Gymnase de Nyon

L'énergie éolienne

Par

Coralie Muschietti & Sébastien Friess

Table des matières

1. Qu'est-ce que l'énergie éolienne - page 3
- Définition
- Historique
- Avantages

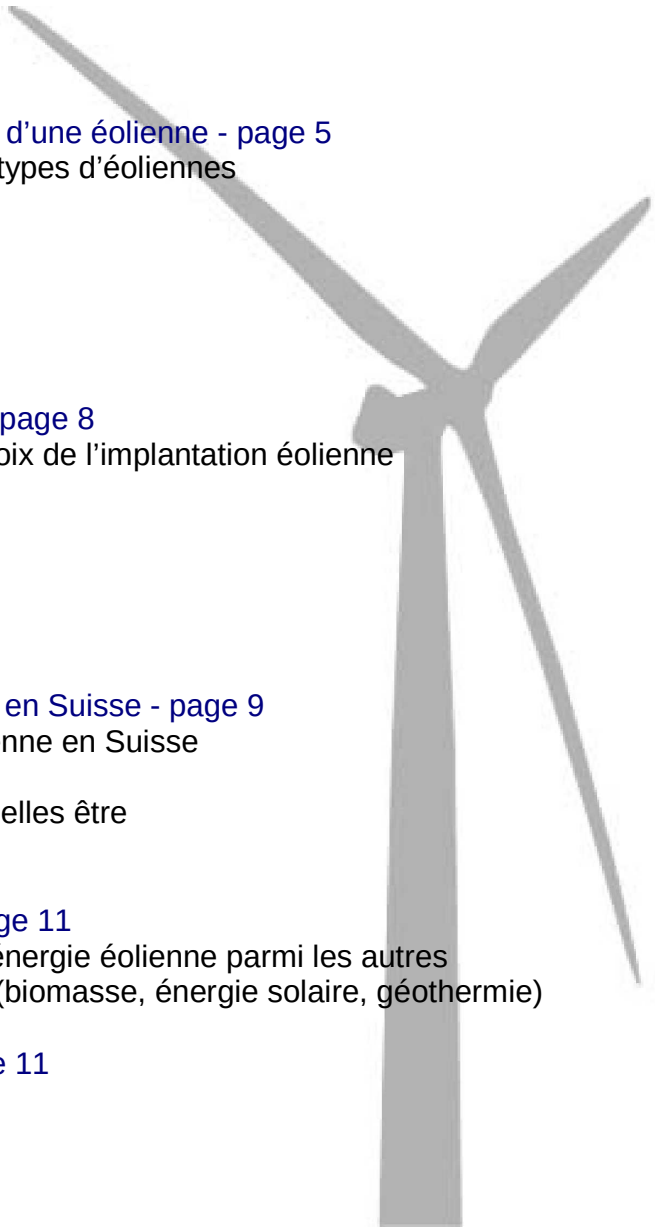
2. Le fonctionnement d'une éolienne - page 5
- Les différents types d'éoliennes
- Technologie
- Rendement
- Stockage
- Coût

3. Les sites éoliens - page 8
- Critères de choix de l'implantation éolienne
- Sur la terre
- En pleine mer
- En altitude
- En ville

4. L'énergie éolienne en Suisse - page 9
- Première éolienne en Suisse
- Où sont-elles
- Où pourraient-elles être

5. La conclusion - page 11
- Situation de l'énergie éolienne parmi les autres
- Comparaison (biomasse, énergie solaire, géothermie)

6. Les sources - page 11
- Livres utilisés
- Sites internet



1. Qu'est-ce que l'énergie éolienne

L'énergie éolienne qui doit son nom au dieu grecque responsable des vents nommé Eole, est produite par la force exercée par le vent sur les pales d'une hélice. Il est possible ainsi de produire deux sortes d'énergies. Premièrement, l'hélice peut se relier à des systèmes mécaniques servant à moudre le grain ou à pomper l'eau (il s'agit du principe des moulins à vent). Il est aussi possible de rattacher l'hélice à un générateur transformant l'énergie mécanique en énergie électrique. La quantité d'énergie produite dépend en premier lieu de la vitesse du vent élevé au carré, puis de la surface balayée par les pales et de la densité de l'air. Il faut pour produire de l'électricité un apport minimal du vent d'environ 12-14 km/h et des vents de 50-60 km/h pour produire à pleine puissance. Afin d'éviter d'abîmer l'équipement, la production doit être interrompue si les vents dépassent les 90 km/h.

