

L'éolien offshore

Alors que l'éolien onshore est une industrie mondiale déjà bien développée, l'éolien offshore est en phase de consolidation et de globalisation. La plus mature des énergies marines commence à s'aventurer au large des côtes européennes et même vers d'autres continents, sous l'impulsion des politiques publiques et d'acteurs de plus en plus nombreux à rejoindre ce marché prometteur, qui devrait évoluer vers des eaux plus profondes grâce à des structures flottantes.

Historiquement, l'éolien en mer, ou offshore, a réellement démarré à la fin des années 2000. À cette époque, l'éolien à terre, ou onshore, commençait à atteindre dans des pays comme l'Allemagne et le Danemark, un certain niveau de saturation des sites d'installation. L'éolien offshore permet de profiter des ressources de vent en mer qui sont généralement plus importantes que sur terre : les vents sont plus forts et surtout plus réguliers, permettant un taux d'utilisation plus constant des installations, une meilleure prévision de la production et finalement, une production d'électricité plus grande.

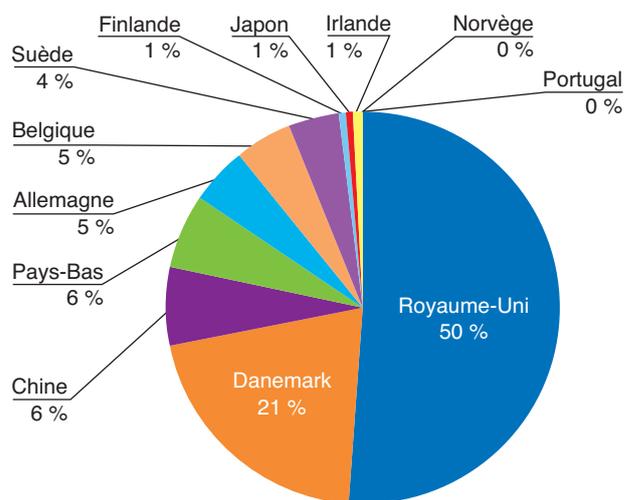
L'éolien offshore possède d'autres atouts. Il s'affranchit, du moins en partie, des plus grands obstacles rencontrés à terre, comme la résistance des populations locales, généralement hostiles à l'installation des parcs éoliens près de leurs domiciles pour des raisons de bruit ou d'impact visuel. Installées loin des côtes, les turbines offshore sont moins confrontées à ce problème d'acceptabilité, mais doivent faire face à d'autres challenges comme la maintenance en mer et des coûts de raccordement au réseau plus élevés.

4 GW installés dans le monde

L'éolien offshore a démarré en premier en Europe, puisque la première ferme offshore a été construite en 1991 à Vindeby au Danemark, et que la plupart des 25 fermes en opération à la fin de l'année 2012 sont localisées en Europe. En effet, on comptait un peu plus de 4 GW d'éolien

offshore installés dans le monde à la fin de l'année 2011, dont 3,8 GW en Europe, principalement au Danemark et au Royaume-Uni, ce dernier étant devenu ces dernières années la locomotive européenne (fig. 1).

Fig. 1 – Répartition par pays des capacités éoliennes offshore installées dans le monde



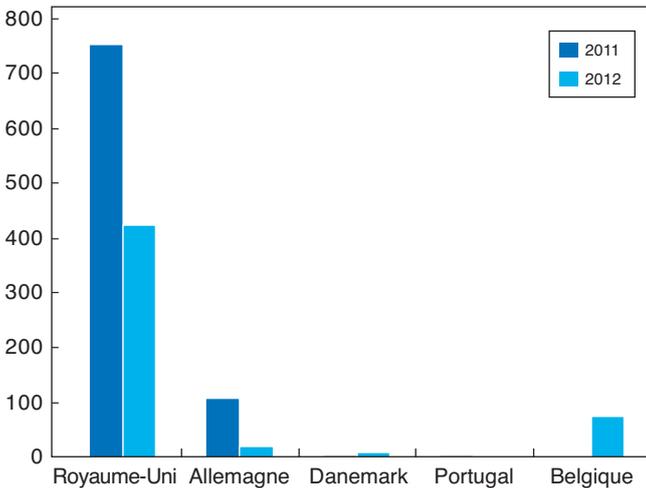
Source : Global Wind Energy Council, 2011

L'année 2011 a d'ailleurs été riche en installations. Le Royaume-Uni a connecté 750 MW sur les 866 MW qui l'ont été en Europe, et cette tendance s'est confirmée au premier semestre 2012 avec à nouveau 422 MW connectés chez nos voisins d'Outre-Manche, loin devant les autres pays européens.

