

Le petit éolien : ce qu'il faut savoir pour se raccorder au réseau

Ti'éole énergies-éoliennes



13 bis rue Montplaisir
26000 Valence
Fixe: [+33 \(0\)9 81 23 59 42](tel:+330981235942)
Fax: [+33 \(0\)9 81 38 39 03](tel:+330981383903)
Mail: info@tieole.com



Le petit éolien, ce qu'il faut savoir Sommaire

Introduction.....	4
Pourquoi est-ce que je veux acquérir une éolienne ?.....	4
Une éolienne, est-ce que je peux ?.....	5
Mon terrain est il propice ?	5
Caractériser le vent.....	6
Connaitre la puissance contenue dans le vent	7
Comment choisir ma machine ?	10
Comment fonctionne le système?.....	10
Les pales :	10
La génératrice	11
L'électronique.....	12
La protection contre la foudre.....	13
La mise à la terre	14
Comment fonctionnent les machines ?.....	15
La puissance annoncée par les constructeurs	15
La gestion de l'orientation.....	16
La régulation de la puissance.....	17
La vitesse de rotation de l'éolienne.....	17
Sur quel mât mettre l'éolienne ?.....	18
Comment s'effectue le raccordement au réseau ?	19
Tableau comparatif de machines représentatives sur le marché :.....	20
Les machines de 2 à 3 kW :	21
Les machines de 5 à 7,5 kW :	23
Les machines de 10 et 15kW :	25
Les machines de 20kW :	26
Mon devis, qu'est-ce que c'est ?	27
Quelles sont les démarches pour installer une petite éolienne ?.....	28
A quelles subventions ai-je le droit.....	28
Crédit d'impôt.....	28
18/10/2011	2



Le petit éolien, ce qu'il faut savoir

TVA 5.5%.....	28
Aides publiques régionales	29
Quelles sont les démarches à exécuter ?	30
Le permis de construire (PC).....	30
La déclaration d'exploiter	31
Le contrat de raccordement au réseau électrique	31
Les demandes de subventions.....	31
L'assurance	31
Le contrat d'achat.....	31
L'installation	32
La visite du Consuel	32
Le raccordement.....	32
L'installation	33
Le génie civil.....	33
Pour un mât haubané :	33
Pour un mât autoporteur basculant	34
Pour un mât autoporteur	34
Le mât	35
L'électronique.....	36
La maintenance et garantie	37
Conclusion	38
Pour aller plus loin	38



Introduction

Vous vous êtes levé un matin en vous disant : je mettrais bien une éolienne dans mon jardin. Mais avant de vous lancer, mieux vaut vous renseigner. Et c'est le but de ce document, vous donnez les éléments vous permettant de comprendre le fonctionnement d'une installation éolienne.

Le document va traiter « seulement » de la partie éolienne raccordée au réseau. En effet une installation en site isolé n'a pas du tout les mêmes contraintes ni les mêmes caractéristiques qu'une installation branchée sur le réseau national.

Avis au amateur d'autonomie : le coût d'un kWh en site isolé est estimé à 1€ contre 10c€ sur le réseau.

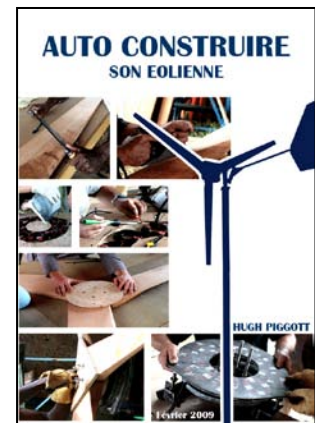
Pourquoi est-ce que je veux acquérir une éolienne ?

Une question importante avant de se lancer dans l'obtention d'une éolienne. Etant donné qu'il n'est pas aisé d'obtenir un système éolien, il vaut mieux avoir de solides raisons. De plus ce type d'installation réclame une attention particulière. Il ne faut pas la laisser tourner au fond de son terrain sans jamais y prêter attention. Voici une liste de raisons :

- Une de vos raisons peut être pour accomplir **un acte écologique**, obtenir un système éolien vous permettra d'amoindrir l'impact que vous avez sur la planète. Mais peut être avant toute chose répondez du côté de votre consommation avant d'envisager une quelconque production d'énergie renouvelable. Le kilowattheure le plus écologique est celui que l'on ne consomme pas !
- Pour produire **ma propre électricité** et à la fin de l'année me dire : ma consommation d'électricité est égale à ma production voire inférieure.
- **Amoureux des belles mécaniques**, rois du bricolage vous avez toujours rêvé de fabriquer un système pour produire votre électricité. Vous voulez voir et comprendre comment fonctionne un aérogénérateur. Dans ce cas là il existe des machines qui sont entièrement réalisées en auto construction. Pour plus d'informations www.tripalium.org .

Toute ces raisons sont valables à partir du moment où vous savez dans quoi vous vous engagez et que vous êtes investi dans votre projet.

- Pour effectuer **un éco placement** : vous disposez d'une somme d'argent et vous vous êtes dit pourquoi ne pas s'en servir en investissant dans les énergies renouvelables? Le tarif d'achat de l'énergie pour les petites éoliennes ne permet pas d'espérer, sauf cas très particulier et exceptionnel, une rentabilité de l'installation intéressante. Mieux vaut pour vous **investir dans le solaire photovoltaïque** qui à l'heure actuelle garantie des temps de retour de l'ordre d'une dizaine d'années.



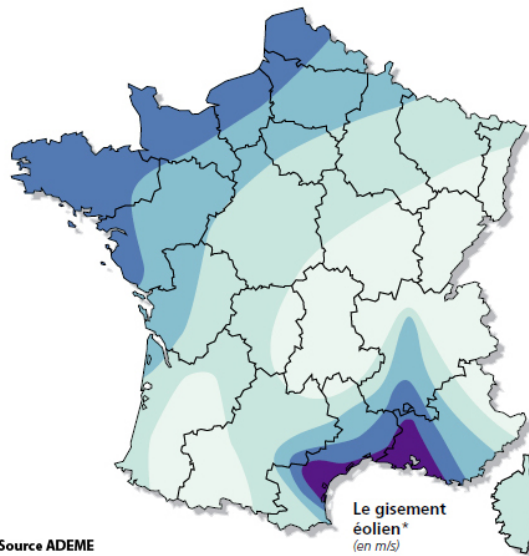
Une éolienne, est-ce que je peux ?

La première chose pour savoir si la solution éolienne sera intéressante est de savoir si vous disposez d'un potentiel de vent suffisant.

La vitesse du vent varie avec la météo; des journées sans vent, jusqu'à la tempête. Si la vitesse de vent est enregistrée pendant un an, on peut avoir une vitesse moyenne de vent. Avec une courbe de distribution, cette vitesse moyenne de vent peut nous donner une indication sur une production envisageable.

En France la vitesse moyenne de vent peut varier de 2 m/s jusqu'à 8 m/s pour les sites très exposés. En général il faut une moyenne de 4,5 m/s pour justifier l'implantation d'une éolienne. La carte ci-contre donne les vitesses de vents mais pour une hauteur de 50m !

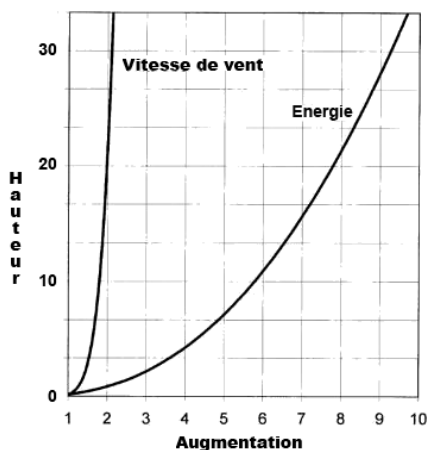
Une éolienne va fonctionner dans un site peu venté, mais comme l'énergie récupérable dans le vent est proportionnel au cube de la vitesse, il y a très peu d'énergie disponible dans les vents en dessous de 4 m/s.



Source ADEME

Bocage dense, bois, banlieue	Rase campagne, obstacles éparés	Prairies plates, quelques buissons	Lacs, mer	Crêtes**	collines	
<3,5	<4,5	<5,0	<5,5	<7,0		Zone 1
3,5 - 4,5	4,5 - 5,5	5,0 - 6,0	5,5 - 7,0	7,0 - 8,5		Zone 2
4,5 - 5,0	5,5 - 6,5	6,0 - 7,0	7,0 - 8,0	8,5 - 10,0		Zone 3
5,0 - 6,0	6,5 - 7,5	7,0 - 8,5	8,0 - 9,0	10,0 - 11,5		Zone 4
>6,0	>7,5	>8,5	>9,0	>11,5		Zone 5

* Vitesse du vent à 50 mètres au-dessus du sol en fonction de la topographie.
** Les zones montagneuses nécessitent une étude de gisement spécifique.



La hauteur du mât va avoir un impact important sur le rendement de votre éolienne. L'énergie générée par l'aérogénérateur peut être doublée en doublant la hauteur du mât.

Mon terrain est-il propice ?

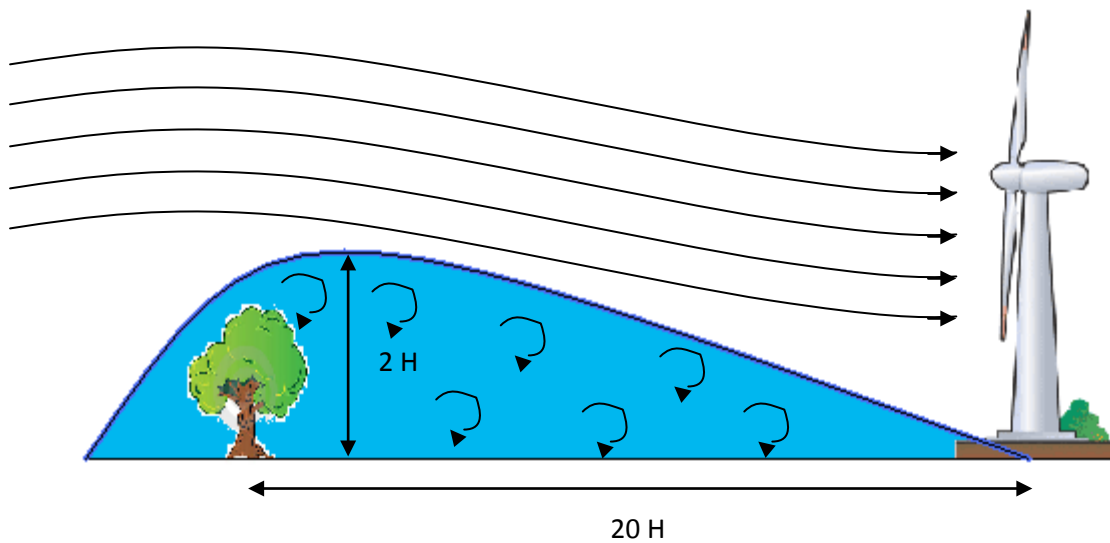
Le terrain idéal se trouve en haut d'une colline qui descend en pentes douces dégagées de toute végétation. Ce type de configuration de terrain est assez rare à trouver. Le but est de placer l'éolienne éloignée de tout obstacle et suffisamment haute pour capter des vents intéressants.

