

ECONOMIES D'ENERGIE
FAISONS VITE
ÇA CHAUFFE

Dans l'air du temps,

l'énergie éolienne



LES ÉNERGIES RENOUVELABLES



Dans l'air du temps, l'énergie éolienne

SOMMAIRE

- Depuis longtemps, le vent aide l'homme 3
- Un objectif ambitieux pour l'énergie éolienne 4
- Un gisement éolien important 7
- Un peu de pratique, de l'éolienne au parc éolien 11
- Les aspects économiques 19
- Pour les particuliers, le petit éolien 22
- En résumé 27
- L'ADEME 28

GLOSSAIRE

Aérogénérateur : système complet permettant de convertir l'énergie du vent en énergie électrique. Une **éolienne** convertit l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique qui peut être utilisée pour produire de l'électricité, pomper de l'eau, etc.

Bouquet énergétique : proportion des différentes sources d'énergie (renouvelables, minérales, fossiles) dans la production d'énergie.

Énergie éolienne : énergie produite par le vent faisant tourner les pales d'un aérogénérateur, qui entraînent la rotation du rotor connecté à une génératrice fabriquant de l'énergie électrique. Cette dernière est injectée dans le réseau électrique grâce à un transformateur.

Énergie renouvelable : source d'énergie naturelle et inépuisable. La première est le rayonnement solaire et la plupart des autres en découlent plus ou moins directement (vents, cycle de l'eau et marées, fabrication de biomasse, géothermie de surface, etc.). La seconde est l'énergie terrestre (géothermie profonde). La troisième est la lune qui influe sur le cycle des marées.

Mégawatt (MW) : unité de puissance électrique égale à un million de watts.

Parc éolien : site équipé de plusieurs aérogénérateurs reliés au réseau électrique. On parle aussi de **ferme éolienne**. Les parcs éoliens peuvent être installés sur la terre ferme ou au large des côtes (parcs **offshore**).

Pic de consommation : période, en général brève et survenant brutalement, pendant laquelle la consommation électrique dépasse la production « normale ».

Rotor : partie mobile d'un moteur électrique, d'une turbine.

Zone de développement éolien (ZDE) : zone dans laquelle les éoliennes bénéficient de l'obligation d'achat par EDF de l'électricité produite. Elle est créée à l'initiative d'une commune ou d'un établissement public de coopération intercommunal (EPCI) à fiscalité propre (communauté de commune, d'agglomération, etc.) et validée par le Préfet.

depuis longtemps le vent aide l'homme

Depuis des siècles, l'homme utilise l'énergie du vent pour faire avancer des bateaux, moudre du grain ou pomper de l'eau. Cette technologie millénaire nous sert maintenant à produire de l'électricité.



Bien au point techniquement, la production électrique éolienne est en plein essor. Que ce soit à l'échelle individuelle avec le petit éolien ou à grande échelle avec le grand éolien, l'énergie du vent peut contribuer à diversifier la production électrique de façon décentralisée, en ne produisant directement ni polluants ni CO₂ et sans crainte d'épuisement de la ressource.



un objectif ambitieux pour l'énergie éolienne

Dans le contexte français caractérisé par la dominance des combustibles fossiles et du nucléaire pour produire l'électricité, la diversification du bouquet énergétique passe par une utilisation accrue des énergies renouvelables.

La première loi Grenelle fixe un objectif de 23 % de notre consommation énergétique devant provenir de ressources renouvelables en 2020. Dans le plan «Énergies renouvelables» du ministère du Développement durable, l'éolien contribuera à cet objectif avec 25 000 MW installés en 2020 (19 000 MW terrestres et 6 000 en mer), soit 10 % de la production nationale d'électricité.

Substituer les énergies fossiles par le vent : une réalité

La France, comme tous les pays signataires du Protocole de Kyoto, veut diminuer ses émissions de CO₂.

La fourniture d'électricité s'appuie actuellement sur la **production nucléaire**. Dans les périodes où la production nucléaire n'est pas suffisante, le relais est pris par des **centrales hydroélectriques et thermiques à flamme**. Ces dernières émettent du CO₂. Les remplacer par des centrales fonctionnant grâce aux **énergies renouvelables** éviterait le recours aux énergies fossiles. Aujourd'hui, l'éolien se substitue à hauteur de **75 %** à cette production thermique à flamme.



En 2008 en France, l'éolien a donc permis d'éviter le rejet de **1,65 millions de tonnes de CO₂**. En Europe, cette filière assure déjà la consommation électrique de **30 millions de foyers** (c'est à dire 3,7% de la demande d'électricité) et permet d'éviter la production de **91 millions de tonnes de gaz carbonique par an***.

Produire grâce à des ressources locales : plus de sécurité et moins de gaspillage

L'énergie éolienne est **disponible localement**.

Son utilisation diminue notre **dépendance énergétique**. De plus, elle ne pose pas de problème de **sécurité des approvisionnements** et de **fluctuations incontrôlables des prix** comme c'est le cas pour les énergies fossiles. Son utilisation est aujourd'hui proche de la compétitivité économique avec les prix du marché européen de l'électricité.

