

Avec plus de 74 % de la puissance éolienne mondiale installée, l'Europe est plus que jamais le fer de lance de l'industrie éolienne.

Pour 2002, les premières estimations annoncent une progression de 6 000 MW portant la puissance mondiale aux environs de 30 400 MW, suffisants pour électrifier 17 millions de ménages. Cependant, tout en restant remarquable, le rythme de développement de l'énergie éolienne a ralenti pour la première fois depuis des années.

Accounting for more than 74% of wind power output in the world, Europe is now more than ever the spearhead of the wind energy industry. First estimates for 2002 show a 6 000 MW progression that now places total world output around 30 400 MW, that is enough to electrify 17 million households. Nevertheless, although it's still growing at a remarkable speed, the rate of development for wind energy has slowed down for the first time in years.

30 400 MW  
DANS LE MONDE  
DÉBUT 2003

30 400 MW  
WORLDWIDE  
IN EARLY 2003





■ En 2002, la capacité mondiale de production d'électricité à partir d'éoliennes a augmenté de 24,9 %. Les premiers chiffres disponibles annoncent près de 6 066 MW supplémentaires durant l'année 2002 portant la puissance mondiale à 30 379 MW (voir tableau 1). Bien que remarquable, la puissance éolienne installée annuellement est en nette baisse par rapport à 2001, année record où 6 628 MW avaient été installés (graphique 2). Cette diminution de la puissance

installée est principalement due à un ralentissement du marché nord-américain (477 MW installés en 2002 contre 1 757 MW en 2001). Cette évolution renforce le poids du continent européen qui représente désormais 74,3 % de la puissance éolienne mondiale (graphique 1).

En ce qui concerne le reste du monde, la croissance de l'éolien se situe principalement en Asie. L'Inde a maintenu son rythme d'installation avec 195 MW sup-

T1

| Puissance éolienne installée dans le monde fin 2002 (en MW). | Zone géographique        | 2001          | 2002          | Capacité installée en 2002 | Croissance en % |
|--|--------------------------|---------------|---------------|----------------------------|-----------------|
| Installed wind power capacity worldwide at the end of 2002.  | Union européenne         | 17 120        | 22 331        | 5 211                      | 30,4 %          |
|  | Reste de l'Europe        | 129           | 227           | 98                         | 76,0 %          |
|  | <b>Total Europe</b>      | <b>17 249</b> | <b>22 558</b> | <b>5 309</b>               | <b>30,8 %</b>   |
| Installed wind power capacity worldwide at the end of 2002.  | États-Unis               | 4 245         | 4 708         | 463                        | 10,9 %          |
|  | Canada                   | 207           | 221           | 14                         | 6,8 %           |
|  | <b>Total Am. du Nord</b> | <b>4 452</b>  | <b>4 929</b>  | <b>477</b>                 | <b>10,7 %</b>   |
|  | Inde                     | 1 507         | 1 702         | 195                        | 12,9 %          |
|  | Chine                    | 399           | 399           | 0                          | 0,0 %           |
| Installed wind power capacity worldwide at the end of 2002.  | Japon                    | 300           | 351           | 51                         | 17,0 %          |
|  | Autres pays d'Asie       | 14            | 14            | 0                          | 0,0 %           |
|  | <b>Total Asie</b>        | <b>2 220</b>  | <b>2 466</b>  | <b>246</b>                 | <b>11,1 %</b>   |
|  | Reste du monde           | 392           | 426           | 34                         | 8,7 %           |
|  | <b>Total monde</b>       | <b>24 313</b> | <b>30 379</b> | <b>6 066</b>               | <b>24,9 %</b>   |

EUROBSERV'ER 2003/WIND POWER MONTHLY 2003

■ World output capacity for electrical production from wind turbines increased by 24.9% in 2002. The first figures that are now available show an additional 6 066 MW for the year 2002, bringing world output up to 30 379 MW (see table 1). Even though this is a remarkable fact in itself, the installed wind power capacity during 2002 is lower than in 2001, which was a record breaking year with 6 628 MW being installed (graph 2). This decrease in installed capacity is mainly due to a slow-down in the North American market (477 MW installed in 2002 vs. 1 757 MW in 2001). This evolution reinforces the weight of the European continent which now represents 74.3% of world wind power output (graph 1).

In the rest of the world, wind energy growth principally took place in Asia. India has maintained its installation rate with an additional 195 MW, resulting in a cumulated capacity of 1 702 MW. Japan added a supplementary 51 MW, to reach a total capacity of 351 MW.

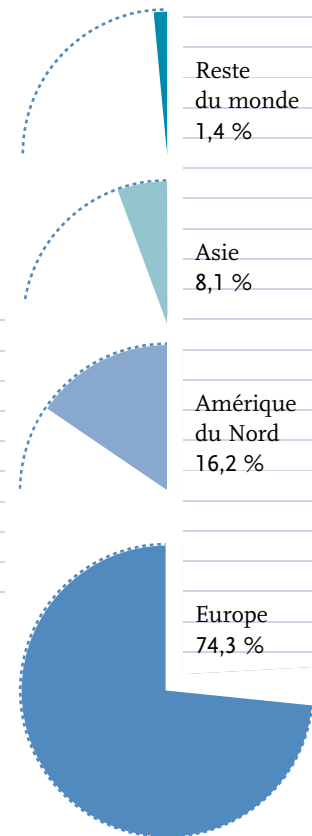
### 22 331 MW IN EUROPEAN UNION

The European Union established a new installation record for the year 2002. It represented 85.9% of newly installed capacity worldwide (vs. barely 8% for the United States), i.e. supplementary output of the order of 5 211 MW (4 190 MW in 2001). Once again, Germany remains the biggest market in the world. According to Jens-Peter

G1

Répartition de la puissance éolienne mondiale fin 2002.

Breakdown of worldwide wind power at the end of 2002.



