

Le développement de l'éolien dans le monde

Certaines énergies renouvelables, comme le bois ou l'hydroélectricité, sont utilisées massivement depuis très longtemps. Aujourd'hui, c'est l'énergie éolienne qui se développe à un rythme soutenu dans presque tous les pays du monde, avec une croissance de 30 % par an.

« Six raisons principales expliquent ce succès rapide : l'énergie éolienne est abondante, bon marché, inépuisable, disponible presque partout, propre et sans impact sur le climat. Aucune autre source d'énergie ne possède toutes ces qualités. »

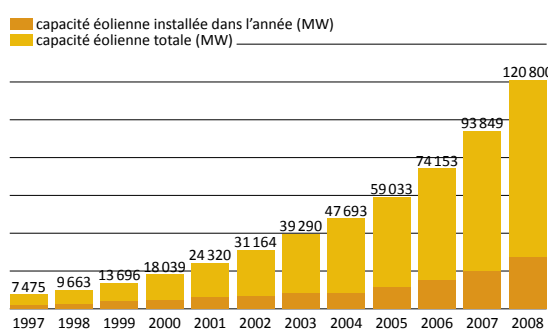
Le plan B, 2007, Lester R. Brown

© AVEC L'AIMABLE AUTORISATION DE VESTAS WIND SYSTEMS A/S

Une énergie en pleine croissance

L'énergie éolienne est développée par de très nombreux pays et connaît une croissance très importante : + 30 % par an en moyenne depuis 10 ans (+ 28,8 % en 2008). En 2008, plus de 27 000 MW de nouvelles capacités éoliennes ont été installés dans le monde, et les 100 000 MW installés ont été dépassés début 2008. L'éolien représente désormais 260 millions de MWh de production électrique par an, soit 1,3 % de la consommation totale d'électricité dans le monde et a attiré un total d'investissements de 47,5 milliards de dollars. Les experts du GWEC (Conseil mondial de l'énergie éolienne) prévoient le maintien d'une croissance soutenue de l'éolien, conduisant à un parc installé de près de 170 000 MW en 2010.

Capacité éolienne installée dans le Monde entre 1997 et 2008 (MW)
source : GWEC



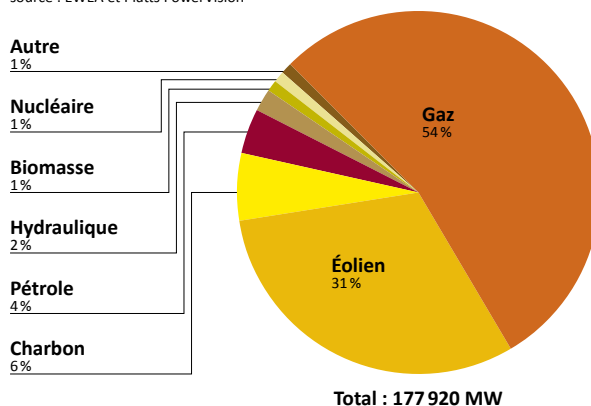
Une filière européenne très dynamique

L'Europe a pris une longueur d'avance en matière d'énergies renouvelables en affirmant son ambition d'atteindre l'objectif de 20 % d'énergies renouvelables dans sa consommation finale d'énergie en 2020. L'éolien contribuera à l'essentiel de cet objectif, en ce qui concerne la production d'électricité. Fin 2008, 65 000 MW éoliens sont installés en Europe, pour une production annuelle de 123 millions de MWh, soit 3,6 % de la consommation électrique européenne.

Plusieurs pays ont annoncé des plans de développement massif : outre le Danemark (3 180 MW), l'Allemagne (23 903 MW) et l'Espagne (16 740 MW), locomotives historiques de l'éolien en Europe, le Royaume-Uni a récemment annoncé un programme d'investissement dans les énergies renouvelables de 100 milliards de livres d'ici 2020, dont une importante partie consacrée à l'énergie éolienne (qui devra totaliser 28 000 MW en 2020). De son côté, la Norvège a dévoilé un programme d'investissement à grande échelle visant à créer entre 5 000 et 8 000 MW de capacités supplémentaires.

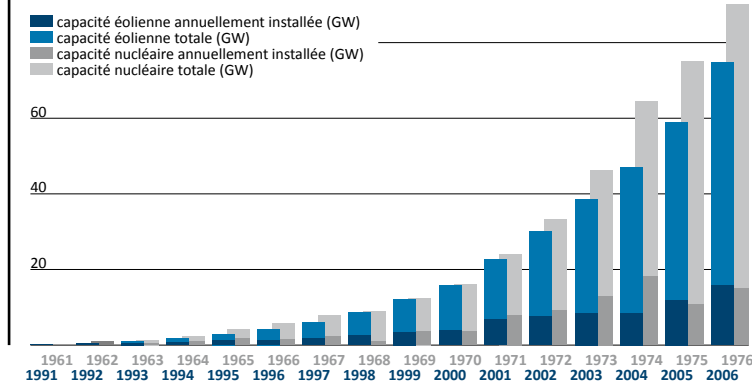
L'éolien constitue la deuxième filière de production électrique européenne en terme de nouvelle puissance installée.

Capacités de production installées en Europe entre 2000 et 2008
source : EWEA et Platts PowerVision



Développements comparés des énergies éolienne et nucléaire sur les périodes 1991-2006 et 1961-1976 en Europe

source : EWEA



En moyenne, depuis 1997, la capacité de production éolienne installée en Europe croît de 30% par an. Cette hausse est comparable à celle qu'a connu le nucléaire dans les années 1970.

L'exemple américain

Les États-Unis sont devenus le premier pays en termes de puissance installée en 2007 (avec près de 5 300 MW de nouvelles capacités éoliennes) et le premier au monde pour la puissance cumulée en 2008 (avec plus de 25 000 MW). L'éolien y a constitué 42% des capacités de production installées, en première position devant les centrales thermiques à gaz.

Ce rythme record d'installations se poursuit, d'autant que l'éolien fait l'objet d'un consensus, notamment dans le cadre du plan de relance économique promulgué par le Président Barack Obama.

Fin 2007, 225 000 MW étaient enregistrés dans la file d'attente des gestionnaires des réseaux d'électricité, soit plus que la capacité installée de l'ensemble des autres filières de production réunies (gaz, charbon, nucléaire, etc.). Cette puissance représenterait l'équivalent de l'ensemble de la production électrique française.

Un État américain symbolise la révolution énergétique des USA : le Texas, qui concentre l'essentiel des réserves pétrolières du pays, a connu un très fort développement de l'éolien en 2007 et 2008, et dispose aujourd'hui d'un parc installé de plus de 7 000 MW. De très forts investissements sont par ailleurs annoncés dans le Nord-Ouest de cet État, où des parcs de plusieurs milliers de MW sont en cours de construction.

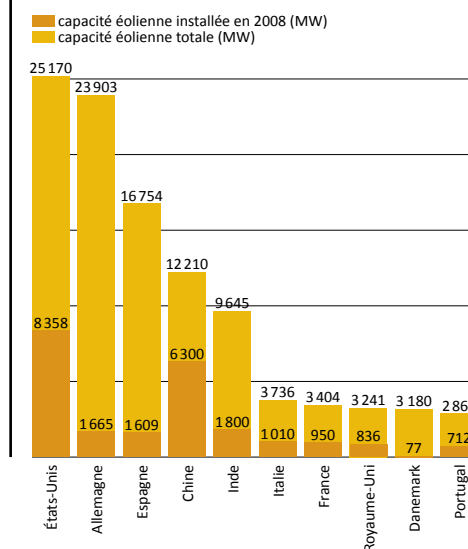
Du côté de la Chine et de l'Inde

La Chine s'est fixée l'objectif d'obtenir 15% de son électricité à partir de sources renouvelables d'ici 2020, et a fixé des objectifs en termes d'énergies renouvelables pour ses principales entreprises de production d'énergie. En 2008, la capacité éolienne installée en Chine s'élève à 12 200 MW. Le pays prévoit, également pour l'année prochaine, un nouveau doublement de sa capacité installée.

L'Inde est le cinquième marché mondial de l'éolien avec près de 10 000 MW installés fin 2008. Suzlon, son principal opérateur industriel, est devenu l'un des premiers constructeurs mondiaux.

Capacité éolienne installée par pays au 31/12/2008

source : Conseil mondial de l'énergie éolienne



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
 48, boulevard des Batignolles
 75017 Paris
 Tél. : +33 1 48 78 05 60
 Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr

© CHRISTIAN WAGNER / FOTOLIA





■ Combien y a-t-il d'éoliennes en France ?

- 3 400 MW, répartis dans plus de 350 parcs éoliens, sont installés en France.
- 2 000 éoliennes sont actuellement en service en France métropolitaine, et 400 dans les DOM-COM.
- En 2009, on comptabilise près de 4 000 MW de permis de construire accordés (source : ERDF).
- Chaque année, 400 éoliennes environ sont mises en service en France, soit environ 1 000 MW, l'équivalent de la puissance d'une centrale thermique et demie.

Évolution de la puissance installée et cumulée depuis 2000 en France

source : SER-FEE

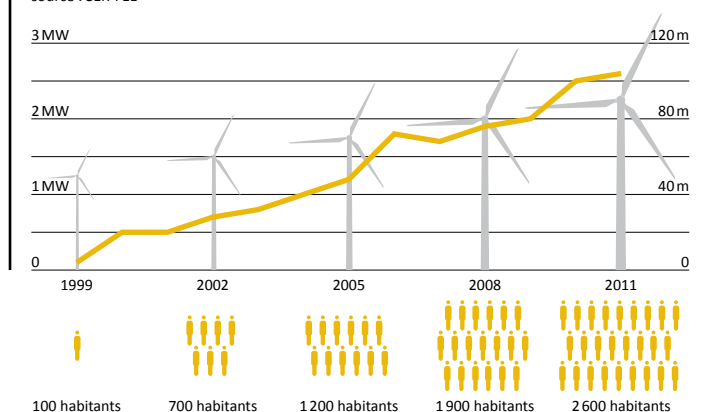
| Année | Puissance annuelle installée (MW) | Puissance cumulée (MW) | Énergie produite (GWh) | Estimations de la population alimentée (consommation domestique y compris chauffage électrique) |
|-------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|---|
| 2000 | 40 | 61 | 70 | 29 000 |
| 2001 | 31 | 92 | 131 | 54 000 |
| 2002 | 52 | 144 | 245 | 100 600 |
| 2003 | 100 | 244 | 363 | 150 000 |
| 2004 | 146 | 390 | 577 | 237 000 |
| 2005 | 367 | 757 | 963 | 395 000 |
| 2006 | 810 | 1 567 | 2 169 | 890 000 |
| 2007 | 888 | 2 455 | 4 140 | 1 725 000 |
| 2008 | 949 | 3 404 | 5 653 | 2 500 000 |

■ Des parcs de plus en plus puissants avec moins d'éoliennes

La puissance d'une éolienne a été multipliée par 10 entre 1997 et 2007. Dans les années 80, une éolienne permettait d'alimenter environ 10 personnes en électricité. Aujourd'hui, une seule éolienne de 2 MW fournit de l'électricité pour 2 000 personnes, chauffage compris. La puissance moyenne d'une éolienne était de 0,5 MW en 2000, de 1,7 MW en 2007, de 2 MW en 2009, et elle atteindra 2,5 MW en 2010. Un parc éolien de 12 MW, composé de quatre à six éoliennes, couvre les besoins en consommation d'électricité de près de 12 000 personnes, chauffage inclus, et permet d'éviter l'émission de 8 000 tonnes de CO₂. Grâce aux progrès réalisés dans la technologie éolienne, les nouveaux parcs produisent, pour un nombre égal de machines, de plus en plus d'électricité.

