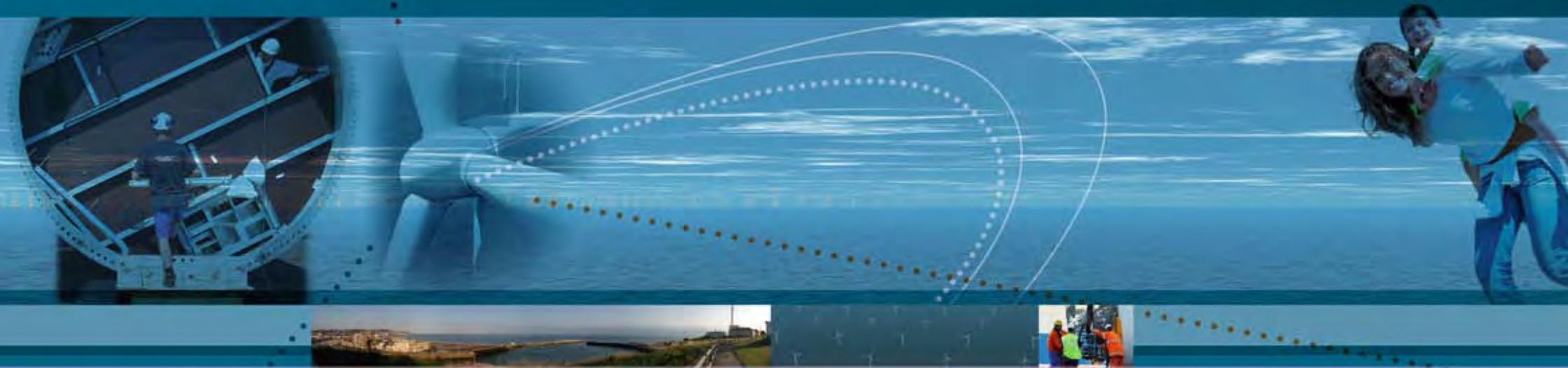


# Projet de parc éolien en mer des Deux Côtes

Débat Public du 28 avril au 10 septembre 2010  
avec suspension du 13 au 30 août 2010



## Le dossier du maître d'ouvrage

 la compagnie  
du vent ■  
GDF SUEZ

# Avant-propos

## de la Commission particulière de débat public

Le présent dossier a été élaboré par La Compagnie du Vent, filiale de GDF SUEZ, dans le cadre du débat public sur le projet de parc éolien en mer des Deux Côtes décidé par la CNDP le 7 octobre 2009.

L'article 7 du décret du 22 octobre 2002 prévoit : « le maître d'ouvrage, ou à défaut la personne publique responsable du projet, propose au président de la Commission particulière un dossier en vue du débat dans un délai de 6 mois à compter de la publication de la décision.

Ce dossier, à destination du public, est constitué suivant les indications de la Commission nationale de débat public. Il peut être complété à la demande du président de la Commission particulière avec des documents nécessaires au débat. La Commission nationale du débat public accuse réception du dossier dès qu'elle l'estime complet ».

La CNDP a estimé le dossier du débat suffisamment complet pour que le débat puisse se tenir du 28 avril au 10 septembre 2010, avec une suspension du 13 au 30 août 2010. Le dossier présente les objectifs et les principales caractéristiques du projet, notamment son coût estimatif, ainsi que les enjeux socio-économiques, les impacts significatifs du projet sur l'environnement et l'aménagement du territoire. Il renvoie à des études diverses et des documents d'information, qui peuvent être consultés sur demande, et dont la liste est communiquée en annexe et accessible sur le site : [www.debatpublic-eolien-en-mer.org](http://www.debatpublic-eolien-en-mer.org).

La Commission particulière de débat public

La Commission particulière de débat public  
21, rue des Canadiens - 76470 Le Tréport  
Tél. : 0800 210213 (numéro vert)  
Fax : 02 35 50 65 33  
[www.debatpublic-eolien-en-mer.org](http://www.debatpublic-eolien-en-mer.org)

# Le mot du Président de La Compagnie du Vent, Groupe GDF SUEZ



En installant il y a près de 20 ans la première éolienne terrestre raccordée au réseau français, nous n'avions pas vraiment conscience de répondre à un ambitieux défi énergétique et climatique. Nous voulions d'abord donner sa juste place à une énergie inépuisable, propre et fiable, disponible presque partout : l'énergie du vent.

Arrivée à maturité industrielle et devenue marine, l'énergie éolienne s'apprête à relever des défis d'une toute autre ampleur : la lutte contre le changement climatique, la production d'énergie sans émission de gaz à effet de serre ni déchets, le passage à une consommation économe et responsable, le soutien de la croissance verte créatrice de richesses locales et d'emplois non délocalisables. Cette énergie de l'avenir est ainsi l'une des plus dynamiques à se développer dans le monde, depuis plus de 15 ans.

L'Europe du Nord nous montre le cap à suivre. Au large des côtes danoises, allemandes et anglaises, des parcs éoliens en mer de grande taille sont en exploitation ; ils génèrent à terre et en mer de nouvelles activités, industrielles et commerciales, porteuses d'avenir.

La France a aussi ses cartes à jouer. Sa façade maritime est l'une des plus vastes d'Europe et elle dispose de tous les savoir-faire nécessaires. Notre pays s'est donné un calendrier et un objectif à atteindre : satisfaire 10 % de sa consommation électrique grâce à l'éolien d'ici 2020, soit 25 000 mégawatts à installer, dont 6 000 en mer.

Le parc en mer des Deux Côtes porte cette ambition et s'inscrit dans cette perspective. Pionnier de l'éolien en France, La Compagnie du Vent bénéficie désormais de l'expérience du Groupe GDF SUEZ dans les grands projets énergétiques et l'exploitation de champs gaziers en mer.

À tous égards, le débat public qui s'engage sur le projet des Deux Côtes constitue un rendez-vous déterminant. Nous souhaitons qu'il soit l'occasion pour chacun de s'informer le plus complètement possible sur tous les aspects du projet et de dialoguer sur son intérêt et ses objectifs. De ces échanges, nous attendons également qu'ils nous aident à préciser les caractéristiques et les conditions de réalisation du projet des Deux Côtes, les mesures dédiées à la préservation de l'environnement et les mesures d'accompagnement qui favoriseront le développement durable des territoires.

Jean-Michel Germa  
Président de La Compagnie du Vent



# Sommaire

## 1. Pourquoi créer un parc éolien au large des côtes d'albâtre et picarde ?

### 1.1 Répondre à la double urgence climatique et énergétique

1.1.1	La lutte contre le changement climatique, une priorité vitale .....	8
1.1.2	Des ressources fossiles en voie de disparition et une dépendance énergétique accrue .....	10
1.1.3	Des enjeux énergétiques partagés: consommer moins, diversifier davantage, pour une plus grande autonomie énergétique .....	12
1.1.4	Au plan international, des avancées majeures pour développer les énergies renouvelables.....	14
1.1.5	En France, une politique, des objectifs et un calendrier en faveur de l'éolien .....	16

### 1.2 Transformer une ressource inépuisable en énergie propre et compétitive

1.2.1	L'éolien en mer, la plus mature des énergies marines .....	20
1.2.2	L'éolien en mer, une électricité compétitive .....	23
1.2.3	L'éolien en mer, une filière en pleine croissance en Europe.....	31
1.2.4	Le littoral français, des sites favorables et encadrés.....	34

### 1.3 Valoriser des territoires marins et terrestres à fort potentiel

1.3.1	Le secteur des Deux Côtes, un choix raisonné .....	38
1.3.2	Les acteurs des territoires associés au projet dès son lancement.....	40
1.3.3	Une opportunité pour le développement durable des deux régions.....	43

## 2. Comment réaliser le parc éolien en mer des Deux Côtes ?

### 2.1 Comment conjuguer performance énergétique, rentabilité économique et respect de l'environnement ?

2.1.1 Un projet privilégié et deux variantes étudiées.....	48
2.1.2 La puissance, un facteur essentiel pour l'efficacité énergétique du projet.....	52
2.1.3 L'éloignement, une nécessité pour limiter les impacts à terre comme en mer.....	55
2.1.4 Le coût, une condition de réalisation du projet.....	61
2.1.5 Le projet « Large », solution privilégiée par le maître d'ouvrage.....	68

### 2.2 Comment insérer le parc en respectant les activités humaines ?

2.2.1 La garantie de bonnes conditions de navigation maritime et aérienne.....	70
2.2.2 La cohabitation avec les différentes formes de pêche.....	76
2.2.3 La sécurité des installations.....	80
2.2.4 Le parc, une opportunité pour le tourisme ?.....	82

### 2.3 Comment maîtriser les impacts sur les milieux naturels ?

2.3.1 La protection des Aires Marines Protégées.....	84
2.3.2 La préservation des ressources halieutiques et des peuplements benthiques.....	86
2.3.3 La protection de l'avifaune et des mammifères marins.....	90
2.3.4 La garantie d'une bonne qualité des eaux.....	94
2.3.5 La préservation du trait de côte.....	96

### 2.4 Comment contribuer au développement durable des territoires haut-normand et picard ?

2.4.1 Haute-Normandie et Picardie au tournant de l'économie verte.....	98
2.4.2 Des projets complémentaires relevant du mix énergétique.....	99
2.4.3 Des acteurs locaux engagés.....	100

### 2.5 Comment répartir les richesses créées par le parc éolien ?

2.5.1 Le coût prévisionnel du projet privilégié et son financement.....	102
2.5.2 Des filières pendant la construction, des métiers et des emplois nouveaux en phase d'exploitation.....	103
2.5.3 Des retombées fiscales nouvelles pour les communes littorales, la pêche et la plaisance.....	106
2.5.4 Des mesures d'accompagnement en faveur de la pêche, du tourisme et du développement durable.....	108

### 2.6 Et après le débat public ?..... 110

### Annexes..... 113

Saisine et décisions de la CNDP

Glossaire et sigles

Principales études environnementales réalisées sur le projet des Deux Côtes



**Simulation visuelle à 14 km depuis les hauteurs d'Ault par grand beau temps**

# 1. Pourquoi créer un parc éolien en mer au large des Deux Côtes ?

**1.1 Répondre** à la double urgence climatique et énergétique

**1.2 Transformer** une ressource inépuisable en énergie propre et compétitive

**1.3 Valoriser** des territoires maritimes et terrestres à fort potentiel

# 1.1 Répondre à la double urgence climatique et énergétique

Un très large consensus se dégage dans la communauté scientifique internationale pour constater que le changement climatique, dû aux activités humaines, s'accélère fortement depuis les années 70. C'est l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre qui en est responsable, liée en grande partie à l'accroissement de la demande énergétique. L'une des pistes pour ralentir ce changement climatique est l'utilisation d'énergies renouvelables comme l'éolien, qui ne rejettent pas de gaz à effet de serre. Les gouvernements de tous les États de la planète, et singulièrement celui de la France, ont désormais fixé des objectifs ambitieux de développement des énergies renouvelables.

## 1.1.1 La lutte contre le changement climatique, une priorité vitale

**Les experts internationaux s'accordent sur ce point : le changement climatique est inéluctable, ses conséquences sont potentiellement dramatiques pour notre planète et beaucoup de ses habitants. Il est de la responsabilité de chacun d'en limiter l'amplitude.**

Les émissions de gaz à effet de serre (GES), responsables du changement climatique, sont en constante augmentation depuis les débuts de l'ère industrielle.

Pourtant, les dernières décennies ont vu ce phénomène s'amplifier dans des proportions inédites : entre 1970 et 2004, ces émissions ont progressé de 70 % au niveau mondial. Le dioxyde de carbone, plus connu sous le nom de gaz carbonique ou CO<sub>2</sub>, est le principal GES : les autres gaz ne contribuent qu'à hauteur de 23 % des émissions de gaz à effet de serre. Les énergies fossiles – pétrole, gaz et charbon – sont responsables à elles seules de 56,6 % de l'ensemble des émissions de GES.

Durant des centaines de milliers d'années, le CO<sub>2</sub> a constamment varié entre 180 ppm (partie par million) dans l'atmosphère en période froide et 280 ppm en période chaude. Les dix mille dernières années, la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est restée confinée dans une fourchette étroite entre 270 et 280 ppm. La révolution industrielle a enclenché des bouleversements qui

se poursuivent de nos jours : on brûle des énergies fossiles, la déforestation s'accélère, les engrais chimiques relâchent du NO<sub>2</sub>, l'effectif des animaux d'élevage augmente et donc les rejets de méthane... Ces facteurs ont accru la concentration de CO<sub>2</sub> jusqu'à 380 ppm, la plus forte concentration de ces 800 000 dernières années ! Quand les experts parlent de contenir la hausse de la température à 2 °C, cela signifie de ne pas dépasser les 450 ppm dans l'atmosphère, alors que l'on sait que l'augmentation actuelle est de 2 ppm/an.

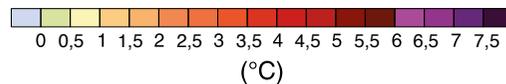
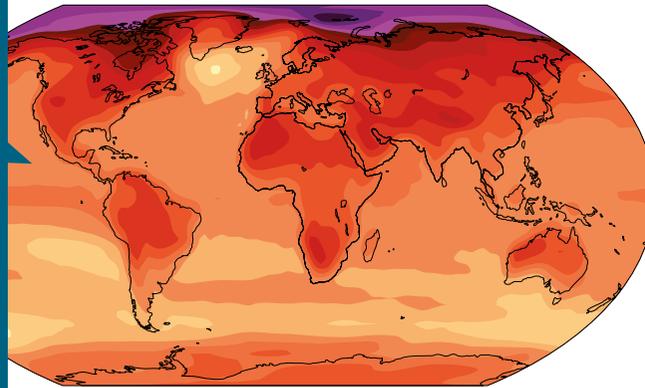
### Des conséquences potentielles dramatiques

L'ensemble des écosystèmes pourrait être impacté par le changement climatique, sur terre, le long des côtes et en mer. Les ressources en eau se réduiraient dans les régions chaudes, l'agriculture serait fragilisée, certaines zones côtières disparaîtraient entraînant des exodes de populations, la santé générale des populations les plus exposées serait compromise,

+ 70 %  
d'émissions de  
gaz à effet  
de serre  
depuis 1970

## Le réchauffement climatique

Évolution projetée de la température de surface pour la fin du <sup>xxi</sup> siècle (2090-2099) par rapport à la période 1980-1999, selon les moyennes obtenues via l'intégration de plusieurs modèles couplés atmosphère-océan<sup>1</sup>.



les événements climatiques extrêmes comme les tempêtes ou les épisodes de sécheresse seraient plus fréquents et plus dévastateurs.

Pour autant, c'est l'amplitude du réchauffement climatique qui déterminera si ces conséquences seront ponctuelles ou irréversibles. Le GIEC (Groupements d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) – qui fait autorité en la matière – a en effet identifié plusieurs scénarios, allant d'un réchauffement de + 1,8 °C à + 4 °C d'ici 2100. Par comparaison, le climat s'est réchauffé de 5 °C depuis la dernière ère glaciaire il y a 10 000 ans.

### Une prise de conscience collective

En France, une prise de conscience réelle est en train de s'opérer et le changement climatique est aujourd'hui la première préoccupation en matière de problèmes environnementaux<sup>2</sup>. Parallèlement, de

## DES CONSÉQUENCES DÉJÀ CHIFFRÉES : L'EXEMPLE DE LA FRANCE

Le changement climatique a un coût : l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC) a chiffré ses conséquences sur le territoire national, à l'horizon 2100. En voici quelques exemples :

### ■ Cultures

- 300 millions d'euros par an pour le seul blé et 200 millions d'euros pour la viticulture en pertes de productions dues aux sécheresses et événements extrêmes
- secteur forestier : impacts négatifs à long terme, dus à la sécheresse et aux incendies
- risques naturels : plus d'un milliard d'euros par an pour indemniser les logements touchés par le retrait ou gonflement des sols argileux en raison de l'élévation du niveau de la mer

### ■ Santé

- 500 millions d'euros à chaque événement caniculaire similaire à celui de 2003

### ■ Tourisme

- sur les 143 domaines skiables des Alpes françaises, seuls 55 pourraient encore fonctionner avec une élévation de la température de + 4,0 °C. Les zones situées dans le sud de la France seraient particulièrement affectées par la montée des températures estivales.

À l'échelle mondiale, les coûts annuels des impacts globaux du changement climatique sont chiffrés entre 1 100 et 4 500 milliards d'euros par an<sup>3</sup>. Pour mémoire, le budget annuel de la France en 2007 était de 293 milliards d'euros.

moins en moins de Français doutent de la réalité scientifique de ce réchauffement, et ne croient pas à un quelconque désaccord entre les membres de la communauté scientifique.

1. « Changements Climatiques 2007 », Rapport du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC)

2. ADEME

3. Rapport Nicolas Stern

## 1.1.2 Des ressources fossiles en voie de disparition et une dépendance énergétique accrue

Les énergies fossiles que sont le pétrole, le gaz et le charbon sont à l'origine de notre développement industriel. Elles sont toujours au cœur de nos modes de vie et restent largement majoritaires dans notre consommation énergétique. Mais pour combien de temps ?

Le pic pétrolier ou « peak oil » désigne le moment où la production mondiale de pétrole commencera à décliner du fait de l'épuisement des réserves de pétrole

Les consommations d'énergies fossiles ont connu une croissance extrêmement forte, freinée seulement par le premier choc pétrolier de 1973. On est ainsi passé d'une production de 2 à 3 millions de barils de pétrole par jour (Mb/j) au début du xx<sup>e</sup> siècle à plus de 85 Mb/j au tournant du xxi<sup>e</sup> siècle<sup>1</sup>.

Tous les experts, ou presque, s'accordent à évoquer un prochain pic de production – le « peak oil » – au-delà duquel les ressources planétaires de pétrole et de gaz vont se raréfier et devenir difficiles et coûteuses à extraire.



Champ pétrolière,  
Central Valley, Californie, USA

### Une grande question s'impose : quand le « pic pétrolier » va-t-il se produire ?

Si les avis d'experts varient, c'est que la réponse à cette question est éminemment géopolitique. Les experts français s'accordent pour le situer entre 2015 et 2025 pour le pétrole et entre 2020 et 2030 pour le gaz.

De fait, la survenue de ce pic ne signifiera pas que toute production s'arrêtera ; elle signifiera la fin d'un pétrole et d'un gaz bon marché, avec pour conséquences une meilleure compétitivité des autres énergies, en particulier renouvelables. Les pays producteurs – dont l'OPEP – perdront notamment leur rôle de régulation des prix.

### L'URANIUM, ÉNERGIE FISSILE

L'uranium, utilisé pour faire fonctionner les centrales nucléaires, n'est pas une énergie fossile comme le pétrole, le gaz et le charbon ; il s'agit d'une source d'énergie fissile, d'origine minérale, dégageant une très forte chaleur lorsqu'elle est fragmentée.

Pourtant, l'uranium partage de nombreuses caractéristiques avec les énergies fossiles :

- il est épuisable et non renouvelable, c'est une ressource de stock,
- ses gisements sont très localisés, entraînant une forte dépendance des pays consommateurs envers les pays producteurs.

1. Bulletin de l'ASPO (Association pour l'étude des pics de production de pétrole et de gaz naturel)

Si elle reste imprécise, l'échéance du « peak oil » conjuguée au réchauffement climatique, impose de toute façon un changement profond des modes de consommation. Elle impose également une conception de notre développement futur au profit de la qualité plutôt que de la quantité.

**DES RESSOURCES EN DIMINUTION, DES CONFLITS EN PROGRESSION**

Les ressources énergétiques fossiles, non renouvelables, sont en voie d'épuisement et les enjeux financiers et géopolitiques qui y sont associés sont considérables. Ainsi la raréfaction de ces ressources fait craindre une augmentation des conflits liés à leur extraction :

- 80 % des réserves de pétrole sont concentrés dans 30 pays, pour la plupart instables économiquement et politiquement
- les transactions liées aux ressources énergétiques fossiles font l'objet de spéculations, les réserves et la rareté sont considérées comme des secrets d'État et des compagnies exploitantes
- la sécurisation des transports est liée à la présence militaire, notamment sur les routes maritimes
- les ressources pétrolières ou minières sont stratégiques pour la plupart des pays producteurs : en Afrique, le capital naturel représente 26 % de la valeur du capital total contre 2 à 3 % dans les pays industrialisés. Dans certains pays pétroliers, cette part monte à 60 %

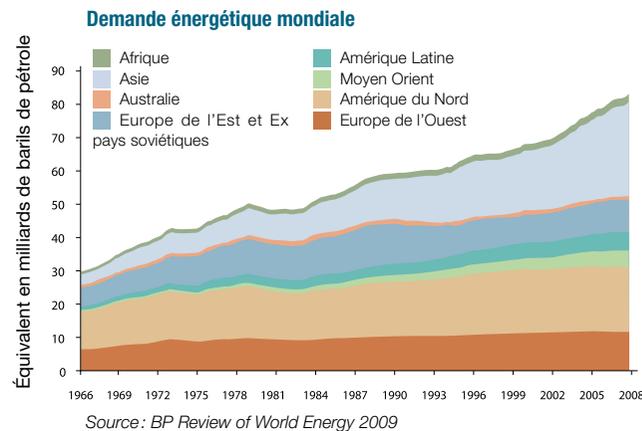


- un pays pétrolier présente trois fois plus de risque de conflit : on appelle ces conflits les « guerres énergétiques »
- les ressources énergétiques pétrolières ou minières servent fréquemment au financement des conflits, à travers le trafic d'armes...

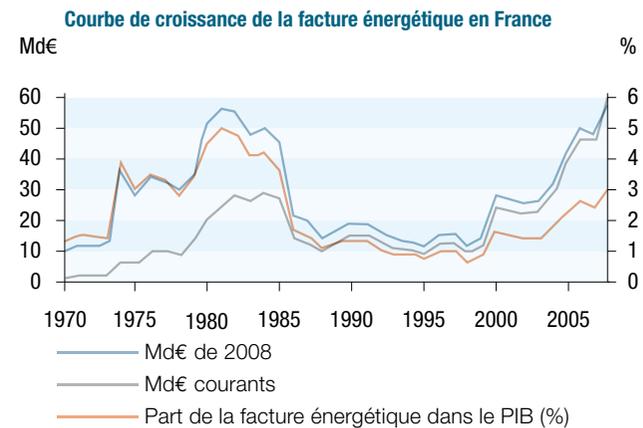
Source: Institut de Formation à l'Environnement — Géopolitique des ressources rares, 2009

**Consommation d'énergies fossiles**

Malgré les différents « chocs pétroliers » qui ont vu flamber les coûts d'approvisionnements en énergies fossiles, la demande énergétique ne cesse de croître depuis le début des années 2000. Si les pays industrialisés connaissent un tassement de cette demande, les pays émergents tirent aujourd'hui la consommation mondiale.



La facture énergétique s'accroît dans l'ensemble des pays du globe. C'est le cas également en France, avec une hausse constante et marquée depuis le début des années 2000



### 1.1.3 Des enjeux énergétiques partagés: consommer moins, diversifier davantage, pour une plus grande autonomie énergétique

**Dans les pays développés, la croissance de demain sera plus économe en ressources énergétiques. Il faudra consommer moins d'énergie, diversifier les sources d'approvisionnement et assurer une plus grande indépendance énergétique en rapprochant les lieux de production des lieux de consommation.**

Diversifier les sources pour une meilleure indépendance énergétique

Avec l'épuisement programmé des ressources fossiles et les risques déjà présents de coupures lors des pics de consommation sur le réseau électrique national et européen, consommer l'énergie autrement est devenu une nécessité.

Ce changement passe par quatre grandes actions complémentaires et indissociables :

- **consommer moins d'énergie** en optant pour des comportements rationnels qui diminuent les gaspillages, par exemple en profitant davantage de la lumière du soleil et en éclairant moins, en baissant la température du chauffage, en consommant des fruits et légumes de saison.
- **améliorer l'efficacité énergétique** en réduisant les pertes liées au fonctionnement des bâtiments, appareils et moyens de transport. Les techniques actuelles permettent de réduire fortement les consommations d'énergie et de matières premières.
- **diversifier les sources en énergie** afin de sécuriser l'approvisionnement et ainsi réduire la dépendance envers une ressource, une région du monde. Aussi, cela réduit l'exposition de l'économie nationale au risque d'augmentation du prix de ressources fossiles et sécurise le système électrique par une meilleure ventilation des risques.
- **développer les énergies renouvelables** : en privilégiant les énergies inépuisables et non productrices de déchets, bien réparties sur la planète

#### L'ÉNERGIE, GARANTIE DE COHÉSION SOCIALE ET TERRITORIALE

La France, à travers sa loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique (Loi POPE du 13 juillet 2005), a tracé quatre grandes lignes directrices. Parmi celles-ci, la volonté de garantir la cohésion sociale et territoriale en assurant l'accès de tous à l'énergie est fondamentale. Elle impose en conséquence que chacun puisse accéder à une source d'énergie de qualité et à un prix compétitif. Pour cela, la diversification des sources d'énergie et la contribution à l'indépendance énergétique de la France sont essentielles.

et décentralisées, qui ne nécessitent pas l'exploitation de ressources fossiles. Les énergies renouvelables répondent durablement à nos besoins énergétiques et préservent l'environnement.

Ces quatre aspects fondent une approche nouvelle de l'énergie, non plus basée sur une croissance infinie de la consommation, mais sur l'utilisation raisonnée des réserves et la limitation volontaire des émissions de gaz à effet de serre.



Le saviez-vous ?

La Compagnie du Vent est une filiale de GDF SUEZ, leader français des énergies renouvelables. À ce titre, elle contribue fortement aux ambitions du groupe en matière d'engagements vers une « société sans carbone ». Les énergies renouvelables représentent déjà plus de 60 % du parc de production du groupe avec 7 190 MW en France dont la plupart revient actuellement à l'énergie hydraulique.

Les énergies renouvelables ont l'avantage de pouvoir être exploitées à peu près partout ; elles rapprochent les sources de production des lieux de consommations et évitent ainsi les coûts et les délais d'acheminement qu'engendrent les énergies fossiles depuis leur lieu d'extraction.

La demande en énergie va continuer à croître et il faudra continuer à augmenter la production. Dans ce contexte, les pouvoirs publics de nombreux pays mettent en place des politiques de soutien au développement des énergies renouvelables comme complément ou en substitution aux autres sources d'énergies. Priorité est notamment donnée aux énergies renouvelables qui ont fait la preuve de leur efficacité telles que l'éolien, le solaire et la biomasse.

Des programmes de recherche sont également lancés sur des techniques encore mal maîtrisées et dont les horizons de réalisation sont plus lointains, telles la fusion nucléaire (encore au stade du balbutiement), les hydroliennes (une autre énergie renouvelable marine), l'hydrogène (un moyen de transport et de stockage de l'énergie différent de l'électricité), les énergies marines renouvelables liées aux courants, à la houle...



#### Décomposition par filière de l'objectif + 20 Mtep du COMOP 10 à l'horizon 2020 en Millions de Tonnes Équivalent Pétrole (MTEP)

<b>Chaleur</b>	Biomasse	+6,2	+10,1
	Géothermie	+1,9	
	Solaire	+0,9	
	Déchets	+0,5	
	Biogaz	+0,5	
<b>Électricité</b>	Hydraulique	+0,6	+7,2
	Éolien terrestre	+3,4	
	Éolien en mer	+1,4	
	Biomasse	+1,2	
	Solaire photovoltaïque	+0,5	
	Autres (géothermie, énergies marines...)	+0,1	
<b>Biocarburants</b>		+3,3	+3,3
<b>Total</b>			<b>+20,6</b>

Priorité est donnée aux énergies renouvelables qui ont fait la preuve de leur efficacité

Source : Rapport au Parlement - Programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité (PPI) - Période 2009/2020



**La biomasse, une énergie renouvelable lorsque la forêt est bien gérée.  
Forêt de Pontarmé, Picardie**

## 1.1.4 Au plan international, des avancées majeures pour développer les énergies renouvelables

**Depuis le sommet de la Terre de Rio en passant par le protocole de Kyoto et le sommet de Copenhague, les politiques internationales convergent pour développer les énergies renouvelables. La France est au rendez-vous.**

20 % au moins  
d'énergies  
renouvelables  
dans la  
consommation  
globale  
d'ici 2020

La prise de conscience des conséquences du changement climatique au plan mondial s'est concrétisée lors du sommet de la Terre à Rio, en 1992, avec un accord-cadre signé par 171 États ayant pour but de prévenir ou réduire les causes de ce changement climatique. Des prémices d'objectifs chiffrés y ont été élaborées, sur un principe d'équité entre États. Le protocole de Kyoto signé en 1997 par 172 pays, a constitué la seconde étape majeure. Enfin, le Sommet international des Nations Unies sur le climat, qui s'est tenu à Copenhague en décembre 2009, a permis d'évaluer les bases des engagements pour l'après 2012.

### Une politique européenne commune

Parallèlement à ces grands rendez-vous internationaux, l'Union européenne s'est fixée pour objectif de contribuer à limiter à + 2 °C au maximum l'augmentation de la température moyenne mondiale par rapport à l'ère préindustrielle. Le 8 mars 2007, le Conseil européen a ainsi proposé aux pays développés de réduire de 30 % leurs émissions de gaz à effet de serre (GES) dès 2020 par rapport à 1990, et de 60 % à 80 % d'ici 2050. Sans attendre un éventuel accord mondial pour l'après-2012, l'Union européenne s'est engagée les 8 et 9 mars 2007 avec le « paquet Énergie-Climat », résumé dans la règle des « 3 x 20 » :

- Réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre (ou 30 % en cas d'engagement des autres pays industrialisés), d'ici 2020
- Baisse de 20 % de la consommation d'énergie, d'ici 2020
- Part de 20 % d'énergies renouvelables dans la consommation globale, d'ici 2020.

### LES RÉSULTATS DU SOMMET DE COPENHAGUE

Entre espoirs et doutes, le sommet de Copenhague reste un événement planétaire qui, s'il n'a pas permis d'aboutir à des engagements chiffrés, laisse apparaître des avancées :

- près de 130 chefs d'État se sont personnellement déplacés pour le sommet
- un accord a été élaboré par un directoire d'une vingtaine de pays industrialisés et émergents, ces derniers acceptant pour la première fois de prendre des mesures contre l'augmentation des GES
- les pays se sont engagés à poursuivre leurs négociations et à conclure un nouveau texte à la conférence de Mexico, véritable échéance à venir, prévue fin 2010. L'objectif est le même qu'à Copenhague : aboutir à un texte international juridiquement contraignant
- les États-Unis et la Chine, les deux plus gros pollueurs de la planète, sont entrés dans le processus de négociation.

À Copenhague, les États-Unis et la Chine sont entrés dans le processus de négociation



## 1.1.5 En France, une politique, des objectifs et un calendrier en faveur de l'éolien

**Le Grenelle de l'Environnement a fixé une «feuille de route» pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Elle prévoit, par étapes successives, l'installation de 25 000 MW éoliens en France d'ici 2020, dont 6 000 MW en mer, contre 4 500 MW début 2010.**

### Des objectifs chiffrés de production d'énergies renouvelables

La France s'est pleinement engagée dans les objectifs européens et planétaires de réduction des émissions de GES et a, notamment à travers le Grenelle de l'Environnement, fixé une feuille de route ambitieuse pour promouvoir les énergies renouvelables. L'Assemblée nationale et le Sénat, à la quasi-unanimité, ont engagé la nation à porter à 23 % la part des énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie d'ici 2020.



### Des objectifs chiffrés pour l'éolien

En préliminaire, la loi POPE<sup>1</sup> a fixé dès 2005<sup>2</sup> un objectif chiffré de production d'énergies renouvelables. Cet objectif est mis à jour tous les 3 ans dans un arrêté ministériel appelé « PPI<sup>3</sup> ». L'arrêté PPI du 15 décembre 2009 fixe des objectifs pour 2012 et 2020, en se basant sur ceux du Grenelle de l'Environnement.

	SITUATION ACTUELLE	OBJECTIFS PPI	
		2012	2020
Biomasse	360	520	2 300
Éolien (inclus les énergies marines renouvelables)	4 500	11 500	25 000
Hydraulique	25 400	-	+3 000
Solaire photovoltaïque	250	1 100	5 400

Source : Arrêté du 15 décembre 2009 relatif à la programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité (PPI)

1. Programme fixant les Orientations de la Politique Énergétique française
2. Rapport au Parlement Programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité Période 2009 — 2020
3. La PPI a pour objectif principal d'identifier les investissements souhaitables en moyens de production d'électricité au regard de la sécurité d'approvisionnement électrique.

6 000 mégawatts d'éolien en mer, c'est la consommation électrique de près de 8 millions de Français

**L'énergie éolienne occupe une part essentielle dans ce programme :** sa maturité, sa souplesse de mise en œuvre, son coût et sa rentabilité ainsi que son bilan énergétique favorable lui assurent un avenir très prometteur. C'est la principale énergie renouvelable productrice d'électricité permettant de répondre en masse et dans les délais à l'objectif national.

Pour accélérer l'implantation des centrales produisant de l'électricité à partir des énergies renouvelables, le gouvernement offre aux compagnies d'électricité un coût d'achat prédéterminé et garanti pendant les quinze premières années d'exploitation.

### 10 % de la consommation électrique du pays

En 2008, le parc éolien français a produit plus de 5,6 millions de MWh d'électricité, soit 1,3 % de notre consommation intérieure d'électricité. Cela représente l'équivalent de la consommation domestique, chauffage compris, de près de 2,5 millions de personnes.

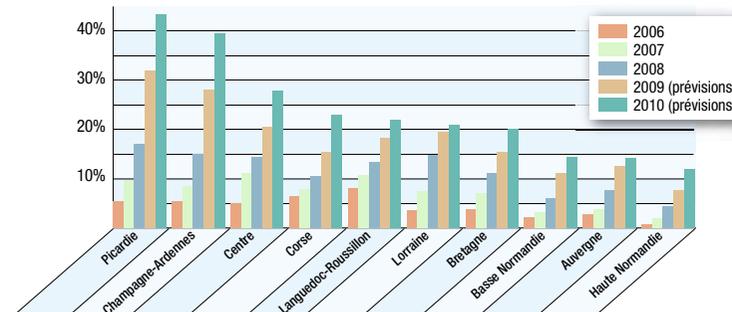
Pour 2010, les régions Picardie et Champagne-Ardenne seront en mesure de produire l'équivalent de 40 % de leur consommation domestique avec leurs éoliennes, et près de dix départements produiront plus de 50 % de leur consommation domestique, chauffage compris, à partir de l'énergie éolienne : la Meuse, l'Aube, l'Aude, l'Eure et Loir, la Somme, l'Aveyron, la Lozère, la Haute-Marne, la Marne et l'Indre.

En 2020, selon les projections du Grenelle de l'Environnement, le parc éolien français produira 55 millions de MWh, soit 10 % de la consommation électrique de notre pays.

Les coûts et la compétitivité du modèle énergétique éolien sont traités au chapitre 1.2.2.

