

---

## SOMMAIRE

|                                                                                                    |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>L'énergie éolienne contre le réchauffement climatique –<br/>une belle carte à jouer ? .....</b> | <b>2</b> |
| Les énergies fossiles sont en perte de vitesse .....                                               | 2        |
| Des alternatives favorables au climat .....                                                        | 2        |
| Une force éolienne économique .....                                                                | 3        |
| <b>L'énergie éolienne en général et dans l'ensemble de l'Europe .</b>                              | <b>3</b> |
| Des moulins à vent aux parcs éoliens à grande puissance .....                                      | 4        |
| <b>Quelle est la force du vent dans les Alpes ? .....</b>                                          | <b>4</b> |
| Les Alpes ont-elles besoin d'énergie éolienne comme<br>le poisson d'un vélo ? .....                | 5        |
| La force hydraulique et la force éolienne – des partenaires<br>idéaux ? .....                      | 5        |
| Le vent souffle aussi dans les Alpes .....                                                         | 6        |
| <b>Libre comme le vent – le marché libre de l'électricité .....</b>                                | <b>6</b> |
| <b>Des installations attractives – aussi sur le plan financier.....</b>                            | <b>7</b> |
| <b>Exemples de grand vent dans les montagnes .....</b>                                             | <b>7</b> |
| La centrale éolienne sur le Mont-Crosin<br>dans le canton de Berne, Suisse .....                   | 7        |
| Le parc éolien le plus élevé d'Europe .....                                                        | 7        |
| <b>Références .....</b>                                                                            | <b>7</b> |

---

## Le vent du changement

Elke Haubner, CIPRA-International

### L'énergie éolienne contre le réchauffement climatique – une belle carte à jouer ?

#### Les énergies fossiles sont en perte de vitesse

L'inquiétude à propos du réchauffement climatique et de toutes ses conséquences – dont la cause est due en grande partie aux émissions de CO<sub>2</sub> qui se libère lors de la combustion d'agents fossiles – a ouvert la voie depuis un certain temps déjà à une remise en cause des énergies fossiles.

L'aspect économique se modifie également : jusqu'à présent, les énergies renouvelables n'avaient guère de chance en raison de la baisse des prix du pétrole. Mais, aujourd'hui, elles deviennent de plus en plus avantageuses. Et du point de vue rentabilité, l'énergie éolienne se place en tête. Dans l'intervalle, les prix du pétrole brut ont grimpé et la tendance reste à la hausse. Indépendamment du problème de l'épuisement des ressources, le pétrole n'est donc pas une matière première sur laquelle on puisse tabler à l'avenir.

En 1956, le géologue américain M. King Hubbert avait pronostiqué, par le biais de la courbe qui porte son nom, une baisse de la production pétrolière des Etats-Unis à partir de 1970. Le temps lui a donné raison. Hubbert avait aussi prédit que l'extraction pétrolière atteindrait son apogée en l'an 2000 et que, à partir de cette date, la production se réduirait et les prix augmenteraient. Sur la base de ce que l'on sait aujourd'hui, l'évolution pourrait parfaitement se dérouler ainsi. La production britannique en Mer du Nord, par exemple, s'est réduite de 20% depuis 1999 et n'atteindra probablement plus son niveau antérieur. La production est également en baisse aux Etats-Unis, au Mexique, en Norvège, en Chine, en Argentine, en Colombie, à Dubaï, en Inde et en Australie, malgré la découverte de nouveaux gisements de pétrole.

#### Des alternatives favorables au climat

Les différentes formes d'énergies renouvelables représentent les principales alternatives à la production énergétique à partir d'agents fossiles. Pour de bonnes raisons, l'énergie nucléaire économiquement avantageuse est tout autant controversée que les combustibles fossiles. Les premiers signes d'une réorientation dans ce domaine émanent notamment de Belgique, qui prévoit un abandon de l'énergie atomique jusqu'en 2025 au plus tard, ou d'Allemagne qui a limité la durée de vie normale des centrales nucléaires à 32 ans à partir de leur mise en service. Selon toute probabilité, le plus ancien réacteur sera donc débranché du réseau fin 2002 et le plus récent au printemps 2021. La durée résiduelle moyenne de fonctionnement des 19 centrales nucléaires allemandes est de moins de douze ans.