Puissance et taille moyennes des éoliennes installées Population alimentée en électricité (consommation domestique chauffage compris)

source : SER-FEE



Éoliennes installées pour un parc de 12 MW





© EWEA / BÉVALUX

Les objectifs du Grenelle de l'Environnement pour 2020

- + 20 millions de tonnes équivalent pétrole d'énergies renouvelables, soit au moins 20% d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique de la France à l'horizon 2020
- L'énergie éolienne est indispensable pour l'atteinte de cet objectif : elle compte pour un quart des 20 millions de tonnes équivalent pétrole
- Pour la filière éolienne : 25 000 MW éoliens, dont 6 000 MW en mer, soit environ 8 000 éoliennes, incluant les 2 000 déjà installées

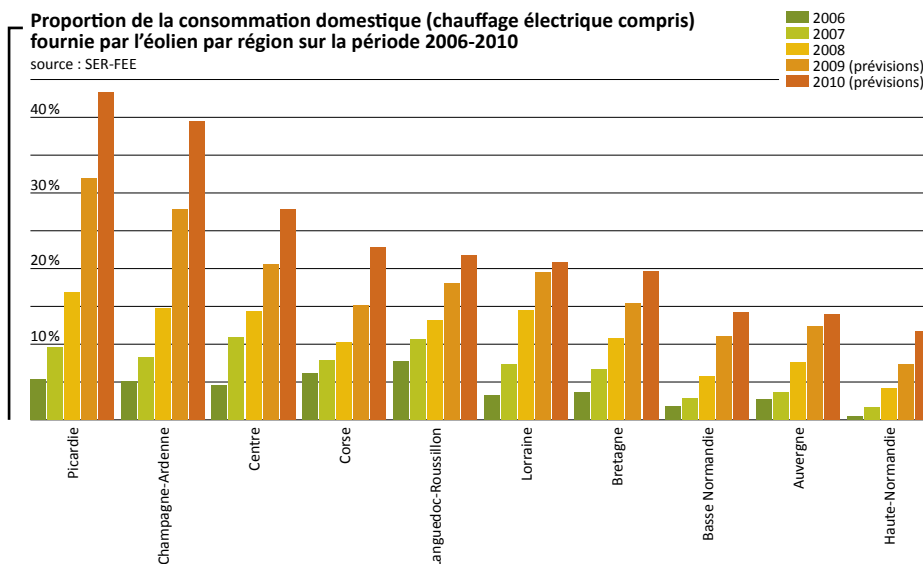
■ En 2020, l'énergie éolienne produira jusqu'à 10 % de notre consommation électrique

En 2008, le parc éolien français a produit plus de 5,6 millions de MWh d'électricité, soit 1,3% de notre consommation intérieure d'électricité. Cela représente l'équivalent de la consommation domestique, chauffage compris, de près de 2,5 millions de personnes. Fin 2008, la production éolienne annuelle a atteint 5,6 millions de MWh, soit l'équivalent de la consommation électrique domestique (chauffage inclus) de près de 2,5 millions de personnes.

Aujourd'hui, l'énergie éolienne représente 15% de la consommation domestique des régions Centre, Champagne-Ardenne, Lorraine et Picardie. Ces quatre régions comptent 150 à 200 éoliennes chacune, soit en moyenne un parc éolien toutes les 75 communes.

A l'horizon 2010, les régions Picardie et Champagne-Ardenne seront en mesure de produire l'équivalent de 40% de leur consommation domestique avec leurs éoliennes, et près de dix départements produiront plus de 50% de leur consommation domestique, chauffage compris, à partir de l'énergie éolienne : la Meuse, l'Aube, l'Aude, l'Eure et Loir, la Somme, l'Aveyron, la Lozère, la Haute Marne, la Marne et l'Indre.

En 2020, selon les projections du Grenelle de l'Environnement, le parc éolien français produira 55 millions de MWh, soit 10% de la consommation électrique de notre pays.



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
48, boulevard des Batignolles
75017 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr

© CHRISTIAN WAGNER / FOTOLIA



■ Le vent, un moyen efficace pour réduire la dépendance énergétique de la France et de l'Europe

L'Europe, dont les gisements d'énergies fossiles s'épuisent, a de plus en plus de difficultés à s'approvisionner et voit son économie affaiblie par l'augmentation des coûts de ses importations dans le domaine énergétique.

En exploitant davantage l'énergie du vent, la France pourra satisfaire jusqu'à 10 % de ses besoins en matière d'électricité dès 2020, à partir d'une ressource renouvelable et gratuite.

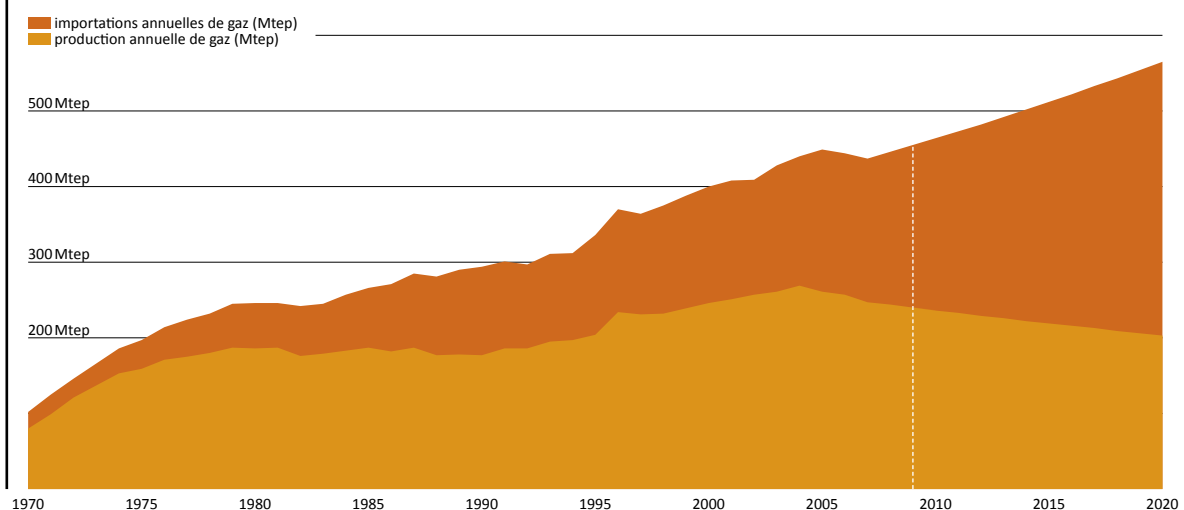
■ La dépendance accrue de l'Europe

L'Europe et la France dépendent de plus en plus, pour l'énergie qu'elles consomment, de ressources importées. En l'espace de dix ans, le taux de dépendance énergétique de l'Union européenne, qui mesure la part des importations dans la consommation d'énergie, est passé de 44 % à 56 %. Avec l'épuisement des réserves d'hydrocarbures en Mer du Nord, l'Europe verra sa dépendance énergétique augmenter. Cette tendance risque d'ailleurs de s'accélérer : d'ici 2030, plus de 80% de la consommation de gaz de l'Union européenne et plus de 90 % de sa consommation en pétrole seront assurées par des importations. La dépendance envers certains pays, tels la Russie, augmentera très fortement tant pour la production que pour l'acheminement d'hydrocarbures. Si aucun effort n'est entrepris, l'économie européenne sera bientôt encore plus sensible à l'évolution de ces importations qu'elle ne l'est aujourd'hui.



Évolution de la production et des importations de gaz en Europe sur la période 1970-2020

source : SER-FEE (prévisions SER-FEE pour 2009-2020)



■ L'éolien, une carte maîtresse pour réduire notre dépendance



© DANIEL GUSTANSSON / FOTOLIA

Le vent est une ressource inépuisable : il se substitue à de la production fossile importée et contribue ainsi efficacement à sécuriser une partie de notre consommation énergétique. En 2008, l'énergie éolienne représente plus de 10% de la consommation électrique de l'Espagne et plus de 15% de celle du Danemark. En Allemagne, aujourd'hui, l'éolien, qui représente plus de 8% de la production d'électricité, est la première énergie renouvelable électrique. Le gouvernement allemand envisage de doubler la production en construisant une trentaine de parcs éoliens en mer du Nord et en mer Baltique d'ici 2030 pour une puissance de 25 000 MW. Quant aux Britanniques, qui détiennent le premier gisement européen de vent, ils souhaitent avoir une capacité de 28 000 MW d'ici 2020. En prévoyant d'installer 25 000 MW en France, le Grenelle de l'Environnement fixe l'objectif d'atteindre en 2020 une part de 10% d'électricité produite à partir du vent.

A l'horizon 2020, le vent devrait fournir, selon les scénarios, entre 11,6 % et 14,3 % de l'électricité de l'Union européenne.

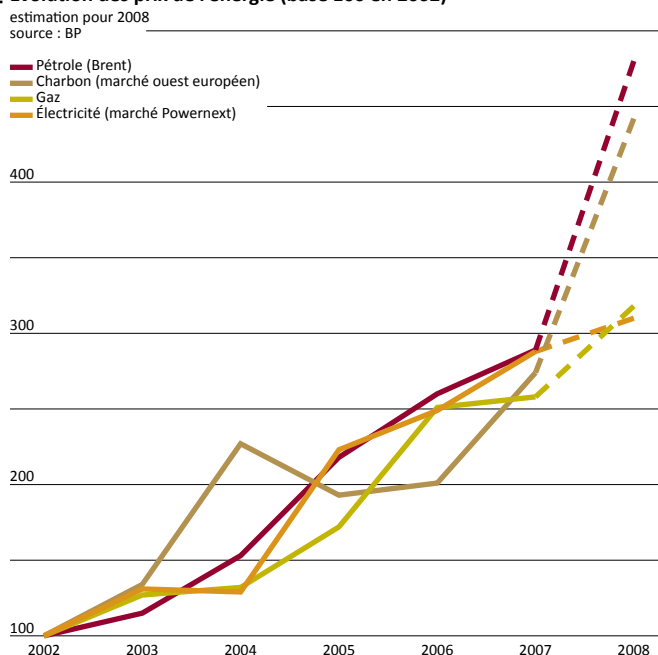
■ Une protection contre la hausse du prix des combustibles fossiles

Le prix des combustibles fossiles ne cesse d'augmenter depuis quelques années. Le pétrole a atteint des records en 2008 (140 \$/baril) tandis que le charbon et le gaz ont vu leurs prix doubler depuis 2003. Le prix de l'électricité a suivi et a augmenté en moyenne de 20% par an depuis 2002.

Cette tendance devrait se poursuivre à cause des tensions croissantes sur le marché de l'offre (stagnation de la production et nombre toujours plus faible de pays exportateurs) et de la demande qui s'accroît, notamment en raison du développement des pays émergents comme la Chine ou l'Inde.

L'énergie éolienne, dont le coût n'est pas lié à celui des combustibles fossiles, représente un investissement efficace pour se prémunir contre l'impact des hausses de prix des matières premières.

Évolution des prix de l'énergie (base 100 en 2002)



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
48, boulevard des Batignolles
75017 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr

© CHRISTIAN WAGNER / FOTOLIA



■ L'énergie éolienne contribue à la protection de l'environnement en réduisant nos émissions de CO₂

L'énergie éolienne est une solution efficace pour lutter contre le réchauffement climatique et limiter nos émissions de CO₂. En effet, les éoliennes convertissent en électricité l'énergie du vent sans produire de déchet ni émettre de gaz à effet de serre. Ce courant, 100 % propre et renouvelable, se substitue à celui produit par des centrales polluantes.

■ Le potentiel de l'énergie éolienne

Parmi les énergies renouvelables électriques, l'énergie éolienne est de loin celle qui détient le potentiel de développement le plus important. Ce fait a été confirmé à l'occasion du Grenelle de l'Environnement : en effet, l'éolien représentera en 2020 un quart de l'objectif de 20 millions de tonnes équivalent pétrole de production d'énergies renouvelables en France.

Cet objectif ambitieux a été accepté par tous, experts, industriels, organisations gouvernementales et non gouvernementales, représentants des collectivités territoriales et des services centraux de l'État.

■ Aucune émission de gaz ni production de déchet

Alors que les installations de production conventionnelles utilisent pour l'essentiel différents combustibles – gaz, charbon, pétrole – dont elles tirent de l'énergie au moyen d'une réaction physico-chimique qui émet un certain nombre de déchets et/ou de gaz à effet de serre, l'énergie éolienne, reposant sur une utilisation mécanique de la force du vent, permet de produire de l'électricité sans combustible, et donc sans émission de CO₂ ni rejet.

En 2006, 34 millions de tonnes de CO₂ ont été émises en France en raison de notre production d'électricité.

D'après le scénario énergétique de référence DGEMP/OE du 2 avril 2008



© EPIC/S / FOTOLIA



© MINWIZ / FOTOLIA

© SAWONIR / ASTREBSKI / FOTOLIA

■ Une substitution de l'éolien à la production thermique



L'existence de trois grands régimes de vent décorrés, combinée aux autres particularités du système électrique français (très fortes capacités hydraulique et d'interconnexion), permet une gestion optimale de la production (cf. fiche « L'énergie éolienne, une énergie fiable et sûre »).

L'éolien se substitue, la plupart du temps, à des moyens thermiques : selon le gestionnaire du réseau de transport d'électricité, la production d'électricité éolienne s'est substituée en 2006 aux trois quarts à la production thermique.