Mieux vaut une éolienne moins puissante placée plus haut qu'une éolienne puissante placée trop bas.

Le dessin ci-après explique que pour éviter les effets de turbulence et de tourbillonnement, il faut se placer à une hauteur 2 fois plus importante que celle de l'obstacle et à une distance égale à 20 fois la hauteur de l'obstacle.

Le petit éolien, ce qu'il faut savoir

Le plus important pour obtenir une production intéressante et avoir une machine qui n'est pas stressée, est de sortir de la zone de turbulence qui va **réduire la durée de vie de votre éolienne** et réduire sa production de façon drastique.



On préconise donc d'éloigner les éoliennes le plus possible des obstacles, environ 10 mètres au dessus de tout obstacle.

Comme vu précédemment, il faut monter à une hauteur conséquente (généralement 24m à 30m). Avant de se lancer dans une installation, il est pertinent d'aller sonder ses voisins ainsi que la mairie pour avoir leurs avis.

Nous conseillons de garder une distance minimum de 50m par rapport à votre habitation et de respecter une distance de 100m par rapport aux habitations de vos voisins.

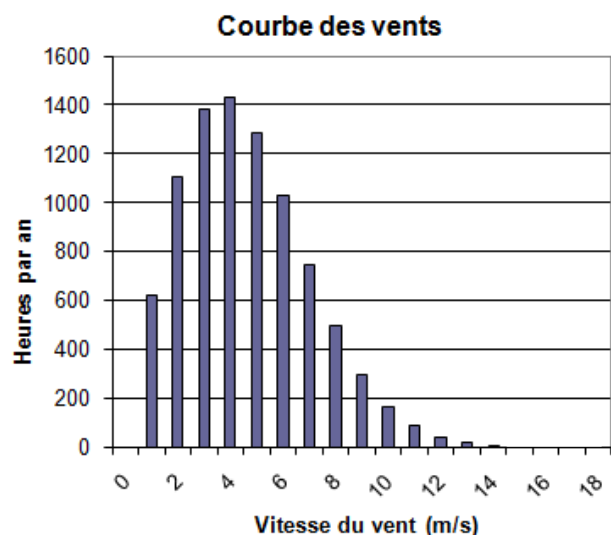
Caractériser le vent, va nous permettre de connaître la répartition par fréquence des différentes vitesses de vent. Cette répartition possède généralement la forme suivante, appelée distribution de Weibull :

Cette courbe est constituée de deux informations importantes :

La vitesse moyenne, ici 4,6m/s soit 16,6km/h (1m/s = 3,6km/h).

Le facteur de forme va indiquer la forme de notre courbe. Plus le facteur de forme est élevé, plus les vents sont réguliers.

Le facteur de forme est ici de 2.



Dans l'exemple ci dessus, on remarque que **les vents les plus fréquents sont des vents faibles à moyens**. Généralement les bons sites ont des vitesses de vents



Le petit éolien, ce qu'il faut savoir
moyens allant de 4m/s à 6m/s, il ne sert donc à rien d'avoir une machine capable
de récupérer des vents de 18m/s, ceux ci n'ayant lieu que trente secondes par an.

Connaitre la puissance contenue dans le vent donne accès à la production envisagée.

On utilise la formule :

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V^3$$

ρ : masse volumique de l'air (air atmosphérique sec, environ : 1,225 kg/m³ à 15 °C et à pression atmosphérique 1,01 bar)

V : vitesse du vent en m/s

S : surface balayée en m²

Il n'est pas possible de calculer seulement la production avec la vitesse moyenne, car le facteur de forme va varier en fonction du site. Si le calcul est effectué sous cette forme la production va être sous-estimé d'un facteur de 50% à 200%.

Théoriquement il faudrait mieux avoir **un site très venté pendant peu de temps** plutôt qu'un site venté de manière modéré mais régulièrement.

Par exemple :

$$Q = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V_{\text{moy}}^3 \times C_p \times 8760 \text{ heures/an}$$

Q : l'énergie produite dans l'année en Wh

V_{moy} : la vitesse moyenne du site

C_p : rendement de transformation de l'énergie dans le vent en énergie mécanique

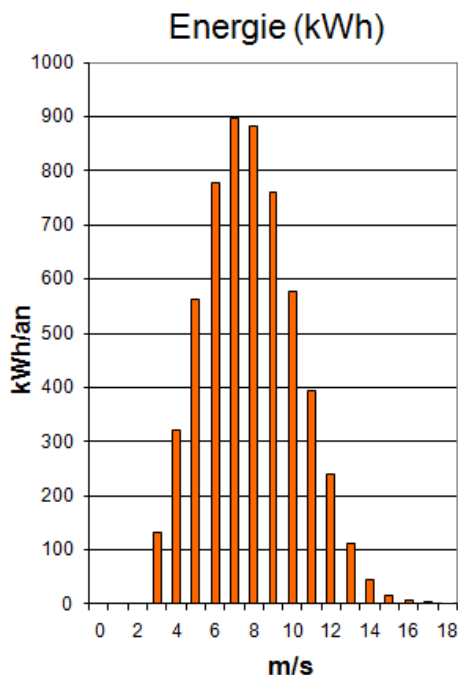
Site 1 vitesse moyenne de 5 m/s toute l'année. ($Q = \rho S C_p * 547,5.10^3$)

Site 2 vitesse moyenne de 5 m/s avec 6 mois à 10m/s et 6 mois à 0 m/s. ($Q = \rho S C_p * 2198.10^3$)

Sur le site 2 on va produire quatre fois plus d'énergie que sur le site 1.

Dans l'idéal, pour estimer le potentiel de vent, il faut avoir la distribution du vent pour chaque vitesse de vent.

Dans l'exemple suivant : On a 16% du temps 6m/s, ce qui fait que : $Q_{6m/s} = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times 6^3 \times C_p \times 8760 \times 0,16$



On calcule pour toute la plage de vitesse de vent ($Q_{1m/s}$, $Q_{2m/s}$, $Q_{3m/s}$,...) et l'on fait la somme.

Pour le graphique à gauche nous avons 5720 kWh/an avec une éolienne de 6kW sur un site avec une moyenne vitesse de vent de 4,6 m/s et une Weibull (courbe de distribution des vents) de 2,0.

C'est à noter que même si les vents les plus fréquents sont au tour de 4 m/s, la plus grande partie d'énergie est produite avec des vents entre 7 et 8 m/s.

Connaitre l'évolution de la vitesse du vent en fonction de la hauteur, celle-ci va varier suivant la végétation alentour. La végétation et l'environnement vont être caractérisés par un coefficient α dit de rugosité.

Pour obtenir un vent de meilleure qualité (laminaire), il est donc nécessaire de monter le plus haut possible, l'évolution du vent en fonction de la hauteur se faisant de manière logarithmique.

La formule pour déterminer la rugosité ou permettant de trouver la vitesse de vent en fonction de la rugosité est : $V/V_0 = (H/H_0)^\alpha$

Avec V (en m/s) la vitesse du vent à la hauteur H (en m) et V_0 (en m/s) la vitesse du vent à la hauteur H_0 (en m)

Type de paysage	Rugosité (α)
Surface d'eau	0,0002
Terrain agricole dégagé, sans clôtures ou haies vives, et avec très peu de constructions. Seulement des collines doucement arrondies	0,03
Terrain agricole avec des constructions, arbrisseaux et plantes, ou des haies vives de 8 m de haut situées à environ 250 m les unes des autres	0,2
Villages, petites villes, terrain agricole avec de nombreuses constructions ou de hautes haies vives, des forêts et un terrain très accidenté	0,4
Grandes villes avec de hauts immeubles	0,8

Par exemple, pour une vitesse de 4 m/s à 12 m en zone pavillonnaire espacée. On obtient une vitesse de 4,9 m/s à 24 m.

Dans ce cas, on obtient **90% d'énergie en plus en doublant la hauteur du mât !**

De plus cette formule ne prend pas en compte les turbulences. On peut donc espérer avoir des qualités de vent bien meilleures en hauteur ce qui augmente encore la quantité d'énergie récupérable et la durée de vie de la machine.

Définir le potentiel en vent de votre site

Vous pouvez demander les renseignements de la station de Météo France la plus proche de chez vous (~100 €). Les renseignements intéressants sont **les moyennes mensuelles ainsi que les fréquences pour mille des vitesses de vent moyens**.

Ceux-ci vous donneront une indication sur la force des vents et leurs régularités. Il faut tout de même prendre ces données avec des pincettes, les stations météo France pouvant tout à fait être dans un lieu singulier (cuvette, crête, forêt...). Ce qui fait qu'il est difficile de se baser sur ces données sauf cas particuliers.

Avec **un mat de mesure** constitué d'un anémomètre et d'une girouette. C'est une solution coûteuse à mettre en œuvre pour les petites éoliennes. Le coût de l'instrumentation complète (hors montage) est de l'ordre de 1000€ pour un mât de 12m et de 3000€ pour un mât de 24m, pour une étude de trois mois. Ensuite l'installateur effectuera une corrélation avec les données météo France local et extrapolera. C'est la solution la plus fiable.