**Le Grenelle de l'Environnement est allé plus loin :** il a fixé comme objectif l'installation de 25 000 mégawatts éoliens en 2020, dont 6 000 mégawatts en mer et d'énergies marines. Pourquoi une part

Proportion de la consommation domestique (chauffage électrique compris) fournie par l'éolien par région sur la période 2006-2010



Source : SER-FEE

### LE GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT, UNE RÉVOLUTION FRANÇAISE

Fruit d'une très large concertation, le Grenelle de l'Environnement concrétise l'engagement de la France pour « l'émergence d'une nouvelle donne en faveur de l'environnement ». Parmi les 6 groupes de travail créés à cette occasion, l'énergie éolienne occupe une place importante au sein du groupe « lutter contre les changements climatiques et maîtriser la demande d'énergie » qui a été chargé d'élaborer des mesures concrètes et quantifiables. Le Grenelle, outre la fixation d'objectifs ambitieux de développement de cette forme d'énergie, s'attache également à mettre en place un cadre réglementaire garant d'un développement harmonieux et cohérent de l'éolien sur le territoire français, à terre comme en mer, comme l'illustre la page suivante.

si importante pour l'éolien en mer ? Parce que les parcs éoliens en mer bénéficient de vents plus forts et plus réguliers et présentent des capacités de production bien plus grandes et un impact environnemental et paysager moindre que sur terre.

5. Corrigée du climat. Sources : SOeS, bilan de l'énergie

Les parcs éoliens en mer bénéficient de vents plus forts et plus réguliers



**GRENELLE 2 DE L'ENVIRONNEMENT**  
**PROJET DE LOI ADOPTÉ PAR LE SÉNAT LE 8 OCTOBRE 2009**

**Article 60 — Chapitre IX : Politiques pour les milieux marins**  
**Section 1 : Gestion intégrée de la mer et du littoral**

**Art. L. 219-1.** — La stratégie nationale pour la mer et le littoral est définie dans un document qui constitue le cadre de référence pour la protection du milieu, la valorisation des ressources marines et la gestion intégrée et concertée des activités liées à la mer et au littoral, à l'exception de celles qui ont pour unique objet la défense ou la sécurité nationale. Ce document en fixe les principes et les orientations générales, qui concernent, tant en métropole qu'outre-mer, les espaces maritimes sous souveraineté ou sous juridiction nationales, l'espace aérien surjacent, les fonds marins et le sous-sol de la mer ainsi que les activités terrestres ayant un impact sur lesdits espaces.

Il délimite des façades maritimes périmètres de mise en œuvre des principes et orientations, définies par les caractéristiques hydrologiques, océanographiques, biogéographiques, socio-économiques et culturelles des espaces concernés. La délimitation des façades maritimes métropolitaines est cohérente avec les régions et sous-régions marines identifiées par l'article 4 de la directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil, du 17 juin 2008, établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin, et tient compte de la politique commune de la pêche.

**Art. L. 219-2.** — La stratégie nationale pour la mer et le littoral est élaborée par l'État en association avec les collectivités territoriales après consultation de la communauté scientifique, des acteurs socio-économiques et des associations de protection de l'environnement, dans des conditions fixées par décret en Conseil d'État. Ce décret en Conseil d'État précise notamment les modalités selon lesquelles le projet de stratégie nationale est mis à la disposition du public par voie électronique avant son adoption par décret, le délai dont dispose le public pour présenter ses observations et les modalités selon lesquelles ces observations sont prises en considération.

La stratégie nationale pour la mer et le littoral est révisée dans les formes prévues pour son élaboration tous les six ans.

**Art. L. 219-3.** — Un document stratégique définit les objectifs de la gestion intégrée de la mer et les dispositions correspondant à ces objectifs, pour chacune des façades maritimes délimitées par la stratégie nationale pour la mer et le littoral, dans le respect des principes et des orientations posés par celle-ci. Un décret en Conseil d'État précise les modalités selon lesquelles le projet de document stratégique de façade est mis à la disposition du public par voie électronique avant son adoption, le délai dont dispose le public pour présenter ses observations et les modalités selon lesquelles ces observations sont prises en considération.

**Art. L. 219-4.** — Les plans, programmes et schémas applicables dans le périmètre d'une façade maritime, les projets situés et les autorisations délivrées dans ce périmètre ainsi que les actes administratifs pris pour la gestion de l'espace marin sont compatibles avec les objectifs et mesures du document stratégique de façade. Lorsqu'ils sont susceptibles d'avoir des incidences significatives dans le périmètre d'une façade maritime, les plans, programmes, schémas applicables aux espaces terrestres, les projets situés et les autorisations délivrées sur ces espaces prennent en compte les objectifs et mesures du document stratégique de façade.

**Art. L. 219-5.** — Un décret en Conseil d'État définit pour les façades métropolitaines le contenu du document stratégique de façade et les modalités de son élaboration, de son adoption et de ses modifications et révisions. Il dresse la liste des plans, programmes, schémas, autorisations et actes mentionnés à l'article L. 219-4 et précise en tant que de besoin les conditions d'application de cet article.

## 1.1 Rappel des enjeux

- Répondre à l'urgence du changement climatique
  - Réduire les émissions de gaz à effet de serre
    - Renforcer l'indépendance énergétique
  - Diversifier les sources d'énergies
  - Définir une politique et un calendrier concrets en faveur de l'éolien
  - Rapprocher production et consommation d'énergie
    - S'intégrer dans le projet de loi Grenelle 2 de l'environnement



Parc en mer, Middelgrunden à 2 km de la côte au large de Copenhague, Danemark

## 1.2 Transformer une ressource inépuisable en énergie propre et compétitive

L'éolien en mer est capable de fournir, sous certaines conditions, une énergie facilement exploitable, pour un coût global mesuré. Cette source d'énergie est à même d'assurer un développement économique et social important pour la France, à condition de structurer rapidement une filière industrielle incluant tous les acteurs du secteur.



Parc éolien en mer,  
Hornsrev, Danemark

### 1.2.1 L'éolien en mer, la plus mature des énergies marines

**La mer est un espace privilégié pour le développement des énergies renouvelables. Elle dispose d'un fort potentiel énergétique, de grands espaces, et bénéficie de la proximité des populations et des activités qui se développent sur les littoraux.**

La mer est un formidable réservoir à énergie. Recouvrant les deux tiers de la surface du globe, elle recèle des quantités d'énergie bien supérieures aux besoins énergétiques de l'humanité. Cinq ressources potentielles existent en effet : le vent, le mouvement de l'eau (énergie des courants, vagues et marées), la température de l'eau (différentiel entre les eaux froides profondes et les eaux superficielles chaudes), la biomasse (végétaux marins) et la pression osmotique (mélange eau douce/eau salée). Toutes ces ressources sont capables de produire de l'électricité<sup>1</sup>. Pour autant, toutes ne sont pas exploitables de la même manière et de multiples contraintes rendent le « potentiel techniquement exploitable » bien moindre que le potentiel théorique de ces ressources naturelles.

1. IFREMER, Synthèse d'une étude prospective à l'horizon 2030

Cinq ressources potentielles existent théoriquement mais ne sont pas toutes techniquement exploitables à ce jour

### Une avance certaine pour l'éolien

Le potentiel techniquement exploitable de l'éolien en mer en Europe est estimé à 313 TWh/an<sup>2</sup>, en considérant seulement les sites situés à moins de 20 km des côtes et à moins de 20 m de profondeur, chiffre à comparer à la consommation totale de la France qui est d'environ 440 TWh actuellement. D'autres ressources sont théoriquement susceptibles de fournir autant d'énergie, voire davantage, mais les conditions de leur exploitation ne sont pas encore réunies à ce jour.

L'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) a ainsi dressé quatre scénarios pour évaluer le potentiel réel de chacune d'elles à l'horizon 2030. Ces quatre hypothèses prennent en compte le niveau de développement des technologies, le contexte concurrentiel, le soutien politique éventuel, les efforts en matière de recherche...



Projet « Pelamis », basé sur l'énergie fournie par les vagues

2. Agence Internationale de l'Énergie, 2000

Le scénario 1 correspond à un marché dérégulé dans un contexte de crise énergétique et de compétition économique, le scénario 2 à une politique mondiale pour la durabilité et une extension régulière des accords de lutte contre le changement climatique, le scénario 3 à l'intérêt national et à la sécurité énergétique avec une faible coopération mondiale, le dernier donne priorité au développement local dans un contexte de montée des tensions liées aux modifications du climat.

ÉNERGIE (en TWh/an)	SCÉNARIO 1 CRISE, URGENCE ÉNERGÉTIQUE	SCÉNARIO 2 COOPÉRATION VERTUEUSE PAR NÉCESSITÉ	SCÉNARIO 3 PEU D'ÉVOLUTION, CHACUN POUR SOI	SCÉNARIO 4 DÉVELOP- PEMENT LOCAL AUTONOME
Éolien en mer	12	30	6	12
Énergie thermique marine	1,8	5,8	1	5,8
Courants	0,3	3	0,6	0,2
Marémoteur	1	1,5	0,6	0,6
Vagues	0,3	6	0,3	0,5
Biomasse	-	-	-	-
Osmotique	0	0	0	0
<b>BILAN</b>	<b>15,4</b>	<b>46,3</b>	<b>8,4</b>	<b>19,1</b>
dont électricité	14	41,2	7,7	14

Source : Ifremer

Selon les objectifs du Grenelle de l'Environnement, en 2020, ce sont un peu plus de 1 000 éoliennes qui seront installées en mer dans notre pays. Elles produiront près de 18 TWh d'électricité chaque année, soit l'équivalent de la consommation domestique d'environ 8 millions de personnes.

**Dans tous les scénarios**, l'éolien devance largement toutes les autres formes de ressources marines, contribuant pour une part comprise entre 62 et 78 % du total selon les scénarios, voire 73 à 85 % si l'on ne considère que la production d'électricité.

**L'éolien est aujourd'hui la plus mature des énergies marines** et notre pays détient des caractéristiques très favorables à l'implantation de parcs éoliens en mer, sur les trois façades maritimes. L'IFREMER estime que l'éolien en mer serait capable à lui seul de fournir 5,2 % des objectifs du Grenelle de l'Environnement, contre au mieux 2,5 % pour l'ensemble des autres ressources marines.

#### LE POINT DES TECHNOLOGIES

À l'heure actuelle et à brève échéance (moins de 5 ans), seul l'éolien en mer fait l'objet d'une véritable exploitation, notamment en Europe du Nord où les investissements (sociétés d'énergies, fabricants de matériels, sociétés de service) sont réels. Ce n'est qu'à une échéance plus lointaine à 10 ans, que les premiers projets basés sur d'autres formes de ressources (hydroliennes, houlo-moteurs) constitueront de réels moyens de production d'électricité<sup>3</sup>.

#### Une énergie facile à acheminer, produite localement

L'éolien en mer conforte l'une des autres priorités du Grenelle de l'Environnement : renforcer notre indépendance énergétique et rapprocher la production de la consommation. Directement implantés en face des bassins de vie, les parcs éoliens en mer ne nécessitent pas de transformation particulière de l'énergie : un câble sous-marin ensoufflé et relié à un poste de transformation à terre injecte sur le réseau électrique national le courant produit par les éoliennes. Cette proximité réduit les pertes électriques liées au transport sur de longues distances.

3. Source : IPANEMA (Initiative partenariale nationale pour l'émergence des énergies marines), rapport d'étape 2009

#### L'ÉOLIEN FLOTTANT

Afin de s'affranchir de la contrainte de profondeur, la technologie d'éolien flottant est aujourd'hui envisagée. La différence principale entre les éoliennes en mer flottantes et les éoliennes en mer « posées » se situe au niveau de la fondation sur laquelle repose l'éolienne.

Dans le cas de l'éolienne flottante, l'éolienne est fixée sur une imposante structure ne reposant pas sur le fond de la mer, mais maintenue par des lignes d'ancrage reliées au fond marin afin de limiter les mouvements. Les enjeux de stabilité de la plate-forme requièrent des avancées technologiques importantes. Différentes technologies de flotteurs sont en cours de développement, permettant une installation dans des profondeurs allant de 50 à 700 mètres.

Aujourd'hui encore très onéreuses, ces éoliennes font l'objet de plusieurs projets de R&D en France, Norvège, Angleterre, Italie, Allemagne et États-Unis. Il restera toujours la nécessité d'un raccordement électrique entre ces éoliennes et la côte.



Terminal pétrolier d'Antifer, France

## 1.2.2 L'éolien en mer, une électricité compétitive

**En mer, les parcs éoliens ont une efficacité comparable aux meilleures sources d'énergie si leurs coûts respectifs sont comparés en intégrant l'ensemble des paramètres.**

Le développement d'une ressource énergétique nouvelle comme l'électricité éolienne est largement conditionné par son coût de production au regard de l'évolution des coûts de production des autres énergies disponibles. Or, la comparaison des coûts des différentes énergies est loin d'être évidente.

### MESURER L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

En électricité, le watt est l'unité de puissance d'un système débitant une intensité de 1 ampère sous une tension de 1 volt. En intégrant cette puissance sur un temps de 1 heure, on obtient une quantité d'énergie dont l'unité pratique courante est le kilowattheure.

Une génératrice de 1 kW qui a tourné 1 heure a produit 1 kWh.

#### 1 Kilowatt (kW) = mille watts

1 kW à 2 kW : puissance d'une bouilloire électrique domestique.

#### 1 Mégawatt (MW) = 1 million de watts

La capacité productive des générateurs électriques commandés par les entreprises de service public est souvent mesurée en MW. Environ 10 000 ampoules de 100 watts ou 5 000 systèmes informatiques seraient nécessaires pour représenter 1 mégawatt. 1 MWh (ou mégawattheure) représente la quantité d'énergie produite par une installation de 1 MW fonctionnant pendant 1 heure.

#### 1 Gigawatt (GW) = 1 milliard de watts

• 2,1 GW : puissance générée par le barrage d'Assouan. • 3 GW : puissance thermique générée approximative du plus grand réacteur nucléaire du monde. • 18,2 GW : puissance électrique générée du barrage des Trois Gorges en Chine.

#### 1 Téravatt (TW) = mille milliards de watts

### Un tarif d'achat temporairement garanti

Toute nouvelle énergie doit faire l'objet d'un accompagnement à son lancement, afin qu'elle puisse faire sa place parmi les énergies déjà existantes et amorties depuis longtemps. C'est le cas aujourd'hui pour les énergies renouvelables, et en particulier pour l'éolien en mer. À l'heure actuelle, le prix d'achat pour l'électricité éolienne en mer est fixé à 0,13 euro (référence arrêté tarifaire 2008) par kilowattheure produit pendant les 10 premières années. Il est fixé entre 0,03 et 0,13 euro par kilowattheure les 10 années suivantes, en fonction de la productivité et de la performance constatées : plus le parc a produit pendant les 10 premières années, plus faible sera le tarif d'achat des 10 années suivantes.

Pour pouvoir comparer le tarif de l'éolien en mer à d'autres énergies, il convient d'intégrer tous les paramètres.

Plus le parc a produit pendant les 10 premières années, plus faible sera le tarif d'achat des 10 années suivantes

#### Tarif applicable à l'éolien en mer tel que publié dans l'arrêté de décembre 2008

NOMBRE D'HEURES DE FONCTIONNEMENT ÉQUIVALENT PLEINE PUISSANCE	TARIF POUR LES 10 PREMIÈRES ANNÉES (€/kWh)	TARIF POUR LES 10 ANNÉES SUIVANTES (€/kWh)
2 800 heures et moins	0,13	0,13
Entre 2 800 et 3 200 heures	0,13	Interpolation linéaire
3 200 heures	0,13	0,09
Entre 3 200 et 3 900 heures	0,13	Interpolation linéaire
3 900 heures et plus	0,13	0,03

L'éolien est  
l'énergie  
renouvelable la  
plus compétitive

Ainsi, une fois passées ses 10 premières années de production, le projet de parc éolien en mer devrait produire une électricité achetée en moyenne 9 centimes d'euro (référence arrêté tarifaire 2008) par kWh.

#### Tarifs d'achat de l'électricité produit à partir des énergies renouvelables en France

FILIERE	ARRÊTÉS	DURÉE DES CONTRATS	EXEMPLE DE TARIFS POUR LES NOUVELLES INSTALLATIONS (EN CENTIMES D'EUROS)
Hydraulique	1 <sup>er</sup> mars 2007	20 ans	entre 6,07 et 10,25
Biogaz et méthanisation	10 juil. 2006	15 ans	entre 7,5 et 14
Énergie éolienne	13 déc. 2008	15 ans (terrestre)	- éolien à terre : entre 5,5 et 8,2
		20 ans (en mer)	- éolien en mer : entre 8 et 13
Solaire photovoltaïque	12 jan. 2010	20 ans	- entre 31,4 et 58 (métropole)
Géothermie	10 juil. 2006	15 ans	- entre 12 et 15 (métropole)

Le tarif d'achat de l'électricité produite par l'éolien en mer sera revu par le législateur pour les nouveaux contrats signés dans les prochaines années, au fur et à mesure de la montée en maturité de cette énergie. L'objectif à terme est de rejoindre progressivement le prix du marché libre.

#### L'ÉQUILIBRE DES COÛTS ENTRE ÉOLIEN MARITIME ET TERRESTRE

Le coût d'installation des éoliennes en mer est supérieur à celui de leurs homologues terrestres. Ceci est principalement dû aux fondations propres aux mâts immergés : les fondations terrestres représentent en moyenne 5 à 9 % de l'investissement total, contre 21 % pour l'éolien en mer<sup>1</sup>, mais également à la « marinisation » des éoliennes, et plus généralement aux surcoûts des travaux en mer.

Ce surcoût est également lié aux coûts de maintenance nettement plus élevés en mer.

En revanche, ces surcoûts sont en grande partie compensés par une capacité de production deux fois supérieure. 3 000 à 4 000 h/an en moyenne pour l'éolien maritime, contre 2 000 à 3 000 h/an en moyenne pour l'éolien terrestre. De plus, ces coûts baisseront avec le développement de la capacité installée en Europe et dans le monde (effet « d'échelle » ou de « série »).

1. EWEA (European wind energy association)



### Une électricité dont les coûts «cachés» sont parmi les plus faibles

Quel que soit le mode de production d'électricité, il existe des « coûts cachés », qui correspondent aux impacts négatifs du mode de production sur l'environnement, la santé, etc.

La somme des coûts cachés et des coûts économiques facturés constitue les coûts globaux d'un mode de production (ou d'une filière...), qui sont les seuls susceptibles d'être vraiment comparés. Ainsi, la production d'électricité à partir de charbon ou de tourbe induit des coûts sociaux et environnementaux, en particulier ceux liés à l'émission de CO<sub>2</sub>. Quant à la production d'électricité à partir de centrales nucléaires, la gestion des déchets et le démantèlement sont des paramètres à prendre en compte.

Le caractère épuisable des énergies fossiles et de l'uranium, avec comme conséquence les spéculations financières ou les risques d'embargos, peut avoir des effets plus ou moins forts sur les coûts facturés du kWh.

Une partie des fonds consacrés par les États aux énergies n'est pas répercutée sur le prix facturé du kWh. Il en est ainsi des coûts de la recherche publique en France particulièrement élevés pour l'énergie nucléaire<sup>3</sup> ou de la reconversion de certaines industries extractives, comme le charbon...

Le programme Externe de la Commission Européenne (Externalities of Energy. A Research Project of the European Commission) a établi en 2003 une synthèse des coûts externes (des « coûts cachés ») pour 9 filières de production d'électricité pour les 15 pays que comptait alors l'Union Européenne. Le tableau ci-dessous résume ces coûts, de la filière la plus coûteuse à la moins coûteuse, en précisant le nombre de pays concernés par filière.

Cette compétitivité n'est effective que si les parcs éoliens en mer sont installés dans certaines conditions

3. Edgar Morin, rapport du Comité des Sages, Débat national sur les énergies 2003 : « La recherche sur les énergies renouvelables dispose de moyens 50 fois plus faibles que le nucléaire »

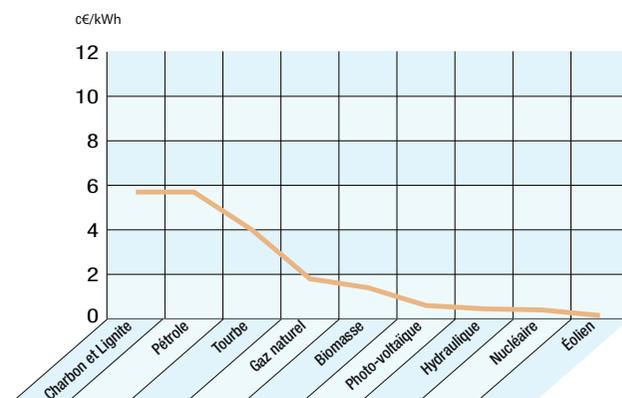
Le saviez-vous ?

## La facture énergétique de la France

En 2008, la France a importé pour 59 milliards d'Euros de pétrole et de gaz, et cette facture ne cesse d'augmenter depuis le début des années 2000.

Le vent étant une source d'énergie gratuite, il n'y a aucune fluctuation à craindre sur son prix

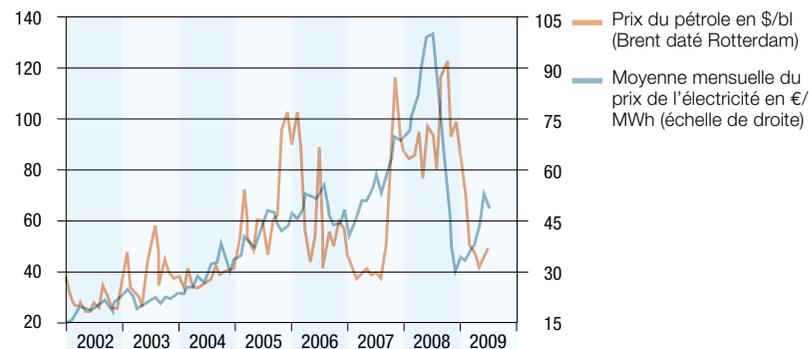
### Coûts cachés par filière de production d'électricité



La production d'électricité éolienne présente les coûts cachés les plus faibles de toutes les filières de production d'électricité.

Le vent étant une source d'énergie gratuite, il n'y a aucune fluctuation à craindre sur son prix, contrairement aux énergies basées sur les cours des ressources fossiles.

### Fluctuations du prix du pétrole et de l'électricité



Source: MEEDDEM

### Un bilan neutre pour la collectivité

En partant de l'objectif de production d'électricité éolienne fixé par le Grenelle de l'Environnement (59 TWh à l'horizon 2020), l'institut d'études économiques COE Rexecode a dressé le bilan prévisionnel du programme d'investissement de 36 milliards d'euros qu'il serait nécessaire d'engager pour atteindre cet objectif.

Ce bilan fait ressortir un coût de production de l'électricité éolienne de 8,2 centimes d'euros par kWh en moyenne jusqu'en 2020 (6,3 centimes d'euros pour l'éolien terrestre, 10,3 centimes pour l'éolien en mer), comparable au prix d'achat de gros de l'électricité qui augmenterait jusqu'à 8,5 centimes par kWh dans la même période<sup>4</sup>. Le surcoût constaté de 4,9 milliards d'euros, qui résulterait des obligations d'achat d'électricité, serait atténué par un avantage économique (non-dépendance au coût des énergies fossiles) et environnemental (valorisation des émissions de CO<sub>2</sub> évitées) de 3,9 milliards d'euros. Le bilan global, compte tenu des incertitudes du chiffrage<sup>5</sup>, est considéré par l'Institut comme atteignant l'équilibre vers 2020, ce qui rendra acceptable le coût de production de l'électricité d'origine éolienne et corrélé avec le coût du pétrole. Après 2020, l'éolien devrait devenir moins cher que le coût moyen du marché si les investissements commencent dès aujourd'hui.

L'ensemble de ces données démontre l'efficacité économique de l'éolien en mer. Contrairement à d'autres sources d'énergies, son prix tient compte de l'ensemble des paramètres : fabrication, construction, traitement des déchets, démantèlement, assurance, impacts sur la santé et l'environnement, etc. Il n'y aura ni surprise ni surcoût majeurs à envisager pour l'avenir. Toutefois, cette compétitivité n'est effective que si les parcs éoliens en mer sont installés dans certaines conditions, notamment de profondeur d'eau et de distance à la côte, comme nous le verrons par la suite.

4. Coe-Rexecode – Évaluation socio-économique du programme de production d'électricité éolienne

5. chiffre calculé par la somme actualisée des émissions de CO<sub>2</sub> évitées grâce au développement de l'éolien et du photovoltaïque pondéré par la valeur tutélaire du CO<sub>2</sub>

## Comprendre la productivité de l'éolien

Les éoliennes font partie des installations de production d'électricité les plus fiables. Le facteur de disponibilité des éoliennes, qui mesure le pourcentage de temps pendant lequel une installation est techniquement en état de fonctionner, s'établit à près de 95 %, chiffre supérieur à celui des centrales conventionnelles (de l'ordre de 80 à 90 % pour une centrale nucléaire, 70 à 95 % pour les centrales utilisant d'autres énergies). Par ailleurs, un parc éolien est une somme d'unités de production individuelles et autonomes. Lorsqu'une éolienne cesse de produire, le reste des éoliennes du même parc éolien continue en général de fonctionner, assurant ainsi la continuité de la production de ce parc, ce qui est un avantage par rapport à des centrales électriques constituées de seulement quelques unités de production.

### Quand l'éolienne fournit-elle de l'électricité ?

Une éolienne fournit de l'électricité 80 à 85 % du temps selon la vitesse du vent, et même jusqu'à 90 % en mer comme ce serait le cas sur le projet des Deux Côtes :

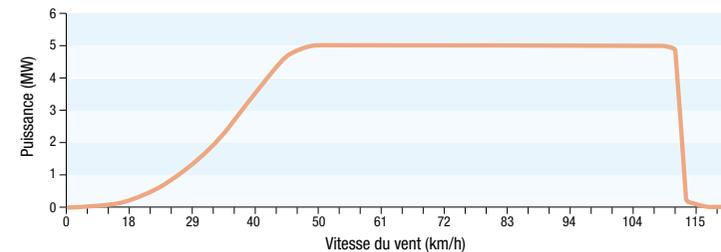


- Lorsque la vitesse du vent est inférieure à 10 km/h (de l'ordre de 10 % du temps sur le site des Deux Côtes), l'éolienne ne produit pas d'électricité. Cependant à partir de 5 km/h, un automate, informé par une girouette, commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent. Les trois pales sont alors mises en mouvement par la seule force du vent pour être prêtes à capter des vents plus puissants.

- Lorsque la vitesse du vent est comprise entre 10 et environ 50 km/h (de l'ordre de 75 % du temps sur le site des Deux Côtes), l'éolienne produit de l'électricité directement en fonction de cette vitesse de vent. À partir de 35 km/h, les pales se mettent progressivement à tourner sur elles-mêmes afin de réguler la production.
- Lorsque la vitesse du vent est comprise entre 50 et 110 km/h (de l'ordre de 15 % du temps sur le site des Deux Côtes), l'éolienne produit à pleine puissance quelle que soit la vitesse du vent. Les pales sont orientées en fonction de la vitesse du vent.
- Lorsque le vent est supérieur à 110 km/h (au maximum de l'ordre de quelques heures en moyenne par an sur le site des Deux Côtes), ou pendant les fortes tempêtes, l'éolienne est arrêtée progressivement pour des raisons de sécurité et les pales sont mises en drapeau, c'est-à-dire sans prise au vent, l'éolienne ne produit plus.

Une éolienne en mer fournit de l'électricité plus de 90 % du temps

Courbe de puissance classique d'une éolienne en mer de 5 MW de puissance



### Quelle est la capacité réelle d'une éolienne ?

Si elle fournit de l'électricité entre 80 et plus de 90 % du temps, l'éolienne ne produit pas à pleine puissance en permanence. On calcule donc le facteur de capacité qui permet la comparaison avec

## L'ensemble du parc éolien français n'est jamais en panne de vent

d'autres moyens de production. Le facteur de capacité est le rapport entre la production effective d'une éolienne pendant une durée définie et la production maximale de l'éolienne si celle-ci avait fonctionné à pleine puissance pendant la même période considérée. Autrement dit, à l'échelle d'une année (soit 8 760 heures), une éolienne a une production équivalente à ce qu'elle aurait produit pendant environ 2 200 (25 % de 8 760) à 2 600 heures (30 % de 8 760) à pleine puissance.

Si ce facteur oscille donc autour de 25 à 30 % sur terre, il atteint en mer entre 35 et 45 % car les vents y sont plus forts et plus constants.

Il est intéressant de comparer ce chiffre avec celui des autres énergies renouvelables, dites « flux » :

NOMBRE ANNUEL D'HEURES ÉQUIVALENT DE FONCTIONNEMENT (PLEINE PUISSANCE) ET FACTEUR DE CAPACITÉ ASSOCIÉ		
Éolien en mer	3 000 à 4 000	35 à 45 %
Éolien terrestre	2 000 à 3 000	23 à 35 %
Photovoltaïque	1 000 à 2 000	12 à 23 %
Hydroélectricité	2 000 à 5 000	23 à 57 %
Hydrolien	3 000 à 4 000	35 à 45 %
Houlomoteur	2 500 à 4 500	29 à 51 %

Pour comparaison, avec un facteur de capacité moyen de 78 % en 2008, le parc électronucléaire français a fonctionné 6 830 heures équivalent pleine puissance.

## La production est-elle constante ?

La production d'une éolienne varie avec la vitesse du vent. Néanmoins, la répartition géographique des parcs éoliens sur les trois zones de régimes de vent majeurs en France (façade Manche-Mer du Nord, front atlantique et zone méditerranéenne) compense cette variable. En effet, ces régimes de vent sont indépendants, on parle ainsi de décorrélation des gisements de vent. Cette décorrélation entraîne ce qu'on appelle un foisonnement de la production : en répartissant des parcs éoliens sur ces différents gisements, on parvient à ce qu'il y ait, à l'échelle du pays, toujours des éoliennes en production. Pour résumer : l'ensemble du parc éolien français n'est jamais « en panne » de vent.

## VERS UN RÉSEAU D'ÉLECTRICITÉ INTELLIGENT

La mise en place de compteurs intelligents appelés « Smart Meters » ou « Smart Grids » est le premier pas d'une révolution technologique vers un réseau intelligent. Ce réseau, « Smart Grid Observer », permettra de mieux comprendre et contrôler à distance les consommations d'électricité.

En Europe et notamment en France, les réseaux de transport et de distribution de l'électricité ont été conçus de manière centralisée pour maintenir l'offre face à la demande. Le réseau intelligent devrait permettre un meilleur ajustement de la production et de la consommation d'électricité. En améliorant la gestion de la consommation électrique à l'aide de compteurs intelligents il serait plus facile d'éviter les pics de consommation et les pannes dues à une surcharge. Par exemple, pendant les horaires où la consommation est réduite, le consommateur informé pourrait profiter de l'électricité produite pour charger sa voiture électrique. La production variable d'énergie est parfois difficile à intégrer au réseau classique, l'électricité produite non consommée peut alors être perdue, ne pouvant être stockée. Les nouveaux réseaux d'électricité intelligents pourraient redistribuer habilement l'énergie aux consommateurs en fonction de la production et des besoins. Il permettrait d'intégrer les énergies renouvelables, de les autogérer et de renseigner producteur, distributeur et consommateur sur l'utilisation de l'énergie produite.

Le gestionnaire du Réseau de Transport d'Électricité a ainsi montré qu'un parc éolien de 10 000 mégawatts bien réparti sur le territoire national aurait une disponibilité équivalente à celle d'une centrale de 2 800 MW. Autrement dit, 5 000 éoliennes de 2 MW peuvent remplacer une centrale (au charbon, au gaz ou nucléaire) de 2 800 MW.

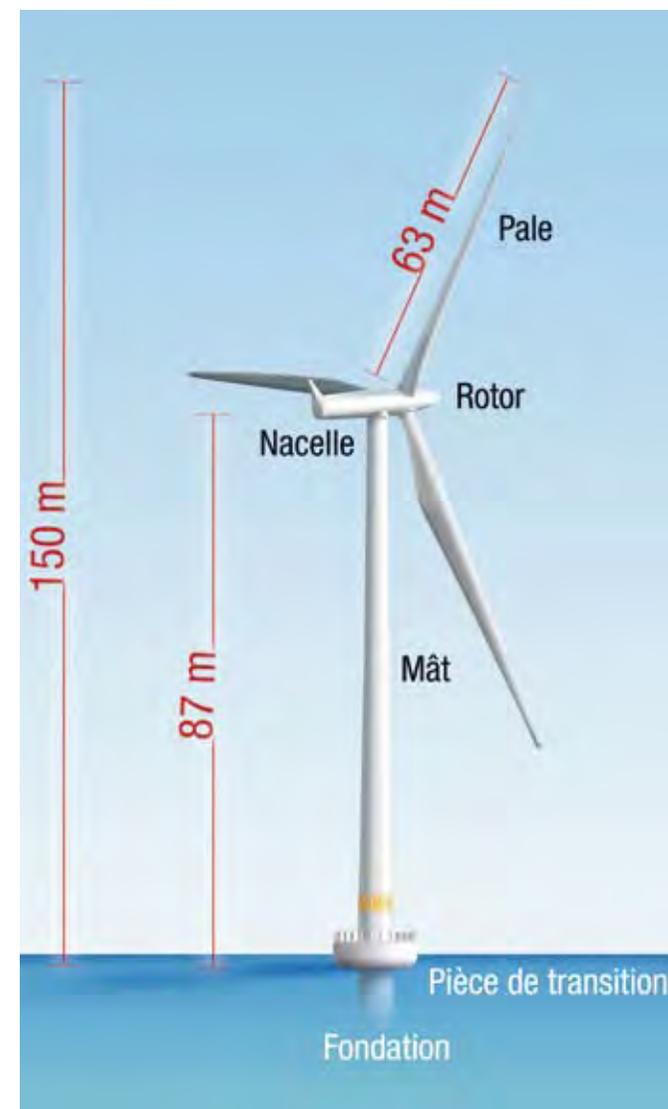
### Quelle place pour la France ?

La France dispose du deuxième gisement éolien en Europe après le Royaume-Uni. Celui-ci est réparti majoritairement sur trois zones géographiques : la façade Manche-Mer du Nord, le front atlantique et la zone méditerranéenne.

L'énergie éolienne se développe de façon constante en France.

