ce faire, il convient, d'abord, d'identifier le site sur lequel on souhaite procéder à l'implantation, puis d'y installer un mât d'environ 10 m pendant un mois, sur lequel seront fixés une girouette, un anémomètre et une centrale d'acquisition. Les données ainsi recueillies seront enregistrées et corrélées avec les données historiques de la station Météo France la plus proche du lieu d'implantation.



Un rapport sera ensuite fourni, contenant, par exemple, la vitesse moyenne et une courbe de fréquence des vents, des propositions d'implantation, le potentiel du site...

En moyenne, une éolienne pour particulier démarre par vent de 10 à 15 km/h. Il est donc déconseillé d'en installer une si le vent moyen soufflant sur le lieu d'implantation est inférieur à ces valeurs.

Lieu d'installation

Une éolienne domestique doit être en mesure de capter le plus de vent possible, sans mettre en danger ni les personnes ni les installations environnantes.

Ainsi, plusieurs paramètres doivent être pris en compte dans le choix du lieu d'implantation : le vent, la hauteur, le dégagement, la présence d'habitations, etc.

L'éolienne pour particulier doit d'abord être installée le plus haut possible, sans modifier la taille du mât ou du pylône. Vous pouvez donc commencer par utiliser les éventuels reliefs présents sur le terrain.



Ensuite, pour pouvoir capter au maximum les vents, les pales doivent être situées dans un environnement dégagé. Ainsi, on considère généralement qu'elles doivent dépasser d'au moins 2 m les obstacles environnants.

Enfin, pour assurer la sécurité des biens et des personnes, l'espace entourant l'éolienne doit lui aussi être dégagé.

Ce périmètre de sécurité autour est obligatoirement égal à la hauteur du mât.

En ville



Ceux qui ne vivent pas en zone rurale ou qui n'ont pas de jardin en ville peuvent aussi bénéficier de l'énergie éolienne.

Bien qu'encore limitée, cette option est malgré tout envisageable, même si plusieurs problèmes entrent en ligne de compte, notamment la présence d'habitations à proximité et les vents faibles et turbulents.

Les constructeurs travaillent toutefois pour améliorer les systèmes existants afin de satisfaire la demande des urbains.

Dans cette configuration, le choix idéal reste l'éolienne verticale. Pouvant être installée facilement et sûrement sur un toit, elle capte aussi les vents faibles, voire turbulents.

Pour autant, on peut également opter pour une éolienne horizontale et la fixer sur le bord de la façade, en la faisant dépasser du toit.

On utilise alors le même système que pour une antenne satellite : l'éolienne est fixée sur un mât, lui-même accroché sur la façade grâce à des attaches murales, ou sur la cheminée grâce à un cerclage. Mais cette solution est moins rentable et moins sécuritaire.

Le raccordement

Point noir de l'éolienne domestique, le raccordement au réseau électrique est une question sensible aujourd'hui.

Démarches

En plus des démarches fastidieuses imposées par le fournisseur EDF, seules les éoliennes (domestiques ou non) implantées en Zone de Développement Éolien (ZDE) et se conformant à certaines conditions peuvent revendre leur surplus au fournisseur.

Attention : *faire fonctionner une éolienne pour particulier sur le mode de revente à un réseau sans disposer d'un contrat est strictement interdit.*

À l'origine, EDF avait une obligation de rachat du surplus (ou de la totalité selon les cas) de la production électrique des éoliennes en France ; mais depuis le 15 juillet 2007, cette obligation est limitée aux éoliennes construites en ZDE et ayant reçu un certificat de la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE).

Si vous souhaitez et pouvez raccorder votre éolienne domestique au réseau EDF en mode revente du surplus de courant, des démarches devront alors être accomplies.

Quel réseau électrique ?



Le raccordement de l'éolienne pour particulier au réseau électrique n'est pas la seule option dont vous disposez. En effet, vous pouvez créer un réseau parallèle – c'est la solution la plus simple dans beaucoup de situations –, un réseau temporaire ou encore, un réseau autonome.

Le réseau parallèle consiste à conserver le réseau classique, d'une part, et à alimenter une partie de ses besoins avec l'éolienne, d'autre part. Ainsi, seule une partie des besoins est alimentée

par l'éolienne, comme l'éclairage ou des prises électriques particulières. Une dérivation de secours et un chargeur de batteries relié au réseau classique peuvent alors être d'un grand secours en cas de production insuffisante.

Un réseau temporaire consiste à installer un boîtier qui transférera la totalité de la consommation sur l'éolienne ou sur le réseau classique. Concrètement, lorsque les batteries de l'éolienne sont chargées, le boîtier dérive la consommation sur l'éolienne, mais lorsqu'un certain niveau de décharge est atteint, il bascule vers le réseau automatiquement.

Enfin, un réseau autonome est davantage réservé aux maisons en site d'électrification isolée, ou à une utilisation très restreinte, telle qu'une petite résidence de vacances. Tous vos besoins sont alors couverts par l'éolienne.

La sécurité

Planter une éolienne dans son jardin implique quelques règles élémentaires de sécurité, le risque principal provenant des vents violents qui pourraient la faire tomber ou faire surchauffer les différents éléments.

Une installation sécurisée

Le lieu d'implantation doit d'abord être dégagé, et ce, afin d'éviter qu'en cas de chute l'éolienne ne tombe sur une construction. Un périmètre de sécurité égal au minimum à la hauteur du mât est donc obligatoire.

Ensuite, pour éviter toute surchauffe due à des vents trop forts qui entraîneraient l'éolienne à une vitesse trop élevée, il est nécessaire d'installer des freins mécaniques. S'agissant des modèles horizontaux, la technique la plus répandue consiste à prévoir un système empêchant l'éolienne de se mettre dans sa position optimale par rapport au vent ; les systèmes de sécurité des éoliennes verticales jouent, quant à eux, sur l'inclinaison des pales, afin que celle-ci ne soit pas optimale.