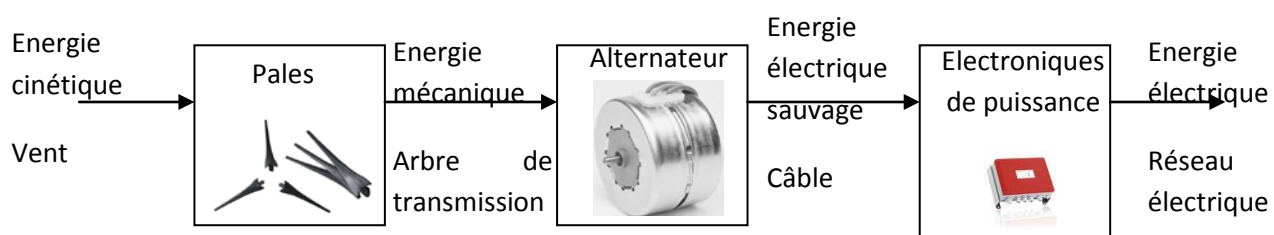
Remarque : La solution de poser un anémomètre sur le toit de la maison est une fausse bonne idée. Le toit de la maison est un obstacle et génère des turbulences, accélération ou décélération, il n'est en rien révélateur du potentiel du site. C'est aussi pourquoi il ne faut pas installer une éolienne sur le toit d'un bâtiment.

Comment choisir ma machine ?

Disposant d'une motivation forte, de vent et d'un terrain propice vous voulez à présent choisir une machine. Dans ce chapitre nous allons parler de la technologie des machines, évoquer leurs avantages et inconvénients de tel ou tel technologie.

Comment fonctionne le système?

Le principe des petites éoliennes est de transformer l'énergie dans le vent via un jeu de pales, relié directement à un alternateur qui va produire de l'électricité. Cette électricité est dite « triphasé sauvage », car variable en fréquence et en valeur efficace. Ensuite l'électronique de puissance va adapter l'énergie éolienne pour l'injecter sur le réseau national.



Les pales :

La première question qui vient à l'esprit est pourquoi trois et pas six, neuf ou vingt-cinq ? Théoriquement plus les pales sont nombreuses, meilleur est le rendement.

Le problème est que, pour simplifier, plus il y a de pales plus la vitesse de rotation est faible et une vitesse de rotation faible n'est pas adéquate pour produire de l'électricité.

Il va donc s'effectuer un compromis technico-économique. Plus on a de pales, plus l'éolienne coûte cher, mais moins on a de pales plus on tourne vite et donc on augmente le bruit généré et l'usure mécanique des pièces en rotation.

On retrouve généralement des éoliennes à deux ou trois pales. Les éoliennes bi pales permettant une économie au niveau du coût, mais celles-ci ont une vitesse de rotation élevée, un bruit généré conséquent et des contraintes mécaniques plus importantes que sur un système tripales.

Certaines pico éoliennes ont six pâles, cela leur permet de générer un couple important au démarrage.



La génératrice

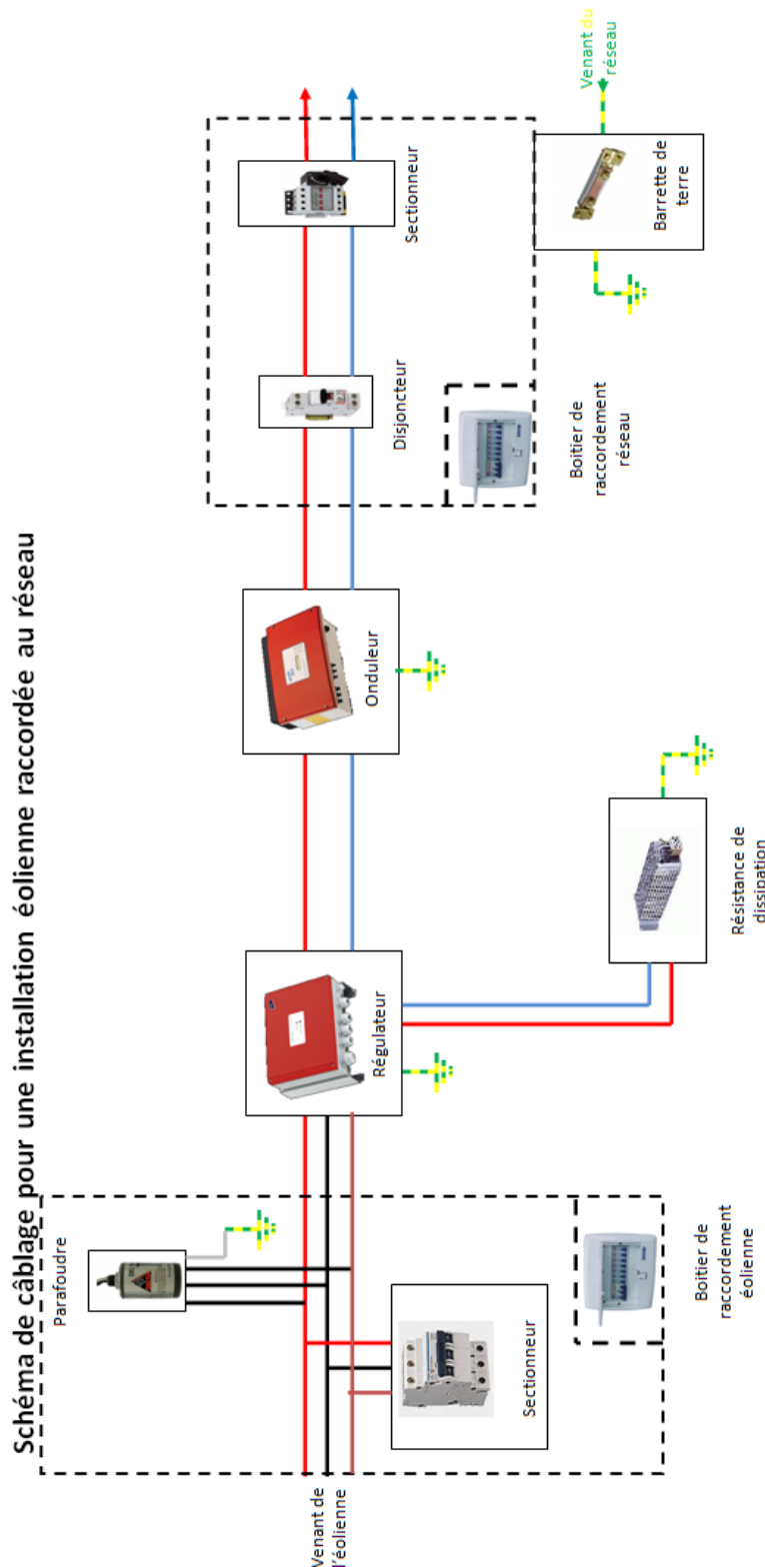
La quasi-totalité des génératrices utilisées en petit éolien sont maintenant des alternateurs synchrones.

L'application des machines synchrones est devenue possible grâce à l'arrivée **d'aimants néodyme fer bore** et aussi grâce aux progrès de l'électronique de puissance.

L'avantage d'une telle motorisation est une très faible maintenance due au fait de n'avoir ni multiplicateur ni de balai collecteur au niveau de la génératrice. De plus les rendements d'une génératrice synchrone sont meilleurs à vitesse variable que pour une génératrice asynchrone.



L'électronique (schéma type pour une installation avec du matériel SMA et une éolienne à régulation en Furling)



Présence d'un affichage indiquant présence de deux sources de tensions : Eolien et réseau.

Interconnexion des terres avec le mât de l'éolienne



Le petit éolien, ce qu'il faut savoir

- Le sectionneur cc va venir mettre l'éolienne en court circuit ce qui aura pour effet de **la mettre à l'arrêt** ce qui permet d'intervenir pour effectuer la maintenance.
- Le parafoudre va venir encaisser une surtensions et dériver la foudre à la terre si celle-ci se dirige vers les électroniques. Celui-ci n'est pas tout le temps obligatoire (voir plus bas).
- La résistance de décharge est un frein pour l'éolienne, pour éviter que celle-ci ne tourne trop vite, montant ainsi en tension et risquant de griller le matériel.
- Le régulateur a deux fonctions, la première **de redresser l'énergie** venant de l'éolienne pour permettre à l'onduleur de la moduler facilement. La deuxième **d'alimenter plus ou moins la résistance de décharge**. Sur les machines à pas variable, cette résistance n'est pas nécessaire.
- L'onduleur va **adapter l'énergie** pour que celle-ci corresponde au réseau électrique en valeur efficace et en fréquence. Il s'adapte en permanence le réseau n'étant jamais fixe. De plus l'onduleur doit se couper en cas d'absence du réseau, pour protéger le personnel qui intervient sur la ligne (norme DIN VDE 0126-1-1).

Le sectionneur va permettre **d'isoler le système éolien** du réseau permettant une intervention sur l'installation en toute sécurité.

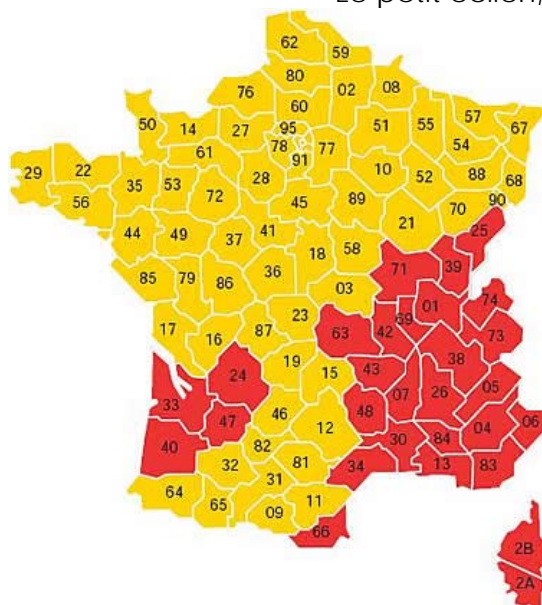
Le disjoncteur différentiel va assurer **la protection de l'installation** contre un court circuit que ce soit en amont ou en aval de l'installation. La fonction différentiel va assurer la protection des personnes.

La protection contre la foudre

La norme NFC 15 100 définit :

Niveau céramique donne le nombre de jour d'orage par an.

Niveau céramique	Inférieur à 25	Supérieur à 25
Si présence de paratonnerre à moins de 250m	Parafoudre obligatoire (type 1)	Parafoudre obligatoire (type 1)
Si alimentation électrique aérienne	Parafoudre recommandé	Parafoudre obligatoire
Si présence d'un récepteur métallique d'une hauteur supérieur ou égale à 20m	Parafoudre recommandé	Parafoudre obligatoire
Si alimentation souterraine	Parafoudre non obligatoire	Parafoudre non obligatoire



Carte des foudroiements en France

En rouge, les départements où le risque est élevé (Nb de jours d'orages/an >25).