ANNÉE	PUISSANCE ANNUELLE INSTALLÉE (MW)	PUISSANCE CUMULÉE (MW)	ÉNERGIE PRODUITE GWh	ESTIMATION DE LA POPULATION ALIMENTÉE (CONSOMMATION DOMESTIQUE Y COMPRIS CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE)
2000	40	61	70	29 000
2001	31	92	131	54 000
2002	52	144	245	100 600
2003	100	244	363	150 000
2004	146	390	577	237 000
2005	367	757	963	395 000
2006	810	1 567	2 169	890 000
2007	888	2 455	4 140	1 725 000
2008	949	3 404	5 653	2 500 000
2009	996	4 400	7 307	3 231 500

Dimensions d'une éolienne en mer d'une puissance de 5 MW

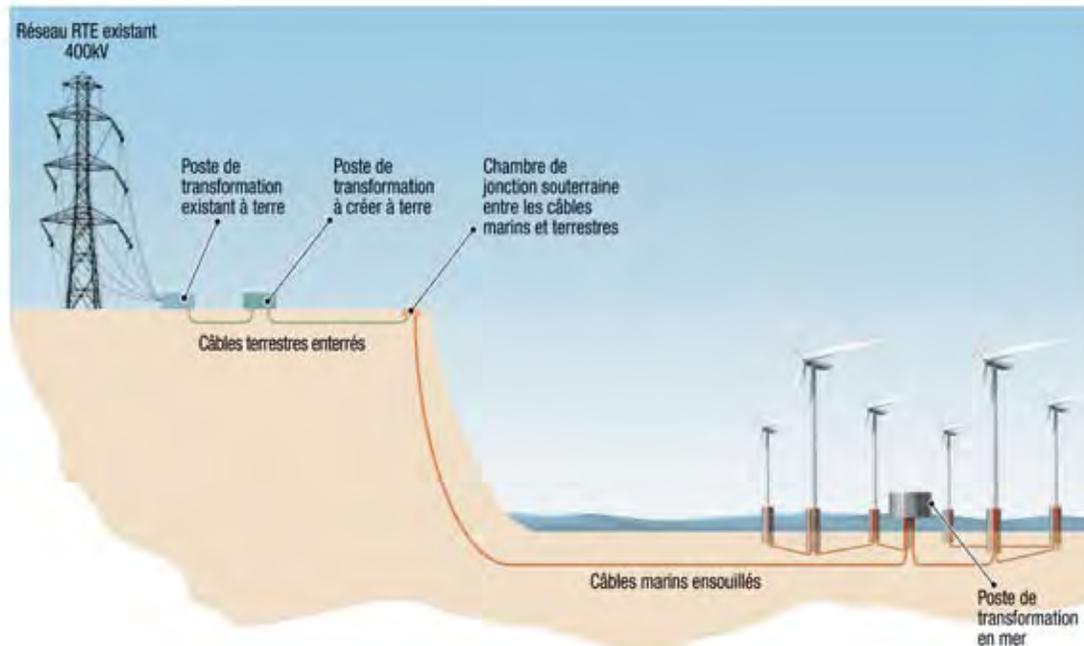


## Comment fonctionnent une éolienne et un parc éolien en mer?

### Écorché d'une nacelle



Grâce à la girouette (1) située à l'arrière de la nacelle, l'automate (2) commande aux moteurs d'orientation de placer l'éolienne face au vent dès que celui-ci se lève. Les trois pales (3) sont mises en mouvement par la seule force du vent. Elles entraînent avec elles l'axe lent (4), le multiplicateur (5), l'axe rapide (6) et la génératrice (7).



Les éoliennes produisent du courant électrique à une tension inférieure à celle du réseau électrique national. Il est donc nécessaire d'élever cette tension entre les éoliennes en mer et le réseau à terre, au moyen d'un poste électrique de transformation situé au plus proche du réseau national. Dans la plupart des cas, il est nécessaire d'ajouter un ou plusieurs postes électriques de transformation en mer, afin de limiter le nombre de câbles électriques entre le parc et la terre, ainsi que les pertes électriques associées. L'électricité est ainsi acheminée depuis les éoliennes jusqu'au réseau national, via les postes de transformation, à l'aide de câbles électriques généralement ensouillés (enterrés dans le fond marin).

Dans l'hypothèse où le projet «Large» serait réalisé (nom donné au projet privilégié par le maître d'ouvrage – se reporter à la partie 2.1) cette transformation électrique s'effectue en deux temps : en mer, au moyen de 3 postes de transformation intermédiaires et sur terre avec 1 poste de transformation. La construction du projet étant prévue sur 3 années, 3 tranches indépendantes sont envisagées afin de faciliter la construction et d'assurer une qualité de service maximale.

À l'intérieur du parc, les éoliennes sont connectées entre elles puis reliées à l'un des 3 postes de transformation situés en mer. Chacun de ces postes sera connecté au transformateur situé à terre via 1 à 2 câbles. L'ensemble des câbles électriques situés en mer seront ensouillés et regroupés entre eux, du parc éolien à la terre, et ceux situés à terre seront enterrés (invisibles). Le poste de transformation créé à terre élèvera la tension au niveau de celle du réseau électrique existant et assurera la connexion avec le réseau RTE via le poste source existant de Penly. La technologie utilisée pour les postes électriques sera celle utilisée en centres urbains. Quoique plus onéreuse, cette technologie permet d'intégrer les installations électriques dans un bâtiment de taille 5 fois moins importante qu'avec une technologie classique, ce qui limite la visibilité de l'ensemble.

## 1.2.3 L'éolien en mer, une filière en pleine croissance en Europe

**Les projets en cours et les investissements programmés en Europe font de l'éolien en mer l'énergie renouvelable des années à venir. Une activité nouvelle fortement créatrice d'emplois qualifiés et non délocalisables.**

L'éolien en mer a été désigné par la Commission Européenne comme étant l'énergie-clé pour le futur

33 emplois nouveaux par jour. C'est la moyenne établie par l'EWEA (*Association Européenne de l'Énergie Éolienne*) concernant les créations d'emplois dans le secteur de l'éolien depuis 5 ans en Europe<sup>1</sup>. Cela correspond à 160 000 emplois, à l'heure actuelle, avec des projections portant ce chiffre à 325 000 en 2020 et 375 000 en 2030. En France, ce secteur emploie plus de 7 000 personnes en 2007 et les projections tablent sur 18 000 emplois dès 2012 et 60 000 à l'horizon 2020 pour un chiffre d'affaires estimé à 6,3 milliards d'euros<sup>2</sup>.

Dans ce contexte de forte croissance, l'éolien en mer a été désigné, par la Commission Européenne, comme étant l'énergie-clé pour le futur<sup>3</sup>. Cela a une double signification. La première confirme qu'une filière industrielle de l'éolien en mer est en train de se structurer. La seconde est que l'Europe se positionne aujourd'hui comme le leader mondial des technologies liées à l'éolien en mer.

C'est donc l'ensemble des métiers de l'éolien en mer qui s'apprêtent à connaître une forte croissance : conception et fabrication des éoliennes, infrastructures électriques, de génie civil et maritime, installation, maintenance...

### 2010, année clé

En 2008, l'Europe a vu l'installation d'éoliennes en mer pour une capacité de 366 MW. L'Angleterre, à cette occasion, est devenue la première nation productrice, dépassant le Danemark. En 2009, les projets construits ont encore été plus nombreux, avec une capacité supplémentaire de 577 MW, portant les capacités en mer européennes à 2000 MW. Un nouveau palier devrait être franchi en 2010 : plus d'1 GW (1 000 MW) devraient être installés cette année, l'éolien en mer fournissant dès lors environ 10 % des capacités d'énergie éolienne installée en Europe. L'éolien en mer est en train de devenir un instrument fondamental de la politique énergétique globale.

#### L'ÉOLIEN EN MER EN 2010

- capacité totale installée en Europe : 3 000 mégawatts
- nouvelles installations annuelles : 1 100 mégawatts soit 2,5 milliards d'euros d'investissements annuels
- production électrique prévisionnelle totale : 11 térawattheures soit
  - 0,3 % de la demande électrique européenne totale
  - 7 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> évitées annuellement

La croissance va encore s'accélérer durant la période 2010-2020, avec un marché en mer passant de 1,5 GW/an à 6,9 GW/an installés, soit un cumul de 40 GW à la fin de la période. Les investissements, quant à eux, suivront une courbe identique avec près de 9 milliards d'euros/an à l'horizon 2020 et des dépenses cumulées de près de

1. EWEA — Wind at work, wind energy and job creation in the EU  
 2. ADEME — Maîtrise de l'énergie et développement des énergies renouvelables  
 3. Commission Européenne — Blueprint for a North Sea Grid

Selon  
European  
Wind Energy  
Association,  
la production  
de l'éolien  
en mer  
dépassera  
l'éolien  
terrestre à  
l'horizon  
2030

60 milliards d'euros. Dans le même temps, la production électrique annuelle d'origine éolienne marine sera passée de 20 à 150 TWh, soit 4 % de la consommation en électricité européenne estimée à cet horizon. L'Europe entre donc pleinement dans l'ère de l'éolien marin, avec des bénéfices importants pour le climat : l'éolien en mer devrait permettre, dans cette perspective, d'économiser 85 Mt de CO<sub>2</sub> par an en 2020.

Pour atteindre cet objectif, le marché de l'éolien en mer doit progresser au rythme de 28 % par an, toujours d'ici 2020. Cette prévision peut être considérée comme plausible, puisque le marché de l'éolien terrestre a progressé de 32 % par an en Europe entre 1992 et 2004. L'éolien en mer emploiera alors environ 150 000 personnes à travers l'Europe.

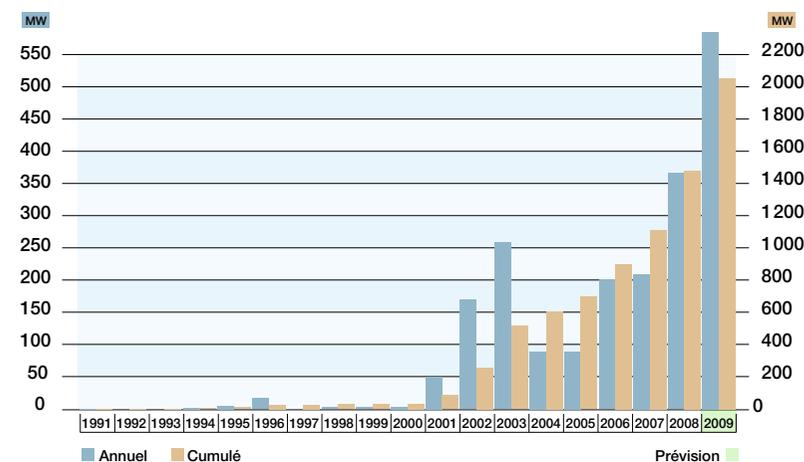
### Des infrastructures complémentaires

Le développement du marché de l'éolien en mer va s'accompagner d'une forte progression de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement pour la construction des parcs : de nouveaux bateaux spécialisés sont par exemple en cours de développement ou déjà construits, les ports concernés devront être aménagés, des sociétés de maintenance créées... C'est ainsi toute une filière qui se structure à l'échelle européenne, incluant construction, installation, formation, services et exploitation.

### La France en retard ?

Sur le plan des fabricants d'éoliennes, le constat national est amer : aucun français dans les premiers fabricants mondiaux. Pour autant, les sous-traitants français de l'industrie de l'énergie éolienne sont nombreux, bien implantés au niveau international, et leur expertise peut inciter certains secteurs partenaires à investir dans l'éolien, comme EADS qui s'est lancé dans la construction de pales. De nombreux bureaux d'études, entreprises de génie civil, construction ou transport profitent de cette croissance. Les grands acteurs de l'énergie se lancent aussi sur ce marché, et l'arrivée d'AREVA (via Multibrid, sa filiale spécialisée dans la construction d'éolienne en mer de grande puissance) et

Progression exponentielle de l'éolien en mer en Europe (1991-2009)



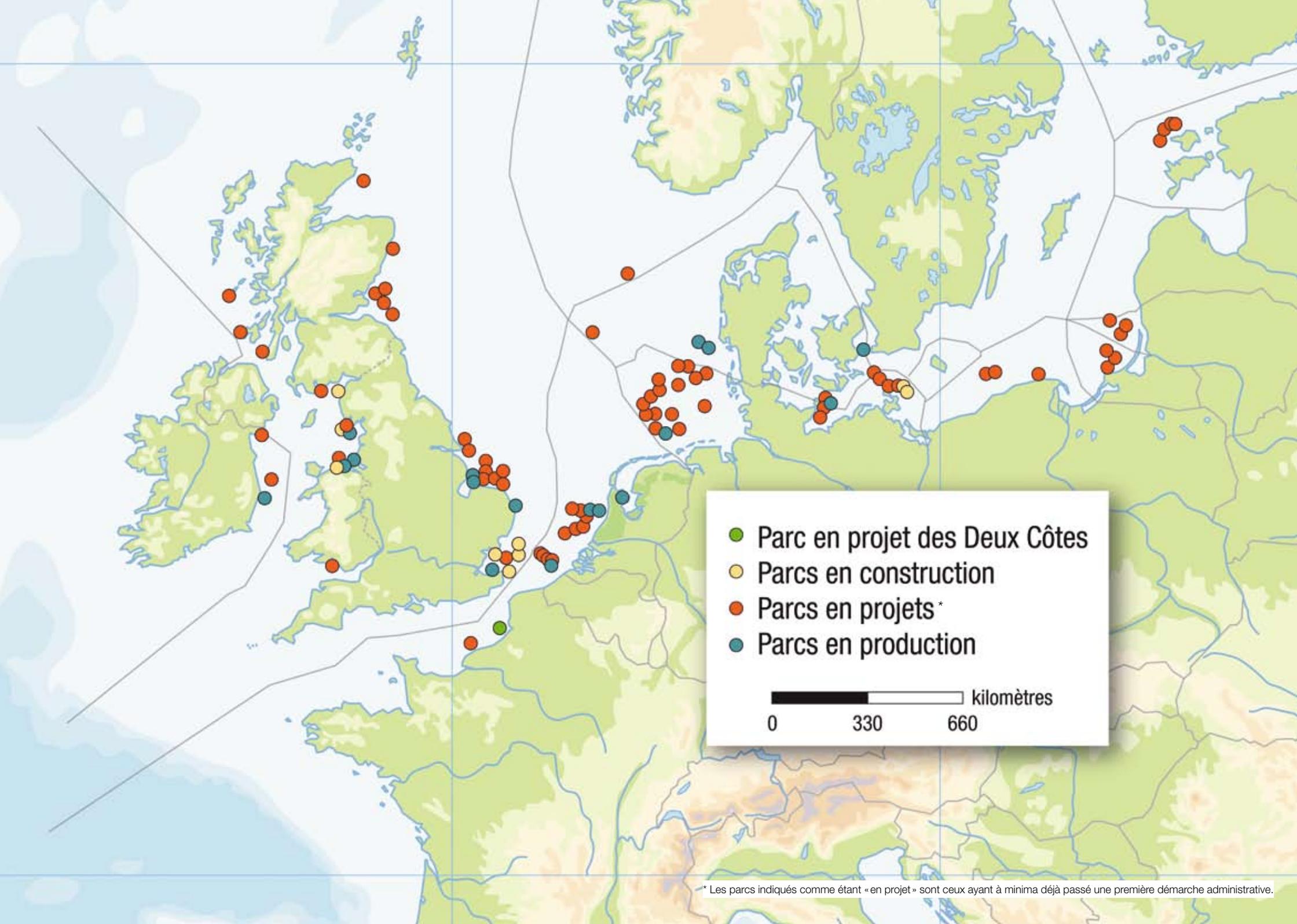
Source : EWEA

d'ALSTOM (via sa filiale Ecotecnia, spécialiste de la construction d'éoliennes) marque une première grande phase de prise de position.

Mais avec 90 % des emplois de l'éolien en France concentrés dans la distribution et l'installation et seulement 10 % dans le secteur industriel (3 % dans la fabrication et 7 % dans la maintenance<sup>4</sup>), le développement attendu de la filière pourrait profiter essentiellement aux industries étrangères.

La France devra structurer sa propre chaîne industrielle pour continuer à créer des « emplois éoliens » allant de la fabrication des aérogénérateurs à leur maintenance. De fait, des pays comme l'Allemagne, le Danemark, les États-Unis, la Chine et l'Espagne ont décollé plus vite que la France. Pourtant, deux facteurs clés militent en faveur du fort développement de cette filière française : les perspectives mondiales en termes d'éolien sont très importantes, et la France dispose de savoir-faire à exporter.

4. Centre d'analyse stratégique



- Parc en projet des Deux Côtes
- Parcs en construction
- Parcs en projets\*
- Parcs en production

0 330 660 kilomètres

\* Les parcs indiqués comme étant « en projet » sont ceux ayant à minima déjà passé une première démarche administrative.

## 1.2.4 Le littoral français, des sites favorables et encadrés

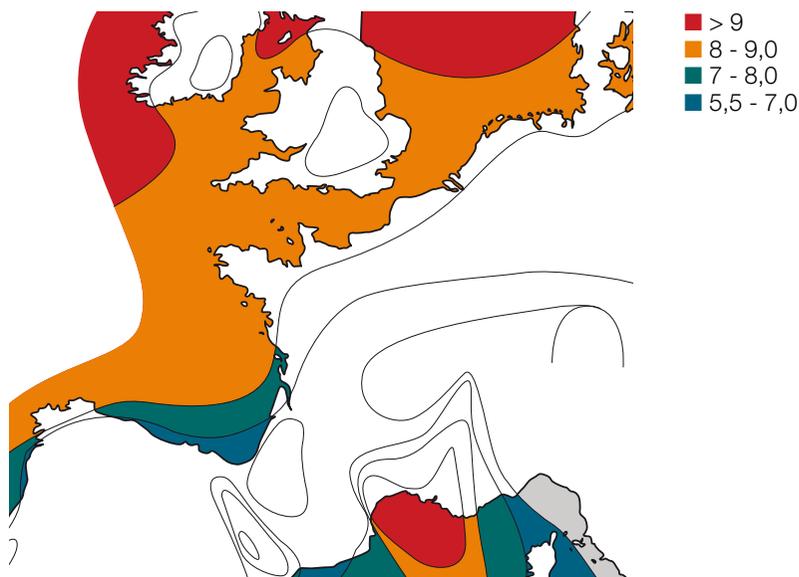
La France métropolitaine dispose d'une des plus longue façade maritime d'Europe. Tous les secteurs littoraux ne se prêtent pas à l'implantation de parcs éoliens en mer. Les atouts du littoral de la Manche Mer du Nord sont considérables. Le Grenelle de la Mer et les Schémas de Façade posent les bases des choix à faire sur le futur de l'éolien en mer et des secteurs où il pourra se développer.

« L'océan est un formidable réservoir d'énergie »

François Fillon,  
Premier ministre

L'État français a décidé, par la voix du président de la République, de doter la France d'une grande plate-forme technologique sur les énergies marines. Cette plate-forme sera installée à Brest, sous la houlette de l'IFREMER. Ce choix confirme l'importance stratégique et le potentiel national de recherche en sciences et technologies marines. Le Premier

Vitesse moyenne annuelle à 50 mètres, en mètres par seconde



Source : European Wind Atlas

ministre, François Fillon, a confirmé l'urgence de développer activement l'éolien en mer, « technologie déjà mature<sup>1</sup> ».

Cette double décision s'appuie notamment sur les conclusions du « Grenelle de la Mer », transcrites sous la forme d'un « Livre Bleu ». En effet, la France dispose de deux atouts majeurs pour développer efficacement une filière éolienne en mer :

- des zones maritimes de l'ordre de 11 millions de km<sup>2</sup>, faisant de la France l'un des pays au monde disposant du plus fort potentiel énergétique exploitable ;
- des acteurs nombreux – laboratoires, organismes scientifiques et industriels... – possédant les compétences et l'expertise nécessaire pour développer ces ressources.

Fort de ces constats, le Grenelle de la Mer a décidé la mise en œuvre de plusieurs axes de développement :

- réserver une place aux énergies marines dans le bouquet énergétique
- clarifier la réglementation applicable aux énergies marines renouvelables
- lancer un « Plan Énergies Bleues », afin de mettre sur pied une politique industrielle volontariste et incitative en adaptant notamment les infrastructures existantes pour l'installation d'une filière industrielle française des énergies marines.

1. Discours du Premier ministre, clôture des 5<sup>e</sup> Assises « Économie de la mer » – Brest-Le Quartz, 2 décembre 2009

## Des choix à opérer

La France métropolitaine bénéficie d'une des plus longues façades maritimes d'Europe et dispose ainsi d'un potentiel majeur pour l'installation de parcs éoliens en mer. Pour autant, les zones bien ventées, susceptibles d'accueillir de tels parcs dans de bonnes conditions, ne couvrent pas tout le littoral :

Ainsi, la façade atlantique au sud de la Rochelle et la façade méditerranéenne à l'est de Marseille, avec des vitesses de vent insuffisantes, ne présentent pas de conditions suffisamment favorables. Mais les conditions de vent ne sont pas les seules à prendre en compte pour l'implantation de parcs. Quatre critères complémentaires ont également une grande importance :

- **la proximité d'un réseau de transport d'électricité** : pour limiter le coût des ouvrages de raccordement et éviter les impacts paysagers et environnementaux liés à la construction de nouvelles lignes, il vaut mieux disposer d'installations de transport d'électricité à proximité. En outre, la capacité d'accueil de ces installations doit être suffisante pour que le projet ne nécessite pas le renforcement<sup>2</sup> de celles-ci, conduisant à privilégier les réseaux électriques très haute tension (225 voire 400 kilovolts).
- **la profondeur d'eau** : les coûts d'implantation des éoliennes en mer, au-delà de 20 à 30 m de profondeur, augmentent fortement et ne sont pas compatibles avec les recommandations du ministère de l'Industrie concernant l'éolien en mer et visant à limiter son coût pour la collectivité<sup>3</sup>.

2. Les renforcements de réseaux peuvent également impliquer la construction de nouveaux ouvrages électriques en « amont » du secteur concerné.

3. Communiqué de presse du ministère à l'occasion de l'annonce des résultats de l'Appel d'Offres « Centrales éoliennes en mer »

- **l'éloignement des côtes** : afin de réduire au maximum l'impact paysager, le critère d'éloignement des côtes est le plus important, dans la limite des 20 m, voire 30 m, de profondeur et des autres contraintes, la navigation maritime en particulier ;
- **les contraintes environnementales et réglementaires** : certains sites ne peuvent pas accueillir de parc éolien en mer, en raison de contraintes réglementaires (navigation maritime, aéronautique, concessions existantes...), socio-économiques (usages) et environnementales (zones/espèces protégées, paysages emblématiques...). Les sites présentant le moins d'impact environnemental et des impacts les plus faibles sur les activités de pêche sont naturellement à privilégier.

4 critères :

- proximité d'un réseau de transport d'électricité
- profondeur d'eau
- éloignement des côtes
- contraintes environnementales

### UN « PLAN ÉNERGIES BLEUES » POUR LA FRANCE

Les travaux du Grenelle ont établi que l'exploitation des énergies marines ne pourra se faire que dans le cadre d'une politique industrielle volontariste et incitative. Dans ce cadre, le « Plan énergies bleues » vise à planifier cette exploitation, notamment :

- en favorisant le déploiement précoce de ces technologies
- en mettant en place des financements pour des démonstrateurs et des structures logistiques pour accélérer la maturation des technologies
- en investissant dans des infrastructures de raccordement mutualisables et en assurant l'adaptation d'un certain nombre de capacités industrielles...

Choisir les sites les plus propices au regard du potentiel éolien français

La Compagnie du Vent a lancé dès 2001 une étude visant à déterminer les sites les plus propices, au regard du potentiel éolien, de la profondeur d'eau et la distance à la côte, le long des côtes métropolitaines françaises. Plusieurs sites sont ainsi ressortis puis ont été étudiés plus précisément à l'aide des critères cités précédemment. Parmi l'ensemble des sites étudiés par la Compagnie du Vent, la synthèse de ces quatre critères de sélection aboutit au classement suivant :

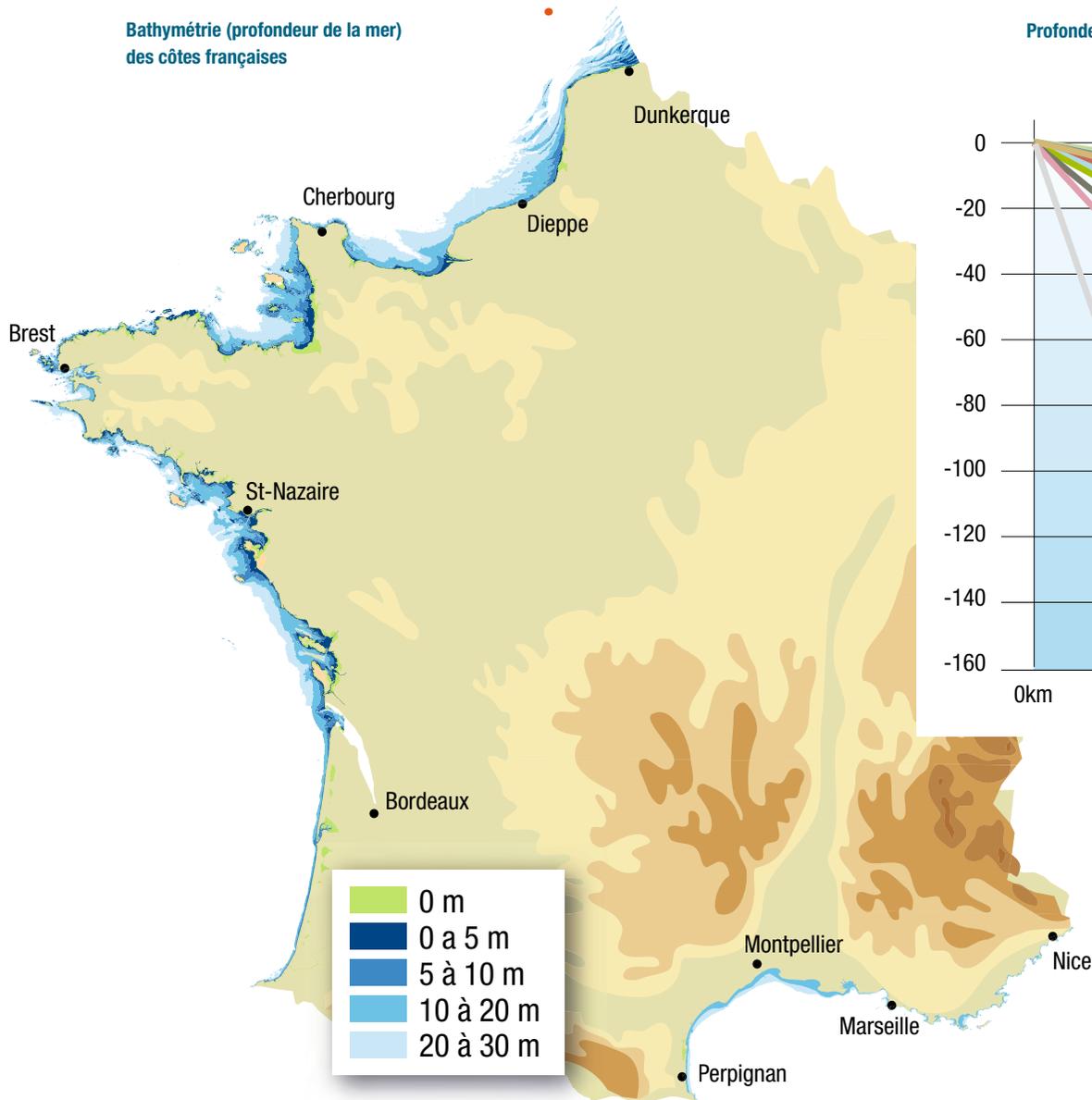
RÉGION MARITIME	NOM DU SITE	LOCALISATION	AVIS
Atlantique	Pays de la Loire	Au large de Saint-Nazaire	Favorable réservé
	Côte vendéenne	Au large de Noirmoutier	non retenu
Bretagne	Sud Golfe de Gascogne	Ensemble de la côte	non retenu
	Plateau de Birvideaux	entre île de Groix et Belle-Ile	non retenu
	Le Grand Léjon	au large baie de St-Brieuc	défavorable
Cotentin	Sud-Ouest Cotentin	au large de Granville	non retenu
	Nord-Ouest Cotentin	entre Flamanville et Carteret	non retenu
	Est Cotentin	en face d'Utah Beach	favorable réservé
Manche	Baie de Seine	Au large du Havre	favorable réservé
	Somme / Seine-Maritime	Au large de la limite Seine-Maritime / Somme	favorable
	Dunkerque Est	au large à l'est de Dunkerque	non retenu

## 1.2 Rappel des enjeux

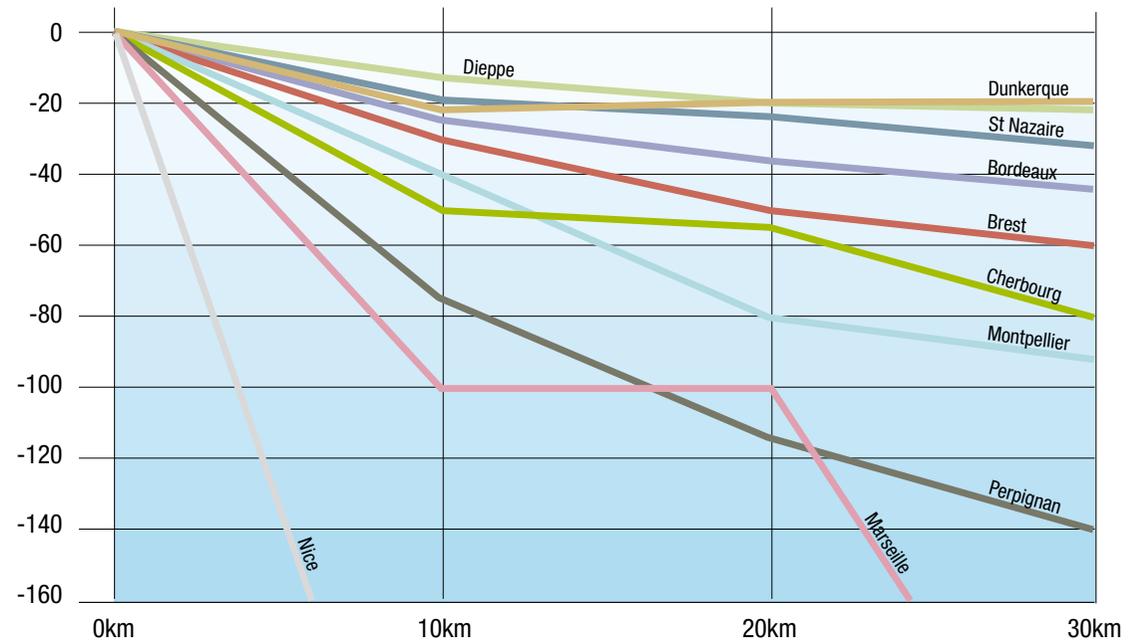
- Une ressource inépuisable
- Une énergie compétitive
  - Des capacités de production remarquables
- Une filière en pleine croissance
- Des sites favorables en France

En fonction de l'ensemble des contraintes liées à l'implantation des centrales éoliennes en mer, la Manche et plus particulièrement le site au large des départements de la Somme et de la Seine-Maritime a été retenu par La Compagnie du Vent pour élaborer son projet de parc éolien des Deux Côtes.

Bathymétrie (profondeur de la mer)  
des côtes françaises



Profondeurs depuis les ports



## 1.3 Valoriser des territoires marins et terrestres à fort potentiel

La Compagnie du Vent a étudié les sites capables d'accueillir dans de bonnes conditions le premier parc éolien en mer de France. En tenant compte de toutes les contraintes liées à ce type d'installation, le secteur des Deux Côtes (les côtes d'Albâtre et picarde) s'avère le plus propice et pourrait devenir la tête de pont d'une nouvelle filière énergétique pour le pays.

### 1.3.1 Le secteur des Deux Côtes, un choix raisonné

**Beaucoup d'atouts sont réunis au large des côtes d'Albâtre et picarde pour élaborer un projet de qualité, à coût maîtrisé, en réponse aux attentes régionales et aux spécificités locales.**

Différentes contraintes et enjeux pour l'implantation possible du parc éolien en mer

Le secteur, appelé des « Deux Côtes » par La Compagnie du Vent, peut être considéré comme particulièrement favorable au développement de l'éolien en mer. Il présente en effet 4 critères déterminants pour l'installation d'un parc éolien en mer : une zone bien ventée, une faible profondeur d'eau loin des côtes, la possibilité d'un raccordement à proximité au réseau électrique, un éloignement suffisant du rail maritime.

Des critères plus précis sont néanmoins à prendre en compte pour définir les différentes possibilités d'implantation du parc éolien à l'intérieur de ce secteur favorable :

- **L'orientation et la force des vents dominants :** sur l'ensemble du secteur des Deux Côtes, les vents dominants sont sud/sud-ouest et suffisamment forts et persistants pour répondre aux exigences énergétiques.
- **La visibilité depuis la côte :** la distance à la côte conduit à moduler la taille et la forme du parc, voire la puissance unitaire des éoliennes.
- **Le raccordement au réseau électrique national :** la possibilité d'un raccordement à faible distance (Penly à moins de 30 km) permet de limiter le coût du projet sans avoir à construire de lignes électriques supplémentaires.

- **La profondeur de la mer et la consistance des fonds marins :** les fonds sur le secteur sont situés entre 10 et 30 mètres et sont aptes à l'implantation des fondations des éoliennes.
- **L'importance et la nature des activités portuaires,** maritimes et économiques à proximité : ces activités peuvent, selon les cas, être développées par la présence d'un parc.
- **La limite des eaux territoriales :** fixée à 12 milles nautiques (22,22 kilomètres) cette limite détermine l'éligibilité à la taxe spécifique aux éoliennes en mer. Surtout, il n'existe à ce jour aucun cadre juridique pour l'installation de parcs au-delà de cette limite.
- **Les enjeux environnementaux :** l'éloignement des voies migratoires connues de l'avifaune, le respect des aires marines protégées, le maintien d'une bonne qualité des eaux, la non atteinte au trait de côte... constituent par exemple quelques-uns des enjeux supplémentaires à prendre en compte.

C'est en confrontant le secteur des Deux Côtes à ces différentes contraintes et enjeux que La Compagnie du Vent a pu identifier trois scénarios (présentés en détail dans le chapitre 2) d'implantation pour son projet de parc éolien.



MANCHE

Côte d'Albâtre

Côte Picarde

SOMME  
AMIENS

LE HAVRE

DIEPPE

ABBEVILLE

Vimeu

Fécamp

Neuchâtel-en-Bray

BEAUVAIS

ROUEN

0 km 10 20 30 km

© 2006 GEOATLAS.com

## 1.3.2 Les acteurs des territoires associés au projet dès son lancement

**Depuis 5 ans, La Compagnie du Vent associe les collectivités territoriales et les acteurs socio-économiques du littoral normand picard à l'élaboration du parc éolien des Deux Côtes.**

Le Commissariat général au développement durable (organisme français rattaché au Ministère de l'Environnement et du Développement Durable) le confirme : la manière dont la population est impliquée dans un projet détermine fortement son acceptabilité.

La Compagnie du Vent a ainsi engagé depuis 2005 une démarche volontaire de concertation avec de nombreux acteurs du territoire concerné : élus des collectivités, représentants du milieu associatif, responsables des services de l'État, acteurs socio-économiques et personnes qualifiées, afin de les informer et de recueillir leurs avis et questionnements sur le projet.



Façades typiques de  
Mers-les-Bains

**Les élus des collectivités :** la concertation sur un projet d'envergure concerne plusieurs échelles de territoire. C'est ainsi que La Compagnie du Vent est en contact avec les communes et communautés de communes ou d'agglomération depuis maintenant 5 années. Ces collectivités locales ont, entre autres, été conviées pour participer à une journée thématique organisée en avril 2009 au Cap Hornu en présence de nombreux élus et techniciens. Au cours de cette journée, les acteurs des deux départements et des deux régions ont échangé leurs réflexions sur les modalités de la réalisation potentielle du parc éolien des Deux Côtes sur leurs territoires. Par ailleurs, de multiples entretiens avec les parlementaires, les conseillers généraux et régionaux et les représentants consulaires ont accompagné le programme d'études.

