

# L'énergie éolienne



*EDF a l'ambition de faire partie des leaders mondiaux dans la réalisation et l'exploitation de toutes les formes d'énergies renouvelables. L'énergie éolienne connaît aujourd'hui un essor spectaculaire au niveau mondial. Le groupe EDF s'est fixé comme objectif de devenir le leader de l'éolien en France, avec 20 à 30 % de la capacité installée. EDF détient une participation de 50 % dans la société EDF Energies Nouvelles qui est le développeur-investisseur pour l'ensemble du groupe dans les énergies nouvelles renouvelables.*

## L'expertise du Groupe EDF dans le domaine éolien

Au travers des participations ou activités d'EDF maison mère, d'EEN et EnXco, d'Edison, d'EnBW, d'EDF Energy, le Groupe EDF détient tout ou partie de 1500 MW en exploitation ou en construction dans le Monde dont environ 150 MW en France. En outre le Groupe EDF exploite ou supervise l'exploitation pour des tiers de plus de 500 MW.

### Orientation politique et réglementaire

- Objectif de la Directive européenne 2001/2007 : porter de 13,9 à 22,1% la part des EnR dans la consommation totale d'électricité de l'Union européenne d'ici 2010.
- La France devra porter cette part de 15 à 21% d'ici 2010.

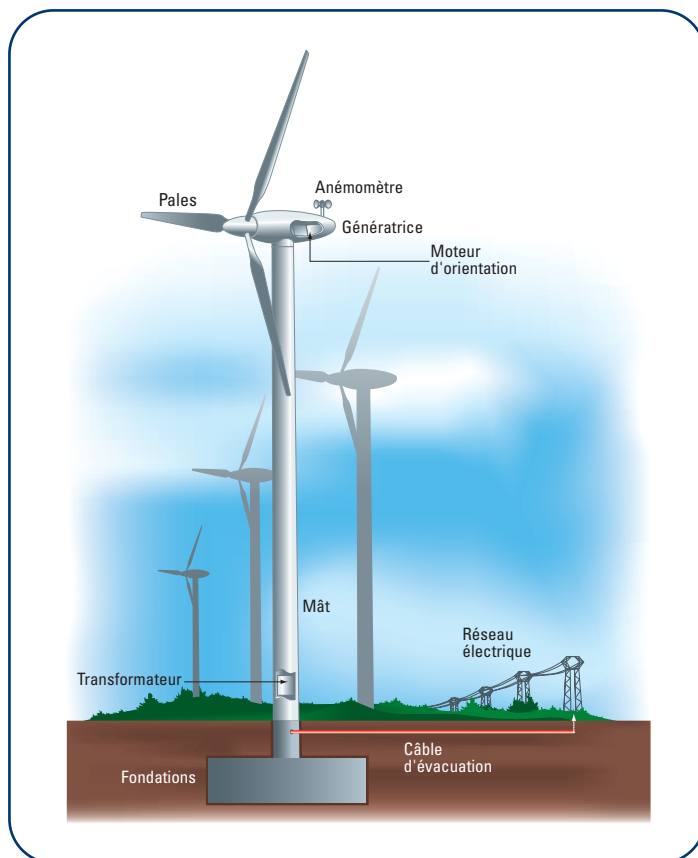
## Comment fonctionne une éolienne ?

Une éolienne (ou "aérogénérateur") utilise la force du vent pour actionner les pales d'un rotor. L'énergie mécanique produite par la rotation des pales est transformée en énergie électrique grâce à un générateur.

Une éolienne se compose d'un mât pouvant mesurer de 10 à 100 m de haut selon la puissance de la machine. Sur le mât est installée une nacelle renfermant la génératrice électrique qui est entraînée par un rotor de 2 ou 3 pales mesurant entre 5 et 80 m de diamètre. La puissance d'une éolienne peut aller jusqu'à 3 MW (prochainement 4 à 5 MW). Une éolienne fonctionne uniquement lorsqu'il y a du vent. Elle tourne en effet lorsque la vitesse du vent s'établit entre 15 et 90 km/h, vitesse au-delà de laquelle l'éolienne s'arrête automatiquement pour des raisons de sécurité. Dans la plupart des cas, l'électricité ainsi produite est acheminée par un câble électrique souterrain jusqu'au poste de livraison EDF. Les éoliennes de forte puissance n'étant pas haubanées, elles nécessitent de solides fondations.