L'éolien offshore

Si les projets continuent à voir le jour et si les installations de turbines continuent sur ce rythme, l'Europe devrait compter près de 5 GW à la fin de l'année 2012 (fig. 2).

Fig. 2 – Nouvelles installations en Europe entre janvier 2011 et juin 2012

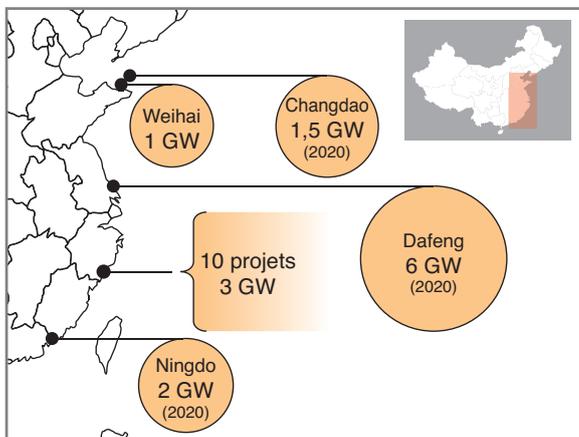


Source : European Wind Energy Association

Ailleurs, la Chine, qui dispose en mer d'une ressource de vent permettant l'installation de quelques centaines de gigawatts, ne compte aujourd'hui que 258 MW en puissance installée, mais bénéficie d'une dynamique forte. Le pays s'est fixé d'atteindre 5 GW en 2015 et 30 GW d'ici à 2020, afin de supporter l'objectif, plus global, de 15 % d'énergies renouvelables dans le mix national. De nombreux projets de fermes chinoises ont été déposés ou sont en phase de construction, pour un total d'environ une dizaine de gigawatts (fig. 3).

Aux États-Unis, sous l'impulsion du plan *National Offshore Wind Strategy*, 10 GW devraient être installés d'ici à 2020, puis 54 GW avant 2030.

Fig. 3 – Les projets d'éolien offshore chinois



Source : Haymarket Publishing

Et la France dans tout ça ?

La France s'est fixé un objectif ambitieux de 6 GW d'éolien offshore installés en 2020. Ambitieux, car le parc éolien offshore français n'existe pas encore, et car les premières fermes verront le jour dans quelques années, suite à l'appel d'offres conclu au printemps dernier. Cinq sites avaient été proposés, mais quatre seulement seront développés lors de ce premier *round* (Le Tréport n'a pas été attribué en raison d'une concurrence trop faible sur ce site). EDF et Alstom, unis dans le consortium Éolien Maritime France, ont obtenu trois sites : Fécamp, Courseulles-sur-Mer et Saint-Nazaire, tandis que le site de Saint-Brieuc a été attribué à Iberdrola et Areva (Ailes Marines SAS) (fig. 4).

Fig. 4 – Le résultat de l'appel d'offres français éolien offshore



Source : ministère de l'Économie

En conséquence, seuls 2 GW seront construits (au lieu des 3 GW prévus en amont de l'appel d'offres, chaque site recevant à peu près 500 MW) avec ce premier appel d'offres. Ils seront complétés par le deuxième volet de l'appel d'offres, qui devrait être lancé avant la fin de l'année 2012. De nouveaux sites seront proposés. Le site du Tréport pourrait revenir ; on parle également de celui situé entre Noirmoutier et l'île d'Yeu, mais également d'autres zones en Atlantique, Manche et mer du Nord.

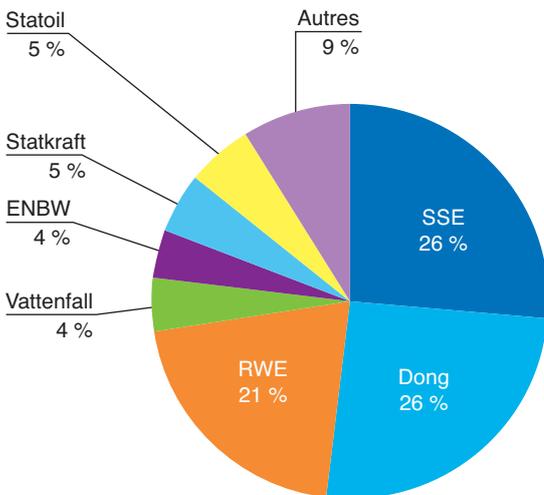
L'éolien offshore

Cet appel d'offres devrait se traduire par la construction d'usines pour un investissement estimé à 7 milliards d'euros et 10 000 emplois créés.

