

Mini-éoliennes

Infos de base

Mise a jour mars 2004



Tout ce qu'un homme
peut imaginer,
un autre le réalisera
Jules Verne (1828-1905)

Réflexions (qui n'engagent que les auteurs)

Des organisations sérieuses, des "spécialistes" affirment avec véhémence qu'il est risqué de se lancer dans l'auto construction ou l'auto installation d'une éolienne. Ils ont peut-être raison pour ceux et celles qui ne savent pas par quel bout tenir un tournevis !...

Cependant des milliers d'installations dans le monde sont le fruit de "bricoleurs du dimanche" qui arrivent contre vents et marées a produire leur énergie d'appoint, aussi faible soit'elle.

Pour mémoire : Solaire air ou eau pour chauffer ou climatiser.

Solaire photovoltaïque bien que plus dispendieux !

Mini centrales hydrauliques ou mini-éoliennes pour produire de l'électricité.

Dans le cas de l' éolienne d'amateur, celle-ci fait appel à divers corps de métiers que nul, nous en convenons, peut maîtriser totalement.

Cependant, l'ingéniosité et le fameux **Système "D"** est l'héritage des anciens, ceux qui ont tracé notre chemin.

Sans ces pionniers qui souvent seuls ont défié la science dite officielle nous en serions encore à rêver de la Lune !

Il n'est pas question dans les lignes qui suivent de proposer des recettes miracles.

Il est seulement question d'apporter un peu de lumière sur ce qui est techniquement réalisable avec un minimum de moyens et de finances.

Les quelques informations et exemples présentés vont peut-être vous convaincre...

Rappelons nous que :

L'autonomie absolue en terme d'énergie est hypothétique. Par contre.

L'autonomie d'appoint aussi faible soit elle est parfaitement réalisable. A vous de juger.

Avant

D' envisager l'achat ou l'auto-construction d'une éolienne à rotation rapide il est bon au préalable de définir ses objectifs. Si c'est simplement pour le plaisir de voir tourner quelque chose au bout d'un mât ou d'une tour, n'importe quoi fera l'affaire depuis la girouette animée, à l'avion miniature ou le canard qui bouge ses ailes !

Cependant, si des besoins réels sont nettement établis, un choix doit se faire dès le début.

Il vous faut :

Connaître : Vos limites financières et les moyens pour y arriver

Situer : Précisément l'emplacement de la future installation

Envisager : Les nuisances possibles avec des voisins quelquefois peu coopératifs.

Vérifier : Les lois locales. Demander une autorisation au besoin.

S'assurer : D'un dégagement si possible d'au moins 50 mètres sur 360 degrés autour de votre projet, et de 3 mètres au minimum au dessus de tout obstacle majeur. Une tour de 6 à 12 mètres passe en général au dessus du toit des maisons et de la cime des arbres et résout généralement ce problème.

Vos buts : L'éclairage permanent ou de secours ? Charger des batteries ? Chauffage de l'eau domestique ? Pompage de l'eau ? Pourquoi pas la somme de tous ces besoins si nécessaire si vous avez la puissance disponible et un vent coopératif. On peut être optimiste!

Estimer : Vos besoins en énergie (Watts ou kilowatts/jour, semaine, mois, année). Vos besoins en litres d'eau pompés quotidiennement, etc.

Évaluer : Le potentiel réservé pour les jours SANS vent. Une réserve batteries de trois jours est un pré requis si vous utilisez des batteries.

Aides : Il n'est pas recommandé de travailler seul. Un ami, un voisin qui aurait la même passion est utile. Pourquoi pas le beau-frère si haïssable en d'autres circonstances !

Mesurer : La vitesse moyenne annuelle des vents dans votre secteur. N'espérez pas de miracles si cette moyenne est en dessous de 16 km/h (10 miles/h) par année.

Vous pouvez vérifier la vélocité des vents, moyenne, optimum, maximum, en consultant la tour de contrôle de l'aéroport le plus près de votre région ou en consultant les organisations météo de votre région.