**L'éolienne sert donc à produire de l'électricité, généralement dans trois types de configuration :**

- **Une éolienne sur un terrain individuel** dont la production en énergie électrique est destinée à satisfaire l'auto-consommation du propriétaire. Toute la production peut éventuellement être vendue à EDF.
- **Une ferme éolienne (ou un parc éolien)** est constituée de plusieurs éoliennes (typiquement 3 à 10 machines distantes entre elles d'au moins 200 m, d'une puissance de quelques MW chacune) dont la production d'électricité est destinée à la vente au gestionnaire de réseau (généralement EDF). Bien que chaque machine ait une faible emprise au sol, il faut disposer d'une superficie de l'ordre de 10 hectares pour un parc éolien significatif.
- **Une ferme éolienne en mer** est un parc éolien implanté en mer (à des profondeurs allant jusqu'à 25 ou 30 m et dans des zones situées en moyenne à 10 km des côtes) et raccordé au réseau terrestre par un câble sous-marin.



Principe de fonctionnement d'une éolienne raccordée au réseau

# L'énergie éolienne

EnBW  
(région de Westerheim, Allemagne)



## Dans quelles conditions peut-on envisager un projet éolien ?

Avant de s'engager dans un projet éolien, il s'agit d'étudier les conditions optimales d'implantation et d'acceptabilité sociale.

- **Le terrain, en France ou à l'étranger, est-il suffisamment venté** (gisement minimum de vent requis : 22 à 25 km/h en moyenne à 50 m du sol) ? L'évaluation du potentiel passe souvent par la mise en place d'un mât de mesure.
- **Ce terrain peut-il recevoir plusieurs éoliennes ?** (à titre indicatif, pour des machines de 2 MW, la hauteur du mât est d'environ 80 m, le diamètre du rotor est sensiblement de la même dimension, la distance minimale entre 2 machines est de l'ordre de 200 à 400 m).
- **Le terrain comporte-t-il des obstacles** à la propagation du vent (bâtiments, arbres, etc.) ?
- **Le site est-il facile d'accès** (pour le chantier notamment) ?
- **Le site est-il proche du réseau électrique** afin de minimiser la longueur du câble d'évacuation ? La capacité et la proximité du réseau électrique vont déterminer aussi la puissance maximale du parc éolien et le coût de son raccordement.
- **Le site est-il suffisamment éloigné** des habitations (400 à 500 m minimum) ?
- **Le site est-il soumis à des contraintes environnementales** (passages d'oiseaux protégés, monuments, etc.) ? Il faut s'assurer qu'un projet d'installation d'éoliennes ne pose pas de difficulté d'intégration dans le paysage (monument historique, site protégé, classé, etc.) et permette d'envisager une bonne acceptabilité du projet par la population des communes environnantes.
- **Enfin, avez-vous suivi la procédure de demande d'autorisation réglementaire**, fait part de votre projet au maire de votre commune, et vérifié la compatibilité de votre projet avec la réglementation en vigueur (zone de développement éolien définie par le préfet) et les règles d'urbanisme ?

## Que coûte une installation d'éoliennes ?

### Les grands projets :

Le montant de l'investissement pour un projet éolien est d'environ 1000 € le kW installé (voir tableau).

Coûts de construction	
Éoliennes (P >600 kW)	760 à 920 €/kW
Génie-civil, VRD + divers	70 à 110 €/kW
Raccordement	70 à 120 €/kW
<b>Total</b>	<b>900 à 1 150 €/kW</b>

Ainsi, une ferme de 10 MW installés coûtera environ 10 M€

Cette ferme de 10 MW produit en moyenne, 25 millions de kWh par an, ce qui correspond à la consommation électrique de 10 000 foyers. Toutefois, l'installation éolienne ne peut garantir la production d'électricité du fait de l'instabilité du vent.

