



# éoliennes & contexte énergétique

- Le contexte énergétique français
- Les engagements politiques internationaux
- Le nucléaire  
une filière encore dominante en France
- Quelle place pour l'éolien ?



Photo O. SEBART



Les énergies renouvelables répondent à une stratégie énergétique à long terme basée sur le principe du développement durable. Elles répondent en effet aux besoins actuels sans compromettre le développement des générations futures.

Les énergies renouvelables (EnR) font appel aux éléments naturels : le soleil, le vent, l'eau, la biomasse...

En complémentarité avec la maîtrise de nos consommations d'énergie, ces ressources inépuisables permettent d'anticiper l'épuisement des réserves fossiles (pétrole, gaz...) et de limiter l'utilisation des ressources fissiles (uranium). De plus, elles évitent de relâcher des quantités énormes de polluants dans l'atmosphère : gaz responsables des "pluies acides" (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) ou gaz à l'origine du renforcement de l'effet de serre (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, oxyde d'azote...).

En ce qui concerne les énergies renouvelables, les émissions de polluants se limitent aux activités liées à la fabrication et à l'installation des matériels et sont très faibles.

La liste des atteintes écologiques engendrées par l'utilisation des énergies fossiles et fissiles est bien longue : pollution atmosphérique, marées noires, pollution des sols et de l'eau, accidents nucléaires, stockage des déchets...

**RAPPEL**

L'unité de puissance s'exprime en Watt (W). Le Watt correspond lui-même au produit de la tension (en volts) et de l'intensité (en ampères).

**Equivalences :**

- 1 Kilowatt (kW) = 1000 Watts (W)
- 1 Mégawatt (MW) = 1 000 000 W = 1000 kW

Pour fixer les idées, signalons que la puissance d'un réacteur nucléaire moyen français est de 1000 MW. Une centrale est généralement composée de trois à quatre réacteurs.

Les éoliennes les plus courantes actuellement sur le marché ont des puissances comprises entre 1 et 2 MW.

La production et la consommation d'électricité s'expriment en wattheure (Wh). Le nombre de wattheures utilisés ou générés est le produit de la puissance (nombre de watts) par le nombre d'heure d'utilisation. En d'autre terme, 1kWh est l'énergie fournie pendant une heure par une source d'une puissance constante de 1 kW.

**Equivalences :**

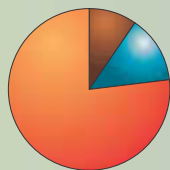
- 1kWh = 1000 Wh,
- 1 Mégawattheure (MWh) = 1000 kWh,
- 1 Gigawattheure (GWh) = 1 000 000 kWh,
- 1 Téraawattheure (TWh) = 1000 GWh.

Par exemple, la production de 1000 Wh (1kWh) permet de faire fonctionner pendant une heure un appareil électrique d'une puissance de 1000 W ou deux appareils de 500 W. Inversement, l'utilisation d'un fer à repasser de 1000 W (1kW) pendant 30 minutes consomme 0,5 kWh (1kW x 0,5 h).

**LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE FRANÇAIS**

L'autonomie énergétique de la France, en d'autres termes son indépendance du point des sources d'énergie est bien différente si l'on considère l'ensemble des énergies ou si l'on fait abstraction de la production d'électricité. Dans ce dernier cas, la dépendance énergétique vis-à-vis des ressources fossiles (charbon, gaz, pétrole) est très forte et leur production nationale poursuit

> Les principales sources de production d'électricité en France



- Thermique nucléaire 77 %
- Hydraulique 13,5 %
- Thermique classique 9,6 %

Figure 1 - Source : DGEMP

sa décroissance. En 2000, elle était de - 6,0% pour le gaz, -7,3% pour le pétrole et -28% pour le charbon.

La production d'électricité en France s'élevait à 540 TWh en l'an 2000. Elle se répartie entre trois principales sources énergétiques (figure 1) : 77 % par le nucléaire (415 TWh), 13,5 (73TWh) par la grande hydraulique et 9,6% (52 TWh) pour le thermique classique (centrales au fioul et au charbon).