Ne rêvez pas : D'une totale autonomie sauf si vous avez un gros compte en banque (d'où possibilité d'une GROSSE éolienne) ou un site exceptionnel avec beaucoup de vent.

Soyez : Raisonnable, voire pessimiste, c'est ainsi que l'on obtient les plus belles surprises.

Informez vous : Lisez beaucoup, expérimentez sur maquettes AVANT de vous lancer dans l'aventure et surtout ayez une dose infinie d'observation du vent dans votre région.

Moyens : Possédez vous un minimum d'habileté manuelle. Un local adéquat si vous envisagez de construire vous même ? Connaissez-vous des professionnels si requis.

Famille : Pas question de sacrifier sa vie privée si le goût de posséder une éolienne n'est qu'un caprice !

Attendez-vous : A des déboires, et c'est tant mieux car c'est ainsi que l'on apprend à corriger ses erreurs.

Rappelez-vous : Que le vent peut être votre meilleur ami si vous travaillez avec lui. Il peut cependant devenir votre pire ennemi si vous ne respectez pas certaines règles. Donc encore une fois: **SÉCURITÉ**

La vitesse du vent

Varie beaucoup d'un endroit à un autre. Il est nécessaire de mesurer en différents points de votre secteur cette vitesse du vent pour une période donnée. Idéalement un an.

Il n'est pas rare de noter des variations importantes sur une distance aussi faible que 10 ou 20 mètres d'un point à un autre d'un site envisagé.

La situation géographique de votre future tour porteuse peut faire toute la différence.

Vos contrôles peuvent se faire par la méthode de mesure à l'aide d'un anémomètre.

Par la mesure empirique, il est possible d'estimer la viabilité du site envisagé.

Observation de la végétation du site envisagé: Les arbres notamment peuvent vous indiquer la ou les directions principales des vents.



Hauteur du site



L'axe de l'éolienne devrait idéalement dépasser au minimum de trois mètres tout obstacle, maisons, arbres...

Dès que le positionnement du site de la tour est déterminé, vous pouvez estimer une autre valeur qui est celle de la hauteur à laquelle se trouvera l'axe de notre éolienne.

Par exemple: Si par la mesure l'on trouve une vitesse de 5m/s à 10 mètres de haut, il n'est pas rare de vérifier au même endroit mais à une hauteur de 15 mètres une vitesse de 5,5m/s, peut-être plus.

Fréquence et vélocité des vents.

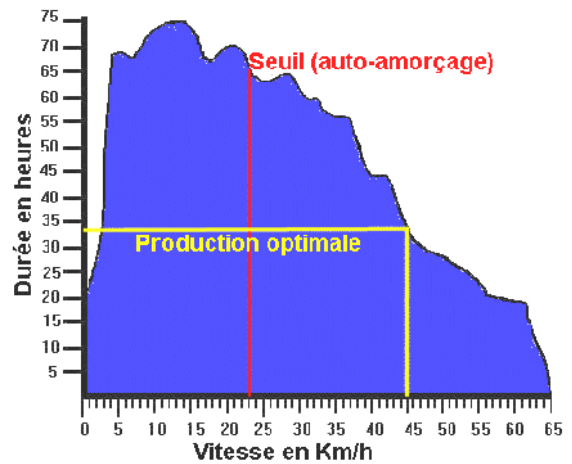
Selon l'exemple précédent : A 5 m/s soit 18km/h la puissance brut est de : **583**. A 5,5m/s soit 19,8km/h la puissance brut est de : **776**. Nous venons d'augmenter notre puissance collectée par un facteur de près de 20 % en augmentant la hauteur de notre tour de seulement quelques mètres ! Voir le document [technique.pdf](#) pour plus d'infos. La puissance du vent étant une valeur qui fonctionne au cube de sa vitesse on constate dès lors l'importance de déterminer la hauteur de votre future éolienne.