**Les professionnels de la pêche en mer :** la façon dont le projet rencontre les activités de la pêche, actuelle et future, est une composante essentielle de la concertation. Le monde de la pêche est fortement pénalisé par la baisse des cours, les quotas de pêche, la hausse des coûts du carburant... La Compagnie du Vent a pris très tôt l'initiative de présenter son projet lors de rencontres avec les Comités Régionaux des Pêches et Élevages Marins. Ces rencontres ont permis à La Compagnie du Vent d'élaborer et de proposer des mesures d'accompagnement globales pour limiter les effets potentiels du projet ; elles se poursuivent depuis les élections en juin 2009, avec les nouveaux représentants de ces Comités. Aussi, de par sa participation active à la commission « Énergies Marines Renouvelables » du Cluster Maritime Français, La Compagnie du Vent est en contact régulier avec le Comité National des Pêches et Élevages Marins.

À leur intention, la Compagnie du Vent a organisé la visite d'un parc éolien en mer au Danemark avec la Commission Particulière du Débat Public, une visite offrant l'occasion d'échanger avec des pêcheurs locaux sur leur retour d'expérience. En lien avec l'IFREMER, elle prépare également l'organisation de chalutages scientifiques pour établir un diagnostic partagé sur l'état de la ressource dans et hors du secteur d'implantation du projet.

**Le secteur associatif:** les acteurs associatifs jouent un rôle primordial dans la définition et l'évaluation des enjeux environnementaux existants, ou pouvant exister, à proximité du projet. La Compagnie du Vent a ainsi rencontré de multiples associations œuvrant dans les domaines de la nature, de la plaisance et de la protection de la faune. Une réunion, par exemple, a été organisée le 1<sup>er</sup> juillet 2009 pour échanger sur ces enjeux. Sur la base de ces rencontres, La Compagnie du Vent a présenté les premiers résultats de son ambitieux programme d'études scientifiques, le plus souvent inédites, pour répondre aux préoccupations des associations. Les échanges avec ces dernières ont permis de compléter le programme et d'être en mesure de répondre à toutes les questions qui ont été posées. Il a par exemple été décidé de lancer des études complémentaires sur les espèces d'oiseaux nichant sur les falaises, sur la migration des chauves-souris ou encore une étude sur la turbidité induite par les travaux de constructions et plus généralement, le maintien de la bonne qualité des eaux de baignade. Une attention soutenue a été portée aux associations de chasseurs, la chasse étant une activité de première importance dans la Somme. La réalisation d'études spécifiques sur ce sujet a été actée lors de cette réunion.

**Les acteurs socio-économiques:** la Compagnie du Vent travaille de manière active avec ces acteurs afin d'avoir une connaissance plus fine du tissu industriel local et de pouvoir anticiper les besoins pour la construction du projet. Cela permettra aux entreprises du territoire de se positionner pour participer concrètement à ce grand chantier.

**Les services de l'État:** la concertation avec les services de l'État est l'un des fondements du projet, elle a un caractère quasi obligatoire. Des contacts ont été pris très en amont, dès 2005, avec l'ensemble des services concernés, et notamment les services maritimes et de navigation de la Seine-Maritime et de la Somme, en vue d'une demande d'autorisation d'occupation du domaine public

La manière dont la population est impliquée dans un projet détermine fortement son acceptabilité



Présentation du radar servant à l'étude sur le suivi des oiseaux et leurs déplacements de jour comme de nuit

## Cinq années d'études et de concertation pour un projet et deux variantes

maritime (voir encadré ci-contre). Cette concertation s'est concrétisée le 3 juillet 2008 à Rouen lors d'une réunion de « comité technique éolien », où le protocole d'études d'impact a été présenté aux services de l'État.

Les échanges ont permis :

- le prolongement d'une année du suivi avifaune ainsi que des études complémentaires avec radar (suivi des déplacements des oiseaux de jour comme de nuit)
- le lancement d'études environnementales spécifiques à l'atterrissage et à la portion terrestre du raccordement électrique, etc.

Par ailleurs, en raison de l'importance du projet, de multiples rencontres au niveau national ont accompagné l'élaboration du projet des Deux Côtes : ministères concernés, Syndicat des Énergie Renouvelables — au sein duquel La Compagnie du Vent assure la présidence de la commission sur l'éolien en mer —, Cluster Maritime Français, RTE, l'IFREMER et l'ADEME.

### La concertation et la prise en considération des attentes

Sur la base des enseignements de cette première période de concertation, La Compagnie du Vent a formalisé son projet de parc éolien, saisi la Commission Nationale du Débat Public puis élaboré le présent dossier-support du débat. Ce document est la photographie du projet tel qu'il résulte des études conduites jusqu'à présent et des échanges noués avec les acteurs du territoire. Il ne s'agit nullement d'un projet définitif.

Le Débat Public est l'occasion d'une nouvelle étape dans la prise en considération des attentes du grand public et de l'ensemble des acteurs. Le souhait du maître d'ouvrage est qu'il permette de préciser le meilleur scénario et d'améliorer encore un projet évolutif, dans le sens de l'intérêt général.

### UNE DÉMARCHÉ D'AMÉLIORATION CONTINUE

Fin 2006, le Préfet Maritime a rejeté la première demande d'occupation du domaine public maritime présentée par La Compagnie du Vent. Un nouveau dossier a été présenté en août 2007, avec une modification quant à la puissance et à la localisation.

En outre, de nombreuses études environnementales ont été menées depuis afin d'anticiper les différents types d'impacts potentiels et de prévoir les mesures correctrices à mettre en œuvre :

- suivi avifaune pendant 2 ans par avion et par radar – croisement des données récoltées avec les observations des associations locales depuis la côte
- suivi télémétrique de 10 phoques veaux-marins de la baie de Somme sur plus de 8 mois
- suivi des déplacements de mammifères marins par avion pendant plus d'un an
- analyse bibliographique sur les mammifères marins, avifaune, chiroptères, ressources halieutiques
- prélèvements benthiques et physico-chimiques sur site
- études géologiques et géophysiques
- études hydrodynamiques et sédimentaires visant notamment à étudier l'impact des éoliennes sur les courants et houles, et plus généralement sur le transit des sédiments
- étude de la turbidité induite par les travaux de construction
- études faunistiques et floristiques sur le tracé terrestre de raccordement électrique
- études paysagères et touristiques
- simulations visuelles et film 3D
- étude socio-économique sur la pêche
- étude socio-économique visant à préciser l'ensemble des retombées économiques envisageables localement et identifier à l'étranger les bonnes pratiques pour les maximiser
- étude de contexte du projet auprès des acteurs du territoire
- bilan carbone
- etc.

### 1.3.3 Une opportunité pour le développement durable des deux régions

**En Haute-Normandie et en Picardie, le projet éolien des Deux Côtes est considéré comme un investissement majeur. Les acteurs politiques et économiques souhaitent valoriser les retombées positives pour l'emploi, les entreprises et les territoires. C'est un élément important de la démarche de développement durable portée par les deux régions.**



Ici, on se souvient de la construction des centrales nucléaires de Paluel et de Penly ; ses effets avaient été positifs pour les territoires, et on considère que le parc éolien peut devenir, à son tour, un vrai moteur de développement, à condition de savoir l'accueillir. Dans un contexte de crise, marqué par la fragilisation des

bassins d'emplois littoraux, il s'agit là d'une opportunité dont l'intérêt va bien au-delà de la seule réalisation de l'investissement pour toucher aux dynamiques industrielles et environnementales.

De fait, le projet pourrait s'inscrire dans la réalisation de deux priorités régionales étroitement liées :

- la construction d'une filière industrielle d'excellence dans le domaine de l'énergie ;
- la préservation de l'environnement par la promotion de l'économie verte.

Sur ces priorités, les deux régions se rapprochent ; leurs démarches sont devenues convergentes et leurs actions interdépendantes et imbriquées.

#### 3<sup>e</sup> région française de production d'énergie

La Haute-Normandie est la troisième région française productrice d'énergie avec 35 % des capacités de raffinage et près de 10 % des puissances installées de production d'électricité. Ses compétences et ses infrastructures sont grandes dans le domaine des énergies "conventionnelles" (pétrole, gaz, nucléaire...), là où tous les grands opérateurs sont présents. En revanche, elles méritent d'être développées dans le domaine des « renouvelables », en particulier de l'éolien où ses atouts n'ont pas encore été suffisamment exploités, alors que les attentes sont nombreuses.

Ce rééquilibrage vers les « renouvelables » est l'une des ambitions de la filière « Énergie Haute-Normandie » qui a été créée en 2009 pour faire de la Basse Seine et du littoral une plate-forme industrielle multi-énergies, connue et reconnue en France et à l'étranger, pour l'excellence de ses activités, de sa recherche et de sa formation, au service de l'emploi, de l'innovation et de l'environnement.

Dans ce contexte, le projet des Deux Côtes est perçu comme une concrétisation possible de cette ambition ; il est complémentaire des autres grands projets régionaux (modernisation de la Raffinerie de Normandie, terminal méthanier d'Antifer, nouveau réacteur EPR de Penly) ; il est aussi le moyen de renforcer les coopérations entre la Haute-Normandie et la Picardie en anticipant les changements à venir, sur un champ entièrement nouveau : celui de l'éolien en mer.

Faire de la Basse Seine et du littoral normand-picard un pôle industriel multi-énergie

Implanter,  
à terme,  
une éco-filière  
d'avenir



Bresle Le Tréport,  
France

De fait, en matière d'énergie éolienne, la Picardie possède une expérience que la Haute-Normandie n'a pas. Dans quelques mois, 431 éoliennes seront en service sur son territoire (contre 202 en février 2009) ; elle sera alors la 3<sup>e</sup> région française pour l'importance de la puissance installée. Dans son récent rapport sur « L'énergie éolienne, une opportunité pour la Picardie » (octobre 2009), le Conseil Économique et Social Régional (CESR) met en avant des objectifs ambitieux : la Picardie peut devenir la 2<sup>e</sup> région française à l'horizon 2020 (et la Somme, le 1<sup>er</sup> département) ; l'éolien en mer est le moyen de « repousser ses frontières ».

### 1.3 Rappel des enjeux

■ des acteurs locaux associés dès le lancement

■ une démarche d'amélioration continue

■ un investissement majeur aux retombées positives

■ la diversification du bouquet énergétique

### Diversifier le bouquet énergétique

La dynamique industrielle est indissociable de la dynamique « développement durable ». En faisant le choix de modes de production d'énergie faiblement carbonnée, la Picardie et la Haute-Normandie marquent leur volonté de

participer à la diversification du bouquet énergétique français tout en luttant contre le réchauffement climatique, dans le cadre des engagements pris par la France à l'échelle internationale.

À Rouen, cette priorité a été clairement réaffirmée dans plusieurs documents importants comme le rapport du Conseil Économique et Social Régional (CESR) sur « L'énergie en Haute-Normandie », le Schéma Régional Éolien, le Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire (SRADT 2007/2015), ou encore le Plan Climat Énergie adopté par le « 276 » (c'est le nom donné à l'alliance formée par la Région et les deux Départements). Il en est de même à Amiens où les principaux acteurs ont aussi souligné que la valorisation des énergies locales et renouvelables était un moyen de réduire la forte dépendance énergétique de la région tout en créant les conditions de l'implantation à terme d'une éco-filière d'avenir. Cette volonté apparaît dans le Plan Énergie-Climat de Picardie, adopté en 2006, dont les orientations ont servi à l'élaboration du Contrat de Projet État-Région ; on la retrouve dans le rapport du Conseil Économique et Social sur « L'éolien, une opportunité pour la Picardie ».

Pour les deux régions, le projet des Deux Côtes peut être une signature – parmi d'autres – de leur virage vers l'économie verte, mais une signature importante puisque le projet, par ses caractéristiques et ses effets induits, sera certainement regardé comme une vitrine remarquable et remarquable.



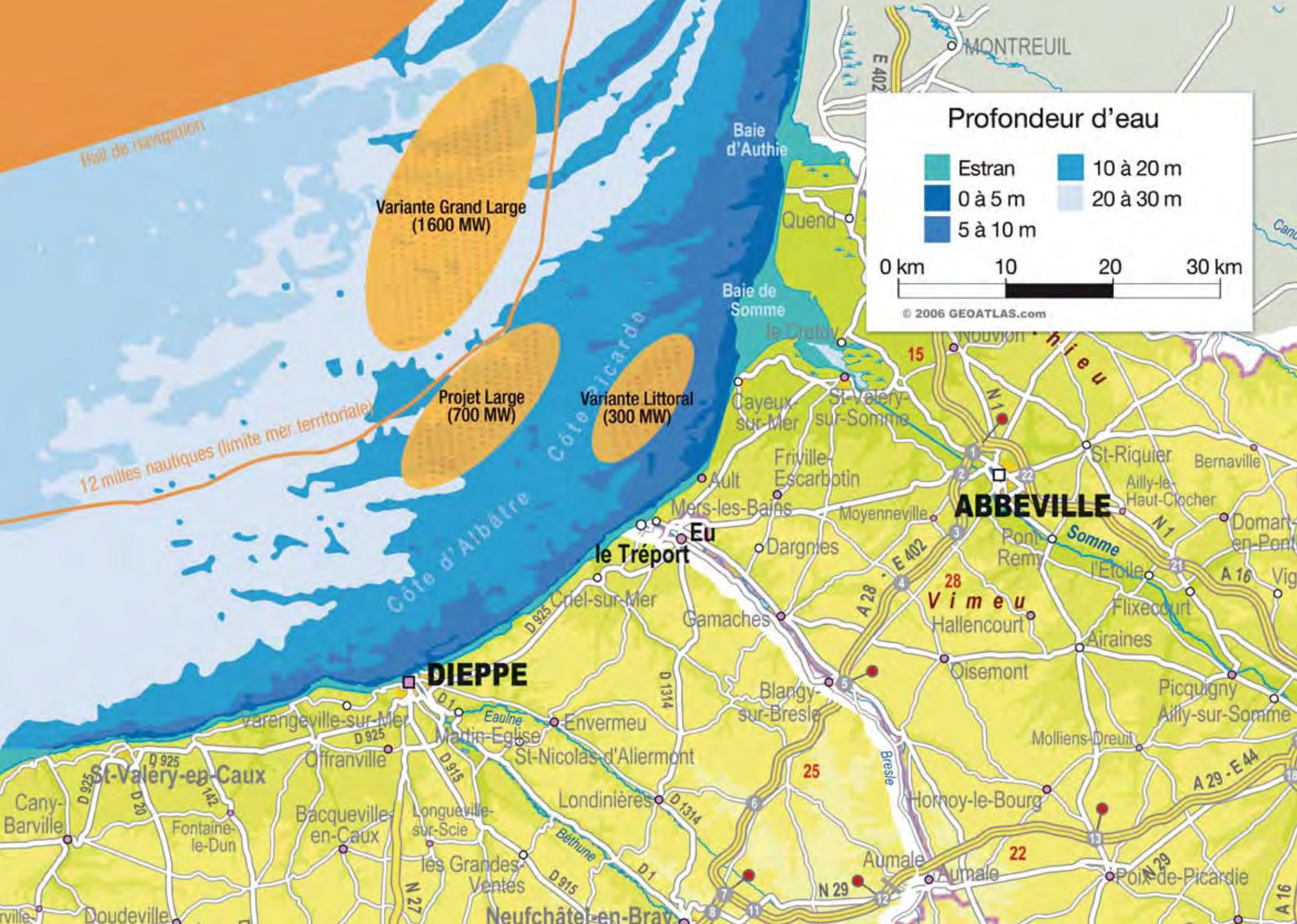
**Parc éolien du Petit Terroir dans la Somme,  
Picardie, France**



Vue de la plage d'Ault

## 2. Comment réaliser le parc éolien en mer des Deux Côtes ?

- 2.1 **Comment conjuguer** performance énergétique, rentabilité économique et qualité environnementale ?
- 2.2 **Comment insérer** le parc en respectant les activités humaines ?
- 2.3 **Comment maîtriser** les impacts sur les milieux naturels ?
- 2.4 **Comment contribuer** au développement durable des territoires haut-normand et picard ?
- 2.5 **Comment répartir** les richesses créées par le parc éolien ?
- 2.6 **Et après** le débat public ? Le calendrier prévisionnel du projet



### Profondeur d'eau

- Estran
- 0 à 5 m
- 5 à 10 m
- 10 à 20 m
- 20 à 30 m



© 2006 GEOATLAS.com

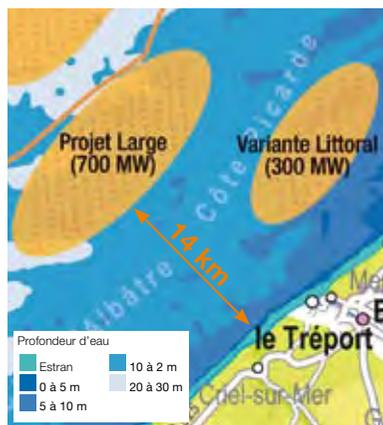
## 2.1 Comment conjuguer performance énergétique, rentabilité économique et respect de l'environnement ?

Comment concilier les objectifs de performance énergétique et de rentabilité économique, les enjeux socio-économiques du territoire, les impacts environnementaux sur le paysage et la faune et les conséquences sur les activités humaines de pêche et de tourisme du parc éolien en mer ? Ce sont autant de questions complexes qui sont portées au débat public.

### 2.1.1 Un projet privilégié et deux variantes étudiées

**La Compagnie du Vent privilégie le projet « Large » pour la réalisation du parc éolien des Deux Côtes ; elle a néanmoins étudié deux variantes dites « Littoral » et « Grand Large » dont les différences portent notamment sur la localisation, la distance à la côte et la puissance installée. Le maître d'ouvrage souhaite ainsi contribuer à un débat ouvert où chacun pourra exprimer ses préférences.**

#### Le projet « LARGE »



Le projet « Large », privilégié par le maître d'ouvrage, se situe à plus de 14 kilomètres de la côte dans des zones de 15 à 20 mètres de profondeur d'eau. Sa puissance est de 700 MW, soit 140 éoliennes dans l'hypothèse de base (éoliennes de 5 MW de puissance unitaire). Le raccordement s'effectue sur le poste de Penly, disposant de la capacité d'accueil nécessaire. Le transport de l'énergie électrique produite ne réclame ni renforcement ni extension du réseau électrique terrestre existant. Ce projet produirait chaque année l'équivalent de la

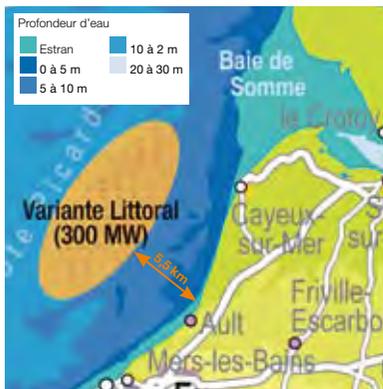
consommation électrique de plus de 900 000 personnes (chauffage électrique inclus), soit 2 fois la population de l'agglomération de Rouen ou encore la moitié de la population de la Picardie. Il éviterait chaque année l'émission de 2 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.

Les créations d'emplois sont importantes et la taille suffisante pour occasionner des retombées locales conséquentes et contribuer à l'émergence d'une filière nationale de l'éolien en mer. Jusqu'à environ 2 000 emplois induits seraient nécessaires au niveau local pour le projet des Deux Côtes. Ils se répartissent de la façon suivante : entre 1 600 à 1 900 emplois nécessaires durant la construction, soit 3 à 4 ans, et au moins 150 emplois créés au niveau des ports du Tréport et de Dieppe, pendant 30 ans, pour la maintenance des installations.

Les caractéristiques techniques des fondations des aérogénérateurs correspondent à l'optimum technico-économique actuel et le coût global du projet est dans la moyenne des projets éoliens en mer aujourd'hui construits en Europe.

Plusieurs critères ont permis la définition du projet « Large » :

- Optimiser le coût du projet
  - Privilégier les zones à moins de 20 m de profondeur
  - Être éloigné de moins de 20 km du point de raccordement au réseau électrique
- Préserver l'accès aux ports de Dieppe et du Tréport
  - S'éloigner des chenaux d'accès à Dieppe et au Tréport
- Limiter l'impact visuel
  - Être à plus de 14 km de la côte, distance à partir de laquelle la perception visuelle ne diminue plus que très lentement avec l'augmentation de la distance (cf. partie 2.1.4)
- Limiter la visibilité depuis la baie de Somme
  - Se situer au sud-ouest de celle-ci et à plus de 20 km de la zone de la baie de Somme là où il y aura visibilité.



### La variante « LITTORAL »

Dans cette variante, le projet se situe à plus de 5,5 kilomètres de la côte (3 milles nautiques), dans une zone de profondeur d'eau moyenne de 10 mètres. Sa puissance est de 300 MW, soit 60 éoliennes dans « l'hypothèse de base » (éoliennes de 5 MW de puissance unitaire).

Le raccordement électrique du parc a tout d'abord été envisagé sur le plus proche poste électrique situé à Beauchamps (225 kV<sup>1</sup>) puis, du fait de la capacité d'accueil non suffisante, sur celui de Penly (400 kV).

1. 1 kiloVolt = 1 000 Volts

Ce projet produirait chaque année l'équivalent de la consommation électrique de 400 000 personnes (chauffage électrique inclus), soit environ les  $\frac{3}{4}$  de la population de la Somme. Il éviterait chaque année l'émission de 800 000 tonnes de CO<sub>2</sub>.

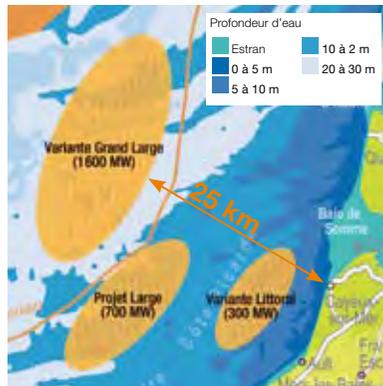
Sa localisation le long de la ligne des 3 milles nautiques par rapport à la côte, bornant la zone côtière destinée à la petite pêche côtière, peu voire pas chalutée, permet de limiter l'impact sur l'activité locale de pêche professionnelle au chalut.

Les emplois mobilisés durant sa construction seraient du même ordre de grandeur que dans les autres cas mais la faible durée du chantier limiterait la création d'emplois locaux et même nationaux, car il ne participerait que faiblement à l'émergence d'une filière nationale de l'éolien en mer. Néanmoins environ 75 emplois induits seraient créés localement pendant trente ans pour la maintenance des éoliennes.

Plusieurs critères ont permis la définition de la variante « Littoral » :

- Optimiser le coût du projet :
  - Privilégier les zones à moins de 10 m de profondeur
  - Être éloigné de moins de 20 km du point de raccordement au réseau électrique
- Préserver l'accès au port du Tréport
  - Ne pas situer d'éoliennes directement en face de l'accès au port
- Limiter l'impact sur la pêche au chalut
  - Positionner le parc en limite de la zone de chalutage, le long de la ligne des 3 milles nautiques
- Limiter la visibilité depuis la baie de Somme
  - Se placer au sud-ouest de celle-ci et à plus de 10 km de la zone de la baie de Somme où l'on pourra voir les éoliennes

### La variante « GRAND LARGE »



Dans cette variante, il s'agit de limiter au maximum la visibilité du parc depuis la côte, en situant les éoliennes à au moins 25 kilomètres de celle-ci.

Cette grande distance à la côte, et la profondeur d'eau plus importante qui en découle, renchérit fortement le coût global du projet.

Afin de compenser au moins en partie les surcoûts engendrés, une grande puissance installée est envisagée, de l'ordre de

1 600 MW. Cela correspond à 320 éoliennes dans l'hypothèse de base (éoliennes de 5 MW de puissance unitaire). Le raccordement électrique est prévu à Penly ; il pourrait nécessiter un renforcement du réseau terrestre existant.

Ce projet produirait chaque année l'équivalent de la consommation électrique annuelle de 2 millions de personnes (chauffage électrique inclus), soit l'équivalent de la population de la région Haute-Normandie ou de la région Picardie. Il éviterait chaque année l'émission de 4,3 millions tonnes de CO<sub>2</sub>.

Ce projet serait fortement créateur d'emplois. Comme pour le projet « Large », entre 1 600 et 1 900 emplois locaux induits seraient nécessaires durant la construction, mais cette fois-ci pendant 5 à 6 ans, accentuant la possibilité de créer des emplois localement et aussi, de contribuer à l'émergence d'une filière nationale dédiée. Environ 310 emplois induits seraient créés pour la maintenance des éoliennes pendant trente ans. À noter néanmoins que son grand éloignement des côtes pourrait nécessiter le logement de personnel sur site, dans une base vie en mer, à l'image de ce qui se fait pour

l'offshore pétrolier ou gazier, ce qui pourrait limiter les retombées économiques à terre. Les ports d'Étaples et de Boulogne-sur-Mer seraient à quasiment la même distance que ceux du Tréport et de Dieppe, multipliant les possibilités d'installation des bases logistiques nécessaires à la construction et la maintenance des éoliennes.

Plusieurs critères ont dicté la définition de la variante « Grand Large » :

- Réduire au minimum la visibilité des éoliennes depuis la côte :
  - Être à plus de 25 km de la côte
- Prendre en compte la navigation maritime :
  - Être à au moins 10 km du rail de navigation
- Limiter l'impact sur la pêche :
  - Éviter les zones de forte densité de pêche à la coquille Saint-Jacques
- Optimiser le coût du projet
  - Être à moins de 30 m de profondeur
  - Privilégier les quelques zones à moins de 20 m de profondeur
  - Être à moins de 30 km du point de raccordement au réseau électrique<sup>2</sup>

2. Un raccordement sur le poste de Beauchamps offrirait une distance plus limitée encore mais sa trop faible capacité d'accueil a conduit à écarter cette option.

## 2.1.2 La puissance, un facteur essentiel pour l'efficacité énergétique du projet

**Le choix de machines puissantes répond à l'exigence d'efficacité énergétique. Le nombre et la disposition des machines déterminent la performance économique et la compétitivité du parc.**

Le projet éolien des Deux Côtes est un parc de forte puissance et de grande dimension. Un choix qui offre trois avantages principaux :

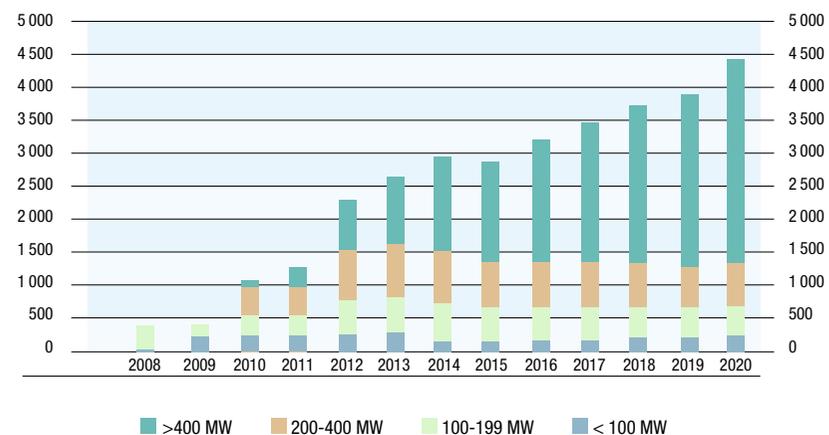
- Un grand parc regroupe les éoliennes au lieu de les disperser. Par exemple, si on souhaitait atteindre les objectifs fixés à l'échelle nationale avec des parcs de faible puissance (100 MW), 60 parcs seraient nécessaires le long du littoral français. En comparaison, 8 parcs de la taille du projet « Large » suffiraient.



- La dimension industrielle d'un parc éolien renforce sa viabilité économique à long terme et amplifie les mesures d'accompagnement favorables au développement économique et à l'emploi sur son territoire d'implantation.
- Un projet de taille importante contribue de façon significative aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de diversification des ressources énergétiques.

La tendance, à travers toute l'Europe, est à l'accroissement de la taille des parcs éoliens en mer.

**Le marché global de l'éolien en mer, projections selon la taille des projets en MW<sup>1</sup>**



1. Emerging Energy Research

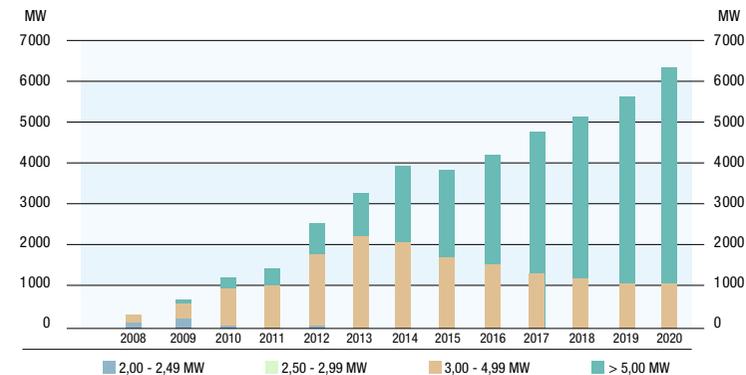
Les éoliennes installées en mer sont deux à cinq fois plus puissantes que celles installées sur terre

### Des éoliennes d'une puissance unitaire importante

Parallèlement à la taille des parcs, la puissance unitaire des éoliennes est un facteur déterminant pour l'efficacité économique du projet. Le choix technique de l'éolienne est fondamental.

Pour le parc des Deux Côtes, La Compagnie du Vent a opté pour des modèles de 3 à 5 MW, avec de nombreuses conséquences positives en termes d'impact et d'efficacité : leur production instantanée est fonction de la vitesse du vent et elles s'enclenchent à partir de 13 km/h de vent (soit 3,5 m/s) et s'arrêtent automatiquement à partir de 108 km/h (soit 30 m/s) contre 90 km/h (25 m/s) pour une éolienne « terrestre ». Dans le cas des Deux Côtes, les éoliennes pourront fournir de l'électricité 93 % du temps. Dans ce contexte, on calcule la performance de l'éolienne en rapportant la production effective à la production annuelle théorique si elle tournait en permanence à pleine puissance. Dans le cas des Deux Côtes, ce rapport, appelé facteur de charge, s'élève à 36 % contre 26 % en moyenne pour les parcs à terre actuellement implantés en France. Enfin, l'implantation des éoliennes les plus puissantes disponibles actuellement réduit fortement le nombre d'unités à installer et donc les coûts et les impacts afférents à cette installation. C'est particulièrement vrai pour les fondations et les câbles électriques les reliant, pour lesquels l'utilisation de machines plus puissantes optimise la quantité de matières (fondations) ou la longueur de câbles nécessaire et donc le coût. Cette tendance se confirme à l'échelle européenne avec aujourd'hui une très forte prédominance des unités de 3 MW et plus, puis de 5 MW et plus à partir de 2015 :

Le marché global de l'éolien en mer, projections selon la taille des turbines en MW<sup>2</sup>

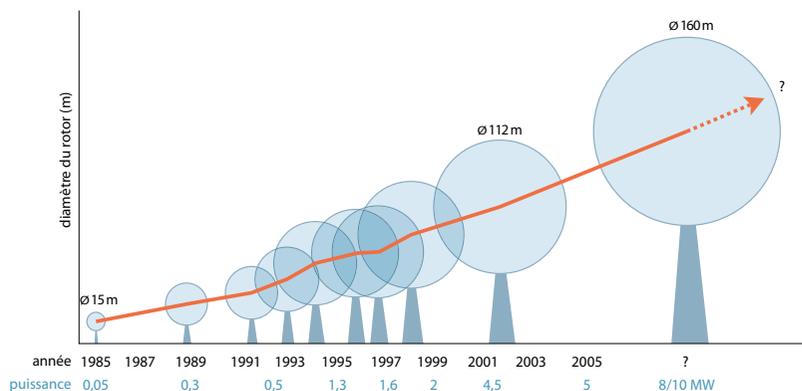


Une plus grande efficacité énergétique et un moindre impact environnemental

Pour s'imposer à l'avenir, les éoliennes de 5 MW et plus devront faire l'objet d'un retour d'expérience suffisamment conséquent et positif. Cela passe par l'installation et l'exploitation réussie, pendant au moins 2 ans, de plusieurs éoliennes de ce type en mer. La fiabilité des éoliennes, a fortiori en mer, est en effet une condition essentielle de viabilité d'un projet. Cela explique l'utilisation pendant quelques années encore d'éoliennes d'une puissance de 3 MW et plus. À ce jour, La Compagnie du Vent privilégie l'implantation d'éoliennes de 5 MW qui bénéficieront d'un recul de plusieurs années d'exploitation à leur date d'installation, sans pour autant écarter l'option d'éoliennes de 3 MW qui ont déjà fait leur preuve.

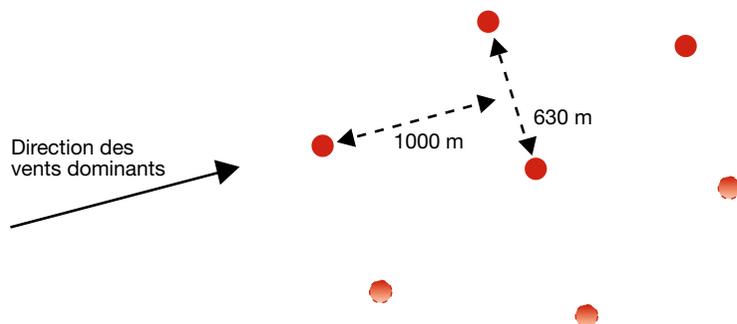
La configuration du vent est un des éléments qui conditionne le positionnement des éoliennes entre elles

### Représentation du rapport taille/puissance des éoliennes en MW

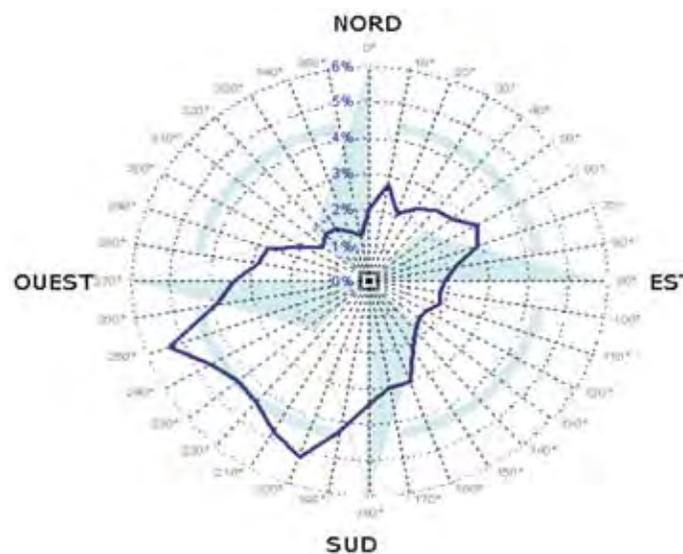


Compte tenu de l'effet de sillage, les éoliennes sont espacées de 630 mètres (soit 5 fois le diamètre de rotor) perpendiculairement à la direction des vents dominants de direction ouest/sud-ouest, et de 1 000 mètres (soit 8 fois le diamètre de rotor) dans la direction des vents dominants, avec une disposition en quinconce entre chaque alignement.

### Espacement entre éoliennes sur le site des Deux Côtes (hypothèses de base : éolienne de 5 MW)



### Fréquence des directions des vents sur le parc des Deux Côtes (calcul sur une année moyenne)



Source: La Compagnie du Vent

### L'EFFET DE SILLAGE

Le vent, après être passé au travers des pales de l'éolienne, devient turbulent. Ces turbulences ne sont pas perceptibles à la surface de l'eau mais diminuent la productivité de l'éolienne située derrière elle : c'est l'effet de sillage. Les turbulences ont aussi un effet à long terme sur la fiabilité de l'éolienne par un phénomène de « stress » mécanique. L'effet de sillage dépend du niveau de turbulence, lui-même dépendant de l'intensité et de la direction du vent sur le site, ainsi que de la position des éoliennes les unes par rapport aux autres. Cet effet s'estompe et devient négligeable à partir d'une certaine distance. Il est recommandé d'espacer les éoliennes les unes des autres, d'au moins trois fois le diamètre de leur rotor en fonction de la caractéristique des vents.