Reste donc l'alternative des énergies renouvelables qui ont effectivement connu un essor considérable ces dernières années. En Suisse, par exemple, les stratégies de développement du DETEC (Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication) de novembre 2001 prévoient de multiplier par deux la production d'énergie éolienne jusqu'en l'an 2010, à savoir 100 GWh par année à ce moment-là. L'énergie éolienne ne peut certes pas parvenir à elle seule à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 10%, objectif que les autorités se sont fixées au niveau national. Dans le cadre de la production d'électricité à partir d'agents énergétiques renouvelables, l'énergie éolienne occupe aujourd'hui le deuxième rang derrière la force hydraulique.

## Une force éolienne économique

Parmi les énergies renouvelables, la force éolienne a la grande vertu d'être la source énergétique la plus avantageuse du point de vue du prix de revient. Elle est par conséquent aussi porteuse de grands espoirs de pouvoir abandonner rapidement et complètement le nucléaire.

Les coûts pour la production d'un kWh d'énergie éolienne en Autriche orientale s'élèvent à quelque 9 centimes Euro. Ce prix comprend aussi le démantèlement complet de l'installation ([www.igwindkraft.at](http://www.igwindkraft.at)). Le prix de revient de l'énergie éolienne indiqué en Suisse varie entre 10,26 et 17,10 centimes Euro par kWh, celui de l'énergie solaire est de 0,68 Euro par kWh (Strehler & Schwer 2002).

L'évolution des prix au cours de ces dernières années mérite aussi d'être soulignée : aux Etats-Unis, les coûts d'un kWh d'énergie éolienne ont passé en 20 ans de 38 cents US (1982) à 4 cents US (2001).

## L'énergie éolienne en général et dans l'ensemble de l'Europe

L'exploitation de la force éolienne est un secteur économique en pleine expansion : prise globalement, la production a quintuplé depuis 1995. Durant ce même laps de temps, la consommation de charbon pour la production d'énergie a régressé de 9%.

Selon l'organisation de protection de l'environnement Earth Policy Institute à Washington, la production d'énergie éolienne s'est accrue de 31% l'année dernière et est passée à 23'000 MW. A titre de comparaison : la puissance moyenne d'un parc éolien moderne est de 1'200 KW. 674 nouvelles installations éoliennes ont été mises en service en Allemagne au cours du premier semestre 2001, avec une capacité globale de 821 MW.

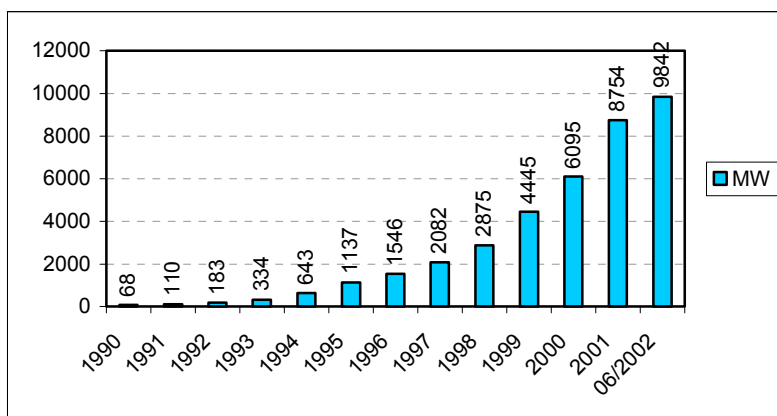
### Capacité de l'énergie éolienne en mégawatt (état septembre 2000)

|           |       |
|-----------|-------|
| Allemagne | 5'432 |
| Italie    | 350   |
| Autriche  | 55    |
| France    | 41    |
| Suisse    | 3     |

Source: New Energy no 6/2000, Statistics. Contenu du 06.12.2000

(<http://www.wind-energie.de/zeitschrift/new-energy/jahr-2000/inhalte/ny-0012/december2.html>)

### Capacité de l'énergie éolienne en mégawatt (Allemagne)



Source: <http://www.wind-energie.de/informationen/zahlen-zur-windenergie/deutschland-in-zahlen.htm>

## Des moulins à vent aux parcs éoliens à grande puissance

La plupart des pays industriels continuent à développer leur capacité en énergie éolienne. En Europe, des projets voient le jour, entre autres, sur les côtes d'Allemagne, de France, de Grande-Bretagne, d'Irlande, des Pays-Bas, de Belgique, du Danemark et de Suède.

