

LA VERITAT

(www.amics21.com)

Comment construire une source d'énergie avec un baril de pétrole de 200 litres sans pétrole (aérogénérateur Savonius)

dédiée a ma fille Claudia le 19 août 2008

par Manuel Franquesa¹

Introduction

"pense globalement, agit localement"

Tôt ou tard, le chauffage global et le manque du pétrole nous obligera à chercher des énergies plus respectueuses avec la nature.

Ce bref manuel te donnera une idée de comment on peut construire un aerogenerator avec un (ou deux) barils de pétrole de 200 litres.

Cette machine s'appelle "générateur Savonius", en hommage à son inventeur.

Sa puissance est assez modeste, mais c'est une très belle machine, économique et relativement facile de construire. Un autre grand avantage consiste en ce que, grâce à son axe vertical, la direction du vent n'importe pas.

Mais attention: comme toute engin tournant, un aerogenerator est une machine assez dangereuse!

Il faut utiliser des pièces TRÈS ROBUSTES et faire attention avec le rotor en mouvement!

¹ Auteur de "Kleine Windräder : Berechnung u. Konstruktion" - Wiesbaden ; Berlin : Bauverlag, 1989. ISBN 3-7625-2700-8

Construction d'un aérogénérateur Savonius

1. Principe

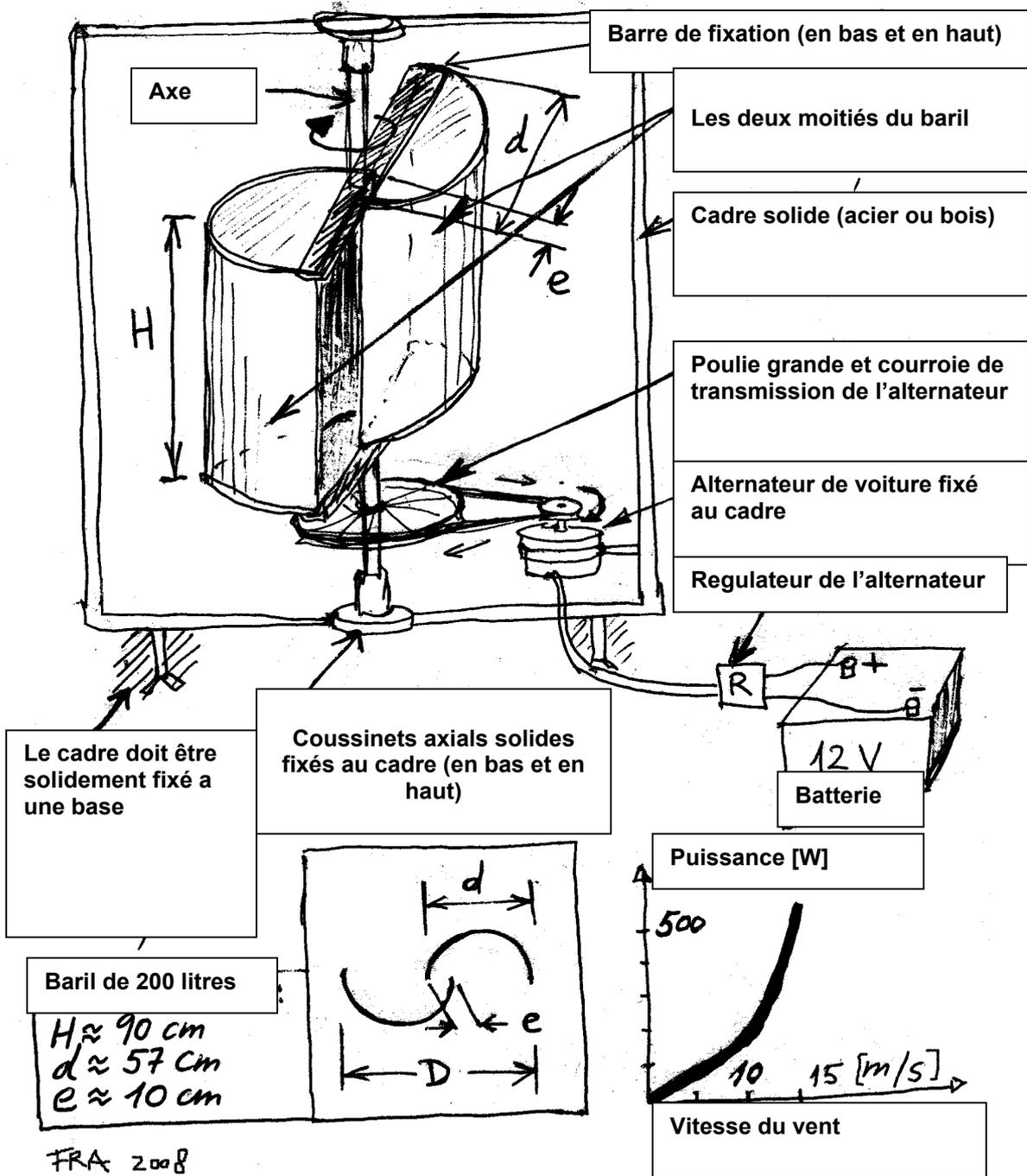


Fig. 1.1 Principe d'un aérogénérateur Savonius (1 baril)

Pour un baril standard de 200 litres (hauteur $H = 90 \text{ cm}$ (env.), diamètre $d = 57 \text{ cm}$ (env.)), l'entrefer doit être $e = \text{env. } 10 \text{ cm}$.

