

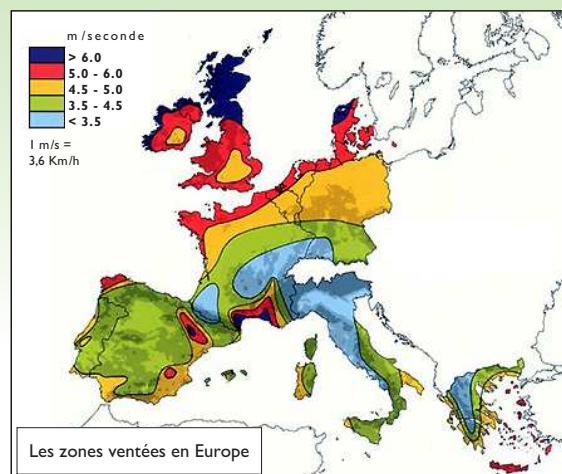
L'énergie éolienne

Parmi les techniques destinées à remplacer les combustibles fossiles, l'utilisation de la force du vent sous forme d'éoliennes est à la fois l'une des plus anciennes, des plus simples et des plus contestées. Les défenseurs des paysages accusent ces immenses pylônes à hélice de gâcher les horizons de nos campagnes tout en vrombissant et en menaçant les oiseaux et chauve-souris.

On ne tranchera pas ici ce débat. Mais au moins faut-il connaître les potentialités de l'énergie éolienne.

Une ressource locale inépuisable

Le vent est utilisé depuis longtemps pour faire avancer les bateaux puis pour faire tourner les moulins à grain. C'est tout naturellement vers le vent que se tournèrent les Danois pour produire l'électricité lorsqu'ils refusèrent l'énergie nucléaire. Aujourd'hui l'électricité éolienne représente 15 % de la production électrique danoise. Les autres pays européens bien ventés sont la Grande-Bretagne, l'Irlande et l'Espagne. Ce dernier pays produit aujourd'hui 10 % de son électricité grâce à des aérogénérateurs. La France présente deux régimes de vent bien découplés : l'un centré sur la Méditerranée, l'autre sur la Manche et l'Atlantique. Avec cet atout, nos éoliennes pourraient fournir 10 % de l'électricité produite en France.



© solar-kit www.solar-kit.com

L'envers de la médaille

Paysage :

Une éolienne se voit, c'est inévitable. L'impact sur le paysage est difficile à évaluer. On ne s'ofusque plus des milliers de pylônes électriques. Le volet paysage de l'étude d'impact vise à évaluer et à améliorer l'intégration visuelle des éoliennes. Les enquêtes d'opinion indiquent que les oppositions diminuent fortement après l'installation des machines.

Bruit :

La loi impose de limiter à +3 dB la nuit l'émergence du bruit généré par une éolienne sur une habitation. L'étude d'impact doit inclure une étude de la propagation du bruit. Aucune distance par rapport aux habitations n'est fixée dans la loi car la propagation des sons est un phénomène complexe.

Volatiles :

La grande majorité des études a montré un faible taux de collision (entre 0.4 et 1.3 oiseau tué par éolienne et par an) sauf pour certaines installations denses en zones sensibles (couloir de migration, zones d'hivernage ou de nidification, présence de chauve-souris). L'installation d'un parc est toujours précédée d'une expertise ornithologique.

Accident :

Il est arrivé que le rotor et les pales d'une machine se rompent et chutent à ses pieds mais aucun accident de personne n'a jamais été déploré pendant le fonctionnement. Le plus grand risque est lors du montage et de l'entretien et ceci relève du code du travail.

Durée de vie et démantèlement :

La durée de vie d'un parc éolien est estimée à 20 ans. La réglementation (article L 553-3 du Code de l'environnement) précise que l'exploitant d'une éolienne est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site en fin d'exploitation.

Surcoût de l'électricité : l'écart entre le prix d'achat du kWh éolien (8,2 centimes) et le prix de marché (6,9 centimes en 2009) tend à se réduire. Le surcoût payé pour l'éolien par le consommateur d'électricité est estimé, en 2009, à 0,90 € par foyer.

Besoins en cuivre :

L'installation de 1 MW d'électricité éolienne nécessite 3,4 t de cuivre, sans compter les lignes supplémentaires à construire. Or, l'ouverture de nouvelles mines de cuivre détruit les équilibres écologiques, notamment dans la Cordillère des Andes. Le cuivre est une ressource limitée.

L'énergie éolienne

Les secrets d'une machine

Une éolienne transforme l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique disponible sur l'arbre du rotor des pales. Puis elle transforme l'énergie mécanique en énergie électrique grâce à une génératrice.

Toute l'énergie du vent ne peut pas être récupérée. Suivant la vitesse du vent et les caractéristiques de l'éolienne la puissance disponible sur l'arbre du rotor n'est qu'une fraction de la puissance maximum.