La production éolienne d'électricité **au plus près des lieux de consommation**, par des unités de production d'une taille adaptée à des consommations locales, limite aussi les pertes d'énergie lors du transport dans les lignes électriques.



Diversifier la production d'énergie : une solution pleine d'avenir

Ne pas dépendre d'une seule énergie pour la production électrique est un **facteur de sécurité** qui permet de **réguler au mieux la production** en fonction des caractéristiques des énergies utilisées et de la consommation.

* selon EWEA, European Wind Energy Association.



L'éolien est **techniquement au point** pour remplir les objectifs que se sont fixés les pouvoirs publics en matière d'utilisation des énergies renouvelables. Il a toute sa place dans un « **bouquet énergétique** » qui comporterait également le solaire photovoltaïque, l'hydraulique, la biomasse, etc., en plus des énergies minérales et fossiles.

Maîtriser la consommation électrique : un impératif pour tous

En complément d'une plus large utilisation des énergies renouvelables en général et de l'éolien en particulier, il ne faut surtout pas négliger un gisement énergétique très prometteur : la **maîtrise des consommations** et les **économies d'énergie**.

Il suffit pour cela :

- d'**utiliser des équipements performants et économes** (électroménager, éclairage, etc.), en privilégiant ceux dotés d'un A ou d'un A+ sur leur étiquette énergie ;
- de **diminuer la part des utilisations non spécifiques** de l'électricité (comme le chauffage), notamment en isolant mieux les bâtiments ;
- de **modifier nos habitudes** pour consommer moins et réduire les gaspillages : la consommation d'électricité pour des usages spécifiques a augmenté de 75 % depuis 1990.

un gisement éolien important

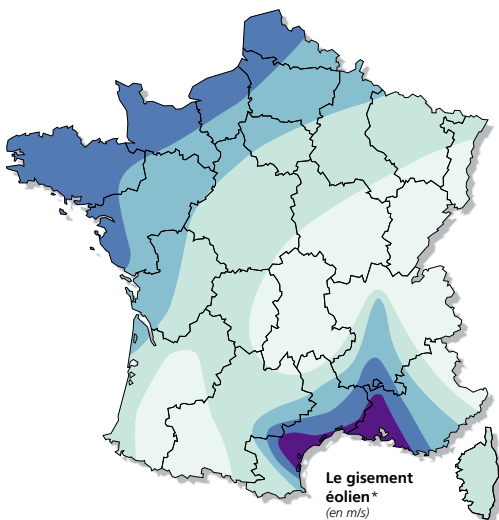
La ressource et ses particularités

■ Un gisement conséquent

La France bénéficie d'un gisement éolien important, le **deuxième en Europe**, après les Îles britanniques.

Les zones régulièrement et fortement ventées se situent sur la façade ouest du pays, de la Vendée au Pas-de-Calais, en vallée du Rhône et sur la côte languedocienne.

Les régimes des vents sont différents dans ces trois secteurs, ce qui les rend complémentaires les uns des autres.



Bocage dense, bois, banlieue	Rase campagne, obstacles épars	Prairies plates, quelques buissons	Lacs, mer	Crêtes***, collines	
<3,5	<4,5	<5,0	<5,5	<7,0	Zone 1
3,5 - 4,5	4,5 - 5,5	5,0 - 6,0	5,5 - 7,0	7,0 - 8,5	Zone 2
4,5 - 5,0	5,5 - 6,5	6,0 - 7,0	7,0 - 8,0	8,5 - 10,0	Zone 3
5,0 - 6,0	6,5 - 7,5	7,0 - 8,5	8,0 - 9,0	10,0 - 11,5	Zone 4
>6,0	>7,5	>8,5	>9,0	>11,5	Zone 5

* Vitesse du vent à 50 mètres au-dessus du sol en fonction de la topographie.

** Les zones montagneuses nécessitent une étude de gisement spécifique.

■ Une ressource variable, mais prévisible et gérable

- Le vent est **variable** localement. Il peut être nul, trop faible ou trop fort et dans ce cas les éoliennes ne peuvent produire de l'électricité. Cependant, ces effets locaux peuvent être en partie atténués :

- vu les régimes climatiques différents des régions de France les plus ventées, la production éolienne n'y est pas nulle au même moment ;

- les vents sont plus fréquents en hiver lorsque la demande d'électricité est la plus forte.

- Le gestionnaire du réseau électrique atténue la variabilité résiduelle de l'éolien en utilisant les autres sources de production et les capacités de stockage offertes par l'eau des barrages, des lacs de retenue et des stations de transfert d'énergie par pompage.

Il peut utiliser les données météo afin de prévoir la production éolienne pour accroître la proportion d'éolien intégrée au réseau et diminuer le recours aux centrales thermiques à flamme.

Il peut aussi utiliser les interconnexions avec les autres réseaux européens pour exporter les surplus éoliens ou importer de l'électricité en cas de besoin.