(Cet entrefer est assez important, car il augmente le rendement aérodynamique du rotor Savonius).

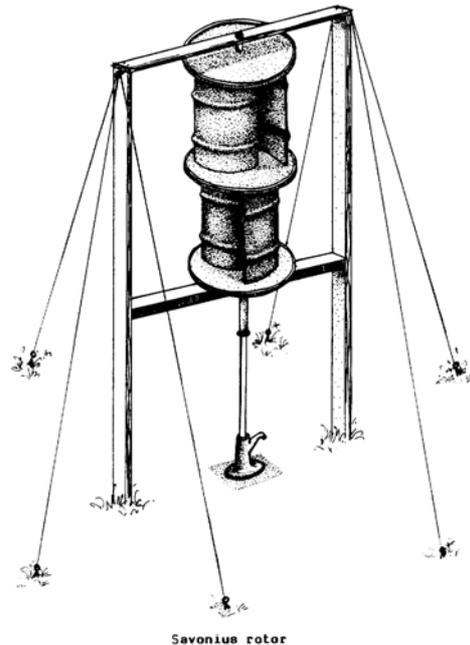


Fig. 1.2 Aérogénérateur Savonius avec **deux barils = double puissance, double couple, même vitesse de rotation**

2. Puissance d'un aérogénérateur Savonius

Des mesures dans une soufflerie² ont montré que la puissance maximale d'un rotor Savonius d'un baril peut être estimée avec l'équation suivante:

$$P_{max} = 0,18 \cdot H \cdot D \cdot v^3 \text{ [W]}$$

Si on tient compte des rendements de l'ensemble (rotor env. 50%, système de transmission env. 90%, alternateur de voiture env. 50%), la puissance maximale d'un aérogénérateur Savonius d'un baril est ($H \cdot D = 0,94 \text{ m}^2$):

$$P_{max} = 0,08 \cdot v^3 \text{ [W]}$$

² Le Gourières, D.: Énergie Eolienne. Théorie, conception et calcul pratique des installations. Paris, Editions Eyrolles, 1980

Note: Pour obtenir la puissance en Watt [W], la vitesse du vent v doit être introduite en mètres par seconde [m/s] et l'hauteur H et le diamètre D du rotor en mètres [m].

La table suivante montre la puissance et la vitesse de rotation optimale d'un rotor Savonius construit avec 1 ou 2 barils:

Vitesse du vent [m/s]	Puissance maximale [W]		Vitesse de rotation optimale [rpm] ³
	1 baril	2 barils	
5 (= 18 km/h)	10	20	75
7 (= 25,2 km/h)	27	54	105
10 (= 36 km/h)	80	160	150
12 (= 43,2 km/h)	138	276	180
14 (= 50,4 km/h)	220	440	210
16 (= 57,6 km/h)	327	654	240
20 (= 72 km/h)	640	1280	300