Plusieurs types d'éoliennes ont été expérimentés : axe vertical dite Darrius, axe horizontal à une, deux ou trois pales et toutes sortes d'autres configurations pour les petites éoliennes. C'est finalement l'axe horizontal animant une hélice à trois pales qui s'est imposé pour les grandes éoliennes. L'éolienne à axe horizontal à deux pales est souvent préférée pour les faibles puissances et les climats extrêmes car elle offre la possibilité de se rabattre à terre.



1 - Automate 2 - Girouette 3 - Moteurs d'orientation 4 - Pales
5 - Axe lent 6 - Multiplicateur 7 - Axe rapide 8 - Génératrice
9 - Unité hydraulique 10 - Roulements 11 - Frein à disque

Une éolienne est constituée :

- d'un mât le plus souvent tubulaire, parfois en treillis métallique, au pied duquel sont installées les armoires de contrôle commande et les armoires électriques ;
- de trois pales en époxy, renforcées de fibre de verre, recevant le vent par l'avant ;
- d'une nacelle qui abrite les dispositifs figurés sur notre "éclaté" : une girouette (2) indique à l'automate (1) la direction du vent. Les moteurs d'orientation (3) placent alors l'éolienne face au vent qui se met à faire tourner les pales. Le mouvement des pales est transmis à l'axe lent (5) puis au multiplicateur de vitesse (6), à l'axe rapide (7) et enfin à la génératrice.(8).

Il faut que le vent souffle à au moins 10 km/h pour que l'éolienne commence à tourner. Au-delà d'un vent de 90 km/h (ce qui arrive moins de 1% du temps), l'éolienne s'arrête et les pales se mettent en drapeau.

Pour s'adapter aux vitesses de vent et obtenir de meilleurs rendements, les pales pivotent autour de leur axe. Leur vitesse de rotation est également variable (entre 11 et 19 tours à la minute). Les génératrices sont donc à vitesse variable mais un redresseur permet de délivrer le courant à la fréquence du réseau.

Les éoliennes sont conçues pour résister, à l'arrêt, à des vents de 200 à 250 km/h. Elles sont aussi calculées pour résister aux turbulences qui entraînent une usure prématurée. Les turbulences sont provoquées par les obstacles présents sur le terrain (constructions, forêts), par la forme du relief mais aussi par le fonctionnement des autres éoliennes. C'est pourquoi ces machines doivent être éloignées les unes des autres d'au moins 3 fois le diamètre de l'hélice et souvent beaucoup plus selon les directions du vent. Des logiciels permettent de simuler les influences réciproques et celles du terrain. Les éoliennes qui subissent des turbulences importantes produisent moins et leur usure augmente.

À terre, compte tenu des problèmes de transport posé par le poids des machines, la puissance d'une éolienne est limitée. Les plus courantes, aujourd'hui, ont une puissance de l'ordre de 2 MW avec des mâts d'au moins 80 m de hauteur et une hélice de 80 m à 90 m de diamètre.

En mer, on installe actuellement à titre expérimental, des machines de 5 et 6 MW.

Les recherches actuelles tendent, à fiabiliser les équipements et notamment les multiplicateurs (ceux-ci ont atteint des puissances importantes avec des contraintes extraordinaires) et à diminuer les coûts grâce à de nouveaux matériaux.

L'énergie éolienne

La réglementation

Une éolienne de moins de 12 m n'a besoin d'aucune autorisation mais ne peut bénéficier de l'obligation d'achat du courant qu'elle produit.

L'installation d'une éolienne de plus de 12 m de haut est soumise à une enquête publique et à l'obtention d'un permis de construire accompagné d'une étude d'impact sur l'environnement. Celle-ci comporte notamment un volet d'intégration paysagère et une étude de propagation du bruit.

Pour bénéficier de l'obligation d'achat du courant qu'elle produit, une éolienne doit se situer dans une Zone de développement éolien (ZDE) créée par une loi du 13 juillet 2005 dite loi Pope : loi de Programme fixant les orientations de la politique énergétique.

Produire de l'électricité

Pour estimer la production d'un site, il est nécessaire de mesurer la vitesse et la direction du vent pendant au minimum 6 mois (incluant la période hivernale) et d'effectuer une corrélation avec une station météorologique.

Champ d'éoliennes
près de Janville
(Beauce)

Un site éolien se caractérise par le nombre d'heures théoriques de fonctionnement à pleine puissance. Exemple : un site à 2 500 h équipé de machines d'une puissance installée de 10 MW produit théoriquement 25 GWh par an. En réalité les éoliennes fourniront de l'électricité pendant 70 à 80 % du temps avec une puissance variable. Cette intermittence n'empêche pas une production annuelle assez constante d'une année à l'autre (+/- 15%). Il est possible maintenant de prévoir, avec une marge d'erreur qui se réduit chaque année, la production du lendemain.

Dans son Bilan prévisionnel 2020 (publié en juillet 2007) Réseau de Transport Electrique (RTE) indiquait que la France avait eu, en 2006, une capacité moyenne de production électrique par éolienne de 2 170 h. Malgré l'intermittence du vent, un parc d'éoliennes réduit les centrales thermiques nécessaires pour sécuriser l'approvisionnement des consommateurs. En ce sens, les éoliennes représentent une "puissance substituée". Ainsi, un parc éolien de 17 GW remplace 4 GW thermiques.