Les principaux opérateurs

Le marché des turbines est très nettement dominé par Siemens, avec 80 % des installations en 2011, loin devant REpower (13 % des installations européennes de 2011), pour la fourniture de machines dont la puissance unitaire moyenne se situe autour de 4,5 MW. Du côté des opérateurs de fermes, le marché est beaucoup mieux réparti. SSE, Dong et RWE se partagent tout de même les trois quarts du marché sur les 18 derniers mois, devant des acteurs importants comme Vattenfall. Néanmoins, le début de l'année a été marqué par l'apparition d'acteurs comme EDF, E.ON ou BARD, de nouveaux entrants dont l'importance pourrait s'accroître dans le futur (fig. 5).

Fig. 5 – Répartition des capacités installées entre début 2011 et mi-2012, par développeurs

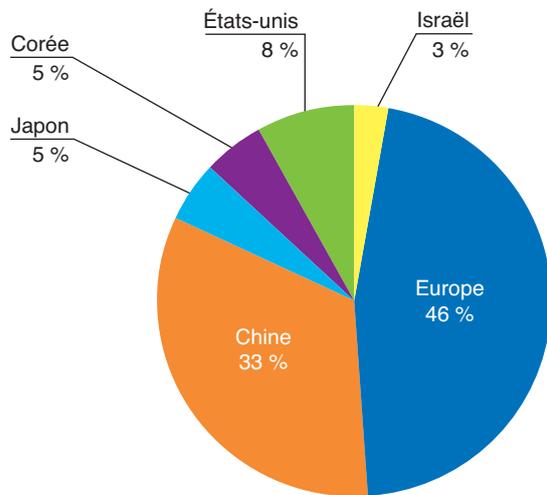


Source : European Wind Energy Association

Perspectives futures

Par l'ampleur des objectifs, le futur marché de l'installation de l'éolien offshore se situe pour une grande part en Chine. Les constructeurs chinois ne sont d'ailleurs pas en reste. Ils sont partie prenante du futur de cette technologie. À titre d'illustration, sur les deux dernières années, 51 nouveaux modèles ont été annoncés dans le monde, dont un tiers provient de constructeurs chinois. Mais l'intérêt pour l'éolien offshore est devenu mondial et l'on observe aujourd'hui des constructeurs venant de tous les continents (fig. 6).

Fig. 6 – Provenance des nouveaux modèles de turbines offshore

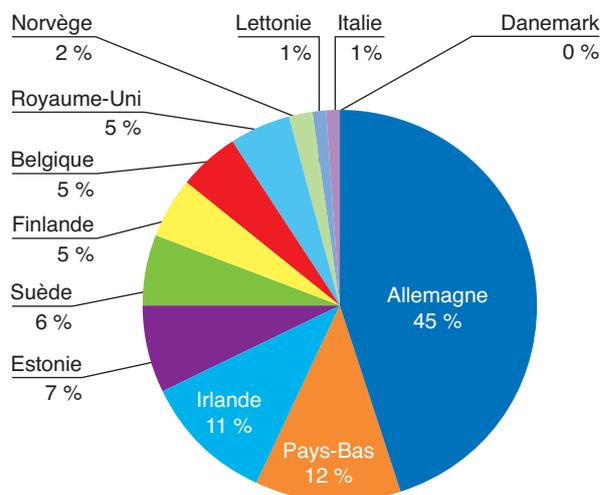


Source : European Wind Energy Association

Au-delà des plans de développement américains, japonais, canadiens ou chinois, l'Europe restera encore un beau terrain de jeu pour l'éolien offshore dans les prochaines années. Neuf nouveaux projets étaient en construction pendant l'année 2011, pour une capacité totale de 2 375 MW, auxquels s'ajoutent neuf nouveaux projets consentis pour un équivalent de 2 910 MW, ce qui amènerait la capacité totale installée en Europe à 9 GW.

Une bonne partie du marché futur (42 %) se situera en Allemagne, puisque les grosses capacités britanniques ont déjà été acceptées et sont pour la plupart en phase de construction. Les prochaines années verront le retour des Pays-Bas et l'apparition de nouveaux pays pour l'éolien offshore comme la France, la Finlande, la Suède et surtout l'Irlande (fig. 7).