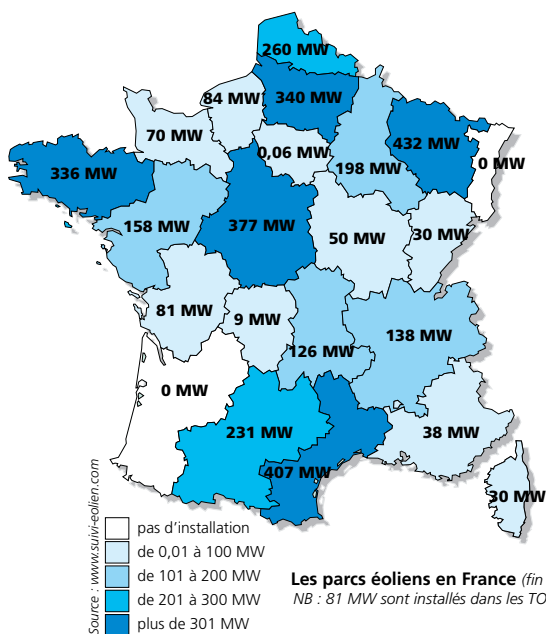
- Finalement, les nouvelles technologies éoliennes de contrôle des centrales permettent de réguler la puissance injectée pour assurer l'équilibre du réseau.

La place de l'éolien en France

■ Les parcs éoliens

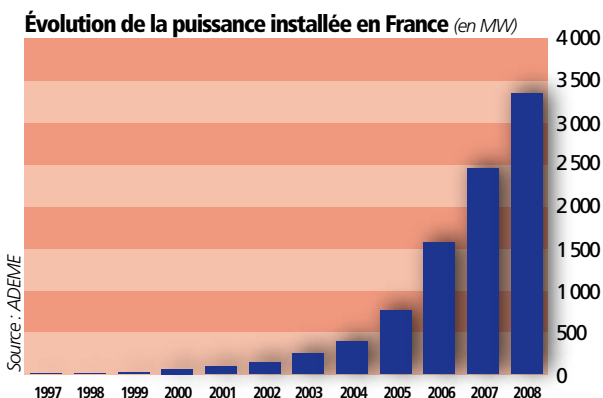
Il y avait en France **environ 2 500 éoliennes** et une **puissance installée de 3 300 MW** fin 2008. Les parcs sont de taille variable, de une à plusieurs dizaines de machines.

Le plus important, celui de Fruges dans le Pas-de-Calais, compte **70 éoliennes** pour une puissance totale installée de **140 MW**. Ce parc peut alimenter une population d'environ **126 000 habitants**.



■ La production électrique éolienne

Fin 2008, l'éolien installé en France représentait **3 300 MW**. Les objectifs fixés par l'État au travers de la PPI (Programmation pluriannuelle des investissements) prévoient au moins 17 000 MW installés en 2015. La France est aujourd'hui au **3^{ème} rang européen** en terme de marché annuel et **5^{ème}** en terme de puissance installée.



La **part de l'éolien** dans la production électrique nationale est encore faible (5,6 TWh en 2008, soit un peu plus de 1%) mais sa **progression** est rapide et importante (+79 % entre 2006 et 2007).

L'éolien est considéré en France comme l'énergie renouvelable ayant le meilleur potentiel de développement à court terme. En dehors de l'énergie d'origine hydraulique, il est largement majoritaire pour la production d'électricité d'origine renouvelable. Il devrait produire autant d'électricité que l'hydraulique en 2020.



un peu de pratique, de l'éolienne au parc éolien

Faire de l'électricité avec du vent

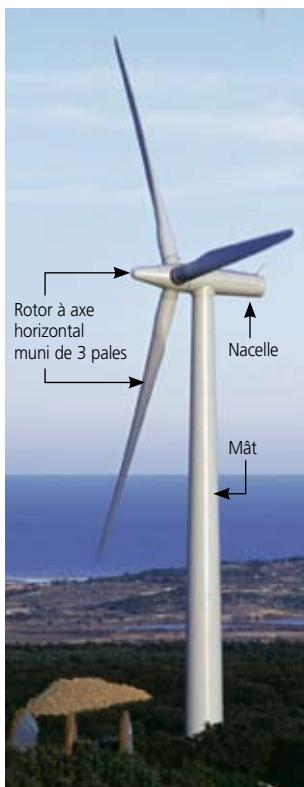
■ Un fonctionnement simple

Héritiers des moulins à vent, les **aérogénérateurs** - plus souvent appelés éoliennes - utilisent la force du vent pour la transformer en électricité.

La machine se compose de **pales** (3 en général) portées par un **rotor** et installées au sommet d'un **mât** vertical. Cet ensemble est fixé sur une **nacelle** qui abrite un **générateur**. Un moteur électrique permet d'orienter la partie supérieure afin qu'elle soit toujours face au vent.

Le vent fait tourner les pales entre 10 et 25 tours par minute. Le générateur transforme l'**énergie mécanique** ainsi créée en **énergie électrique** et adapte l'électricité produite aux normes du réseau.

