



“L'étude sur le foisonnement et la capacité de crédit de l'éolien en France” vient de paraître. Financée à 80 % par l'Ademe et à 20 % par la FEE, elle répond à plusieurs critiques qui visent à remettre en cause la pertinence de l'énergie éolienne.

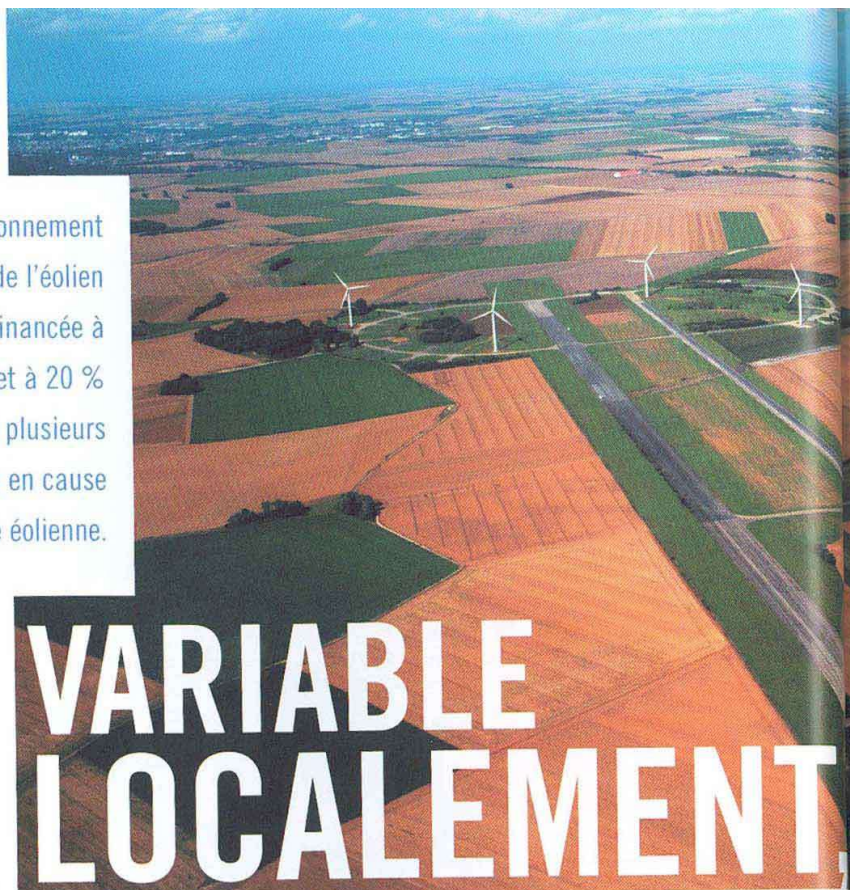
■ Parmi les arguments soulevés par les pourfendeurs de l'éolien, on retrouve l'intermittence (les éoliennes s'arrêtent de tourner quand il n'y a plus de vent ou quand il est trop fort), l'absence de garantie (on ne peut pas compter sur les éoliennes quand on en a besoin), le caractère aléatoire du vent et même, la soi-disant contribution de l'éolien à... l'émission de gaz à effet de serre !

Après plusieurs mois de travaux poussés, les auteurs de l'étude, Jean-Yves Grandidier et Philippe Etur, ont réussi à apporter une réponse à chacune de ces critiques. Pour cela, ils ont modélisé un parc de 10 000 MW (objectif de la France à l'horizon 2010) en se basant sur une méthodologie rigoureuse. Les résultats sont instructifs.

RÉGULARITÉ

DE LA PRODUCTION ÉOLIENNE

Avec un parc de 10 000 MW et pour chacun des quatre scénarii étudiés (voir encadré p. 20), l'étude du foisonnement indique qu'il y a toujours des aérogénérateurs qui tournent sur le territoire. « Le foisonnement éolien est le phénomène statistique qui fait que, par la multiplication spatiale des installations sur un territoire donné, la valeur minimum de la puissance injectée par l'ensemble est supérieure à la somme des puissances minimum de chacune d'entre elles », explique Jean-Yves Grandidier. Un bon foisonnement correspond donc à une certaine régularité de la production éolienne et permet de pal-



VARIABLE LOCALEMENT, RÉGULIÈRE

PAR CAROLE RAP

lier le phénomène d'intermittence. C'est ce que montre l'étude.