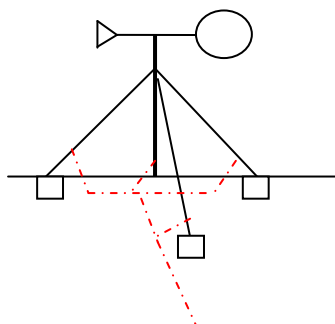
Nous conseillons tout de même de venir placer un **parafoudre protégeant l'arrivée de l'éolienne** sur le réseau domestique. Ainsi les électroniques et les appareils domestiques sont protégés.

Si l'éolienne est implantée sur **un mât supérieur à 20 mètres** dans une zone rouge, l'installateur doit prévenir le propriétaire qu'il doit mettre en place un parafoudre en tête de son installation, si l'habitation n'en est pas pourvue. L'installateur se doit de poser un parafoudre sur l'arrivée de l'éolienne à la maison.

La mise à la terre

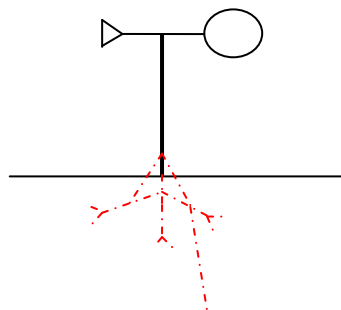
Les terres doivent toutes être **interconnectées entre elles**. Le mât est mis à la terre ainsi que les haubans grâce à du cuivre nu d'une taille de 25mm² celui-ci est après connecté à la terre du réseau domestique. Si le cuivre n'est pas enfouie, sa taille peut être de 10mm².

Mât haubané



Vers terre réseau

Mât autoporteur

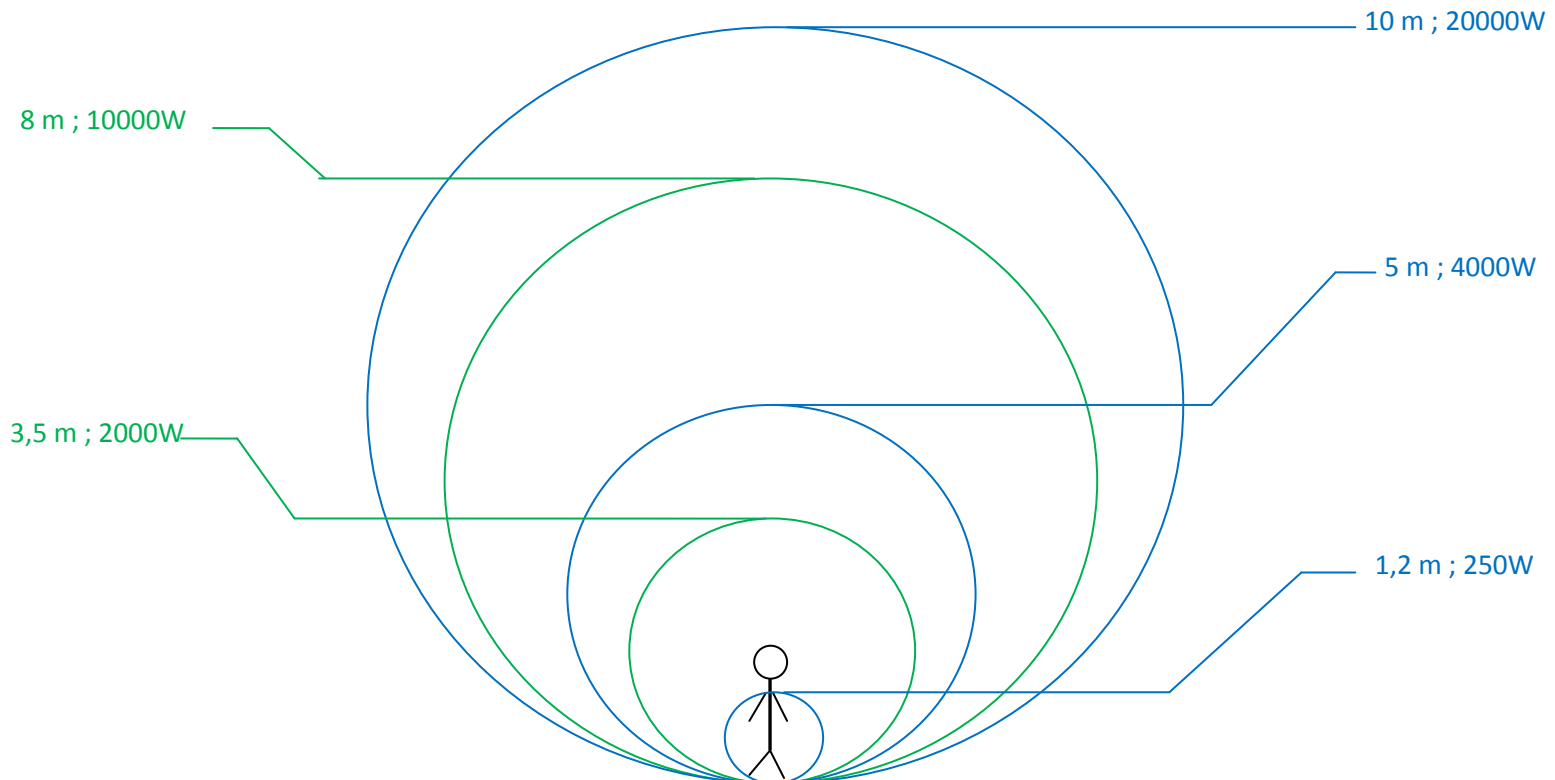


Vers terre réseau

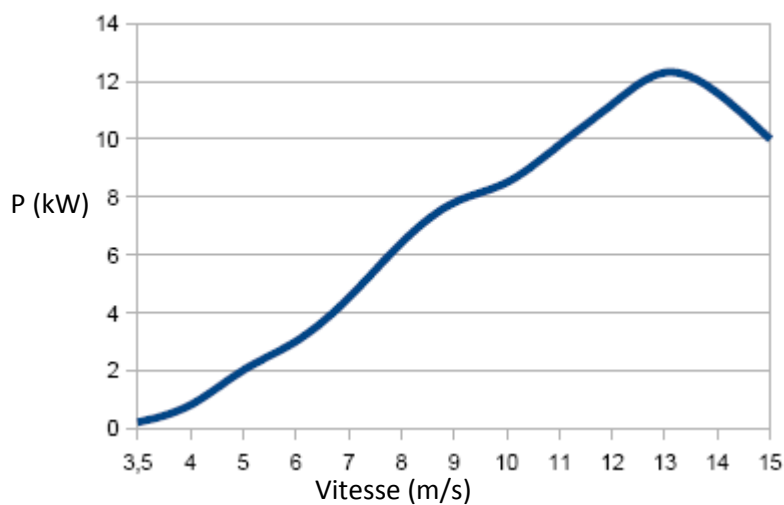
Pour le mât haubané, le cuivre doit être raccordé sur les haubans évitant ainsi à la foudre de passer par les socles en béton.

Comment fonctionnent les machines ?

La puissance annoncée par les constructeurs est à appréhender avec précaution. La puissance de l'éolienne étant donnée à une vitesse de vent variable. Un fabricant peut donc avoir une 10kW à 10m/s et son concurrent une 10kW à 13m/s. Il ne faut donc pas se fier à la puissance « publicitaire » de l'éolienne, mais plus au diamètre de celle-ci.



Les constructeurs établissent **des courbes de puissance** de leurs éoliennes. Ces courbes indiquent la puissance que va fournir l'éolienne en fonction de la vitesse du vent. Il est intéressant d'analyser les courbes de puissances, celles-ci pouvant être « arrangées ».





Le petit éolien, ce qu'il faut savoir

Ci-dessus la courbe de puissance de l'Aircon A10S.

Pour analyser les données du graphique il va falloir calculer le C_p . Le C_p caractérise **le rendement de la machine**, sa capacité à récupérer l'énergie dans le vent. La limite physique du rendement maximal (limite de Betz) est de 0,59 et le maximum observé est autour de 0,50 pour les éoliennes les plus performantes.

$$C_p = (2*P)/(\rho*S*V^3)$$

La gestion de l'orientation. Celle-ci peut être motorisée, par safran ou, pour les machines aval, gérées directement par l'hélice.

L'orientation par safran est utilisée sur les machines jusqu'à 10m de diamètre. Au-delà la surface nécessaire est trop importante. L'inconvénient de ce type d'orientation est que l'éolienne **cherche toujours le vent** et donc subit presque tout le temps des effets gyroscopiques. Il est néanmoins simple à mettre en œuvre et plus économique.

L'orientation par motorisation. Ce système est plus lourd, il nécessite l'utilisation de capteur et d'appareil gérant l'acquisition et le traitement des données. L'avantage est qu'il permet d'avoir une éolienne moins soumise aux vents turbulents d'un site.

Les machines aval reçoivent le vent « par derrière ». La gestion de l'orientation est conçue directement dans la conception des pâles réduisant très légèrement leur efficacité.



La régulation de la puissance

Mise en drapeau : le safran va venir pivoter mettant les pales parallèles au sens du vent. C'est une solution simple, robuste, efficace à faible coût. Les problèmes concernant cette régulation est qu'elle est **imprécise et limitée** aux machines de puissance inférieure à 10kW car moins réactive. De plus les charges mécaniques sur le mât sont assez importantes.

Inertiel centrifuge : lorsque l'éolienne tourne trop vite, la vitesse de rotation pousse les masses vers l'extérieur (centrifuge) qui entraîne la modification de l'angle de calage des pales. Cette régulation est efficace et a un très bon rendement. Le souci est quelle est chère à mettre en œuvre, que la technologie utilisée est celle du **frein aérodynamique** et génère du bruit lorsqu'il y a régulation.

Le coning : pour certaines machines aval, les pales sont fixées sur ressorts. Si la force du vent devient trop importante les pales vont se plier de manière à réduire la surface exposée au vent ainsi que de changer l'angle des pâles et donc de diminuer leurs efficacités. Les problèmes et avantages sont les mêmes que pour la régulation par masselotte : efficacité, prix élevé et bruit conséquent.

Le pitch actif: l'angle de calage des pales est modifié par des moteurs. C'est-ce type de régulation que l'on retrouve sur les grosses machines. Le principe est de motoriser les pâles, améliorant leur efficacité face au vent. On a donc une régulation précise qui permet l'arrêt de l'éolienne. Le soucis vient de **la lourdeur de mise en œuvre**, donc son coût.

Electronique : La génératrice va être mise en court circuit par micro-impulsions. Cela va la freiner. Ce type de régulation est simple et économique, elle va **grever le rendement** de l'éolienne, il est nécessaire d'avoir une sécurité mécanique associée en cas de défaillance de l'électronique.