### Bref aperçu historique

**2000 av. J.-Chr.** : Les anciens Egyptiens utilisent déjà l'énergie du vent comme force motrice pour leurs embarcations à voile.

Au **Moyen Âge**, les Hollandais, les Danois et les Allemands sont les grandes « nations du vent » en Europe.

**1900** est la grande époque des rotors en tôle à ailes multiples, les « western mills ». Ces moulins à mouvement lent se prêtent plus particulièrement à la production d'énergie mécanique, c'est-à-dire au pompage de l'eau.

Dans les **années 30**, Hermann Honnef poursuit l'idée d'aérogénérateurs à hélices bipales géantes pour la production d'électricité. L'idée en reste au stade de projet en raison de problèmes de construction considérables. La capacité d'une telle grande éolienne devait atteindre 20 MW pour une vitesse du vent de 15 m/s. Honnef est également le premier à proposer l'installation « off-shore » de rotors éoliens.

L'année **1942** est considérée comme un tournant pour l'exploitation moderne de l'énergie éolienne. Dans sa thèse soutenue à l'école d'ingénieurs de Weimar, Ulrich Hütter établit les fondements théoriques de toutes les « turbines à roue libre » modernes avec deux ou trois pales.

**1958** : Ulrich Hütter reprend la vieille idée de Honeff de s'installer off-shore avec sa petite éolienne, l'Allgaier WE de 10 kW. Celle-ci est érigée sur une plate-forme pétrolière dans le Golfe du Mexique. L'utilisation de l'énergie éolienne pour l'approvisionnement en courant électrique de la petite plate-forme l'emporte à l'époque sur un groupe Diesel.

Entre **1983 et 1987**, le plus grand parc éolien du moment, appelé GROWIAN, est exploité sur la côte de la mer du Nord dans le cadre d'un programme d'essai.

**1997** : Une innovation technologique dans le domaine de la fabrication des hélices : il existe désormais des pales noires pour les régions froides. Celles-ci reflètent moins la lumière du soleil que les pales exécutées habituellement en couleur claire et réduisent ainsi le risque de dépôt de glace dans les régions arctiques.

**1998** : Une nouvelle grande installation arrive sur le marché, l'Enercon E66, avec une capacité de 1,5 MW. C'est le début de l'ère des éoliennes dont la production peut se calculer en mégawatt. Le plus grand parc éolien d'Europe est inauguré en Frise orientale. La capacité installée de 52,5 MW fait de ce parc éolien le plus performant d'Europe.

### Quelle est la force du vent dans les Alpes ?

L'efficacité des grandes éoliennes sur des côtes maritimes ne fait pas de doute. Mais quelle est la situation dans les Alpes ? Le vent y souffle-t-il suffisamment fort – et surtout avec une constance suffisante ? Quel est leur impact au niveau de l'esthétique dans un paysage de monta-

gne ? Dans des pays vastes et plats comme le nord de l'Allemagne, les parcs éoliens portent assurément moins atteinte à l'aspect du paysage que dans une microrégion alpine. Les éoliennes font-elles fuir les oiseaux et les touristes ? Certains arguments plaident contre le développement de l'énergie éolienne en général et en particulier dans les régions alpines – malgré ses atouts indiscutables tels que les avantages d'ordre climatologique.