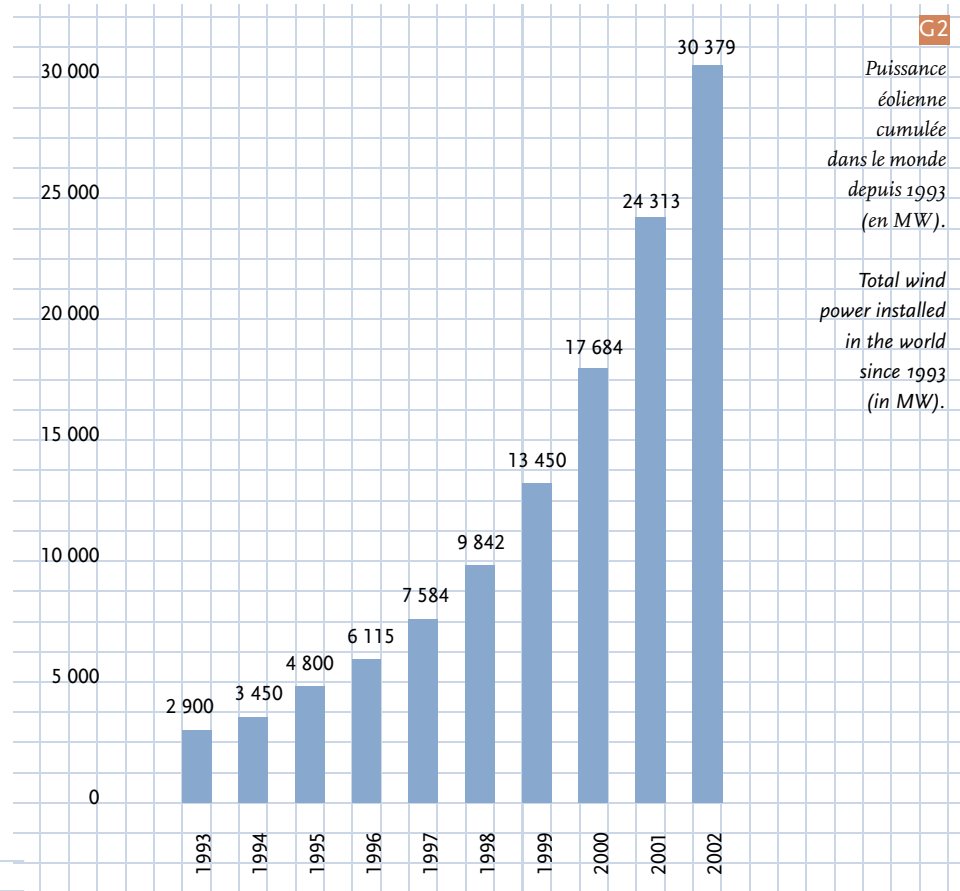
EUROBSERV'ER 2003

plémentaires pour une puissance cumulée de 1702 MW. Le Japon, quant à lui, ajoute 51 MW pour atteindre les 351 MW.

### 22 331 MW DANS L'UNION EUROPÉENNE

L'Union européenne a établi un nouveau record d'installation durant l'année 2002. Elle a représenté 85,9 % des capacités mondiales nouvellement installées (contre à peine 8 % pour les États-Unis) soit une puissance supplémentaire de l'ordre de 5 211 MW (4 190 MW en 2001).

L'Allemagne demeure, une fois encore, le plus grand marché du monde. Selon Jens-Peter Molly, le président de l'institut allemand de l'énergie éolienne (DEWI), 3 247 MW supplémentaires ont été installés durant l'année 2002, portant la puissance totale à 12 001 MW, soit plus de la moitié de la puissance éolienne de l'Union



EUR OBSERV'ER 2003

Molly, the President of the "German Wind Energy Institute" (DEWI), an additional 3 247 MW was installed during the year 2002, bringing total capacity up to 12 001 MW, i.e. more than half of the total wind power of the European Union (see table 2). This success is due to the 2000 German law on renewable energies, which set a purchase price for wind energy electricity that varies between 6.9 and 9 (euro) cents depending on the production level of the sites in the year 2000. The government's goal is to reach 20 000 MW in 2010.

Spain is also progressing greatly, even though the 2001 installation record could not be broken. With an additional 900 MW at the end of 2002, Spain consolidated its second place position in Europe. Spain's purchase price system is a bit more complex than Germany's. Electricity producers can choose either a set purchase price (0.0628 euro per kWh in 2002) or receive a subsidy (0.0290 euro per kWh in 2002) that is then added on to the free market purchase price. These two pricing

systems are adjusted each year by the government as a function of evolution in the wind energy market. The prospects for growth in Spain remain very high. According to a new plan concerning grid extension announced by the government, 13 000 MW of wind energy capacity should be installed for 2011. This output corresponds to production of 28.6 TWh.

The renewed progress of wind power in Denmark is not just a matter of chance. The agreement of 19 June 2002 favouring replacement of wind turbines that are more than 10 years old (and therefore machines with low output levels) by new turbines has revitalised Denmark's wind power sector. Nearly 472 MW of capacity was installed in 2002 vs. hardly 120 MW during the year 2001. Moreover, Denmark has confirmed its status as leading offshore producer in commissioning the biggest wind park at sea in the world (Horns Rev with 160 MW capacity). The Danish pricing system has also evolved as well. For turbines installed after 1<sup>st</sup> January 2003, the



européenne (voir tableau 2). Ce succès est dû à la loi sur les énergies renouvelables, qui en 2000 a fixé un tarif d'achat pour l'éolien qui varie entre 6,9 et 9 centimes d'euros suivant le niveau de production

des sites. L'objectif du gouvernement est d'atteindre 20 000 MW d'ici à 2010.

La progression de l'Espagne est également importante même si le record d'installation de 2001 n'a pu

être battu. Avec 900 MW supplémentaires à la fin de l'année 2002, l'Espagne a consolidé sa deuxième place européenne. Le système de tarif d'achat espagnol est un peu plus complexe que celui de l'Allemagne. Les producteurs d'électricité peuvent soit choisir un tarif d'achat fixe (0,0628 euro par kWh en 2002) soit toucher une prime (0,0290 euro par kWh en 2002) qui s'ajoute au prix d'achat sur le marché libre. Ces deux systèmes de tarification sont ajustés chaque année par le gouvernement en fonction de l'évolution du marché éolien. Les perspectives de croissance dans ce pays restent très importantes. Selon un nouveau plan concernant l'extension du réseau annoncé par le gouvernement, 13 000 MW éoliens devront être installés pour 2011. Cette puissance correspond à une production de l'ordre de 28,6 TWh.

Le renouveau de l'énergie éolienne au Danemark n'est pas le fait du hasard. L'accord du 19 juin 2002 favorisant le remplacement des aérogénérateurs de plus de 10 ans (donc de faible puissance) par de nouvelles turbines a relancé l'énergie éolienne dans ce pays. Près de 472 MW ont été installés durant l'année 2002 contre à peine