Les éoliennes fonctionnent pour des vitesses de vent comprises entre 14 et 90 km/h. Au-delà, elles sont arrêtées pour raison de sécurité.



■ Les différents types d'éoliennes

■ Les **grands aérogénérateurs** récents installés dans les parcs éoliens développent une puissance d'environ **2 MW**, ce qui permet d'alimenter en électricité **environ 2 000 foyers** (hors chauffage).

Le mât est en général deux fois plus haut que la longueur des pales : de l'ordre de 100 m pour des pales de 50 m.

■ Les **petites éoliennes** (voir pages 22 à 25) destinées aux particuliers fonctionnent sur le même principe. Leur puissance varie entre 0,1 et 20 kW. Le mât mesure entre 10 et 35 m. Elles peuvent alimenter des **bâtiments isolés** non reliés au réseau électrique ou bien être **raccordées au réseau** pour une vente de la production.



■ Les éoliennes les plus fréquentes sont à **axe horizontal**, mais il en existe aussi à **axe vertical**. Elles pourraient en théorie fonctionner avec des vitesses de vent plus importantes ou s'adapter, pour le petit éolien, à des zones de vent irrégulier.

Installer un parc éolien : des démarches qui impliquent les citoyens

L'installation d'un parc éolien nécessite une procédure en plusieurs étapes impliquant tous les acteurs : porteurs de projet, élus, pouvoirs publics et citoyens.

Un projet éolien peut être lancé :

- par un groupe d'agriculteurs, de particuliers ou une collectivité locale (**projet citoyen**) ;
- par une société privée dotée des capitaux nécessaires (**projet industriel**) ;
- par une collectivité associée à des capitaux privés (**société d'économie mixte**) ;
- par une société privée avec participation financière de la population (**projet participatif**).

■ Le choix de la localisation : les études de préfaisabilité

La première étape consiste à s'assurer que le site d'implantation envisagé convient à un projet de parc éolien.

Il doit en particulier :

- être **suffisamment venté**. Dans l'idéal, les vents doivent être réguliers et suffisamment forts, sans trop de turbulences, tout au long de l'année. Des études des vents sur le site sont indispensables ;
- être **facile à relier au réseau électrique** haute ou moyenne tension ;
- être **facile d'accès** ;
- ne pas être soumis à certaines **contraintes ou servitudes** (aéronautiques, radars, etc.) ;
- prendre en compte le **patrimoine naturel** et en particulier l'avifaune, éviter les zones protégées (réserves, sites Natura 2000, etc.) ;



- ne pas prendre place dans des **secteurs architecturaux ou paysagers sensibles** (sites emblématiques, paysages remarquables, sites inscrits ou classés, etc.) ;
- être d'une **taille suffisante** pour accueillir le projet.

Quelques chiffres

Les éoliennes doivent se situer à une distance des habitations déterminée par le volet acoustique de l'étude d'impact qui prend en compte la réglementation « Bruit et Voisinage ».

La distance entre éoliennes doit être de 400 m environ. Leur emprise au sol (surface surplombée par les pales) est d'environ 8 000 m². Un parc éolien de 10 machines couvre environ 10 ha.

La création des **zones de développement éolien (ZDE)** permet aux collectivités locales de délimiter a priori des zones favorables à l'implantation des parcs éoliens.

■ Les zones de développement éolien (ZDE)

Depuis juillet 2007 (Programme d'Orientation de la Politique énergétique française ou loi POPE), une éolienne, petite ou grande, doit se situer dans une zone de développement éolien ou ZDE **pour bénéficier de l'obligation d'achat d'électricité** par EDF.

Une ou plusieurs communes ou EPCI (établissement public de coopération intercommunal) proposent au préfet du département la création d'une ZDE.

Les **critères entrant en jeu pour sa définition** sont :

- le potentiel éolien ;
- les possibilités de raccordement au réseau électrique ;
- la protection des paysages, des monuments et des sites.

Ils permettent de définir le **périmètre de la zone** et la **puissance minimale et maximale** qui peut y être installée.



Le dossier est instruit par les DREAL (Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement) qui regrouperont progressivement les DRIRE et les DIREN dans les trois prochaines années, avec avis du SDAP (Service départemental de l'Architecture et du Patrimoine) et des communes limitrophes pour l'aspect paysage et patrimoine.

Après passage en commission départementale de la nature, des paysages et des sites, le **préfet du département décide de la création ou non de la ZDE.**

La situation d'un projet en ZDE **ne présume pas** de son acceptation finale. Enfin, en ZDE ou pas, un projet est soumis à la même procédure.

■ La suite de la procédure

Si les conditions sont favorables, les porteurs de projet prennent contact avec les collectivités territoriales concernées.

Quelques chiffres encadrant les procédures

Les éoliennes dont le mât mesure moins de 12 m n'ont pas besoin de permis de construire.

Les éoliennes soumises à une évaluation environnementale sont :

- celles de taille moyenne (mât de 12 à 50 m), qui nécessitent une **notice d'impact** dans le dossier de permis de construire ;
- celles de plus de 50 m ou les projets d'un montant supérieur à 1,82 millions d'euros, qui nécessitent une **étude d'impact**.