La vitesse de rotation de l'éolienne, celle-ci va donner un aperçu du bruit que va faire l'éolienne. Plus celle-ci tourne vite, plus elle est bruyante. Il faut faire attention à ne pas comparer seulement les vitesses de rotation, mais aussi les vitesses en bout de pâles, donné par le lambda. Ce coefficient correspond à un rapport entre la vitesse du vent et la vitesse circonférentielle des pales. Plus le coefficient lambda est élevé, plus les turbulences générées en bout de pales seront facteur de bruit.

$$\text{Formule : } \lambda = \frac{2\pi R_{\text{hélice}} \times N}{60 \times V_{\text{vent}}}$$

Rhélice= Rayon de l'hélice en mètres

N= Nombre de tours par minute à puissance nominale

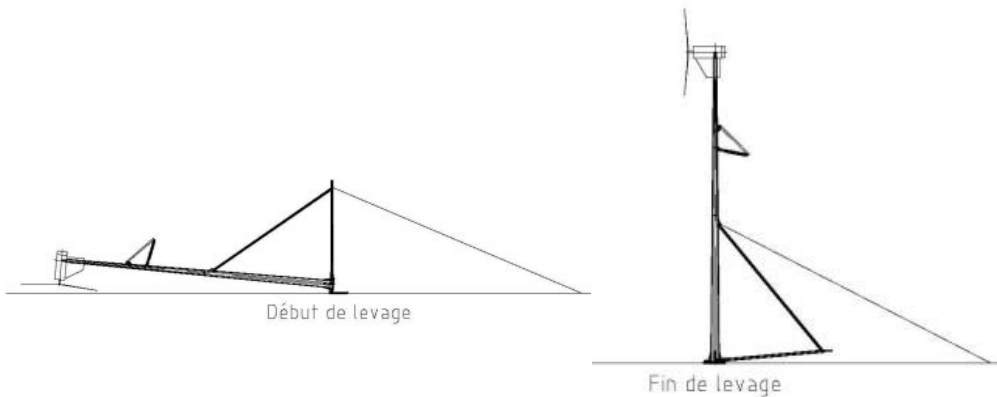
V_{vent} = vitesse du vent à puissance nominale (en m/s)

Les hélices tripales ont généralement un coefficient lambda qui s'échelonne entre 4 et 7. Grace au lambda on obtient la vitesse en bout de pales, au-delà d'une vitesse de 300 km/h le bruit deviendrait assourdissant.

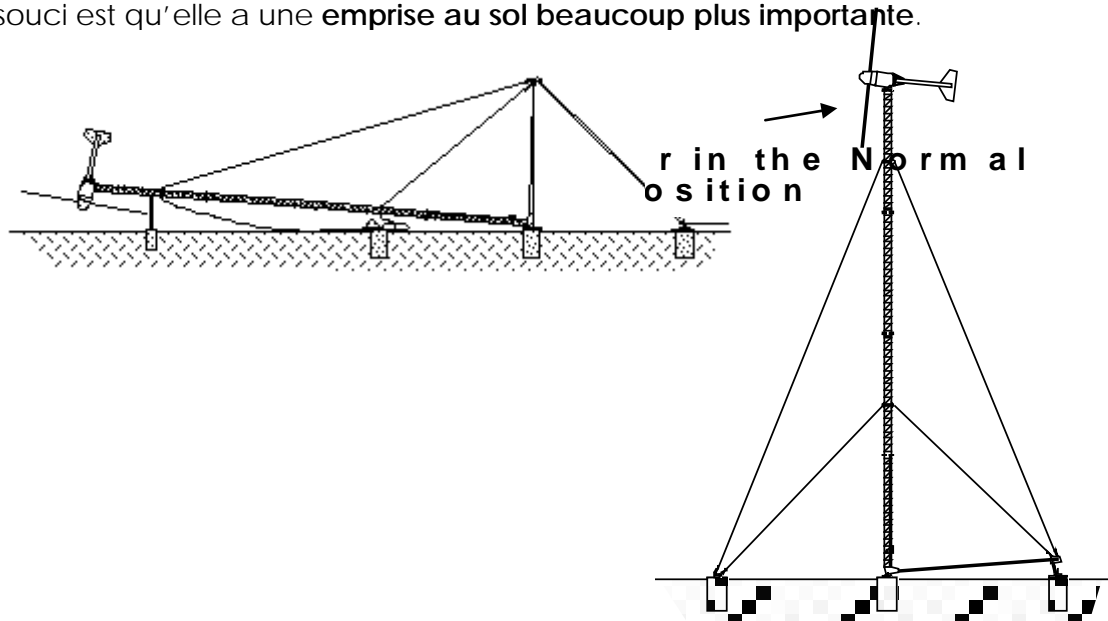
Sur quel mât mettre l'éolienne ?

Il existe trois types de mâts :

- Auto porteur, cette solution peut sembler la plus simple. Mais en réalité le **génie civil va être plus important** et le mât plus imposant que pour une solution avec mât haubané. De plus s'il n'est pas prévu une échelle ou système d'ascension sur l'aérogénérateur il faudra utiliser une nacelle pour toute intervention de maintenance sur la machine. Un mât autoporteur peut être tubulaire, ou treillis.
- Autoporteur basculant, solution requérant un génie civil important et donc un cout conséquent.



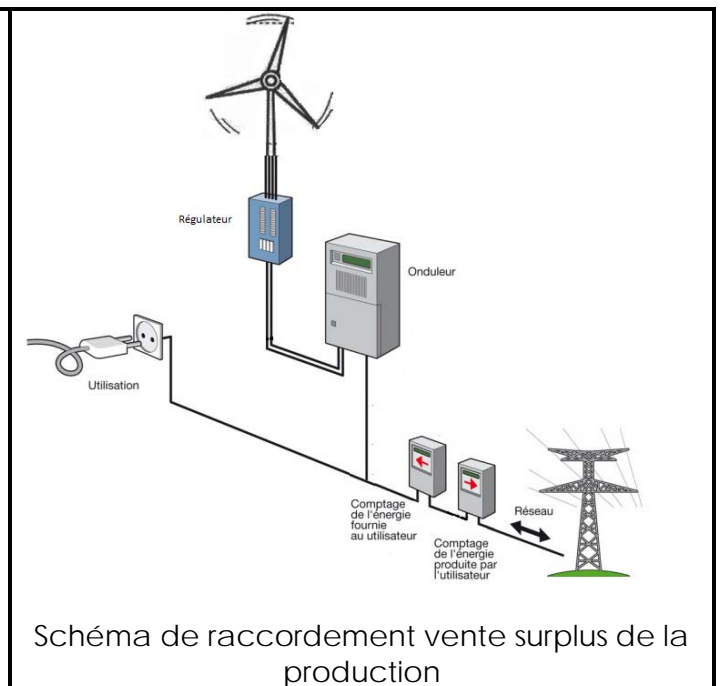
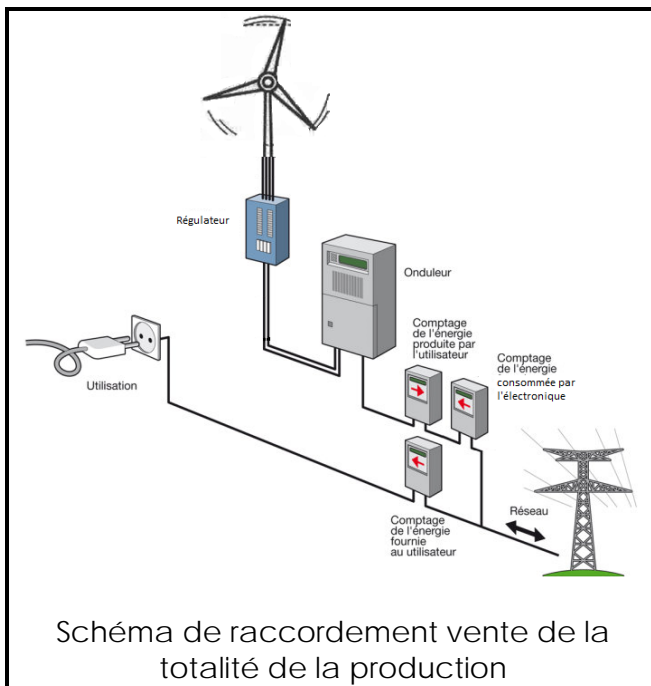
- Haubané, solution la plus simple et moins chère d'un point de vu matériel. Le souci est qu'elle a une **emprise au sol beaucoup plus importante**.



Comment s'effectue le raccordement au réseau ?

Il y a trois types de raccordement au réseau possible :

- Le raccordement en vente total de la production, celui-ci va nécessiter trois compteurs. Un compteur classique de consommation, un compteur totalisant l'ensemble de la production et un dernier compteur totalisant la consommation de l'électronique.
- Le raccordement en vente surplus. La production de l'éolienne va principalement aller à l'utilisation, si la production n'est pas suffisante par rapport à la consommation le réseau va venir en soutien. Si la production est supérieure à la consommation le surplus est envoyé au réseau.
- Le raccordement en auto consommation. L'éolienne est raccordée sur le réseau mais toute la production est consommée par l'habitation. S'il y a un surplus celui-ci est réinjecté gratuitement sur le réseau. Sauf en cas de présence d'un compteur à disque, alors celui-ci tourne à l'envers et décompte l'énergie produite de l'énergie consommée.





Le petit éolien, ce qu'il faut savoir




Tableau comparatif de machines représentatives sur le marché :




Avant toute chose il faut savoir que pour choisir une machine, il vaut mieux avant tout se baser sur l'expérience de la société. En effet même si une machine sur le papier est correcte, on ne peut connaître sa véritable valeur qu'avec un retour d'expérience. Certaines machines ont une conception adaptée, mais le fait d'avoir des problèmes de qualité sur les matières premières entraîne des casses et des pannes. Pour ne pas prendre de risques, il faut toujours partir sur des machines fiables et éprouvées.

Les tableaux suivants ne sont pas exhaustifs, ils mettent en comparaison quelques machines de qualité représentatives de ce qui se fait à l'heure actuelle sur le marché Français.




Toutes les informations sont tirées de sites internet constructeurs au 15 juillet 2009 sauf les productions qui ont été calculé à partir des courbes de puissances. Attention, ces données de production ne tiennent en aucun cas compte de facteurs importants : turbulences, altitudes... Qui vont grever le rendement. Ces valeurs sont donc avant tout théoriques et ne permettent que d'avoir une « idée » des productions.