Certaines éoliennes disposent aussi d'un système d'arrêt d'urgence qui bloque la rotation des pales. Les modèles les plus perfectionnés bénéficient même d'un système de blocage à distance.

Force du vent

La force des vents est classée selon l'échelle de Beaufort, qui comporte treize niveaux définissant la vitesse moyenne du vent. Cela permet d'évaluer les risques liés à l'implantation d'une éolienne domestique selon la force des vents prédominants. Ainsi :

- ▶ entre 0 et 61 km/h, il n'existe aucun danger concernant l'installation d'une éolienne domestique ;
- ▶ à partir de 62 et jusqu'à 74 km/h, il s'agit d'un « coup de vent » ; les systèmes de freins entrent en action ;
- ▶ au-delà, il faut stopper l'éolienne, voire la mettre à l'abri (à partir de 103 km/h : violente tempête, puis ouragan).



Entretien

La durée de vie moyenne d'une éolienne domestique est comprise entre 10 et 20 ans. Bien entendu, celle-ci peut être considérablement diminuée ou augmentée en fonction de l'entretien, même si elle reste peu exigeante en la matière. Les éléments qui la composent étant construits de manière à résister aux caprices du temps, et des dispositifs de sécurité étant mis en œuvre pour les protéger en cas de vents violents, une vérification et un nettoyage complets annuels suffisent le plus souvent.

En revanche, le moindre signe de faiblesse, tel qu'un bruit suspect, oblige à une vérification minutieuse. En effet, un élément défaillant pourrait entraîner des problèmes en cascade sur d'autres parties de l'éolienne domestique. Enfin, après des vents très violents, voire une tempête, un check-up est indispensable pour s'assurer que l'éolienne n'a pas subi de dommages.

Pour aller plus loin

Astuces

Le chargeur éolien

Pour éclairer votre vélo, recharger votre téléphone portable, votre lecteur MP3, votre appareil photo ou votre GPS, c'est un peu compliqué quand vous n'avez pas accès à une prise de courant.

Le chargeur éolien est alors une solution, à la fois économique et écologique.

Dès que la puissance du vent dépasse 15 km/h, ce chargeur de poche équipé d'une petite hélice emmagasine de l'électricité. Il peut ainsi être utilisé comme éclairage grâce à ses cinq LED pouvant servir de feux de position et proposant un éclairage continu ou clignotant. Mais il peut aussi recharger vos petits appareils, tels que votre téléphone portable, votre lecteur MP3, votre GPS ainsi que tous les appareils électroniques de 5 V maximum qui se rechargent par port USB.

Pour ce faire, il contient un port USB, mini-USB et/ou micro-USB ; selon les modèles, différents adaptateurs de téléphones portables sont fournis ou peuvent être ajoutés.

Il peut aussi fonctionner avec des piles, sur secteur ou sur le port USB d'un ordinateur.

En outre, certains modèles sont en mesure de capter le vent en étant posés sur le rebord d'une fenêtre ou au cours d'une course à pied : ce sont les « kits brassards » (10 à 15 €). Un mini-panneau solaire (non fourni) peut aussi se connecter à certains modèles pour une recharge grâce à l'énergie solaire.

Les fabricants affirment que l'exposition d'un chargeur éolien à une petite brise (30 km/h) pendant 20 minutes permet de faire fonctionner un iPod ou un PDA pendant 30 minutes environ et un lecteur MP3 pendant 40 minutes, de passer un appel de 4 minutes avec un téléphone portable, ou encore de prendre vingt photos avec un appareil numérique.

Différentes marques proposent des chargeurs éoliens, notamment : Hymini et Wind Charge de Green Creation.

Les prix varient entre 30 et 70 €, selon les options.

Les parcs éoliens : nouveaux troubles du voisinage ?

Un champ d'éoliennes se construit à côté de chez vous ou votre voisin a décidé de monter une éolienne dans son jardin ? Que pouvez-vous faire ? Est-ce considéré comme un trouble du voisinage ?

Dans certains cas spécifiques, la présence d'un parc éolien peut représenter un trouble anormal du voisinage. Ainsi, en 2010, le tribunal de grande instance de Montpellier a concrétisé le trouble anormal du voisinage causé à des riverains par un parc éolien.

Après avoir acheté un terrain agricole, ses propriétaires avaient été surpris de voir s'installer en surplomb un parc de 21 éoliennes. Ayant saisi le tribunal de grande instance pour trouble du voisinage et préjudices subis, les propriétaires avaient obtenu la démolition de 4 éoliennes ainsi qu'une indemnisation financière pour dégradation du paysage, nuisances sonores et dépréciation financière de leur bien à cause de l'implantation des éoliennes. Toutefois, une telle issue ne fut possible que parce que le bail du fournisseur d'énergie était postérieur à celui des victimes.

Concrètement, si les éoliennes avaient déjà été présentes avant que les propriétaires acquièrent leur terrain, ils n'auraient rien pu réclamer.

Si un parc éolien de plusieurs dizaines d'éoliennes peut occasionner un trouble du voisinage, est-ce qu'une éolienne domestique appartenant à un particulier peut aussi en fonder un ? Tout d'abord, il convient de noter que l'on ne considère pas de la même façon une éolienne domestique selon qu'elle mesure plus ou moins de 12 m de haut.

Ainsi, si l'éolienne est d'une hauteur inférieure à 12 m, votre voisin a simplement besoin d'une déclaration préalable de travaux pour installer son éolienne, et n'a donc pas besoin d'une autorisation spécifique, hors secteur sauvegardé ou site classé. En revanche, pour les éoliennes de taille supérieure, il faut un permis de construire.


