

E42 - Les pompes à énergie éolienne

8 février 2012

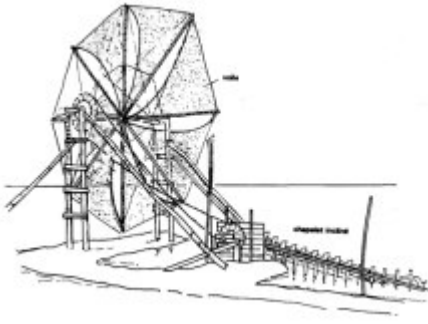


1) De quoi s'agit-il ?

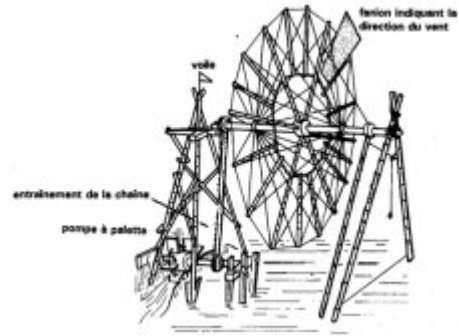
D'utiliser l'énergie du vent pour pomper de l'eau, aussi bien en petite qu'en grande quantité, et s'en servir le plus souvent pour irriguer des cultures et/ou abreuver du bétail.

2) Qui utilise surtout ce moyen et depuis quand ?

Ce moyen de pompage est utilisé depuis plusieurs siècles, notamment au XIII^{ème} siècle aux Pays-Bas pour l'assèchement des marécages et pour le pompage de l'eau de mer en Europe, en Asie du Sud-Est et en Chine.



Pompe éolienne chinoise à chaîne



Pompe à éolienne Thaï

Source : FAO. Les machines élévatoires - Energie Eolienne



**Pompe éolienne agricole Source FAO.
Les machines élévatoire - Energie Eolienne**

La principale pompe utilisée au début du 20ème siècle était la pompe éolienne agricole dite américaine (Figure [3] ci-après). L'éolienne se situait à la verticale d'une pompe à piston.

La version industrielle de cette pompe, construite avec des matériaux robustes, disposant de contrôles automatisés de la structure et d'une durée de vie de près de 20 ans est très utilisée, notamment dans les vastes ranches australiens et argentins. Elle a cependant un coût prohibitif.

D'autres versions plus simples, dont certaines d'ailleurs de type artisanal, ont été aussi mises au point. Elles offrent des avantages comparables d'utilisation, même si elles ne sont pas toujours aussi robustes et de nature à fonctionner de façon aussi autonome.

Ce sont elles qui font l'objet de l'étude de cette fiche.

3) Pourquoi ?

Ces pompes, qui fonctionnent certes de façon moins fiable que les pompes motorisées au diesel ou à l'électricité, permettent cependant de pomper, grâce à une énergie gratuite et avec très peu de frais de maintenance de grands volumes d'eau (entre 5 et 25 m³ par jour pour la plupart des modèles, mais jusqu'à 100 m³/jour, leur débit dépendant essentiellement de la taille de l'éolienne, de la profondeur du forage et des caractéristiques locales du vent)

4) Qui est surtout concerné ? Lieux ou contextes dans lesquels ce moyen paraît le mieux adapté

Les pompes éoliennes sont principalement utilisées pour **l'irrigation et l'approvisionnement en eau du bétail**.

Les pompes éoliennes peuvent fonctionner à partir d'un vent soufflant à 10 km/h mais elles ne fonctionnent vraiment de façon satisfaisante qu'à partir d'une vitesse de 15 à 20 km/h et il est dangereux de les utiliser lorsque le vent souffle à plus de 40 km/h. La densité de l'air influence légèrement ces valeurs, qui doivent être revues à la hausse quand la densité de l'air baisse, donc quand l'altitude augmente significativement (de l'ordre de 1000 mètres).

Ces pompes à eau sont donc compétitives par rapport aux pompes motorisées, dans les zones où le vent souffle en moyenne au moins à 15 km/h. En général c'est le cas des régions peu boisées (prairies de savane, zones semi-désertiques et désertiques) ou à relief.

5) En quoi consiste ce procédé ? Comment est-il mis en oeuvre ?

Rappelons tout d'abord qu'il existe deux types d'éoliennes : l'éolienne de pompage d'eau et l'éolienne de production électrique.

