



L'éolien en mer

Enjeux

Afin de réduire nos émissions de gaz à effet de serre, de diminuer nos besoins en sources d'énergies fossiles et d'assurer nos approvisionnements, la France s'est fixé un objectif de développement des énergies renouvelables pour atteindre, à l'horizon 2020, 23 % de notre consommation d'énergie finale issue de sources renouvelables.

Le plan de développement des énergies renouvelables prévoit le développement de 6 GW d'installations éoliennes en mer et d'énergies marines en France à l'horizon 2020 (soit 7 % de la production électrique par les énergies renouvelables en 2020). Une action de planification et de concertation, lancée au début de l'année 2009 et achevée en septembre 2010, a permis d'identifier les premières zones propices au développement de l'éolien en mer.

Contexte

Le premier appel d'offres, lancé par la Commission de régulation de l'énergie (CRE) en juillet 2011, a retenu, en avril 2012, quatre parcs éoliens au large des côtes françaises, pour une puissance installée de près de 2 GW, correspondant à une production énergétique permettant de satisfaire la consommation de plus d'un million de foyers (hors chauffage électrique). A l'issue d'une étape de « levée des risques » obligatoire, les candidats retenus devront confirmer la faisabilité du projet d'ici fin 2013. Les installations pourront alors être construites progressivement à partir de 2015 et mises en service en 2017.

Zoom sur les 4 parcs éoliens offshore

- Fécamp (Seine-Maritime) – 88 km², puissance : 498 MW ;
- Courseulles-sur-mer (Calvados) – 77 km², puissance : 450 MW ;
- Saint-Brieuc (Côtes d'Armor) – 180 km², puissance : 500 MW ;
- Saint-Nazaire (Loire-Atlantique) – 78 km², puissance : 480 MW.

Un nouvel appel d'offres a été lancé en mars 2013 pour de nouvelles zones de développement éolien offshore, comprenant notamment la zone du Tréport et la zone de Noirmoutier.

Principes techniques de l'éolien en mer

Un parc éolien en mer (ou offshore) possède une composante marine et des annexes à terre.

■ **La composante marine**

La profondeur d'installation économiquement viable aujourd'hui est d'environ 40 mètres. La composante « marine » comprend :

- les aérogénérateurs du parc éolien (fondations + mats + turbines). Aujourd'hui, les turbines ont une puissance pouvant aller jusqu'à 6 MW mais des prototypes de 7, 8 et 10 MW ont déjà été annoncés par les constructeurs. Le diamètre du rotor peut atteindre 150 mètres. Les fondations peuvent être de type monopieu en acier, base gravitaire en béton, "jackets" en acier, et parfois tripode ;
- un poste transformateur commun ;
- les câbles sous-marins, enterrés ou posés sur le fond, assurant la collecte et le transport de l'énergie jusqu'à la côte. Il s'agit de plus en plus de câbles à courant continu haute tension.

■ **Les annexes à terre**

Elles comprennent :

- un transformateur et un poste de raccordement au réseau terrestre ;
- des lignes électriques enterrées.



Etat des connaissances

Points forts de l'éolien en mer

□ Augmentation de production

La mer offre des vents généralement plus réguliers et puissants qu'à terre, permettant de produire jusqu'à 60% d'énergie en plus que la plupart des parcs éolien terrestres.

□ Des impacts économiques positifs

Un nouveau secteur d'activités créateur d'emplois

La filière éolienne est génératrice d'emploi : 11 000 en France dans le terrestre (192 000 en Europe) en 2010. 180 entreprises industrielles françaises oeuvrent dans ce secteur. Le développement de l'éolien offshore peut lui aussi générer des emplois en France, comme c'est le cas aujourd'hui dans les pays chefs de file de l'éolien offshore (Danemark, Royaume Uni, Allemagne).

Ainsi en Allemagne, en une dizaine d'années, une véritable filière industrielle éolienne offshore s'est développée, reposant sur les compétences existantes autour du port de Bremerhaven, notamment dans le domaine de la construction navale. Cette filière recense déjà plus de 3 000 emplois dans la fabrication de composants et l'assemblage d'éoliennes, les activités portuaires et de logistique.