Ceci étant dit, quelle que soit la taille de l'éolienne, elle doit respecter les règles du plan local d'urbanisme ainsi que celles du Code civil. L'article 544 du Code civil protège notamment la qualité de vie des habitants d'un quartier en interdisant les constructions pouvant nuire au voisinage. Ainsi, si vous considérez que l'éolienne de votre voisin représente vraiment un trouble anormal du voisinage, vous pourrez passer par les voies classiques de recours à un litige avec un voisin.

Questions / réponses de pro

Installation d'une éolienne à domicile

Je souhaite installer une éolienne à mon domicile. Vaut-il mieux opter pour un mât ou pour un pylône ?

 Question de Jean-Pierre17

 Réponse de Rémy


Le mât et le pylône soutiennent l'éolienne et lui permettent d'être suffisamment haute pour capter des vents puissants. Le choix va donc dépendre de plusieurs éléments.

Tout d'abord, le type d'éolienne : le mât est réservé aux éoliennes horizontales, alors que le pylône convient aux deux. L'esthétique aussi est à prendre en compte : le pylône étant moins discret que le mât, d'autant plus quand il est haut. Par contre, le pylône est plus résistant, mais le mât peut compenser ce défaut par la pose de haubans.

Périmètre de sécurité

Le périmètre de sécurité autour d'une éolienne est-il obligatoire ?

 Question de Pat

 Réponse d'Eurl A.M.I.

Pour la création des ZDE (grandes éoliennes), oui, mais pas pour les petites. Toutefois, pour un mât de 12 m de hauteur, le périmètre de sécurité doit être supérieur à 12 m. Les périmètres de sécurité sont donc nécessaires, quelle que soit l'éolienne.

Quoi qu'il en soit, les incidents sont rares. Après près de 3 200 installations dans le monde entier, ces dernières 35 années, je n'ai eu que quatre problèmes, dont trois mâts tombés à cause de séismes et un à cause d'un oubli d'écrous.

Réglementation de la pose d'une éolienne

Mon voisin a installé une éolienne de toit sans nous en avertir. Le maire de notre commune vient de m'informer, par courrier, après s'être renseigné auprès du service du droit des sols, que le régime juridique, notamment le droit de l'urbanisme applicable à l'installation des éoliennes, est clairement défini par les dispositions de l'article R. 42-2 du Code de l'urbanisme.

Ce dernier stipule : « Sont dispensées de toute formalité au titre du présent Code en raison de leur nature ou de leur très faible importance, sauf lorsqu'elles sont implantées dans un secteur sauvegardé dont le périmètre a été délimité ou dans un site classé : les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est inférieure à 12 m. » Il en résulte que l'article R. 421-2 dispense de toutes formalités, au titre du droit de l'urbanisme, les éoliennes dont la hauteur du mât et de la nacelle au-dessus du sol est inférieure à 12 m. »

Pour notre maire, aucune déclaration préalable de travaux n'est nécessaire. Pouvez-vous me certifier qu'une telle demande n'est pas obligatoire ?

 Question de Michel

◉ Réponse de Jymegt

Tout d'abord, mettons fin à une contre-information fréquemment distillée : la pose d'une éolienne de pignon, sur l'habitation, est soumise à déclaration de travaux, en vertu des dispositions du paragraphe A de l'article L. 480-4 du Code de l'urbanisme.

En effet, toute modification de l'aspect extérieur d'une construction doit faire l'objet d'une déclaration de travaux. Seules les éoliennes placées sur un mât (dans un jardin, par exemple) et d'une hauteur inférieure à 12 m au niveau de la nacelle (bloc générateur) sont dispensées de cette déclaration. Les éoliennes de plus de 12 m de haut sont, elles, soumises à un permis de construire.

Il convient de noter que certaines communes n'autorisent pas les éoliennes dépassant de plus de 3 m du toit, et que certains règlements de lotissement ou copropriété n'autorisent pas la pose d'éoliennes. Les infractions à l'article L. 480-4 du Code de l'urbanisme sont passibles d'éventuelles sanctions pénales (1 200 à 300 000 € d'amende). Par ailleurs, le mât doit se trouver à plus de 3 m de la limite de propriété, et à plus de 5 m d'une voie publique.

Concernant la demande de raccordement au réseau ERDF, dès lors qu'un générateur est raccordé au réseau ERDF, il est soumis aux dispositions de la norme NF C 15 100. Il doit donc faire l'objet d'une déclaration à CONSUEL (modification de l'installation originelle) et d'une demande de raccordement à ERDF (imprimé EDF-FOR-RAC_22E, identique à la demande de raccordement d'installation photovoltaïque). Sur cet imprimé, il faut indiquer qu'il s'agit d'une éolienne et qu'elle se destine à une consommation personnelle.

Éolienne et nuisance sonore

Mon voisin vient d'installer une éolienne sur son toit. Quelles sont les règles d'implantation de distance à respecter pour le bruit généré ?

 Question de Feroceo5

► Réponse de SARL Beauce Éoliennes

Si c'est une éolienne installée sur une toiture, il doit s'agir d'une micro-éolienne de moins de 1 kW (ces éoliennes sont très silencieuses), d'un faible diamètre et d'un faible poids. Votre voisin est sur sa propriété et vous n'avez aucun recours contre lui. Il est parfaitement dans son droit (Code de l'urbanisme, article R. 421-2).

Permettez-moi de douter qu'une telle éolienne fasse du bruit. Nous en avons quatre près d'un restaurant gastronomique et aucun client ne s'est jamais plaint. En comparaison, une pompe à chaleur (PAC) fait plus de bruit avec 45 dBa en moyenne.