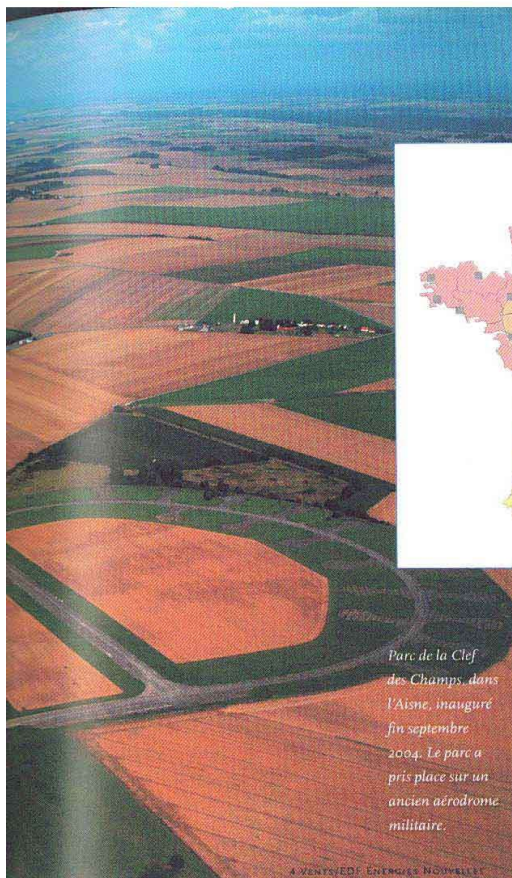
> Le scénario 1 ou équiréparti relève que pendant deux tiers du temps, la puissance éolienne disponible est située entre 1 000 et 5 000 MW, sachant que la puissance moyenne annuelle (énergie produite annuellement divisée par le nombre d'heures de l'année) approche les 3 000 MW (2 934 MW). Le tiers restant se partage à égalité entre une production supérieure à 5 000 MW et inférieure à 1 000 MW. De plus, la production inférieure à 1 000 MW, qui représente 16 % du temps, se situe à 90 % pendant la nuit entre 22 heures et 6 heures du matin.

> En revanche, le scénario 2 (éoliennes concentrées sur les deux zones les plus

ventées) est moins favorable, avec une puissance éolienne faible pendant 10 % du temps. On constate donc que le foisonnement est meilleur lorsque la répartition des éoliennes est plus large sur l'ensemble du territoire. Pendant l'hiver (décembre, janvier et février), la régularité de la production s'améliore encore puisque pendant 90 % du temps, la puissance minimum produite par le parc de 10 000 MW (scénario 1) est de 1 120 MW. La puissance de 2 000 MW (correspondant à un facteur de charge de 20 %) est dépassée pendant 75 % du temps, contre 61 % sur l'année entière.

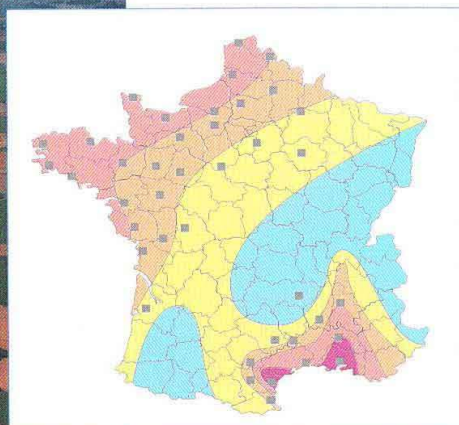
Ces résultats sont à mettre en rapport avec la décorrélation observée entre les différentes stations météorolo-

Un bon foisonnement correspond à une certaine régularité de la production éolienne et permet de pallier le phénomène d'intermittence.



Parc de la Clef des Champs, dans l'Aisne, inauguré fin septembre 2004. Le parc a pris place sur un ancien aérodrome militaire.