De nouvelles activités pour les ports

Pour se développer, les parcs éoliens offshore ont besoin de ports à proximité de leur implantation, ce qui peut y apporter de nouvelles activités industrielles et économiques, à l'instar de certains ports britanniques et allemands (pré-assemblage des éoliennes, transport des composants du parc...). Le Havre, Dunkerque, Cherbourg et Brest se sont déjà positionnés dans le cadre du premier appel d'offres éolien en mer.

□ Des impacts environnementaux maîtrisés

La phase de construction d'un parc éolien en mer peut avoir des impacts potentiellement négatifs sur l'environnement, notamment sur les mammifères (cétacés, phoques) et les poissons. Grâce aux mesures d'atténuation mises en place suite aux études d'impacts, ceux-ci sont restés très limités lors de la construction des parcs comme au Danemark (Horns Rev, Nysted) ou au Royaume-Uni (North Hoyle par exemple). La composante littorale des travaux est également conçue pour minimiser les impacts.

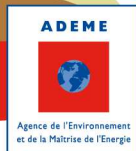
En fonctionnement, les éoliennes peuvent avoir un impact sur les mammifères marins et les poissons à cause des vibrations générées, ainsi qu'un impact sur l'avifaune du fait des risques de collisions et du phénomène d'évitement des parcs. Les études de suivi des parcs en mer existants, effectuées sur plusieurs années, ont conclu que ces effets étaient négligeables jusqu'à présent.

L'existence d'un effet de type « récif artificiel » associé aux fondations des éoliennes a été très nettement observée au sein des parcs déjà construits, et ce après un an seulement. Selon ces observations, l'implantation de parcs éoliens en mer semble favoriser l'augmentation locale de biomasse et de biodiversité marine, ce qui pourrait avoir un effet positif sur les communautés de poissons.

Tableau 1 : Synthèse (non exhaustive) des principaux impacts observés

Phase	Aspect concerné	Impact potentiel	Retour d'expérience/mesures prises
Construction & démantèlement	Mammifères marins (phoques, cétacés)	Perturbations, blessures.	Phoques et cétacés (notamment marsouins) évitent la zone (jusqu'à un rayon de 40km) pendant les travaux mais reviennent par la suite.
	Poissons	Perturbations, blessures.	Pas de données spécifiques. Les travaux doivent être réalisés hors des périodes de frai.
	Benthos ¹	Destruction localisée, 'étouffement' à cause des sédiments remis en suspension par les travaux.	Impacts localisés, rétablissement rapide.
	Littoral	Destruction localisée d'espèces potentiellement sensibles à cause de l'atterrage du câble.	Impacts localisés et mineurs, rétablissement rapide.
O.P.L.	Sédimentologie	Phénomène d'affouillement autour des fondations et risque d'exposition du	Affouillement plus ou moins important mesuré autour des monopieux : mise en place de protections contre l'affouillement

¹ **Benthos** : ensemble des organismes vivant à proximité du fond ou directement sur le substrat (épifaune), ou dans celui-ci (endofaune).



	câble.	nécessaire.
Mammifères marins	Perturbation à cause des vibrations, du bruit et des ondes électromagnétiques (OEM) émises par le câble, modification du comportement (reproduction, alimentation), déplacement vers d'autres zones.	Peu ou pas d'impacts, fréquentation en hausse observée sur certains sites.
Poissons		Effets légèrement positifs sur les communautés grâce à l'introduction de nouveaux habitats et la baisse de l'intensité de pêche. Pas d'impact des OEM. Le bruit et les vibrations ne semblent pas gêner les poissons.
Benthos	Modification des communautés benthiques initiales Effet de récif sur les fondations.	Pas de modification significative du benthos dans les zones sableuses entre les éoliennes (endofaune et épifaune). Sur les fondations et les protections contre l'affouillement : effet de récif marqué (dès la 1 ^{ère} année) avec augmentation locale de la biodiversité et de la biomasse.
Oiseaux	Blessure par collision, modification du comportement (reproduction, alimentation) et des habitudes de vol, déplacement.	Réponse d'évitement/déviation pour certaines espèces (de 200 m jusqu'à plusieurs km pour les migrateurs), accentuée la nuit. Peu de collisions et effets sur les populations jugés négligeables. Le grand cormoran semble attiré par les parcs.