Fig. 7 – Provenance des nouveaux modèles de turbines offshore



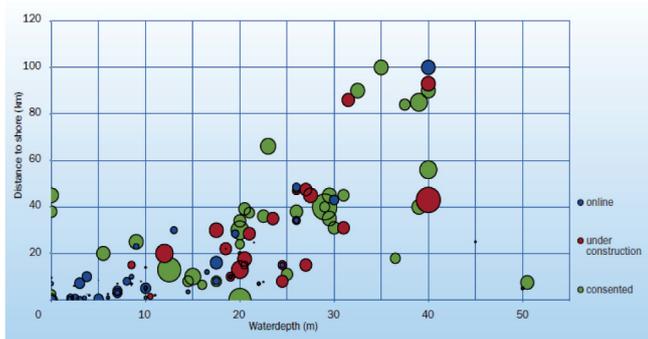
Source : European Wind Energy Association

L'éolien offshore

Vers des eaux de plus en plus profondes ...

Le futur de l'éolien se dessine dans des eaux de plus en plus profondes (fig. 8).

Fig. 8 – Profondeur et éloignement des côtes pour les prochaines fermes éoliennes offshore



Source : European Wind Energy Association

Alors que les fermes actuelles se situent plutôt dans des eaux de profondeur comprise entre 5 et 10 m et très majoritairement inférieures à 20 m, les futures fermes se situeront en moyenne à 25 m de profondeur et pourront aller jusqu'à 50 m. Les améliorations techniques des fondations rendent cette évolution possible. Dans le même temps, les distances qui séparent les installations de la côte dans les nouveaux projets évoluent peu. Les futures fermes se situent entre 20 et 40 km de la terre ferme. Le coût de la connexion reliant la ferme au réseau terrestre n'est pas un poste de dépense négligeable : il augmente avec la distance à couvrir, dans un contexte où le prix des câbles augmente également.

... puis vers des éoliennes flottantes

L'autre évolution attendue se situe autour des structures flottantes, la voie envisagée aujourd'hui par bon nombre d'acteurs pour répondre au challenge d'installer, à des conditions économiques acceptables, des machines au-delà de 50 m de profondeur.

Il n'existe à l'heure actuelle que trois prototypes de plusieurs MW installés en mer, chacun étant situé sur l'un des trois principaux continents. L'année 2013 devrait voir arriver six nouvelles machines, dont trois au

Japon et deux en France : le projet Winflo porté par la société française Nass&Wind propose une éolienne flottante sur une plateforme semi-submersible, alors que le projet VertiWind de la société française Nénuphar en partenariat avec Technip propose un concept novateur constitué d'une éolienne flottante à axe vertical.

La problématique des coûts de l'éolien offshore est capitale afin qu'il trouve une place sur le long terme dans le mix énergétique. Alors qu'aujourd'hui l'éolien à terre coûte environ 1 million d'euros (M€) par MW installé, l'éolien en mer se situe entre 2 et 3 M€. Quant à l'éolien flottant, les coûts sont encore flous mais devraient se situer, au début de cette industrie, autour de 4 M€ le MW, avant de décroître lorsque les technologies gagneront en maturité. Au niveau des coûts de production, l'éolien offshore flottant devrait alors pouvoir être compétitif en augmentant sa productivité, les heures de fonctionnement et la puissance générée pouvant être plus importantes, grâce à la meilleure ressource en vents que nous avons déjà évoquée. Il sera important pour l'éolien offshore, actuellement autour de 120-160 €/MWh de passer en dessous de la barre des 100 €/MWh, afin d'être compétitif par rapport à l'éolien onshore, qui se situe déjà en dessous de cette barre (70-90 €/MWh) et proche des moyens de pointe comme le nucléaire (50-100 €/MWh selon l'âge des centrales).

L'éolien offshore évolue. D'un marché centré sur l'Europe, on assiste maintenant à une phase de consolidation, notamment avec des pays asiatiques qui entrent dans la course et qui, comme la Chine, ont des objectifs ambitieux. En France, ce marché démarre avec les résultats d'un premier appel d'offres, qui vise à lancer la filière industrielle.

Techniquement, les fermes deviennent de plus en plus importantes, et l'on est aujourd'hui capable d'installer des machines par des profondeurs d'eau toujours plus importantes. À plus long terme, l'éolien offshore flottant devrait prendre le relais, afin de permettre d'exploiter pleinement la ressource en vent : plus de 15 projets d'éoliennes flottantes sont aujourd'hui dans les cartons, attendant d'aller prendre l'air marin...

Simon Vinot – simon.vinot@ifpen.fr
Manuscrit remis en octobre 2012