Eoliennes & contexte énergétique



Géothermie / Éolien / Biomasse / Biogaz / Solaire Thermique / Solaire Photovoltaïque / Petite Hydraulique

Eolien & contexte énergétique

La production d'électricité par les énergies renouvelables est encore très modeste, contribution hydroélectrique exclue. En regard des objectifs fixés par la Directive Européenne EnR, la production par l'énergie éolienne devrait atteindre 30 TWh en 2010. La répartition de la consommation en 2000 (figure 2) montre qu'une partie de la production est exportée (73 TWh) et que 30,3 TWh sont perdus lors du transport sur le réseau électrique. La perte en ligne de l'électricité s'explique notamment par les longues distances que l'électricité doit parcourir, les moyens de production étant centralisés (58 tranches nucléaires sur 20 sites).

La France se caractérise donc dans le domaine énergétique par :

- l'absence presque totale de ressources fossiles (pétrole, gaz, charbon)
- la relance des efforts de maîtrise de l'énergie, en particulier dans le domaine du transport où les gisements d'économie sont très importants
- la prédominance du nucléaire dans la production électrique (77%)

Dans cette situation, la politique d'avenir la plus prometteuse consiste à jumeler la

maîtrise des consommations avec le développement des énergies renouvelables. En effet, tout kWh économisé ou produit par ces énergies propres présente plusieurs avantages :

- Il évite d'utiliser des énergies fossiles polluantes et de réserve limitée
- Il diminue les risques liés à l'usage de l'énergie nucléaire
- Il augmente notre indépendance énergétique
- Il crée de l'activité et de l'emploi au plan local

En outre, les énergies renouvelables sont décentralisées. L'énergie est produite

localement, nécessitant peu d'investissements sur le réseau de distribution ou de transport (renforcement) jusqu'à un certain niveau de développement des projets. Les énergies renouvelables, dans leur diversité, peuvent participer efficacement à la diversification de notre production d'électricité et induisent un impact insignifiant au regard des atteintes causées par les énergies fossiles et fissiles. Associées à une politique ambitieuse de maîtrise de l'énergie, elles peuvent alors permettre une réduction significative de la part d'électricité produite par les énergies fossiles et le nucléaire.

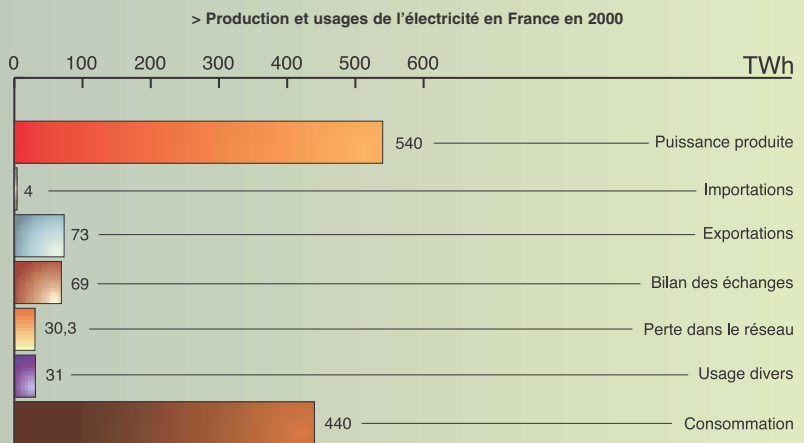


Figure 2 - Source : DGEMP

### DES ENGAGEMENTS POLITIQUES INTERNATIONAUX

Pour répondre aux enjeux du développement durable, un certain nombre de décisions politiques a été adopté au niveau international. Les pays signataires doivent alors décliner et adapter ces engagements à leur contexte national.

Le protocole de Kyoto engage les pays qui l'auront ratifié à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Cet accord a participé à l'émergence de

nouvelles politiques nationales de développement des énergies renouvelables. En France, la Mission Interministérielle sur l'Effet de Serre (MIES) a été chargée d'élaborer un plan national de lutte contre le changement climatique (PNLCC) qui prend en compte le développement des énergies renouvelables et de l'éolien en particulier.

Comme le montre la figure 3, l'énergie éolienne est l'une des plus intéressantes



Photo C. SEBART

du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub>, qui sont dans ce cas très faibles.

En 1997, la production d'électricité a engendré en France l'émission de 15,5 millions de tonnes de carbone. La source principale est représentée par les centrales thermiques (au fuel, au gaz ou au charbon). L'éolien permettra de limiter, à terme, le recours à ces procédés de production polluants et de réduire progressivement la part d'électricité nucléaire qui ne l'est pas moins, pour d'autres raisons. Aujourd'hui tout kWh éolien produit en Europe se substitue à un kWh produit par une centrale thermique grâce à l'interconnexion des réseaux électriques.