### Les projets pour les particuliers :

Ils sont en général d'une puissance inférieure à 200 kW.

Exemple de coût pour une éolienne de 6 kW, soit un mât de 18 m et un diamètre de 6 m :

Coûts de construction	
Éolienne de 6 kW	15 000 €
Génie-civil, VRD + divers	4 à 9 000 €
Raccordement (armoie électrique + enfouissement du câble)	3 000 € + 23 € le mètre linéaire de tranchée
<b>Total</b>	<b>22 à 27 000 € + 23 € le mètre linéaire de tranchée</b>

## Déroulement d'un projet

Le déroulement d'un projet comporte 6 phases et nécessite la constitution d'une équipe pluridisciplinaire pour traiter les divers aspects, environnemental, technique, économique et financier.

### 1 Étude de pré-faisabilité

Analyse du vent, étude théorique, analyse des conditions du site, installation des mâts de mesure.

**Durée 1 à 3 mois**

- ➔ cette étude permet de décider de poursuivre l'étude et de l'approfondir

### 2 Étude environnementale ou pré-diagnostic

**Durée 3 à 6 mois**

Premier contact avec les autorités locales, demande de raccordement au réseau.

- ➔ cette étude conduit à décider d'entreprendre la mise en œuvre du projet

### 3 Étude complète et obtention du permis de construire

**Durée : 6 à 24 mois**

Etude exploratoire, analyse globale et orientation du projet, choix de la solution technique, constitution d'un planning.

Réalisation de l'enquête publique s'il y a lieu.

Tout au long de la vie de l'installation il est important d'informer, de dialoguer, de se concerter avec la collectivité territoriale, la population et les associations locales.

### 4 Construction

**Durée environ 6 mois**

- ➔ mise en service

### 5 Exploitation et maintenance du parc

**Durée : tout au long du projet**

### 6 Déconstruction

Au terme de l'exploitation du parc éolien, le maître d'ouvrage est tenu, selon la loi, de procéder à la déconstruction de l'installation puis à la remise du site dans son état initial.

**Durée quelques semaines**



## Les démarches à entreprendre

- **Prise de contact préalable** avec les administrations (DIREN, DDE, etc). Le projet d'installation doit s'inscrire dans une zone de développement de l'éolien définie par le préfet du département.

- **Permis de construire.** La demande est déposée en mairie, instruite par la DDE, et le permis délivré par la préfecture. L'instruction du permis de construire est soumise préalablement à une enquête publique lorsque la hauteur du mât de l'éolienne dépasse 50 mètres.

Un élément très important du dossier de demande de permis de construire est l'étude d'impact, qui analyse les effets du projet sur les milieux physiques et naturels ainsi que les retombées socio-économiques.

- **Autorisation d'exploiter.** La demande est à formuler auprès du ministre chargé de l'énergie.

Des tarifs d'achat, définis dans l'Arrêté du 8 juin 2001, publié le 22 juin, permettent de dynamiser la filière avec pour les 5 premières années un tarif de 8,38 c€/kWh en 2005.

- **Le certificat ouvrant droit à l'obligation d'achat.** Conformément à la loi du 14 juillet 2005, ce document est à présent réservé aux installations qui font partie d'une zone de développement éolien. Il est indispensable pour bénéficier des tarifs d'achat définis par l'arrêté du 22 juin 2001.

Il est délivré par la préfecture (sur instruction de la DIREN).

### Les tarifs d'achat

Année 1 à 5	8,38 cts €/kWh
Année 6 à 15	8,05 à 8,38 cts €/kWh (suivant le potentiel du site qui aura été défini à partir des résultats enregistrés les 5 premières années)

## Pour en savoir plus...

### L'énergie éolienne et l'effet de serre

Difficile de trouver plus "écologique" qu'une éolienne pendant son fonctionnement : pas d'émissions de gaz, pas de particules.

### L'éolien et l'indépendance énergétique

Parmi les énergies renouvelables, l'éolien a le plus fort potentiel de développement et représentera une part majoritaire dans la production d'énergies renouvelables hors hydraulique. L'éolien apportera ainsi sa contribution à l'indépendance énergétique de la France.

