

L'énergie éolienne

par Coralie & Sébastien

Qu'est ce que l'énergie éolienne ?

L'énergie éolienne est produite par la force exercée par le vent sur les pales d'une hélice. Il est possible de relier directement: l'hélice à des systèmes mécaniques servant à moulin le grain ou à pomper l'eau ou de rattacher l'hélice à un générateur transformant l'énergie cinétique de rotation en énergie électrique. C'est la variante la plus utilisée de nos jours.

La puissance d'une éolienne est proportionnelle à l'aire balayée par les pales et à la vitesse du vent au cube.



Types d'éoliennes

Les pales des **éoliennes à axe vertical** tournent dans un plan horizontal et prennent alors le vent plus facilement.



L'**éolienne à axe horizontal** est munie de pales (généralement deux ou trois) qui tournent dans un plan vertical. Ainsi l'éolienne doit s'orienter face au vent pour une bonne efficacité. C'est l'éolienne la plus courante.

Fonctionnement de l'éolienne à axe horizontal

Les **pales, le moyeu et le rotor** captent l'énergie cinétique du vent pour la transformer alors en énergie mécanique de rotation.

Le **frein** rend possible le fonctionnement de l'éolienne malgré des vents de plus de 90 km/h qui pourraient l'abîmer ou réduire la vitesse de rotation du premier rotor.

Le **multiplicateur** permet d'augmenter la vitesse de rotation d'un second rotor jusqu'à 30 tours/minute avec un système d'engrenages au-delà de 1000 tours/minute pour la génératrice électrique.

La **génératrice** transforme l'énergie mécanique de rotation du second rotor en énergie électrique.

Le **système de régulation électrique** ralentit le rotor du générateur en cas de sursrégime.

Le **système d'orientation** place la nacelle et donc les pales face au vent.

Le **mât** place l'éolienne à une certaine distance du sol, selon la configuration du terrain et les vents du lieu.

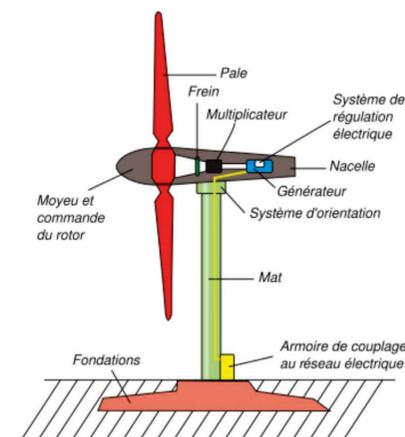
L'**armoire de couplage au réseau électrique** s'occupe de rendre compatible la tension produite avec celle du réseau en la transformant et la réinjecte dans celui-ci.

Inconvénients :

- Petites éoliennes pas encore rentables dans les pays développés.
- Investissement important pour les grandes éoliennes.
- Stockage cher. Mais plus nécessaire avec un raccordement au réseau.
- Bruit. Mais négligeable (comme le vent dans les arbres) si les habitations sont situées à plus de 300 m.
- Impact paysager. Les turbines sont frappantes dans le paysage et doivent être soigneusement intégrées (d'où l'intérêt du offshore).
- Longues démarches administratives pour l'installation de grandes éoliennes.

Avantages :

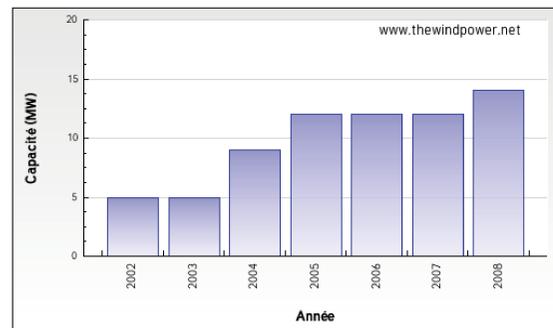
- Énergie renouvelable avec le « combustible » (vent) gratuit.
- Prix du kWh concurrentiel pour les grandes éoliennes.
- Puissance modulable, adaptée au capital disponible et aux besoins en énergie.
- Grande fiabilité et frais de fonctionnement limités.
- Installation et démontage très rapides et relativement simples.
- Période de haute productivité en hiver (forts vents), correspondant à une période de forte demande.
- Énergie grise récupérée en quelques mois de fonctionnement.