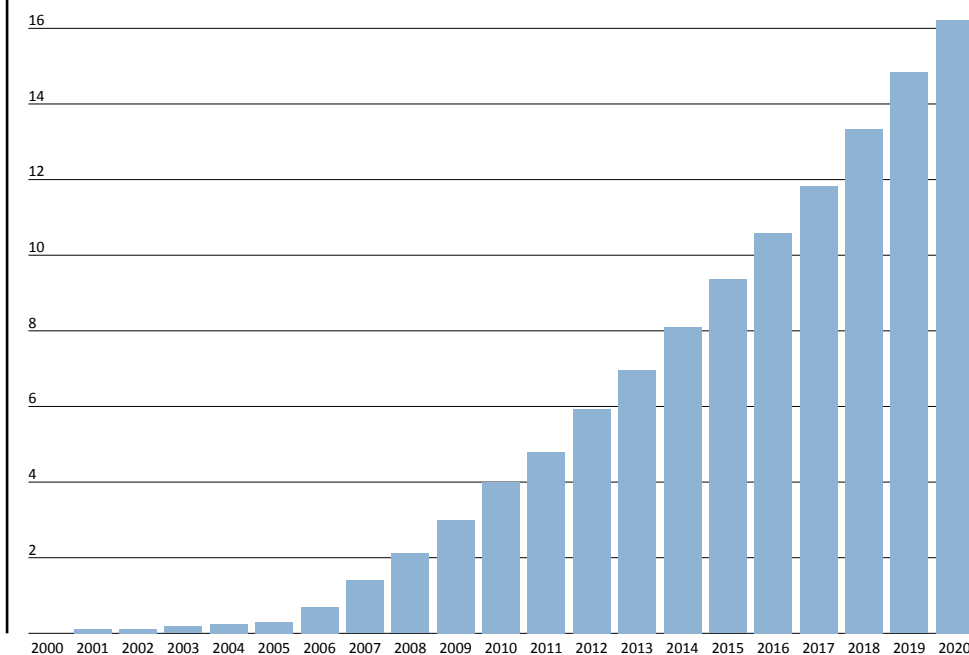
Cette substitution de l'éolien au thermique à flamme a des conséquences directes sur la réduction des émissions de CO₂ du parc électrique français :

« En 2020, un parc de 25 000 MW devrait permettre d'éviter l'émission par le secteur énergétique de 16 millions de tonnes de CO₂ par an », selon la note d'information publiée le 15 février 2008 par le Ministère en charge de l'énergie et de l'environnement et l'ADEME. Concrètement, cet objectif en 2020 représente l'équivalent des émissions annuelles de CO₂ de près de 8 millions de voitures.

En 2008, une petite partie du chemin a été parcourue et le parc éolien français, avec 3 400 MW installés, devrait pouvoir éviter l'émission de près de 2 millions de tonnes de CO₂.

Émissions de CO₂ évitées en France grâce à l'énergie éolienne pour la période 2000 - 2020 (millions de tonnes de CO₂)

source : SER



Soit l'équivalent de :

100 000 voitures en 2004

1 million de voitures en 2008

3 millions de voitures en 2012

5 millions de voitures en 2016

8 millions de voitures en 2020



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
 48, boulevard des Batignolles
 75017 Paris
 Tél. : +33 1 48 78 05 60
 Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr

© CHRISTIAN WAGNER / FOTOLIA



■ L'énergie éolienne, une énergie fiable et sûre

Les éoliennes sont de plus en plus performantes : leur puissance moyenne augmente régulièrement, et les services R&D des constructeurs les améliorent sans cesse. Quant à l'électricité fournie, son accueil sur le réseau est bien maîtrisé : les machines tournent 80 % du temps et leur production est connue à l'avance grâce aux modèles de prévision météorologique. De plus, l'existence, en France, de trois grands régimes de vent décorrélés permet une meilleure régularité de la production : à tout instant, sur notre territoire, le vent souffle quelque part.

■ Les variations de vent se maîtrisent mieux à grande échelle

Le vent est capricieux et peut fluctuer d'un jour à l'autre. Dans ces conditions, comment utiliser la production issue du vent pour satisfaire les besoins réguliers de la population ? La réponse consiste à ne pas prendre en compte l'énergie produite par une seule éolienne mais à considérer l'énergie totale produite par l'ensemble du parc français.

Les éoliennes sont implantées là où le vent souffle suffisamment pour produire de l'électricité environ 80 % du temps. La quantité d'énergie produite va dépendre de la puissance du vent mais il est très rare qu'elle soit nulle. Lorsque certaines éoliennes ne tournent pas à pleine puissance sur un parc, les machines présentes sur d'autres sites peuvent, elles, fournir le maximum de leur capacité.

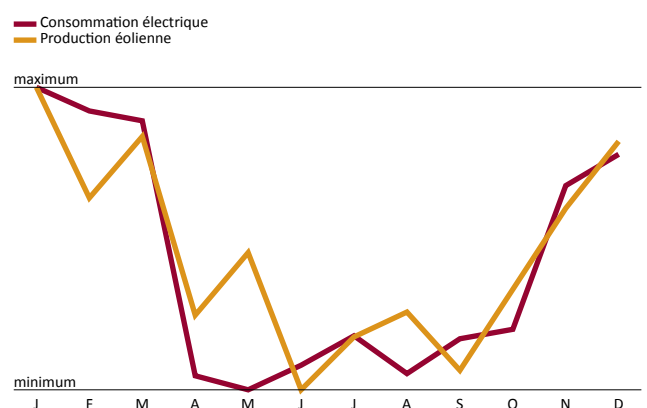
■ La France bénéficie de trois régimes de vents

La France dispose de trois zones géographiques où s'appliquent des régimes de vent différents : façade Manche-Mer du Nord, front atlantique et zone méditerranéenne. Les variations de la production éolienne s'équilibrent ainsi au niveau national. Grâce à ces trois régimes de vent, les prévisions sont améliorées et la fiabilité de l'éolien pour le système électrique est renforcée comme l'explique le gestionnaire du réseau de transport d'électricité, dans son bilan prévisionnel publié en 2007 : « *La décorrélation des vitesses de vent est quasi-totale entre la zone Méditerranée et la zone Manche ; de plus, à l'intérieur de cette dernière, la corrélation entre Nord-Picardie d'un côté et Bretagne de l'autre est faible. Un parc éolien développé de manière géographique équilibrée entre ces zones autorise la compensation de variations régionales, et permet une plus grande régularité de la production nationale* ». En France, les éoliennes sont présentes dans la quasi-totalité des départements où la ressource en vent disponible est favorable à leur implantation.

La production éolienne est globalement plus importante en hiver qu'en été, ce qui correspond à nos besoins de consommation électrique saisonniers.

Variations saisonnières comparées de la consommation électrique et de la production éolienne

moyenne 2004-2006
source : SER-FEE



■ La complémentarité de l'éolien avec le parc hydraulique français

La France possède le plus important parc hydraulique européen. Cet atout permet d'utiliser au mieux l'énergie du vent car l'hydroélectricité et l'énergie éolienne sont deux énergies complémentaires.

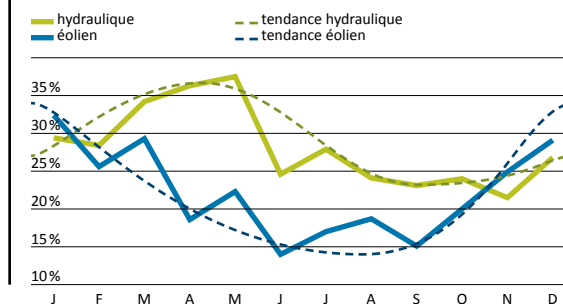
En hiver, le vent souffle davantage et permet aux barrages de reconstituer plus facilement leurs réserves, grâce à cet apport de production et à une économie quant à l'utilisation de l'eau disponible. En été, quand le vent est généralement plus faible, l'hydraulique prend le relais, assurant ainsi une continuité et une substitution optimale à la production thermique.

Fonctionnement comparé de l'hydroélectricité et de l'éolien sur une année (facteur de capacité en %)

moyenne 2004-2006

source : DGEMP, RTE, SER-FEE

Le facteur de capacité est le rapport entre la production moyenne et la production maximale théorique



■ La forte capacité française d'interconnexion avec ses voisins

Les interconnexions permettent de répartir la production éolienne au niveau de l'Europe entière : lorsque le vent souffle fort en France, une partie de l'électricité produite peut être exportée en Espagne, en Allemagne ou en Italie. Cette mutualisation des capacités permet une meilleure régularité de la production éolienne. A l'inverse, lorsque le vent souffle plus chez nos voisins que chez nous, les importations nous permettent de bénéficier d'une électricité à moindre coût et sans émission de CO₂.

Avec 33 lignes transfrontalières à très haute tension (dont 17 en 400 000 Volts), soit plus de 13 000 MW de capacités d'interconnexion avec ses voisins, la France dispose d'une marge de manœuvre importante pour utiliser au mieux l'énergie du vent.

■ L'éolien, une technologie décentralisée en progrès constant

Les éoliennes font partie des installations de production d'électricité les plus fiables. Le facteur de disponibilité des éoliennes, qui mesure le pourcentage du temps pendant laquelle une installation est en état de fonctionnement, s'établit à plus de 98 % et est largement supérieur à celui des centrales conventionnelles (de l'ordre de 70 à 85 %). Par ailleurs, lorsqu'une éolienne cesse de produire, le reste du parc éolien continue de fonctionner, assurant la continuité de la production. Ainsi, l'énergie éolienne, du fait de son foisonnement et de son caractère décentralisé, ne nécessite pas de disposer de réserves de production pour faire face à d'éventuels dysfonctionnements. En revanche, ce type de réserve « de secours » est prévu en cas d'incident sur une centrale électrique. Ce phénomène se produit régulièrement et peut priver le réseau d'une puissance pouvant atteindre jusqu'à 1 600 MW, sans aucune prévision possible.



Le système électrique français est capable d'accueillir les 25 000 MW éoliens inscrits dans le Grenelle de l'Environnement

Le gestionnaire du réseau de transport de l'électricité confirme qu'il est « prêt à accueillir l'électricité éolienne sur son réseau, à la hauteur des objectifs que s'est fixés la France », soit un objectif de 25 000 MW en 2020. L'éolien représentera alors 10 % de notre consommation électrique, ce qui n'est pas marginal mais reste beaucoup plus faible qu'au Danemark (17 %) ou en Espagne (11 %).



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
48, boulevard des Batignolles
75017 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr

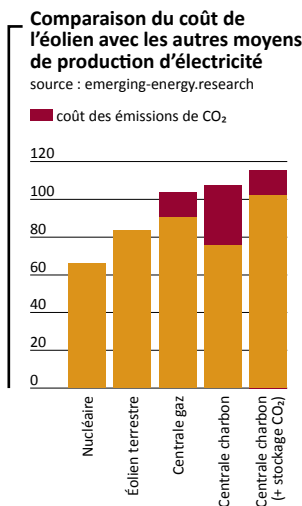
© CHRISTIAN WAGNER / FOTOLIA



Le financement de l'électricité éolienne

L'énergie éolienne est une filière très prometteuse. Comme pour toutes les filières énergétiques en développement, les pouvoirs publics ont décidé de lui apporter un soutien économique afin de faciliter son démarrage. Un tarif d'achat a été créé, garantissant l'achat par EDF de l'électricité produite à un coût fixe et garanti, pour sécuriser les investissements et donner de la visibilité aux acteurs de la filière. Ce soutien garanti également, sur 15 ans, un prix indépendant de toute augmentation du coût des matières premières.

Le MWh éolien de plus en plus compétitif



Un prix de marché en augmentation constante

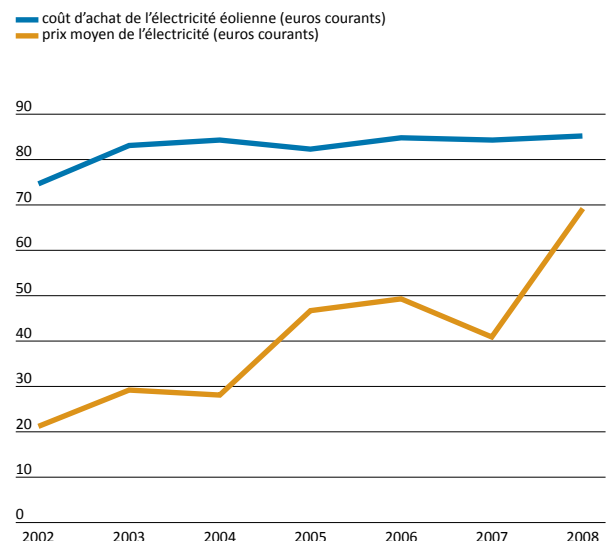
- Ces six dernières années, le prix de l'électricité sur le marché européen a augmenté en moyenne de 20 % par an.
- Le coût de l'électricité éolienne est stable car indépendant des énergies fossiles.
- Les contrats à terme d'approvisionnement en électricité, du quatrième trimestre 2008 à l'année 2011, sont cotés actuellement sur le marché à plus de 80 €/MWh.

Cette année déjà, on a pu constater que l'écart de prix d'achat d'un MWh éolien (82€) et le prix de marché (69€) s'était considérablement réduit.

Dans quelques années, le prix de l'électricité éolienne pourrait être inférieur au prix de l'électricité sur le marché. L'éolien constitue donc un moyen de production compétitif contribuant à protéger le consommateur de l'augmentation du prix des combustibles fossiles.

Comparaison entre le prix moyen de l'électricité et le coût d'achat de l'électricité classique (€/MWh)

source : SER-FEE



■ Comment les pouvoirs publics accompagnent-ils le développement de la filière ?