Si gêne il y a, je vous conseille d'aller discuter avec votre voisin, quitte à l'amener chez vous pour lui faire constater la nuisance sonore. Si c'est le cas, avec un bon dialogue, il changera son éolienne de place.

Raccordement au réseau domestique

Dois-je raccorder mon éolienne pour particulier au réseau électrique domestique ?

 Question de Delphine92

► Réponse de Rémy

Non, une éolienne pour particulier n'est pas obligatoirement raccordée au réseau électrique domestique. Vous avez plusieurs options.

Vous pouvez créer un réseau parallèle, ce qui consiste à conserver le réseau domestique pour une partie de vos besoins et à créer un autre réseau alimenté par l'éolienne pour le reste.

Vous pouvez aussi créer un réseau temporaire : la totalité de vos besoins sera alors couverte alternativement par l'éolienne et le réseau classique, grâce à un boîtier de dérivation qui basculera de l'un à l'autre.

Dernière option : mettre en place un réseau autonome, entièrement alimenté par l'éolienne.

Attention, notez qu'un raccordement au réseau est onéreux, puisqu'il coûte entre 1 000 et 3 000 €.

Zone de développement éolien

Comment savoir si je me situe en zone de développement éolien ?

 Question de Flo22

► Réponse de Rémy

Une zone est considérée comme ZDE par décision du préfet. Ce sont les communes et les EPIC qui proposent le classement en ZDE. Pour prendre sa décision, le préfet consulte un rapport de la Commission départementale de la nature, du paysage et des sites.

Si le préfet accepte le classement en ZDE, il déterminera plusieurs caractéristiques, telles que l'étendue de la ZDE, les puissances minimales et maximales des éoliennes qui y seront implantées, etc.

Pour savoir si vous êtes en ZDE, rapprochez-vous de votre préfecture.

Entretien d'une éolienne

Dois-je effectuer des opérations d'entretien sur mon éolienne pour particulier ?

 Question d'Élisabeth88

► Réponse de Rémy

Une éolienne réclame peu d'entretien et a une durée de vie allant de 10 à 20 ans, voire plus si vous en prenez soin. Généralement, on conseille de nettoyer les divers éléments et de faire une vérification de leur état une fois par an.

Bien entendu, s'il vous semble qu'un élément commence à être faible ou menace d'une panne, il faut intervenir immédiatement et faire appel à un professionnel. Enfin, après une tempête ou des vents forts, vérifiez minutieusement l'état de votre éolienne pour vous assurer qu'elle n'a subi aucun dommage.

IV.

Le coût d'une éolienne



Acheter une éolienne domestique nécessite une grande vigilance. En effet, pour l'heure, ni les éléments vendus en kit ni l'éolienne en elle-même ne bénéficient d'une certification ou d'un label pour l'usage privé. C'est pourquoi il est essentiel de se tourner vers un professionnel spécialisé et de confiance.

Par ailleurs, faire construire une éolienne pour particulier par un professionnel ou faire installer un modèle acheté dans le commerce peut vous faire bénéficier d'aides financières : un crédit d'impôt de 15 %, une TVA réduite à 5,5 %, des aides locales de l'ADEME et de l'ANAH et/ou une subvention spéciale pour les sites non reliés au réseau. En revanche, l'autoconstruction n'ouvre pas droit à ces aides.

Enfin, si votre éolienne produit plus d'électricité que vous n'en consommez, sachez que vous pouvez revendre le surplus à un fournisseur d'électricité.

Toutefois, bien qu'alléchante, cette option rencontre encore aujourd'hui de nombreux obstacles.

L'achat

Il est essentiel, avant tout achat, de toujours demander un devis et de s'adresser à des professionnels reconnus et de confiance.

Guide d'achat



Une éolienne domestique peut être achetée dans le commerce ou sur Internet.

Mais pour bénéficier des aides et subventions, la fourniture du matériel et sa pose doivent être réalisées par un professionnel.

Pour bien choisir son éolienne, il convient d'étudier chacune des caractéristiques mention-

nées sur le descriptif. Certains éléments peuvent d'ailleurs indiquer que le revendeur ne mérite pas votre confiance, et ainsi vous inciter à passer votre chemin.

Par exemple, une puissance indiquée en W/produits par 24 h et non en W/h doit vous faire douter de l'honnêteté de ce professionnel.

Par ailleurs, il est à noter que la seule mention de la puissance ne suffit pas. Celle-ci doit être accompagnée d'une vitesse de vent ; la plupart du temps, la puissance donnée correspond à un vent de 40 km/h.

Prix

Le prix d'une éolienne pour particulier peut grandement varier, non seulement en fonction du modèle, mais aussi de l'installateur. Il est donc très difficile de donner un prix indicatif.

Pour autant, lorsque l'éolienne domestique est fournie et installée par un professionnel pour une utilisation courante, on estime que les coûts oscillent entre 25 000 et 40 000 €.

Les modèles plus perfectionnés destinés aux entreprises et autres exploitations agricoles et ayant pour but de revendre de l'électricité peuvent atteindre, quant à eux, les 90 000 €.

En autoconstruction, les prix sont bien plus doux, mais l'éolienne n'ouvre alors pas droit aux aides. On considère généralement qu'en autoconstruction une éolienne coûte entre 1 500 et 3 000 €.



Faire le choix de l'autoconstruction ?



Fabriquer une éolienne ne s'adresse qu'aux bricoleurs chevronnés et très avertis. En effet, les risques encourus par un équipement mal conçu et une installation électrique défectueuse sont grands. De plus, le matériel ne serait pas rentable et ne permettrait pas de couvrir tous les besoins.