Une **enquête publique** est exigée pour les machines de plus de 50 m (loi POPE du 13/7/2005).

Pour être mené à bien, un projet éolien doit obtenir deux autorisations : le **permis de construire** et l'**autorisation de produire de l'électricité**.

■ La **demande de permis de construire** est déposée en mairie. Dans le dossier doit figurer une **notice** ou une **étude d'impact** (*voir encadrés*). On y trouve aussi la localisation des éléments du parc et l'évaluation environnementale.

L'évaluation environnementale : étude ou notice d'impact

L'évaluation environnementale fait le point sur l'état initial du site d'implantation envisagé, analyse les impacts du projet au regard du milieu naturel, des paysages, de l'environnement humain et économique et propose des mesures de compensation ou de réduction des impacts.

Pour en savoir plus, consultez le guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens, téléchargeable à l'adresse suivante : www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_eolien.pdf.

■ Pour les projets dans lesquels les éoliennes dépassent 50 m, le dossier de demande de permis de construire est soumis à **enquête publique**. Cette **phase essentielle** permet à la **population** de consulter toutes les pièces du dossier, de demander des explications et de donner son avis sur le projet avant la fin de l'instruction de demande de permis de construire. L'enquête publique concerne au minimum toutes les communes voisines du site d'implantation prévu.

Le projet peut aussi faire l'objet de réunions de présentation et de concertation avec le public.

■ Au vu du contenu du dossier et du résultat de l'enquête publique, **le préfet de département délivre ou non le permis de construire.**

Si le permis de construire est accepté, le projet entre dans la phase de réalisation des travaux puis d'exploitation.



L'**autorisation d'exploiter** est délivrée par le ministre en charge de l'Énergie.

Si le parc se situe en ZDE, le courant produit est acheté au **tarif d'achat spécifique** (0,082 €/kWh conformément à la publication au J. O. du 13/12/2008 de l'arrêté fixant les conditions d'achat de l'électricité éolienne). Sinon, il y a **négociation d'un contrat et d'un tarif d'achat** avec le distributeur d'électricité.

■ **Un démantèlement programmé**

La durée de vie d'un parc éolien est estimée à **20 ans**. La réglementation précise, dans l'article L553-3 du Code de l'environnement, que l'exploitant d'une éolienne est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site à la fin de l'exploitation.

Constituée d'acier et de matières plastiques, une éolienne est démontable en fin de vie et **presque totalement recyclable**. Elle ne laisse pas de polluant sur son site d'implantation.

Une analyse des impacts environnementaux et sociaux

■ L'utilité des ZDE

L'instauration des ZDE permet de définir a priori des secteurs où l'implantation d'une éolienne ou d'un parc est envisageable en fonction des conditions environnantes.

La garantie de l'achat de l'électricité produite à un tarif intéressant est **incitative** pour installer les parcs en ZDE et non hors de celles-ci.



■ Des études préalables et des suivis sur la faune et la flore

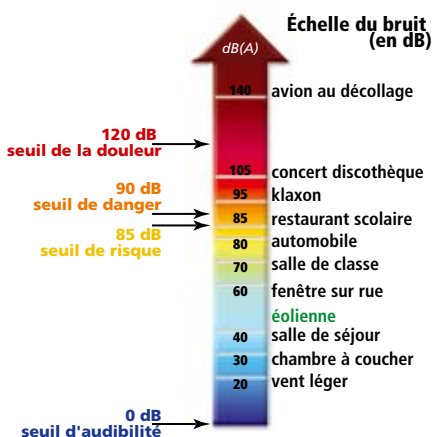
L'étude d'impact nécessaire à un projet de parc éolien comporte un **volet milieu naturel**, qui traite en particulier de l'avifaune. L'implantation doit se faire hors des couloirs de migration ou des zones sensibles pour les oiseaux nicheurs.

Des **suivis** des populations d'oiseaux permettent d'améliorer les mesures de réduction des risques.

■ Les paysages, une question sensible

L'**intégration paysagère** des éoliennes pose question, du fait de leur taille. Leur implantation fait l'objet d'analyses paysagères soigneuses et ne peut être envisagée dans des secteurs paysagers remarquables ou préservés. Les **constructions annexes** (accès, transformateurs, enfouissement des réseaux, etc.) font partie de cette analyse.

■ La santé : un souci très présent



Les éoliennes récentes sont **peu bruyantes**, et des études n'ont pas montré d'impact particulier du bruit sur les riverains des parcs éoliens.

Les machines font l'objet de **perfectionnements techniques** constants pour réduire encore le bruit : diminution de la vitesse de

rotation des pales, engrenages de précision silencieux, montage des arbres de transmission sur amortisseurs, capitonnage de la nacelle.

Les projets éoliens sont soumis à la réglementation relative à la lutte contre les bruits de voisinage (décret 2006-1099 du 31/08/2006).

Les aérogénérateurs produisent de l'électricité **sans dégrader la qualité de l'air, sans polluer les eaux ou les sols**, ce qui est globalement bénéfique pour la santé.