## 2.1.3 L'éloignement, une nécessité pour limiter les impacts à terre comme en mer

**L'éloignement des côtes limite fortement l'impact visuel des éoliennes. Mais il se traduit souvent par une profondeur d'eau plus importante qui augmente le coût global du projet.**



Les paysages côtiers sont des paysages sensibles qui réclament une attention particulière. Plusieurs facteurs doivent être pris en compte pour apprécier l'éloignement des côtes et ses conséquences en termes d'impact visuel :

- plus l'éloignement est grand, plus l'acceptabilité augmente : si 3 danois sur 4 vivant à proximité des parcs éoliens de Horns Rev et Nysted<sup>1</sup>

jugent positivement les éoliennes terrestres, ils sont 9 sur 10 en faveur des éoliennes en mer<sup>2</sup> et cela à cause d'un moindre impact visuel. Des études similaires ont conduit aux mêmes conclusions aux Pays-Bas et en Grande-Bretagne<sup>3</sup> : elles montrent que la perception des parcs éoliens en mer auprès des populations riveraines est encore bien plus positive que celle des parcs éoliens terrestres. Par exemple, les trois-quarts des personnes interrogées, à proximité du parc de Lincs en Grande-Bretagne, pensent que l'éolien en mer devrait être encore plus développé dans leur région.

1. Parcs respectivement construit en 2002 et 2003, au large des côtes Ouest et Est du Danemark, et se composant de 80 et 72 éoliennes, situées à plus de 14 et 10 km des côtes.

2. « Economic valuation of the visual externalities of off-shore wind farms », 2005

3. « The Perception of the windfarm off the coast of Egmond », 2008 — « Lincs Offshore Wind Farm Project – (UK) Report from public consultation », 2005

- une enquête a montré que trois ans après la réalisation d'un projet, les populations émettent des opinions beaucoup plus positives en ce qui concerne l'éloignement et l'impact visuel. Dans les 3 pays concernés par des études<sup>3, 4</sup>, les populations riveraines estiment que le parc ne détourne pas les touristes, que le prix des maisons ne baisse pas, et ces constats les amènent à soutenir le projet.
- enfin, l'étude réalisée au Danemark<sup>4</sup> a montré qu'un éloignement du parc éolien de l'ordre de 15 km (cas du projet « Large ») était le mieux accepté, par rapport à deux autres variantes (un plus lointain et plus coûteux et un plus proche et plus visible).

C'est donc l'impact visuel du projet depuis les côtes qui conditionne, avec les contraintes techniques et financières, l'implantation du parc. Pour évaluer cet impact, plusieurs outils peuvent être mis à contribution : le calcul des zones d'influences visuelles (ZVI), le photomontage et le vidéo montage.

### Trois principaux facteurs de visibilité

Le calcul des zones d'influence visuelle montre que la visibilité des parcs éoliens en mer est majoritairement limitée à la bande littorale. Ces premières conclusions doivent être complétées par trois facteurs clés pour comprendre et anticiper la visibilité réelle des parcs : la rotondité de la Terre, la hauteur apparente et les conditions météo.

4. « Sociological Investigation of the reception of Horns Rev and Nysted Offshore wind farms in the local communities », 2003

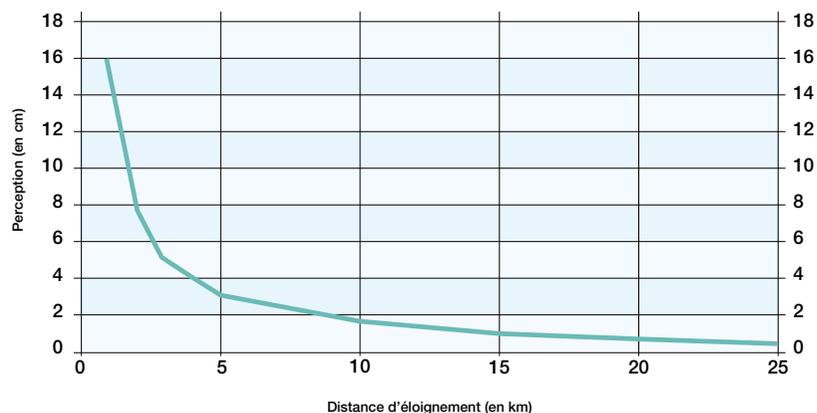
L'impact visuel est un des éléments qui conditionne l'implantation du parc

## Une visibilité limitée par la distance, les conditions météo et la rotondité de la Terre

- **la rotondité de la Terre**: sachant qu'il n'y pas d'obstacle visuel en mer et que l'on se trouve par définition à une altitude peu élevée, les courbes d'isovisibilité sont simples à calculer. Il en résulte qu'à 40 km seules les pales sont visibles et qu'à 50 km l'ensemble des éoliennes est masqué par la terre<sup>5</sup>. Depuis les falaises du Tréport, à 85 m d'altitude, ce seuil passe en théorie à 70 km.
- **la hauteur apparente**: outre la rotondité de la Terre, l'impact visuel du parc n'est pas directement proportionnel à la distance. En effet, il diminue très rapidement dès les premiers kilomètres avant de tendre lentement vers zéro. À partir d'une dizaine de kilomètres, l'intérêt de s'éloigner davantage diminue fortement.

Pour illustrer ce principe, on peut appliquer le fameux théorème de Thalès à 1 mètre de l'observateur. Il est ainsi possible de déterminer la perception visuelle de l'éolienne en cm par l'œil humain en fonction de la distance d'observation.

### Schéma de perception visuelle en fonction de la distance



5. Hypothèse observateur situé à 0 m, hauteur d'observation 1,70 m, hauteur du moyeu 90 m, hauteur en bout de pale 150 m.

À 14 km, une éolienne de 150 m (pale en position haute) est perçue comme une allumette de 1 cm placée à 1 m de l'œil. À 70 km, l'objet aurait 2 mm de hauteur, sans considérer l'impact de la rotondité de la Terre.

- **la météo** constitue enfin un facteur déterminant. En météorologie, la visibilité se rapporte à la transparence de l'air ; plusieurs éléments peuvent réduire cette transparence et donc la visibilité des éoliennes : l'eau en suspension (brume, brouillard, nuages), les précipitations (pluie ou neige) et les aérosols en suspension (brume sèche). Les observations opérées par Météo France à la station de Dieppe (38 m d'altitude) révèlent ainsi que la visibilité supérieure à 8 km se limite déjà à 70 % du temps environ.

### Visibilité comparée du projet et de ses variantes

	Variante « Littoral »	Projet « Large »	Variante « Grand Large »
Hauteur de l'objet équivalent à 1 mètre	2,7 cm	1 cm	0,6 cm

### DES OBJETS PEU VISIBLES

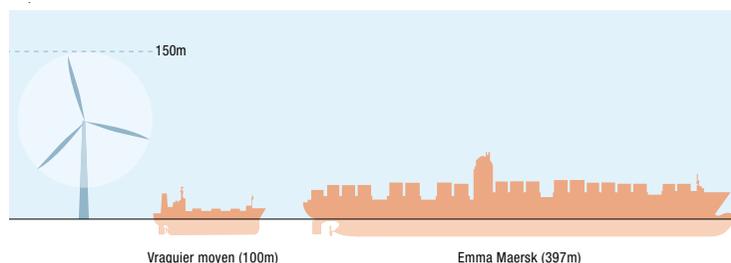
Les éoliennes sont des objets plutôt fins, longilignes. À grande distance, les pales se distinguent peu : avec 3 m de largeur seulement, elles ne sont visibles que de profil dans certains cas. Les mâts atteignent au plus 5 m de largeur. Les nacelles, de 6 m de largeur sur 24 m de longueur sont les parties les plus visibles.

La hauteur de la construction n'est donc pas un élément suffisant pour déterminer l'impact visuel des éoliennes. Au Danemark, il a été montré que le parc éolien en mer de Horn Rev — 80 machines de 110 m de hauteur totale à 14 km des côtes — est moins visible que ce qui était présenté dans les photomontages quelles que soient les conditions météorologiques (IEA, 2005).

### Depuis la baie de Somme

De façon générale, la variante « Grand Large » est la moins visible des trois. Pour autant, la visibilité sera quasiment la même, entre le projet « Large » et la variante « Grand Large » depuis le lieu le plus emblématique du territoire proche, la baie de Somme. En effet, les 2 projets sont situés à quasiment même distance du Marquenterre (23 et 25 km respectivement) quand le premier est décalé au sud-ouest par rapport à la baie de Somme (visibilité limitée depuis la baie au Marquenterre) et l'autre situé au droit en face. Quant à la variante « Littoral », elle est elle aussi décalée au sud-ouest de la Baie et éloignée de 12 km environ du Marquenterre.

### Proportions visuelles entre éoliennes et bateaux



### La profondeur d'eau augmente avec la distance à la côte

Généralement, plus on s'éloigne des côtes, plus on trouve des profondeurs d'eau importante. Ces deux facteurs ont d'importantes conséquences sur le coût et donc l'économie d'un projet de parc éolien en mer.

Les profondeurs indiquées dans ce document sont basées sur les cartes marines du SHOM<sup>6</sup>. Or, celles-ci présentent les profondeurs (la bathymétrie) rapportées au zéro hydrographique, qui correspond à un coefficient théorique minimal de marée : c'est la plus basse mer astronomique. Le marin est ainsi assuré de disposer d'au moins autant d'eau que ce qui est indiqué sur la carte.



6. Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

## Simulations visuelles du projet et de ses variantes à partir d'Ault

Variante « Littoral » à 5,5 km au large d'Ault



Projet « Large » à 14 km au large d'Ault

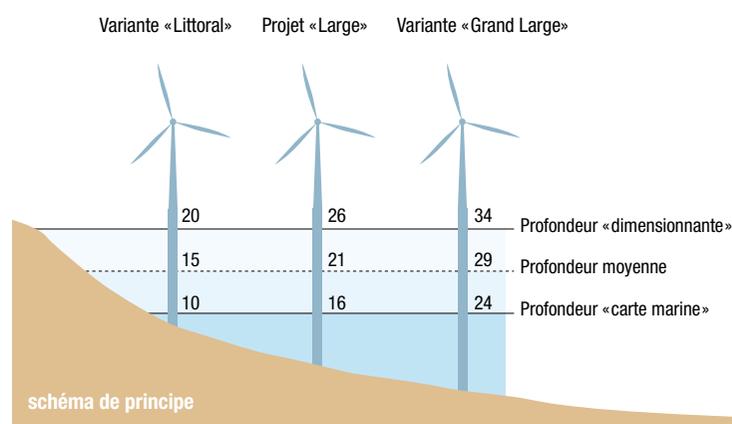


Variante « Grand Large » à 25 km au large d'Ault



Pour dimensionner<sup>7</sup> les fondations, on doit se baser sur le niveau d'eau maximal, c'est le niveau « dimensionnant ». On l'obtient en additionnant l'amplitude maximale théorique des marées, qui atteint 10 m au large de Dieppe/Le Tréport, à la profondeur indiquée sur la carte. La moyenne des deux donne le niveau moyen de la mer.

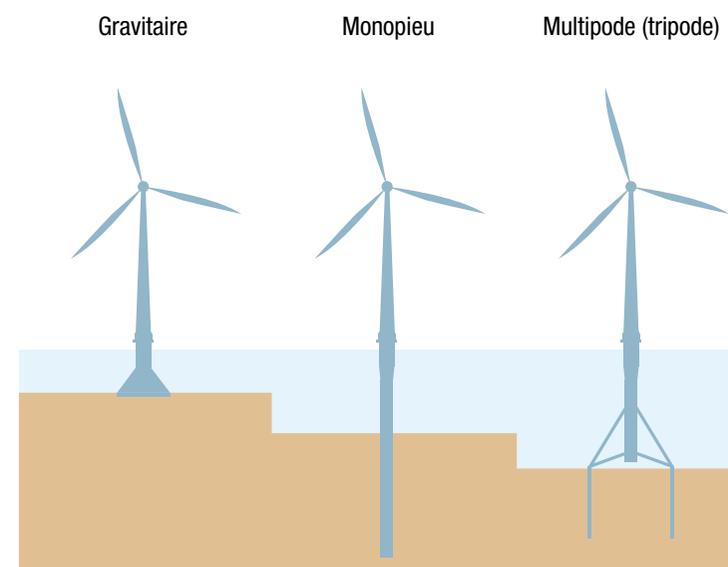
	VARIANTE « LITTORAL »	PROJET « LARGE »	VARIANTE « GRAND LARGE »
Profondeur moyenne sur le site rapportée au zéro hydrographique	10	16	24
Profondeur moyenne réelle (avec les marées)	15	21	29
Profondeur moyenne « dimensionnante » ou profondeur maximale	20	26	34



7. Dans la pratique, on intègre également les conditions météo-océaniques les plus défavorables (houle, courant, vent, surcôte), et une élévation théorique future de la mer du fait du changement climatique.

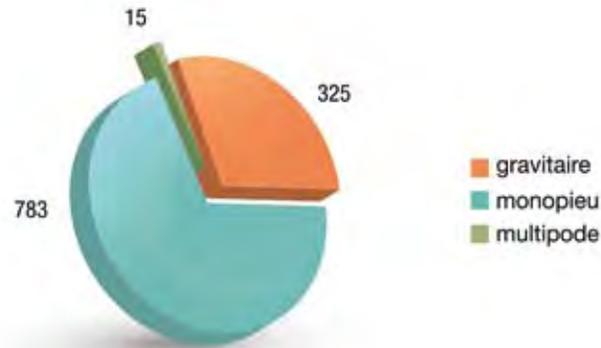
La profondeur « dimensionnante » de la variante « Grand Large » dépasse 30 m, la profondeur maximale en l'état actuel de l'art pour pouvoir construire un projet dans des conditions économiques raisonnables et dans le cadre tarifaire français. Une évolution technologique pourrait donc être nécessaire pour les fondations de cette variante sur au moins une partie de la zone pressentie. La fondation monopieu et, dans une moindre mesure, la fondation gravitaire, sont à l'heure actuelle les fondations les plus éprouvées. Elles représentent l'optimum technico-économique pour la grande majorité des projets éoliens en mer construits et développés actuellement dans le monde.

Pour dimensionner les fondations, on doit se baser sur le niveau d'eau maximal, c'est le niveau « dimensionnant »



Les fondations multipodes ou « treillis », plus complexes et présentant un coût de production et d'installation nettement plus élevé, ne concernent à l'heure actuelle que des projets « tests », largement aidés par des fonds nationaux ou européens et installés dans des profondeurs importantes, généralement comprises entre 30 et 50 mètres.

**Répartition des types de fondations installées à ce jour dans le monde sur les éoliennes en mer**



Source: LCV

Pour le projet des Deux Côtes, deux possibilités d'implantation sont offertes :

- fondation monopieu : il s'agit d'un cylindre enfoncé jusqu'à 40 m de fond pour s'ancrer dans la craie solide ;
- fondation gravitaire : un support en béton est assemblé à terre et posé sur le sol préparé (nivelé, dragué et stabilisé) puis lesté.

**LES FONDATIONS, PARTIES LES PLUS INNOVANTES DES PARCS ÉOLIENS EN MER**

Les fondations, leur construction et leur installation, sont une composante importante du coût d'un projet éolien en mer. L'augmentation des dimensions des éoliennes (et donc du poids de leur tour, leur nacelle et leur rotor) va de pair avec celle des fondations qui les supportent. Le choix d'un type de fondation dépend donc du type d'éoliennes envisagé mais également des conditions propres au site, la profondeur d'eau, les caractéristiques des fonds marins et les conditions météoro-océaniques (houle, courant...).

Trois principaux types de fondations sont installés à l'heure actuelle dans le monde :

La fondation gravitaire, particulièrement adaptée aux sites peu profonds et directement placée sur le fond marin (avec préparation)

La fondation monopieu, envisageable pour des profondeurs d'eau allant de 15 à 25 mètres et enfoncée dans les couches sédimentaire et rocheuse par battage ou forage.

La fondation multipode (tripode et quadripode), envisageable au-delà (jusqu'à 50 mètres environ cependant) et dont les bases sont enfoncées dans les fonds.

## 2.1.4 Le coût, une condition de réalisation du projet

**Le coût de réalisation conditionne la rentabilité d'un projet et détermine sa faisabilité.**

### Un cadre économique incitatif

La viabilité économique du projet repose sur l'existence d'un tarif d'obligation d'achat (13 centimes d'euro par kWh<sup>1</sup>). Ce système, présenté dans le chapitre 1.2.2, a été mis en place en France pour favoriser le développement des énergies renouvelables.

Ce tarif est fixé par le législateur de façon à rendre possible la réalisation d'importants investissements et leur financement tout en préservant un coût acceptable pour le consommateur final. En poursuivant ce double objectif, le tarif d'obligation d'achat conduit le maître d'ouvrage à optimiser l'ensemble de ses coûts s'il veut pouvoir amortir son investissement, financer la maintenance et rembourser les emprunts bancaires et intérêts associés.



Parc éolien Scroby Sands à 2 km au large de Great Yarmouth, Norfolk, UK

1. Arrêté de décembre 2008 - se reporter à la partie 1.2.2

### Les coûts de la construction du parc éolien

Le coût de la construction du parc éolien est principalement composé du coût des aérogénérateurs, des fondations et des infrastructures électriques (câblage sous-marin et transformation électrique notamment).

Le coût de ces différents éléments représente environ 90 % du coût total. Pour qu'un projet reste économiquement viable, ce sont ces coûts qu'il faut optimiser.

Dans ce contexte, l'éloignement de la côte, la profondeur d'eau correspondante et la puissance d'un parc éolien sont les facteurs essentiels du coût d'un projet.

### Impacts sur le coût liés à l'éloignement

#### ■ Plus on s'éloigne du point de connexion électrique:

- Le coût des câbles est directement lié à la longueur et la quantité de matière associée (cuivre en particulier). Par ailleurs, plus on transporte l'électricité sur de longues distances, plus les pertes électriques sont importantes. À ce jour, le raccordement d'un parc éolien en mer au réseau public national est entièrement à la charge du maître d'ouvrage.
- Un éloignement supplémentaire de 10 km, par exemple, pour le projet « Large » se traduit par 20 à 30 millions d'euros de dépenses supplémentaires (hors coût de transport et d'installation) et 50 % de pertes électriques en plus.

Plus on transporte l'électricité sur de longues distances, plus les pertes électriques sont importantes

## L'éloignement de la côte augmente les coûts d'investissement

- Un grand éloignement à la côte peut aussi entraîner une modification complète et une plus grande complexité de l'architecture électrique du parc éolien, obligeant à passer du courant alternatif au courant continu pour la liaison avec la terre, avec les surcoûts associés.

### LE COURANT ALTERNATIF OU CONTINU

Transporter l'électricité en courant continu génère moins de pertes électriques qu'en courant alternatif, mais les installations coûtent bien plus cher. Plus on transporte l'électricité sur de longues distances, plus les pertes augmentent. Sur de longues distances, il devient donc plus intéressant d'utiliser du courant continu (ce seuil-distance varie avec la quantité d'énergie transportée). Pour le projet des Deux Côtes, le choix c'est pour le moment porté sur du courant alternatif.

#### ■ Plus on s'éloigne des ports:

- Une barge autoélévatrice navigue en moyenne à 3,5 nœuds lorsqu'elle est chargée des éoliennes à installer. Il lui faudra ainsi 5 heures pour faire l'aller-retour à 15 km et 10 heures pour l'aller-retour à 30 km. À raison d'un aller/retour toutes les 2 éoliennes, l'installation de 140 éoliennes prendrait dès lors 1 mois de plus.

#### ■ Plus on est profond:

- Le coût des fondations est directement lié à la quantité de matériaux nécessaire à leur construction, et augmente avec la profondeur. Les fondations du projet « Large » nécessiteraient, par exemple, 10 % d'acier en plus que celles de la variante « Littoral » en cas de fondation monopieu.
- Cette quantité serait bien plus importante pour la variante « Grand Large », cette dernière nécessitant des fondations plus complexes et plus difficiles à mettre en œuvre.

L'éloignement de la côte et la profondeur d'eau plus importante qui en découle, représentent un facteur d'augmentation des coûts d'investissement.

## Pourquoi une puissance importante ?

La puissance d'un projet est également un facteur déterminant pour la compétitivité de celui-ci. Un projet de grande puissance est source d'économie par effet d'échelle.

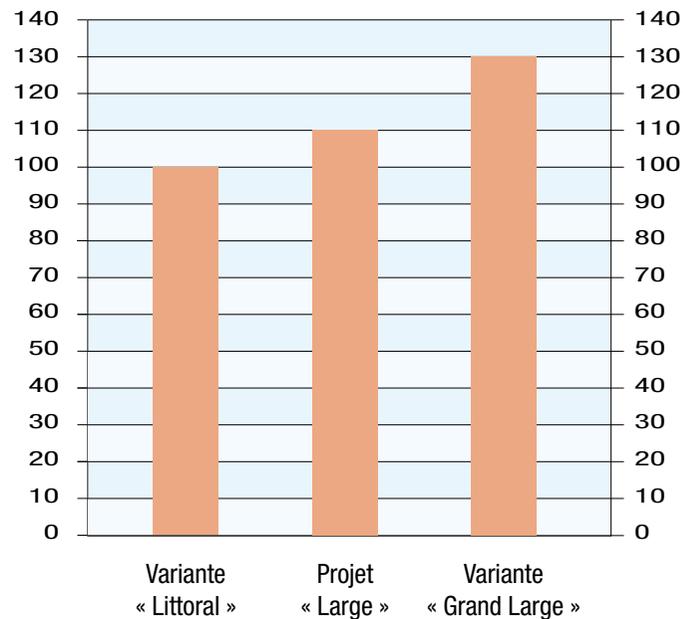
À titre d'exemple, la commande de matériels en grande quantité et pendant une longue période, permet de bénéficier de conditions plus favorables auprès des fournisseurs.

Les risques de retard de la construction, et donc de surcoût correspondant, sont également minimisés sur un chantier de longue durée. Les équipes de montage y acquièrent de l'expérience, ce qui permet de réduire les erreurs humaines. L'aléa climatique y joue un moindre rôle : si une période de mauvais temps pénalise un chantier bref, il est peu probable que cela se reproduise plusieurs années de suite.

On estime ainsi qu'à partir d'une certaine puissance, ou taille critique, un projet bénéficie proportionnellement d'une économie de 5 à 10 % sur le coût total d'investissement. La taille critique dépend de la distance à la côte, de la puissance des éoliennes et de la complexité du projet.

Le graphique suivant compare les estimations de coût par MW du projet et de ses variantes, avec la variante « Littoral » comme référence (base 100).

Coûts d'investissement par MW du projet et de ses variantes  
(variante « Littoral » = indice 100)



Le projet « Large » est 10 % plus onéreux par MW que la variante « Littoral ». La variante « Grand Large » est 30 % plus onéreuse par MW que la variante « Littoral », et presque 20 % plus onéreuse par MW que le projet « Large ». Dans le projet « Large » et la variante « Grand Large », la plus forte puissance permet de limiter les surcoûts induits par l'éloignement plus important de la côte, mais pas suffisamment pour aligner leur compétitivité respective sur celle de la variante « Littoral ».

Au-delà de ces coûts, les risques liés au déroulement de la phase de construction (retards, risques climatiques...) sont eux aussi augmentés en cas d'éloignement ou de profondeur accrues et/ou de technologies non éprouvées (fondations, éoliennes...).

### Les coûts de l'exploitation du parc éolien

Les coûts d'exploitation du parc correspondent principalement :

- à la maintenance des éoliennes (hommes, bateaux, matériels...)
- à l'assurance
- aux taxes

Pour assurer la maintenance des éoliennes et leur bon fonctionnement dans le temps, plusieurs équipes de maintenance seront nécessaires. La probabilité que ces équipes interviennent tous les jours de l'année est grande compte tenu du nombre d'éoliennes envisagées. Dans un souci d'optimisation des coûts, on localise les équipes de maintenance au plus près des éoliennes. Aussi, plus on s'éloigne de la côte, plus le coût de la maintenance augmente.

### ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES

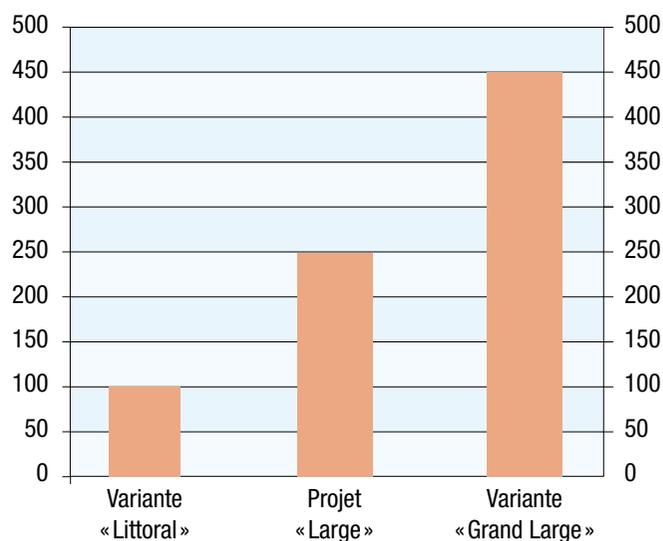
Des études complémentaires seront nécessaires pour préciser les coûts du projet à réaliser. Par exemple, les études géotechniques permettront de connaître les caractéristiques précises du sous-sol marin profond et de dimensionner les fondations en conséquence.

La configuration finale du projet sera définie à l'issue de l'ensemble de ces études complémentaires.

L'éloignement de la côte augmente également les coûts de maintenance

Le graphique suivant présente le coût des trajets pour accéder aux éoliennes. L'hypothèse retenue pour l'étude étant celle d'un bateau de 20 m naviguant à la vitesse de 15 nœuds.

Comparaison en indice des coûts moyens de trajets aux éoliennes du projet et de ses variantes (indice 100 = variante « Littoral »)



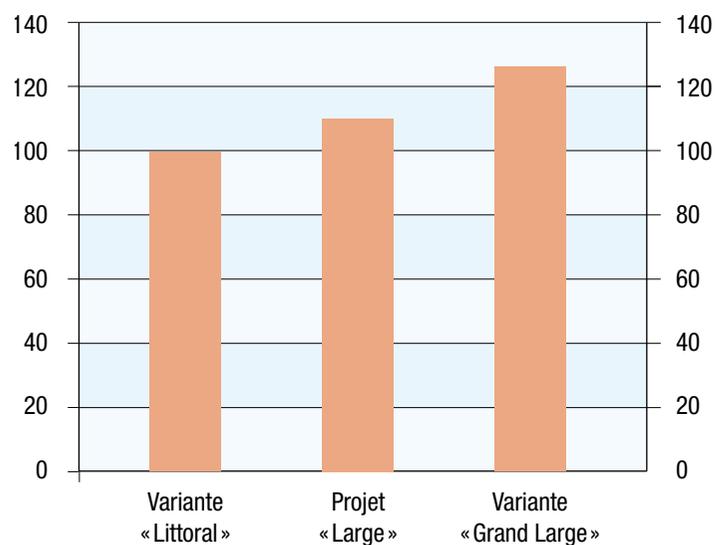
Le coût moyen du trajet en bateau pour accéder aux éoliennes du projet « Large » est 2,5 fois plus onéreux que pour la variante « Littoral », et celui de la variante « Grand Large », 4,5 fois plus onéreux que le « Littoral ».

Construire le parc plus au large revient aussi à augmenter les temps de trajet ce qui diminue le temps de travail sur site, rallonge le délai de réparation d'une éolienne qui serait en panne et donc augmente la perte de production consécutive.

Pour pallier à la diminution du temps de travail sur site, deux solutions sont envisageables :

- L'augmentation du nombre de bateau et du nombre d'équipes
- La création d'une base vie sur site

Comparaison, en indice, du ratio hommes/éoliennes pour la maintenance du projet et de ses variantes





Le projet « Large » nécessite près de 10 % de plus de personnel par éolienne que la variante « Littoral », et 25 % avec la variante « Grand Large ».

Néanmoins, il existe un seuil au-delà duquel l'augmentation du nombre de bateaux ou du nombre de personnes dédiés à la maintenance ne permet plus de pallier l'augmentation de l'éloignement. Le temps de présence sur une éolienne pendant la journée de travail devient trop bref compte tenu du temps de trajet nécessaire pour y accéder. Les conditions de confort du personnel sont aussi à prendre en compte. On peut alors envisager la création d'une base vie sur site, ce qui augmente le coût de l'investissement et localise les

hommes en mer plutôt qu'à terre dans les ports.

La maintenance des éoliennes bénéficie elle aussi de l'effet d'échelle dû à un grand parc :

- La panne d'une éolienne et la perte de production occasionnée y sont moins sensibles que sur un petit parc,
- Les équipes sont plus nombreuses et ainsi plus à même de soutenir une autre qui prendrait du retard dans son travail,
- La panne d'un bateau est plus aisément gérable lorsqu'on dispose d'une flotte conséquente,
- La gestion des stocks de pièces détachées est facilitée et optimisée (commande d'un plus grand nombre de pièces).

L'augmentation de la puissance d'un projet permet donc également de réduire ses coûts de maintenance.

### LA SOLIDARITÉ NATIONALE POUR SOUTENIR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ÉOLIEN

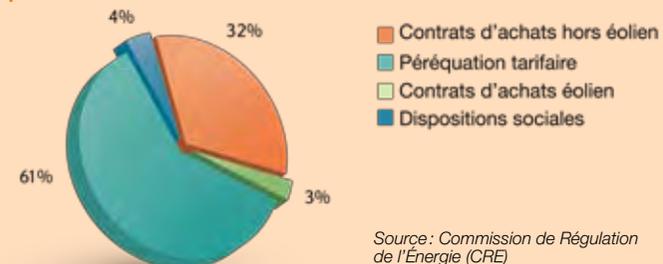
La diversification de nos ressources énergétiques et le développement des énergies renouvelables résultant d'une politique publique, le surcoût temporaire de l'éolien acheté par EDF est répercuté sur la facture d'électricité de chaque consommateur. C'est ce que l'on appelle la CSPE, Contribution au Service Public de l'Électricité. Pour autant, la CSPE ne finance pas que ce surcoût, elle recouvre plusieurs missions :

- l'obligation d'achat de l'électricité produite par cogénération
- la péréquation tarifaire, c'est-à-dire surcoût de production dans certaines zones (DOM-TOM, Corse, îles bretonnes...)
- les dispositions sociales en faveur des personnes en situation de précarité.

Enfin, la part des énergies renouvelables dans la CSPE a baissé de près de 40 % ces six dernières années, alors que le montant de la péréquation a doublé en cinq ans. Pourquoi ? Parce que les énergies fossiles ont considérablement augmenté alors que la dépendance des zones insulaires envers ces énergies reste très forte.

Ainsi, l'éolien représente aujourd'hui un coût marginal dans le total de la CSPE : 3 % des « contrats d'achats », qui ne pèsent eux-mêmes que 35 % de la CSPE. Ou, traduit en euros, 0,00018 €/kWh, soit moins de 50 centimes d'euros par français et par an... D'ici 2020, on estime que l'éolien aura permis aux consommateurs de réaliser une économie ; le tarif d'achat se révélant alors inférieur au prix de marché de l'électricité.

Répartition de la CSPE - estimation 2009



Source : Commission de Régulation de l'Énergie (CRE)

Le remboursement et les intérêts des emprunts sont une composante majeure des coûts supportés par le projet

Pour autant, la puissance plus importante du projet « Large » et de la variante « Grand Large » ne permet pas de compenser totalement les coûts de maintenance supplémentaires.

### Les enjeux de financement du projet

L'importance des investissements engagés impose à l'opérateur de recourir à un financement sous forme d'emprunts bancaires. Ce mode de financement est habituel pour les infrastructures présentant une durée de vie importante (autoroutes, barrages...).

Au vu des montants envisagés, il est fréquent que plusieurs banques et organismes de financements internationaux s'associent pour en assurer le financement.

Dans ces conditions, les coûts de financement, c'est-à-dire le remboursement et les intérêts des emprunts, sont une composante majeure des coûts supportés par le projet. Il est donc indispensable de les optimiser pour permettre sa viabilité économique.

Parmi les facteurs permettant de réduire les risques du projet et donc ses coûts de financement, on note :

- la pertinence des options techniques retenues :
  - localisation du parc en mer (profondeur, éloignement des côtes, ces deux facteurs étant considérés comme amplifiant le risque)
  - robustesse du matériel utilisé (principalement pour les éoliennes...)
- l'expertise de l'opérateur dans la gestion de grands projets (énergétiques en particulier) et dans le domaine technique concerné (production d'électricité éolienne) ainsi que sa solidité financière
- la qualité (expertise technique, solidité financière...) des intervenants retenus sur les composants du projet (éoliennes, fondations, électricité...)

Pour la viabilité du projet, les options retenues par l'opérateur doivent respecter ces contraintes pour rester « finançable ». Plus les choix s'éloignent de ces critères, plus le coût du crédit sera élevé.

Pour le projet des Deux Côtes, la variante « Littoral » est la plus facilement finançable. Le positionnement médian du projet « Large » reste cependant plus favorable que la variante « Grand Large » en matière de financement du fait :

- d'un coût d'investissement proportionnellement moins important,
- d'un coût d'exploitation proportionnellement plus réduit,
- de solutions techniques actuelles et éprouvées, notamment les fondations.

À ce jour, les deux projets construits en Europe dans des conditions de site proches de celles de la variante « Grand Large », l'ont été au titre de la recherche et du développement et ont bénéficié de subventions nationales ou européennes spécifiques. Quant à ceux actuellement en développement, ils disposent de tarifs d'achat plus favorables que celui existant en France.



**Voile à proximité du parc éolien Middelgrunden, Danemark**

## 2.1.5 Le projet « Large », solution privilégiée par le maître d'ouvrage

**Le projet « Large » est la solution privilégiée par le maître d'ouvrage.**

La Compagnie du Vent a étudié un projet et deux variantes qui sont présentés dans la partie 2.1.1 du présent document. Les choix définitifs d'implantation, de distance à la côte et de puissance installée tiendront compte du débat public et chercheront à concilier différents critères de performance, qu'ils soient de nature économique, sociale ou environnementale, dans une optique de développement durable.

Le tableau comparatif en page suivante compare le projet et les deux variantes étudiées.

### **Le projet privilégié par le maître d'ouvrage**

Le projet « Large » constitue la solution intermédiaire, tant par ses caractéristiques que par ses performances environnementales, sociale et économique. Il constitue le projet privilégié par le maître d'ouvrage.

Les performances sociales et environnementales du projet et des variantes sont traitées plus en détail dans les parties suivantes, 2.2 et 2.3.

La variante « Littoral » correspond à un optimum technique et économique. Moins impactant pour la pêche, elle présente cependant la moins bonne performance environnementale. La variante « Grand Large » présente, elle, la moins bonne performance économique et sa localisation en dehors de la mer territoriale rend inapplicable la taxe spécifique aux éoliennes en mer (voir chapitre 2.1.4 : le coût). De plus, le cadre juridique français y est inexistant. Variante de moindre impact paysager, sa performance environnementale pâtit cependant de sa proximité du rail de navigation de la Manche et des risques induits sur la sécurité des navires.