Les machines de 2 à 3 kW :

Critères	Eolienne Piggott	West wind	Skystream
Nombre de pâles	3	3	3
Orientation	Safran	Safran	Machine aval
Puissance annoncée	1,7kW	3kW	2,4kW
Diamètre	3,6m	3,7m	3,72m
Puissance à 6m/s	285W	300W	400W
Puissance à 10m/s	1500W	1600W	2000W
Puissance à 12m/s	1700W	2300W	2300W
Cp à 6m/s	0,21	0,211	0,27
Cp à 10m/s	0,24	0,243	0,30
Cp à 12m/s	0,157	0,202	0,20
Vitesse de rotation à puissance nominale	305 tr/min	900tr/min	330 tr/min
Type de génératrice	Synchrone à aimants permanent, à flux axial	Synchrone à aimants permanent, à flux radial	Synchrone à aimants permanent, à flux radial
Régulation	Mise en drapeau (Furling)	Mise en drapeau (Furling)	Electronique
Matériau des pâles	Bois brut	Composite, fibre de verre	Composite fibre de verre
Vitesse bout de pâles à puissance nominale	57,4m/s	175,2m/s	64,24m/s
TSR ou lambda	6	10,2	4,94
Energie produite 5m/s Weibull 2	3000 kWh/an	3470 kWh/an	3960 kWh/an
Garantie	Auto construction	5 ans	5 ans
Poids	85kg	190kg	77kg
Site internet	www.tripalium.org	http://westwindturbines.co.uk/	www.windenergy.com
Prix approximatif	8k€	20k€	12k€
Photo			




Critères	Xzeres 110	Windspot 3.5	Horizon 1.8
Nombre de pâles	3	3	3
Orientation	Safran	Safran	Safran
Puissance annoncée	2,5kW	3,5kW	2kW
Diamètre	3,6m	4,05m	3,5m
Puissance à 6m/s	500W	600W	380W
Puissance à 10m/s	2100W	2600W	2000W
Puissance à 12m/s	2500W	3500W	2000W
Cp à 6m/s	0,37	0,34	0,29
Cp à 10m/s	0,33	0,25	0,34
Cp à 12m/s	0,23	0,25	0,19
Vitesse de rotation à puissance nominale	340 tr/min	250 tr/min	350tr/min
Type de génératrice	Synchrone à aimants permanent, à flux radial	Synchrone à aimants permanent, à flux radial	Synchrone à aimants permanent, à flux radial
Régulation	Mise en drapeau (Furling)	Inertiel centrifuge	Mise en drapeau verticale
Matériau des pâles	Composite fibre de verre	Composite fibre de verre	Composite fibre de verre
Vitesse bout de pâles à puissance nominale	64 m/s	53,6 m/s	64,1
TSR ou lambda	5,8	4,5	6,1
Energie produite 5m/s Weibull 2	4510 kWh/an	5000 kWh/an	3323kWh
Garantie	5 ans	5 ans	2 ans
Poids	143 kg	185 kg	
Site internet	www.xzeres.com	www.winspot.fr	www.eole-system.com
Prix approximatif	17k€	18,5k€	14k€
Photo			

Les machines de 5 à 7,5 kW :


Critères	Fortis Montana	Proven WT6000	Ampair 6000
Nombre de pâles	3	3	3
Orientation	Safran	Machine aval	Machine aval
Puissance annoncée	5kW	6kW	6kW
Diamètre	5m	5,5m	5,5m
Puissance à 6m/s	750W	800W	1000W
Puissance à 10m/s	2700W	3500W	4500W
Puissance à 12m/s	3900W	6100W	6000W
Cp à 6m/s	0,288	0,254	0,31
Cp à 10m/s	0,224	0,24	0,309
Cp à 12m/s	0,242	0,242	0,238
Vitesse de rotation (à puissance nominale)	450tr/min	200 tr/min	240 tr/min
Type de génératrice	Synchrone à aimants permanents, à flux radial	Synchrone à aimants permanent, à flux axial	Synchrone à aimants permanent
Régulation	Mise en drapeau (Furling)	Coning	Coning
Matériau des pâles	Composite fibre de verre	Résine polypropylène	Résine polypropylène
Vitesse bout de pâles (à puissance nominale)	117,75 m/s	57,56 m/s	69m/s
TSR ou lambda	8,41	4,79	6,28
Energie produite 5m/s Weibull 2	6220 kWh/an	7120 kWh/an	8680 kWh/an
Garantie	5ans	5 ans	2 ans
Poids	200kg	500 kg	190kg
Site internet	www.fortiswindenergy.com	www.provenenergy.co.uk	www.ampair.com
Prix approximatif	26k€	38k€	32k€
Photo			

Critères	Evance R9000	Eoltec	Windspot
Nombre de pâles	3	2	3
Orientation	Safran	Safran	Safran
Puissance annoncée	5kW	6kW	7,5kW
Diamètre	5,4m	5,6m	6,3m
Puissance à 6m/s	1144W	1160W	1600W
Puissance à 10m/s	4205W	5000W	5500W
Puissance à 12m/s	5015W	6000W	7500W
Cp à 6m/s	0,377	0,356	0,38
Cp à 10m/s	0,299	0,33	0,28
Cp à 12m/s	0,206	0,23	0,22
Vitesse de rotation à puissance nominale	230 tr/min	245 tr/min	200 tr/min
Type de génératrice	Synchrone à aimants permanent, à flux axial	Synchrone à aimants permanent, à flux radial	Synchrone à aimants permanent, à flux radial
Régulation	Inertiel centrifuge	Inertiel centrifuge	Inertiel centrifuge
Matériau des pâles	Composite fibre de verre	Composite fibre de verre	Composite fibre de verre
Vitesse bout de pâles à puissance nominale	65m/s	71,8 m/s	66 m/s
TSR ou lambda	5,41	5,98	5,5
Energie produite 5m/s Weibull 2	9450 kWh/an	9947 kWh/an	11800 kWh/an
Garantie	5 ans	5 ans	5 ans
Poids	300kg	202 kg	420kg
Site internet	www.evancewind.com	www.eoletec.com	www.windspot.fr
Prix approximatif	35k€	36k€	32k€
Photo			

Les machines de 10 et 15kW :

Critères	Eole system	Aircon 10kW	Bergey Excel S 10kW
Nombre de pâles	3	3	3
Orientation	Electronique	Electronique	Safran
Puissance annoncée	10kW	9,8kW	10kW
Diamètre	8m	7,6m	7m
Puissance à 6m/s	2000W	3000W	1500W
Puissance à 10m/s	10000W	8300W	5000W
Puissance à 12m/s	12000W	11000W	7000W
Cp à 6m/s	0,47	0,5	0,294
Cp à 10m/s	0,32	0,298	0,21
Cp à 12m/s	0,23	0,229	0,17
Vitesse de rotation à puissance nominale	150tr/min	140tr/min	310tr/min
Type de génératrice	Synchrone à aimants permanent, à flux axial	Synchrone à aimants permanent, à flux radial	Synchrone à aimants permanent, à flux radial
Régulation	Pitch actif	Electronique micro court circuit	Mise en drapeau (Furling)
Matériau des pâles	Composite fibre de verre	Composite fibre de verre	Fibre de carbone
Vitesse bout de pâles à puissance nominale	62,8m/s	55m/s	113,56m/s
TSR ou lambda	6,28	4,2	8,19
Energie produite 5m/s Weibull 2	15622 kWh / an	22120 kWh / an	13600kWh / an
Garantie	2 ans	2 ans prolongeable à 5 ans	5 ans
Poids	kg	500 kg	610 kg
Site internet	www.eole-system.com	aircon-international.com	www.bergey.com
Prix approximatif	60k€	65k€	60k€
Photo			

Les machines de 20kW :

Critères	Jimp 20 kW
Nombre de pâles	3
Orientation	Safran
Puissance annoncée	20kW
Diamètre	10m
Puissance à 6m/s	2700W
Puissance à 10m/s	12000W
Puissance à 12m/s	20000W
Cp à 6m/s	0,25
Cp à 10m/s	0,24
Cp à 12m/s	0,24
Vitesse de rotation à puissance nominale	200tr/min
Type de génératrice	Synchrone à aimants permanents, à flux radial
Régulation	Modification de l'angle de calage des pâles
Matériau des pâles	Composite fibre de verre
Vitesse bout de pâles à puissance nominale	104m/s
TSR ou lambda	8
Energie produite 5m/s Weibull 2	23070 kWh / an
Garantie	2 ans
Poids	800 kg
Site internet	www.jimp.it
Prix approximatif	80k€
Photo	



Mon devis, qu'est-ce que c'est ?

Pour acquérir une éolienne il est préférable de passer par un professionnel. Celui saura vous conseiller, mettre en œuvre le système et vous permettra de toucher différentes aides.

Cependant la filière du petit éolien est peu développée en France et nombreux sont les installateurs sur le papier alors qu'ils ne sont qu'une dizaine en réalité. Il est donc important de savoir si votre installateur est compétent pour cela plusieurs points à vérifier :

- Peut il donner une liste de ses clients références ?
- Il propose de faire les démarches pour un permis de construire pour monter l'éolienne à plus de 12m.
- Sa connaissance des démarches à effectuer
- Peut il détailler le devis ?
- Son assurance civile professionnelle
- Peut il fournir un manuel d'installation et d'entretien de l'éolienne ?
- Les machines qu'il propose ont-elles fait leurs preuves ?
- S'avance t-il de manière écrite sur les performances du système ?
- Son étude de vent : a t'il fait une visite sur site ? à quelle vitesse de vent est annoncée la production annuelle?
- Evoque t'il la maintenance ? et si oui, que propose-t-il ? A quelle coût ?

L'installateur va vous proposer un devis, attention les devis peuvent ne pas prendre en compte le génie civil. La décomposition du prix se fait globalement de la manière suivante : 40% pour l'éolienne, 25% pour l'électronique, 25% pour le mât et 10% pour l'installation.



Le petit éolien, ce qu'il faut savoir

Quelles sont les démarches pour installer une petite éolienne ?

A quelles subventions ai-je le droit ?