Tracé des courbes

C'est à l'aide de courbes que l'on peut visualiser ces facteurs par des relevés quotidiens sur une période donnée, ou en s'aidant de données de l'aéroport ou la station météo locale le plus proche. L'on peut ainsi envisager le potentiel du site choisi

Sur l'exemple de gauche, le relevé du site de l'auteur nous voyons : En ligne verticale la périodicité en heures (72) et sur la ligne horizontale la vitesse des vents (0 a 65km/h). Nous constatons: Que les vents de 5 à 35 km/h sont les plus fréquents. Les vents de vitesse élevée de courte durée sont en réalité des bourrasques de 5 à 28 minutes par occurrence.

Note: Le site de l'auteur était évalué il y a dix ans environ avec une vitesse moyenne/annuelle de 16,2 km/h. Aujourd'hui cette évaluation est plus proche de <15,4 km/h. Ceci est du a des fluctuations climatiques mais également du au fait que les arbres environnants on poussé bien haut ! La production optimale ici est de 45 km/h (12,5ms). Le seuil d'amorçage (alternateur modifié) de la dernière éolienne de l'auteur se fait vers 23 km/h (6,38 m/s) alors que la production minimale se maintien avec un vent de 20 km/h (5,50 m/s) une fois l'amorçage effectué.



Vitesse de rotation de l'hélice

Une hélice fine, soignée, bien profilée, avec une surface bien lisse, aura un rendement bien meilleur qu'une hélice grossièrement taillée, profilée plus ou moins régulièrement et dont la surface serait rugueuse.

Il est essentiel de soigner particulièrement les pales d'hélices

La vitesse de rotation de l'hélice est déterminée un facteur qui varie de 4 à 8, voire plus

Cette vitesse de rotation dépend de la vitesse du vent, la circonférence de l'hélice et le rendement de cette hélice.

Voir le document [technique.pdf](#) plus d'informations

A propos de Watts, Ohms, Volts et Ampères.

Le Wattage s'obtient en multipliant le courant fois la tension.

2 ampères sous **12 volts** = **24 Watts**.

Inversement l'on peut connaître le courant :

Un appareil de **50 Watts** sous **12 volts** consommera

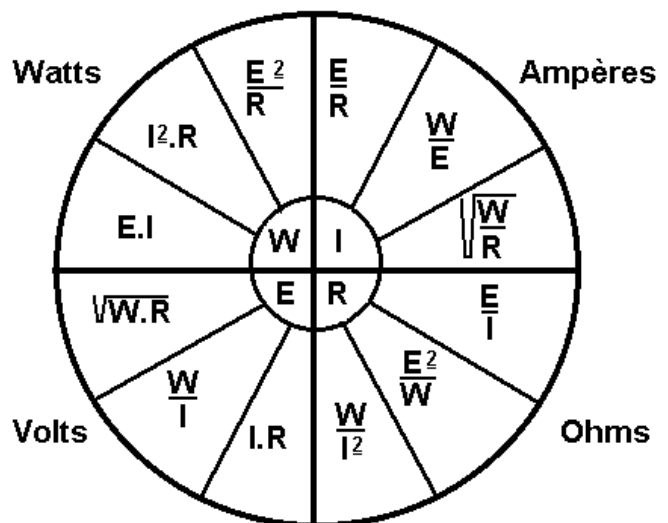
4,16 ampères

Exemple:

Un onduleur (convertisseur CC à CA) de 300 Watts de sortie a un rendement (pour l'exemple) d'environ 80 % à sa pleine puissance. Donc : **300 Watts** sous **80 %** de rendement = **375 Watts** de demande. Sous une tension de **12,65 volts** (batterie pleine charge) le courant sera de **375 Watts** divisés par **12,5 volts** = **30 ampères**. (Valeurs arrondies)

Lorsque ce petit onduleur (convertisseur CC a CA) est en état de veille il verra sa consommation passer à environ 0,250 amp/h (ampères/heure). Calculez

toujours les puissances nécessaires en Watts avec une marge d'au moins 80 % de rendement (et divisez par 12 volts ou 24 volts) pour obtenir la demande de courant de vos batteries. Vous évitez ainsi bien des surprises désagréables !