Leur principe de fonctionnement est assez voisin puisqu'il s'agit dans les deux cas d'utiliser l'énergie du vent, mais les éoliennes de production d'électricité, qui se répandent de plus en plus dans le monde du fait de la diminution des réserves de pétrole et de la pollution, correspondent à une technologie de plus en plus pointue et dont l'objet est différent.

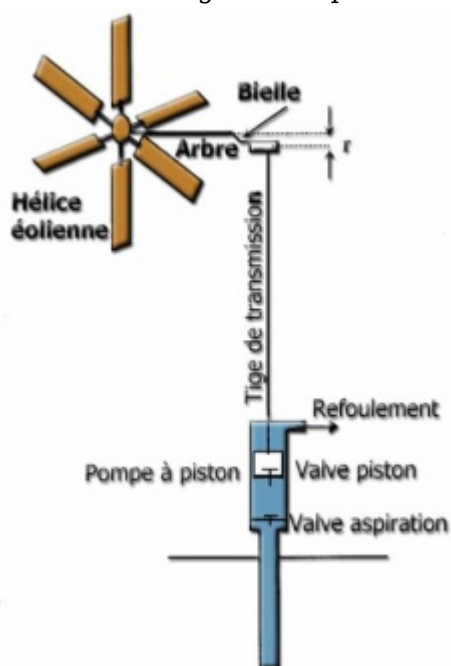
Cette Fiche ne concernera donc que les éoliennes de pompage d'eau.

Notons cependant qu'il est possible de combiner, comme cela se pratique assez souvent, une éolienne avec un générateur de courant pour charger des batteries pouvant servir :

- soit à alimenter une pompe à eau électrique les jours où il n'y a pas assez de vent,
- soit, quel que soit le type de pompe utilisé dans le forage, à fournir un peu d'électricité pour les besoins courants de l'exploitation agricole ou de la maison du propriétaire.

Les éoliennes de pompage transforment l'énergie cinétique du vent en une énergie mécanique.

Elles comprennent une roue à pales ou hélices, montée sur un arbre et orientée dans le sens du vent par un gouvernail, une structure haute avec une tringle de transmission vers le forage, une pompe, le plus souvent immergée et un point de refoulement.



Bien que leur principe de fonctionnement soit simple, les éoliennes sont des machines en réalité assez complexes, sauf pour les modèles bas de gamme. Le diamètre de leur roue qui supporte les hélices (autrefois les voiles) dépend de la profondeur et de la hauteur de refoulement du forage et de son débit. La hauteur et le matériau de construction de la structure dépendent notamment de la force maxi du vent et de la hauteur des obstacles voisins éventuels (lesquels ne doivent pas exister dans un rayon d'au moins 150 m).

Le débit d'une éolienne varie beaucoup en fonction du vent et des caractéristiques de la pompe. Il peut parfois varier entre 200 litres/h et 6 à 7 000 litres/h.

Elles peuvent être munies de divers accessoires, dont un dispositif d'arrêt depuis le sol, des barreaux d'échelles, d'un réglage de la vitesse de rotation de la roue, ou même d'un dispositif d'arrêt automatique en cas de vent trop fort (par exemple 10 m/seconde

Ceci explique que le nombre de modèles de pompes soit assez important et surtout que leur choix et leur prix soient surtout fonction de leurs caractéristiques, de la nature du problème de pompage à résoudre et des caractéristiques du lieu d'implantation. Ce sont donc davantage des **pompes sur mesures que des pompes standards.**

Mais cette variété s'explique aussi par le fait qu'une éolienne est constituée de deux principaux éléments (l'éolienne proprement dite et le système de pompage).

Les éoliennes se différencient donc également par le type de pompe qu'elles actionnent. On distingue généralement les pompes à piston et les pompes centrifuges.

a) Pompes à piston

C'est l'un des types de pompe les plus utilisés. La roue de l'éolienne sur laquelle sont fixées des pales tourne sous l'action du vent. Cette roue est fixée sur un arbre dont le mouvement de rotation est transformé en mouvement vertical alternatif par l'intermédiaire d'un plateau manivelle ou d'une bielle. Le va et vient ainsi créé entraîne en contrebas par l'intermédiaire d'une tringle d'acier un piston de la pompe à eau généralement immergée du forage.