□ Une acceptabilité sociale facilitée

L'éolien en mer, du fait des distances de développement par rapport à la côte, a un impact paysager souvent perçu comme plus faible que celui de l'éolien terrestre. Des enquêtes réalisées au Danemark, au Royaume-Uni et aux Pays Bas² révèlent une attitude positive des riverains et des touristes vis-à-vis des parcs en mer, avec des impacts des parcs sur le paysage jugés « neutres » voire « positifs ».

Points à surveiller et recommandations

□ Une technologie encore coûteuse

Il est plus difficile et donc plus coûteux de développer un parc éolien en mer que sur terre : les éoliennes sont soumises à des vents violents, les mâts doivent être étudiés pour résister à la force des vagues et du courant, et la protection contre la corrosion doit être renforcée. De plus, l'installation en mer nécessite des navires spécialisés, le raccordement électrique implique des câbles sous-marins coûteux, et les besoins de maintenance sont accrus avec une accessibilité très dépendante des conditions météorologiques. Cependant les constructeurs ont développé des pratiques et matériels adaptés à ces contraintes spécifiques. Des perspectives de réduction des coûts existent comme pour l'éolien terrestre car l'industrie et les techniques associées sont en émergence. Le surcoût de l'électricité issue d'éoliennes en mer par rapport au prix moyen du marché de l'électricité, sera compensé par une augmentation de la Contribution au Service Public de l'Électricité, payée par tous les consommateurs d'électricité. Cette contribution sera ainsi relevée entre 2015 et 2020 pour un montant représentant 4% de la facture des ménages en 2020, soit environ 25 euros par ménage et par an. Ce montant diminuera progressivement après 2020, en fonction des prix du marché de l'électricité.

□ Une forte croissance de la demande pour certains matériels et moyens qui pourrait conduire à une demande de produits et service dépassant l'offre

Par exemple, l'approvisionnement en câbles sous-marins devient problématique à cause des nombreux développements en cours en Mer du Nord. Aussi, la disponibilité des navires et barges d'installation et de maintenance peut également poser problème, car les moyens adaptés sont peu nombreux par rapport aux besoins. Néanmoins plusieurs navires dimensionnés pour les nouvelles turbines sont en cours de développement et construction.

□ Impacts sur les autres usagers de la mer : l'importance de la concertation

La construction de parcs éoliens en mer soulève le problème des conflits d'usages. Les usagers de la mer et du littoral sont en effet nombreux, avec des activités très diverses : pêcheurs (professionnels et amateurs), navires de commerce ou militaires, ferries, bateaux de plaisance, extraction de granulats marins, conchyliculteurs, vacanciers, riverains... A ces contraintes d'usage s'ajoutent les zones naturelles protégées, à fort patrimoine écologique ou d'intérêt archéologique, les zones de protection autour des radars,...

Les pêcheurs sont le groupe d'usagers qui sera sans doute le plus impacté par le développement de l'éolien en mer et avec lequel il sera absolument nécessaire de travailler, pour trouver des solutions respectant tous les usages. Dans la plupart des cas, les

² Voir références dans « pour en savoir plus »



pêcheurs affichent une position ouverte vis-à-vis de ces projets, et ils veulent être associés le plus en amont possible afin de rechercher des solutions qui respectent la profession et créent des opportunités. Lors du débat public organisé pour le projet de parc éolien des Deux Côtes, un groupement de pêcheurs avait ainsi affirmé : « *Les pêcheurs maritimes ne sont pas opposés au développement de l'énergie éolienne offshore. Toutefois, ils rappellent que comme toute autre activité en mer, cette nouvelle industrie ne peut s'imposer n'importe où, ni n'importe comment* ».