Nous habituerons-nous aux éoliennes comme les médiévaux ont accepté les moulins à eau peints par Pol et Jean de Limbourg et les Hollandais du 17^e les moulins à vent immortalisés par les peintres paysagistes ?

L'énergie éolienne

Une politique nationale

Le premier parc éolien français – 4 machines de 500 kW – a démarré à Port-la-Nouvelle (Aude) en septembre 1993.

La France n'a véritablement commencé à s'intéresser à l'éolien qu'en 1995 avec le programme Eole 2005. Il prévoyait l'installation de 250 à 500 MW à l'horizon 2005. Ce programme, qui consistait à lancer un appel d'offre au moins disant du prix du kWh, n'a pas permis à la filière de démarrer.

Un nouveau système inspiré de ceux du Danemark, d'Allemagne, d'Espagne, du Portugal et d'Italie a été mis en place en 2000. Pour encourager l'installation d'éoliennes sur l'ensemble du territoire, RTE s'engage à acheter le courant produit par une éolienne selon un prix fixe mais modulé suivant la vitesse moyenne du vent (= nombre d'heures théorique annuel de fonctionnement à pleine puissance). Un arrêté du 17 novembre 2008 fixe les conditions d'achat de l'électricité éolienne. Les tarifs d'achat varient chaque année en fonction d'indices fixés dans l'arrêté. Le tarif s'applique durant les 10 premières années quelque soit la production. Puis il baisse les 5 années suivantes en fonction de la production des 10 premières années.

La situation en Île-de-France

Le potentiel théorique de développement de l'éolien en Ile-de-France à l'horizon 2020 se situerait entre quelques centaines de MW et 1 000 MW. Le Schéma Régional Climat, Air, Energie (SRCAE) comprend un chapitre "éolien". Il est en cours d'élaboration entre les services de l'Etat et ceux de la Région. L'Ile-de-France étant très urbanisée l'installation d'éoliennes sera très difficile.

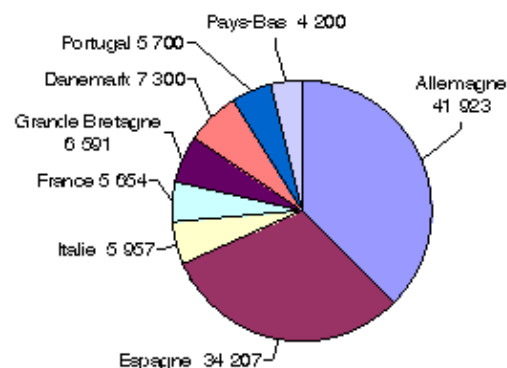
Selon la DRIRE, deux zones de développement éolien auraient été autorisées en Seine-et-Marne pour une puissance comprise entre 12 et 87 MW. Actuellement il n'y a en fonctionnement qu'une seule éolienne de 60 kW. Toujours selon la DRIRE, on aurait accordé 3 permis de construire pour 16 MW en Seine-et-Marne et 1 permis pour 6 MW en Essonne. Aucune réalisation n'a encore suivi.

Tarifs d'achat pour les 10 premières années : 8,2 centimes en France métropolitaine à terre ; 13 centimes en France métropolitaine en mer.

L'objectif fixé par le gouvernement en 2005 était d'installer, en 2010, 12 500 MW d'éolien à terre et 1 000 MW en mer. Le Comité opérationnel n° 10 (COMOP 10) issu du Grenelle de l'Environnement a proposé un objectif plus ambitieux de 25 000 MW installés en 2020, soit une production annuelle de 55 TWh (10 % de la production française d'électricité).

Mais la France est encore très loin des objectifs qu'elle s'est fixés. Fin 2009 il y avait 4 600 MW installés mais le rythme se ralentit. Conséquence : il sera impossible d'atteindre l'objectif de 23 % d'énergie renouvelable en 2020 dont l'éolien représente une part importante.

L'éolien offshore n'est pas encore développé en France. Il commence à l'être en Grande-Bretagne (565,8 MW), au Danemark (426,4 MW), aux Pays-Bas (246,8 MW) et en Suède (133,5 MW). Les conditions d'installations sont très difficiles en France en raison de la profondeur des fonds marins proches et des règles administratives.



Production européenne, en GWh, pour 2008

Graphique IDFE

Petites éoliennes : de nombreux types de petites éoliennes sont disponibles pour des usages individuels. Il faut obtenir du vendeur : une estimation de la production moyenne annuelle d'électricité à partir d'une vitesse moyenne annuelle de la station météo la plus proche ; une courbe de la puissance en fonction de la vitesse du vent ; une garantie sur la tenue mécanique du mât, des pales, du rotor, du multiplicateur, de la génératrice et du système électrique. Ces engagements constituent un minimum.