Chaque kilowattheure d'électricité produit par une éolienne est acheté par EDF à 8,2 c€/kWh pendant 10 ans, puis entre 2,8 et 8,2 c€/kWh pendant 5 ans selon la productivité du parc. Ce tarif a été fixé par le Gouvernement pour permettre aux projets de trouver des financements.

Etant donné que le développement de l'éolien résulte d'une politique publique visant à diversifier nos moyens de production d'énergie et à développer les énergies renouvelables, le surcoût de l'électricité éolienne achetée par EDF est répercuté sur la facture d'électricité de chaque consommateur, parmi les charges de la CSPE (Contribution au Service Public de l'Electricité).



Que finance la CSPE ?

La CSPE, payée par tous les consommateurs d'électricité, ne recouvre pas seulement les surcoûts engendrés par l'achat d'électricité de source renouvelable, elle vise aussi à supporter plusieurs missions de service public, telles :

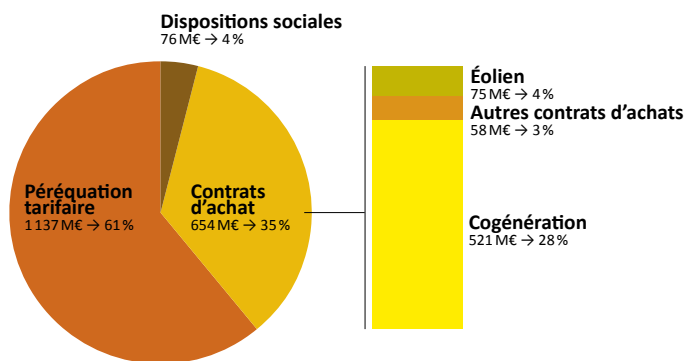
- l'obligation d'achat de l'électricité produite par la cogénération (production d'électricité et de chaleur) ;
- la péréquation tarifaire, c'est-à-dire le surcoût de la production électrique dans certaines zones insulaires (Corse, DOM-TOM, îles bretonnes, etc) ;
- les dispositions sociales, soit le coût supporté par les fournisseurs en faveur des personnes en situation de précarité.

■ Le coût de l'éolien pour le consommateur

Durant ces six dernières années, la part des énergies renouvelables dans la CSPE a diminué de plus de 40 %. Alors que le montant de la péréquation tarifaire a doublé en cinq ans en raison de l'augmentation du coût des énergies fossiles et de la dépendance très forte des zones insulaires par rapport aux énergies fossiles, le montant lié aux énergies renouvelables a baissé de 32 %. Durant cette même période, la production éolienne a été multipliée par plus de 20. Ces chiffres montrent que le développement de l'éolien ne pèse en rien sur l'augmentation de la CSPE, et constitue un coût marginal dans le montant total de la CSPE.

Ceci a conduit la CRE à revoir à la baisse, début 2008, sa prévision du surcoût lié à l'obligation d'achat supporté par la CSPE. Selon la CRE, « entre 2006 et 2008, on constate une baisse de 24 % des surcoûts relatifs aux contrats d'achat, due à la forte augmentation des prix de marché (+ 13,5 €/MWh) et ce, malgré un fort développement des énergies renouvelables, en particulier de l'éolien dont la production devrait augmenter de 64 % entre 2006 et 2008 ».

Répartition de la CSPE en 2009
source : CRE



Le montant de la CSPE 2009 est de 4,5 €/MWh. L'énergie éolienne ne représente que 4 % de ce montant, soit une charge de 0,018 c€/kWh par habitant, soit 90 c€ annuels par foyer, chauffage inclus.



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
48, boulevard des Batignolles
75017 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr

© CHRISTIAN WAGNER / FOTOLIA



■ L'éolien, une filière dynamique et créatrice d'emplois

L'énergie éolienne est désormais entrée dans une phase industrielle marquée par un dynamisme important et une croissance annuelle de 29% en 2008. Les éoliennes ont représenté un marché de plus de 50 milliards d'euros et employaient plusieurs centaines de milliers de personnes dans le monde. En France, les investissements et les emplois ne cessent d'augmenter : 7 000 personnes pour un marché de 1,7 milliard d'euros.

■ Un vent porteur pour une croissance internationale

Le chiffre d'affaires de l'industrie éolienne double tous les trois ans et a représenté en 2008 un investissement mondial de plus de 35 milliards d'euros pour les nouvelles installations. Avec un taux de croissance annuel supérieur à 25%, la filière éolienne a permis la création de plusieurs centaines de milliers d'emplois. Fin 2008, on recense 400 000 emplois dans le monde dont plus de 100 000 en Europe : 40 000 emplois directs créés en Allemagne, 23 000 au Danemark, 20 000 en Espagne, etc.

Cette dynamique ne s'essouffle pas : la prise de conscience de l'urgence liée au changement climatique, à la raréfaction et à l'augmentation des coûts des ressources fossiles, conduit les différents pays à multiplier les projets de parcs éoliens. Selon le rapport 2007 du Conseil Mondial de l'Énergie Éolienne, sur les cinq prochaines années, le marché mondial de l'éolien devrait croître de 155% et représenter un montant d'investissement d'environ 180 milliards d'euros.

■ L'éolien : un véritable enjeu pour l'avenir de l'industrie énergétique française

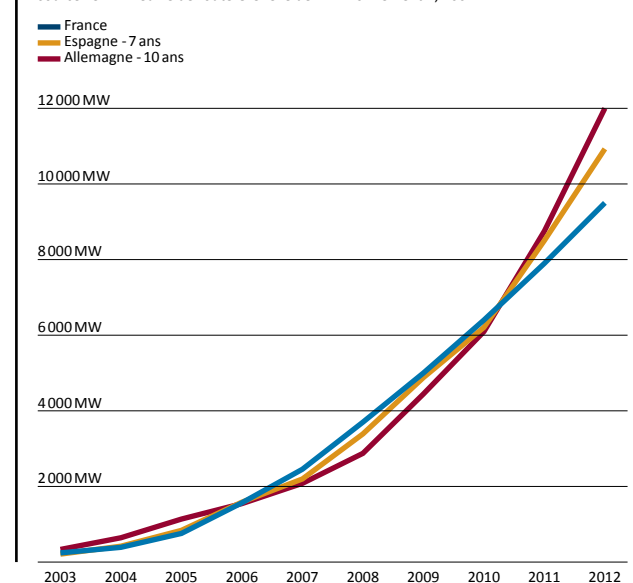
Aujourd'hui, plus du tiers des nouvelles capacités de production d'électricité construites en Europe sont des installations éoliennes, en première position devant les centrales au gaz. La France dispose d'une expérience reconnue dans le secteur énergétique, que ce soit en matière de nucléaire, d'hydraulique, de pétrole ou de gaz. Elle doit aussi maîtriser le vent pour profiter du formidable potentiel de cette énergie.

Notre pays, qui dispose du 2^{ème} gisement éolien d'Europe, a les capacités pour devenir l'un des pays leaders de cette filière dans l'Union. Nous avons pris du retard par rapport aux champions européens que sont l'Allemagne et l'Espagne, mais l'évolution de la filière éolienne française suit les courbes de croissance allemande (avec un décalage de 10 années) et espagnole (avec un décalage de 7 années), comme l'indique le graphique ci-contre.

■ La France, leader mondial dans le « Far Wind »

Fleuron de l'industrie éolienne française, le Groupe VERGNET est le premier fabricant mondial d'éoliennes pour les sites cycloniques (aussi appelés « Far Wind »). Ces éoliennes, conçues pour les sites insulaires ou difficiles d'accès, peuvent se monter sans grue et ont la particularité de pouvoir être repliées au sol en très peu de temps en cas de cyclone.

Comparaison de l'évolution des parcs éoliens français avec les leaders européens (MW installés)
source : SER « Feuille de route Grenelle de l'Environnement », 2007





■ Vers une filière industrielle française forte

La filière éolienne française, lancée après les pays précurseurs que sont le Danemark et l'Allemagne, rattrape son retard. Fin 2008, notre production éolienne a franchi la barre des 5 millions de MWh, soit un peu plus de 1% de la consommation nationale d'électricité. Après un démarrage relativement lent, la production progresse à un rythme rapide : +53% en 2004, +61% en 2005, +123% en 2006, +53% en 2007 et +37% en 2008.

En 2008, la France a constitué le quatrième marché européen de l'éolien derrière l'Allemagne, l'Espagne et l'Italie. Encouragés par cette dynamique, les professionnels de l'éolien se renforcent en France et poursuivent l'objectif de développer leurs positions sur des marchés en pleine croissance dans le monde.

Aujourd'hui, la filière éolienne française se structure : rachats du constructeur espagnol ECOTECNIA par ALSTOM et du constructeur allemand MULTIBRID par AREVA. De manière générale, les entreprises du secteur poursuivent un rythme de croissance fort, notamment chez les constructeurs, leurs fournisseurs et sous-traitants.

Des composants de toute sorte sont fournis par des sous-traitants français : Aérocomposite Occitane, Rollix Defontaine, Carbone Lorraine, AREVA T&D, CDE SA, SIAG, SPIE, Laurent SA, etc. De nombreux bureaux d'études, entreprises de génie civil, construction ou transport profitent de cette croissance.

■ L'énergie éolienne, source d'emplois et de richesses au niveau local

Aujourd'hui, la filière éolienne en France représente l'équivalent de 7 000 emplois directs (Etude ADEME/In Numeri de juillet 2008), en forte croissance depuis quelques années.

Avec un marché de 25 000 MW, plusieurs unités de construction de mâts, de pales et autres gros composants d'éoliennes doivent s'implanter d'ici 2010. En 2020, l'énergie éolienne sera en mesure d'employer 60 000 personnes.

L'installation et la maintenance des parcs nécessitent de faire appel à des entreprises locales ; des emplois sont ainsi créés directement dans les zones où sont implantées les éoliennes.

D'une manière générale, les éoliennes sont une source d'activité et de richesse pour le milieu rural où elles sont installées. Un programme de 100 MW, qui associe les PME locales, peut représenter jusqu'à 30 millions d'euros pour l'économie locale.

« Le marché de l'efficacité énergétique et du développement des énergies renouvelables constitue un secteur de l'économie à part entière : le nombre d'emplois directs est de 220 000 en équivalent temps plein, soit un niveau supérieur à celui de l'industrie automobile. »

Etude ADEME, Juillet 2008

■ De nouvelles formations, de nouveaux métiers

La croissance des énergies renouvelables est telle que les professionnels rencontrent d'importantes difficultés à recruter le personnel nécessaire au développement et à l'exploitation. Pour cette raison, de nombreuses formations ont été mises en place qui alimentent le marché, notamment pour la maintenance de ces nouvelles installations de production.

Ainsi, après le lycée de Charleville-Mézières, le lycée Dhuoda de Nîmes a récemment mis en place une formation de technicien de maintenance éolienne. De très nombreuses formations en énergies renouvelables abordent également les sujets éoliens, allant du Bac technologique au master en passant par les licences professionnelles ou les Instituts Universitaires de Technologie.



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
 48, boulevard des Batignolles
 75017 Paris
 Tél. : +33 1 48 78 05 60
 Fax : +33 1 48 78 09 07
 www.enr.fr - www.fee.asso.fr



■ L'insertion des éoliennes dans le paysage

La question de l'esthétique de tout nouvel ouvrage humain soulève des débats et opinions divers. Le paysage a toujours été transformé par l'activité humaine dans sa recherche de progrès.

Dans le domaine de l'éolien, l'intégration paysagère est soigneusement étudiée et constitue un point fondamental lors du développement d'un projet de parc. Les maîtres d'œuvre soumettent le projet aux riverains et à leurs élus, organisent une concertation pour que, après de nombreux échanges, les éoliennes s'insèrent harmonieusement dans le paysage qui les accueille.

■ Le rendu visuel du parc est évalué avant sa construction

Lorsqu'un parc éolien est en projet, une étude paysagère est systématiquement et soigneusement menée dans le cadre de l'étude d'impact. Pour réaliser cette étude, les développeurs éoliens associent à leur projet paysagistes, bureaux d'études spécialisés, élus locaux et riverains le plus en amont possible.

Deux outils principaux sont utilisés par les spécialistes et paysagistes afin d'étudier les évolutions du cadre de vie suite à l'accueil de nouvelles éoliennes :

- des photomontages permettant de visualiser le paysage définitif avant même la construction du parc. Des logiciels permettent de représenter le futur parc éolien depuis différents points de vue ;
- des cartes de co-visibilité, permettant la représentation sur une carte IGN des lieux à partir desquels les éoliennes pourront être visibles.

Ces différents documents sont présentés aux riverains, élus locaux puis à l'ensemble de la population locale lors de la phase de développement et de concertation. Ils permettent des échanges et une prise en compte optimale des différentes remarques.