### Une installation éolienne et le développement local

Lors de l'installation, ce sont généralement des entreprises locales qui effectuent les travaux de génie civil. Ensuite, il faut des professionnels pour assurer l'exploitation et la maintenance. Enfin, que ce soit sous forme de redevance ou de taxe professionnelle, l'installation d'un parc éolien apporte des recettes significatives aux communes. Ces communes sont le plus souvent de petites communes rurales et ces taxes leur permettent d'assurer leur développement.

### Les éoliennes et le bruit

Les technologies utilisées actuellement dans la fabrication d'éoliennes ont permis de réduire de manière significative les émissions sonores. Le bruit d'une éolienne à 500 m est équivalent à 35 décibels, soit le bruit d'une conversation à voix basse. Les niveaux sonores maximums perceptibles sont réglementés (loi du 27 février 1996).

### Les éoliennes et le paysage

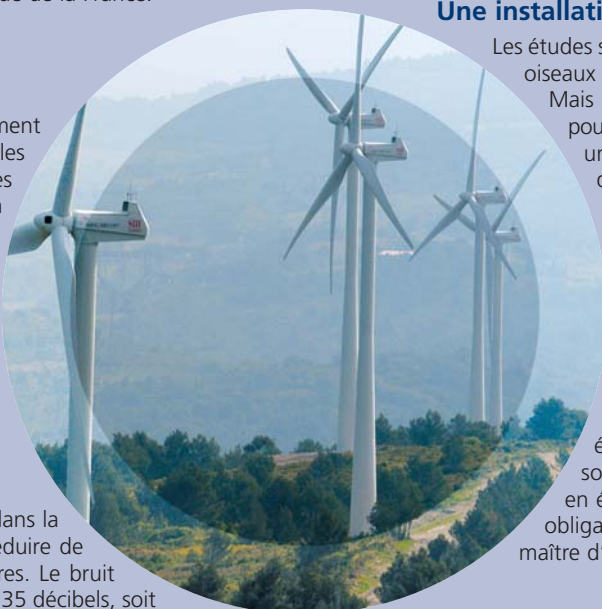
Discrètes, dérangeantes, élégantes, disgracieuses, les éoliennes ne laissent personne indifférent. Les fabricants font de plus en plus d'efforts concernant l'esthétique des éoliennes, tant sur le design que sur les couleurs et la forme. Chaque projet est étudié sur le plan de l'insertion paysagère à l'aide d'outils informatiques de visualisation. Enfin, la concertation autour des ouvrages avec les riverains est essentielle pour l'acceptabilité du projet.

### Une installation éolienne et les oiseaux

Les études scientifiques ont démontré que la plupart des oiseaux identifient et évitent les pales d'éoliennes. Mais il est essentiel de s'assurer que le site retenu pour l'implantation d'éoliennes ne se situe pas dans un couloir de migration d'oiseaux. Il convient de se renseigner auprès des services et associations concernés.

### Une installation éolienne et sa durée de vie

Une installation éolienne est prévue pour durer au moins 20 ans. Les matériaux des éoliennes en fin de vie sont globalement recyclables ou ré-employables. Ainsi les éoliennes se retirent aussi facilement qu'elles sont arrivées. Le démantèlement et la remise en état du site à la fin de l'exploitation sont des obligations légales dont l'exécution incombe au maître d'ouvrage.



## Quelques réalisations du Groupe EDF

### France

Bouin, Vendée, 8 éoliennes, 19,5 MW  
Saint-Simon Clastres, Aisne, 4 éoliennes, 11 MW  
Aumelas, Hérault, 11 éoliennes, 22 MW

### Portugal

Pinheiro et Cabril, 20 éoliennes, 37,8 MW  
Sierra de Cabreira, 10 éoliennes, 20 MW

### Italie

Andretta Bisaccia, Campanie, 35 éoliennes, 70 MW

### Etats-Unis

Oasis, Californie, 60 éoliennes, 60 MW  
Chanarambie, Minnesota, 57 éoliennes, 85,5 MW