Le couple de fonctionnement nécessaire étant très élevé, il faut pouvoir utiliser le moindre souffle de vent. L'hélice devra donc comporter un assez grand nombre de pales. Celui-ci varie le plus souvent entre 15 et 18. La courbure et le nombre de pales assurent à l'éolienne un démarrage plus ou moins facile par vent assez faible et conditionnent pour une large part son rendement.

Certaines caractéristiques rendent cependant dans plusieurs cas ces **éoliennes moins intéressantes que celles à pompe centrifuge**. En effet, le mouvement alternatif de pompage provoque des efforts mécaniques dans la structure, ce qui se traduit par une usure plus rapide.

De même, des études plus poussées du système montrent que les plages de fonctionnement idéales pour l'éolienne et celles de la pompe ne coïncident que pour une petite plage de vitesse. Les pertes d'énergie sont très importantes en dehors de la zone de fonctionnement optimale, ce qui nécessite donc un choix judicieux avec l'aide d'un spécialiste.

b) Pompes centrifuges

Le couple de fonctionnement est moins élevé que pour les pompes à piston. Dans ce cas, l'hélice peut donc n'avoir qu'un nombre réduit de pales. Ces pompes ont aussi l'avantage d'avoir une zone de fonctionnement optimale qui peut être ajustée à celle de l'hélice, ce qui permet à la pompe éolienne de fonctionner avec **un rendement élevé sur une large plage de vitesse**.

Les performances des pompes éoliennes dépendent de plusieurs paramètres mais les deux plus importants sont la **vitesse du vent** et la **profondeur de pompage**.

Le mode de pompage, lui-même influencé fortement par la profondeur de pompage, **dépend du montage de l'éolienne**. Si l'éolienne est à la verticale du puits on peut indifféremment utiliser une pompe aspirante ou refoulante mais si l'éolienne est décalée par rapport au puits on ne peut qu'utiliser une pompe aspirante. Dans un montage en déporté, l'éolienne peut être placée jusqu'à 100 mètres du puits, mais la hauteur d'aspiration est limitée à 7 mètres.

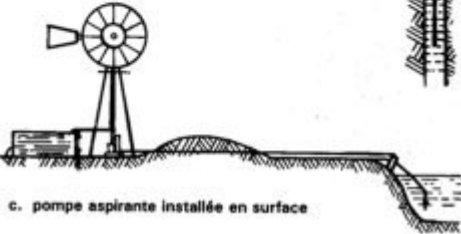
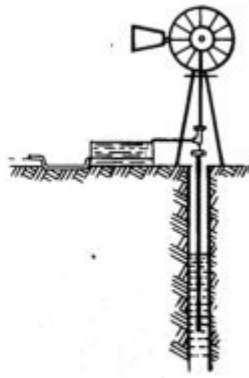
6) Difficultés particulières et précautions éventuelles à prendre

Il est vivement recommandé, avant de prendre une décision d'installation, d'effectuer une campagne de mesures de vitesse, d'importance et de durée du vent sur le site du projet et de s'assurer que le vent n'y est pas trop irrégulier et a une vitesse le plus souvent supérieure à 18 km/h.

a. pompe de forage alimentant un château d'eau surélevé



b. puits alimentant un réservoir



c. pompe aspirante installée en surface

Source FAO

Comme il n'y a pas de vent tous les jours, il est prudent, voire indispensable selon l'utilisation prévue (irrigation, cultures maraîchères, bétail, eau de boisson) de prévoir la construction supplémentaire d'un bassin de stockage pour une réserve d'eau de quelques jours, ou l'installation d'un générateur de courant alimentant des batteries dans le cas d'une pompe électrique).

Il est difficile de comparer les performances des pompes éoliennes (il en existe de petites comme de très grandes) sur la base des seules données des constructeurs, ceux-ci ayant souvent tendance à surestimer les performances pour des vitesses moyennes du vent, ou à fournir des données incomplètes. Il est préférable de demander les conseils d'un spécialiste et de chercher à connaître l'avis de ceux qui en utilisent déjà dans la région.

La puissance d'une éolienne doit être bien adaptée à la nature et au débit attendu du forage. Si celui-ci est par exemple assez profond, il ne servirait à rien d'installer une éolienne de petite ou très moyenne gamme car elle fonctionnerait assez mal et ne le ferait bien que par grand vent tout en risquant alors de se casser.