Choix de la dimension du rotor

Le tracé en biais, nous démontre comment utiliser ce tableau. Combien produira une éolienne de 2 mètres de diamètre avec un vent de 45 km/h ? Nous voyons l'indication au centre qui est environ 1 kW (1000 Watts)

Autre exemple : Supposons que les vents optimums dans votre région sont de 35 km/h. Vous avez besoin d'une puissance quotidienne de 1 Kilowatt (1000 Watts) et que le vent souffle seulement 5 heures par jour avec cette vitesse mais seulement 1 jour sur trois. Il nous faut donc combler 2 jours de déficit. Notre éolienne devra donc fournir 3000 watts en 5 heures. En plaçant notre curseur sur 35km/h et 1000 Watts, le tableau nous indique à droite une hélice d'environ 3 mètres de diamètre.

Cependant le vent est en général plus coopératif. Vous aurez bien entendu des vents de 30 km/h, peut être plus, mais en périodes creuses le vent soufflera moins vite. Des vents variant de 0 à 25 km/h hors pointes. Des bourrasques possibles a 35 km/h et plus.

Souvenez-vous : A 10 km/h (2,77 m/s) ou 15 km/h (4,16 m/s) votre éolienne ne produira presque rien !

Cependant une hélice peut-être moins grande en diamètre pourrait rendre un service égal. A vos calculettes ! Ceci nous démontre toute la nécessité de BIEN mesurer les vents sur son futur site AVANT l'achat ou la construction d'une éolienne ou un moulin à vent aptes a produire de l'électricité.

Une autre possibilité de calcul rapide :

Connaissant la surface de votre hélice: ($\text{Pi} * \text{R}^2$), le tableau ci-contre nous montre le potentiel possible en **KW par mètre carré** suivant une vitesse connue. Ce tableau est établi en fonction d'un rendement très conservateur de 40 %. Des courbes saisonnières sont disponibles sur le Web pour presque toutes les régions du monde. Ces courbes tiennent compte des variabilités locales.

Il est reconnu que pour l'hémisphère nord, d'une manière générale les vents d'été sont nettement plus faibles que les vents d'hiver.

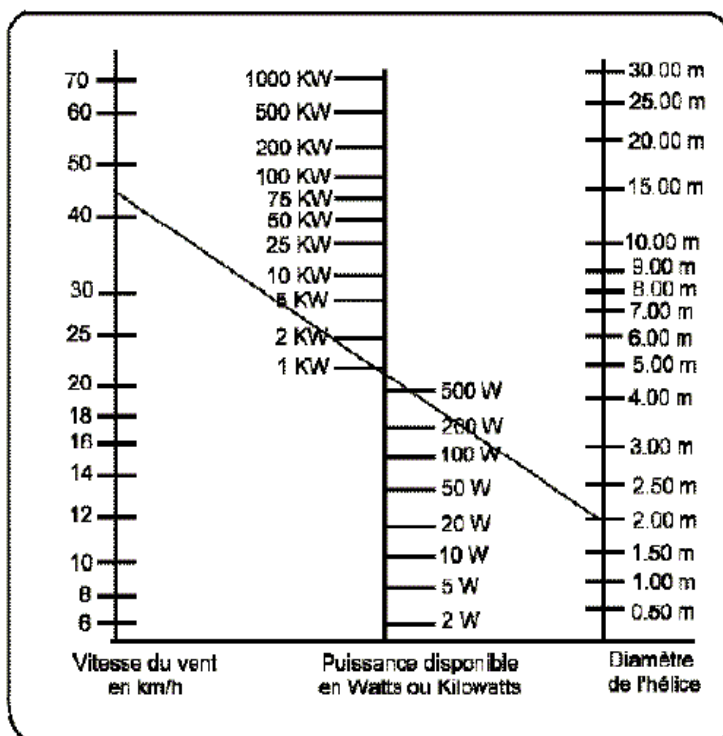
Ceci peut-être un avantage compte tenu que nous utilisons en général plus d'énergie en hiver qu'en

été. Une autre méthode est de calculer les probabilités de pouvoir en utilisant les courbes dites de vent moyen de votre région. Ces courbes sont fréquemment disponibles sur le Web. Egalement site météo ou aéroport régional par exemple.