T2

| Puissance éolienne installée en Europe fin 2002 (en MW).   | Pays               | 2001          | 2002          | Capacité installée en 2002 | Croissance en % |
|--|--------------------|---------------|---------------|----------------------------|-----------------|
| Wind power installed in Europe at the end of 2002 (in MW). | Allemagne          | 8 754         | 12 001        | 3 247                      | 37,1 %          |
|  | Espagne            | 3 244         | 4 144         | 900                        | 27,7 %          |
|  | Danemark           | 2 417         | 2 889         | 472                        | 19,5 %          |
|  | Italie             | 697           | 785           | 88                         | 12,6 %          |
|  | Pays-Bas           | 483           | 677           | 194                        | 40,2 %          |
|  | Royaume-Uni        | 474           | 562           | 88                         | 18,6 %          |
|  | Suède              | 280           | 310           | 30                         | 10,7 %          |
|  | Grèce              | 272           | 276           | 4                          | 1,5 %           |
|  | Portugal           | 125           | 179           | 54                         | 43,2 %          |
|  | France             | 94            | 153           | 59                         | 62,8 %          |
| Total U.E.   | Irlande            | 125           | 138           | 13                         | 10,4 %          |
|  | Autriche           | 83            | 127           | 44                         | 53,0 %          |
|  | Finlande           | 39            | 41            | 2                          | 5,1 %           |
|  | Belgique           | 18            | 34            | 16                         | 88,9 %          |
|  | Luxembourg         | 15            | 15            | 0                          | 0,0 %           |
|  | <b>Total U.E.</b>  | <b>17 120</b> | <b>22 331</b> | <b>5 211</b>               | <b>30,4 %</b>   |
|  | Norvège            | 17            | 97            | 80                         | 470,6 %         |
|  | Ukraine            | 40            | 40            | 0                          | 0,0 %           |
|  | Pologne            | 28            | 29            | 1                          | 3,6 %           |
|  | République Tchèque | 12            | 23            | 11                         | 91,7 %          |
| Reste de l'Europe  | 32                 | 38            | 6             | 18,8 %                     |                 |
| <b>Total Europe</b>  | <b>17 249</b>      | <b>22 558</b> | <b>5 309</b>  | <b>30,8 %</b>              |                 |

EUROBSERV'ER 2003, WIND POWER MONTHLY 2003

market price will be applied with the addition of a subsidy of 1.3 (euro) cents per kWh as well as "an environmental bonus" whose value is currently under discussion.

### ENERGY POLICIES BEING SET UP

With a cumulated wind energy output of 785 MW (i.e. a supplementary 88 MW capacity in 2002), Italy maintained its fourth place position in Europe. At the beginning of 2002, this country adapted a green certificate system (see *Systèmes Solaires*, issue 147) in which electricity

distributors have to supply 2% of their electricity from renewable energy production. For the year 2002, the GRTN (manager of the Italian electrical power grid) set the reference price of a certificate at 8.42 (euro) cents per kWh.

With nearly 200 MW of supplementary capacity, 2002 was the best year in the history of wind energy for the Netherlands. The threat of a reduction in incentives was finally ruled out by the government. Under pressure from the renewable energies lobby, the government finally



T3

| <i>Production d'électricité éolienne en Europe en 2001 et en 2002 (en TWh).</i> | <i>Electricity production from wind power in 2001 and in 2002 (in TWh).</i> | <b>Pays</b>         | <b>2001</b>  | <b>2002*</b> |
|---|---|---------------------|--------------|--------------|
|   |   | Allemagne           | 13,80        | 19,40        |
|   |   | Espagne             | 6,40         | 7,66         |
|   |   | Danemark            | 4,30         | 5,92         |
|   |   | Italie              | 1,06         | 1,47         |
|   |   | Pays-Bas            | 0,97         | 1,20         |
|   |   | Royaume Uni         | 1,05         | 1,48         |
|   |   | Suède               | 0,52         | 0,62         |
|   |   | Grèce               | 0,57         | 0,68         |
|   |   | Portugal            | 0,24         | 0,31         |
|   |   | France              | 0,18         | 0,25         |
|   |   | Irlande             | 0,31         | 0,33         |
|   |   | Autriche            | 0,10         | 0,25         |
|   |   | Finlande            | 0,08         | 0,08         |
|   |   | Belgique            | 0,03         | 0,05         |
|   |   | Luxembourg          | 0,02         | 0,03         |
|   |   | <b>Total U.E.</b>   | <b>29,62</b> | <b>39,73</b> |
|   |   | Norvège             | 0,03         | 0,10         |
|   |   | Ukraine             | 0,04         | 0,08         |
|   |   | Pologne             | 0,03         | 0,06         |
|   |   | République tchèque  | 0,01         | 0,03         |
|   |   | Reste de l'Europe   | 0,06         | 0,06         |
|   |   | <b>Total Europe</b> | <b>29,79</b> | <b>40,06</b> |

EUR OBSERV'ER 2003

\*Estimation

120 MW durant l'année 2001. Le Danemark a, en outre, confirmé son statut de première puissance éolienne offshore avec la mise en service en 2002 du plus grand parc éolien en mer du monde (Horns Rev d'une puissance de 160 MW). Le système de tarification danois de l'énergie a également évolué. Pour les turbines installées après le 1<sup>er</sup> janvier 2003, le prix de marché s'appliquera additionné d'une prime de 1,3 centime d'euros par kWh plus "un bonus environnemental" dont le montant est en cours de discussion.

### MISE EN PLACE DES POLITIQUES ÉNERGÉTIQUES

L'Italie, avec une puissance éolienne cumulée de 785 MW (soit 88 MW supplémentaires en 2002), a maintenu sa quatrième place européenne. Ce pays a adopté début 2002 un système de certificats verts (voir *Systèmes Solaires* n° 147) dans lequel les distributeurs d'électricité ont l'obligation de fournir 2 % de leur électricité provenant des énergies renouvelables. Pour

opted for a change in the incentive mechanism. The purchase price for wind power electricity will now correspond to the market price plus a subsidy of 4.9 (euro) cents per onshore kWh or an additional subsidy of 6.8 (euro) cents per offshore kWh. The 2 (euro) cents subsidy per kWh attributed to the producer will be eliminated.

In France, even though there is a real political will in terms of wind power (average 7 (euro) cents purchase price over fifteen years), technical, administrative, and even psychological barriers persist. The French still lack references with respect to the environmental impact of wind turbines. Consequently, 59 MW capacity was installed during 2002, which brings French wind energy output capacity up to 153 MW at the end of 2002 (186,47 MW for the end of February 2003, see table, page 56).

Among the European countries outside of the E.U., Norway's spectacular growth should also be noted (+ 470.6% with respect to 2001), in adding 80 MW to its

wind power output capacity. At the same time, Poland has been experiencing difficulties and setbacks. A new electricity market system in Poland has been severely impeding the effectiveness of the country's budding wind power industry. The new system is difficult to apply to wind energy because it requires producers to declare their electrical production 48 hours in advance, with the risk of incurring penalties (see article about grid subject page 16).

### 1.5% OF EUROPEAN UNION ELECTRICAL PRODUCTION

Wind power electricity production is more difficult to determine than the installed capacity is. Wind power production is estimated from an average load factor that is illustrated by the number of hours a machine functions at nominal output. In the European Union, load factors vary greatly depending on where the wind park is located (from 1900 hours for Germany to 2880 hours for

La puissance du parc allemand a franchi le seuil des 12 000 MW.

l'année 2002, le GRTN (gestionnaire du réseau électrique italien) a fixé le montant de référence d'un certificat à 8,42 centimes d'euros par kWh.