■ Une perception globalement favorable*

Les français sont nettement favorables à l'installation d'éoliennes en France (à 83 %) et dans leur région (à 79 %). Ils le sont encore majoritairement (à 62 %) si le projet se situe à moins d'1 km de chez eux.

Lorsqu'ils ne sont pas favorables à l'installation d'une éolienne à moins d'1 km de chez eux, ils motivent leur réponse par la crainte de la nuisance paysagère et du bruit. L'inquiétude au sujet bruit s'estompe bien souvent après la visite d'une ferme éolienne.

*enquête BVA (2008) pour l'ADEME : « Les français et les énergies renouvelables ».

les aspects économiques

Techniquement fiable, la filière éolienne voit sa compétitivité faire des progrès continus.

Coût et rentabilité

Le coût d'investissement constaté en 2008 se situait entre 1 300 et 1 600 € par kW installé. Il englobe le coût des études, des matériels, du raccordement, de l'installation, des frais de mise en route et de démantèlement.

La rentabilité d'un investissement dans un projet éolien dépend des prix de revient et de vente du kWh. Le prix de revient va continuer à **baisser** dans les années qui viennent (progrès techniques, diminution régulière du coût du kW installé consécutive aux volumes installés, effets d'apprentissage, etc.). Le tarif d'achat par EDF est fixé par les pouvoirs publics, qui **soutiennent les énergies renouvelables, dont l'éolien**. Ce soutien est de même nature que celui apporté aux autres filières énergétiques.

Les coûts d'exploitation, d'entretien et de maintenance représentent **3% par an** du coût d'investissement total.





Comme toutes les nouvelles techniques de production d'électricité à leurs débuts, le kWh éolien est plus cher que celui produit par les centrales classiques dont tous les coûts environnementaux ne sont pas pris en compte. Ce « surcoût » temporaire est pris en charge par tous les consommateurs d'électricité, au même titre que les autres charges du service public de l'électricité. Il en représente actuellement une partie minime. En 2020, pour 25 000 MW installés dont 6 000 en mer et pour un foyer consommant 2 500 kWh/an (ce qui représente la consommation moyenne d'un foyer ne se chauffant pas à l'électricité), le **coût sera de 5,4 €/an** et, pour un foyer se chauffant à l'électricité, **26 €/an**.

De plus cette valeur ne tient pas compte des retombées économiques engendrées ni des **moindres impacts sur l'environnement** d'un tel programme.

Retombées économiques

■ La filière éolienne est **créatrice d'emplois**, pour la fabrication et pour l'installation. Elle employait fin 2007 environ 150 000 personnes en Europe et 350 000 dans le monde*.

➔ **Pour en savoir plus**, consultez le site internet www.ademe.fr, rubrique « Recherche, développement et innovation / Stratégie et orientation / l'ADEME et vous : Stratégie et études n°13 ».

Plus de 80 % du marché des éoliennes sont contrôlés par les constructeurs européens (Danemark, Allemagne, Espagne). Historiquement, l'industrie éolienne française s'est spécialisée dans la fabrication de composants (mâts, pales, générateurs, etc.). Aujourd'hui

* Source Syndicat des Énergies renouvelables



AREVA (Multibrid), Alstom (Ecotècna) et Vergnet se positionnent sur le marché de la fabrication et de l'assemblage des composantes des éoliennes. Fin 2008, la filière éolienne française (fabrication et installation) employait environ 7 000 personnes (*étude ADEME, juillet 2008*).

■ Les parcs éoliens sont une **source de revenus pour les collectivités locales** par le biais de la taxe professionnelle. Elle rapporte, pour une éolienne de 1 MW, environ 6 000 € pour la commune ou la communauté de commune, 6 000 € pour le département et 1 200 € pour la région. Cette source de revenus contribue souvent de manière importante au développement économique des communes.

Les **propriétaires fonciers** touchent de 2 000 à 3 000 € par an et par éolienne implantée sur leur terrain. Ce revenu fixe est très apprécié dans le secteur agricole soumis aux aléas des marchés mondiaux des matières premières.

Perspectives d'avenir

Pour atteindre les objectifs fixés par le Grenelle Environnement (puissance installée fin 2012 : 11 500 MW), il faudra installer environ **1 800 MW en moyenne annuelle**, alors qu'environ 1 100 MW ont été installés en 2008. Il faut donc sensiblement accélérer le rythme des installations.

Les **perspectives pour l'emploi** dans ces conditions sont prometteuses : la filière éolienne pourrait en 2012 générer 16 000 emplois directs (plus de 20 000 si l'on compte les emplois indirects) dont 2 150 environ dans la gestion et la maintenance des parcs.

pour les particuliers le petit éolien

L'éolienne individuelle : une solution pour les zones rurales

Les éoliennes les plus courantes, à axe horizontal, fonctionnent mal dans les zones urbaines où les turbulences sont importantes. Elles conviennent en revanche dans les secteurs ruraux, en particulier dans les sites isolés non raccordés au réseau, si le potentiel éolien y est intéressant.