Pour se lancer dans l'aventure de la fabrication d'une éolienne, mieux vaut donc être très minutieux, bien penser son projet, tracer des plans et

des croquis précis. D'autre part, le choix des matériaux, voire des éléments si vous décidez d'en acheter certains en pièces détachées, devra faire l'objet d'une attention particulière, afin de vous assurer de leur fiabilité et de leur résistance.

En outre, une telle opération implique de très bonnes connaissances en mécanique (fabrication du générateur), en physique (création des pales, connaissance du vent) et en électricité (réalisation du réseau, couplage de l'onduleur, du régulateur et des batteries, gestion du courant alternatif et continu).

À noter que fabriquer soi-même son éolienne n'ouvre pas droit aux aides financières.

Les aides financières

Les nouvelles réglementations tentent de faciliter l'accès des particuliers aux énergies renouvelables, et ce, en proposant différentes aides à leur mise en œuvre : crédit d'impôt, subventions, TVA réduite, etc.

Crédit d'impôt et TVA réduite

L'installation d'une éolienne domestique peut ouvrir droit à un crédit d'impôt de 15 (hors main d'œuvre) à 25 % (bouquet énergétique). Pour pouvoir en bénéficier, certaines conditions sont néanmoins à respecter : l'éolienne doit être achetée dans le commerce ou construite par un profes-



sionnel, son installation doit être réalisée par ce même professionnel et enfin, elle doit servir à l'alimentation d'une résidence principale.

En outre, le calcul de ce crédit d'impôt ne prend pas en compte les frais de pose. Le montant des dépenses est plafonné à 8 000 € pour une personne seule et à 16 000 € pour un couple, avec une majoration de 400 € par personne à charge supplémentaire.

Bon à savoir : *si vous ne payez pas d'impôt sur le revenu, vous serez remboursé du montant du crédit d'impôt.*

Le matériel de l'éolienne, ainsi que la main-d'œuvre pour l'installation bénéficient également d'une TVA à taux réduit de 5,5 % (depuis janvier 2014). Pour en bénéficier, l'éolienne doit être installée par un professionnel, sur le terrain de la résidence principale, et la fourniture et l'installation doivent être réalisées par la même entreprise. Cette aide ne s'applique toutefois qu'aux habitations construites il y a plus de 2 ans.

ADEME et ANAH



Faire construire ou installer une éolienne par un professionnel peut vous faire bénéficier d'autres aides, dont le montant est variable d'un cas à l'autre. Ainsi, pour savoir si vous êtes éligible et quels seront leurs montants, adressez-vous à l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), aux collectivités locales ou à l'ANAH (Agence nationale de l'Habitat). Les subventions de l'ANAH sont réservées uniquement aux propriétaires effectuant des travaux d'amélioration dans le logement qu'ils occupent. Elles concernent aussi les travaux visant à réaliser des économies d'énergie.

Subvention spéciale pour les sites non reliés au réseau

Le montant de la subvention spéciale pour les sites non reliés au réseau dépend de la zone concernée. En zone rurale, elle peut atteindre 95 % des dépenses. Il faut alors s'adresser à l'ADEME par le biais du syndicat d'électrification ou de la commune, ou encore au Fonds d'Amortissement des Charges d'Électrification (FACE). En zone urbaine, elle peut atteindre 70 % des dépenses.

Pour pouvoir en bénéficier, le bâtiment relié doit être une résidence principale ou secondaire, un local professionnel ou à vocation touristique. Le montant de l'électrification par une énergie renouvelable est en outre inférieur à celui d'un raccordement au réseau classique. À noter toutefois qu'avec cette subvention, votre éolienne est concédée à votre fournisseur d'énergie, ce qui implique que vous devrez vous acquitter d'une redevance mensuelle calculée en fonction de sa puissance.

Le rachat de l'électricité

Seules les éoliennes domestiques implantées en Zone de Développement Éolien (ZDE) peuvent permettre le rachat d'électricité par EDF.

ZDE

Les ZDE sont créées par le préfet, sur proposition d'une ou plusieurs communes ou EPCI (Établissement Public de Coopération Intercommunale). Elles déterminent le potentiel éolien, la puissance maximale et minimale d'une éolienne implantée, le périmètre de la zone, les possibilités de raccordement au réseau électrique...



Avant de prendre sa décision, le préfet doit, par ailleurs, obtenir un rapport de la commission départementale de la nature, des paysages et des sites. Aussi longtemps que le projet est en cours d'étude, rien ne peut garantir de sa future acceptation.

Points-clés

Si vous optez pour le raccordement au réseau et pour le rachat d'électricité, deux solutions s'offrent à vous : la revente de la totalité de la production ou seulement du surplus. La première option est peu choisie par les particuliers,

car le but premier de la construction d'une éolienne domestique est de produire son électricité de manière propre et autonome. Dans le second cas, l'éolienne est reliée à l'installation électrique intérieure de l'habitation, avec un compteur de consommation. Elle est couplée au réseau à basse tension extérieur et à un second compteur, dit de production, afin que le surplus soit enregistré et réinjecté.

En réalité, les choses sont beaucoup plus complexes et nettement moins rentables pour les particuliers. En effet, depuis la loi « Programme d'orientation de la politique énergétique française », dite POPE, du 15 juillet 2007, EDF n'a plus d'obligation stricte de rachat. Seules les éoliennes répondant à certaines conditions, implantées en zone de développement éolien et ayant signé un contrat de rachat avec un fournisseur peuvent désormais revendre leur surplus. Le contrat de rachat par EDF est normalement de 15 ans.



Autre point négatif : le prix de rachat de l'électricité produite par une éolienne est non seulement le moins élevé de toutes les énergies renouvelables en France, mais aussi le plus faible d'Europe. Il est actuellement de 0,082 €/kWh de la première à la dixième année, et de 0,028 € à 0,082 €/kWh de la dixième à la quinzième année.