Avec près de 200 MW supplémentaires, 2002 est la meilleure année dans l'histoire de l'énergie éolienne pour les Pays-Bas. La menace d'une réduction des incitations a finalement été écartée par le gouvernement. Ce dernier, sous la pression du lobby des énergies renouvelables, a finalement opté pour un changement du mécanisme d'incitation. Le tarif d'achat éolien correspondra désormais au prix de marché plus une prime de 4,9 centimes d'euros pour le kWh onshore ou une prime additionnelle de 6,8 centimes d'euros pour le kWh offshore. Le bonus de 2 centimes d'euros par kWh attribué au producteur sera supprimé.

En France, même s'il existe une réelle volonté politique vis-à-vis de

l'énergie éolienne (tarif d'achat de 7 centimes d'euros en moyenne sur quinze ans), des barrières techniques et administratives, voire psychologiques perdurent. Les Français manquent encore de références quant à l'impact des éoliennes sur l'environnement. Conséquence, 59 MW ont été installés durant l'année 2002 ce qui porte la puissance du parc éolien français à 153 MW fin 2002 (186,47 fin février 2003, voir tableau page 56).

Parmi les pays européens hors Union européenne, on peut signaler la spectaculaire croissance de la Norvège (+470,6 % par rapport à 2001) qui ajoute 80 MW à la puissance de son parc éolien. La Pologne, quant à elle, connaît quelques déboires. Un nouveau système de fonctionnement du marché de l'électricité en Pologne entrave sévèrement l'efficacité de l'industrie éolienne naissante du pays. Le nouveau système est diffi-

cilement applicable à l'éolien car il oblige les producteurs à déclarer 48 heures à l'avance leur production d'électricité, sous peine de pénalités (lire article sur la question du réseau page 16).

### 1,5 % DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ DE L'UNION EUROPÉENNE

La production d'électricité éolienne est plus difficile à déterminer que la puissance installée. La production éolienne est estimée à partir d'un facteur de charge moyen qui s'illustre par le nombre d'heures de fonctionnement de la machine à puissance nominale. Dans l'Union européenne, les facteurs de charge sont extrêmement variables selon la localisation du parc éolien (de 1900 heures pour l'Allemagne à 2880 heures pour le Royaume-Uni). En 2002, on estime la production d'électricité européenne aux alentours de 40 TWh soit une

the United Kingdom). In 2002, European electrical production was estimated to be in the neighbourhood of 40 TWh, i.e. a 34.5% progression with respect to 2001 (see table 3). It therefore represents 1.5% of total European Union electrical production. This percentage is much higher for those countries that are strongly implicated in the wind energy sector. In Denmark, in spite of a year with only little wind, wind power represented 13% of the country's electrical consumption in 2001, i.e. the consumption of approximately one million Danish households. According to the Danish Wind Energy Association, wind turbines made it possible for Denmark to prevent the emission of 3.5 million tons of CO<sub>2</sub>, 6.450 tons of sulphur dioxide and 6 000 tons of nitric oxide into the atmosphere. In 2002, wind power was then accounting for 18% of Denmark's electrical consumption and this percentage should increase even more thanks to the

coming hook up of the Rodsand offshore wind park. Germany's progression is also spectacular (19.2 TWh in 2002). Wind power electricity, which was marginal at the beginning of the 1990s, now represents 3.5% of electrical consumption. This percentage could double before the end of the year 2010.

Wind power also continues to be the principal form of energy for those countries who want to respect their European Union commitments setting the objective of 22.1% of consumption coming from renewable energy origin electricity.

### GERMANY AND DENMARK DOMINATE WIND POWER INDUSTRY

Since figures for the year 2002 aren't available yet, we are presenting the results for 2001 here. Denmark, which has three industrialists among the top ten wind turbine



progression de 34,5 % par rapport à 2001 (voir tableau 3). Elle représente donc 1,5 % de la production d'électricité totale de l'Union européenne. Ce pourcentage est beaucoup plus important pour les pays fortement impliqués dans l'éolien. Au Danemark, malgré une année peu ventée, l'énergie éolienne a représenté 13 % de la consommation d'électricité du pays en 2001 soit environ la consommation d'un million de ménages danois. Selon la Danish Wind Energy Association, les turbines éoliennes ont permis au pays d'éviter l'émission dans l'atmosphère de 3,5 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, de 6 450 tonnes de dioxyde

de soufre et 6 000 tonnes d'oxyde nitrique. En 2002, l'énergie éolienne compte désormais pour 18 % de la consommation d'électricité du Danemark et le pourcentage devrait encore augmenter grâce à la connexion prochaine du parc offshore de Rodsand. La progression de l'Allemagne (19,2 TWh en 2002) est également spectaculaire. L'électricité éolienne, marginale au début des années 1990, représente désormais 3,5 % de la consommation d'électricité. Ce pourcentage pourrait doubler avant la fin de l'année 2010.

L'éolien reste actuellement la principale énergie pour les pays dési-

rant respecter leurs engagements vis-à-vis de l'Union européenne, qui s'est fixé l'objectif de 22,1 % de la consommation d'électricité renouvelable.

#### L'ALLEMAGNE ET LE DANEMARK DOMINENT L'INDUSTRIE ÉOLIENNE

Les chiffres 2002 ne sont pas tous disponibles, aussi nous présentons ici les résultats 2001. Le Danemark, qui possède trois industriels classés dans le top 10 des fabricants d'aérogénérateurs, peut encore se revendiquer comme leader mondial. Leur part de marché, selon l'Association danoise de l'industrie

#### T4

Top 10  
des constructeurs  
en 2001.

| Firme       | Nationalité | MW vendus<br>en 2001 | Part de marché<br>en 2001 | Chiffre d'affaires consolidé<br>en 2001 (en million d'euros) | Employés<br>2001 |
|-------------|-------------|----------------------|---------------------------|--|------------------|
| Vestas      | Danoise     | 1 630                | 23,3 %                    | 1 280  | 5 500            |
| Enercon     | Allemande   | 989                  | 14,1 %                    | 835  | 4 100            |
| Neg Micon   | Danoise     | 875                  | 12,5 %                    | 714  | 1 805            |
| Enron Wind* | Américaine  | 861                  | 12,3 %                    | 722  | 1 500            |
| Gamesa      | Espagnole   | 649                  | 9,3 %                     | 482  | 1 114            |
| Bonus       | Danoise     | 593                  | 8,5 %                     | 435  | 500              |
| Nordex      | Allemande   | 461                  | 6,6 %                     | 354  | 725              |
| Made        | Espagnole   | 191                  | 2,7 %                     | n.c.   | n.c.             |
| Mitsubishi  | Japonaise   | 178                  | 2,5 %                     | n.c.   | n.c.             |
| REpower     | Allemande   | 133                  | 1,9 %                     | 147  | 300              |

\*GE Wind Energy depuis mai 2002

EUROBSERV'ER 2003

manufacturers, can still claim its place as world leader. According to the Danish Wind Energy Association, they held a market share of more than 50% in 2001. The annual volume of wind power activity for Danish industrialists was close to 3 billion euros. Germany, which is the leading wind power market, had, for the first time in 2001, 3 manufacturers in this list thanks to the entry of Repower. Turnover of the wind power sector (industry, suppliers, developers, etc.) in this country is impressive with a BWE estimate of 3.5 billion euros in 2002. In Spain, the amount of investments based on installed wind energy capacity is in the region of 900 million euros.