■ Une condition nécessaire : des vents constants et réguliers

La force, la fréquence et la régularité des vents sont des facteurs essentiels pour que l'exploitation de la ressource éolienne soit intéressante, et cela quelque soit la taille de l'éolienne. À moins de 20 km/h de moyenne annuelle (soit 5,5 m/sec), l'installation d'une éolienne domestique n'est pas conseillée.

La localisation géographique et topographique est importante : à Narbonne, une éolienne sera efficace presque partout. À Dijon, il faudra l'installer en haut d'une colline pour qu'elle produise suffisamment.

La production d'une éolienne dépend de la vitesse du vent, du rendement du rotor et de la surface balayée par les pales.

Si on augmente leur longueur de 40%, la puissance disponible double.

Si la vitesse du vent double, la puissance disponible est multipliée par 8.



Étudiez le vent !

Même si la zone où vous habitez semble favorable à l'installation d'une éolienne, il est quasi indispensable de bien étudier le vent au travers des données météorologiques locales et de réaliser des mesures. En montagne, ces précautions sont absolument nécessaires car, du fait du relief, les situations peuvent varier de façon importante sur de faibles distances.

N'oubliez pas que vous devez vous situer dans une **zone de développement éolien (ZDE, voir page 14)** si vous voulez bénéficier de l'obligation d'achat d'électricité par EDF (tarif actuel : 0,082 €/kWh).

■ Quelques données pour cadrer l'installation

Les éoliennes domestiques peuvent être **raccordées au réseau** ou **alimenter une habitation en site isolé**.

Ce sont des machines de petite ou moyenne puissance (0,1 à 20 kW) montées sur des mâts de 10 à 35 m. En site non raccordé au réseau, pour vos besoins (hors chauffage), faites installer une éolienne de **3 à 5 kW**.

L'installation comprend une **éolienne** à deux ou trois pales, qui fonctionne sur le même principe de base qu'un grand aérogénérateur.



Un **onduleur** permet d'obtenir un courant aux qualités constantes malgré les variations du vent, utilisable par vos appareils électriques ou réinjectable dans le réseau de distribution. En site isolé, il est indispensable de disposer d'un **générateur d'appoint** (installation photovoltaïque ou petit moteur diesel) pour compenser une longue période sans vent, au cours de laquelle les **batteries** servant au stockage du courant excédentaire pourraient se décharger.

La **durée de vie** d'une éolienne est d'environ vingt ans.

■ Un travail de spécialiste

Bien choisir le site d'implantation, concevoir la machine, la dimensionner au plus près de vos besoins, l'installer... : un spécialiste proposera un matériel performant

et réalisera les travaux selon les règles de l'art et en particulier selon les règles de sécurité (fondations, haubanage, etc.). Pour plus de précisions, consultez l'Espace Info→Énergie le plus proche de chez vous.

Attention !

Adressez-vous à des professionnels reconnus ou de confiance pour la fourniture des éléments de votre installation. En effet, il n'existe pas encore de certification sur le matériel éolien à usage privé.

■ Des démarches préalables indispensables

■ N'oubliez pas que des autorisations ou des accords sont nécessaires ou utiles pour implanter un aérogénérateur :

• **auprès de la mairie de votre commune**, une demande de permis de construire, si le mât de votre éolienne dépasse douze mètres de haut. Dans les autres cas, une déclaration de travaux suffit.

Si la production de l'éolienne est destinée à l'auto-consommation, c'est le maire qui délivre le permis de construire. Si elle est destinée à la vente, c'est le préfet ;

• **auprès de vos voisins**, car un petit aérogénérateur a un impact visuel et peut générer une nuisance sonore.

■ Si vous voulez **électrifier un bâtiment non relié au réseau**, faites votre demande d'électrification par courrier au maire de votre commune. C'est lui qui agréera votre demande. Le maître d'ouvrage de votre installation sera votre syndicat d'électrification en zone rurale, EDF en zone urbaine.

Vous devez ensuite vous assurer que **le coût de l'électrification par énergies renouvelables est inférieur au coût de raccordement au réseau de distribution**. Si c'est le cas, une ou plusieurs solutions techniques et une participation financière vous sont proposées. Le maître d'ouvrage fait les demandes de participations financières auprès des partenaires concernés (*voir ci-dessous*).

Les travaux peuvent commencer après obtention de votre accord et de celui des partenaires financiers.

Une fois terminée, **l'installation ne vous appartient pas**, elle est concédée à EDF ou à un fournisseur

d'électricité et vous devez vous acquitter d'une redevance mensuelle qui est fonction de la puissance du générateur, comme un abonné classique.

