

Energie éolienne

L'énergie éolienne consiste à exploiter l'énergie cinétique du vent. C'est une des formes d'énergie renouvelable. Elle est disponible dans toutes les régions du monde et permet de ce fait de désenclaver sur le plan énergétique les sites les plus isolés. Son inconvénient majeur est cependant son intermittence qui nécessite un accompagnement par d'autres sources d'énergie. On distingue deux types d'éoliennes :

- Celles qui fournissent un travail, tel que pomper de l'eau, ou faire tourner une meule. Elles sont généralement de petite taille. On en trouve dans les zones arides (Afrique, Etats-Unis, Australie, ...).
- Celles qui fournissent de l'électricité (on les appelle aussi *aérogénérateurs*). Elles ont des tailles très variables (de quelques mètres à 100 mètres de hauteur). Les plus petites sont utilisées pour l'alimentation électrique de sites isolés ou de maisons particulières. Les plus grandes sont souvent regroupées en *parcs éoliens terrestres ou maritimes* pour une production de masse sur le réseau d'électricité (centrales éoliennes).



1. UTILISATION

L'énergie éolienne est une énergie renouvelable toujours dépendante du vent. Elle sert à la propulsion des bateaux, au pompage, à la production d'eau potable par refroidissement d'air saturé d'eau sous les tropiques et à la production électrique.

Les éoliennes ont un rendement de l'ordre de **50 %** mais un **facteur de charge** (appelé aussi rendement global) pénalisant en raison de l'intermittence des vents (23 % en moyenne sur le territoire Français) jusqu'à 40 % pour l'éolien maritime.

Coût de l'énergie éolienne

Pour le terrestre il est compris entre **85 et 110 €/MWh** pendant 10 ans et dégressif par la suite. Pour le maritime il est supérieur à **220 €/MWh** les dix premières années puis dégressif. Ces prix sont à comparer au prix du nucléaire qui est actuellement de 59 €/MWh.

2. AVANTAGES

Son prix est abordable, c'est l'énergie renouvelable la moins chère (hors hydraulique). Il s'agit d'une énergie disponible en tout endroit de la terre surtout dans les zones côtières, les plaines et les zones de collines. Elle est non polluante (aucun rejet thermique) et sa production est illimitée. Leur emprise au sol est faible (éolien terrestre) à moyenne (éolien off-shore). Elle est exploitable à grande échelle via des parcs éoliens.

3. INCONVÉNIENTS

C'est une énergie intermittente, qui ne produit pas constamment et qui doit donc être complétée par d'autres moyens de production : une politique énergétique ne peut pas se baser uniquement sur l'énergie éolienne.

- En utilisation isolée il faut prévoir un système de batterie de stockage de l'électricité pour les journées sans vent. Les grandes éoliennes sont immenses et ne passent pas inaperçu dans le paysage.
- Les éoliennes sont des systèmes mécaniques mobiles qui demandent un investissement initial élevé et un certain entretien (graissage, nettoyage des pales, remplacement des pièces rotatives), sans quoi elles perdent leurs qualités. Elles peuvent constituer un obstacle à l'avifaune et aux aéronefs.
- A ce jour, à l'issue de l'exploitation, seul un processus de démantèlement des parties aériennes est prévu. Ainsi 1.000 à 1500 tonnes de béton par machine devraient subsister dans le sol. De plus, leur pérennité repose sur la disponibilité des terres rares pour produire les alternateurs.

Les éoliennes présentent :

- une nuisance visuelle par la défiguration du paysage (notamment en cas de fortes concentrations d'éoliennes) et par l'émission de flashes visuels permanents en haut des mâts.
- des nuisances sonores, vibratoires (bruit et rotation des pales, gênes occasionnés par l'effet stroboscopique...) et environnementales : perturbation des ondes hertziennes qui peuvent entraîner des bruitages sur les récepteurs TV, interférences avec les radars météorologiques, création de turbulences au niveau des rotors...
- des nuisances environnementales liées à l'utilisation de terres rares incorporées aux alternateurs à aimants permanents équipant les éoliennes (épuisement des ressources et conditions d'hygiène des industries concernées en Chine)¹.

Pour l'éolien maritime les inconvénients sont plus élevés : Privatisation du domaine maritime, fortes contraintes environnementales, maintenance plus complexe, techniques de mise en œuvre onéreuses, restriction des zones de pêche A ceci se rajoute le problème du raccordement électrique coûteux et fragile (liaison en courant continu pour limiter les pertes en ligne).

Tableau de synthèse

Source d'énergie	Usage dans le système électrique	Atouts-Avantages	Inconvénients-Contraintes
Eolien	Energie intermittente dépendant des conditions aérauliques	Faible émission de CO ₂ : 10 à 20 g équivalent CO ₂ /kWh [en ACV et hors back-up ⁽¹⁾]. Faible emprise au sol pour l'éolien terrestre. Exploitable à grande échelle via des parcs éoliens.	Contraintes géographiques. Acceptabilité et intégration au paysage. Production intermittente et limitée. Faible facteur de charge (25 à 40 %). Prix d'installation et coûts d'entretien élevés. Epuisement des ressources en terres rares et conditions d'hygiène associées. Nuisance visuelle, sonore et environnementale (perturbation ondes hertziennes et interférence avec radars). Coût énergétique élevé. Raccordement au réseau électrique difficile pour les petites unités et pour l'éolien off-shore.

(1) Back-up = Système de secours

4. PERSPECTIVES

L'Union Européenne estime qu'à l'horizon 2020 un tiers de l'électricité d'origine éolienne sera probablement produite par des installations off-shore (en mer, là où les vents sont plus puissants et plus réguliers). Plusieurs pistes d'étude sont en cours pour augmenter les performances et le champ d'implantation des éoliennes :

- implantation des éoliennes maritimes sur des systèmes d'îles artificielles ou des fondations flottantes ancrées jusqu'à 60 mètres de profondeur d'eau en complément des systèmes d'ancrage fixes actuels qui sont limités à 30 m de profondeur.
- pour pallier à l'effet de précession gyroscopique, exploration d'éoliennes du type Stromlad (éoliennes carénées) qui permettraient d'atteindre des vitesses de vent allant de 11 à 193 km/h alors qu'elle n'est que de 40 à 90

¹ Pour la plupart des modèles, les aimants permanents sont composés en partie d'un alliage de terres rares (néodyme-fer-bore) dans la majorité des cas, avec de plus petites quantités de dysprosium et de praséodyme. Ainsi une éolienne de 5 MW, contient une quantité de terres rares pouvant aller jusqu'à 430 kg. Avec le développement de l'éolien au niveau mondial, l'industrie des terres rares s'attend donc à une demande de plus 8 000 tonnes de la part de l'industrie éolienne en 2017.

km/h pour les éoliennes actuelles. L'avantage de ces systèmes est d'avoir une production beaucoup plus régulière.

- mise au point d'éoliennes basées sur l'effet Magnus qui offrent un rendement supérieur à celui des hélices. Cette technologie pourra conduire à des petites unités mieux adaptées à des productions locales.

Pour ces éoliennes maritimes, qui présentent un meilleur facteur de charge, une difficulté subsiste cependant au niveau des investissements et du coût de la maintenance indispensable compte tenu des contraintes sévères auxquelles seront soumis ces matériels.

Pour plus d'informations sur l'énergie éolienne consulter également la [fiche argumentaire GAENA \(ex GASN\) N°31](#).