Enfin, les nombreuses démarches auprès du fournisseur d'électricité sont longues et fastidieuses :

il faut compter au moins 4 mois. Le coût du raccordement au réseau est lui aussi élevé : entre 1 000 et 3 000 € selon la zone.

Face à tous ces inconvénients, mieux vaut donc faire ses calculs avec rigueur pour être sûr qu'un raccordement sera rentable.

 **Pour aller plus loin**

Astuce

Éoliennes des particuliers : quelles sont les normes ?

Même de petite taille, une éolienne représente un investissement important. Cela ne signifie pas qu'une telle installation n'est pas intéressante, mais que cette dernière ne sera rentable que si elle possède une longue durée de vie. Pour un achat raisonnable et durable, mieux vaut donc savoir quelle est la réglementation en vigueur.

En France, il n'existe pas de certification ISO ou AFNOR propre à l'éolien. Celles qui existent sont d'origine danoise, hollandaise et allemande – pays où l'éolien est utilisé depuis longtemps. Faute de norme spécifique, c'est la norme EN 50 308 : « Aérogénérateur, mesures de protection exigences pour la conception, le fonctionnement et la maintenance » qui s'applique.

En résumé, elle concerne surtout les risques de chute, de glissement, d'incendie et de blessures ; et elle fixe des prescriptions pour les mesures de protection afin d'éviter ces risques, notamment pendant le fonctionnement, la mise en service et la maintenance d'une éolienne.

Cela dit, si aucune norme ne régit la qualité des éoliennes, les fusibles, disjoncteurs, appareils de contrôle et le système de protection contre la survitesse doivent être conformes aux normes applicables à une installation électrique. En outre, l'éolien n'a pas besoin d'être soumis à des normes de pollution puisque son fonctionnement ne provoque aucune dégradation dans l'atmosphère. Reste que des organismes indépendants réalisent des certifications, et qu'un industriel peut donc faire certifier ses éoliennes. Sachez que GL (« Germanischer Lloyd ») est réputé comme étant l'un des plus exigeants.

Outre les normes et certifications, les éoliennes sont-elles soumises à d'autres règles ? Jusqu'à 12 m de haut, vous êtes tenus de faire une déclaration préalable en mairie, mais vous n'avez pas besoin de permis de construire. Au-delà, la demande de permis de construire est obligatoire. Il faut également savoir que vos voisins doivent être informés de l'installation de votre éolienne ; certaines communes interdisent, en outre, de telles implantations. Mieux vaut également consulter les plans d'occupation des sols (POS), en mairie.

Enfin, si vous souhaitez revendre l'énergie produite par votre éolienne, vous devez en référer auprès du préfet de votre département et prendre contact avec votre fournisseur d'électricité afin d'intégrer une zone ZDE et bénéficier d'une obligation d'achat de l'électricité.

Questions / réponses de pro

Réduction des factures

Nous avons signé un contrat pour une éolienne de toit, la société nous annonçant 79 % de baisse de notre facture d'électricité.

Toutefois, elle refuse de nous donner, avant installation, une documentation technique du matériel. Elle refuse aussi que nous déposions une déclaration de travaux au titre, non de l'éolienne, mais des modifications de façade.

Nous n'avons plus confiance et cherchons un moyen juridique de nous désengager.

Au pire, il n'y aura pas d'installation et nous payerons les 30 % prévus en cas d'annulation de contrat.

Pourriez-vous nous fournir des informations concernant les nuisances engendrées par les éoliennes domestiques ?

 Question de LL

Réponse de Lauraman énergies nouvelles

La déclaration de travaux en mairie est obligatoire. Si vous ne la faites pas, la mairie est en droit de vous demander de retirer votre éolienne. Vous avez raison de vous méfier, car une entreprise qui ne communique pas son matériel et ne fait pas les démarches administratives n'est pas une bonne entreprise.

De plus, je suppose que cette dernière n'a pas réalisé d'étude de vent sérieuse sur site, même si elle vous annonce 79 % de gain sur votre facture.

Si vous avez une preuve écrite des 79 % mentionnés par la société, vous ne paierez rien, même si vous avez signé un devis. Sinon, envoyez une lettre recommandée demandant le descriptif du matériel et l'étude de vent faite sur votre site prouvant la réelle économie citée avec une réponse sous huitaine, sous peine d'annulation du devis.

Les éoliennes de toiture sont maintenant fiables et très peu bruyantes et ne gênent pas le voisinage. Les premiers mâts faisaient vibrer les murs et provoquaient des nuisances. Le problème a été très vite résolu avec des « silentblocs » et des mâts en carbone assurant une tenue et une légèreté de l'installation.

Quoi qu'il en soit, sachez que rien ne vaut une éolienne fixée sur un mât d'un minimum de 24 m, même de faible puissance, pour aller chercher un vent linéaire pour une bonne production d'électricité.

Relevé d'électricité

Puis-je contrôler moi-même le rendement de mon éolienne ou bien est-ce directement EDF qui fait le décompte ?

 Question de 30josy

► Réponse de Lauraman énergies nouvelles

Vous pouvez faire installer un compteur d'énergie, si vous le voulez. Cela représente un certain coût, mais si vous voulez avoir une comparaison avec EDF, vous n'avez pas d'autres choix.

Compteur électrique

Puis-je monter un sous-compteur électrique pour comptabiliser la production de mon éolienne ? Où en trouver ?

 Question de Papawe

► Réponse de Lauraman énergies nouvelles

Aucun problème, la pose d'un compteur n'a aucune incidence sur la production de votre éolienne. Vous pouvez en trouver chez tous les vendeurs en électricité. Ce n'est pas un compteur spécial, seulement un compteur d'énergie.