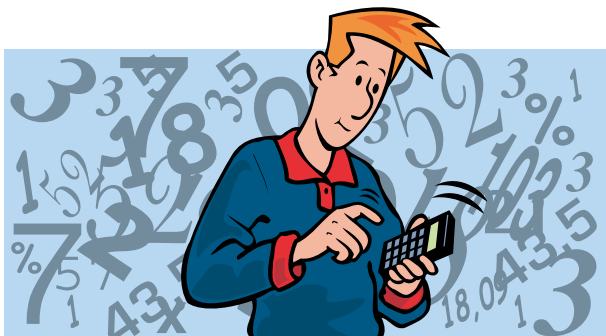
■ Des précautions à prendre

Sur votre parcelle, le lieu d'implantation sera le plus exposé possible. Un aérogénérateur ne prend pas beaucoup de place. Cependant, si c'est un modèle qui peut être basculé en cas de vent violent, il faut l'installer dans un endroit dégagé. Le bruit peut être gênant si l'éolienne est trop près de la maison, mais plus elle sera loin, plus le câblage coûtera cher.

L'endroit idéal réalisera sans doute un compromis de toutes ces exigences.

■ Et l'aspect financier ? Coût, aides et rentabilité

■ La **fourniture du matériel et son installation** par un professionnel représente un investissement pouvant aller de **25 000€ à 40 000€**, y compris les batteries, mais peut varier dans des proportions assez importantes en fonction de la puissance précise de l'aérogénérateur, du type de technologie proposée, etc.



■ Vous avez droit à un **crédit d'impôt** pour l'achat d'un aérogénérateur, si votre installation est inférieure ou égale à 3 kW. Le matériel et la main d'œuvre bénéficient également d'un taux de TVA réduit (5,5 %).

→ **Pour en savoir plus** sur le crédit d'impôt et les équipements éligibles voyez le site de l'ADEME : www.ademe.fr/credit-impot.

En cas d'électrification en site isolé, vous pouvez bénéficier de subventions particulières :

- sur un territoire en régime rural d'électrification, vous pouvez recevoir des **aides du FACE** (fonds d'amortissement des charges d'électrification) **ou de l'ADEME**, par l'intermédiaire de votre syndicat d'électrification et parfois de votre commune. Le montant de ces aides peut atteindre au maximum 95 % des dépenses.
 - des **aides complémentaires** peuvent exister localement, provenant de l'Union européenne, des conseils régionaux ou généraux. Si vous habitez les DOM-TOM, consultez la délégation ADEME de votre région pour connaître les formules particulières à votre disposition.
- **La rentabilité d'un projet de petit éolien est rarement assurée hors des ZDE.** Elle est fortement conditionnée par la vitesse du vent. Le **temps de retour** est en général supérieur à 10 ans.

Dans tous les cas, un tel projet n'est pas aussi simple que l'utilisation des **autres énergies renouvelables** à la maison (chauffe-eau solaire, bois énergie, panneaux photovoltaïques) : **ne vous lancez dans un projet éolien individuel que dans des conditions très favorables et entouré de spécialistes compétents.**

Une autre façon d'investir dans l'éolien : participer au financement des parcs

Certains parcs éoliens sont mis en place **avec la participation financière de la population**. Ainsi, les riverains peuvent bénéficier des retombées économiques positives directes d'une telle implantation.

Cette implication des citoyens dans le projet peut jouer un rôle important dans son acceptation par la population.



en résumé...

- Dans l'optique d'une production électrique plus diversifiée et davantage fondée sur les énergies renouvelables, l'éolien tient une place de premier plan.
- La production électrique éolienne permet de moins utiliser les centrales thermiques à flamme, de diminuer notre dépendance énergétique et de produire plus près des lieux de consommation.
- En France, le gisement est intéressant et les effets de variabilité du vent sont gérés en fonction des autres capacités de production et les échanges d'énergie avec les autres pays d'Europe via l'interconnexion des réseaux.
- La production croît régulièrement et rapidement, avec des retombées économiques intéressantes en terme d'emplois. Dans le même temps, la mise en place de parcs éoliens est soumise à des procédures exigeantes où le citoyen peut et doit faire entendre sa voix.
- Les particuliers, dans les zones rurales surtout, peuvent eux aussi s'équiper d'une petite éolienne pour produire leur électricité sans pollution, l'utiliser sur place où la revendre au réseau. Ils peuvent aussi participer au financement des parcs éoliens.

Crédits

Photos : M. Passet p.3d ; ADEME (Sébart p.3g, 4g, 11, 16, 19 ; Petitjean p.4d, 13, 14, 17, 20, 21, 26 ; Bourguet p.5, 22, 23 ; Paillard p.6).

Infographies : H. Bareau p.9 (haut et bas) ; Graphies p.7 et 18.

Illustrations : Francis Macard

L'ADEME

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Elle participe à la mise en oeuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. L'agence met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, les aide à financer des projets dans cinq domaines (la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit) et à progresser dans leurs démarches de développement durable.

www.ademe.fr



Pour des conseils pratiques et gratuits sur la maîtrise de l'énergie et les énergies renouvelables, contactez les Espaces **INFO → ÉNERGIE**, un réseau de spécialistes à votre service.

Trouvez le plus proche de chez vous en appelant le n° Azur (valable en France métropolitaine, prix d'un appel local) :

0 810 060 050

Ce guide vous est fourni par :



Siège social : 20, avenue du Grésillé
BP 90406 - 49004 ANGERS cedex 01