A constantly growing market is in continual need of qualified workers. In 2001, 20 000 Danes were employed in

the wind power industry, with 5 500 persons working directly in manufacturing plants and 14 500 working for suppliers. 3 000 new jobs should be created this year in Germany. According to the BWE, wind power already represents 40 000 jobs in Germany. In its "Wind Force 12" report, the EWEA estimates that 70 000 persons were employed in the wind power industry in the world in 2001.

#### THE LEADERS ARE WELL INSTALLED

In 2001, it's the same principal industrialists who are again found in the top positions worldwide (see table 4). For the second consecutive year, the world leader is Vestas with a 1 630 MW production in 2001. The Danish industrialist should consolidate this position in 2002 with



éolienne, était en 2001 supérieure à 50 %. Le volume annuel de l'activité éolienne des industriels danois a avoisiné les 3 milliards d'euros. L'Allemagne, premier marché de l'éolien, a, pour la première fois en 2001, 3 fabricants dans ce classement grâce à l'arrivée de Repower. Le chiffre d'affaires de la filière éolienne (industrie, fournisseur, développeur...) dans ce pays est impressionnant avec une estima-

tion du BWE de 3,5 milliards d'euros en 2002. En Espagne, le montant des investissements basés sur la puissance éolienne installée, serait de l'ordre de 900 millions d'euros.

Un marché en constante augmentation a un besoin continu en main d'œuvre qualifiée. En 2001, 20 000 Danois étaient employés dans l'industrie éolienne, 5 500 personnes travaillant directement dans

les usines de fabrication et 14 500 chez les fournisseurs. En Allemagne, on attend cette année la création de 3 000 nouveaux emplois. L'éolien, selon le BWE, représente déjà 40 000 emplois en Allemagne. L'Ewea estime, dans son rapport "Wind Force 12", que 70 000 personnes étaient employées dans l'industrie éolienne dans le monde en 2001.

#### DES ACTEURS BIEN EN PLACE

En 2001, on retrouve les mêmes principaux industriels dans les premières places du classement mondial (voir tableau 4). Le leader mondial est pour la seconde année consécutive Vestas avec une production de 1 630 MW en 2001. L'industriel danois devrait consolider cette position en 2002 avec un chiffre d'affaires prévisionnel de 1 300 millions d'euros (1 280 mil-

T5

| Taille moyenne des aérogénérateurs (kW) installés chaque année pour trois pays leader.  | Année | Allemagne | Danemark | Espagne |
|---|-------|-----------|----------|---------|
|   | 1995  | 473       | 493      | 297     |
|   | 1996  | 530       | 531      | 420     |
|   | 1997  | 623       | 560      | 422     |
|   | 1998  | 783       | 687      | 504     |
|   | 1999  | 919       | 750      | 589     |
| Average size of aerogenerator (kW) installed each year for the leading three countries. | 2000  | 1 101     | 931      | 648     |
|   | 2001  | 1 281     | 850      | 721     |
|   | 2002  | 1 395     | 1 000*   | 790     |

BTM CONSULT 2002/EUROBSERVER 2003

\*Estimation : Danish Wind Industry Association

an estimated turnover of 1 300 million euros (vs. 1 280 million in 2001). As of 31<sup>st</sup> December 2002, nearly 5 500 persons were working for Vestas. The second place position goes to the German company, Enercon. This firm, which currently employs 6 500 persons, manufactured and sold a little less than 1 000 MW in 2001 and approximately 1 300 MW in 2002. According to BTM Consult, the German company's turnover was 835 million euros in 2001. Enercon stabilised its position as leader in Germany with a market share of more than 42%. All in all, the Germany firm has already produced more than 5 640 machines for an output capacity of more than 4 390 MW since its creation in 1984. Neg-Micon is the second Danish industrialist in this list. The firm's turnover was 713.8 million euros in 2001 and expected turnover for 2002 is in the region of 808 million euros. The industrialist employed approximately 2 400 persons in 2002 vs.

1 805 persons at the end of 2001. Neg-Micon installed 875 MW in 2001, and estimates for 2002 announce an increase in the region of 15% to 20%.

The big financial news at the beginning of 2002 came from America. General Electric Power System acquired Enron Wind on 10th May 2002. Prior to this, Enron Wind had generated turnover of 722 million euros in 2001, and employs approximately 1 500 persons in the world. This financial operation made it possible for the firm, now renamed GE Wind Energy, to directly position itself in fourth place worldwide with a world market share of 12.3% in 2001. The company, which saw its sales decrease in 2002 (638 MW vs. 861 MW in 2001), should benefit from the business rebound announced on the American market this year.

The leading Spanish industrialist is found in fifth place in our list. In Spain, the third ranked wind power producing

lions en 2001). Au 31 décembre 2002, près de 5 500 personnes étaient employées par Vestas. La seconde place du classement revient aux Allemands avec Enercon. L'entreprise, qui emploie actuellement 6 500 personnes, a produit et vendu un peu moins de 1 000 MW en 2001 et environ 1 300 MW en 2002. Selon BTM Consult, le chiffre d'affaires de l'entreprise allemande était de 835 millions d'euros en 2001. Enercon a stabilisé sa position de leader en Allemagne avec une part de marché de plus de 42 %. Au total, l'entreprise allemande a déjà produit, depuis sa création en 1984, plus de 5 640 machines pour une puissance de plus de 4 390 MW. Neg-Micon est le second industriel danois de ce classement. Le chiffre d'affaires de l'entreprise était de 713,8 millions d'euros en 2001 et le chiffre d'affaires attendu en 2002 est de l'ordre de 808 millions d'euros. L'industriel employait environ

2 400 personnes en 2002 contre 1 805 personnes fin 2001. En 2001, Neg-Micon a installé 875 MW et les prévisions pour 2002 annoncent une augmentation de l'ordre de 15 à 20 %.

L'information financière du début de l'année 2002 est américaine. General Electric Power System a acquis Enron Wind le 10 mai 2002. Ce dernier avait préalablement généré un chiffre d'affaires de 722 millions d'euros en 2001 et le nombre de ses employés dans le monde est d'environ 1 500 personnes. Cette opération financière permet à l'entreprise, rebaptisée GE Wind Energy, de se placer directement au quatrième rang mondial avec une part du marché mondial de 12,3 % en 2001. L'entreprise, qui a vu ses ventes diminuer en 2002 (638 MW contre 861 MW en 2001), devrait profiter du rebond annoncé sur le marché américain cette année. Le premier industriel espagnol se place à la

cinquième place de notre classement. En Espagne, troisième pays éolien au monde, Gamesa est leader dans la fabrication, la vente et la fourniture d'éoliennes avec une part de marché cumulé de 56,4 % pour 2001. Le chiffre d'affaires de Gamesa durant cette même année était de 482 millions d'euros, soit une progression de 10,5 % par rapport à 2000. Le nombre d'employés en novembre 2002 était de 1 200 personnes (1 110 en 2001). En 2001, Gamesa a vendu 649 MW et pour l'année 2002, les premières estimations de l'entreprise sont de 867 MW pour une part de marché de 11,8 %.