> Classement des technologies par émission de CO<sub>2</sub>  
(en g/kWh, situation du réseau en Allemagne)

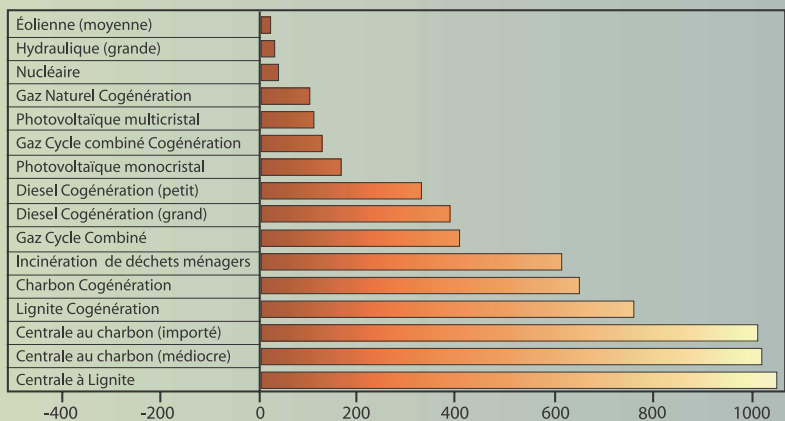


Figure 3 - Source : GEMYS 3.0,2/1998

**LE NUCLÉAIRE, UNE FILIÈRE ENCORE DOMINANTE EN FRANCE**

Si l'industrie nucléaire peut sembler intéressante sur le plan de ses émissions de gaz à effet de serre, elle engendre en revanche une production de déchets radioactifs hautement toxiques, à longue durée de vie (jusqu'à plusieurs dizaines de milliers d'années). La probabilité de voir un accident se produire est faible. En revanche, la gestion des déchets et le démantèlement des centrales nucléaires constituent autant de paris sur



Photo C. SEBAST

l'avenir, la logique de développement durable devant s'imposer partout. Le parc nucléaire assure actuellement environ 77 % de la production d'électricité produite dans notre pays. Près de 15 % de l'électricité est exportée. Certains se demandent alors pour quelle raison, si notre production d'électricité est excédentaire, il est encore nécessaire de développer de nouvelles sources de production énergétique. Les points suivants apportent des éléments de réponse.

**RAISONNER À LONG TERME**

En 2010, la consommation française d'électricité aura augmenté de 100 TWh, soit l'équivalent de 12 centrales nucléaires. La tendance naturelle du marché serait de fournir cette électricité

avec des turbines à gaz à cycle combiné qui est aujourd'hui la technologie la plus performante en terme économique. Cela augmenterait donc les émissions françaises de gaz à effet de serre. La

production d'électricité à partir des sources renouvelables et les économies d'électricité qui seront mises en oeuvre réduiront donc les futures émissions de dioxyde de carbone.



Photo SCLAGRO



Photo C. NOISSETTE



Photo Alter Alsace Energie

### UNE VOLONTÉ EUROPÉENNE

Une directive européenne relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables sur le marché intérieur de l'électricité, définitivement adoptée en septembre 2001, invite chaque pays membre à augmenter sa production d'électricité à partir des énergies renouvelables.

L'objectif fixé à la France à l'horizon 2010 vise à produire 21 % de notre consommation

d'électricité à partir des sources énergétiques renouvelables, soit une augmentation de 6%. Selon les scénarios établis par l'ADEME (ils prennent en compte la réduction de la consommation d'électricité), cela représente une production électrique supplémentaire par les EnR d'environ 40 TWh en 2010. Toujours selon ces scénarios, les énergies renouvelables, hors éolien, pourraient produire 8 TWh. A l'horizon 2010,

il faudra par conséquent produire plus de 30 TWh avec l'éolien pour que la directive européenne soit respectée. Cela représente l'implantation de plusieurs milliers d'éoliennes représentant une puissance d'environ 12 000 MW.

A la fin de l'année 2001, moins de 100 MW éoliens étaient opérationnels. L'effort à réaliser est donc considérable et la filière éolienne apparaît incontournable.

### QUELLE PLACE POUR L'ÉOLIEN ?

Il est avant tout indispensable de rappeler que toutes les sources énergétiques renouvelables sont importantes. Ensembles, elles participent à la diversification énergétique.