Historiquement, cette énergie a d'abord été longtemps utilisée à partir de l'Antiquité pour un travail mécanique. Le meunier l'utilisait au moyen de moulins à vent pour transformer le blé en farine et les voiliers utilisaient déjà la force du vent pour se déplacer sur les eaux. À partir de 1612, d'autres moulins servaient aussi à assécher les polders aux Pays-Bas. La première éolienne ayant comme but de produire de l'énergie électrique est apparue plus tard. En 1887, Charles F. Brush construisit à Cleveland la première éolienne à fonctionnement automatique destiné à la production d'électricité. Malgré sa grande taille de 17 mètres de hauteur, elle ne produisait que 12 KWh. Sa rotation était en effet trop lente pour produire davantage. On découvrit plus tard que les éoliennes à rotation rapide, avec un nombre limité de pales, étaient beaucoup plus efficaces pour la production d'électricité. D'autre part, elles se situaient à des endroits isolés et ne pouvaient ainsi se connecter directement à un réseau électrique. Sans stockage d'énergie, ces installations présentaient un inconvénient majeur : l'énergie éolienne devait se manifester à chaque fois qu'il y a besoin en énergie. Or nous ne pouvons réellement prévoir ni les moments de besoins énergétiques ni les instants que choisit pour se manifester un vent favorable pour la production d'énergie éolienne. Par la suite, en maîtrisant le stockage d'énergie par batteries, on utilisa l'énergie éolienne sans la présence du vent pour des besoins domestiques et non en industrie. A partir des années 1990, des aérogénérateurs de plus de 1 MW purent se construire grâce à l'amélioration de la technologie des éoliennes. Ces installations sont utilisées pour la

production de courant alternatif pour les réseaux d'électricité à la manière d'autres énergies comme le nucléaire, l'hydraulique ou les centrales thermiques.

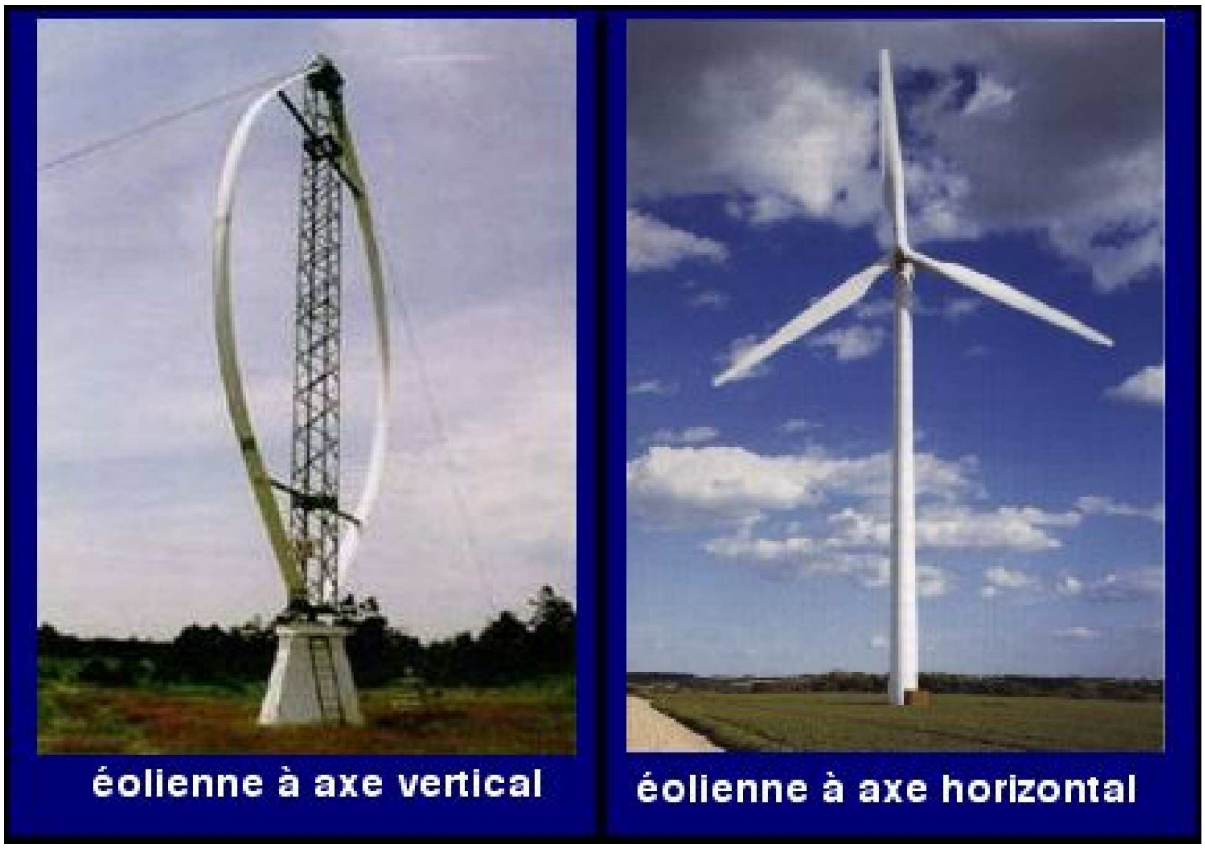
Les installations modernes révèlent deux qualités principale à l'énergie éolienne : elle est renouvelable et se présente ainsi en grande quantité dans la nature, et elle est relativement peu coûteuse (environ 0,06 Frs par kWh).