A VENTS/EDF ENERGIES NOUVELLES



Carte des vents et localisation des 40 stations météo utilisées par l'étude.

nomènes météorologiques sont décalés dans le temps d'une part, les régimes de vents sont distincts selon les régions, d'autre part. Conséquence, il y a toujours du vent qui souffle quelque part !

GARANTIE D'UN MINIMUM DE PUISSANCE

L'éolien permet-il de garantir un minimum de puissance aux moments où les consommateurs en ont le plus

On a déjà vu que sur les périodes les plus froides, le pourcentage du temps avec un facteur de charge supérieur à 20 % s'accroît très significativement (de 61 % à 75 % pour le scénario 1). Pendant les périodes d'extrêmes pointes (consommation supérieure à 75 000 MW), la contribution minimale de l'éolien est de 24,5 % de la capacité installée, avec un niveau de probabilité de 90 %. Sur ces périodes, la puissance éolienne moyenne est de 3 700 MW.

Les auteurs de l'étude confirment ainsi l'hypothèse de départ : « L'extrême pointe est donc une conjonction d'une baisse de température et d'une intensité de vent importante. » Ils en concluent que « cette contribution minimale "garantie" de la production éolienne à la satisfaction de la demande en pointe permettra d'économiser des créations de nouvelles capacités sur d'autres filières ».

GLOBALEMENT

giques. Ainsi, la corrélation est quasi nulle entre la station météo de Nantes et l'ensemble des stations météo du sud de la France. Le fait que les éoliennes soient implantées sur des zones géographiques éloignées et dispersées les unes par rapport aux autres a en effet deux conséquences : les phé-

besoin ? Empiriquement, oui, car on associe volontiers vent avec mauvais temps et augmentation des besoins de chauffage. De fait, les mois d'hiver sont traditionnellement les plus ventés. Ainsi, la production éolienne contribuera à passer la pointe hivernale. L'étude le prouve, chiffres à l'appui.

COMPLÉMENTARITÉ ENTRE L'ÉOLIEN ET L'HYDRAULIQUE

Selon cette étude, il serait bénéfique d'optimiser la complémentarité entre l'éolien et l'hydraulique. Le principe, en simplifiant, consiste à mettre en réserve ou bien à économiser l'eau pendant que la production éolienne est importante. Cette dernière libère ainsi des capacités de production hydraulique, qui peuvent ensuite servir quand c'est nécessaire. En parti-

MODÉLISATION D'UN PARC DE 10 000 MW

L'étude s'appuie sur la modélisation d'un parc éolien de 10 000 MW, à partir des données météorologiques incluant trois hivers (d'avril 2000 jusqu'à mars 2003), heure par heure, sur 40 stations météo réparties dans 38 départe-

ments. Les données horaires de vitesse de vent utilisées, à 10 mètres de hauteur, ont d'abord été extrapolées verticalement à 70 mètres pour tenir compte de la hauteur de moyeu de la majorité des turbines installées en 2010.

Une seconde extrapolation des données résultantes a ensuite été faite pour tenir compte des différences de situation topographique entre chacune des stations Météo France et la moyenne des parcs éoliens installés dans ses environs.

La puissance heure par heure d'une éolienne de 1 MW au niveau de chaque station a été déterminée en utilisant les données de vent résultant de ces deux extrapolations et d'une courbe de puissance type.



culier pour le passage de la pointe hivernale et au moment des pointes estivales. Mais aussi pour la gestion de l'aléa éolien. C'est pourquoi la FEE souhaite collaborer avec le gestionnaire de réseau dans ce sens.

L'ÉOLIEN CONTRIBUE À LA RÉDUCTION DES GAZ À EFFET DE SERRE

Le rapport Poignant, sur la politique de soutien au développement des énergies renouvelables, présenté à l'Assemblée nationale en octobre 2003 mettait en cause l'intérêt du développement de la production éolienne du point de vue de la réduction des émissions de CO₂. Objection de la FEE: « le

député tire de son analyse une conclusion complètement erronée quant à l'intérêt environnemental de la production d'électricité par les énergies renouvelables intermittentes ». L'étude montre au contraire qu'il y a bien substitution entre un kWh éolien et un kWh produit à partir de groupes thermiques à flamme. À condition que le kWh éolien puisse être consommé en France ou ailleurs en Europe.