Crédit d'impôt pour la pose d'une éolienne

Est-il exact que pour profiter du crédit d'impôt de 15 %, la puissance nominale de l'éolienne ne doit pas dépasser 3 kW ?

 Question de Thp67

► Réponse de Heliovolt

D'après l'ADEME et les sites gouvernementaux, ce crédit d'impôt éolien de 15 % n'a pas de limite de puissance. Par contre, le coût du matériel est plafonné à 16 000 € pour un couple, plus 400 € par enfant à charge. Aussi, vous devez demander un permis de construire si l'éolienne excède 12 m de haut.

Fabrication de son éolienne

Puis-je fabriquer moi-même mon éolienne pour particulier ?

🗨 Question de Jasmine82

► Réponse de Rémy

Oui, une éolienne pour particulier peut être réalisée en autoconstruction. Toutefois, seuls les plus aguerris pourront réaliser eux-mêmes leur éolienne. En effet, fabriquer soi-même un tel mécanisme, voire ses éléments pour les plus chevronnés, nécessite d'avoir de solides connaissances dans plusieurs domaines : mécanique, physique, électricité.

Sans ces qualités, votre éolienne pourrait non seulement ne pas être efficace (ne pas avoir un rendement suffisant), mais elle pourrait aussi s'avérer dangereuse : elle pourrait ne pas être stable, et ses éléments pas suffisamment fixés. Cela pourrait aussi provoquer des incendies à cause d'éventuelles surchauffes électriques.

Enfin, vous devrez vous armer de patience, car les différentes étapes de la construction d'une éolienne, de la conception à la mise en route, vont prendre beaucoup de temps.

Revente de l'électricité

Quelles démarches dois-je entreprendre pour pouvoir revendre le surplus d'électricité de mon éolienne ?

🗨 Question de Laurie

► Réponse de Rémy

Une fois que vous vous serez assuré de l'éligibilité de votre éolienne au rachat d'électricité et que celle-ci sera reliée au réseau électrique domestique, vous pourrez entreprendre les démarches auprès d'EDF.

Celles-ci sont assez longues – comptez 4 mois – et souvent compliquées. Commencez donc par remplir le dossier en fonction des demandes d'EDF. Assurez-vous aussi de disposer de tous les documents requis pour faciliter au maximum la procédure. Une fois votre demande acceptée, un compteur sera installé afin de calculer la différence entre votre production et votre consommation.

Éolienne avec un alternateur de voiture

Peut-on réaliser une éolienne avec un alternateur de voiture ?

 Question d'Alfred

► Réponse de Dely

C'est possible, mais il y a quelques contraintes d'ordre mécanique : un alternateur automobile ne fonctionne qu'à partir d'une fréquence de rotation de l'ordre de 700 à 800 tours/min (la vitesse au ralenti), ce qui est supérieur à celle d'une éolienne. Ces dernières tournent plus lentement, il sera donc nécessaire d'introduire un système d'engrenage ou, comme pour un vélo, une chaîne entre des pignons différents. Cela engendre quelques pertes et nécessite un travail de mécano.

Index des questions et des astuces

I. Une éolienne, qu'est-ce que c'est ?	11
L'éolienne 3D	20
L'éolienne marine	21
Rendement d'une éolienne	22
Puissance d'une petite éolienne	23
Panneau solaire ou éolienne ?	23
Étude de vent	24
Taille d'une éolienne	25
Vitesse de vent nécessaire pour une éolienne	25
II. La composition d'une éolienne	26
L'éolienne pour camping-car	37
Une éolienne dans son jardin !	37
Batteries d'une éolienne	38
Couplage éolienne et panneaux solaires	39
Branchement de batteries sur une éolienne	39
Dispositif d'arrêt d'une éolienne	40
Lieu d'implantation d'une éolienne	41
Génératrice pour les éoliennes individuelles	41
Autonomie électrique d'un terrain	42
III. L'installation d'une éolienne	43
Le chargeur éolien	50
Les parcs éoliens : nouveaux troubles du voisinage ?	51
Installation d'une éolienne à domicile	52
Périmètre de sécurité	52
Réglementation de la pose d'une éolienne	52
Éolienne et nuisance sonore	54
Raccordement au réseau domestique	54
Zone de développement éolien	55
Entretien d'une éolienne	55

IV. Le coût d'une éolienne	56
Éoliennes des particuliers : quelles sont les normes ?	63
Réduction des factures	64
Relevé d'électricité	65
Compteur électrique	65
Crédit d'impôt pour la pose d'une éolienne	65
Fabrication de son éolienne	66
Revente de l'électricité	66
Éolienne avec un alternateur de voiture	67

Les professionnels et experts cités dans cet ouvrage

Nos sites permettent aux professionnels et spécialistes de publier et partager leur savoir-faire (réponses aux questions des internautes, astuces, articles...). Une sélection de leurs meilleures contributions a été incluse dans cet ouvrage. Tous les jours, de nouveaux professionnels s'inscrivent et publient sur nos sites. Faites appel à eux : ces pros savent de quoi ils parlent !

Air New Technologie 91 – Membre pro

Entreprise spécialisée (attestation de capacité) dans les pompes à chaleur et les poêles et cheminées : PAC air/air, air/eau, etc.

Départements d'intervention : 77 | 91 | 94

Adresse : 35 avenue du Général de Gaulle, 91 100 Corbeil-Essonnes

Téléphone fixe : 01 60 88 18 47

Téléphone mobile : 06 59 64 30 30

Artis'En Solaire – Membre pro

Entreprise spécialisée dans la promotion et la commercialisation de produits permettant une économie de ressources naturelles ou utilisant une source d'énergie alternative renouvelable.