#### DES ÉOLIENNES DE PLUS EN PLUS PUISSANTES

L'actualité technologique de l'énergie éolienne a été extrêmement riche durant l'année passée. Les

Selon l'Ewea, le secteur éolien mondial emploie 70 000 personnes.

country, Gamesa is leader in manufacture, sale and supply of wind turbines with a cumulated market share of 56.4% for 2001. Gamesa's turnover during this same year was 482 million euros, i.e. a 10.5% increase with respect to 2000. It had 1 200 employees in November 2002 (vs. 1 110 in 2001). Gamesa sold 649 MW of wind turbines in 2001, and the first estimates for the company for the year 2002 are of 867 MW for a market share of 11.8%.

#### EVER MORE POWERFUL WIND TURBINES

Technological news in the wind power sector was very rich last year. Wind turbines have become more and more powerful (see table 5). On the German reference market, average wind turbine size has gone from 470 kW in 1995 up to 1,4 MW in 2002. As a result of this, the segment of wind turbines with more than 1,5 MW, which was dominated in 2001 by Enercon, Vestas and Bonus, has now

become very competitive (see table 6). For example, Nordex presented its new wind turbine in 2002: the N90 with 2,3 MW output. This turbine was specially developed for inland sites where wind is medium. This new giant is equipped with a 90-meter rotor, a size that would have been unthinkable for a mass produced wind turbine even only a few years ago. The great increase in rotor size has been made possible among other things by the rapid progress in the technology of new light and robust materials like carbon and glass fiber, and by epoxy base components.

Industrialists are also trying to enlarge their production ranges so they can offer their customers made-to-measure solutions. Gamesa is a perfect example of this trend. The Spanish firm has just recently completed its medium output range machines (the G47-660 kW, G52-850 kW and G58-850 kW) while at the same time



éoliennes sont de plus en plus puissantes (voir tableau 5). Sur le marché de référence allemand, la taille moyenne des aérogénérateurs est passée de 470 kW en 1995 à 1,4 MW en 2002. Conséquence, le segment des aérogénérateurs de plus de 1,5 MW, dominé en 2001 par Enercon, Vestas et Bonus est très concurrentiel (voir tableau 6). Pour exemple, Nordex a présenté en 2002 sa nouvelle éolienne. Il s'agit de la N90 de 2,3 MW. Cette turbine a été spécialement développée pour les sites à l'intérieur des terres où la vitesse du vent est moyenne. Ce nouveau géant est équipé d'un rotor de 90 mètres, une taille qui aurait été considérée

comme impensable il y a quelques années pour une éolienne produite en série. La forte augmentation de la taille des rotors a été rendue possible entre autres, par la rapide progression de la technologie des nouveaux matériaux légers et robustes comme le carbone et la fibre de verre et par des composants à base d'époxy. Les industriels cherchent également à élargir leur gamme de production afin de pouvoir proposer des solutions sur mesure à leur clientèle. Gamesa illustre parfaitement cette tendance. La firme espagnole vient récemment de compléter sa gamme moyenne puissance (G47-660 kW, G52-850 kW et G58-850 kW) tout

en mettant sur le marché sa nouvelle turbine G80 (80 mètres de diamètre) avec deux versions, 1,5 MW (vitesse de vent moyenne) et 2 MW (forte vitesse de vent).

Vestas est également très dynamique sur le plan technologique. Il est à l'origine d'une large gamme d'innovations tels que les systèmes OptiTip, OptiSlip, et OptiSpeed qui permettent de réguler les pales pour s'adapter aux variations de vents. Le système OptiSpeed permet de faire varier la vitesse de rotation du rotor de 60 % (contre 10 % auparavant). Cette souplesse d'utilisation optimise la production d'énergie notamment dans les régimes de vents modérés et permet d'adapter le fonctionnement de l'éolienne aux paramètres du réseau électrique. L'avantage technologique des éoliennes produites par Enercon est l'utilisation minimale du mouvement des pièces mécaniques grâce à une technologie "gearless". Grâce à cette innovation ajoutée à des systèmes de vitesse et de pas variables, les pointes de puissance sont évitées et une production régulière et silencieuse

T6



| Les leaders sur les différents segments de puissance en 2001. | Rang | Aérogénérateurs < 750 kW        | Aérogénérateurs compris entre 750 et 1 500 kW | Aérogénérateurs de 1 501 kW à 2 500 kW |
|---|------|---------------------------------|---|--|
| Leading suppliers to the different product segments in 2001.  | 1    | Vestas                          | Enron*  | Enercon                                |
|   | 2    | Gamesa                          | Neg-Micon                                     | Vestas                                 |
|   | 3    | Enercon                         | Bonus   | Bonus                                  |
|   |      | *GE Wind Energy depuis mai 2002 |   |  |
|   |      | BTM CONSULT 2002                |   |  |

putting its new G80 turbine (80 meters in diameter) on the market with two different versions: 1,5 MW (medium wind speed) and 2 MW (strong wind speed).

Vestas is also very dynamic on the technological level. It has developed a wide innovative range such as the OptiTip, OptiSlip, and OptiSpeed systems that make it possible to adjust the blades to adapt the machine to variations in wind. Rotor rotation speed can be varied by 60% with the OptiSpeed system (vs. only 10% previously). This flexibility of use optimises energy production, especially in moderate wind regimes and makes it possible to adapt wind turbine operation to electric grid parameters. The technological advantage of wind turbines manufactured by Enercon is the minimum use of mechanical moving parts by means of a "gearless"

technology. Thanks to this innovation, added to variable speed and pitch systems, output peaks are avoided, and a regular and silent production of electricity can be obtained. Another trend that is becoming clearer is the reinforced interest of industrialists for offshore applications. Constructors are improving technological means to be in the best position on a market estimated at 12 billion euros by the year 2007. In this way, turbine size is constantly increasing and so-called third-generation wind turbines are beginning to see the light. In September 2002, Enercon installed a 4,5 MW-output wind turbine prototype (e-112) in Egeln in Germany. This prototype could produce enough electricity for 15 000 persons. Development and construction have been backed financially by the German Federal Ministry of the Economy.