Les turbines du champ éolien de Tehachapi à Los Angeles aux Etats Unis en 2001

http://www.delaplanete.org/Les-renouvelables-en-Europe-un-jus.html

2. Le fonctionnement d'une éolienne

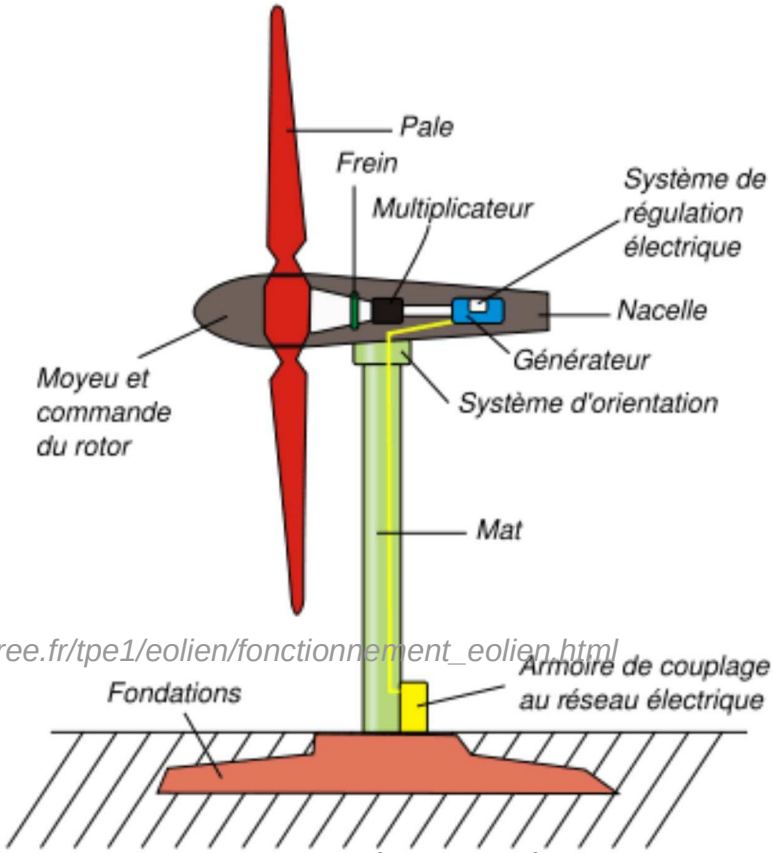
L'éolienne, appelée aussi aérogénérateur, permet une transformation de l'énergie cinétique produite par le vent en énergie mécanique de rotation dans le but de créer de l'électricité.



Il existe deux types d'éoliennes : certaines ont un axe horizontal, parallèle au sol, et d'autres avec un axe vertical, perpendiculaire au sol.

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

L'éolienne à axe horizontal est pourtant beaucoup plus courante. C'est pourquoi nous expliquons son fonctionnement en détail.



http://basetpe.free.fr/tpe1/eolien/fonctionnement_eolien.html

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 90km/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 surrégime.
Le système d'orientation place la nacelle et donc les pales face au vent.
Le mât place l'éolienne a une certaine distance du sol, selon la configuration du terrain et les vents du lieu.
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.