Une petite éolienne raccordée au réseau peut coûter entre 8 000€ et 120 000€ selon sa taille. Plus l'éolienne produit, plus le retour sur investissement est rapide. Il y a plusieurs dispositifs pour vous aider financièrement avec votre projet :

Crédit d'impôt

Si votre éolienne est installée par un professionnel dans votre habitation principale, en rénovation ou en construction, vous avez droit **à un crédit d'impôt de 45%** en base du montant toutes taxes des fournitures incluses dans votre système. Le crédit d'impôt est allouable seulement pour les systèmes énergie renouvelable et ne marche que si la fourniture provient d'un seul organisme. Pour les personnes non imposables, ou si le remboursement est supérieur aux impôts que vous devez payer, le trésor public vous envoie un chèque.

Cette base est plafonnée comme suit :

- 8 000 euros pour un célibataire (soit 3780€ d'aide)
- 16 000 euros pour un couple
- 800 euros par personne à charge supplémentaire
- 1000 euros pour le 2ème enfant
- 1200 euros pour le 3ème enfant et les suivants

La période d'application du crédit d'impôt a commencé le 1er janvier 2005 et s'étend jusqu'au 31 décembre 2012. Le crédit d'impôt est renouvelé tous les 5 ans.

Notez que le remboursement n'intervient pas l'année où l'achat a été effectué, mais seulement l'année suivante, année de la déclaration de revenus.

Le coût de **la main d'œuvre n'entre pas dans le cadre du crédit d'impôt**. Celui-ci concerne les prix des équipements, fournis et installés par une entreprise qui vous remet une facture pour l'ensemble de la prestation. Le coût TTC de fourniture et celui de la main d'œuvre doivent donc être présentés de façon distincte.

TVA 5.5%

Toute personne ou société, qu'elle soit propriétaire, locataire, occupant à titre gratuit, faisant exécuter par un professionnel du bâtiment des travaux dans un logement d'habitation achevé depuis plus de deux ans, peut bénéficier du taux réduit de TVA à 5,5%, que le logement soit une résidence principale ou secondaire.

Notez que les travaux dans les logements achevés depuis moins de 2 ans ne peuvent pas bénéficier de la TVA à 5,5%.

Aides publiques régionales

Plusieurs régions en France subventionnent les petites éoliennes :

Languedoc-Roussillon propose une subvention de 25% de l'investissement sur une éolienne raccordée au réseau. Cette subvention est conditionnée par la mise en place d'un système d'un mât d'une hauteur minimale de 18m et elle est plafonnée à un montant total investi de 60 000 Euro. Cette aide s'applique que sur les machines certifiées par le SEPEN ou autres organisme similaire à l'étranger.



La Région Rhône-Alpes avait en cours un appel à projets pour des petites éoliennes et pouvait proposer une aide s'élevant jusqu'à 30% de l'investissement, celle-ci pourrait être reconduite.

L'aide régionale sera calculée sous la forme d'une bonification à la production aux conditions suivantes: 0,7 euro le kWh de production estimée annuellement pour une éolienne de 1 à 5 kW inclus; 0,5 euro le kWh pour une éolienne de plus de 5 kW à 10 kW inclus et 0,3 euro pour une éolienne de plus de 10 kW. La subvention sera plafonnée à 15 000 euros. Pour les particuliers, son montant pourra prendre en considération le montant TTC de l'investissement.

Il est judicieux de contacter **l'espace info énergie le plus proche de chez vous** pour qu'il vous aide dans vos démarches.

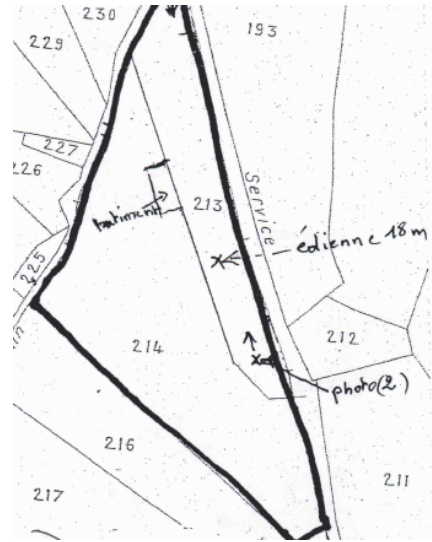
Quelles sont les démarches à exécuter ?

D'un point de vue démarche d'urbanisme seul un permis de construire est nécessaire si la hauteur de la partie fixe (mât+nacelle) dépasse 12m.

Le permis de construire (PC)

Si elle est inférieure ou égale à 12m une simple déclaration de travaux peut être nécessaire (si inscrit comme telle dans le PLU). Il est fortement conseillé de monter au dessus de 12m, il faut donc envoyer la demande de permis de construire à la mairie. Celle-ci est composée de :

- un plan de situation permettant de connaître la situation des terrains et du projet à l'intérieur de la commune, un plan de masse précis faisant apparaître le foncier, la localisation des composants de l'éolienne (éolienne, électronique ...), la végétation naturelle maintenue ou supprimée et les éventuelles plantations prévues (nombre d'arbres à planter ou/et à abattre), les chemins et voies élargis ou créés, le tracé des lignes électriques enterrées desservant les installations ;
- une fiche technique précisant les principales caractéristiques de l'éolienne : diamètre, hauteur, puissance électrique, niveau acoustique ...;
- une vue paysagère et un photomontage de votre installation pour mesurer également l'impact sur le paysage. Les éléments de l'étude d'impact concernant les paysages pourront fournir la matière à cette série de documents ;
- la notice d'impact pour mesurer l'influence de votre future installation sur la faune, la flore, le bruit, la pollution, les risques et le paysage. Le contenu de ce dossier est précisé par le décret 77.1141 du 12 octobre 1977 pris pour l'application de la loi 76.629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature;
- en cas de coupes et abattages ou de défrichements soumis à autorisation, une copie du courrier de la DDAF, par lequel le préfet fait connaître au demandeur que son dossier de demande d'autorisation de défrichement est complet, doit être jointe à la demande de permis de construire (Article R431-19 du code de l'urbanisme)



Afin de poursuivre vos démarches, il est nécessaire de demander une déclaration préalable (DP) de travaux. C'est un certificat de non opposition au projet qui vous permet d'effectuer les autres démarches. Le permis de construire doit être affiché deux mois avant le début des travaux.

Le permis de construire doit être visé par un architecte si celui-ci est déposé pour une entreprise.



La déclaration d'exploiter

Si vous ne bénéficiez pas d'un tarif d'achat règlementé aucune déclaration n'est nécessaire.

La Direction Générale de l'Énergie et du Climat émet un récépissé de la déclaration d'exploiter. Cette déclaration d'exploiter vous donne le droit d'être un producteur d'énergie électrique et d'avoir accès à l'obligation d'achat valable uniquement si vous êtes en ZDE. Une télé déclaration est envisageable sur le site internet <https://ampere.industrie.gouv.fr/>. Mais celle-ci est valable que si votre éolienne est implanté à moins de 12m de haut.

Le contrat de raccordement au réseau électrique

Ce contrat de raccordement au réseau est obligatoire. Il notifie le gestionnaire du réseau que vous êtes un producteur d'énergie. De plus il vous permet de solliciter la pose de compteurs en cas de vente de l'énergie.

Remplir les fiches de collecte de renseignements ERDF puis l'envoyer à ERDF de votre région.

<http://www.erdfdistribution.fr/electricite-reseau-distribution-france/producteurs-d-electricite/nos-prestations/raccordement/fiches-de-collecte-130098.html>

ERDF va vous envoyer une proposition de devis de raccordement. Un raccordement pour la vente du surplus coûte entre 100 et 300€ contre 400€ et 800€ pour la vente de la totalité.

Après négociation (si vous voulez négocier) vous acceptez la proposition de devis. ERDF vous envoie le devis final à payer et propose un contrat de raccordement.

Remarque : Le contrat pour la vente surplus coûte autour de 30€/an et 60€/an pour la vente de la totalité.

Les demandes de subventions

- Envoyer les différentes demandes.
- Réponse des acteurs concernés.

L'assurance

Dans ce domaine, aucun assureur n'a pu donner de tarif et de garantie standard. Il est donc à voir au cas par cas.

Une assurance pour l'éolienne est indispensable, l'assurance responsabilité civile va couvrir la vente d'électricité et les dégâts matériels occasionnés en cas d'accident. L'assurance habitation va couvrir le vandalisme et la foudre.

Le contrat d'achat

Le contrat d'achat est à négocier directement avec un fournisseur d'énergie. Vous pouvez aller voir le contenu de celui proposé par **Enercoop** (www.enercoop.fr) ou celui de la CNR .





Le petit éolien, ce qu'il faut savoir

L'installation

Une fois l'ensemble des démarches administratives effectuées, l'installateur va venir installer le système.

La visite du Consuel

Celle-ci va être facturée 160€, pour vérifier que l'installation soit conforme aux normes.

Si l'éolienne est installée dans des locaux professionnels la vérification par un organisme de contrôle (APAVE, SOCOTEC) est obligatoire.

Le raccordement

Pour être raccordé par ERDF, il faut envoyer :

- le contrat de raccordement signé
- le règlement total des travaux de raccordement
- la copie du PC (si nécessaire)
- l'attestation Consuel

Ensuite, le raccordement au réseau national est effectué.