Une autre possibilité est de s'inspirer des performances des éoliennes commerciales:

Un vent moyen annuel d'environ **20km/h (12 miles/heure)** et une hélice de 2 mètres de diamètre pourrait fournir une puissance approximative de **80 KW/mois soit 2660 Watts/jour**.

Avec un vent moyen annuel de seulement **16 km/h (10 miles/heure)** la même unité commerciale fournira environ **30 à 40 KW/mois, soit approximativement 1100 Watts/jour**



Vitesse du vent		Kw par m ² de surface
Km/h	m/s	
5	1,39	0,0004
10	2,78	0,0032
15	4,17	0,0107
20	5,56	0,0254
25	6,94	0,0495
30	8,33	0,0855
40	11,11	0,202
50	13,89	0,397
60	16,66	0,686

Une construction d'amateur très soignée, avec un vent moyen annuel de **20km/h (12 miles/heure)** pourrait voir cette production être de **40 à 60 KW/mois soit environ 1660 Watts/jour**.

Dans des conditions d'un vent moyen annuel de **seulement 16km/h, (10 miles/heure)** une éolienne d'amateur verra sa production vers **15 à 25 KW/mois environ soit de 483 Watts à 806 Watts/jour approximativement**. Cette capacité dépend essentiellement du soin apporté à sa construction et la viabilité du site.

Quelques site privilégiés en Europe, côtes Atlantique et Mer du Nord présentent des vitesses annuelles de cet ordre. Au Québec la Gaspésie, les îles de la Madeleine et quelques endroits de la côte Nord offrent des vitesses comparables, voire supérieures

Ces différences sont essentiellement dues aux types d'alternateurs a aimant permanents utilisés par les manufacturiers ainsi que des hélices à hautes performances des constructeurs commerciaux.

Cependant, bien des auto-constructeurs arrivent à produire quasiment l' équivalent de certaines unités commerciales en soignant particulièrement leur "Bébé ! " ou, bénéficiant d'un site particulièrement favorable.

Il est bon de faire remarquer que les vents d'été pour l'hémisphère nord sont en général bien plus faibles que les vents d'automne et surtout d'hiver ou nous avons besoin de plus d'énergie. Dame nature est prévoyante !

La vitesse moyenne annuelle exploitable est un critère essentiel a évaluer AVANT d'envisager l'installation d'une unité éolienne. **Il est généralement accepté qu'un site dont la vitesse est inférieure à 8 a 9 miles heures, soit de 12,9 km/h à 14,5 km/h sera peu ou non suffisamment productif.**

Modèles suggérés

Nous voici presque au point de démarrage de construction de notre futur engin ou l'achat d'une unité commerciale. Il nous reste quelques point a considérer. Tout d'abord le type d'engin que nous souhaitons construire. Quelques modèles sont suggérés.

Moulin a vent.



Le classique moulin à vent type "American". Origine, pompage de l'eau.

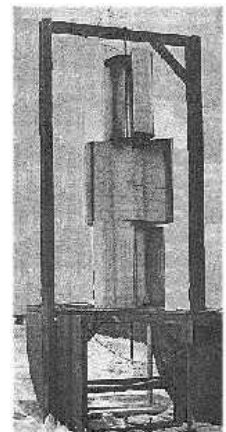
Il est techniquement possible de récupérer d'antiques unités à peu de frais et de les convertir en aéro-générateurs. Une telle unité de 2 à 2,50mètres de diamètre et un "vieux" générateur CC de 10 à 20 ampères fournira assez d'énergie pour garder vos batteries chargées. Une poulie de 25 à 40 cm de diamètre entraînera ce générateur CC, antiquité relativement facile a trouver chez les casseurs de voitures (*quelquefois ils s'en débarrassent ne sachant qu'en faire*)

L'exemple de gauche vous montre une installation de l'ami Menfred qui a modifié un ancien moulin de pompage en unité de production électrique de 12 volts aux fins de de recharge de batteries pour un éclairage localisé. Le générateur est de marque Bosch de 18 ampères NON modifié. Seul le régulateur a été adapté.