La Commission départementale de la nature, des paysages et des sites ainsi que les Architectes des Bâtiments de France sont consultés pour donner un avis sur le volet paysager de l'étude d'impact. Les éventuelles covisibilités avec les bâtiments et sites historiques inscrits ou classés sont systématiquement étudiées, dans un périmètre dépassant souvent 20 km. L'ensemble des exigences fixées dans le Code de l'Urbanisme en termes de protection des monuments historiques et des sites protégés est étudié de manière très approfondie, et scrupuleusement respecté.

■ La méthodologie mise en œuvre pour l'installation des éoliennes

La méthodologie utilisée par les professionnels du paysage est conçue à partir du guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens réalisé par le Ministère en charge de l'énergie et de l'environnement (MEEDDAT) et l'ADEME. Elle comprend trois phases :

- analyse des composantes du paysage existant (perception, pratique, transformation dans le temps) ;
- choix de l'implantation des éoliennes (nombre, espacement, positionnement...), à partir des caractéristiques paysagères et des principaux enjeux relevés sur le site ;
- étude la plus objective et exhaustive possible des éventuels effets visuels générés par le parc éolien (réalisation de photomontages sur le terrain).



■ Objectif 2020 : 8 000 éoliennes

Aujourd'hui, le parc éolien français compte un peu plus de 2 400 éoliennes, dont près de 400 « petites éoliennes » localisées dans les départements et collectivités d'outre-mer.

Les premières éoliennes sont réparties dans les zones les plus ventées, c'est-à-dire à proximité des côtes et dans la vallée du Rhône ; les parcs les plus récents occupent les vastes plaines de la Beauce et du Nord-Ouest. A l'horizon 2020, avec un parc de 25 000 MW, conformément à l'objectif du Grenelle de l'Environnement, 6 000 éoliennes supplémentaires devraient être installées, soit trois fois plus qu'actuellement :

- 5 000 éoliennes terrestres
d'une puissance moyenne de 2,75 MW ;
- 1 000 éoliennes en mer
d'une puissance moyenne de 5 MW.

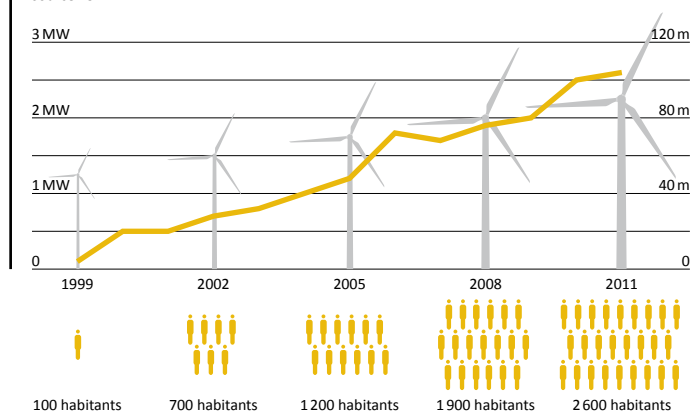
« Saisir les opportunités ouvertes par le Grenelle suppose (...) de développer considérablement la construction des éoliennes » avec « 6 000 éoliennes », soit « trois fois plus que le parc actuel. »

Nicolas Sarkozy, Président de la république, extrait du discours sur la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement à Orléans le 20 mai 2008.

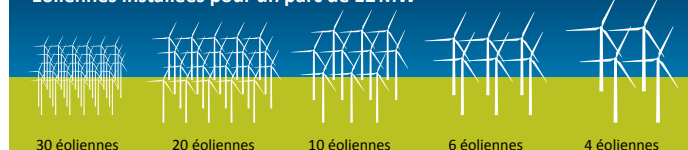
Puissance et taille moyennes des éoliennes installées

Population alimentée en électricité (consommation domestique chauffage compris)

source : SER-FEE



Éoliennes installées pour un parc de 12 MW



■ 90% des français sont favorables à l'énergie éolienne



Aujourd'hui, de nombreux exemples montrent que les parcs éoliens peuvent s'inscrire de façon très satisfaisante dans les paysages ; en témoigne l'affluence des visiteurs observée aussi bien lors de la construction qu'à chaque inauguration de ces ouvrages.

Les différents sondages d'opinion récemment réalisés montrent que les éoliennes sont bien acceptées par les Français, qui soutiennent à plus de 90 % l'énergie éolienne (Sondage ADEME/RCB, automne 2006). Cette tendance a depuis été confirmée par d'autres sondages.

Ces sondages montrent également que les riverains apprécient de vivre dans le voisinage des éoliennes.

Les mairies de Néviau et Bizanet (Aude) ont créé un événement sportif autour de leur parc éolien intitulé « les foulées des éoliennes ». Sa deuxième édition, organisée dans un but humanitaire, a réuni près de 300 participants le 17 août 2008 ! Des visites guidées peuvent également être organisées sur les parcs, permettant de sensibiliser le public aux questions environnementales.



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
 48, boulevard des Batignolles
 75017 Paris
 Tél. : +33 1 48 78 05 60
 Fax : +33 1 48 78 09 07
 www.enr.fr - www.fee.asso.fr

© CHRISTIAN WAGNER / FOTOLIA



■ Les éoliennes sont implantées de manière cohérente et transparente

Construire un parc éolien mobilise d'importantes ressources : c'est un projet d'envergure, qui implique un grand nombre de spécialistes issus de domaines très variés. Cela nécessite de consulter les populations concernées et d'obtenir les avis de plus de 25 structures différentes avant de demander l'accord du Préfet. Cela requiert du temps et une importante mobilisation des personnes qui y travaillent ; en moyenne, quatre années de conduite de projet sont nécessaires avant que les éoliennes puissent alimenter le réseau électrique.

■ Première étape : sélectionner les sites propices au développement de l'énergie éolienne, pour dessiner les contours d'une Zone de Développement de l'Éolien

Depuis la mise en place des Zones de Développement de l'Éolien (ZDE), ce sont les élus locaux qui définissent les zones favorables à la production d'énergie éolienne après consultation des communes voisines. Il revient au Préfet d'autoriser la création d'une ZDE.

Une ZDE est définie à partir de trois critères : la ressource éolienne, les possibilités de raccordement au réseau électrique et les sensibilités paysagères et patrimoniales du futur site. Une fois ces données recueillies, les communes ou les Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) adressent une demande de création de Zone de Développement de l'Éolien au Préfet. Chaque ZDE définit également les puissances éoliennes minimales et maximales qu'elle recevra.

Ces zones ont permis d'améliorer la cohésion, la concertation locale et l'acceptation locale des projets. Depuis leur mise en place, le taux de recours déposés à l'encontre des décisions administratives a diminué de 13 points pour atteindre le taux historiquement bas de 14 % en 2007.

Début avril 2008, 89 ZDE étaient recensées en France pour une puissance totale de 4 900 MW. Une soixantaine de zones était encore en instruction pour une puissance supplémentaire potentielle de 3 400 MW.

Source : enquête publiée dans « Le journal de l'éolien », Systèmes solaires, juin 2008.

■ Deuxième étape : consulter, informer et recueillir les avis des services compétents et de la population

Tout projet d'aménagement ou de construction de nouvelles centrales de production d'énergie exige l'aval des communes riveraines. Le permis de construire ne sera accordé, et le chantier ne pourra débuter, que sous réserve de l'avis des collectivités avoisinantes.

Lors du développement du projet, l'ensemble de la population locale s'exprime à l'occasion des réunions publiques qui précèdent le dépôt de la demande de permis de construire au Préfet, puis lors de l'enquête publique.

L'étude d'impact et le dossier de permis de construire sont mis à disposition du public dans la mairie de la commune concernée par le projet de parc éolien et dans les mairies des communes limitrophes.

Un commissaire-enquêteur désigné par le Tribunal Administratif est chargé de conduire l'enquête publique et de recueillir les avis et réactions des riverains, qu'il synthétisera avant de remettre son avis au Préfet. Quelle que soit la taille du parc, dans le cadre de l'instruction du dossier de demande de permis de construire, plus de 25 administrations sont consultées.

Les projets de parcs éoliens font l'objet d'études approfondies : acoustiques (sous contrôle des DDASS), paysagères, faune et flore, aviation civile et militaire, etc. Ces études sont ensuite examinées par les différents services compétents qui rendent un avis. La Commission départementale de la nature, des paysages et des sites est également consultée dans le cadre de l'instruction de la demande de permis de construire. Ce dernier est délivré par le Préfet de Département.

■ Dernières étapes avant la construction du parc éolien

Après avoir raccordé le parc au réseau électrique, il importe de s'occuper des conditions de vente de l'électricité. Le futur producteur éolien engage les démarches nécessaires à la signature d'un contrat d'achat avec EDF ou un distributeur non nationalisé. L'électricité éolienne sera achetée au tarif défini par la loi. Le producteur doit également obtenir, auprès du Ministère en charge de l'énergie, l'autorisation d'exploiter une centrale de production d'électricité. Le porteur de projet doit encore se charger du financement du parc éolien avec le soutien de banques et d'investisseurs. Une fois ces étapes passées et toutes les autorisations obtenues, la construction du parc éolien peut commencer. Elle durera environ 6 mois.

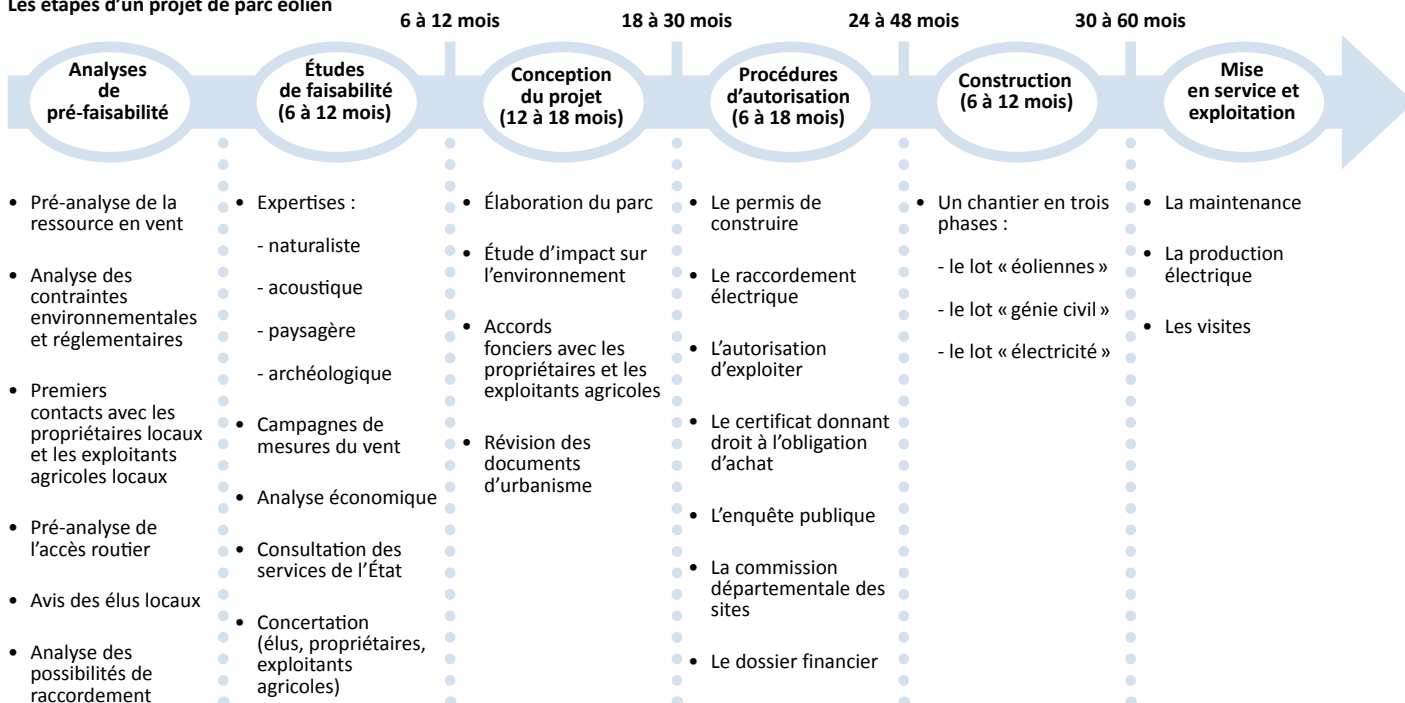
■ Et après ?

Lorsque l'ensemble des éoliennes est érigé et raccordé au réseau, le parc éolien est mis en service. Les éoliennes vont alors tourner pour produire de l'électricité pendant près de 20 ans. Les exploitants de parcs éoliens ont l'obligation de constituer des garanties financières pour le démantèlement de leurs parcs éoliens et la remise en état du site (loi du 2 juillet 2003).



© IMAGE ABC PUB

Les étapes d'un projet de parc éolien



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
 48, boulevard des Batignolles
 75017 Paris
 Tél. : +33 1 48 78 05 60
 Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr

© CHRISTIAN WAGNER / FOTOLIA



■ L'énergie éolienne : un enjeu pour le territoire

Le développement décentralisé de l'énergie éolienne en France contribue à redynamiser l'ensemble du territoire. Un projet de ferme éolienne offre l'opportunité de relancer l'activité économique dans une démarche de développement durable. Il constitue, en outre, un véritable atout pour le monde agricole. Un parc éolien génère des retombées économiques qui permettront aux collectivités locales de concrétiser des projets : assainissement, restauration de bâtiments, nouveaux équipements, développement des transports scolaires, etc.