Aujourd'hui, le potentiel des différentes filières énergies renouvelables reste largement sous-exploité. Parmi elles, l'éolien est encore actuellement la mieux placée sur le plan économique. Les améliorations technologiques réalisées au cours des deux dernières décennies rendent aujourd'hui la filière fiable sur le plan technologique.

La baisse régulière du coût du kW installé permettra à l'éolien d'atteindre des coûts

de production extrêmement compétitifs, au rythme de sa croissance industrielle actuelle.

Cette croissance est impressionnante (Figure 4).

A la fin de l'année 2000, la puissance éolienne installée à travers le monde s'élevait à 18 500 MW, 4 500 MW ayant été installés cette même année. En 2001, ce sont plus de 6 000 nouveaux MW éoliens qui auront été installés.

La valeur totale du marché de l'éolien s'est élevée à environ 6 milliards d'euros en 2001 et pourrait atteindre 32 milliard d'euros en 2005.

> Évolution de la puissance éolienne installée dans le monde (MW)

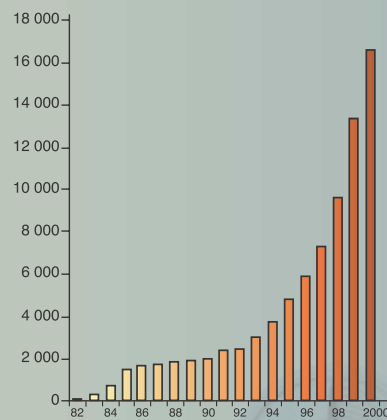


Figure 4 - Source : Systèmes Solaires n°141 - 2001

Au rythme actuel, avec un taux de croissance compris entre 10 et 30% par an, la puissance éolienne installée à travers le monde pourrait atteindre en 2040, 20% de la demande mondiale estimée d'électricité (38 500 TWh) à cet horizon.

L'Europe fait aujourd'hui figure de leader pour la filière éolienne (Figure 5). Cette dernière assure actuellement la consommation électrique de 10 millions de personnes (40 TWh) et permet d'éviter l'émission de 24 Mt de CO<sub>2</sub> chaque année (en référence aux émissions des centrales thermiques).

En France, une puissance éolienne de 12 000 MW disponibles en 2010 permettrait déjà de remplacer 4 à 5 tranches

> Répartition de la puissance éolienne mondiale fin 2000

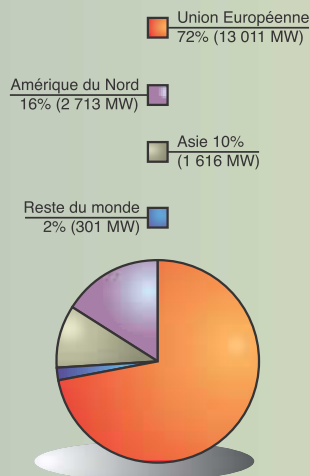


Figure 5 - Source : Systèmes Solaires n°141 - 2001

nucléaires de 1 000 MW. Plusieurs d'entre elles arriveront à partir de 2005 au terme de leur période de fonctionnement. Cette puissance éolienne permettrait également d'éviter la construction de nouvelles centrales thermiques.

Enfin, la filière éolienne offre la possibilité de développer une véritable production décentralisée de l'électricité et d'assurer une sécurité nouvelle d'approvisionnement. La production d'énergie se rapproche alors des consommateurs qui peuvent, à l'image de nos voisins danois ou allemands, s'impliquer financièrement dans les projets (voir fiche éolien et aspects économiques).

**CONCLUSION**



*Au delà de leurs gains environnementaux dans le contexte énergétique actuel, les projets éoliens constituent des atouts en faveur du développement économique régional. Une approche décentralisée de la production électrique nationale constitue une étape essentielle vers une nouvelle approche énergétique plus solidaire et respectueuse de l'environnement.*

**CONTACTS & RÉFÉRENCES**

• ADEME  
Centre de Sophia-Antipolis  
500, route des Lucioles  
06560 Valbonne  
Tél : 04 93 95 79 00  
Web : www.ademe.fr

QUELQUES RÉFÉRENCES :  
• Manuel préliminaire de l'étude d'impact des parcs éoliens  
ADEME Editions, 2001  
• Actes du colloque national éolien de Narbonne, France  
ADEME Editions, 2001

• CLER  
2 B, rue Jules Ferry  
93100 Montreuil  
Tél : 01 55 86 80 00  
Mail : infos@cler.org  
Web : www.cler.org