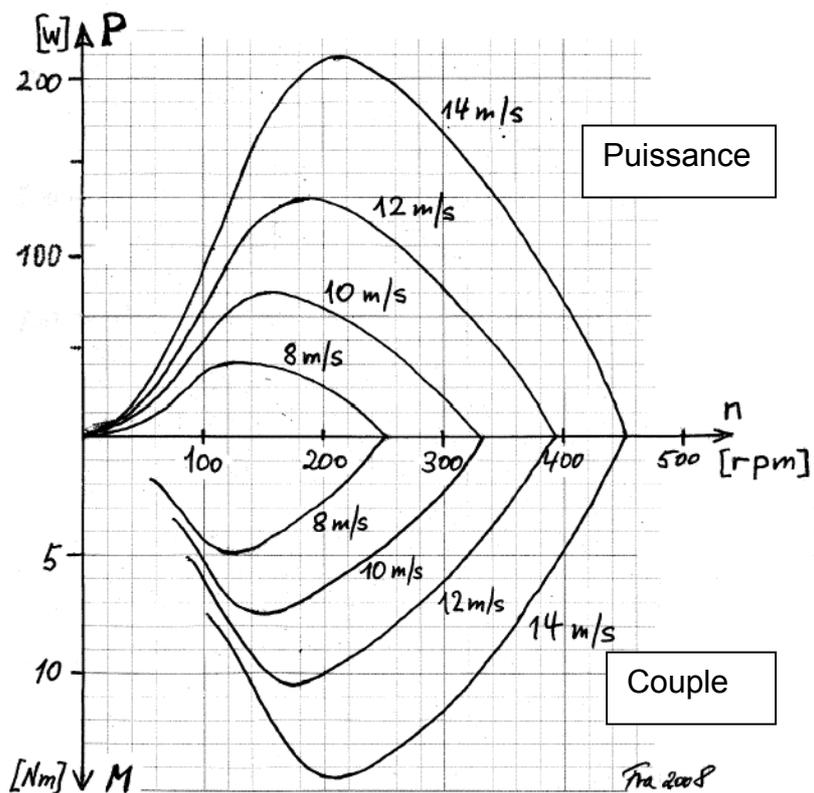


Fig. 2.1 Courbes de puissance et de couple d'un rotor Savonius (1 baril de 200 litres, Fig. 2.1)

³ Révolutions par minute

3. Rapport de transmission

D'abord il faut dire qu'un **alternateur de voiture n'est pas le meilleur choix pour un aérogénérateur. Son rendement est très mauvais: environ 50%**. Les seules avantages sont sa robustesse et le bas prix. Si on n'a pas besoin de un haut rendement, on peut bien commencer avec un alternateur de voiture.

Pour qu'un alternateur de voiture commence à fournir des ampères, sa vitesse de rotation doit être assez élevée (env. 750 rpm). Comme nous avons vu plus en haut, le rotor tourne à une moindre vitesse, de façon que nous serons obligés à la multiplier. La méthode la plus simple et économique est d'utiliser deux poulies de différent diamètre et une courroie de transmission (voir Fig. 2.1). L'alternateur de voiture porte déjà sa poulie correspondante, dont le diamètre oscille entre 4 et 8 cm.

La caractéristique courant versus vitesse de rotation d'un alternateur de voiture:

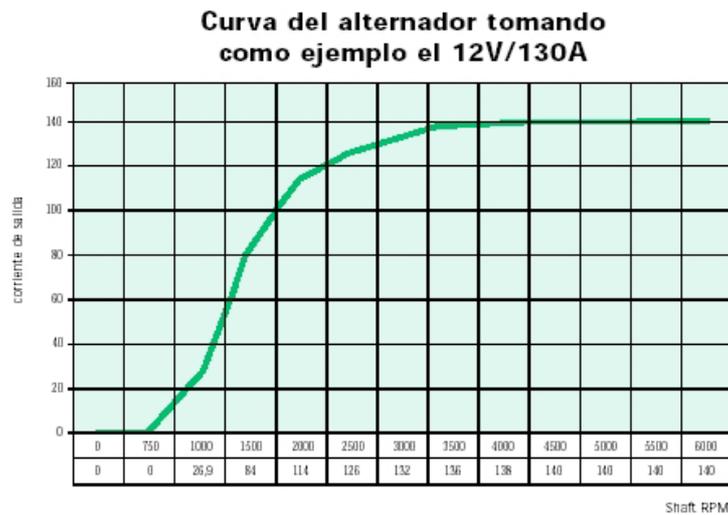


Fig. 3.1 Courbe de courant versus vitesse de rotation d'un alternateur de voiture

Nous voyons que l'alternateur commence à fournir du courant à env. 750 rpm. À 1000 rpm, le courant est d'env. 27 ampères.