Dans ses calculs, le député parvenait à un résultat de 15 TWh seulement de production évitée à partir de moyens émettant des gaz à effet de serre (charbon, fuel, gaz) sur un total de 37 TWh de production d'origine renouvelable (dont 27 TWh pour l'éolien).

Les énergies renouvelables permettraient à la France de tenir son engagement de Kyoto.

La FEE propose un autre mécanisme comptable, tenant compte non pas de la production, mais de la consommation thermique à flamme. Selon cette formule, en plus des 15 TWh évités, ce sont 19 TWh supplémentaires qui se substituent à des TWh produits par des centrales à charbon dans d'autres pays d'Europe. Ce qui représente 34 millions de tonnes de CO₂ évités grâce à la production d'électricité supplémentaire à partir d'énergie renouvelable, soit pratiquement 10 % des émissions totales de CO₂ françaises: ceci permettrait de revenir à notre niveau d'émission de 1990, objectif auquel la France s'est engagée dans le cadre du protocole de Kyoto. ■

QUATRE SCÉNARIOS DE RÉPARTITION DES ÉOLIENNES

Plusieurs scénarii de répartition ont été retenus. Dans le scénario équilibré (S1), chacun des 38 départements sélectionnés est doté d'une

puissance de 250 MW, sauf celles de l'Aude et du Finistère, qui ont 500 MW chacune. Un 2^e scénario attribue 5 000 MW à deux régions, la Bretagne et

le Languedoc-Roussillon. Un troisième, celui des "zones ventées", répartit la puissance installée entre 2 départements considérés comme les plus

ventés. Le dernier scénario correspond à une concentration vers des zones modérément ventées, mais où l'acceptation actuelle est meilleure.

TROIS QUESTIONS À JEAN-MARC ARMITANO, PRÉSIDENT DE LA FEE

Quel est l'objectif de cette étude ?

Nous avons remarqué que le discours mené par les opposants à l'énergie éolienne a évolué. Au début, ils disaient: « non à l'éolien défigurant le paysage, oui à l'éolien dans les sites industriels ». Maintenant, ils prétendent que l'éolien est une imposture écologique et ne veulent plus d'éolien du tout. Au fur et à mesure que nous apportons des réponses, ils cherchent de nouveaux arguments.

L'un des objectifs de cette étude est de répondre à l'une des attaques principales des opposants. Ceux-ci mettaient en doute la valeur écologique de l'éolien. Ils disaient que pour chaque MW éolien, il fallait un MW d'énergie fossile pour compenser les jours sans vent. L'éolien ne servait à rien car il créait du CO₂ ! Ainsi, l'étude montre que ce n'est pas le cas. L'éolien n'a pas besoin de faire appel à des centrales thermiques à flamme supplémentaires.

Comment comptez-vous utiliser les résultats ?

Comme il s'agit d'une étude cofinancée par l'Ademe, nous déterminons avec eux comment communiquer au mieux

ces résultats. Nous espérons qu'une large diffusion permettra de stopper ces arguments. Dans les réunions publiques, face à ce que disent les opposants à l'éolien, il faut réagir vite. Or on ne peut apporter qu'une réponse de techniciens. Un autre objectif est de mettre en place une collaboration plus approfondie avec le gestionnaire de réseau. En particulier pour optimiser la production éolienne avec celle de l'hydraulique à l'éclusée. Nous sommes relativement confiants pour avancer dans cette logique. Enfin, nous attendons également le retour des pouvoirs publics, qui ont eu connaissance des résultats.

Quelles autres actions envisagez-vous pour la suite ?

Notre souhait est d'aller plus loin, de réaliser un complément d'étude. Deux pistes sont ouvertes. La première concerne l'optimisation du couple hydraulique/éolien, montrant que l'hydraulique suffit à répondre aux besoins en capacités de réserve de l'éolien. La seconde porte sur la comptabilisation des volumes de gaz à effet de serre évités dans les pays consommateurs d'éolien.