### **Les Alpes ont-elles besoin d'énergie éolienne comme le poisson d'un vélo ?**

- Dans l'espace alpin, l'énergie éolienne ne peut prendre qu'une part minimale à l'approvisionnement en électricité resp. en énergie, par ex. en Suisse 0,4% de l'électricité resp. 0,08% de l'énergie lorsque le volume annuel souhaité aura atteint 100 GWh en l'an 2010. Selon l'institut allemand de l'énergie éolienne DEWI, la proportion de courant éolien par rapport à la consommation nette d'électricité est de 0,1% en Bavière (contre 2,68% dans l'ensemble de l'Allemagne).
- L'énergie éolienne est disponible irrégulièrement dans les Alpes : peu en été et plus en hiver.
- Du fait de cette irrégularité, les parcs éoliens ne contribuent nullement à la réduction des gaz à effet de serre, puisqu'il faut à nouveau avoir recours à des usines peu favorables au climat pour livrer de l'énergie compensatoire. Dans les Alpes, il existe néanmoins la possibilité de compenser les fluctuations par le biais de l'énergie hydraulique (voir plus loin).
- L'argument principal est celui de la préservation des paysages : les parcs éoliens détériorent l'aspect naturel d'un site. De nos jours, on ne construit plus que de grandes installations d'une hauteur de 90 à 130 mètres. Elles doivent être situées sur des crêtes exposées aux vents. Les éoliennes sont donc très visibles et portent souvent lourdement atteinte au paysage. Le tourisme, dont l'apport économique est vital pour les Alpes, pourrait à son tour en pâtir si les visiteurs sont contrariés par cette image.
- Les éoliennes sont bruyantes et nuisent à la qualité de vie des hommes et des animaux.
- Le souci des oiseaux : les installations éoliennes perturbent les oiseaux et leur vol, quand ceux-ci ne sont pas carrément blessés voire tués par les hélices.
- Les projets d'énergie éolienne ne produisent pas de plus-value régionale, car les installations sont importées. L'économie régionale peut cependant profiter de l'exploitation d'un parc éolien (voir plus loin).

### **La force hydraulique et la force éolienne – des partenaires idéaux ?**

Certains arguments qui s'opposent à l'exploitation de la force éolienne dans les Alpes peuvent en premier lieu être réfutés par les capacités hydrauliques de ces régions. L'énergie éolienne ne représentera vraisemblablement jamais la forme principale de production énergétique dans les Alpes. Cela n'est d'ailleurs pas nécessaire. Elle est judicieuse en tant que complément à l'énergie hydraulique. L'irrégularité de sa disponibilité ne joue ainsi plus de rôle, car – contrairement à la force éolienne – la force hydraulique est principalement disponible en été et moins en hiver. Dans l'espace alpin, la compensation des fluctuations de charge peut être assurée par des centrales d'accumulation – il n'est donc pas indispensable de recourir à des agents énergétiques nuisibles au climat. L'énergie hydraulique et l'énergie éolienne – le complément parfait ?

## Le vent souffle aussi dans les Alpes

Bon nombre d'arguments contre l'énergie éolienne peuvent être contrebalancés par des arguments pour, certaines répercussions incontestablement négatives sur l'environnement peuvent être évitées ou limitées par des procédures et des planifications scrupuleuses avant l'installation de parcs éoliens. Pour chaque projet, il est bien sûr toujours important d'intégrer dès le début les instances et les personnes concernées.

- Conditions de vents : Dans les Alpes, il existe aussi des endroits favorables dans lesquels règnent des conditions de vents semblables à celles de la zone arrière des côtes du nord de l'Allemagne.
- Tourisme : Les éoliennes peuvent aussi constituer une attraction touristique (voir plus loin « Exemples de grand vent dans les montagnes »).
- Protection du paysage : La recherche soigneuse de sites appropriés et une association des riverains au déroulement du projet doivent être les conditions préalables à toute implantation de parcs éoliens.
- Bruit : Le bruit causé par les éoliennes doit aussi être pris en compte dans les procédures d'autorisation sévères afin de sauvegarder la qualité de la vie des riverains.
- Protection des oiseaux : Des études à ce sujet sont assurément nécessaires. Celles déjà réalisées en Allemagne, au Danemark et aux Pays-Bas montrent que « seules » certaines espèces sont dérangées par les éoliennes. Le danger direct de collision est beaucoup plus élevé pour les lignes à haute tension que pour les installations éoliennes que les oiseaux peuvent apercevoir de loin.
- Plus-value régionale : Pour les projets d'énergie éolienne en Autriche, par exemple, 25 à 30% des coûts d'installation profitent immédiatement à l'industrie locale de la construction et de l'électricité. Pour l'entretien également, assuré par des équipes autrichiennes, il faut consacrer 5 à 7% en moyenne des coûts d'installation. En outre, le secteur de sous-traitance en Autriche est en croissance constante et présente un bilan commercial positif. Dans l'intervalle, l'énergie éolienne a permis de créer plus de 600 emplois en Autriche – et la tendance est à la hausse.

## Libre comme le vent – le marché libre de l'électricité

La libéralisation du marché de l'électricité est un élément favorable à l'abandon progressif de l'énergie atomique et à l'essor des énergies renouvelables. Le fournisseur d'électricité a désormais l'obligation de caractériser son produit (« labeling »), c'est-à-dire qu'il doit mentionner la part des différents agents énergétiques qui interviennent dans le courant fourni.