Au-delà du simple dédommagement monétaire (dont le montant peut être difficile à établir pour le développeur, comme cela a été le cas au Royaume-Uni), d'autres mesures existent, notamment l'autorisation de certains types de pêche dans le parc. Ainsi, dans certains des parcs existants en Europe, les « arts dormants » (casiers, palangres, filets non dérivants) sont autorisés et les professionnels et amateurs semblent satisfaits de la pêche. De plus, des protections contre l'affouillement peuvent être conçues pour maximiser l'effet de récif artificiel et augmenter les bénéfices pour les pêcheurs. Par ailleurs, certains professionnels de la pêche pourraient être intéressés par une reconversion dans la maintenance et le gardiennage du parc, bien que cette possibilité nécessite une formation et ne puisse pas nécessairement répondre entièrement au besoin de reconversion en termes de nombre de postes créés.

Notons enfin que la concertation avec les professionnels de la pêche est également très importante car leur connaissance du milieu peut aider à mieux identifier les éventuels impacts environnementaux. En général, les pêcheurs connaissent relativement bien les frayères et les nourriceries, les routes empruntées par les poissons migrateurs ainsi que les dates de reproduction. Ces connaissances peuvent aider à mieux positionner le parc et à fixer des dates de travaux adaptées pour minimiser les impacts sur les populations de poissons et les conséquences pour les activités de pêche.

□ **Des impacts cumulatifs et à long terme à surveiller**

Quelques années seront nécessaires pour avoir un retour d'expérience satisfaisant sur certains impacts environnementaux, notamment en ce qui concerne :

- l'impact cumulatif, et sur le long terme, du développement des énergies marines et de l'éolien offshore, particulièrement en Manche et Mer du Nord (effet de barrière pour les oiseaux par exemple) ;
- le devenir du site dans l'éventualité de son démantèlement (une rénovation des parcs étant possible pour poursuivre l'exploitation).

CE QUE L'ADEME PRÉCONISE

L'éolien en mer a sa place dans la diversification de nos sources d'énergies, comme c'est déjà le cas dans d'autres pays d'Europe comme le Royaume-Uni ou le Danemark. Pour atteindre l'objectif de 6 GW, le développement de l'éolien en mer devra prendre en compte les activités déjà présentes comme la pêche ou la navigation, tout en respectant les paysages et les écosystèmes côtiers. **La concertation des différentes parties prenantes est donc cruciale.** Enfin, **l'évaluation puis le suivi des impacts environnementaux**, notamment sur les aspects cumulatifs et de long terme, est un point important du développement de l'éolien en mer : **l'accent doit être mis sur l'harmonisation des méthodologies ainsi que sur le partage des connaissances et des données recueillies.**



POUR EN SAVOIR PLUS

France

Site du MEDDE : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Eolien-en-mer-.html>

Guide ADEME : <http://www.mtaterre.fr/dossier-du-mois/archives/681/Comment-ca-marche-l-energie-eolienne>

CNDP des Deux Côtes : <http://www.debatpublic-eolien-en-mer.org>

Site du SER : <http://www.enr.fr/>

Royaume Uni :

Site de COWRIE (*Collaborative Offshore Wind Research Into The Environment*, structure portée par le Crown Estate, le Ministère en charge de l'Énergie et l'Agence britannique de l'énergie éolienne) :

<http://www.offshorewindfarms.co.uk/Pages/Publications/>

Sur le site <http://data.offshorewind.co.uk/>, COWRIE met également à disposition les données et rapports d'études et de suivi d'impacts que les développeurs de parcs éoliens en mer ont désormais l'obligation de communiquer.

Danemark :

Les rapports de suivi environnemental post-construction des parcs Nysted et Horns Rev sont disponibles sur le site de l'Agence Danoise de l'Énergie :

http://www.ens.dk/en-US/supply/Renewable-energy/WindPower/offshore-Wind-Power/Environmental-impacts/env.reports_for_specific_projects/Sider/Forside.aspx

Allemagne

Plateforme d'information de l'Agence allemande de l'énergie (Dena) : <http://www.offshore-wind.de>

Europe

Plateforme d'information des professionnels européens de l'éolien offshore : <http://www.offshorewindenergy.org/>

Rapports et publications

- Rapport de DONG Energy, Vattenfall, l'Autorité Danoise de l'Énergie et l'Agence Danoise de la Forêt de la Nature (2006). [Danish Off shore Wind – Key Environmental Issues](#) (en anglais)