Si la tension de charge est de 14 volts, la puissance fournie par l'alternateur à 1000 rpm est à peu près $14 \text{ V} \cdot 27 \text{ A} = 378 \text{ W}$:

Entre 750 et 1000 rpm le courant augmente d'une manière pratiquement linéaire. Ensuite, la courbe de puissance de l'alternateur contemplé:

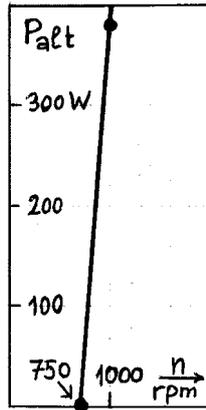


Fig. 3.2 Courbe de puissance de l'alternador

Déplaçons maintenant cette courbe au champ de caractéristiques du rotor Savonius (Fig. 2.1), en respectant son inclinaison :

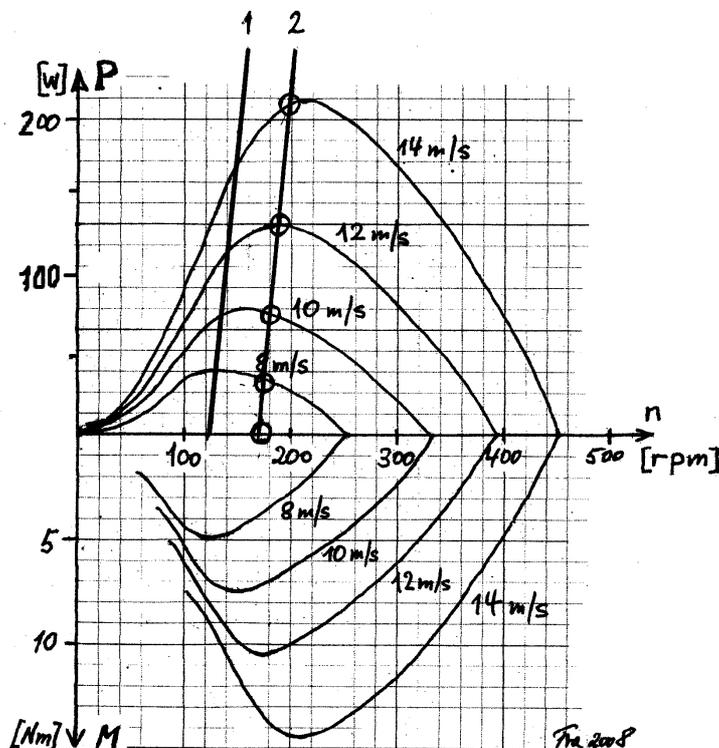


Fig. 3.3 La courbe de puissance de l'alternateur déplacée au champ de courbes du rotor Savonius construit avec **un baril** de 200 litres

Nous positionnerons la courbe de puissance (droite) de l'alternateur de telle façon, qu'elle coupe les courbes du rotor Savonius le plus près possible des maxima respectifs:

Dans la possibilité "1" de la Fig. 3.3, la courbe de puissance de l'alternateur coupe la courbe du rotor correspondant à un vent de 8 m/s dans son point maximal, mais pour des autres vitesses du vent elle s'éloigne considérablement des maxima respectifs.

La possibilité "2" est meilleure, puisqu'elle) passe près des maxima de toutes les courbes du rotor correspondantes aux vents les plus fréquents (entre 8 et 14 m/s).

Pour déterminer le rapport de transmission optimal nous ferons le suivant: la droite "2" coupe l'axe horizontal à peu près dans le point 170 rpm, que équivaut à 750 rpm de l'alternateur. Par conséquent, le rapport de transmission sera :

$$k = 750 : 170 = 4,4$$

Dans la Fig. 2.1 nous voyons que sous un vent de 14 m/s le rotor Savonius développe une puissance maximale d'env. 210 W, ce qui équivaut à un courant approximatif de l'alternateur de 210 W : 14 V = 15 ampères.

Pour calculer le rapport de transmission de n'importe quel alternateur, nous devons connaître au moins deux points de travail de sa courbe de courant:

- n_0 = vitesse de rotation sous laquelle il commence à fournir du courant et, par exemple:
- n_{15} = vitesse de rotation sous laquelle il fourni env. 15 ampères.

Avec ces deux points de travail nous pourrons dessiner la caractéristique du courant de l'alternateur (une droite) et –en multipliant le coutant par la tension de charge (14 volts) - sa caractéristique de puissance, comme nous avons fait dans la Fig. 3.2.