La proportion d'énergies renouvelables a de bonnes chances de s'accroître : en Autriche notamment, depuis l'ouverture du marché de l'électricité le 1.10.2001, au moins 1% de l'énergie électrique consommée doit provenir d'installations écologiques. Cette part doit être augmentée à 2, 3 et 4% tous les deux ans. A partir du 1.10.2007, l'électricité devra donc être composée à 4% de courant vert. Le respect de ces objectifs écologiques est surveillé. Dans les différents Länder, il est également possible de fixer des obligations de prise en charge plus élevées pour les exploitants de réseaux. Des prix fixes pour l'alimentation du réseau électrique en courant produit à partir d'agents renouvelables sont déterminés par la loi.



## Des installations attractives – aussi sur le plan financier

Le succès de nouvelles installations éoliennes dépend dans une large mesure de l'acceptation sociale. C'est la raison pour laquelle plusieurs pays, tels que l'Autriche et l'Allemagne notamment, ont introduit un modèle d'entreprise avec participation des citoyens – les dites communautés d'exploitants. Les particuliers participent financièrement à la construction d'un parc éolien et, en tant que sociétaire, retirent aussi leur part de bénéfice provenant des rétributions de l'alimentation du réseau. C'est ainsi que, du côté de la sphère privée, des installations isolées et des groupes d'installations ont été et sont construites.

## Exemples de grand vent dans les montagnes

### La centrale éolienne sur le Mont-Crosin dans le canton de Berne, Suisse

Ce parc éolien est composé de six turbines. La hauteur de l'installation est de 100m. Cette réalisation est bien acceptée par les riverains.

Ici, cet immense parc éolien profite aussi au tourisme : les turbines attirent des visiteurs, quelque 40'000 par année. Un parcours a été spécialement aménagé pour la découverte du site. La moitié environ des touristes réservent une visite guidée pour cinq francs. Les agriculteurs se sont groupés en association pour promener les visiteurs autour du Mont-Crosin avec chevaux et attelages, ce qui représente pour eux un revenu accessoire intéressant.

### Le parc éolien le plus élevé d'Europe

En avril 2002, une société d'énergie éolienne, qui possède des installations en Autriche et en Allemagne, a donné le coup d'envoi du parc éolien le plus élevé d'Europe – le parc éolien du Tauern à 1800 mètres d'altitude à Oberzeiring en Styrie (Autriche).

## Références

1. Benjamin Strehler, Peter Schwer: Schweizer Windenergie – Verantwortung wahrnehmen. In: natur und mensch, 1/2002, p. 26.
2. Raimund Rodewald: Windkraft und die Achillesferse Landschaftsschutz. In: natur und mensch, 1/2002, p. 31.
3. Weg aus der Polemik! Windenergie und Landschaft: ein Streitgespräch. In: Erneuerbare Energien 1/2002, p. 12.
4. Rudolf Rechsteiner: Nur winden wird es immer. In: Die Wochenzeitung no 9, 28.2.2002, p. 23.
5. Hans Christoph Binswanger: Eine neue Gefahr für die Landschaft – Die Tücken der Windenergie. In: Neue Zürcher Zeitung, 21.2.2002, p. 14.
6. Österreichische Interessensvertretung Windkraft: <http://igwindkraft.at/>
7. Franz Alt: Windenergie gefragt wie nie, [www.eco-news.de](http://www.eco-news.de), 13.1.2002.
8. Franz Alt: Windstrom statt Atomstrom, [www.eco-news.de](http://www.eco-news.de), 2.3.2002.
9. Geschichte der Windenergie: [www.ifb.uni-stuttgart.de/~doerner/](http://www.ifb.uni-stuttgart.de/~doerner/)
10. Statistique: New Energy No. 6 2000, Statistics. Contenu du 06.12.2000. (<http://www.wind-energie.de/zeitschrift/new-energy/jahr-2000/inhalte/ny-0012/december2.html> )
11. Energieverwertungsagentur - E.V.A.: [www.eva.ac.at](http://www.eva.ac.at)
12. Windenergie im Aufwind. In: Ökoenergie no 46, mars 2002, p. 5.