Plage du Crotoy,  
baie de Somme

### Comparaison du projet et de ses variantes

		VARIANTE « LITTORAL »	PROJET « LARGE »	VARIANTE « GRAND LARGE »	
<b>Critères techniques</b>	Distance à la côte	faible (5,5 km)	moyenne (14 km)	importante (25 km)	Légende <span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#d9ead3;"></span> faible ou aisé <span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#a6c9ec;"></span> moyen ou modéré <span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#ffc000;"></span> fort ou complexe <span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#e74c3c;"></span> non applicable
	Profondeur d'eau	faible	moyenne	importante	
	Puissance	moyenne (300 MW)	importante (700 MW)	très importante (1 600 MW)	
	Distance au raccordement électrique	moyenne (15 km)	moyenne (15 km)	importante (28 km)	
	Capacité d'accueil du réseau électrique local	possible	possible	partielle	
	Cadre juridique	existant	existant	inexistant	
<b>Critères environnementaux</b>	Production d'énergie renouvelable	moyenne (1 TWh)	Importante (2,34 TWh)	très importante (5,35 TWh)	
	Mammifères marins	impact fort	impact modéré	impact modéré	
	Oiseaux	impact fort	impact modéré	impact modéré à fort	
	Poissons/Benthos	impact faible à modéré	impact faible voire positif	impact faible voire positif	
	Aires Marines Protégées	impact fort	impact faible	impact modéré	
	Sécurité maritime	impact modéré	impact faible	impact fort	
	Plaisance	impact modéré	impact faible	impact faible	
	Trait de côte	impact modéré	impact faible	impact faible	
	Qualité des eaux de baignade	impact faible à modéré	impact faible	impact faible	
	Paysage	impact fort	impact modéré	impact faible	
<b>Critères sociaux-économiques</b>	Pêche	impact faible	impact modéré	impact modéré à fort	
	Taxe éolienne en mer	moyenne	importante	non applicable	
	Créations d'emplois	moyennes	importantes	très importantes	
	Installations portuaires locales	Dieppe/Le Tréport	Dieppe/Le Tréport	Dieppe ou Boulogne / Le Tréport ou Etaples	
	Tourisme	Retombées touristiques possibles	Retombées touristiques possibles	Retombées touristiques faibles	
<b>Critères financiers</b>	Facilité construction	aisée	assez aisée	complexe	
	Facilité maintenance	assez aisée	moyenne	complexe	
	Coût fondations	modéré	moyen	important	
	Coût raccordement	moyen	moyen	important	
	Coût global	modéré	moyen	important	

### 2.1 Rappel des enjeux

- Un projet et deux variantes
- La puissance et l'efficacité énergétique
- L'éloignement pour limiter les nuisances
- La profondeur d'eau pour dimensionner les fondations
- Le coût d'investissement corrélé à tous ces éléments
- La solution privilégiée par le maître d'ouvrage

## 2.2 Comment insérer le parc en respectant les activités humaines ?

Les impacts potentiels sur la pêche côtière et la plaisance, le maintien de bonnes conditions de navigation, la cohabitation avec la pêche, la sécurité des installations et les opportunités nouvelles pour le tourisme, sont analysés par le maître d'ouvrage du projet.

### 2.2.1 La garantie de bonnes conditions de navigation maritime et aérienne

**La prise en compte des effets du parc sur la pêche côtière et la plaisance. Les risques et les mesures envisagées par le maître d'ouvrage.**

Un projet tel que celui du parc éolien en mer des Deux Côtes ne peut, en aucun cas, faire l'impasse sur la sécurité des usagers de la mer.

Cette question est essentielle du fait de la proximité du « rail de navigation » de la Manche, le plus fréquenté au monde par la marine marchande (près de 20 % du trafic mondial y transite).

En effet, depuis 1951, la Manche a connu le plus grand nombre de catastrophes maritimes, avec 26 accidents majeurs. Par ailleurs, toutes les semaines, deux ou trois « situations de proximité » sont observées, c'est-à-dire des incidents impliquant deux à cinq bateaux et des manœuvres d'évitement d'urgence. D'autant qu'un cinquième des navires y circulant sont considérés par les autorités comme dangereux, emportant à leur bord des hydrocarbures, des produits chimiques ou du gaz liquéfié.

Le trafic maritime dans le secteur du projet des Deux Côtes est représenté sur la carte ci-contre. Les flux journaliers indiqués par des chiffres de couleur représentent des moyennes journalières.

Trafic Maritime



Les principales caractéristiques du trafic sont :

- 250 navires par jour dans le « Dispositif de séparation du trafic » (DST) du Pas-de-Calais, dont près de 20 % de pétroliers, gaziers et chimiquiers.
- 10 navires par jour remontant du Havre et autant y descendant.
- 2 rotations par jour de ferry entre Dieppe et Newhaven.

Le trafic de fret dans le secteur du projet des Deux Côtes concerne principalement Le Havre et se répartit comme suit :



### Un dispositif efficace

Le « Dispositif de séparation du trafic » (DST) est opérationnel en Manche depuis 1967. Il a pour objectif de séparer les routes en deux voies, sur lesquelles circulent les bateaux, un peu à l'image d'une autoroute dotée d'un terre-plein central.

L'intensité du trafic dans ce secteur a par ailleurs justifié la création de deux DST :

- celui des Casquets qui permet d'ordonner le trafic au nord des îles Anglo-Normandes, en un lieu où convergent les trafics venant des parages d'Ouessant et des îles Scilly et le trafic descendant du Pas-de-Calais.
- celui du Pas-de-Calais qui permet d'ordonner le trafic dans ce détroit.

Les DST sont matérialisés par un balisage et la navigation y est surveillée depuis la terre par les CROSS (centres régionaux opérationnels de surveillance et de sauvetage) implantés à Jobourg (Manche) et à Gris-Nez (Pas-de-Calais) et la chaîne des 14 sémaphores de la Marine nationale qui assurent une veille visuelle et VHF tout le long de la façade Manche-Mer du Nord.

Les moyens radar dont dispose le CROSS Gris-Nez lui permettent d'assurer une couverture radar à l'ouest jusqu'au droit du Havre. Le radar de Jobourg couvre environ une zone circulaire de 40 milles nautiques de rayon autour du cap de La Hague.

Ces moyens sont représentés sur la carte suivante. On note que le parc éolien des Deux Côtes fera l'objet d'une double surveillance par les sémaphores de Dieppe et du Tréport.

Le parc éolien des Deux Côtes fera l'objet d'une double surveillance par les sémaphores de Dieppe et du Tréport

### Les zones de surveillance maritime



## Les bateaux n'ont pas de freins

La faisabilité du projet des Deux Côtes est donc directement liée, en termes de sécurité, à son éloignement du rail de navigation du Pas-de-Calais. Les autorités britanniques, très en avance sur la France pour ce qui concerne l'éolien en mer, préconisent par l'intermédiaire de la Marine Coast Guard Agency, une distance de sécurité au moins égale à 5 milles nautiques (soit près de 10 kilomètres). Cette préconisation est reprise dans le récent travail de planification de l'éolien en mer élaboré par le gouvernement britannique.

Afin d'éviter tout risque d'abordage par les bateaux de la marine marchande, La Compagnie du Vent a décidé de s'éloigner au maximum du DST, et ainsi être en totale adéquation avec les impératifs de sécurité.

### Navigation autorisée

Si l'activité de pêche aux arts traînants et la navigation commerciale, pour d'évidentes raisons de sécurité, ne seront vraisemblablement pas autorisées

à l'intérieur du parc éolien, les bateaux de petit gabarit auront tout loisir d'y naviguer.

En effet, l'aire globale du parc ne doit pas être confondue avec l'encombrement réel des éoliennes : avec les éoliennes modernes, on installe généralement 2 éoliennes au km<sup>2</sup>. Chacune occupe seulement 77 m<sup>2</sup> de surface marine. Une valeur encore moins importante si l'on raisonne en termes de volume d'eau occupé. Il n'y a donc à craindre aucun impact au plan des turbulences hydrodynamiques, pas plus que des turbulences aérodynamiques, le rotor étant situé en altitude (25 m en moyenne au-dessus du niveau de la mer).



De fait, les pays qui ont déjà implanté des parcs éoliens en mer (Danemark, Suède, Irlande, Royaume-Uni, Pays-Bas...) n'imposent aucune restriction à la navigation de plaisance, si ce n'est à proximité immédiate des éoliennes pour éviter tout risque d'abordage.

### Et les instruments de navigation ?

Les études et tests in situ<sup>1</sup> effectués par les garde-côtes anglais ont démontré l'absence d'impact des éoliennes sur les instruments de navigation :

- GPS : pas d'impact constaté
- Compas magnétique : aucune déviation constatée
- Loran C : aucune détérioration du signal
- Dispositifs de communication : pas d'impact sur les dispositifs de communication (VHF et téléphone portable notamment) entre bateaux, de la côte aux bateaux et inversement. Idem avec le système DSC.
- système d'identification automatique (AIS) : fonctionnement normal.

Le balisage maritime du parc éolien des Deux Côtes respectera les recommandations de l'Association Internationale de la Signalisation Maritime (AISM) qui fait autorité. et dont les règles spécifiques sont appliquées avec succès depuis plusieurs années en Europe. Concernant le balisage

### L'EXEMPLE DE TOTAL-SHELL

À la fin des années 1990, les sociétés Total et Shell ont projeté d'implanter près de Dunkerque le premier parc éolien en mer. Ce projet, très largement soutenu au niveau local, s'est pourtant heurté à des problématiques de sécurité qui ont entraîné son rejet. En effet, celui-ci se trouvait à 9 km des routes maritimes. La Préfecture Maritime a ainsi rejeté le projet à plusieurs reprises.

<sup>1</sup>. Results of the electromagnetic investigation and assessments of marine radar communication and positioning systems undertaken at the north Hoyle wind farm by QinetiQ and the Maritime and Coastguard Agency.



aéronautique, les règles établies par la Délégation à l'Aviation Civile (DGAC) sont dispensées dans l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes, entré en vigueur le 1<sup>er</sup> mars dernier. L'arrêté en question n'établit pas de règles de balisage catégoriques pour l'éolien en mer et se contente de préciser que le balisage aéronautique ne devra pas interférer avec le balisage maritime. En conséquence, le balisage de ces éoliennes sera défini dans le cadre d'une étude réalisée par les services techniques compétents. Ce balisage devra se conformer aux recommandations de la Grande Commission Nautique.

### En conclusion

Compte tenu de l'intensité du trafic maritime dans le « Dispositif de séparation du trafic » (DST) du Pas-de-Calais et de leur nature (hydrocarbures + matières dangereuses), il est souhaitable d'en éloigner le parc éolien le plus possible pour réduire le risque d'événement maritime grave.

La distance de 15 milles nautiques, entre l'emplacement envisagé du projet « Large » et le trafic maritime dans le DST, est comparable aux distances d'éloignement retenues dans le cas des DST d'Ouessant et des Casquets par rapport à la côte.

La variante « Grand Large » ne serait ainsi pas envisageable, dans la mesure où celle-ci se trouve éloignée d'à peine 5 milles nautiques du DST. La variante « Littoral » se situe très loin du DST mais sa proximité de l'accès au port du Tréport et du sémaphore d'Ault est à considérer.

Le scénario d'implantation envisagé, correspondant au projet « Large », permet de considérer que le risque lié au trafic maritime sera très faible et acceptable.

### LE BALISAGE À VALIDER PAR LA GRANDE COMMISSION NAUTIQUE

Commission nationale compétente, en particulier pour statuer sur la viabilité des systèmes de signalisation maritime ou d'aide à la navigation, la Grande Commission Nautique est présidée par un officier de l'inspection des forces maritimes, avec pour membres permanents un ingénieur du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine ainsi qu'un membre de droit de la Direction des Affaires Maritimes locales. Cette commission comprend également des membres temporaires tels que les représentants du service de pilotage, du comité des pêches, du secteur de la plaisance, et de la Société Nationale du Sauvetage en Mer. C'est elle qui statuera sur la viabilité du balisage proposé et donnera ses recommandations à respecter.

## État des lieux

Le tableau ci-après présente la répartition des navires de pêche dans le secteur élargi autour du projet des Deux Côtes.

60 % des bateaux de pêche font moins de 15 m.

PORTS CONCERNÉS	NOMBRE DE BATEAUX DE PETITE PÊCHE	NOMBRE DE BATEAUX DE PÊCHE CÔTIERS	NOMBRE DE BATEAUX DE PÊCHE AU LARGE	TOTAL
Le Havre	24	2	1	27
Fécamp	27	13	0	40
Dieppe	42	29	0	71
Le Tréport	19	20	6	45
Boulogne-sur-Mer	67	45	7	119
Total	179	109	14	302

Sources : Affaires maritimes et CCI, 2010

Pour ce qui concerne les bateaux de plaisance, ils se répartissent comme suit :

RÉGION	RÉPARTITION PAR LONGUEUR					
	Voiliers			Navires à moteur		
	< 15 m	de 15 à 25 m	> 15 m	< 15 m	de 15 à 25 m	> 15 m
Nord/Pas-de-Calais/Picardie	4021	12	0	22684	10	1
Haute-Normandie	6034	36	2	35607	19	3
Basse Normandie	10052	48	2	39305	20	2

Source : CROSS Gris-Nez, 2010

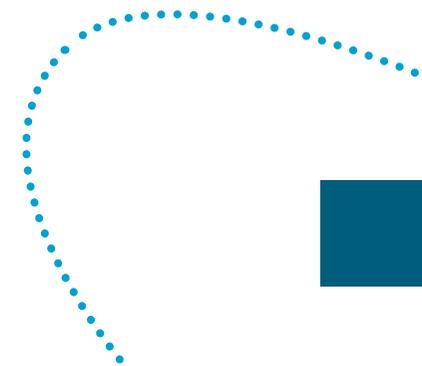
La quasi-totalité des navires de plaisance présents sur la zone d'étude ont une longueur inférieure à 15 mètres.

## LA RÉGLEMENTATION AÉRIENNE

Aucune règle sur le balisage aérien des parcs d'éoliennes en mer n'est clairement en vigueur aujourd'hui en France.

L'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques spécifie en annexe que « le balisage des éoliennes [...] installées en mer ne doit pas interférer avec le balisage maritime. En cas de risque d'interférence, le balisage de ces éoliennes sera défini dans le cadre d'une étude réalisée par les services territorialement compétents en collaboration avec le service technique de l'aviation civile. »

Les recommandations de l'AISM en tant qu'autorité internationale, indiquent seulement que le balisage lumineux aérien ne doit pas se superposer avec le balisage maritime depuis la surface de la mer.





Retour de pêche  
au port de Fécamp

## 2.2.2 La cohabitation avec les différentes formes de pêche

Le parc préservera au maximum les activités de pêche, notamment grâce à son éloignement de la côte, l'espacement entre les éoliennes et les mesures envisagées par le maître d'ouvrage.

### La coquille Saint-Jacques et la sole, deux espèces emblématiques pour la pêche locale

La zone concernée par le projet des Deux Côtes se situe au large des départements de la Seine Maritime et de la Somme. Les bateaux de pêche proviennent pour l'essentiel des ports de Dieppe, du Tréport et de Boulogne sur mer, et dans une moindre mesure de Fécamp.

La drague, le chalut et le filet sont les trois types d'engins de pêche les plus présents dans ces ports. Le chalut et la drague sont classés parmi les arts traînants (que l'on déplace dans la masse d'eau). Les filets sont classés parmi les arts dormants (posés à demeure pour une certaine durée).

Ces engins sont adaptés à la capture de différentes espèces :

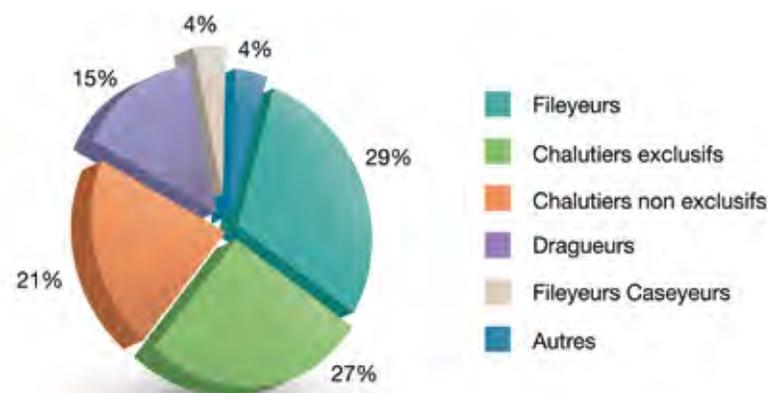
- Les chaluts capturent notamment le cabillaud, le hareng, le maquereau, la plie et la seiche ;
- Les filets capturent par exemple le merlan, la sole, le cabillaud ;
- La drague capture quant à elle les coquilles Saint-Jacques.

L'économie des ports de Dieppe et du Tréport repose toutefois largement sur deux espèces à haute valeur ajoutée : la coquille Saint-Jacques et la sole.



Drague à coquille Saint-Jacques

Répartition des navires par flottille (2006)



Source : DRAM de Haute-Normandie et du Nord Pas-de-Calais-Picardie

### Les emplois dans la pêche au Tréport et à Dieppe

Le Tréport est le principal port concerné par le projet. N'étant pas un quartier d'immatriculation maritime, les navires basés ou débarquant au Tréport proviennent d'autres quartiers maritimes, en particulier de Dieppe et de Boulogne-sur-Mer (ceux de la baie de Somme).

Cette flotte est composée majoritairement de coquillards (drague à coquilles Saint-Jacques). D'après les données officielles, 134 emplois directs dépendent des coquillards, des fileyeurs et des chalutiers du Tréport ; un chalutier emploie en moyenne deux fois plus de marins qu'un coquillard.

La petite pêche côtière de la baie de Somme consiste en de petits chalutiers, fileyeurs ou polyvalents (Le Crotoy, Le Hourdel, Cayeux-sur-Mer, Saint-Valéry-sur-Somme) qui pêchent essentiellement dans la bande côtière des 3 milles nautiques (jusqu'à 5,5 km des côtes environ) les poissons plats, la crevette grise ou la civelle. Il convient d'y ajouter les 11 barges exploitées directement en baie de Somme par des mytiliculteurs (élevage de moules).

Dieppe est le principal port de Haute-Normandie en nombre d'unités. Sa flotte, constituée principalement par des coquillards, est majoritairement représentée par des navires de moins de 25 mètres. La coquille Saint-Jacques est, de loin, l'espèce la plus débarquée à la criée de Dieppe. C'est donc la pêche à la coquille Saint-Jacques qui dynamise l'activité économique à Dieppe. La plupart des emplois directs du port de Dieppe relèvent de cette activité : 233 emplois directs d'après les données officielles<sup>1</sup>.

Dans les ports disposant d'une criée (Dieppe, Fécamp et Boulogne-sur-Mer), on estime généralement que les emplois indirects représentent plus du double des emplois directs. Pour Le Tréport, qui n'accueille pas de criée, cette proportion est moindre. En revanche, une société de mareyage s'est récemment installée au Tréport avec une demi-douzaine d'emplois à la clé.

Depuis 10 ans, le nombre de navires et d'emplois associés décroît du fait des obligations de réduction de l'effort de pêche, imposée par la réglementation communautaire en lien avec la diminution de la ressource halieutique (système des quotas, plans de sortie de flotte).

De plus, les sociétés de pêche ont de plus en plus de mal à subsister face à l'augmentation continue des coûts du carburant. Au plus haut du prix du pétrole, le poste carburant représentait à lui seul près de 50 % du chiffre d'affaires d'un chalutier.

### Pas d'interdiction totale de pêcher dans le parc éolien

Contrairement à certaines rumeurs, les éoliennes en mer ne font pas fuir les poissons, bien au contraire, puisqu'on remarque un développement de la ressource marine dans et aux alentours des parcs éoliens (effet récif). Le recul dont on dispose grâce aux 900 éoliennes déjà installées dans les eaux européennes, dont les premières depuis près de 20 ans, permet de l'affirmer (se reporter à la partie 2.3.2).

Par ailleurs, un parc éolien en mer ne signifie pas une interdiction totale de pêcher.

Pendant la période de construction, tous les types de pêche sont certes interdits à proximité directe des travaux. Des informations nautiques spécifiques sont émises et un balisage adapté mis en place afin de garantir la sécurité maritime. Cette phase de construction sera limitée dans le temps et dans l'espace. Elle se concentrera sur les périodes printanières et estivales et se déroulera par tranches successives.

Contrairement à certaines rumeurs, les éoliennes ne font pas fuir les poissons, bien au contraire



<sup>1</sup>. Données DRAM, 2006

Étant moins pêchée, la zone du parc éolien devient une réserve halieutique

En phase d'exploitation, la pratique des « arts traïnants » (chalut, drague, etc.), est a priori interdite à l'intérieur du parc éolien pour des raisons de sécurité. En revanche, les « arts dormants » (filet, palangre, ligne, casier, etc.) sont tout à fait possibles dans le parc éolien à condition d'ensouiller le câblage électrique dans le sol marin, comme le projet des Deux Côtes prévoit de le faire.

Enfin, si un parc éolien en mer « gèle » effectivement une surface de pêche pour les chalutiers, cette interdiction partielle n'a pas que des conséquences négatives pour la pêche. Étant moins pêchée, la zone du parc éolien devient une « réserve halieutique » qui bénéficie de surcroît de l'effet récif artificiel dû aux fondations des éoliennes.

Notons enfin que sur la quarantaine de parcs existant à ce jour en Europe, aucun accident maritime n'est à déplorer, que ce soit avec des bateaux de navigation commerciale, de pêche ou de plaisance.

### Les impacts du projet et des variantes sur la pêche

La Compagnie du Vent propose un projet et deux variantes pour son parc éolien en mer des Deux Côtes. Ils se distinguent par leur taille et leur localisation ; ils n'ont de ce fait pas le même impact sur la pêche.

Le projet « Large » se situe sur une zone frontière entre deux grandes zones de pêche, les zones de fortes densités de poissons plats situées au large des estuaires picards, et celles des coquilles Saint-Jacques, particulièrement exploitées au large entre Fécamp et Dieppe. Les premiers résultats de l'étude sur la ressource halieutique dans le projet « Large », montrent une assez grande diversité d'espèces présentes dans cette zone, mais en faibles quantités. Son impact global pourrait donc être considéré comme modéré.

Ces différents résultats provisoires n'ont qu'une valeur indicative. Ils ont besoin d'être complétés au contact des pêcheurs qui seuls disposent d'une connaissance fine de la ressource halieutique, de sa distribution et de son comportement dans la zone du projet. Ce savoir constitue une part de la

valeur ajoutée de leur profession et il n'est guère rendu public. Certains organismes scientifiques possèdent également des données mais elles sont en général beaucoup moins précises.

La variante « Littoral » borde la ligne des 3 milles nautiques, à environ 5,5 km des côtes. Touchant un secteur destiné à la petite pêche côtière peu voire pas chaluté, cette variante pourrait être considérée comme la moins impactante. Pour autant, cette proximité de la zone côtière où se concentrent les zones de frayères des poissons, est à prendre en compte pour la phase de construction du parc éolien.

La variante « Grand Large » est très éloignée des côtes et donc moins accessible aux bateaux de pêche de taille petite à moyenne. Sa très forte puissance électrique s'accompagne d'une grande surface occupée. Elle pourrait toucher des zones de coquilles Saint-Jacques et celle située au large des estuaires de la Somme et de l'Authie est connue pour être riche en poissons plats, la sole en particulier. Son impact global pourrait donc être considéré comme modéré à fort.



### Des mesures d'accompagnement envisageables

La Compagnie du Vent entend répondre aux inquiétudes des pêcheurs. Elle estime que l'envergure du parc éolien permettra de compenser son impact sur la pêche locale en mobilisant des ressources financières et des moyens d'actions nouveaux en faveur de la profession.

D'une part, la création d'une taxe spécifique sur les éoliennes en mer, déjà instituée par les autorités françaises, contribuera pour moitié à un fond départemental pour les activités marines de pêche et de plaisance. Cette taxe pourra en particulier servir à faire face aux difficultés actuelles et aux défis des années à venir : baisse de la ressource halieutique et hausse continue des coûts du carburant notamment.

#### Part de la taxe spécifique aux éoliennes en mer dédiée aux activités maritimes de pêche et de plaisance<sup>2</sup>

	VARIANTE « LITTORAL »	PROJET « LARGE »	VARIANTE « GRAND LARGE »
Part de la taxe dédiée aux activités maritimes de pêche et de plaisance	1,8 million d'€ par an	4,2 millions d'€ par an	non applicable

Il est à noter que les variantes n'offrent ni les mêmes montants, ni les mêmes garanties vis-à-vis de cette taxe. Dans le cas de la variante « Grand Large » qui est située en dehors de la mer territoriale, la taxe spécifique aux éoliennes en mer n'est pas applicable à ce jour. Seule la mise en place d'une loi spécifique permettrait de réglementer les parcs éoliens dans cet espace marin.

<sup>2</sup>. Se reporter à la partie 2.5.4 pour plus d'information sur la taxe spécifique aux éoliennes en mer

#### LE CHALUTAGE, UNE ACTIVITÉ TRÈS CONSOMMATRICE DE CARBURANT

Les arts traînants sont particulièrement touchés par l'augmentation du coût du carburant. Le chalutage nécessiterait en moyenne de 1 à 3 litres de fioul pour 1 kg de poisson pêché commercialisable. Les arts dormants nécessiteraient environ moitié moins de carburant pour une même quantité de poisson commercialisée. Les arts traînants sont en outre considérés comme moins sélectifs. Des programmes de recherche sont d'ailleurs actuellement menés afin de mettre au point des chaluts moins consommateurs de carburant et ciblant mieux les espèces recherchées.

D'autre part, La Compagnie du Vent s'est engagée à privilégier l'emploi du personnel des quartiers maritimes environnants pour sa future activité de maintenance des éoliennes, avec en perspective la diversification dans l'emploi pour les marins locaux. Ces métiers n'existant pas à ce jour en France, des formations spécifiques seront à mettre en place, pour rendre possible cette double activité, allant jusqu'à la reconversion complète pour certains.

La Compagnie du Vent a en outre proposé l'installation de récifs artificiels au sein du parc éolien, voire en dehors du parc, par exemple sur certaines zones côtières d'importance pour les juvéniles (jeunes poissons non matures). En effet, en raison de l'appauvrissement général de la ressource halieutique en mer, le périmètre du parc éolien des Deux Côtes pourrait constituer un espace dédié au développement de la ressource en poissons. Cette initiative déboucherait logiquement sur la cogestion de l'espace maritime à l'intérieur du parc éolien. Certains s'occupant de la maintenance des éoliennes, d'autres du développement de la ressource halieutique.

L'envergure du parc permettra de mobiliser des ressources financières nouvelles en faveur de la profession

## 2.2.3 La sécurité des installations

### La maîtrise du risque dû à la présence d'engins explosifs dans le secteur d'études du projet

La présence potentielle de mines et engins explosifs sur le site du projet de parc éolien des Deux Côtes tient au contexte historique de la seconde guerre mondiale. La Compagnie du Vent a étudié ce risque sous deux angles : la mesure du risque réel et les moyens de le maîtriser.

#### Un risque statistiquement faible

La zone concernée, qui ne fait l'objet d'aucune interdiction, a déjà fait l'objet de campagnes de détection de la part de la Marine Nationale et de l'OTAN. Parallèlement, La Compagnie du Vent a fait réaliser une étude de détection sur une partie du site dès 2008.

Il résulte de l'ensemble de ces données récoltées que le nombre potentiel d'engins explosifs est faible au regard de la surface concernée, et que le risque d'en rencontrer un durant les travaux est limité.

#### Des techniques sûres

Un protocole de détection des mines enfouies a été mis au point à l'aide d'experts habitués à ce type de situation sur des parcs éoliens en mer à l'étranger. Ce protocole combine différentes techniques éprouvées, afin d'associer les qualités de chacune.

Avant et pendant le chantier, le protocole de détection sera mis en œuvre avant toute opération sur le sous-sol afin de garantir l'absence de risque. En outre, la grande majorité des emplacements des éoliennes aura déjà fait l'objet d'investigations géotechniques avant les travaux de mise en place des fondations proprement dites.

#### Détection et destruction des mines

La détection des engins explosifs relève de la responsabilité de La Compagnie du Vent dans le cadre de ses travaux préparatoires ou de l'exploitation du parc. Toutefois, la destruction d'un engin explosif trouvé sur le site incombe aux services de l'État, notamment aux plongeurs-démineurs de la Marine Nationale.

Deux solutions s'offrent à La Compagnie du Vent en cas de détection d'un engin explosif :

- soit celui-ci est détruit par les plongeurs-démineurs de la Marine Nationale s'il n'est pas trop profondément enfoui
- soit, dans le cas contraire, l'éolienne est déplacée. En effet, contrairement à un ouvrage d'art, une éolienne peut aisément être déplacée — jusqu'à quelques dizaines de mètres — sans impacter l'économie globale du projet.

Ce mode de fonctionnement a déjà été utilisé avec succès sur de grands projets d'infrastructures maritimes, comme l'extension du port du Havre — 183 engins détruits — ou le gazoduc au large de Dunkerque (NORFRA). Le risque lié aux engins explosifs immergés est donc connu, statistiquement faible et couramment maîtrisé.

#### UN MATÉRIEL FIABLE

Des tests d'étalonnage du matériel de détection sur des mines du même type que celles potentiellement présentes dans la zone ont notamment été effectués et ont prouvé leur détectabilité avec du matériel existant et bénéficiant d'un retour d'expérience conséquent. Le coût du matériel de détection des mines est entièrement supporté par La Compagnie du Vent.

#### Le saviez-vous ?

#### Des opérations courantes

Chaque année, en moyenne, 90 objets explosifs sont découverts et détruits par la Marine Nationale en France. Celle-ci mène également actuellement, au large de Nouméa, une campagne de déminage portant sur environ 1 400 mines issues de la guerre du Pacifique.



Falaises de Mers-les-Bains

## 2.2.4 Le parc, une opportunité pour le tourisme ?

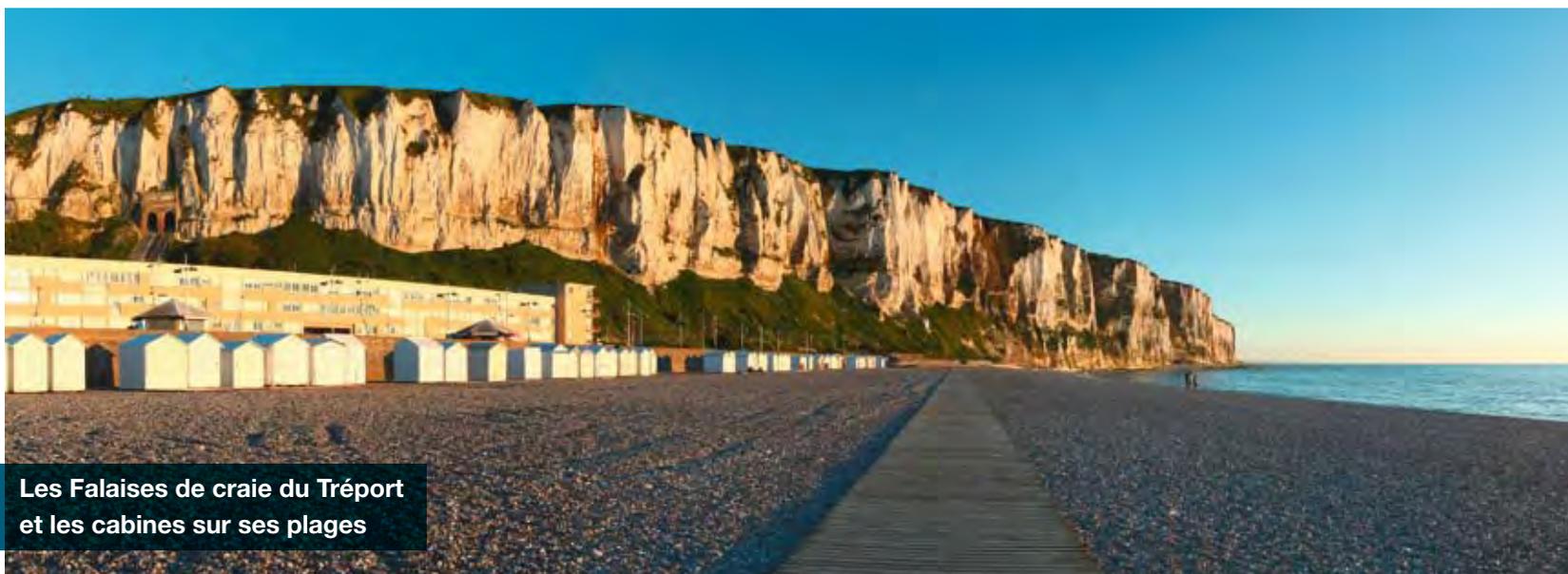
### L'attrait touristique des parcs en mer. Les mesures envisagées par le maître d'ouvrage

Le projet de parc éolien en mer des Deux Côtes se situe à proximité du littoral de la Seine-Maritime et de la Somme. Un littoral caractérisé par ses falaises, de la côte d'Albâtre à la côte d'Opale, rongées par les lames et reculant devant la mer. Ces falaises de craie, dont la hauteur s'échelonne entre 30 et 100 m de haut, sont gagnées par l'érosion.

Le tourisme y est né sous Louis Philippe et s'est développé avec l'arrivée du chemin de fer, notamment à Mers-les-Bains, station balnéaire la plus proche de Paris.

De nos jours, le tourisme se concentre essentiellement durant la période estivale, avec un regain d'intérêt dû à l'émergence du tourisme vert, même si la Haute-Normandie et la Picardie, berceaux du tourisme balnéaire français, ne font plus partie des régions françaises les plus touristiques : elles occupent actuellement le 15<sup>e</sup> rang de ces régions en termes de capacités d'accueil.

Les communes touristiques directement concernées par le projet sont ainsi, du sud au nord, Criel-sur-Mer, Le Tréport, Mers-les-Bains, Ault et Woignarue, Cayeux-sur-Mer.



**Les Falaises de craie du Tréport  
et les cabines sur ses plages**

### Une population touristique bienveillante envers l'éolien

Plusieurs enquêtes<sup>1</sup> ont montré que les touristes avaient une perception positive de l'éolien.

Dans l'Aude, premier département de France à avoir accueilli des éoliennes en grand nombre, les professionnels du tourisme ont estimé que la présence d'éoliennes avait un impact positif : elles sont sujet d'intérêt pour la clientèle ou occasion de balade supplémentaire. En Languedoc-Roussillon, 95 % des touristes estiment que les éoliennes sont une bonne chose, 63 % que l'on pourrait en mettre davantage. Selon le baromètre de l'Adème édition 2009<sup>2</sup>, 97 % des Français plaident en faveur des énergies renouvelables...