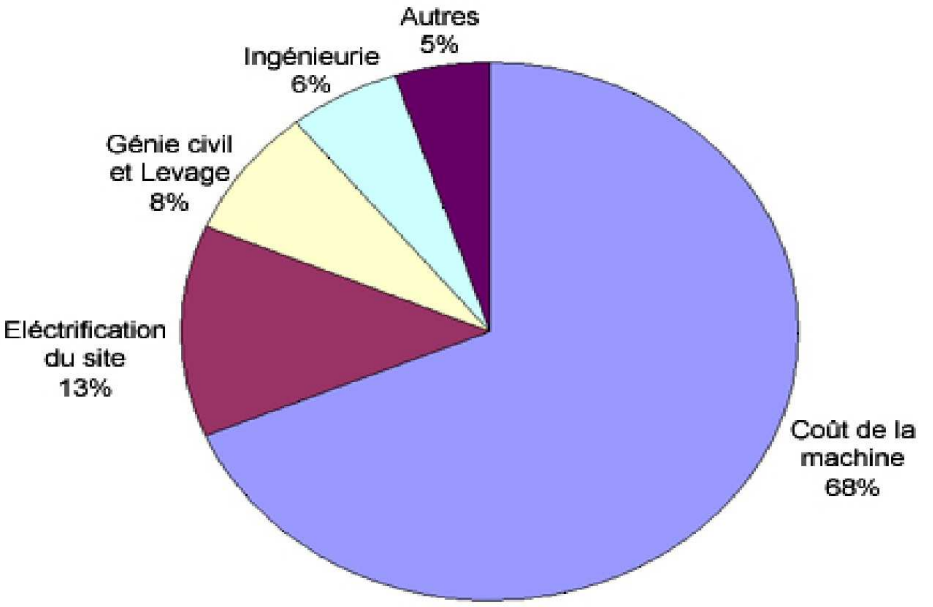
Le rendement maximal théorique d'une éolienne est de 59 % (= puissance maximale démontrée par Albert Betz). Les machines actuelles ne peuvent pourtant qu'approcher les 50 %. Mais la technologie de l'éolienne se développe à grande vitesse et il sera bientôt possible de dépasser les fameux 59 %.

Une des caractéristiques essentielles du vent est sa discontinuité. Il a fallu alors développer des systèmes permettant de stocker l'énergie produite par le vent pour pouvoir utiliser cette énergie aussi lors de périodes où le climat serait peu venteux.

Il existe aujourd'hui différentes possibilités de stockage si on ne peut pas injecter directement l'énergie dans le réseau :

- La batterie d'accumulateurs est le système le plus utilisé pour la production d'électricité. Ce type de stockage ne convient que pour de petites puissances de quelques kW.
- Pour les stockages importants, l'énergie éolienne peut être utilisé pour le pompage de l'eau servant alors à remplir un réservoir de stockage. L'eau sera ensuite turbinée pour restituer l'énergie.
- Un autre système de stockage se base sur le même principe de pompage de l'eau. L'énergie produite par le vent est utilisée pour chauffer le fluide d'un réservoir qui restituera pendant les périodes sans vent l'énergie stockée.

Le coût d'installation d'une éolienne varie de 15'000 à 150'000 CHF en fonction de la puissance (entre 1 et 20 kW pour les plus petites), de la taille du mât et des travaux d'ancrage.



Pourcentages moyens des investissements pour l'installation d'une éolienne

3. Les sites éoliens

Le principal critère de choix pour l'implantation d'une éolienne est la vitesse moyenne du vent. Pour qu'une éolienne soit rentable, le vent devrait souffler en moyenne à 25 km/h sans pour autant dépasser les 90 km/h ce qui endommagerait l'installation. Les zones idéales sont les monts, les vallées qui « conduisent » le vent, à quelques kilomètres des côtes et en plein désert où le vent n'est pas freiné par le relief.

Il est possible d'exploiter l'énergie éolienne sur des zones isolées et exposées aux cyclones avec une éolienne spéciale haubanée. Elle se couche au sol en moins d'une heure à l'annonce d'un cyclone et sa légèreté lui permet de résister aux tremblements de terres courants.

L'installation d'éoliennes en mer, appelées offshore, bien qu'elle soit plus coûteuse qu'à terre, a l'avantage de préserver le paysage terrestre à la condition qu'elles soient éloignées côtes. Ces éoliennes peuvent atteindre 5MW, soit 2MW de plus qu'une éolienne terrestre dans un site bien venté.

Les eaux peu profondes au large du Danemark forment un lieu idéal pour l'exploitation de l'énergie éolienne en mer.

L'installation d'une éolienne y est plus simple et celle-ci aura un bon rendement.

http://www.curiosphere.tv/rdv_science/dossier6_mer/physique_energie.htm

En altitude, le vent souffle généralement plus fort qu'en plaine. Il peut être ralenti par de nombreux obstacles dus au relief montagneux et la rugosité du sol. Mais des vents plus forts sont engendrés par les cols des montagnes qui canalisent les vents de haute altitude (effet venturi) ou par les écarts de températures entre les deux versants. D'où l'importance capitale de choisir avec soin l'implantation de l'éolienne.