Si nous connaissons seulement la valeur n_0 , nous pouvons faire une première tentative avec le suivant rapport de transmission:

$$k = n_0 : 170$$

Pour $n_0 = 1000$ rpm, le rapport de transmission sera d'environ
 $k = 1000 : 170 = 5,9$

Pour calculer le diamètre de la poulie fixée à l'axe du rotor Savonius (poulie grande, Fig. 2.1), nous aurons à multiplier le diamètre de la poulie de l'alternateur par le rapport de transmission k estimé:

$$\text{diamètre de la poulie grande} = k \cdot \text{diamètre de la poulie de l'alternateur}$$

Vitesse de rotation sous laquelle l'alternateur commence à fournir du courant (n_0)	Diamètre de la poulie grande (env.)		
	Diamètre de la poulie de l'alternateur 4 cm	Diamètre de la poulie de l'alternateur 6 cm	Diamètre de la poulie de l'alternateur 8 cm
800 rpm (rapport de transmission = 4,7)	19	28	38
1000 rpm (rapport de transmission = 5,9)	24	35	47
1200 rpm (rapport de transmission = 7)	28	42	56
1400 rpm (rapport de transmission = 8,2)	33	49	65

Table 3.1 Détermination du diamètre de la poulie de transmission du rotor Savonius (poulie grande, Fig. 2.1)

Observations:

- De toute façon, le diamètre idéal devra être trouvé avec en essayant. Les moteurs des perforatrices de table ont une pièce conique, formée par une "tour" de poulies de différent diamètre (poulie multiple, Table 3.4). Cela permet d'adapter rapidement la vitesse de rotation optimale (prévoir un système pour pouvoir monter et baisser l'alternateur et tendre la courroie de transmission chaque fois qu'on essaie un autre diamètre.
- Comme nous voyons dans la table, il est convenable de choisir un alternateur avec une poulie de moindre diamètre, dans le cas contraire la poulie du rotor Savonius devra avoir un diamètre assez grand.

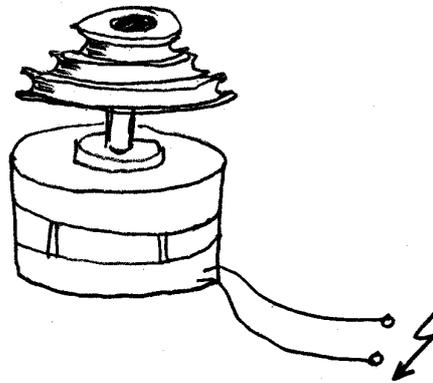


Table 3.4 Alternateur avec triple poulie

Les points d'intersection de la courbe "2" (Fig. 3.3) avec les courbes du rotor Savonius nous permettent calculer la caractéristique courant versus vitesse du vent de l'aerogenerator Savonius :

Vitesse du vent	Puissance (env.) fournie par le rotor Savonius (1 baril)	Courant (env.) fournie par l'alternateur (a 14 V)
8 m/s	40 W	2,5 A
10 m/s	75 W	5 A
12 m/s	125 W	9 A
14 m/s	200 W	14 A

Table 3.2 Courant fourni par un aerogenerator Savonius construit avec un **baril** de 200 litres (voir Fig. 2.1) et l'alternateur avec la caractéristique représentée dans la Fig. 3.1 en fonction de la vitesse du vent

Si nous utilisons deux rotors Savonius (Fig. 1.2), la puissance et le couple doubleront, c'est-à-dire :

Vitesse du vent	Puissance (env.) fournie par le rotor Savonius (2 barils)	Courant (env.) fournie par l'alternateur (a 14 V)
8 m/s	80 W	5 A
10 m/s	150 W	10 A
12 m/s	250 W	18 A
14 m/s	400 W	28 A

Table 3.3 Courant fourni par un aerogenerador Savonius construit avec **deux barils** de 200 litres (voir Fig. 1.2) et l'alternateur avec la caractéristique représentée dans la Fig. 3.1 en fonction de la vitesse du vent