■ Développer un parc éolien : un projet conçu au travers d'une concertation locale



Un projet de parc éolien débute par une large concertation avec les riverains et leurs représentants, qui permettra la meilleure intégration de l'ouvrage dans le territoire.

■ Contribuer à l'aménagement du territoire et améliorer le cadre de vie

L'énergie éolienne se développe en très grande majorité dans des zones rurales, peu peuplées, dans lesquelles l'agriculture est, généralement, la principale ressource. Ces zones, souvent délaissées par les commerces et l'industrie, perdent leur dynamisme au profit des centres urbains.

On recense aujourd'hui plus de 350 parcs en France dégageant notamment un produit fiscal important pour les collectivités locales concernées, sous forme de taxe foncière et surtout de taxe professionnelle. Ainsi, en 2008, l'ensemble des parcs installés a généré plus de 28 millions d'euros par an. Reversées à plus de 300 communes ou communautés de communes, pour la plupart de petite taille, ces retombées leur ont permis de développer des équipements ou services au profit de leurs administrés. La qualité de vie de la population en est améliorée.

Les retombées fiscales varient selon les taux de taxes professionnelles en vigueur localement : de l'ordre de 8 000 € de taxe professionnelle par MW installé et par an pour la commune et pour le département.

■ Un soutien pour le monde agricole

Les agriculteurs sont les plus anciens utilisateurs des énergies renouvelables (serres, moulins à eau ou à vent, bois énergie...), et notamment de l'énergie du vent pour sa force mécanique ou le pompage de l'eau. Leur association avec le développement éolien constitue donc une évolution naturelle, facilitée par l'impact limité sur l'exploitation agricole et l'emprise au sol très réduite que nécessitent ces installations, qui permettent une diversification compatible avec l'activité agricole préexistante : un parc éolien utilise moins de 1% de la surface sur laquelle il est implanté.

En mettant à la disposition du producteur éolien une partie de leurs parcelles agricoles et en touchant un loyer, les agriculteurs tirent un bénéfice de cette activité. Ainsi, près de 10 millions d'euros par an sont versés au monde agricole et, actuellement, plusieurs milliers d'agriculteurs sont impliqués dans l'implantation d'éoliennes sur leurs terres. En moyenne, les retombées locatives pour le propriétaire et l'exploitant s'élèvent à 2 000 € par MW et par an.



© LA COMPAGNIE DU VENT / DANIEL BINE ZITOUT

Un accord entre la profession agricole et les producteurs d'énergie éolienne

Le Protocole national éolien signé entre l'APCA, la FNSEA et les professionnels de l'éolien propose aux acteurs sur le terrain des contrats types permettant l'implantation d'éoliennes sur des parcelles agricoles. Il a été signé en 2002 et remis à jour en 2006. Ce Protocole et les documents qu'il contient visent à servir de guide commun à l'usage de la profession agricole et des développeurs éoliens.

■ Dynamiser l'emploi local

Les entreprises locales sont impliquées dans la construction du parc éolien, puis dans les opérations régulières de maintenance pendant toute l'exploitation. Cette activité est surtout concentrée autour du génie civil et électrique lors de la construction du parc. Les retombées économiques du chantier sont estimées à près de 200 000 € par MW installé. Des emplois de maintenance sont également créés à proximité du parc.

■ Investissement local et Société d'Économie Mixte

De nombreux projets voient actuellement le jour en offrant la possibilité aux riverains d'investir dans un parc éolien. Le parc « le Haut des Ailes » en Lorraine en est un exemple. L'ouverture du capital de la société exploitant le parc permet de redistribuer une partie des bénéfices de la vente d'électricité à des personnes vivant aux alentours. D'autre part, pour des collectivités, il est également possible de créer des Sociétés d'Économie Mixte (SEM), plaçant ainsi la communauté au cœur du projet. Un exemple parmi d'autres : la communauté de communes du pays de Romans, dans la Drôme, a investi dans le financement d'un parc éolien.

■ Une vitrine pour la commune

Certaines villes ont capitalisé sur l'intérêt croissant des populations pour l'environnement et le développement durable en créant, autour de leur parc éolien, une structure dédiée aux problématiques énergétiques et environnementales. Ces initiatives permettent de valoriser la démarche environnementale de la commune.



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
48, boulevard des Batignolles
75017 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr

© CHRISTIAN WAGNER / FOTOLIA



Éoliennes et acoustique

Au pied d'une éolienne, le niveau sonore s'élève à 55 décibels, soit le bruit de l'intérieur d'une maison. Quand le vent souffle fort, on peut tenir, juste au pied d'une éolienne, une conversation normale.

Un rapport de l'Afsset (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail), relatif à l'impact sanitaire du bruit généré par les éoliennes, indique que les éoliennes ne peuvent avoir de conséquences sanitaires directes sur les riverains.

Origines des émissions sonores



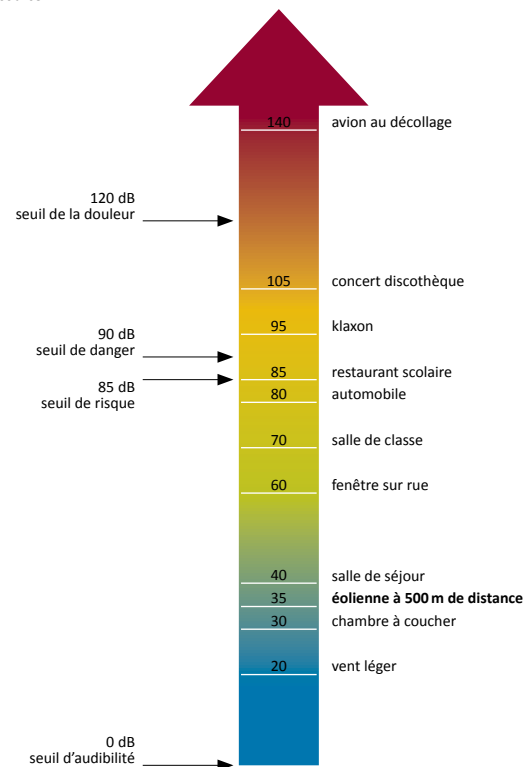
© PICTURELAKA / FOTOLIA

Le bruit d'une éolienne provient du souffle du vent dans les pales. Le son augmente avec la vitesse du vent. Cependant le bruit ambiant (bruit du vent dans les arbres...) s'amplifie plus rapidement que le bruit émis par les éoliennes. Les émissions sonores dépendent également de l'environnement, de la topographie du site, de la végétation et de l'urbanisme.

Les bruits perceptibles au pied d'une éolienne sont d'origine mécanique ou aérodynamique; le bruit mécanique, qui était perceptible avec les premières éoliennes, a aujourd'hui quasiment disparu. Le bruit aérodynamique, provoqué par le passage des pales devant le mât, a également été fortement réduit par l'optimisation du design des pales, et des matériaux qui les composent.

Échelle du bruit (dB)

source : ADEME



© GAUDIA BARSKAWA / FOTOLIA

■ Une implantation étudiée pour minimiser l'impact sonore

La procédure de permis de construire, à laquelle toute installation éolienne est soumise, impose la réalisation d'une étude d'impact. Celle-ci intègre une étude acoustique très précise, permettant de déterminer une implantation optimale.

Il est possible, grâce aux simulations acoustiques réalisées par des spécialistes, de prévoir la propagation du son autour de plusieurs éoliennes et de limiter ainsi tout risque de nuisance sonore.

Des logiciels permettent de tracer les courbes isophoniques (d'égal niveau sonore) autour des éoliennes. Ces courbes matérialisent la propagation du son. Le modèle de calcul tient également compte de la topographie, de l'occupation du sol, et de son absorption acoustique, de l'atténuation atmosphérique et des données météorologiques enregistrées sur le site. La propagation du son est bien sûr plus importante dans le sens des vents dominants. Dans certains cas, la modification du schéma d'implantation des éoliennes peut être rendue nécessaire après analyse des différentes simulations d'implantation.

Les études des acousticiens, qui interviennent lors du montage d'un projet de parc éolien, sont validées par la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) qui, compte tenu des niveaux d'émergence autorisés, peut imposer une distance minimum entre l'éolienne et la première habitation. Actuellement, l'AFNOR élabore une norme spécifique de mesure du bruit pour les éoliennes. Cette dernière prévoit une procédure pour mesurer le bruit une fois les éoliennes installées.



© JACQUELINE SOUTHERN / ISTOCKPHOTO

Le volume sonore d'une éolienne en fonctionnement à 500 mètres de distance s'élève à 35 décibels, soit l'équivalent d'une conversation chuchotée. Afin d'éliminer tout risque de gêne sonore pour les riverains, les développeurs de projets éoliens respectent un éloignement minimum de 500 mètres entre les éoliennes et les premières habitations.



© DANIEL VEDRAMUTHI / FOTOLIA

■ Infrasons

Les éoliennes, tout comme le vent dans les arbres ou la circulation automobile, émettent des infrasons, c'est-à-dire des sons de basse fréquence, au-dessous du seuil audible par l'oreille humaine. Mais l'impact des infrasons sur la santé humaine n'a été observé que dans de très rares situations et jamais dans le cas de parcs éoliens.

« Aucune donnée sanitaire disponible ne permet d'observer les effets liés à l'exposition aux basses fréquences et aux infrasons générés par les éoliennes ».

Agence Française de la Sécurité Sanitaire, de l'Environnement et du Travail, mars 2008.



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
48, boulevard des Batignolles
75017 Paris
Tél. : +33 1 48 78 05 60
Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr

© CHRISTIAN WAGNER / FOTOLIA



■ Biodiversité et énergie éolienne

La protection de la biodiversité fait partie des priorités de l'Union européenne, qui a adopté plusieurs directives depuis 1992 pour la protection des espèces et de leurs habitats, en particulier des oiseaux. L'Europe s'est également engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 20 % et à consommer 20 % d'énergies renouvelables d'ici 2020. L'énergie éolienne contribue à la réalisation de ces deux objectifs.

■ Respect de la faune et de la flore

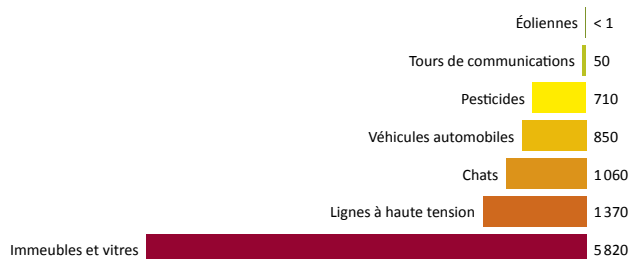
Lors de la construction d'un parc éolien, les travaux liés au chantier peuvent perturber les animaux sauvages et en particulier le gibier, en modifiant leur habitat. Mais hormis cette phase très courte de 6 à 9 mois, les éoliennes n'ont pas d'impact sur la faune locale, qui adapte son comportement à la présence de ces nouvelles voisines. Comme les animaux d'élevage, les animaux sauvages apprennent à vivre avec les éoliennes.

Quant à la flore, elle est prise en compte par les études d'impact et les différentes propositions d'implantation des parcs éoliens. Les impacts au sol des éoliennes sont très limités et concernent essentiellement les terres agricoles, ce qui limite les effets sur la flore.

La phase de chantier est la plus importante, c'est pourquoi les professionnels mettent en œuvre des mesures simples et efficaces de suppression et diminution des impacts.

Causes d'accidents mortels chez les oiseaux (sur un total de 10 000)

source : Association Canadienne de l'énergie éolienne



Plusieurs études ont révélé que moins de trois oiseaux par machine et par an sont retrouvés morts à proximité des éoliennes, un nombre bien inférieur à celui résultant de l'exercice d'autres activités humaines.

■ Avifaune et éoliennes

Les impacts sur les oiseaux sont limités : en effet, les développeurs travaillent de concert avec les associations environnementales (notamment la Ligue de Protection des Oiseaux), et respectent les préconisations inscrites dans l'étude d'impact, qui comprend des études ornithologiques spécifiques. Les résultats de ces études prennent en compte la sensibilité du site où est envisagée l'implantation et identifient toutes les espèces, ainsi que le tracé de leur trajectoire migratoire. Ces résultats permettent de déterminer au mieux l'implantation des éoliennes et leur disposition les unes par rapport aux autres. Une attention renforcée est accordée pour les projets d'implantation de parcs éoliens dans des zones protégées comme les parcs naturels ou les Zones Natura 2000. L'implantation d'éoliennes sur des sites reconnus sensibles est évitée.

Concernant l'avifaune migratrice, de nombreuses espèces effectuent leur migration à des altitudes bien supérieures à celles des éoliennes.