Départements d'intervention : 01 | 07 | 38 | 42 | 43 | 69

Adresse : 50 chemin des Peschures, 42 800 Rive-de-Gier

Téléphone fixe : 04 77 75 19 38

Cabinet Stance Expertise – Membre pro

Bureau d'étude et expertise en énergies et environnement : études et bilan thermique avant projet, expertise dans le cadre de désordre ou d'installation PAC, solaire thermique et photovoltaïque.

Départements d'intervention : 06 | 13 | 22 | 34 | 35 | 37 | 44 | 49 | 53 | 56 | 73 | 75 | 78 | 91 | 95

Adresse : 47 rue du Petit Thouars, 49 000 Angers

Téléphone fixe : 09 51 55 76 10

CTVS – Membre pro

Société spécialisée dans les études thermiques, le solaire et le gisement éolien : PAC, solaire thermique, CESI, photovoltaïque, éolien.

Départements d'intervention : 79 | 86

Adresse : 2 rue du Fief des Poiriers, 86 580 Biard

Téléphone fixe : 05 49 43 41 97

Téléphone mobile : 06 80 73 41 93

DSolar – Membre pro

Étude, distribution et installation en sous-traitance de solutions solaires photovoltaïques (autoconsommation et site isolé en France et en Afrique), solaires thermiques et petit éolien.

Départements d'intervention : 28 | 37 | 41 | 45 | 72

Adresse : 5 rue des Malvoisies, 41 800 Fontaine-les-Coteaux

Téléphone fixe : 02 54 89 97 73

Téléphone mobile : 06 86 70 10 59

Eolis 34 – Membre pro

Entreprise spécialisée dans l'installation de petites éoliennes de 600 W à 2,4 kW : de l'étude d'implantation jusqu'à la maintenance sur 10 ans.

Départements d'intervention : 11 | 12 | 30 | 34 | 66

Adresse : 288 chemin du Clap, 34 140 Bouzigues

Téléphone fixe : 04 99 04 01 46

Téléphone mobile : 06 48 69 47 78

Eurextherm – Membre pro

Bureau d'études environnementales : tous bilans thermiques et environnementaux, DAPE, travail sur plans et sur relevés.

Départements d'intervention : France

Adresse : 4 place de la Défense, 92 974 La Défense

Téléphone fixe : 01 58 58 28 40

Eurl A.M.I. – Membre pro

Ingénieur indépendant des petites éoliennes de 250 à 250 000 W : fourniture, installation, mise en service et maintenance.

Départements d'intervention : France

Adresse : BP 49, 35 404 Saint-Malo Cedex

Téléphone fixe : 02 99 82 15 99

Téléphone mobile : 06 63 46 55 98

Greeneo – Membre pro

Conseil et AMOA : audit thermique et énergétique, assistance énergétique à la construction, rénovation, chiffrage des économies d'énergies réalisables.

Départements d'intervention : 01 | 22 | 28 | 31 | 38 | 44 | 50 | 54 | 57 | 59 | 69 | 71 | 73 | 74 | 76 | 85

Adresse : Le Grand Pavois (24/04), 320 avenue du Prado, 13 008 Marseille

Téléphone fixe : 04 79 42 56 67

Heliovolt – Membre pro

Revendeur français de chaudières fonctionnant aux bûches et aux granulés de la marque allemande Fischer.

Départements d'intervention : 67

Adresse : 14A rue Principale, 67 240 Schirrhoffen

Téléphone fixe : 03 88 63 63 75

Jp – Membre pro

Entreprise générale d'électricité : automatismes, alarmes, énergies renouvelables.

Départements d'intervention : 57

Adresse : 14 rue René-François Jolly, 57 200 Sarreguemines

Téléphone fixe : 03 87 98 12 35

Lauraman énergies nouvelles – Membre pro

Installateur et mainteneur en énergies renouvelables : isolation, thermodynamisme, aérosolaire, puits de lumière, systèmes solaires thermiques, photovoltaïques, pompes à chaleur, etc.

Départements d'intervention : 17 | 44 | 49 | 85

Adresse : 12 rue des Moissons, 85 000 Moulleron-le-Captif

Téléphone fixe : 02 51 05 19 44

NG Services Velux & Solaire – Membre pro

Installateur-conseil en Velux, expert en domotique et couverture solaire : modules photovoltaïques, capteurs thermiques, accessoires et équipements, volets roulants solaires.

Départements d'intervention : 28 | 37 | 41 | 49 | 53 | 61 | 72

Adresse : 48 rue de La Mission, 72 000 Le Mans

Téléphone fixe : 09 50 69 67 37

Téléphone mobile : 06 86 98 54 53

SARL Beauce Éoliennes – Membre pro

Installateur et distributeur agréé Windeo : distribution, vente, installation et maintenance de petites éoliennes de 1 à 25 kW.

Départements d'intervention : 27 | 28 | 29 | 41 | 45 | 61 | 75 | 76 | 77 | 78 | 91 | 92 | 93 | 94

Adresse : 46 bis rue du Général de Gaulle, 28 500 Charpont

Téléphone fixe : 02 37 41 85 55

Téléphone mobile : 06 59 99 37 70

Triphaseurl – Membre pro, Expert

Entreprise spécialisée en électricité générale et énergie photovoltaïque : chauffage, automatismes de portails et volets, alarmes, dépannage et entretien, mise en conformité, etc.

Départements d'intervention : 36 | 37 | 41

Adresse : 20 rue de Balanne, 41 130 Billy

Téléphone fixe : 02 54 96 36 84

Trouver des professionnels près de chez vous

Si vous le souhaitez, nous pouvons vous mettre en relation avec un ou plusieurs professionnels près de chez vous. Ils vous établiront **gratuitement** un devis :

Trouver des professionnels

<http://eolienne.comprendrechoisir.com/devis/devis-eolienne>



FIN