d'électricité peut être obtenue. Une autre tendance qui se précise est l'intérêt renforcé des industriels pour l'offshore. Les constructeurs rivalisent de prouesses technologiques afin d'être les mieux placés sur un marché estimé à 12 milliards d'euros à l'horizon 2007. Ainsi la taille des turbines est en constante augmentation et les éoliennes dites de troisième génération sont en train de voir le jour. Enercon a installé en septembre 2002 un prototype d'une éolienne de 4,5 MW (e 112) à Egeln en Allemagne. Ce

prototype pourra produire de l'électricité pour 15 000 personnes. Le développement et la construction ont été appuyés financièrement par le ministère fédéral de l'Économie allemand. Neg-Micon sera également présent sur ce marché. Sa dernière génération de turbine est la NM92/2750. C'est une éolienne d'une puissance nominale de 2,75 MW disposant d'un rotor de 92 mètres. GE Wind Energy vient, quant à lui, de connecter la première éolienne d'une puissance supérieure à 3 MW pour une application commerciale. Il s'agit du premier prototype de la GE-3,6 offshore configuré spécialement pour les sites très ventés. Le diamètre du rotor est de 104 mètres et la hauteur de la tour peut être comprise entre 98 et 140 mètres. La turbine devrait être commercialement disponible en 2004. Enfin, REpower et LM Glasfiber, le plus grand fabricant de pales du monde, développent ensemble une pale pour une machine de 5 MW, la REpower 5 m,

avec un diamètre de rotor de 125 mètres. Un prototype devrait être réalisé avant la fin de cette année.

### L'OFFSHORE PREND LE LARGE

La construction de fermes offshore va se généraliser dans les années à venir. Une étude financée par Renewable UK estime, après compilation des données actuelles que la capacité offshore supplémentaire entre 2002 et 2007 sera de 3 914 MW en majorité situés près des côtes allemandes et du Royaume-Uni (voir tableau 7).

Avec l'accord pour 2 des 18 projets répertoriés par le Crown Estate en avril 2001, le futur semble sécurisé pour l'industrie éolienne offshore du Royaume-Uni. La première grande ferme offshore du Royaume-Uni sera située sur le site de Scroby Sands dans le Norfolk. Powergen Renewables (exploitant du futur site) commencera les travaux de fondation des 30 éoliennes de 2 MW (turbines Vestas) au début

T7

|   | Pays         | 2002-2007    |
|---|--------------|--------------|
| <i>Estimation de la puissance offshore supplémentaire par pays</i>                |              |              |
|   | Allemagne    | 1 428        |
|   | Royaume-Uni  | 887*         |
|   | Irlande      | 456          |
|   | Danemark     | 300          |
| <i>de 2002 à 2007 (en MW.)</i>  | Canada       | 231          |
|   | Belgique     | 151          |
|   | Pays-Bas     | 134          |
| <i>Estimation of additional wind power per country from 2002 to 2007 (in MW).</i> | Pologne      | 93           |
|   | Suède        | 91           |
|   | Espagne      | 83           |
|   | États-Unis   | 47           |
|   | France       | 15           |
|   | <b>Total</b> | <b>3 914</b> |

RENEWABLE UK, OCT. 2002

\* dont 83 MW en Irlande du Nord

Neg-Micon is also going to be present on this market. Its latest generation of wind turbine is the NM92/2750. This is a wind turbine with a nominal output of 2,75 MW and with a 92-meter rotor. GE Wind Energy has just hooked up the first wind turbine with output greater than 3 MW for a commercial application. It is the first prototype of the offshore GE-3.6 model, specially configured for very windy sites. The rotor has a diameter of 104 meters and tower height can be between 98 and 140 meters. The turbine should be commercially available in 2004. Finally, REpower and LM Glasfiber, the biggest blade manufacturer in the world, are jointly developing a blade for a 5 MW machine, the REpower 5 m, with a rotor

diameter of 125 meters. A prototype should be ready before the end of this year.

### OFFSHORE IS TAKING OFF

Construction of offshore wind farms is going to generalise in the years to come. A study financed by Renewable UK estimates, after compilation of current data, that there should be 3 914 MW of supplementary offshore capacity installed between 2002 and 2007, for the most part located near the German and British coasts (see table 7).

With the approval for 2 of the 18 projects listed by the Crown Estate in April 2001, the future seems secure for the United Kingdom's offshore wind energy industry. The first big offshore wind farm in the United Kingdom will be located on the Scroby Sands site in Norfolk. Powergen Renewables (the operator of the future site) will begin foundation work for the 30 wind turbines of 2 MW output (Vestas turbines) at the start of this year, with park delivery foreseen for the end of summer. The second big

Le marché offshore est estimé à 12 milliards d'euros à l'horizon 2007.

de cette année, avec une livraison du parc prévue à la fin de l'été. La deuxième grande ferme éolienne offshore à voir le jour au Royaume-Uni sera située sur le site de North Hoyle à 8 km des côtes du Pays de Galles. National Wind Power attend les dernières autorisations pour commencer les travaux, mais compte rendre opérationnelles les 30 Vestas de 2 MW avant la fin de l'automne. Trois autres projets offshore – Rhyl Flats, Barrow et Solway Firth –, d'une puissance cumulée de 300 MW sont en attente d'agrément par le Ministère de l'énergie (source Wind direction). L'association britannique de l'Énergie éolienne (BWEA) a évalué le potentiel offshore encore disponible au Royaume-Uni à 4 000 MW. Vestas a été choisi comme fournisseur de 50 éoliennes offshore V80-2 MW du parc de Seanergy par Electrabel et Oudememingen Jan

de Nul. Le "Seanergy offshore Wind Park", sera situé à 15 kilomètres de la côte belge de Knokke Heist où le fond marin est d'environ 10 mètres. Les dix premières turbines seront installées cette année et les 40 restantes en 2004. La commande pour Vestas est de l'ordre de 95 millions d'euros et sujet à l'accord final des autorités belges.

En septembre 2002, Bonus a érigé à Lolland Foster un prototype de sa nouvelle turbine Bonus 2,3 MW. Cette turbine a été installée en vue de l'implantation de 72 unités de la ferme offshore de Rodsand. La production annuelle, de l'ordre de 0,5 TWh, sera suffisante pour alimenter 110 000 habitations. Cette ferme éolienne, dont la mise en service est prévue pour octobre, sera la deuxième plus importante du Danemark derrière Horns Rev dont les 80 éoliennes de 2 MW

sont toutes connectées au réseau depuis le 11 décembre 2002.

Nordex est également présent sur le marché de l'offshore. L'entreprise allemande a signé un important contrat avec Fred Olsen Renewable Ltd portant sur la livraison de 20 éoliennes N80-2,5 MW soit 50 MW pour un montant de 37 millions d'euros. Les éoliennes sont destinées à la future ferme de Crystal Rig en Écosse. Le site est caractérisé par une vitesse moyenne de vent de 9,3 m/s.