Les autorisations qui sont délivrées pour la construction des parcs éoliens après consultation de nombreux services, notamment des Directions Régionales de l'Environnement (DIREN), prévoient des mesures de compensation des impacts des éoliennes sur la biodiversité (mise en place d'un suivi avifaunistique, réhabilitation de mares, création d'un sentier botanique...). Ces mesures viennent s'ajouter à celles habituellement appliquées par les développeurs lors de la phase de chantier. Par exemple, les travaux ne sont pas menés pendant les périodes de nidification ou de migration.

« La plupart des espèces d'oiseaux ne sont nullement gênées par la présence d'éoliennes et adaptent leur trajectoire de vol en fonction de la disposition des éoliennes. »

Étude britannique publiée le 15 octobre 2008 dans la revue Journal of Applied Ecology.



■ Éoliennes et chiroptères

Les comportements des chauves-souris sont moins bien connus. De nombreuses études sont en cours pour connaître leur comportement en présence d'éoliennes. Nous savons qu'elles vivent dans des espaces peu exposés au vent, tels que sous-bois ou lieux protégés, non propices au développement de l'éolien. De plus, elles ne sortent que de nuit et s'aventurent peu lorsque le vent est trop fort. De ce fait, le risque éolien reste marginal pour les chiroptères, contrairement aux autres risques comme l'activité agricole (pesticides, destruction des milieux favorables) et les transports.

Afin d'identifier les enjeux, une expertise chiroptérologique est toujours intégrée au contenu de l'étude d'impact réalisée préalablement à l'implantation d'un parc éolien. L'emplacement et la disposition des éoliennes sont ainsi étudiés afin de réduire au maximum cet impact par l'éloignement des éoliennes des lisières des forêts (zones les plus exposées) ainsi que par l'adaptation du fonctionnement du parc ; la programmation du fonctionnement des éoliennes peut être modifiée en conséquence. L'ADEME et les bureaux d'études spécialisés travaillent sur cette question depuis plusieurs années. Bien que les éoliennes ne représentent qu'une infime part des risques pour les chauves-souris, la profession éolienne contribue fortement à l'amélioration des connaissances, en réalisant de nombreuses études sur ce sujet. Dans les projets de construction à proximité des zones fréquentées par les chauves-souris, des études préalables sont réalisées.

Le budget études des chauves-souris par la profession éolienne est deux fois plus important que celui des pouvoirs publics. La profession éolienne contribue ainsi fortement à l'amélioration des connaissances sur cette espèce.

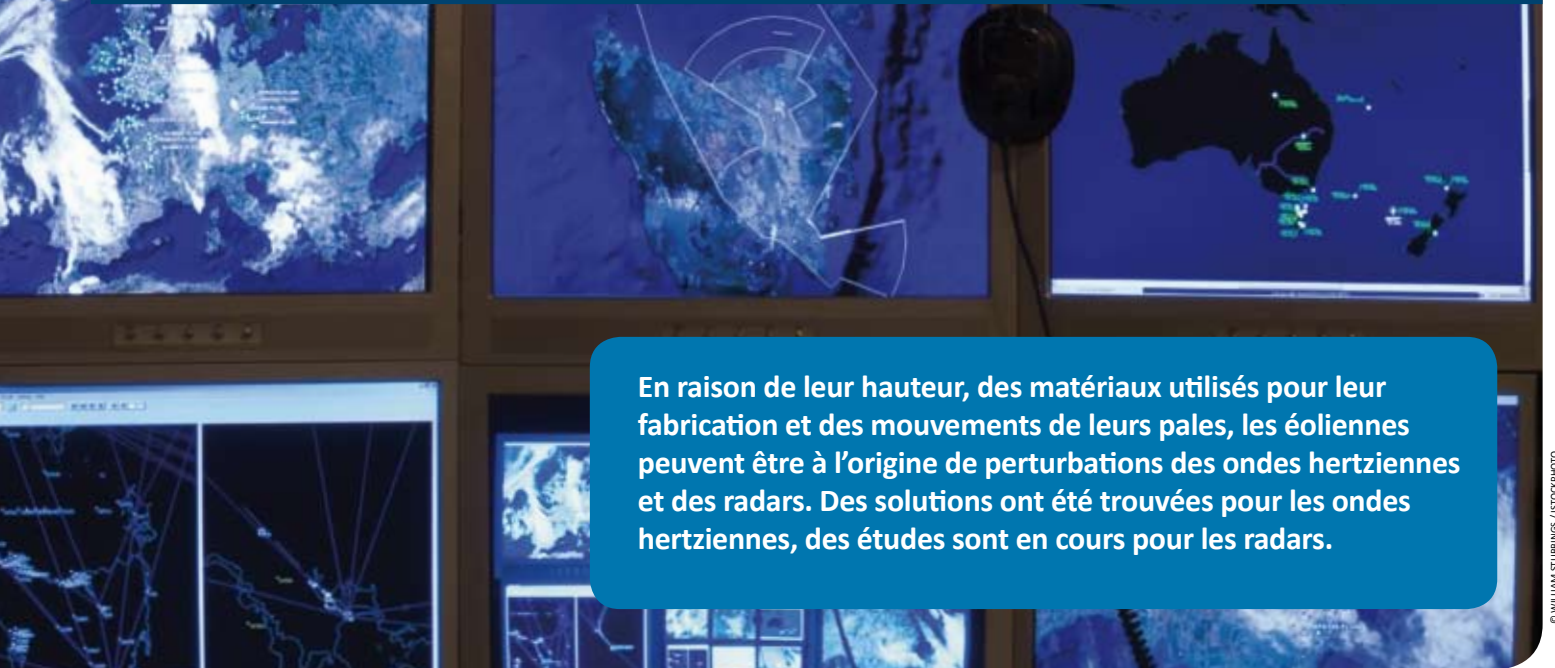
Une étude réalisée par le bureau d'études BIOTOPE en 2008, « Impacts des éoliennes sur les oiseaux et chiroptères », montre que l'activité des chauves-souris concerne les périodes sans vent ou avec faible vitesse de vent ; des périodes avec peu ou pas de production électrique en provenance des éoliennes.



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
 48, boulevard des Batignolles
 75017 Paris
 Tél. : +33 1 48 78 05 60
 Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr



■ Perturbations hertziennes et radars



En raison de leur hauteur, des matériaux utilisés pour leur fabrication et des mouvements de leurs pales, les éoliennes peuvent être à l'origine de perturbations des ondes hertziennes et des radars. Des solutions ont été trouvées pour les ondes hertziennes, des études sont en cours pour les radars.

© WILLIAM STUBBINS / ISTOCKPHOTO

■ Les perturbations hertziennes

un phénomène physique connu et bien appréhendé

Des phénomènes de perturbation des ondes hertziennes (radio, télévision, antennes de relais de téléphonie mobile...) par les éoliennes ont été constatés depuis le début du développement de l'éolien et ont fait l'objet d'études dans plusieurs pays. Ces perturbations sont générées par la réflexion et la diffraction des ondes électromagnétiques sur les pales des éoliennes. Dès 2002, l'ANFR (Agence nationale des fréquences) a identifié ce phénomène de perturbation, qui concerne surtout l'implantation d'éoliennes dans les zones dégagées. Les études préalables à l'implantation de parcs éoliens prennent en compte l'ensemble des servitudes radioélectriques, par une consultation des organismes concernés (ANFR, TéléDiffusion de France...). Ces derniers indiquent les zones de servitudes établies par décret, qui fixent une limitation de la hauteur des obstacles dans des zones établies autour des centres d'émission ou de réception et sur le parcours des faisceaux hertziens.

Les solutions mises en œuvre

Une modification de l'implantation des éoliennes permet le plus souvent d'éviter les perturbations. Cependant, si une implantation alternative est difficile à mettre en œuvre, le développeur éolien devra, à ses frais, installer un réémetteur ou mettre en place un autre mode de réception de la télévision comme le satellite. En cas de plainte des riverains, le Conseil Supérieur de l'Audiovisuel est consulté et réalise une expertise pour proposer des solutions alternatives.

Environ 95 % des cas sont réglés à l'amiable avec l'installation d'un réémetteur par le développeur éolien.



© SASHA / FOTOLIA



■ Perturbations du fonctionnement des radars par les éoliennes

Tout obstacle de grande hauteur occasionne des perturbations sur les radars.

Les radars sont sensibles à la présence d'ouvrages de grande hauteur dans leur zone de surveillance. Dans le cas des éoliennes, il peut s'agir d'un effet de masque, d'une réflexion des signaux radars par les surfaces fixes ou de faux échos par réflexion sur les parties mobiles.

La procédure à adopter

L'ANFR a publié, ces dernières années, plusieurs études sur les effets constatés de la présence d'éoliennes sur le fonctionnement des radars. Ces rapports préconisent des zones d'exclusion (le plus souvent de 5 km) des parcs éoliens autour des radars et des zones de coordination (entre 10 et 15 km).

Lorsqu'un projet de parc se trouve dans une zone dite de coordination, une concertation doit avoir lieu entre les développeurs éoliens, les opérateurs radars concernés et les services de l'Etat en charge de l'instruction des dossiers de permis de construire des parcs éoliens. Ces phases de dialogue peuvent aboutir éventuellement à la modification de l'implantation des éoliennes afin de diminuer la gêne pour les radars.

Les solutions apportées

En France, un projet d'étude réalisé sous l'égide des pouvoirs publics et co-financé par les professionnels et les ministères concernés est en cours d'élaboration.

En effet, ces perturbations avaient déjà été observées dès le début des années 2000 au Royaume-Uni, au Danemark, en Allemagne et dans d'autres pays. En Allemagne, le ministère de l'environnement a intégralement pris en charge le financement d'un projet d'études visant à cerner précisément ce problème. Au Royaume-Uni, des travaux d'études ont été menés grâce au co-financement du ministère de l'économie et des professionnels de l'énergie éolienne. Aujourd'hui, des solutions sont en phase d'expérimentation dans ces deux pays.

Les professionnels de l'énergie éolienne, qui souhaitent connaître précisément le phénomène de perturbation du fonctionnement des radars par les éoliennes, ont demandé la réalisation d'une étude. Celle-ci devrait permettre de réfléchir à des solutions à mettre en œuvre. Elle pourrait concerner les logiciels de traitement de l'information reçue par les radars ou la conception des éoliennes, de façon à réduire la gêne.



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
 48, boulevard des Batignolles
 75017 Paris
 Tél. : +33 1 48 78 05 60
 Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr



Le fonctionnement d'une éolienne



La fabrication d'électricité par une éolienne est réalisée par la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique. De nombreuses étapes sont nécessaires à cette transformation, qui fait appel à des technologies très diverses.

© DEEGOUGH / FOTODIA

La chaîne de transformation énergétique

Une éolienne transforme l'énergie du vent en énergie électrique. Cette transformation se fait en plusieurs étapes.

La transformation de l'énergie par les pales

Les pales fonctionnent sur le principe d'une aile d'avion: la différence de pression entre les deux faces de la pale crée une force aérodynamique, mettant en mouvement le rotor par la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique.

L'accélération du mouvement de rotation grâce au multiplicateur

Les pales tournent à une vitesse relativement lente, de l'ordre de 5 à 15 tours par minute, d'autant plus lente que l'éolienne est grande. La plupart des générateurs ont besoin de tourner à très grande vitesse (de 1 000 à 2 000 tours par minute) pour produire de l'électricité. C'est pourquoi le mouvement lent du rotor est accéléré par un multiplicateur. Certains types d'éoliennes n'en sont pas équipés, leur générateur est alors beaucoup plus gros et beaucoup plus lourd.

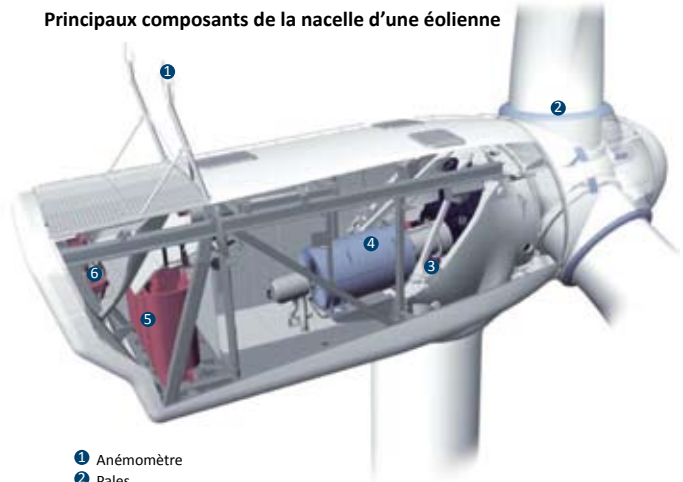
La production d'électricité par le générateur

L'énergie mécanique transmise par le multiplicateur est transformée en énergie électrique par le générateur. Le rotor du générateur tourne à grande vitesse et produit de l'électricité à une tension d'environ 690 volts.