Il est difficile d'obtenir de puissants flux d'air en environnement urbain. Il est pourtant possible d'utilisé de plus petits équipements pour faire tourner des systèmes à basse tension. En ville, on pourra envisager l'implantation d'éoliennes à axe vertical avec un rendement inférieur, mais qui produiraient de l'électricité même par vent faible et tournoyant.

4. L'énergie éolienne en Suisse

La première éolienne Suisse, d'une puissance de 28kW, a été installée en 1986 dans la campagne bâloise. Depuis, de nombreuses éoliennes ont été construites sur le territoire. En 2007 la Suisse en comptait 30 de toutes tailles, d'une puissance de moins de 10kW à 2 MW, pour une production énergétique totale de 14 GWh, soit la consommation d'environ 4000 ménages.

Actuellement, la plus importante contribution à la production totale en Suisse provient de la plus grande centrale éolienne de l'entreprise Juvent SA au Mont-Crosin dans le Jura bernois (voir image ci-dessus). Avec une production annuelle moyenne d'environ 9,6 GWh, elle représente plus de 50% de la production Suisse. Le deuxième plus grand fournisseur d'énergie éolienne est la société RhôneEole AG et produit 9 GWh par an. Elle possède deux parcs éoliens en Valais, situés à Vernayaz près de Martigny et à Collonges et représentent 30% de la production nationale. Les 20% restants sont dispersés sur le territoire et englobent les plus petites installations, même privées.

Voilà pour ce qui est déjà installé et fonctionnel mais cette trentaine d'éoliennes ne représentent qu'une infirme partie de ce que sera cette énergie dans les prochaines années en Suisse. La construction d'éolienne connaît actuellement une grande expansion: la production est passée de 14 GWh en 2007 à 15.9 GWh en 2008 ce qui représente une augmentation de 13.5% sur un an, mais laisse la part de l'énergie éolienne dans la production d'électricité sous les 0.03% seulement !

Un parc éolien est en cours de réalisation dans le Jura : deux éoliennes de 2MW chacune sont en construction, la production annuelle espérée sera de 7 GWh.

D'ici 2012 et si tous les projets sérieux en cours sont réalisés, la puissance supplémentaire serait de 175 MW pour une production de 300 GWh par année, soit 20x plus qu'aujourd'hui.

Le parc éolien, composé de douze éoliennes de 150 mètres de hauteur – comme le montre ce photomontage – devrait s'étendre entre le col du Mollendruz et le Chalet Dernier.

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 mètres, produirait chaque année 50 GWh d'énergie électrique 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.

5. Conclusion

Dans le monde, l'utilisation de l'énergie éolienne reste encore un cas plutôt rare . Ceci est dû en particulier aux pollutions visuelles et sonores qui engendrent de nombreuses oppositions. De plus, les lieux où l'exploitation à grande échelle de l'énergie éolienne pourrait être rentable sont rares. L'énergie éolienne est pourtant en forte progression dans le monde. Le Danemark est mondialement le pays qui possède le plus d'éoliennes. La production d'énergie électrique y est assurée à 20% par des parcs éoliens.

Il serait pourtant utopique de penser que l'éolien pourrait remplacer toutes les sources d'énergie et alimenter à lui seul l'humanité. Mais cette énergie a un fort potentiel localement. Dans les régions propices, elle est une bonne source d'énergie renouvelable non pas principale mais complémentaire. Car, en ce qui concerne les énergies non renouvelables, l'homme avait privilégié l'énergie la plus rentable à court terme, au détriment de toutes les autres. Les énergies renouvelables se feront une place progressivement, en diversifiant la production: utiliser le solaire sur des lieux particulièrement ensoleillés, le géothermique, quand les sources de chaleur sont proches de la surface du sol, l'hydraulique à proximité des fleuves ou la marémotrice aux endroits propices à des fortes marées. Dans ce contexte, l'éolien trouvera toute sa place.

6. Sources

Livres :
Les énergies en questions : L'énergie éolienne, Ian Graham, édition Gamma, 2000

Sites internet :
http://fr.wikipedia.org/wiki/Éolienne
http://fr.wikipedia.org/wiki/Énergie_éolienne
http://basetpe.free.fr/tpe1/intro.html
http://www.windpower.org/fr/tour/design/horver.htm
http://www.suisse-eole.ch
http://www.bfe.admin.ch/index.html?lang=fr
http://www.passerelleco.info/article.php?id_article=210
http://enrj.renouvelables.free.fr/?pid=3