Bien cette unité produise effectivement, le rendement n'est pas comparable avec une éolienne rapide. Cette unité est visible sur la route 225 a proximité d'Henryville, Québec. Photo d'auteur 2001.

Le système SAVONIUS

Ce type de moulin à vent est construit en général avec des barils de métal ou de fibre, coupés en deux. Son rendement est modeste cependant sa construction bien que demandant une structure solide (système portique) est à la portée de tout bon bricoleur. Dû à sa faible vitesse de rotation, une double ou triple multiplication s'avère fréquemment nécessaire pour actionner un générateur ou un alternateur. Son démarrage est automatique. Son inconvénient rendement faible, (environ 15 a 25 % dans les meilleures conditions). Son avantage est qu'il prend le vent quelque soit sa direction Hauteur au sol non favorable d'ou prise au vent modeste. Ce type de moulin à vent fut expérimenté par L' Université de Laval à Québec au cours des années 70. Des dizaines d'auto-constructeurs dans le monde ont construit ce modèle avec des moyens et outillage très rudimentaires. Le rendement d'une telle installation est modeste par rapport aux éoliennes dites a rotation rapides. Il s'agit ici d'une bonne approche pour expérimenter dans le domaine. Adapté, doc de l' Université Laval (1973).



Le système DARRIEUS

Ce type de moulin à vent bien que prometteur a posé des problèmes de structures pour la majorité des constructeurs.

(Rappelons nous les incidents du projet des îles de la Madeleine au Québec !)

Pourtant il repose sur un principe aérodynamique simple et efficace

Sa vitesse de rotation relativement stable et son rendement pouvaient en faire un engin d'avenir. **La majorité des engins reposant sur ce principe ont été abandonnés.**

Des amateurs ont cherché à le perfectionner sans résultats marqués, je fus du groupe. Ai abandonné rapidement vu la multitude de problèmes rencontrés !. Quelques variantes ont été proposées tels le Gyromill ...

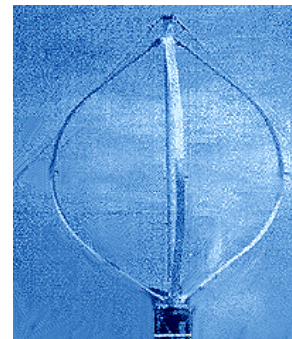


Photo d'auteur (Centre expérimentation Hydro Quebec, Varennes)



Le système Gyromill

Ce système est une variante sur plusieurs notes du Darrieus. Les pales peuvent être à courbure conventionnelles ou symétriques suivant le principe utilisé. Une variante possible, les pales sont soit incurvées à l'instar du Darrieus, soit droites, soit en forme de triangle. Le rendement n'est pas meilleur que le Darrieus, les mêmes problèmes mécaniques sont reportés. Lors de gros vents, le bruit de ces engins peut être très dérangeant. Peu de Gyromills ont

survécus à ce jour. Photo d'auteur, Wind Expo, Oklahoma 1982.

L'éolienne à vitesse rapide

Est née vers le début des années 1920. Dès la fin du 19ème siècle et au début du 20ème siècle des précurseurs avaient déjà établi les bases des éoliennes rapides et construit plusieurs unités productives en utilisant au début, dès 1920 des hélices d'avion. De grandes éoliennes de plusieurs centaines de kilowatts jusqu'à la modeste éolienne de 50 watts reposent sur ce principe dont l'un des principaux initiateurs est selon toutes probabilités le Professeur Lacour au Danemark, vers 1890 !.

Sur l'image ci-contre, réalisation, été 2003. Diam 1,62 m. 3pales profil Clark-2, Puissance optimum 320 Watts @ 45 km/h. Alternateur Delco-Remy 27 SI modifié et rembobiné.

Dans les documents : [Alternat](#), [Palerotor](#), nous nous attarderons à ce système.

L'amateur se dirigera vers le modèle de son choix. Photo d'auteur, septembre 2003



Les documents qui suivent vont peut être vous permettre de mener à bien votre projet d'auto construction ou auto-installation.

Maintenant à vous la parole et... au boulot

BONS VENTS A TOUS ET TOUTES.

Votre amie Moulinette