7) Principaux avantages et inconvénients

a) Avantages

- Les éoliennes de pompage sont relativement résistantes et peuvent fonctionner pendant plusieurs dizaines d'années si elles sont correctement entretenues, elles sont économiques et respectueuses de l'environnement.
- Il est possible (dans le cas de petites ou de moyennes éoliennes) de les construire et de les installer soi-même. C'est par exemple le cas au Mali et au Sénégal des éoliennes en bois « Hypolitte » (débit de 25 m³/jour à 10m, profondeur maxi : 25 m, prix : à partir de 500 €) ou « Sahorès » (30 m³/jour à 10 m, profondeur maxi : 25 m, prix : 700 €)

b) Inconvénients

- Elles sont encombrantes, peu esthétiques, et peuvent être bruyantes. Les éoliennes de pompage doivent être placées près de la source de l'eau et sur un terrain comportant peu d'obstacles susceptibles de freiner le vent. Leur prix peut être important (mais maintenance peu coûteuse).
- Elles ne fonctionnent que s'il y a assez de vent et il est déconseillé de les utiliser si le forage a plus de 30 m de profondeur.

8) Coût

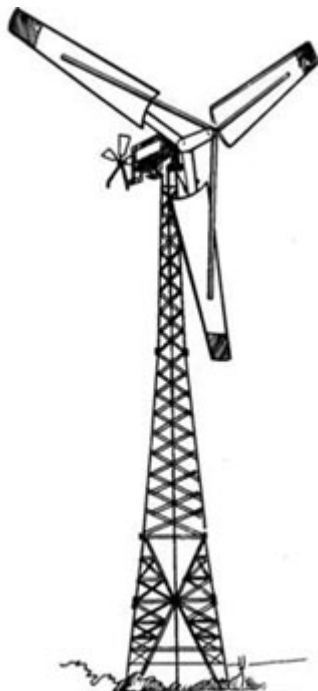
Le prix d'achat des éoliennes, très variable selon les modèles, les matériaux utilisés, le type de pompe

associé, les accessoires et les pays est assez élevé, mais leur durée de vie est élevée et les frais de maintenance peu importants (de l'ordre d'une vingtaine d'euros/an).

Il faut y ajouter le coût de construction d'un petit bassin de stockage.

Pour la construction de modèles simples en bois construits localement, compter seulement entre 500 et 1200 € selon les modèles. Pour des éoliennes couplées à des pompes à corde (peu onéreuses), compter entre 400 et 700 €.

9) Où s'adresser pour trouver davantage d'informations ?



Source FAO

- **FAO.** « **Les machines élévatoires - Energie Eolienne** ». Document très précis et détaillé d'une vingtaine de pages avec de nombreux schémas sur les éoliennes. Disponible [en ligne] sur :

<http://www.fao.org/docrep/010/ah810...>

- **Heliciel.** « **Eolienne de Pompage** ». Document illustré de 4 pages expliquant notamment, schémas et graphiques à l'appui, les principales différences entre les éoliennes à pompe à piston et celles à pompe centrifuge ou électrique. Disponible [en ligne] sur :

<http://www.heliciel.com/helice/eoli...>

- **Eolienne pour Particulier.** « **Les éoliennes de pompage, une autre manière de profiter du vent.** » Document de 3 pages plutôt destiné à des particuliers Disponible [en ligne] sur :

<http://www.eolienne-particulier.inf..>

- **Auto-construction Eolienne de pompage avec plans détaillés.** Disponible [en ligne] sur :

<http://eolienne-de-pompage.blogspot.fr/>

Blog amateur avec de nombreuses illustrations et des plans de construction.

- **ECOLAB Energies.** (Fournisseur des pompes éoliennes OASIS, pour particuliers.) Document de quelques pages de caractère publicitaire sur ce type de pompe, mais aussi sur d'autres éoliennes.

Disponible [en ligne] sur : <http://www.ecolabenergies.fr/index.html>

- **Sylvidra Energy.** (fournisseur des pompes éoliennes Kestrel pour agriculteurs. Disponible [en ligne] sur :

<http://www.sylvidra.fr/eolienne-Kes...>

- Emplacement : Accueil > fr > WikiWater > Les fiches > Faciliter l'accès à l'eau > Distribuer >
- Adresse de cet article : <https://wikiwater.fr/e42-les-pompes-a-energie-eolienne>