Le traitement de l'électricité par le convertisseur et le transformateur

Cette électricité ne peut pas être utilisée directement ; elle est traitée grâce à un convertisseur, puis sa tension est augmentée à 20 000 Volts par un transformateur. L'électricité est alors acheminée à travers un câble enterré jusqu'à un poste de transformation, pour être injectée sur le réseau électrique, puis distribuée aux consommateurs les plus proches.

Principaux composants de la nacelle d'une éolienne



- 1 Anémomètre
- 2 Pales
- 3 Multiplicateur
- 4 Alternateur
- 5 Transformateur
- 6 Systèmes de refroidissement

© ANEC CHAMBLE AUTOMISATION DE VESTAS WIND SYSTEMS A/S

Composants électroniques dans le mât d'une éolienne



- 1 Convertisseurs
- 2 Armoire de commande
- 3 Transformateur
- 4 Fondation de la tour

© ENERCON

■ Différents facteurs de productivité

L'énergie produite par une éolienne dépend de plusieurs paramètres : la longueur des pales, la vitesse du vent et la densité de l'air. La puissance produite par une éolienne augmente avec le carré de la longueur des pales, et avec le cube de la vitesse du vent. Ainsi, une éolienne produira quatre fois plus d'énergie si la pale est deux fois plus grande et, lorsque la vitesse du vent double, la production sera multipliée par 8 ! La densité de l'air entre également en jeu : une éolienne produit 3 % de plus d'électricité si, pour une même vitesse de vent, l'air est 10 degrés plus froid. Pluie ou neige n'ont, quant à elles, aucune influence.



© SUNNIVE / FOTOLIA

Puissance du vent en fonction de l'altitude

source : SER-FEE



Pourquoi la plupart des éoliennes ont-elles trois pales ?

Le vent étant freiné par les obstacles au sol, la vitesse du vent augmente avec l'altitude. De ce fait, le vent en haut d'une éolienne soufflera plus fort qu'en bas du rotor. Dans le cas d'une éolienne à une ou deux pales, la variation de la force sur le moyeu est alors importante car lorsqu'une pale est au plus haut (et donc produit le plus), l'autre pale est au plus bas (et produit le moins), obligeant alors la mise en place de systèmes spécifiques. En revanche, l'installation de trois pales permet une compensation de ces différences et une moindre variation de puissance à chaque rotation du rotor.

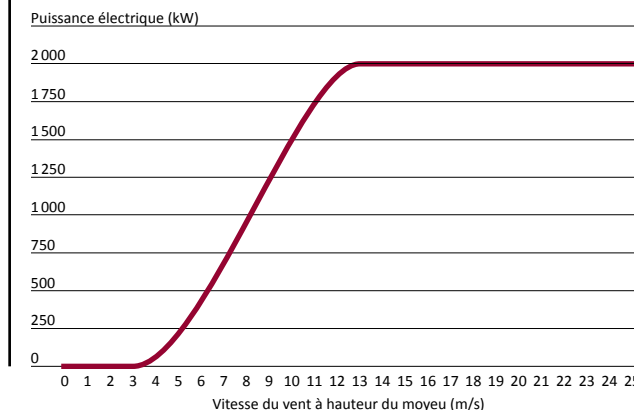
■ La régulation de la puissance du vent

La production électrique varie selon la vitesse du vent :

- Lorsque le vent est inférieur à 10 km/h, l'éolienne est arrêtée car le vent est trop faible. Cela n'arrive que 15 à 20% du temps.
- Entre 10 et 36 km/h, la totalité de l'énergie du vent disponible est convertie en électricité, la production augmente très rapidement.
- À partir de 36 km/h, l'éolienne approche de sa production maximale : les pales se mettent progressivement à tourner sur elles-mêmes afin de réguler la production.
- À 45 km/h, l'éolienne produit à pleine puissance. Les pales sont orientées en fonction de la vitesse du vent. La production reste constante et maximale jusqu'à une vitesse de vent de 90 km/h.
- À partir de 90 km/h, l'éolienne est arrêtée progressivement pour des raisons de sécurité, et les pales sont mises en drapeau. Cela n'arrive que sur les sites très exposés, quelques heures par an, durant les fortes tempêtes.

Puissance d'une éolienne en fonction du vent

source : REpower Systems AG



Une éolienne dispose de trois freins principaux (chacune des trois pales), mais est également équipée d'un frein mécanique afin d'assurer l'arrêt rapide de la machine et son immobilisation lors de la maintenance.



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
 48, boulevard des Batignolles
 75017 Paris
 Tél. : +33 1 48 78 05 60
 Fax : +33 1 48 78 09 07
www.enr.fr - www.fee.asso.fr

© CHRISTIAN WAGNER / FOTOLIA



■ L'énergie éolienne en mer

L'éolien en mer est une filière très prometteuse. Son potentiel de développement est immense, avec des vents marins très forts et très réguliers. Elle est encore relativement peu développée car elle nécessite de faire appel à des technologies de pointe, bénéficiant de recherche et de développements importants. Cette filière est aujourd'hui en très forte croissance et pourrait représenter 10 % de la production électrique de l'Union Européenne à l'horizon 2020.

■ Un vaste potentiel encore inexploité

L'Europe est l'une des zones au monde les plus adaptées au développement de l'éolien offshore, car elle dispose d'un espace maritime peu profond, en particulier dans le nord de l'Europe et notamment dans les mers du Nord et Baltique. Ces zones bénéficient par ailleurs d'un fort potentiel en vent. De plus, ces mers sont situées à proximité de la « mégalopole européenne », zone la plus peuplée et la plus consommatrice d'énergie du continent. En France, les sites les plus favorables se trouvent sur les côtes de la Manche et de la Mer du Nord, ainsi que sur la façade Atlantique entre la Bretagne et l'Aquitaine. Cependant, la profondeur relativement importante du fond marin rend plus difficile l'implantation de parcs offshore en Méditerranée et à la pointe de la Bretagne.

« Le potentiel de production offshore en France pour 2020 est estimé à 30 TWh, soit la consommation domestique (chauffage compris) de 13 millions de français. »

Agence Internationale de l'Énergie

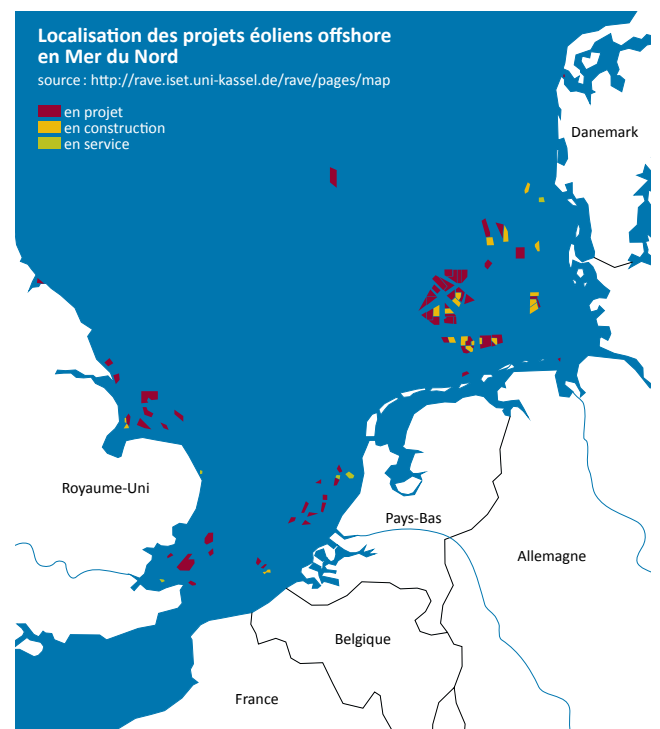
Le tarif d'achat de l'éolien offshore

Le tarif d'achat de l'électricité éolienne offshore est défini par l'arrêté du 17 novembre 2008 à 13 c€/kWh durant les 10 premières années, puis entre 3 et 13 c€/kWh, selon la vitesse moyenne du vent sur le site, les 10 années suivantes.

Bien que le vent en mer soit plus fort et plus constant que sur terre, ce prix est légèrement plus élevé que celui de l'éolien terrestre, en raison de coûts de raccordements et d'investissements supérieurs. Le tarif français est l'un des plus faibles d'Europe : 15 c€/kWh en Allemagne, 23 c€/kWh au Portugal.

■ Les parcs éoliens offshore en Europe

En 2008, 25 parcs offshore sont en service dans cinq pays (Danemark, Royaume-Uni, Suède, Hollande et Irlande), cumulant une puissance installée d'environ 1 100 MW. Ils ne représentent actuellement que 1,8 % de la puissance éolienne installée dans le monde, mais produisent 3,3 % de l'énergie éolienne mondiale, en raison de vents beaucoup plus forts que sur les continents. Les plus importants sont les parcs d'Horns Rev et de Nysted, au Danemark, avec 80 et 72 éoliennes, totalisant respectivement 160 et 165,5 MW, soit environ la moitié de la puissance d'une centrale thermique. Selon l'Association Européenne de l'Énergie Éolienne (EWEA), la puissance installée en 2020 en Europe pourrait atteindre 40 000 MW, soit l'équivalent de l'ensemble de la consommation domestique française.





Les objectifs de développement

Le Grenelle de l'Environnement a fixé pour l'éolien en mer un objectif de 6 000 MW en 2020, ce qui permettra une production de 18 TWh, soit l'équivalent de la consommation domestique (chauffage compris) de 8 millions de Français.

■ Des fondations très spécifiques

Les éoliennes offshore fonctionnent sur le même principe que les éoliennes terrestres, et les principaux composants restent proches de ceux utilisés sur terre. Cependant, un élément est très différent des éoliennes terrestres : leurs fondations.

Ces dernières sont réalisées en fonction de la profondeur ainsi que des caractéristiques du fond marin. Elles peuvent être en béton ou en métal. La fondation en métal est réalisée soit par un pieu enfoncé profondément dans le sol marin, soit par un tripode posé ou enfoncé légèrement dans le sol, pouvant être proche des technologies utilisées par l'industrie pétrolière offshore.

Les éoliennes offshore actuelles ne peuvent être installées qu'à des profondeurs inférieures à 30 mètres.

■ Des technologies de pointe, en constante évolution

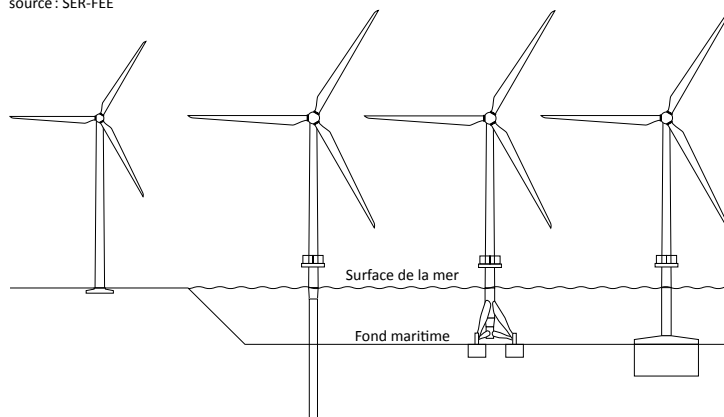
Les éoliennes offshore sont beaucoup plus puissantes que celles utilisées sur terre : leur puissance peut atteindre 5 MW, contre 3 pour l'éolien terrestre.

Le raccordement des parcs éoliens offshore est également spécifique en raison de la très forte puissance de ces parcs et de l'éloignement du réseau électrique : ce raccordement est réalisé grâce à ces câbles sous-marins à courant continu, technologie spécifique utilisée généralement pour les interconnexions sous marines.

Les prototypes d'éoliennes flottantes sont actuellement en cours d'étude afin de permettre l'installation sur des zones plus profondes, multipliant alors le potentiel exploitable.

Comparaison éolienne terrestre (3 MW) / éolienne offshore (5 MW) et différents types de fondations

source : SER-FEE



■ Un environnement spécifique

Le développement d'un projet en mer implique la prise en compte de l'ensemble des éléments composant l'environnement local : l'ensemble de la faune et de la flore sous-marine ainsi que les oiseaux. Concernant l'aspect humain, l'impact du parc est également évalué au niveau de la pêche, des activités d'extraction de sable et graviers ainsi que de la circulation maritime, du tourisme et de l'aspect paysager.

Chacun de ces critères est pris en compte et peut faire l'objet de mesures compensatoires adéquates.



Le premier parc éolien offshore français

Les premières éoliennes offshore du parc de la « Côte d'Albâtre » seront installées au large de Veulettes-sur-Mer en 2009. Ce projet pilote de 21 éoliennes Multibrid (filiale d'AREVA) de 5 MW sera raccordé par câble sous-marin et souterrain et produira l'équivalent de la consommation domestique de 175 000 Français (chauffage électrique compris).



Syndicat des énergies renouvelables
France Énergie Éolienne
 48, boulevard des Batignolles
 75017 Paris
 Tél. : +33 1 48 78 05 60
 Fax : +33 1 48 78 09 07
 www.enr.fr - www.fee.asso.fr