Rapportées au projet de parc éolien en mer des Deux Côtes, ces valeurs doivent être extrapolées, puisqu'il n'existe pas actuellement en France de tel parc. On estime néanmoins qu'il pourrait devenir un pôle de curiosité et contribuer au développement du tourisme local, comme c'est déjà le cas à l'étranger, en particulier au Danemark,

Le tourisme  
lié au  
parc peut  
conserver une  
dimension  
traditionnelle  
et intégrer  
une image  
forte de  
modernité



<sup>1</sup> CAUE de l'Aude - CSA pour la Région Languedoc-Roussillon - Institut Français de Démoscopie pour l'Adème - BVA pour Greenpeace et Agir pour l'Environnement  
<sup>2</sup> Baromètre ADEME 2009, les Français et les Énergies renouvelables

précurseur dans ce domaine. Cela dépendra notamment de la capacité des professionnels du tourisme à créer des produits adaptés à cette nouvelle offre, originale et novatrice. La dimension du parc plaide en cette faveur.

### Des échanges constructifs

La Compagnie du Vent a organisé le 30 septembre 2008 une réunion sur le thème « Tourisme et projet éolien en mer des Deux Côtes », à Mers-les-Bains. Cette rencontre a réuni les diverses professions concernées et a abouti à un certain nombre de propositions :

- Étant donné la distance des éoliennes à la côte et la difficulté de s'y rendre par mauvaise météo, l'idée d'une « Maison de l'énergie et du développement durable » financée en partenariat avec La Compagnie du Vent et installée à terre, a été émise. Il s'agirait d'un lieu thématique, évoquant et expliquant le projet et le développement durable, dans une perspective très large, allant des phases de chantiers aux problématiques des énergies renouvelables, pouvant être mis en lien avec des événements locaux. Les thématiques liées à la mer, et l'énergie qu'elle recèle, pourraient également être mises en avant.
- Des visites du parc pourront être organisées durant les périodes de temps calme et en fonction de l'éloignement du parc (l'accès se ferait en moyenne en 20 minutes pour la variante « Littoral » contre 1h20 pour la variante « Grand Large »),
- Mis à part les gros bateaux, la navigation sera, si le projet voit le jour, autorisée à l'intérieur du parc. Tous types d'animations nautiques sont envisageables, comme des régates spécifiques et adaptées, autour du parc.

En tout état de cause, le tourisme lié au parc peut conserver une dimension traditionnelle, locale et patrimoniale, et développer de manière concomitante une image forte de modernité, attractive et novatrice.

## 2.2 Rappel des enjeux

- Un éloignement du dispositif de séparation du trafic
- Les emplois de la pêche identifiés et considérés
- Une nouvelle réserve halieutique
- Des mesures d'accompagnement pour des moyens d'action nouveaux
- La prise en charge de la détection des mines
- L'attrait touristique liant tradition et modernité

## 2.3 Comment maîtriser les impacts sur les milieux naturels ?

Zones protégées, espèces benthiques et pélagiques, avifaune, mammifères marins, récifs et qualité des eaux : autant de thématiques étudiées en amont du débat public.

### 2.3.1 La protection des Aires Marines Protégées

**Le parc des Deux Côtes évite les principales Aires Marines Protégées.**

Les Aires Marines Protégées ou AMP sont des espaces délimités pour lesquels des mesures particulières de gestion sont mises en œuvre dans un objectif de protection du milieu marin à long terme. Au-delà d'aspects strictement locaux, les AMP jouent un rôle au niveau régional, national ou international grâce à un effet de « réserve » (migration des oiseaux, frayères de poissons...) et elles s'insèrent dans des réseaux cohérents.



Ces AMP sont représentées notamment par les zones Natura 2000 déjà bien connues sur le milieu terrestre. Plus de 3 000 sites à terre ont été classés par les États de l'Union Européenne en tant que Zones de Protection Spéciales (ZPS, issues de la directive « Oiseaux ») et 20 000 sites en Zones Spéciales de Conservation (ZSC, issues de la directive « Habitats faune flore »). Les sites désignés au titre de ces deux directives forment le réseau Natura 2000 dont l'objectif est de garantir le maintien de la biodiversité caractéristique de l'Union Européenne (grand réseau écologique).

En mer, le dispositif Natura 2000 est le même qu'à terre, mais il nécessite des adaptations et des outils propres du fait notamment de l'absence de droits de propriété, du domaine de compétence de l'État (préfecture) et de la définition très large des habitats d'intérêt communautaire.

#### **Des impacts très faibles à nuls**

Globalement, l'impact du projet « Large » et de son raccordement électrique sur les AMP peut être considéré comme faible puisqu'il se trouve éloigné du zonage des AMP qui délimitent les territoires vitaux des espèces concernées (zones de reproduction, d'alimentation et de repos).

Périmètres de protection des Aires Marines Protégées



Source : données DIREN Nord pas de Calais, Picardie, Haute-Normandie et Agence des Aires Marines Protégées

En effet le parc se situerait à distance des zones Natura 2000 périphériques et ne les concernerait pas :

- 7 km de la ZPS Littoral Seine marin ;
- 9 km du SIC de la Baie de Canche et couloir des trois estuaires ;
- 12 km de la ZPS Estuaires Picards et baie de Somme et d'Authie ;
- 66 km de la ZPS et du site de l'estuaire de la Canche ;
- 25 km de la ZSC en projet « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais »

Dans le projet « Large », le parc se trouverait éloigné d'environ 13 km des ZPS et espaces protégés sur le littoral côtier.

Les expertises réalisées sur les oiseaux marins des ZPS et des mammifères marins des ZSC qui pourraient se trouver en dehors de ces zonages Natura 2000, permettent d'affirmer que les impacts sur ces populations seront faibles.

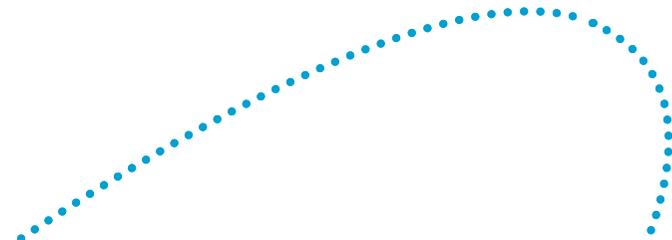
Pour les variantes « Grand Large » et « Littoral », la situation est plus délicate puisque les emprises considérées se trouvent à proximité ou concernent directement certaines AMP.

En effet, la partie nord-est de la variante « Littoral » impacte directement la SIC « Baie de Canche et couloir des trois estuaires », protégée pour ses habitats d'intérêt communautaire. Elle se trouve également à proximité de la ZPS « Estuaires picards et baie de somme et d'Authie » qui présente un grand intérêt avifaunistique.

La variante « Grand Large » se trouve, quant à elle, à 1,5 km au sud de la ZSC en projet « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais », qui présente un intérêt pour ces habitats caractéristiques et les espèces associées.

Pour ces deux variantes, les impacts sur les populations de mammifères marins et l'avifaune seront à étudier plus spécifiquement du fait de leur proximité et de leur interaction avec les AMP. Dans tous les cas, des mesures préventives seront prises par le maître d'ouvrage pour limiter les effets sur les espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation des AMP.

Des Aires  
Marines  
Protégées  
préservées



## 2.3.2 La préservation des ressources halieutiques et des peuplements benthiques

La préservation de ces ressources est prise en compte dans le projet et des mesures sont envisagées par le maître d'ouvrage.

Les espèces benthiques forment l'ensemble des organismes aquatiques vivant à proximité du fond des mers et océans

On désigne par ressources halieutiques l'ensemble des organismes vivant dans l'eau (animaux ou végétaux) et par peuplements benthiques l'ensemble des organismes vivant dans les fonds sous-marins. Plusieurs études<sup>1</sup> ont été menées par La Compagnie du Vent sur les ressources halieutiques dont une plus spécifiquement sur les peuplements benthiques. Ces études ont permis d'évaluer les impacts potentiels de l'installation du parc éolien des Deux Côtes sur ces organismes marins.

Les conclusions de l'étude sur les peuplements benthiques ont été rendues en décembre 2008<sup>2</sup>. Elles portaient sur 38 stations de prélèvement, pour

lesquelles la nature sédimentaire des fonds, en lien avec les espèces présentes, avait été déterminée.

Les données sur la présence et l'abondance des ressources halieutiques ont également été analysées.

Les effets consécutifs à l'implantation des éoliennes et ceux résultant de l'ensouillage (ensouiller consiste à enterrer les câbles dans le fond marin) des câbles électriques peuvent être de différents ordres pour ces organismes :

- destruction directe des peuplements et de leurs habitats sur la surface concernée par les fondations,
- effets directs par remise en suspension de particules sédimentaires,
- modification des communautés présentes,
- fuite des espèces due :
  - au bruit des éoliennes
  - au rayonnement électromagnétique potentiellement généré par le transit de l'électricité

Ces effets potentiels peuvent être temporaires ou permanents, et leur intensité est principalement fonction des volumes de sédiments remis en suspension.

### Quels résultats pour les peuplements benthiques (mollusques, crustacés, vers, poissons...)?

Sur la zone des Deux Côtes, les espèces benthiques les plus rencontrées sont principalement animales. Le groupe le plus représenté en termes de nombres d'espèces est celui des annélides (vers). Viennent ensuite les mollusques. Les résultats laissent toutefois apparaître une pauvreté en termes de diversité, d'abondance et de biomasse, particulièrement pour le projet « Large ».

La coquille Saint-Jacques, espèce benthique phare pour les pêcheurs haut-normands et picards, n'a pas été localisée en abondance dans la zone d'implantation du projet « Large ». Il en irait de même avec la variante « Littoral ». La variante « Grand Large » est par contre recensée par l'IFREMER comme une zone où semblent se trouver des coquilles Saint-Jacques (comme présenté sur la carte suivante).



1. « Analyse de la pêche et caractérisation des espèces halieutiques de la zone », Odyssee Développement pour La Compagnie du Vent / octobre 2009  
2. Volet milieu vivant de l'étude d'impact du parc éolien en mer des Deux Côtes. IN VIVO. Décembre 2008

**Localisation du projet et des variantes vis-à-vis des zones d'abondance de la coquille Saint-Jacques**



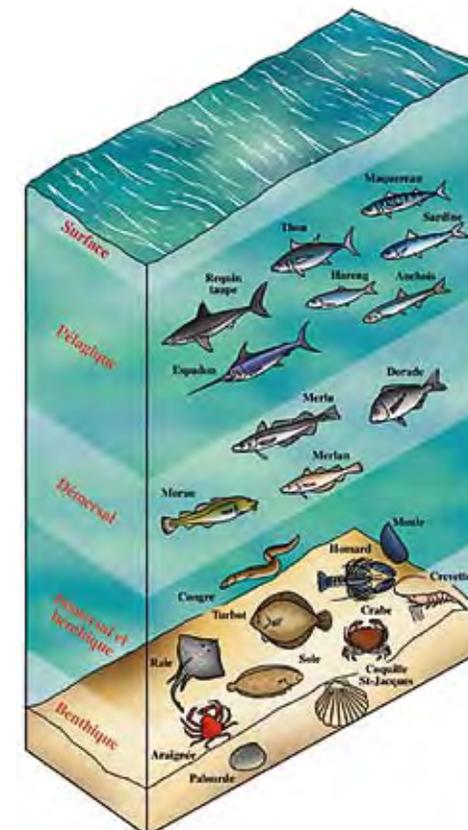
Source: LCV selon données Ifremer

Les principaux impacts sur les espèces benthiques sont essentiellement liés aux mouvements sédimentaires engendrés par l'implantation des éoliennes et l'ensouillage des câbles. Ils seront toutefois limités dans l'espace et dans le temps et peuvent être considérés comme acceptables.

**Quels résultats pour les populations de poissons ?**

Plusieurs espèces cohabitent à différents moments de l'année dans les secteurs étudiés. Il s'agit d'espèces vivant dans la colonne d'eau, loin du fond pour les espèces pélagiques telles que le hareng, le maquereau, la sardine. Les espèces qui vivent majoritairement près du fond de l'eau sont notamment la morue et le merlan (espèces démersales) et celles qui vivent sur le fond sous-marin (espèces benthiques) comme par exemple la sole et la plie commune.

Les zones de frayères (zone de reproduction près des côtes) se concentrent principalement dans les eaux côtières, près du littoral. Les espaces de pleine mer sont plutôt fréquentés par les populations adultes pour se nourrir. Le cabillaud vit en bande près des côtes lorsqu'il est jeune ; la sole commune se reproduit dans les zones côtières du Pas-de-Calais et les grandes baies (baie de Somme) ; pour le merlan, les juvéniles se concentrent dans les eaux côtières. Enfin, le hareng fraye le long des côtes en eau peu profonde (10 à 15 m).



Pour la plupart des espèces, les zones de frayère se concentrent dans les eaux côtières

La variante « Littoral » par sa proximité avec la côte, est susceptible d'impacter les zones de frayères et donc les jeunes poissons durant la construction du parc.

Le projet « Large » et la variante « Grand Large » se situent en dehors des zones d'importance de frayère près du littoral, ce qui permet de limiter les impacts de la construction de ces projets sur les jeunes espèces et les zones de reproduction.

En complément, des prélèvements in situ plus approfondis sont en cours de réalisation. Il s'agit de « chalutages et dragages scientifiques » qui permettront d'affiner l'abondance et la présence de la ressource dans les zones étudiées. Les premières campagnes de drague à la coquille déjà réalisées sur le projet « Large » ont révélé une diversité d'espèces mais avec des volumes de capture faibles.

### Favoriser les ressources... par effet de récifs artificiels

Les fondations offrent un habitat et un refuge adapté à de nombreuses espèces de poissons, mollusques et crustacés qui y trouvent également une nourriture plus abondante. Elles contribuent à l'augmentation de la diversité biologique du secteur environnant : c'est l'effet récif artificiel.

Plusieurs études réalisées sur des parcs en mer étrangers (exemple du parc de Horns Rev au Danemark) dont les espèces présentes sont équivalentes à celles présentes au large du Tréport, ont prouvé une augmentation du nombre de poissons et de leur taille à proximité des éoliennes et autour des parcs éoliens, améliorant de ce fait la valeur économique de la pêche. Les espèces les plus concernées sont le cabillaud ainsi que les poissons plats (pie, sole, limande...).

### Les éoliennes ne font pas fuir les poissons, au contraire

Diverses études, au Danemark ou en Grande-Bretagne, ont été menées pour estimer et prévoir les conséquences du bruit d'un parc éolien en mer sur les ressources halieutiques. La phase de construction est la plus impactante mais le niveau sonore dépend du type de fondation envisagé et de la technique d'installation, et les incidences sont limitées dans le temps et dans l'espace.

La phase d'exploitation a également été analysée et aucune perturbation n'a été constatée. Au contraire, il y a plus de poissons qu'avant grâce à l'effet récif des fondations, preuve qu'ils cohabitent parfaitement avec les parcs éoliens.

Ce résultat n'est pas étonnant, les niveaux sonores étant bien moins importants que celui de la plupart des activités humaines pratiquées en mer. Le bruit que fait une éolienne en mer est par exemple très largement inférieur à celui d'un moteur de bateau, lesquels sont nombreux dans le rail maritime de la Manche et le trafic quasiment constant.

Les principales conclusions des études<sup>3,4</sup> menées sur l'incidence des parcs éoliens en mer au Danemark le confirment. La répartition des espèces dans la zone d'influence des éoliennes et à proximité (zone témoin de référence) ne présente pas de différences majeures ni en taille ni en abondance.



3. Monitoring Program – Status Report « Fish at the cable trace » Nysted offshore wind Farm, 2003

4. Collaborative Offshore Wind Research into the Environment : electromagnetic field review, 2005

Concernant les effets du rayonnement électromagnétique généré par la présence des câbles sous marins, la liste des espèces « électro-sensibles<sup>5</sup> » des eaux côtières de la Manche est principalement composée de requins, de raies, de saumons et d'anguilles. Deux espèces pêchées en Haute-Normandie comme en Picardie sont identifiées comme potentiellement « électro-sensibles » : le cabillaud et la plie. Enfin, le maquereau pourrait être sensible au champ magnétique. Bien que ces espèces soient susceptibles d'être affectées par les champs électromagnétiques, aucun effet significatif sur les poissons n'est constaté.

Des suivis ont été réalisés sur la ressource halieutique présente avant et après l'installation du câble électrique reliant le parc éolien danois de Nysted à la côte. Les espèces suivies ne sont pas significativement affectées par la présence d'un câble électrique. Cette étude s'est en particulier attachée à étudier le mouvement des poissons dans un sens ou dans l'autre par rapport au câble électrique, avant et après son installation, et aucune modification notable n'a été constatée. La tension électrique du câble en question est du même ordre de grandeur que celle des câbles envisagés pour relier le parc des Deux Côtes à la terre. Il est en plus prévu d'ensouiller ces câbles jusqu'à 1,20 mètre de profondeur, ce qui réduira d'autant plus le rayonnement électromagnétique.

De nombreuses autres publications<sup>6</sup> parues au Danemark, en Grande-Bretagne, et au niveau européen vont également dans le sens de ces conclusions.

5. Utilisant une sensibilité électrique pour s'orienter et communiquer

6. Effects of Marine windfarm on the distribution of fish, shellfish, and marine mammals in the Horns Rev area (DK) / Impact on the human environment at the Burbo Bank offshore windfarm (UK) / Problems and benefits associated with the development of offshore windfarm (EU)



Pas de différence ni en taille ni en abondance, dans la distribution des espèces dans la zone d'influence du parc éolien en mer

#### LES ÉPAVES SONT DÉJÀ D'EXCELLENTS RÉCIFS ARTIFICIELS

Depuis l'année 2000, à l'initiative de l'Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la mer du Nord (UGMM), des scientifiques belges plongent pour prélever leurs échantillons et opèrent depuis le navire océanographique Belgica. Ils étudient pour le moment quatre épaves dans la partie belge de la mer du Nord : Birkenfels, Kilmore, Bourrasque et Sperrbrecher.

Sigrid Maebe, porte-parole de l'UGMM, déclare : « Plus de 150 espèces différentes ont été trouvées sur les épaves : 12 espèces de poissons, 2 espèces de méduses et plus de 140 espèces de macro-organismes (animaux de plus de 1 mm) qui sont attachés ou qui bougent lentement : des crustacés, anémones, polypes, vers, éponges, coquillages, étoiles de mer et crabes. Les épaves ont clairement une biodiversité beaucoup plus importante que le fond sableux avoisinant. Certains polypes ou coquillages comme la turrítelle étaient considérés comme « rares » avant cette étude, mais ils ont été trouvés en grande quantité sur les épaves. »

## 2.3.3 La protection de l'avifaune et des mammifères marins

Les études ont permis d'identifier les couloirs migratoires, les aires de stationnement et de préciser les secteurs à éviter. Les risques sont analysés et des mesures proposées par le maître d'ouvrage.

### Avifaune : éviter les zones attractives pour les oiseaux



Fou de Bassan

Les oiseaux présents sur la zone d'étude ont été recensés selon deux méthodes complémentaires : des inventaires par avion (2 passages par mois) ont été menés au large durant une année complète, entre décembre 2007 et décembre 2008 et une expertise par radar des mouvements d'oiseaux a pris place entre avril et novembre 2009. À cela s'ajoutent des suivis de colonies d'oiseaux sur les falaises face aux zones de projets, réalisés par des associations naturalistes régionales, qui ont permis de compléter les résultats.

Ces études ont permis d'identifier les espèces fréquentant régulièrement l'aire d'étude.

Les Fous de Bassan et les laridés (goélands essentiellement) sont largement majoritaires, suivis par les oiseaux marins côtiers (cormorans,

sternes, grèbes). Les espèces littorales et terrestres ne représentent qu'une toute petite partie des effectifs.

Les stationnements les plus importants sont notés entre novembre et février (hivernage). La bande des 10 km côtiers entre Le Tréport et la baie de Somme accueille les stationnements les plus importants. Face à la baie de Somme, les conditions de faible profondeur et probablement la

ressource alimentaire liée à l'estuaire favorisent les stationnements plus au large (30 km) en hiver.

S'agissant des goélands et des Fous de Bassan, leurs déplacements sont très fortement dépendants de ceux des bateaux de pêche : il n'est pas rare d'observer des rassemblements de plusieurs centaines d'individus autour des chalutiers.

Les principaux risques identifiés pour l'avifaune entrent dans les catégories suivantes :

- perte ou modification de territoire,
- collisions avec les structures,
- effet barrière, affectant les trajectoires et déplacements des oiseaux.

Les résultats d'études de mortalité menées sur les oiseaux (issues d'exemples terrestres ou en mer à l'étranger) indiquent que la mortalité liée aux éoliennes est sans commune mesure avec celle liée à la circulation routière, aux lignes électriques, aux baies vitrées, aux pesticides et insecticides, aux marées noires ou à la disparition des milieux favorables aux oiseaux. Par exemple, une ligne électrique haute tension tue plusieurs dizaines d'oiseaux par kilomètre et par an alors qu'il y en a environ 100 000 km en France.

**Tableau comparatif des impacts éoliennes avec d'autres aménagements**

TYPE DE STRUCTURE	MORTALITÉ
Ligne haute tension (> 63 kV)	80 à 120 oiseaux/km/an, réseau aérien de 100 000 km
Ligne moyenne tension (20 à 63 kV)	40 à 100 oiseaux/km/an, réseau aérien de 460 000 km
Autoroutes	30 à 100 oiseaux/km/an, réseau terrestre de 10 000 km
Éoliennes	0 à 5 oiseaux/éolienne/an 2 500 éoliennes en France

Source : Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens MEEDEEM

Les premières conclusions de programmes de suivi danois et anglais montrent que l'impact principal (mais faiblement significatif) sur les oiseaux, concerne l'effet barrière (impact sur trajectoires et déplacements) et non les collisions avec les structures.

Pour limiter ainsi au maximum les incidences sur l'avifaune les principales mesures prises sont :

- éloignement de la baie de Somme, en particulier en face de celle-ci, pour prendre en compte les sensibilités ornithologiques de la zone (stationnements importants, zone de pêche...),
- une forme du parc (allongée dans le sens nord-est/sud-ouest) qui permet de réduire l'effet barrière pour les oiseaux se déplaçant perpendiculairement suivant l'axe nord-est/sud-ouest,
- une période de travaux à optimiser.

Le projet « Large » a été défini avec ces mêmes précautions ; l'éloignement du parc à plus de 14 km des côtes permet de fortement réduire les impacts par collision sur les oiseaux qui se déplacent préférentiellement dans la bande côtière de 10 km et ceux sur les oiseaux marins qui stationnent ou migrent très au large (à plus de 30 à 35 km). Le risque vis-à-vis de l'avifaune est ainsi faible à modéré et tout à fait acceptable pour ce projet.



Grand Cormoran

Les périodes de travaux entre mi-avril et mi-octobre seront à privilégier pour le projet « Large ». À cette période de l'année, les espèces les plus sensibles à l'impact d'emprise sont absentes ou peu nombreuses dans la zone de projet.

Des aires de stationnement et des couloirs migratoires importants ont été localisés dans la zone de la variante « Littoral », entraînant un impact potentiellement fort de celle-ci sur les oiseaux, en particulier les oiseaux marins côtiers et les oiseaux littoraux.

La variante « Grand Large » est beaucoup plus éloignée de la côte, mais pour rester dans des conditions techniques réalistes (profondeur d'eau en particulier), elle a été localisée très au large en face des baies de Somme et d'Authie. Cela l'éloigne d'autant plus des importantes aires de stationnement et couloirs migratoires situés le long de la côte. Mais cela induit un impact potentiellement fort sur les couloirs migratoires des oiseaux marins traversant la Manche très au large. Le risque vis-à-vis de l'avifaune est considéré comme modéré à fort dans cette variante.

L'impact principal relève de « l'effet barrière » qui peut modifier la trajectoire des oiseaux

### Mammifères marins: un suivi précis

Deux types de mammifères marins doivent être distingués :

- les cétacés : ils sont peu présents et donc peu exposés. Sur l'ensemble des contacts recensés par avion, un faible nombre a été noté à l'intérieur des secteurs du projet et de ses variantes.
- les phoques veaux-marins et les phoques gris : des individus sont présents en baie de Somme sur les bancs de sable ou sur la côte, avec en particulier une importante colonie de phoques veaux-marins.

Afin d'observer plus précisément les phoques veaux-marins sur le secteur, un suivi télémétrique (par la pose de balises) de 10 phoques veaux-marins de la baie de Somme, a été réalisé entre octobre 2008 et mai 2009. Il apparaît que ces phoques sont extrêmement côtiers, puisque près des trois quarts des

localisations dans l'eau sont dans la zone d'estran. Ces valeurs confirment les observations faites sur deux autres sites où ces espèces sont présentes (baie du Mont-Saint-Michel et baie des Veys). De la même manière, leur zone de chasse est très localisée, toujours sur l'estran à la limite du zéro des cartes ou sur une bande très côtière.

Ainsi, aucune localisation de phoque n'a été constatée dans les secteurs d'implantation du projet « Large » et de la variante « Grand Large ». Ces secteurs se trouvent ainsi en dehors de l'aire de chasse des phoques de la baie de Somme.

En revanche, la situation de la variante « Littoral », à proximité de la baie de Somme se présente comme potentiellement impactante sur les zones de chasse des phoques.

Les phoques veaux-marins sont extrêmement côtiers



Phoques veaux-marins équipés de balises durant la campagne d'octobre 2008

Les impacts sur ces populations concernent les potentielles nuisances sonores, plus particulièrement pendant la période d'implantation des éoliennes, soit quelques mois par an durant une à plusieurs années en fonction de l'importance du projet à réaliser.

De fait, les recommandations émises afin de limiter les impacts potentiels sur ces populations sont les suivantes :

- éloignement du parc de plus de 20 kilomètres de la baie de Somme, qui permet de réduire considérablement les impacts sur la zone de reproduction et de repos des phoques, comme envisagé sur le projet « Large » ou la variante « Grand Large »,
- utilisation de fondations dont l'installation émet peu de bruit ou de dispositifs limitant les émissions sonores durant le chantier (rideaux de bulles, barrières « antibruit », etc.),
- éloignement des animaux sensibles de la zone de travaux par des dispositifs répulsifs en phase de construction,
- maintien à distance des colonies de phoques, notamment, des trafics de bateaux et d'hélicoptères en phase de chantier et d'exploitation,
- vigilance accrue au moment de la reproduction des phoques.

Des études de suivi réalisées sur un parc en fonctionnement (Horns Rev au Danemark), permettent d'avoir quelques informations sur les réels impacts sur les populations lors de la période de chantier. Les résultats précisent qu'il n'y a aucune raison de penser que la construction ait une influence à grande échelle sur les phoques de la zone, même en phase d'installation des fondations, pourtant la plus bruyante. Aucune modification générale du comportement en mer ou à terre n'a ainsi pu être mise en relation avec les parcs éoliens. Il en est de même pour le parc danois de Nysted qui se situe pourtant à 2 km d'une réserve naturelle et à 4 km d'une zone de protection de phoques.

Le parc de Horns Rev constitue également un important secteur pour les marsouins notamment, avec des densités d'animaux généralement supérieures à celles rencontrées sur le secteur des Deux Côtes, les observations indiquent également un effet négatif faible de la période de construction dans son ensemble sur ces populations.

Ainsi, les effets envisagés sur les populations de mammifères marins dans le projet « Large » et la variante « Grand Large » semblent peu significatifs. En revanche les effets sont à prendre en considération en ce qui concerne la variante « Littoral » du fait de sa proximité avec la baie de Somme, inférieure à 20 km.

En phase de fonctionnement du parc, des suivis et études sur les mammifères marins pourront être réalisées afin d'évaluer l'impact réel sur le long terme du parc éolien des Deux Côtes sur les populations fréquentant le secteur. Elles pourraient consister en :

- la poursuite des suivis télémétriques des phoques
- l'étude du régime alimentaire des mammifères
- l'application du suivi télémétrique pour les phoques gris.

## 2.3.4 La garantie d'une bonne qualité des eaux

Des incidences limitées dans le temps et dans l'espace. Les risques et les mesures envisagées par le maître d'ouvrage.

La turbidité de l'eau correspond à la concentration de matières en suspension dans la masse d'eau, calculée en grammes par litre.

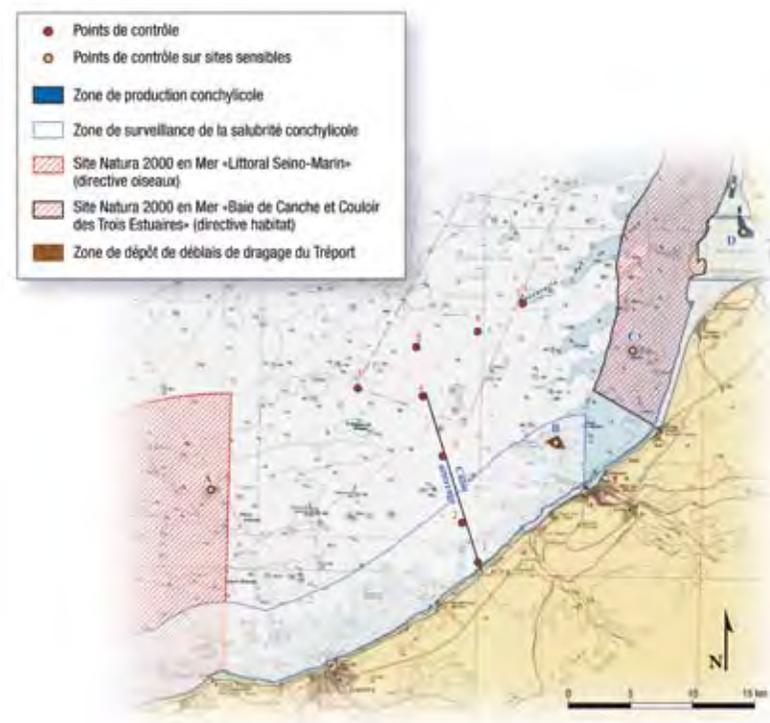
Ainsi, l'étude de turbidité consiste à étudier la mise en suspension de ces matières durant les phases de construction du parc éolien, et d'en évaluer les impacts environnementaux et sanitaires sur la qualité des eaux, et notamment des eaux de baignade de la région.

Plusieurs activités doivent être prises en considération, correspondant aux différentes phases de la construction :

- forage pour fondation monopieu ;
- clapage (ou largage) en mer des déblais de forage dans le cas de fondation monopieu
- dragages de la couche de sédiments superficiels pour fondation gravitaire ;
- mise en place de couches de soubassement de graviers et d'encrochements de protection ;
- ensouillage du câble d'export et des câbles inter-éoliennes.

La modélisation hydrodynamique de la Manche Est réalisée dans le cadre du projet « Large » a permis de simuler la mise en suspension des sédiments et leur propagation. Des points de contrôle en mer ont permis de comparer les données obtenues à l'état initial de l'environnement, visible sur cette carte :

Localisation des sites sensibles et des points de contrôle de l'évolution de la concentration en mer



Source: Extrait carte SHOM 6824

Le saviez-vous ?

### Le clapage

Le clapage est au monde marin ce que le terrassement est au monde terrestre... Il s'agit du déplacement pendant les travaux de masses de sédiments, creusés et déplacés dans le périmètre du chantier.

La turbidité, liée à la concentration d'éléments en suspension dans l'eau, n'affecte pas la qualité des eaux autrement qu'en transparence et en clarté puisque qu'elle remue les sédiments dans un temps court et sur un périmètre très localisé. L'étude d'impact environnemental<sup>1</sup>, portant sur des périodes courtes (24 h) ou moyennes (15 j) a révélé que seules deux activités produisant une concentration de sédiments supérieure aux valeurs basses de l'état naturel sont :

- le clapage
- l'ensouillage du câble d'export.

La qualité des eaux n'est pas affectée par l'implantation du parc éolien

Les modélisations montrent que les nuages turbidiques disparaissent très rapidement, quelques heures après la fin des activités. En conséquence de quoi on peut affirmer que la qualité des eaux n'est pas affectée par l'implantation du parc éolien correspondant au projet « Large ».

Des études complémentaires seraient nécessaires dans le cas des variantes « Grand Large » et « Littoral ». Concernant cette dernière, sa proximité des côtes est à prendre en compte.

#### UNE NATURE SÉDIMENTAIRE FAVORABLE

Grâce à la nature sédimentaire du sol, faiblement chargé en particules fines (0,063 à 0,125 mm), les déplacements de matières seront très réduits : en effet, ce sont les particules les plus fines qui subissent les déplacements les plus importants. Le panache de turbidité sera donc faible.

Parallèlement, la teneur en matières organiques étant également très faible, un enrichissement du milieu dû à la mise en suspension de particules sédimentaires est très peu probable.

Par ailleurs, la localisation de la zone, à l'écart des côtes (environ 10 milles nautiques), implique une moindre influence des apports terrestres que sont les panaches estuariens ou les ruissellements.



**Selon les études réalisées, le projet n'affecte pas la qualité des eaux**

1. Études des turbidités induites par les activités de chantier, Créocéan pour LCV

## 2.3.5 La préservation du trait de côte

Les littoraux haut-normand et picard sont des espaces naturels fragiles et en perpétuelle évolution. Il s'agit d'un système dynamique, vivant, qu'il faut considérer dans son ensemble à travers ses multiples facettes. Le parc des Deux Côtes n'a pas d'effet sur le trait de côte.



Cinq territoires sont identifiés sur les littoraux haut-normand et picard :

- du Havre à Ault : 130 km de falaises crayeuses de 60 à 100 m de hauteur, un platier rocheux et un cordon de galets
- de Ault au Hourdel : le cordon de galets des Bas-Champs, qui protège la plaine submersible
- la baie de Somme : un estuaire de 40 km<sup>2</sup> environ
- la plaine du Marquenterre : un massif dunaire s'étirant sur 12 km
- la baie d'Authie : des fonds peu profonds s'étendant sur 12 km<sup>2</sup>.

Des facteurs naturels ou humains contribuent, année après année, à la modification de ces territoires. La falaise recule à certains endroits en moyenne de 20 cm par an, la pointe du Hourdel s'est allongée de 600 m en 150 ans, et Abbeville, à 15 km en amont du fond de la baie de Somme, était un port important au XII<sup>e</sup> siècle...

Les facteurs naturels de modification du trait de côte sont nombreux : climatiques, chimiques (altération des minéraux par le sel...), hydrologiques (courant, marées...) ou encore biologiques. Quant aux facteurs humains, ils sont principalement constitués par la construction d'ouvrages portuaires ou de défense, ou encore les travaux d'endiguement et de renclôture.

Les enjeux liés au trait de côte sont donc importants puisqu'ils impactent directement l'environnement et les infrastructures littorales.

### À l'échelle sédimentaire

Le risque sur le trait de côte au droit du projet de parc éolien se joue dans les fonds marins : ce sont en effet les déplacements de sédiments qui déterminent les éventuelles modifications.

En conséquence, La Compagnie du Vent a mené des études approfondies sur les mouvements des sédiments dans la zone du projet, afin de déterminer l'influence éventuelle des éoliennes sur ceux-ci.

### Des modélisations importantes

La météorologie, les conditions océaniques et le transport des sédiments de la Manche Est ont été modélisés sans et avec les éoliennes du projet « Large » .

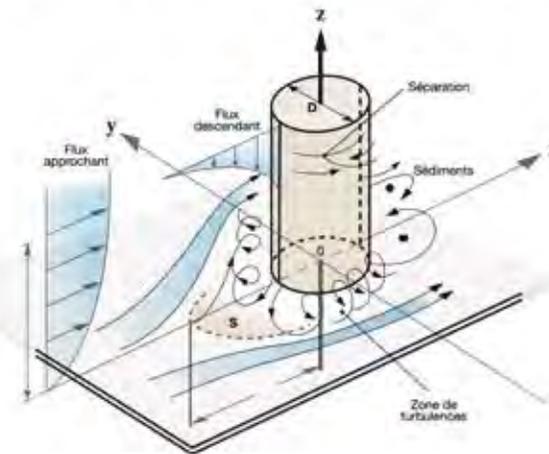
Une validation complexe de ces modélisations a été effectuée à partir des bases de données existantes, des mâts de mesures terrestres et des bouées houlographiques déjà implantées (à Cayeux sur 8 mois et à Dieppe sur 23 ans).