L'énergie éolienne en Suisse

La construction d'éoliennes connaît actuellement une grande expansion, la puissance installée croît régulièrement (voir graphique ci-contre) et la production d'énergie électrique est par exemple passée de 14,0 GWh en 2007 à 15,9 GWh en 2008 (+13,5%).

Récemment, les cinq communes de Juriens, Mont-la-Ville, Vaulion, Le Praz et Yverdon-les-Bains ont révélé leur intention de créer un parc éolien sur les hauteurs du Mollendruz. Ce parc éolien comprendrait douze éoliennes de 150 m de haut, produirait chaque année 50 GWh et permettrait ainsi d'alimenter une ville de la taille de Nyon. Ce projet coûterait en tout entre 50 et 70 millions de CHF et devrait se réaliser d'ici à 2012.



Le solaire thermique

Qu'est ce que c'est ?

Le solaire thermique consiste à utiliser des capteurs solaires afin de capter l'énergie du rayonnement solaire à l'intérieur d'un liquide, parfois de l'air, mais le plus souvent dans de l'eau.

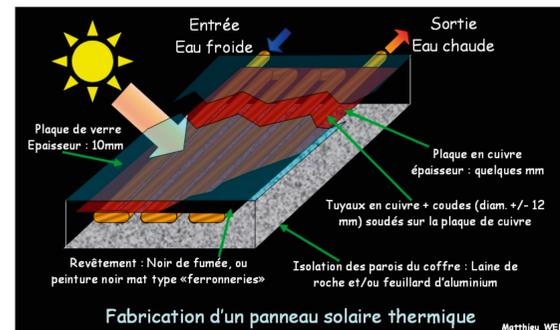
L'énergie récupérée sert pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS), le chauffage de piscines et d'habitations, ainsi que le séchage de céréales.

L'ECS représente ~20% des dépenses énergétiques d'un foyer ; le solaire peut produire jusqu'à 80% de l'énergie nécessaire. Mais l'ensoleillement est maximal pendant l'été, alors que la demande en eau chaude est précisément la plus faible ; dans ce cas, l'énergie ne peut pas facilement être stockée ou réinjectée dans un réseau.

Fonctionnement

Un capteur solaire est composé des éléments suivants :

- Un corps opaque qui absorbe le rayonnement solaire en s'échauffant.
- Un système de refroidissement par le fluide caloporteur (transportant l'énergie).
- Un isolant thermique situé sur les faces non exposées au rayonnement.
- Une couverture transparente sur la face exposée, destinée à assurer l'effet de serre à l'intérieur du capteur.



On distingue les capteurs qui utilisent un liquide (eau et/ou antigel) comme fluide caloporteur et ceux qui utilisent l'air. Dans ces deux catégories, il y a deux familles :

- les capteurs plans. Le fluide passe dans un serpentin sous une vitre; ils sont peu coûteux, fonctionnent avec un bon rendement, surtout pendant l'été.
- les capteurs à concentration. Ils sont peu utilisés et nécessitent du rayonnement solaire direct (Soleil visible). Un gros désavantage lorsque l'ensoleillement annuel est trop faible.

Rendement

Les capteurs solaires thermiques atteignent aujourd'hui (2009) des rendements proches de 80%.

De nombreuses innovations techniques ont permis d'augmenter le rendement des panneaux thermiques, telles que :

- des vitres traitées qui laissent passer jusqu'à 95% de la lumière grâce à leur faible teneur en oxyde de fer,
- des tubes transparents "sous vide" pour éviter les déperditions thermiques convectives de l'absorbeur,
- des assemblages tubes-ailettes parfaitement solitaires réalisés par soudure aux ultrasons.

Coût

A Lille, le solaire thermique permet une économie de 30% du chauffage et les besoins sont d'environ 20'000 kWh par an :

$$20\ 000 - 30/100 \times 20\ 000 = 6\ 000 \text{ kWh économisés}$$

Maintenant, à Marseille, il permet une économie de 60%, mais les besoins ne sont que d'environ 10 000 kWh par an :

$$10\ 000 - 60/100 \times 10\ 000 = 6\ 000 \text{ kWh également}$$

Le prix des panneaux et de leur installation est d'environ 20'000 CHF. Avec une économie de 6'000 kWh par an, le gain est :

$$6000 \times 0,20 = 1\ 200 \text{ CHF/an}$$

Ainsi, une installation s'amortit en 10-20 ans.