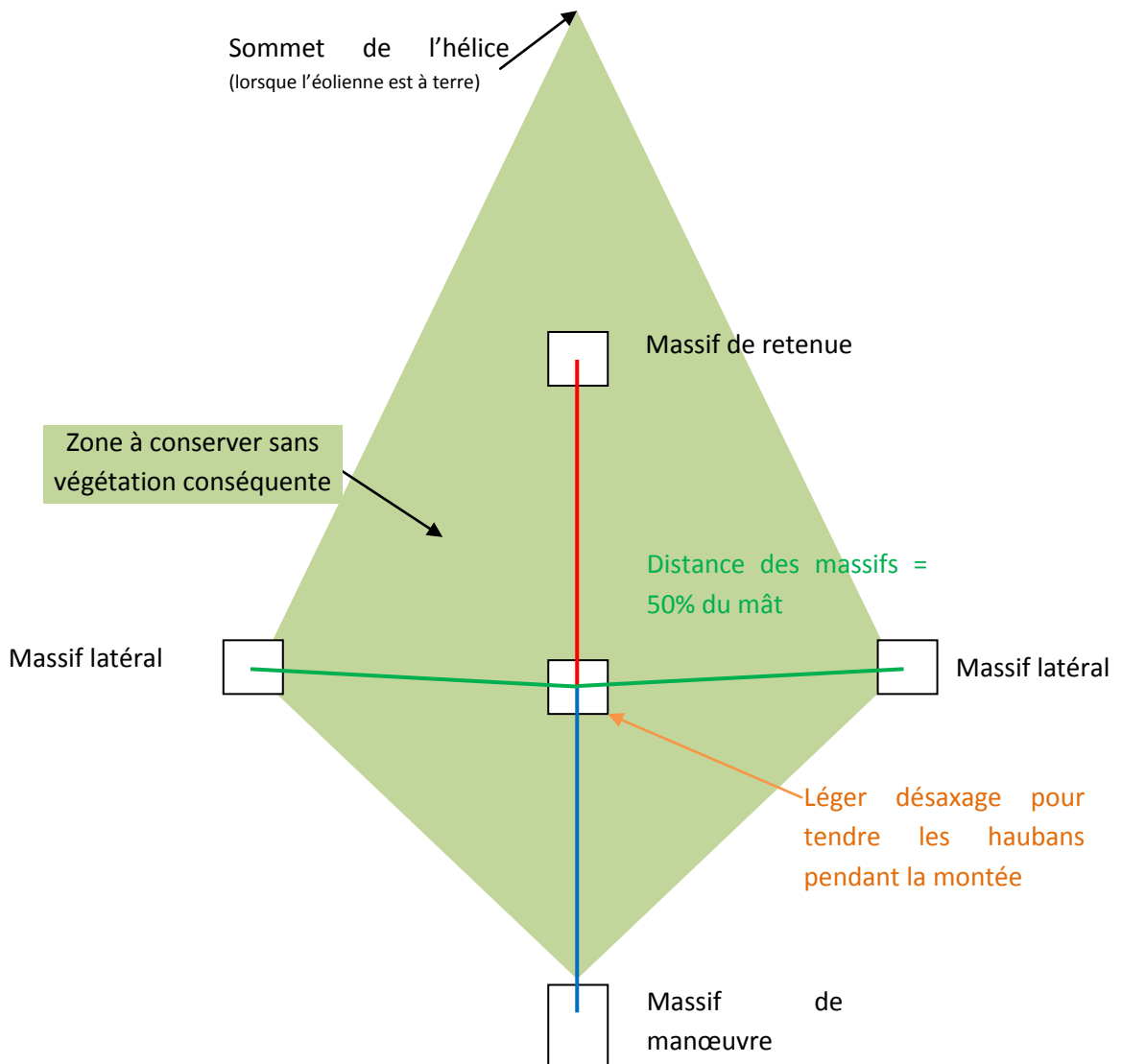
L'installation

Le génie civil

Le volume de béton est à dimensionner en fonction du poids, de la hauteur du mât et du diamètre de l'éolienne.

Pour un mât haubané :

Quatre plots pour les ancrages et un pour l'embase du mât.

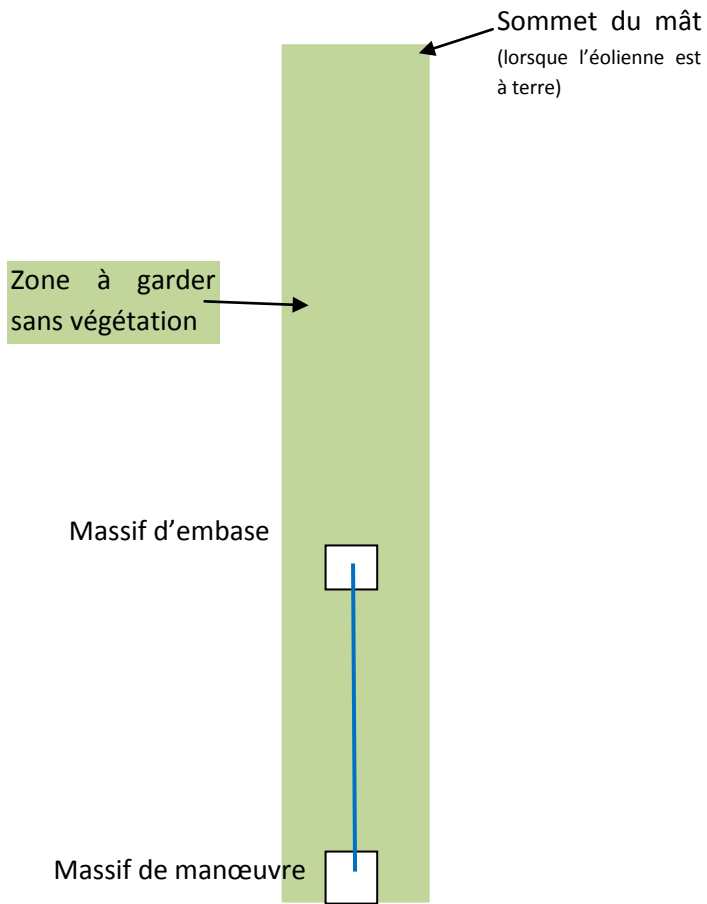


Le massif de manœuvre va accueillir le tirfort, c'est à partir de ce massif que l'on va monter l'éolienne.

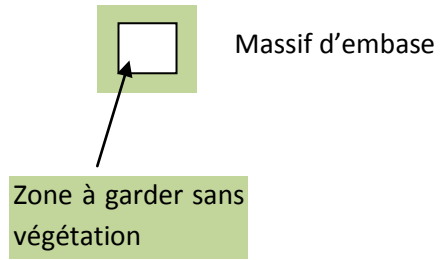
Le massif de retenue va empêcher le basculement de l'éolienne sur le massif de manœuvre à la fin de la phase de levage.

Les massifs latéraux permettent de maintenir l'aérogénérateur dans l'axe de la montée, ceux-ci doivent être légèrement en recul vis à vis de l'ancrage de manœuvre, pour que lors de la montée les haubans se tendent à la montée et se détendent à la descente. De plus les massifs latéraux doivent impérativement être de niveau.

Pour un mât autoporteur basculant



Le petit éolien, ce qu'il faut savoir Pour un mât autoporteur

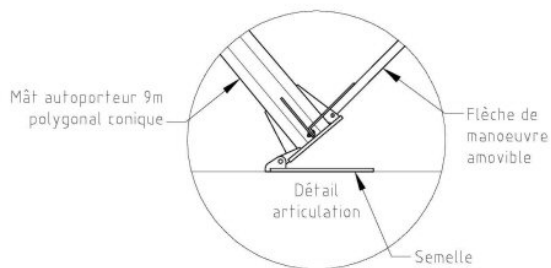


Un mât haubané va avoir une ou plusieurs nappes de haubans, répartis tous les 90°. Les haubans qui sont fixés sur le même angle, bien qu'à des hauteurs différentes, sont **raccordés sur le même massif d'ancrage**.



Pour raccorder les haubans, il est nécessaire de mettre un cosse cœur et trois serre câbles par extrémité. Sur le massif d'embase un tendeur permet d'ajuster au mieux la tension du hauban. Les serre câbles doivent être placés de manière à avoir la partie ronde sur le brin court.

Les mâts basculants doivent avoir une embase qui permet la rotation du mât et de la flèche.



L'électronique

Tout le matériel électronique doit être placé dans un endroit sec, ventilé et à l'abri des mains curieuses. S'il y a une résistance de dissipation, il faut faire attention à ce que celle-ci soit placée **en hauteur**. Pour limiter les problèmes d'impédance avec les onduleurs, il est préférable d'avoir les matériels électroniques près du point de réinjection réseau.



La mise en service (levage)

Il faut d'abord commencer par un montage à blanc. Celui-ci s'effectue sans l'éolienne, ce qui facilite le réglage de la tension des haubans.

Lors du levage,

Personne ne doit se situer dans l'axe de basculement de l'éolienne.

La flèche est maintenue dans l'axe par des cordes aux massifs latéraux, elle ne peut ainsi pas basculer sur le côté.

Quand lorsque le mât approche la verticale, une personne fixe une corde sur le hauban de retenu et le maintient légèrement en tension. Permettant ainsi d'éviter un basculement rapide sur le massif de manœuvre.

Il faut ensuite régler la verticalité du mât à l'aide des tendeurs, pour après redescendre le mât et fixer l'éolienne. Pour le raccordement, vérifiez si la connexion est correcte en testant la mise en court circuit. Faire tourner l'hélice, celle-ci doit être à l'arrêt pendant le levage.

Recommencez le levage.

Enlevez le frein et avec un peu du vent, admirez votre éolienne tourner ! Prenez des photos !



Il est intéressant pour vous et pour les autres personnes intéressées par le petit éolien de partager votre production et les caractéristiques de votre éolienne.



La maintenance et garantie

Celle-ci est **garantie pièce et main d'œuvre lors de la première année**. Elle peut être étendue ensuite. Il faut mettre au clair avec l'installateur quelle maintenance est assurée par la suite et à quel prix.

Une **inspection visuelle est à effectuer après 6 mois de fonctionnement**, et une fois par an les années suivantes. C'est une inspection légère qui permet de vérifier l'absence de problème.

Voici la liste des entretiens à effectuer chaque année, pour l'inspection annuelle:

- vérification et serrage des boulons et des raccordements électriques
- vérification de tous les composants pour y déceler toute trace de corrosion
- vérification des graissages
- vérification des haubans en ce qui concerne la tension et le serrage correct, s'il y a lieu
- vérification de l'usure de la bande de protection des bords d'attaque des pales et remplacement s'il y a lieu.

Les machines de puissance inférieure à 1kW nécessitent très peu d'entretien, les plus grosses vont peut être demander un remplacement des pièces d'usure tous les 10 à 15 ans. Une machine bien conçue, bien entretenue, et bien installée va pouvoir atteindre **une durée de vie de 20 ans**.

L'onduleur est généralement garanti 5 ans, extensible à 10 voire 20 ans. Les premières pannes peuvent arriver au bout de 10 ans si l'onduleur a été stocké correctement (température, humidité...).

Certaines petites éoliennes, notamment les Jacobs aux Etats Unis produisent depuis plus de plus que 40 ans, mais comme pour tout il faut de l'attention.

Conclusion

Vous l'aurez remarqué, il n'est pas simple d'acquérir une éolienne, tant d'un point de vue financier, matériel et administratif. Il faut donc avant tout être passionné et avoir une profonde motivation pour se lancer dans l'acquisition d'un tel système.

Mais en dépit de la complexité des démarches administratives et de l'investissement financier conséquent vous pourrez obtenir un des systèmes de production d'énergie les plus productif et performant accessible au particulier.



Pour aller plus loin

Stages et expériences sur l'auto construction : www.tripalium.org

Yahoo groupes petit éolien (forum de partage sur le petit éolien)
<http://fr.groups.yahoo.com/group/petit-eolien>

Notre site web. <http://www.tieole.com>