### 90 000 MW POUR L'EUROPE EN 2010 ?

La tendance du marché de l'éolien en Europe reste très favorable même si le rythme des nouvelles installations s'est stabilisé durant l'année 2002 (30,4 % contre 32,4 % de croissance en 2001). Les marchés allemands et espagnols restent forts et le Royaume-Uni, no-

offshore wind farm to see the light in the United Kingdom will be located on the North Hoyle site, 8 kilometers from the Welsh coast. National Wind Power is waiting for the last authorisations before beginning work, but is counting on making the 30 Vestas turbines of 2 MW output operational before the end of autumn. Three other offshore projects – Rhyl Flats, Barrow and Solway Firth – with cumulated output capacity of 300 MW are awaiting approval by the Ministry of Energy (source: Wind Direction). The British Wind Energy Association (BWEA) has evaluated offshore potential that is still available in the United Kingdom at 4 000 MW.

Vestas has been selected as supplier of the fifty V80-2 MW offshore wind turbines for the Seanergy wind park by Electrabel and Oudememingen Jan de Nul. The Seanergy Offshore Wind Park will be located 15 kilometers from the Belgian coast of Knokke Heist where the sea bed is

approximately 10 meters deep. The first ten turbines will be installed this year and the remaining 40 in 2004. The Vestas order represents approximately 95 million euros and is subject to final approval by the Belgian authorities. In September 2002, Bonus erected a prototype of its new Bonus 2,3 MW turbine at Lolland Foster. This turbine was installed with a view to setting up 72 units at the Rodsand offshore wind farm. Annual production, of 0.5 TWh, will be enough to supply 110 000 habitations. This wind farm, whose commissioning is foreseen for October, will be the second biggest in Denmark, behind Horns Rev, whose 80 wind turbines of 2 MW capacity have been connected to the power grid since 11<sup>th</sup> December 2002.

Nordex is also present on the offshore market. The German company signed an important contract with Fred Olsen Renewable Ltd for delivery of twenty N80-2.5 MW wind turbines, i.e. 50 MW, for a price of 37 million euros.

tamment grâce à son programme offshore, est amené à devenir prochainement un autre grand pays de l'éolien.

Pour tenir compte de cette évolution, l'estimation de l'Ewea pour 2010, qui est encore officiellement de 60 000 MW, devrait être revue à la hausse lors du congrès de l'association qui se déroulera en Espagne au mois de juin. Le bureau d'études danois BTM Consult a anticipé. Il annonce une puissance totale aux environs de 90 000 MW contre un objectif de 40 000 MW pour le Livre blanc de la commission européenne (voir graphique 3). Un objectif qui pourrait être atteint dès 2006. Pour 2020, l'Ewea dans son rapport "Wind Force 12" publié en mai dernier, estime que si les conditions réglementaires le permettent, la puissance éolienne pourrait avoisiner les 230 000 MW en Europe soit 12,5 % de la consommation d'électricité à cet horizon. ■

*Donnez votre avis sur le baromètre en répondant au questionnaire en ligne [www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org)*

The wind turbines are intended for the future Crystal Rig wind farm in Scotland. The site is characterised by average wind speed of 9,3 m/s.

### 90 000 MW FOR EUROPE IN 2010?

The trend of the European wind energy market remains very favourable even if the rate of new installations stabilized during 2002 (30,4% vs. 32,4% growth in 2001). German and Spanish markets remain strong and the United Kingdom, in particular due to its offshore programme, is soon bound to become another important country in the wind energy sector.

To take this evolution into consideration, the EWEA estimate for 2010, which is still officially for 60 000 MW, should be revised upwards during the association's next congress which will take place in Spain in June. The Danish engineering office, BTM Consult, has already anticipated this new figure, and is announcing a total capacity in the neighbourhood of 90 000 MW vs. the European Commission White Paper target of 40 000 MW (see graph 3). An objective which could already be reached as

early as 2006. In its "Wind Force 12" report published last May, the EWEA estimates that if regulatory conditions so permit, wind power capacity could be around 230 000 MW in Europe in 2020, i.e. 12.5% of electrical consumption by that date. ■

*Give us your opinion on the barometer by answering our on-line questionnaire [www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org)*



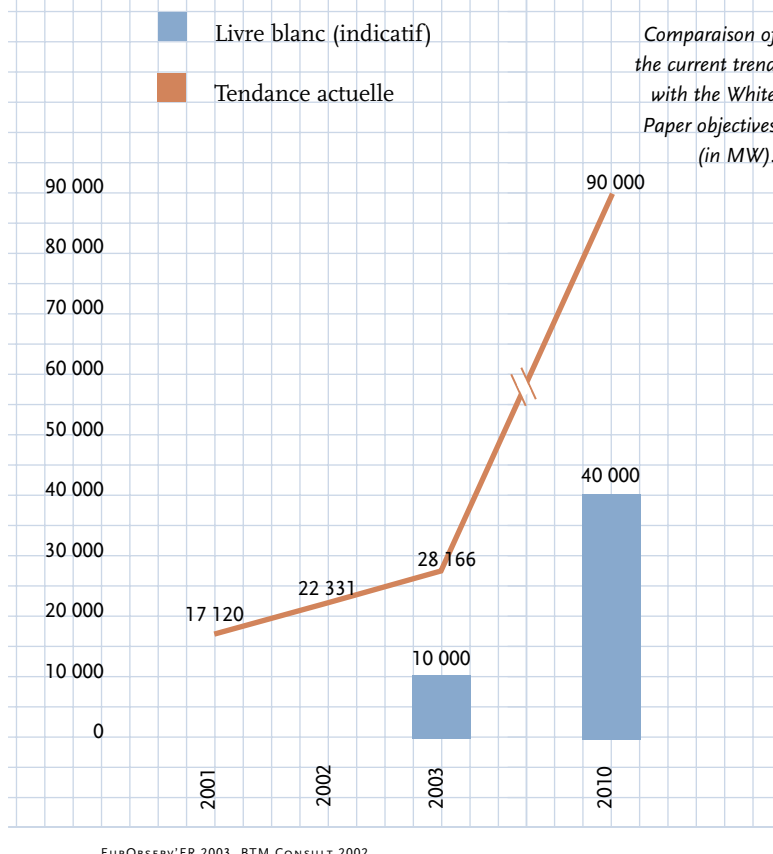
Ce baromètre a été réalisé par Observ'ER dans le cadre du projet "EurObserv'ER" regroupant Observ'ER, Eurec Agency, Eufores et O.ö. Energie Sparverband, le soutien financier de l'Ademe et de la DG Tren (programme Altener).

This barometer was prepared by Observ'ER in the scope of "EurObserv'ER" Project which groups together Observ'ER, Eurec Agency, Eufores and O.ö. EnergieSparverband with the financial support of the Ademe and DG Tren (Altener Programme).

G3

Comparaison de la tendance actuelle avec les objectifs du Livre Blanc (en MW).

Comparison of the current trend with the White Paper objectives (in MW).



EUROBSERV'ER 2003, BTM CONSULT 2002