L'énergie solaire

par Loïck & Loïck

Le solaire photovoltaïque

Qu'est ce que c'est ?

L'énergie solaire photovoltaïque fournit de l'électricité par la transformation du rayonnement solaire visible grâce à des cellules photovoltaïques reliées entre-elles sur un panneau.

Dans un premier temps, cette énergie était utilisée pour alimenter des satellites en orbite. Par la suite, son utilisation s'est répandue pour charger des batteries dans des sites isolés, puis sur des bateaux ou des véhicules.

Une baisse des coûts de production a maintenant élargi le champ d'application du photovoltaïque à la production d'électricité sur le réseau électrique.

Fonctionnement

L'effet photovoltaïque a été découvert par Antoine Becquerel en 1839. Il est le produit du choc des photons lumineux sur des électrons d'un matériau semi-conducteur. L'énergie transmise permet de générer une tension et un courant électriques continus. La transformation en tension et courant alternatifs se fait à l'aide d'un onduleur.

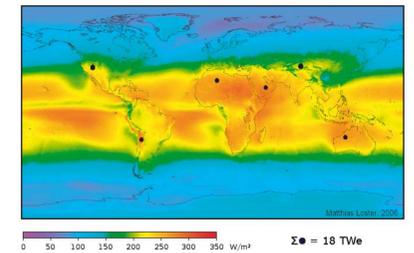
On distingue les modules :

- **monocristallins**, qui possèdent un rendement de 12 à 16%, ont un coût élevé et sont essentiellement utilisés pour les espaces restreints
- **polycristallins**, qui sont les plus utilisés, offrent le meilleur rapport qualité prix, ont un rendement entre 10 et 13% et une importante durée de vie (plus de 35 ans).

Rendement

Le rendement varie selon le type de module, l'inclinaison, la latitude du site, la saison et la météo. Avec un flux solaire de 1000 W/m², un panneau solaire de 1m² avec 10% de rendement et exposé perpendiculairement au rayonnement fournira une puissance de 100 W.

Le meilleur rendement possible nécessite de se trouver le plus proche de l'équateur, avec un climat chaud et sec et d'incliner le panneau de telle manière que les rayons arrivent perpendiculairement à la surface de ce dernier.



Répartition de l'énergie solaire reçue au sol. Les panneaux solaires auront un meilleur rendement dans les zones rouges ; l'effet de la latitude est évident. Le rendement est ainsi trois fois plus grand au Sahara qu'en Europe du Nord. Dans notre région, la meilleure solution consiste à incliner assez faiblement les panneaux pour en tirer le meilleur parti en été.

Coût

Le prix du kWh électrique produit par un équipement photovoltaïque vaut environ 0,65 CHF (en 2009). Le Soleil n'envoie pas de facture et la quantité d'énergie étant quasi illimitée, le prix du kWh d'origine photovoltaïque ne dépend pas du prix du combustible, mais essentiellement :

- Du coût de l'installation, en CHF par W de puissance crête (Wc). En Suisse, 1 m² de panneaux coûte ~1500 CHF et offre ~135 Wc, soit ~11 CHF/Wc.
- De la productivité (kWh produit par Wc par an) en fonction de l'insolation du lieu. En Suisse, 1 m² de panneaux correctement orientés produit ~120 kWh/an.
- De la dépréciation du capital, typiquement 10% par an (fonctionnement et maintenance 1%, actualisation financière 4%, amortissement 5%).

Si l'Etat achète l'énergie produite à 0,75 CHF/kWh, avec une durée de vie de 25 ans, le gain est : $25 \times 120 \times 0,75 = 2250 \text{ CHF}$

auxquels on soustrait le coût d'installation :

$$2000 - 1500 = 750 \text{ CHF}$$

avec une maison de taille moyenne accueillant 20 m² de panneaux :

$$20 \times 750 = 15\ 000 \text{ CHF}$$

C'est un investissement rentable, même si ces calculs simplifiés sont à prendre avec précaution (pas de prise en compte de la dépréciation du capital).