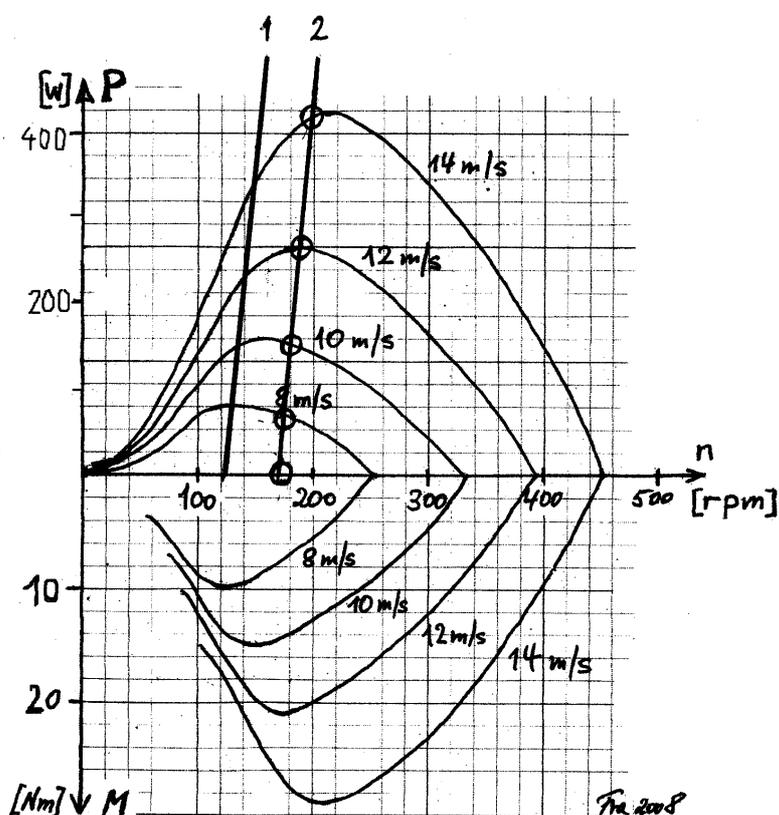


Fig. 3.5 Courbes de puissance d'un rotor Savonius construit avec **deux barils** de 200 litres (voir Fig. 1.2)

4. Système électrique

Sur le système électrique nous ne dirons pas beaucoup. **Consultez avec un bon mécanicien ou électricien de voitures.** Il est important de savoir si on peut utiliser le régulateur incorporé à l'alternateur pour charger la batterie de notre aérogénérateur Savonius (le régulateur est un système électronique qui

empêche que la tension monte trop, limite le courant de charge et déconnecte la batterie quand elle est pleine). Il convient d'utiliser l'alternateur d'une petite voiture, puisque avec un rotor Savonius avec 1 baril nous dépasserons rarement 10 ampères (20 ampères avec 2 barils).

Note importante: aussi tenir compte que si l'aérogénérateur Savonius est très loin de la maison, pour transporter le courant à 12 volts il faut des câbles avec une très grande section!

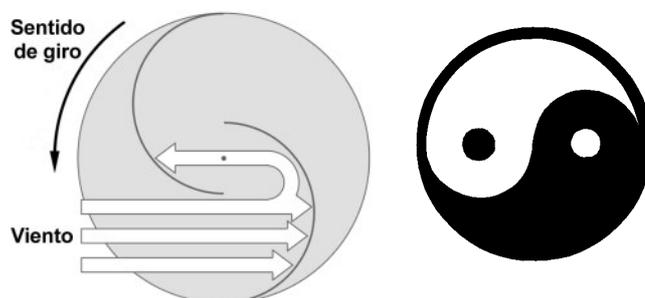
5. Conclusion

Je dois confesser que personnellement je n'ai jamais construit un aérogénérateur Savonius. Ce que je vous ai présentés ici est purement théorique.

Cependant, je suis convaincu que ce modeste manuel vous aidera à arriver plus vite à la troisième ligne de ce vieux proverbe chinois:

***"Ce que j'écoute, j'oublie,
ce que je vois (lis), je m'en souviens
ce que je fais, je comprends"***

Et si votre Savonius construit avec un baril ne fournit pas assez de courant pour lire ce manuel, vous pouvez toujours ajouter un deuxième baril (**voir Fig. 1.2**).



Lisez aussi notre manuel pour construire une éolienne à axe horizontal de 2 mètres de diamètre:

http://www.amics21.com/laveritat/manuel_aerogenerateur_francais.pdf

Ce manuel est aussi disponible en espagnol:

http://www.amics21.com/laveritat/generador_savonius.pdf

en allemand:

http://www.amics21.com/laveritat/savonius_generator_deutsch.pdf

et en anglais:

http://www.amics21.com/laveritat/savonius_generator_english.pdf