### Des effets très mesurés

Les études ont ainsi montré des turbulences très localisées au pied des éoliennes, et donc une mise en mouvement et en suspension de sédiments localisée : ceux-ci retombent très rapidement derrière le parc d'éoliennes.

La modélisation a démontré l'absence d'incidence sur l'évolution du trait de côte de manière générale, et la baie de Somme en particulier, où les courants sont intenses.

Schématisation des écoulements tourbillonnaires autour d'un obstacle de type pieu vertical.



Le parc éolien en mer des Deux Côtes n'aura pas d'effet sur le trait de côte

Il n'y a donc pas de modification à craindre à l'échelle de la région et du trait de côte avec l'implantation du projet « Large ».

Des études complémentaires seront nécessaires dans le cas des variantes « Grand Large » et « Littoral ». Concernant cette dernière, sa proximité de la côte où le transit sédimentaire est conséquent, est à prendre en compte.

#### LE CAS DES RIDINS

Les ridins sont des dunes hydrauliques qui se forment et disparaissent au gré des courants, notamment sous l'effet du flot (flux) plutôt que du jusant (reflux). Elles ont donc tendance à se déplacer vers le nord-est en direction de la côte.

Les cartes des fonds marins étant trop récentes par rapport au déplacement très lent des ridins, il n'est pas possible aujourd'hui de prédire avec certitude ces mouvements. Il ne faut donc pas écarter un risque de changement localisé au niveau des éoliennes implantées sur ces ridins.

### 2.3 Rappel des enjeux

- Des impacts étudiés
- Le respect des Aires Marines Protégées
- Des fondations d'éoliennes qui favorisent les ressources halieutiques
- Des zones importantes pour les oiseaux et les mammifères marins préservées
- Pas d'influence sur la qualité des eaux
- Des effets neutres sur le trait de côte

## 2.4 Comment contribuer au développement durable des territoires haut-normand et picard ?

Depuis plusieurs années, le développement des énergies renouvelables est une priorité partagée de la Haute-Normandie et de la Picardie, deux régions qui ont su développer leurs coopérations en créant, notamment, la conférence permanente des exécutifs du littoral normand-picard.

### 2.4.1 Haute-Normandie et Picardie au tournant de l'économie verte

Pour ces deux régions, il ne s'agit pas seulement de participer à la lutte contre le changement climatique dans le cadre des engagements nationaux et internationaux de la France, dont l'urgence a été rappelée au sommet de Copenhague. Il s'agit surtout de prendre le virage de l'économie verte en se servant des « renouvelables » comme d'un point d'appui pour la construction d'une nouvelle filière d'excellence — avec ses grands groupes, ses PME, ses laboratoires de recherche et ses formations spécialisées — complémentaire de la plate-forme existante d'énergies conventionnelles (gaz, pétrole, nucléaire), de grande valeur et de première importance. La démarche des deux régions est une démarche globale et durable de développement : elle est environnementale, énergétique, économique et humaine ; c'est celle de l'économie verte.

Il s'agit aujourd'hui  
de prendre  
le virage de  
l'économie verte



## 2.4.2 Des projets complémentaires relevant du mix énergétique



Centrale électro-nucléaire de Penly, France

Le projet des Deux Côtes vient compléter le bouquet énergétique diversifié du littoral normand picard et de la Basse Seine, qui accueille déjà deux centrales nucléaires, une centrale thermique et deux raffineries. Il vient s'ajouter à d'autres projets majeurs et concomitants pour garantir durablement l'indépendance énergétique de la France, tout en faisant du territoire un pôle industriel d'excellence et un modèle européen de diversité énergétique.

Cette ambition est notamment portée par la filière Énergie Haute-Normandie, créée en septembre 2009, pour faciliter localement l'action commune des grands opérateurs, des sous-traitants, des chercheurs et des enseignants. L'objectif est bien sûr d'accroître l'effet levier des futurs investissements en organisant leurs retombées positives sur l'emploi, les ports, les collectivités et le tissu des petites entreprises industrielles et de service, mais aussi de se servir de cette plate-forme unique comme d'un moteur d'avenir et d'attractivité.

De fait, le pari engagé n'est pas seulement « picard et normand ». À l'échelle européenne, il intéresse les régions et les comtés de l'Arc-Manche (réseau de régions françaises et de collectivités locales britanniques), espace à privilégier pour le développement de la recherche et de l'innovation dans le domaine des énergies, en particulier dans l'éolien en mer où la Grande-Bretagne possède des références importantes. La valorisation énergétique de la Manche est un axe prioritaire des actions engagées depuis 5 ans.

La valorisation  
énergétique de  
la Manche est  
un axe prioritaire



## 2.4.3 Des acteurs locaux engagés

Le développement de l'éolien en mer est le moyen de franchir une nouvelle étape

La Haute-Normandie et la Picardie disposent d'une des plus fortes capacités d'accueil de la production éolienne en France. C'est particulièrement vrai sur leur littoral où se trouvent associés un fort potentiel éolien, comptant parmi les meilleurs en France, et des fonds en pente douce permettant de localiser les éoliennes loin des côtes dans des profondeurs limitées. Mais la géographie ne fait pas tout. Il y a aussi des opportunités techniques — les territoires concernés disposent d'un réseau public de transport d'électricité adapté à la distribution de l'énergie supplémentaire produite — et surtout la volonté des acteurs locaux mobilisés, une volonté réaffirmée au cours des trois dernières années. Les pôles de compétitivité tournés vers l'industrie



et les nouvelles technologies témoignent de ce dynamisme. C'est par exemple le cas en Picardie où plusieurs pôles (de compétitivité ou SPL : systèmes productifs locaux) pourraient trouver d'intéressants débouchés dans la filière éolienne et y réfléchissent déjà : celui du Vimeu Industriel qui accueille une pépinière d'entreprises dédiée aux énergies renouvelables, le Pôle Hydraulique et Mécanique d'Albert (PHMA), le Centre de Transfert Technologique Robotique Composite (C2TR), le Pôle de Chaudronnerie et de Maintenance de Ham (PCMH).

### Le Plan Climat Énergie

Adopté en 2007 par la Région Haute-Normandie et les Départements de l'Eure et de la Seine-Maritime, le Plan Climat Énergie Haute-Normandie indique clairement la nécessité de préparer l'après-pétrole, en se tournant vers les énergies renouvelables, au premier rang desquelles figure l'énergie éolienne. Les retards de la région restent importants ; ils ont été rappelés dans le Schéma Régional Éolien et face aux difficultés parfois rencontrées pour développer l'éolien terrestre (relief et habitat limitant par exemple la taille des parcs), les principaux responsables économiques et institutionnels se sont de plus en plus intéressés à l'éolien en mer, nouvelles vitrines technologiques, permettant la valorisation de la région comme plate-forme énergétique d'excellence. On retrouve cette volonté dans les documents de programmation : le Schéma Régional de l'Aménagement Durable du Territoire (SRADT) et le Contrat de Plan État-Région (CPER).

En Picardie, la situation est un peu différente, non pas en termes d'objectifs (le choix des « renouvelables » est ici depuis longtemps affirmé) mais en termes de moyens pour les réaliser. La région dispose déjà de la plus importante puissance éolienne terrestre de France et les sites disponibles

sont de moins en moins nombreux. Le développement de « l'éolien en mer » est le moyen de franchir une nouvelle étape. La Somme affiche ainsi son ambition de devenir un département français de référence dans les énergies renouvelables. La région Picardie accueille d'ailleurs la première usine de fabrication de mâts en béton pour l'éolien terrestre.

Le récent rapport du Conseil Économique et Social Régional sur « L'éolien, une opportunité pour la Picardie » souligne que l'éolien est une ressource d'avenir dont la valorisation, avec celles des autres énergies renouvelables, est un élément essentiel du nouveau mix énergétique.

Rappelons que la Picardie est déficitaire en énergie et que l'éolien contribue à l'accroissement de son indépendance. Ainsi, en 2008, l'éolien fournissait l'équivalent de 13,4 % de la consommation domestique régionale (soit environ la consommation de 250 000 personnes); en 2011, ce chiffre devrait atteindre 47 %.

Aujourd'hui, dans les deux régions et les deux départements, le projet des Deux Côtes est regardé comme une opportunité pour concrétiser les volontés exprimées depuis quelques années en forgeant, de façon ambitieuse, le chaînon encore manquant en France de l'éolien en mer.

L'enjeu portuaire se double ici d'un enjeu économique plus large : le port de Dieppe veut relever le défi de l'éolien en mer.

Notons que le port du Havre travaille également à une diversification dans l'éolien en mer. Il présente en effet déjà les critères logistiques requis pour cette activité (tirants d'eau, surfaces disponibles, entrepôts, expérience dans le chargement/déchargement de colis lourds...) associée à une culture industrielle et des savoir-faire hérités de la construction navale.

#### LES PORTS EN PREMIÈRE LIGNE LOGISTIQUE

Sur la côte d'Albâtre, le port de Dieppe veut devenir la base logistique des plates-formes éoliennes en mer du littoral normand-picard. Ses caractéristiques nautiques lui permettent déjà d'importer des pales d'éoliennes terrestres; un trafic qu'il veut développer avec les éoliennes en mer, tout en fixant, sur ses terre-pleins, les activités supports nécessaires au bon fonctionnement et à la maintenance des parcs marins.

Concernant les Deux Côtes, les responsables du port font remarquer : qu'ils pourront accueillir les bateaux de maintenance spécialisés et leurs équipages ;

qu'ils disposent des espaces disponibles pour stocker les matériels ;

que les personnels du port et des chantiers navals environnants possèdent l'expérience et les compétences attendues par les opérateurs ;

et que l'engagement financier de la Région Haute-Normandie est une garantie d'avenir pour l'aménagement et la modernisation des équipements.

Enfin, le port du Tréport bénéficie d'une situation idéale par rapport au projet des Deux Côtes car localisé au plus proche, du moins des éoliennes du projet « Large » et de la variante « Littoral ». Sa taille est tout à fait compatible avec l'installation d'une partie des activités de maintenance, en particulier les bateaux d'intervention « rapide », et ce malgré le fait qu'il soit soumis à la marée (l'accès est néanmoins possible 8 heures par marée). L'expérience des projets britanniques montre en effet que l'intérêt de la proximité des éoliennes permet généralement de compenser la nécessité de planifier les sorties avec les marées.

## 2.4 Rappel des enjeux

■ Construire une filière d'excellence

■ Créer un pôle multi-énergies

■ Intégrer le SRADT et le contrat de plan État-Région

■ Développer l'indépendance énergétique au plan local

■ Développer les activités économiques portuaires

## 2.5 Comment répartir les richesses créées par le parc éolien ?

Au projet privilégié par La Compagnie du Vent correspond un investissement de l'ordre de 1,8 milliard d'euros. Un montant qui peut s'avérer déterminant pour structurer la filière française de l'éolien en mer, elle-même intégrée au projet énergétique global des deux régions concernées.

### 2.5.1 Le coût prévisionnel du projet privilégié et son financement

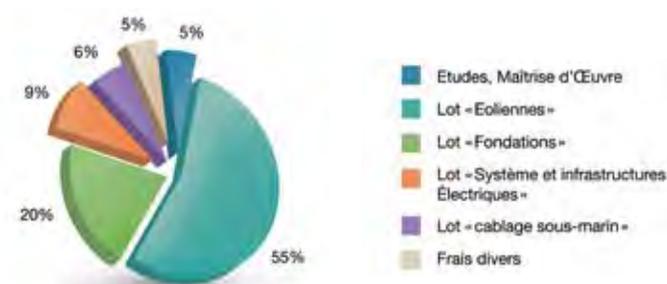
Dans l'hypothèse du projet « Large » l'investissement total se monterait à 1,8 milliard d'euros. Il se situerait au deuxième rang des grands projets énergétiques du littoral normand-picard après le réacteur EPR de Penly.

La réalisation du projet couvrirait plusieurs lots de travaux :

- lot « Éoliennes », comprenant la fabrication, le transport au port puis sur site, le montage et la mise en service des éoliennes ;
- lot « Fondations », comprenant l'ingénierie détaillée, la fabrication, le transport au port puis sur site, l'installation des fondations ;
- lot « Système et Infrastructure Électrique », comprenant l'ingénierie détaillée, la fabrication, le transport au port puis sur site, l'installation et la mise en service des postes électriques de transformations à terre et en mer et des câbles électriques terrestre ;
- lot « Câblage sous-marin », comprenant l'ingénierie détaillée, la fabrication, le transport au port puis sur site, la mise en place et la mise en service des câbles

électriques sous-marins d'export et inter-éoliennes. Les câbles sous-marin « d'export », reliant le parc à la côte, et les câbles inter-éoliennes pourraient faire l'objet de 2 lots séparés.

Le poids financier des différents lots



Une société de projet sera créée afin de porter l'ensemble de l'opération, si la décision est prise de la lancer. Le financement sera assuré, d'une part sous forme d'apport de fonds propres des actionnaires, d'autre part sous forme d'emprunt bancaire consenti par un groupement de banques. L'actionariat de la société de projet pourra être ouvert à un ou plusieurs partenaires à même d'apporter une capacité technique ou financière.



## 2.5.2 Des filières pendant la construction, des métiers et des emplois nouveaux en phase d'exploitation

**L'éolien est porteur d'activités nouvelles et d'un important potentiel d'emplois du fait de la diversité des métiers engagés.**

### Des filières à structurer pendant la construction

Environ 60 % des emplois créés par la filière éolienne se concentrent dans les activités de fabrication de turbines et de ses composants. De grands groupes nationaux ont récemment pris pied sur ce marché (Areva, Alstom) et les récentes évolutions réglementaires positives pourraient inciter les fabricants d'éoliennes à venir s'installer dans notre pays.

Les constructeurs d'éoliennes sont des assembleurs, c'est-à-dire qu'ils conçoivent l'éolienne puis achètent les pièces la composant avant de l'assembler. Plusieurs sous-traitants français ont réussi à intégrer ce marché et sont aujourd'hui des fournisseurs à l'échelle mondiale.

La France présente de fortes compétences susceptibles d'augmenter la part de composants nationaux au sein des éoliennes, mais aussi prendre des parts de marché dans les activités connexes.



En particulier dans l'éolien en mer, de nombreuses parts de marché sont encore aujourd'hui à prendre, et dans le cas d'un projet d'ampleur comme celui des Deux Côtes, le maître d'ouvrage et les instances politiques peuvent influencer le choix de la sous-traitance de leurs fabricants.

La construction locale des mâts est par exemple tout à fait envisageable, comme c'est déjà le cas pour les éoliennes terrestres avec des mâts construits en Picardie, en Bourgogne, en Bretagne, en PACA... Il en va de même avec la construction des fondations qui représentent un potentiel important de création d'emplois en France, sous l'impulsion de groupes français comme Saipem, DCNS, STX ou Technip ; dans le génie maritime avec des armateurs comme Louis Dreyfus, Bourbon ; dans le génie électrique avec Alstom, Schneider...

Et les emplois locaux les plus durables se situent en aval de la chaîne de valeurs, dans les activités d'exploitation et de maintenance, tout au long des 30 années d'exploitation de chaque machine.

Un projet emblématique et structurant comme celui des Deux Côtes participerait pleinement à l'émergence d'une filière dédiée en France, et son importante puissance favoriserait les retombées économiques locales.



## Des métiers qualifiés en phase d'exploitation

Pour le projet des Deux Côtes, les types d'emplois mobilisés pour l'exploitation et la maintenance sont les suivants :

- métiers techniques pour les opérations d'exploitation, de maintenance et de réparation des turbines (responsable d'exploitation, techniciens spécialisés, pilotes maritimes...);
- ingénieurs en génie civil et en génie électrique pour la coordination des travaux de montage et de démontage lorsque nécessaire (remplacement de pièces);
- experts en hygiène, sécurité et santé au travail;
- spécialistes dans le transport exceptionnel (acheminement des pièces de rechanges);
- électriciens;
- métiers techniques spécialisés dans l'installation de turbines d'éoliennes (grue, monte-charge, etc.) lors des grosses opérations nécessitant de la manutention lourde en mer;
- statisticiens/météorologues...



Naturellement, les bassins d'emploi locaux et régionaux seront les mieux placés pour ces recrutements. Et ceci d'autant plus que les acteurs du territoire sauront adapter les formations techniques de leurs établissements pour répondre aux besoins à venir.

Dans le même esprit, des initiatives comme la création de la grappe d'entreprises (ou cluster) Dieppe-Méca-Energie, ou du site internet des grands chantiers de Haute-Normandie, visent à accroître les compétences et les qualifications des PME locales sous-traitantes pour les mettre au niveau des exigences des donneurs d'ordres, avec là encore, des emplois nouveaux à la clé.

## Des emplois directs et indirects

Jusqu'à présent, près de cent personnes et une trentaine de sociétés ont été mobilisées pour les études de faisabilité techniques et environnementales du projet des Deux Côtes. Leur nombre va s'accroître avec l'avancement du projet. Jusqu'à 2 000 emplois induits seraient mobilisés au niveau local pour le projet des Deux Côtes.

Ainsi, 600 à 850 emplois directs locaux, suivant les choix techniques et technologiques qui seront arrêtés après les études complémentaires encore nécessaires, pourront être créés pendant la fabrication des divers éléments composant le parc éolien et pendant la phase d'installation et de raccordement du parc. Par ailleurs, près de 1 000 emplois indirects locaux seraient mobilisés pendant la phase d'installation et de raccordement des éoliennes qui verra la présence sur site des nombreux personnels locaux, nationaux et étrangers. Ces personnes devront être en effet nourries et logées à proximité, ce qui représente une opportunité pour l'hôtellerie/restauration et serait ainsi créateur de nombreux emplois indirects.

En phase d'exploitation, les emplois seront tous locaux et seront basés sur les ports du Tréport et de Dieppe: 50 emplois directs seront ainsi créés pour la maintenance des installations pendant 30 ans. Ils nécessiteront la création d'au moins une centaine d'emplois indirects. Environ 6 bateaux (de 15 à 25 m) seront nécessaires pour effectuer les « navettes ». Leurs équipages seront préférentiellement recrutés au sein des quartiers maritimes environnant (marins-pêcheurs ou leurs proches, pilotage maritime...). À chaque fois que cela sera possible, les techniciens seront formés et recrutés localement. L'approvisionnement en pièces fera régulièrement intervenir des sous-traitants locaux, de même que la maintenance et l'entretien des bateaux. La construction des bateaux pourrait être réalisée par les chantiers existant localement, ce qui emploierait près de 48 personnes pendant 1 année.

### Un démantèlement obligatoire et garanti

Construire un parc éolien est une opération relativement simple en comparaison d'autres installations énergétiques, car les éléments le constituant sont peu nombreux : éoliennes, fondations, câbles et transformateurs électriques. Il en va de même avec le démantèlement. Une éolienne se monte ou se démonte par exemple en 2 à 3 jours. Les éléments constituant un parc éolien sont majoritairement composés d'acier et de cuivre, matières qui seront tout à fait valorisables à la fin de vie du parc éolien et dont la revente couvrira une bonne partie des frais de démantèlement.

#### LOIS DU 3 JANVIER 2003 ET DU 2 JUILLET 2003 ET 13 JUILLET 2005, CODIFIÉES DANS L'ARTICLE L553-3 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

« L'exploitant d'une installation produisant de l'électricité à partir de l'énergie mécanique du vent est responsable de son démantèlement et de la remise en état du site à la fin de l'exploitation. Au cours de celle-ci, il constitue les garanties financières nécessaires. Pour les installations situées sur le domaine public maritime, ces garanties financières sont constituées dès le début de leur construction (...). »

Les exploitants de parcs éoliens sont en outre tenus par les Lois du 3 janvier 2003, du 2 juillet 2003 et 13 juillet 2005, de mettre en provision le coût du démantèlement. Ce n'est pas le cas de toutes les installations énergétiques, les centrales thermiques par exemple.

Ceci est encore renforcé par le droit maritime. Le fond de la mer territoriale (12 milles nautiques soit environ 22 km des côtes) étant une propriété inaliénable de l'État Français, il ne peut pas être cédé mais seulement « loué » temporairement, c'est le principe d'une concession d'occupation du Domaine Public Maritime.

Le parc éolien sera donc démantelé en fin de vie (30 ans) et le site qui l'a accueilli retrouvera ainsi son aspect initial.

Enfin, la construction d'un parc éolien en mer doit aussi faire l'objet d'une autorisation au titre de la loi sur l'eau, régie par les articles L214-1 et suivants du code de l'environnement. Le démantèlement du parc éolien en mer devra respecter l'article L214-3-1 du code de l'environnement qui précise :

« Lorsque des installations, ouvrages, travaux ou activités sont définitivement arrêtés, l'exploitant ou, à défaut, le propriétaire remet le site dans un état tel qu'aucune atteinte ne puisse être portée à l'objectif de gestion équilibrée de la ressource en eau défini par l'article L. 211-1. Il informe l'autorité administrative de la cessation de l'activité et des mesures prises. Cette autorité peut à tout moment lui imposer des prescriptions pour la remise en état du site. »

Les parcs éoliens en mer disposent donc d'une double base légale assurant le respect des obligations de démantèlement et le respect de l'environnement. Au titre du code de l'environnement (art. L214-3-1 et article L553-3), et au titre de la convention d'occupation du DPM qui sera signée avec l'État.

#### EXTRAIT DU DÉCRET N° 2004-308 DU 29 MARS 2004 RELATIF AUX CONCESSIONS D'UTILISATION DU DOMAINE PUBLIC MARITIME EN DEHORS DES PORTS

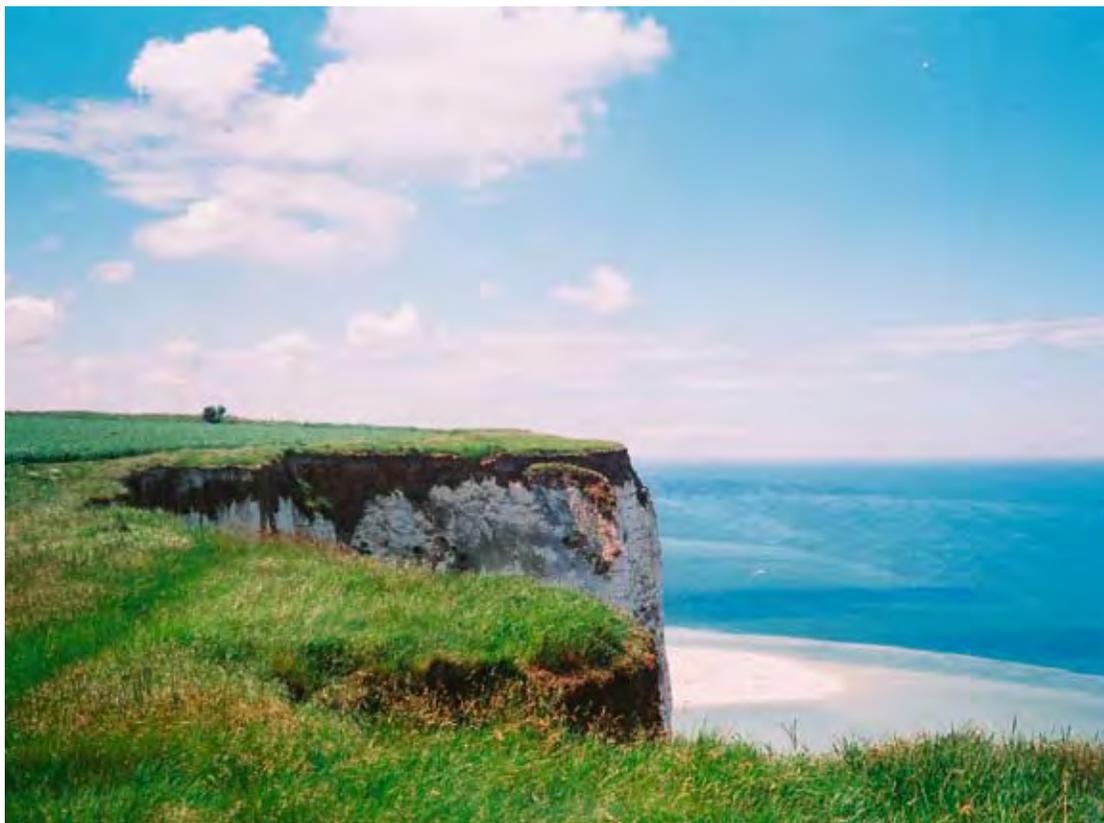
Le dossier de demande de concession comprend (article 2) :

« Le cas échéant, la nature des opérations nécessaires à la réversibilité des modifications apportées au milieu naturel et au site, ainsi qu'à la remise en état, la restauration ou la réhabilitation des lieux en fin de titre ou en fin d'utilisation. (...) la convention peut prévoir, afin d'assurer la réversibilité effective des modifications apportées au milieu naturel, la constitution de garanties financières dont le montant est établi compte tenu du coût estimé des opérations de remise en état, de restauration ou de réhabilitation du site. La convention précise les conditions dans lesquelles le préfet met en œuvre ces garanties, notamment en cas de défaut d'exécution par le titulaire des opérations de remise en état, de restauration ou de réhabilitation du site, ou en cas de disparition juridique du titulaire. Le montant des garanties financières peut être modifié en cas de constatation, dans le suivi de l'état initial des lieux, d'une modification des impacts sur le milieu naturel. »

Les parcs éoliens en mer disposent donc d'une double base légale assurant le respect des obligations de démantèlement et le respect de l'environnement

## 2.5.3 Des retombées fiscales nouvelles pour les communes littorales, la pêche et la plaisance

Instituée par la loi de finances rectificative du 30 décembre 2005 et par les décrets du 1<sup>er</sup> avril et du 26 août 2008, la taxe spécifique aux éoliennes en mer, payée par l'exploitant, rapportera chaque année près de 8,5 millions d'euros, aux communes et aux usagers de la mer.



La moitié des recettes de la taxe spécifique aux éoliennes en mer sera consacrée aux communes littorales susceptibles d'avoir vue sur le parc éolien et l'autre moitié à un fonds départemental dédié aux activités de pêche et de plaisance, après déduction faite de la part de l'État (8 % de l'enveloppe totale).

### Des ressources pour les collectivités

La taxe annuelle spécifique sur les éoliennes en mer situées dans la mer territoriale ne doit pas être confondue avec la taxe professionnelle et n'a pas vocation à être supprimée. Instituée au profit des communes, ses conditions d'attribution sont fixées par la loi de finances rectificative du 30 décembre 2005 (n° 2005-1720), suivie des décrets du 1<sup>er</sup> avril 2008 (n° 2008-294) et du 26 août 2008 (n° 2008-851).

Cette taxe est acquittée par l'exploitant ; elle est assise sur le nombre de mégawatts installés dans chaque unité de production ; son montant par mégawatt est révisé chaque année et son produit est affecté au fonds national de compensation de l'énergie éolienne en mer, à l'exception des prélèvements effectués au profit de l'État. Cette taxe spécifique est différente d'une taxe professionnelle : elle n'est pas régie par les mêmes textes et n'est pas soumise aux fluctuations du devenir de cette dernière.

Les ressources de ce fonds sont réparties dans les conditions suivantes : le Préfet du département dans lequel est installé le point de raccordement des installations au réseau public de transport d'électricité répartit une moitié du produit de la taxe entre les communes littorales d'où elles sont visibles, en

Sur le littoral, les communes décideront de l'utilisation des retombées fiscales

tenant compte de la distance qui sépare les installations des communes concernées et de la population de ces dernières. Lorsque les installations sont visibles depuis plusieurs départements, la répartition est réalisée conjointement par les Préfets des départements concernés.

Le Conseil général du département dans lequel est installé le point de raccordement au réseau d'électricité gère et redistribue l'autre moitié du produit de la taxe, dans le cadre d'un fonds départemental pour les activités maritimes de pêche et de plaisance.

#### Priorité au trait de côte

Sur le littoral, les communes bénéficiaires décideront de l'utilisation du produit de cette taxe. Mais plusieurs pistes de travail sont envisagées comme la lutte contre l'érosion du trait de côte qui obère déjà le budget de nombreuses collectivités. Rappelons que la préservation du trait de côte est l'une des priorités de la conférence interrégionale des exécutifs du littoral; une priorité réaffirmée par les Régions Haute-Normandie et Picardie, le 28 janvier dernier.



Falaises du Tréport

## 2.5.4 Des mesures d'accompagnement en faveur de la pêche, du tourisme et du développement durable

Les recettes de la taxe spécifique aux éoliennes en mer seront réparties entre les communes du littoral qui décideront des priorités d'investissement envers le tourisme, la pêche, l'environnement...



Concernant la valorisation des activités maritimes de pêche et de plaisance, les gestionnaires du fonds départemental devront préciser leurs intentions. Comme vu au chapitre précédent, près de 4,2 millions d'euros seront mis à leur disposition chaque année.

Ces fonds pourraient notamment participer à la reconversion de l'activité de pêche qui est confrontée à d'importantes difficultés. Ils pourraient également servir à la préservation et à l'amélioration de la qualité des eaux de baignade puisque plusieurs stations locales ont fait du Pavillon Bleu une « signature » de leur démarche qualité, ou au développement de la plaisance comme de manifestations touristiques.

Rappelons que lors de la réunion organisée avec les acteurs locaux du tourisme, est ressortie l'idée d'une maison à terre présentant et expliquant le projet et pouvant traiter de thématiques plus larges comme le développement durable, la mer et ses ressources énergétiques...

La Compagnie du Vent propose en outre l'installation de récifs artificiels, spécifiquement conçus pour favoriser la présence d'espèces halieutiques à haute valeur commerciale et accroître le nombre de poissons, dans ou aux alentours du parc éolien.

Enfin, diverses mesures d'accompagnement sont d'ores-et-déjà envisagées en faveur de la préservation de l'environnement, telles que la mise en place de suivis réguliers des impacts sur la faune et la flore marines lors du fonctionnement du parc (après installation des éoliennes), qui permettront d'acquérir des connaissances nouvelles sur l'environnement marin, comme présentées

plus en détail dans les parties 2.2 et 2.3 du présent document. Le débat public permettra de préciser les mesures d'accompagnement favorisant la bonne insertion territoriale du projet.

### L'EXEMPLE D'ALPHA VENTUS

Alpha Ventus est le premier parc éolien en mer d'Allemagne. Comparées au projet des Deux Côtes, ses dimensions sont modestes : 12 éoliennes au large des côtes de Bremerhaven. Mais sa réalisation s'inscrit dans l'un des plus grands programmes de développement de l'énergie éolienne en mer jamais élaborés : la construction de 25 000 MW au large des côtes allemandes d'ici 2020.

Alpha Ventus et les réalisations à venir ont déjà permis la création de plus de 1 100 emplois industriels dans un rayon d'une centaine de kilomètres autour de Bremerhaven. Il faut dire que l'essentiel des compétences requises pour la construction, l'installation et l'exploitation du parc est concentré dans la région. C'est le résultat de la stratégie d'accueil mise en place par les collectivités pour attirer les entreprises sur leur territoire en leur offrant des infrastructures, des produits fonciers et des services adaptés, et reconverter l'industrie locale en déclin.

Par ailleurs, une plate-forme portuaire a été créée pour traiter les « colis lourds ». Au total, plus de 350 personnes et 25 bateaux différents (dont l'un des plus grands bateaux-grue d'Allemagne) ont participé au chantier Alpha Ventus, durant l'été 2009.

Si le projet des Deux Côtes est décidé, la Haute-Normandie et la Picardie souhaitent pareillement accueillir les compétences industrielles et les services nécessaires au grand chantier et au fonctionnement des futures installations.



## 2.5 Rappel des enjeux

- Une société de projet créée pour l'ensemble de l'opération
- Des emplois qualifiés directs et indirects
- Des retombées fiscales importantes et réparties
- Des mesures d'accompagnement ou de reconversion des activités
- Une mobilisation économique importante pendant les travaux

## 2.6 Et après le débat public ?

Au terme de plusieurs mois de débat public, un compte rendu sera dressé par la Commission particulière de débat public. Si La Compagnie du Vent décide d'aller plus loin, elle complétera ses études, précisera les mesures d'accompagnement et définira le calendrier du projet.

À l'issue du débat public, la Commission particulière du débat public (CPDP) dispose de deux mois pour établir le compte-rendu du débat ; le président de la Commission nationale du débat public en dresse pour sa part un bilan. À la différence d'une enquête publique, ces deux documents ne se traduisent pas par un avis, favorable ou défavorable, sur le projet. En revanche, ils rappellent les conditions d'organisation et de déroulement du débat et dressent les principaux enseignements qui ressortent du débat public, sur la base des opinions, remarques et propositions exprimées par les différents acteurs. Une fois ces documents rendus publics, le maître d'ouvrage dispose de trois mois pour décider du principe et des conditions de la poursuite de son projet.

Cette décision s'accompagne généralement d'une information auprès de l'ensemble des participants au débat public.

### Une nouvelle étape pour définir précisément le projet à réaliser

Si l'intérêt de réaliser le parc éolien des Deux Côtes est confirmé, un programme d'études complémentaires sera alors lancé pour préciser certains volets du projet, notamment les caractéristiques techniques ou les mesures environnementales ainsi que les modalités socio-économiques de sa réalisation et bien sûr son coût.

LE CALENDRIER  
PRÉVISIONNEL  
DU PROJET



L'objectif est de constituer le dossier qui, conformément à la réglementation, sera soumis à l'examen des services compétents de l'État jusqu'à son autorisation, indispensable au lancement des travaux.

Une fois reçue l'autorisation des services de l'État, de nouvelles études sont lancées pour préparer l'engagement des travaux et consulter les possibles entreprises sous-traitantes.

### Un cadre de travail, la planification stratégique décidée par l'État

Le Premier ministre François Fillon a présidé le 8 décembre 2009 un « Comité interministériel de la mer » (CIMER) et adopté le Livre bleu qui fixe les grandes orientations stratégiques nationales pour la mer et le littoral. Il consacre ainsi le choix d'une politique maritime intégrée et s'inscrit dans le développement de la politique maritime de l'Union européenne. Le CIMER a adopté une série de mesures concrètes avec notamment l'accélération de la démarche de planification stratégique

de l'éolien en mer, afin de lancer dès 2010 des appels d'offres auprès des opérateurs sur les zones favorables.

### Une démarche de concertation territoriale en continu

La Compagnie du Vent souhaite fonder les futures étapes de définition du projet, entre la fin du débat public et la réalisation des travaux, sur un dialogue constructif avec l'ensemble des acteurs du débat public. Si la décision de poursuivre le projet est retenue, le maître d'ouvrage proposera la mise en place d'un dispositif de concertation et d'information du public adapté aux attentes locales. L'objectif fixé à ce dispositif sera clair : faire émerger un projet de qualité qui s'inscrive harmonieusement dans son environnement et soit créateur de richesses partagées.

La Compagnie du Vent est en effet convaincue qu'une implication forte des collectivités territoriales, des acteurs socio-économiques et du monde associatif ainsi qu'une information claire et transparente en direction du grand public constituent un gage indispensable à l'amélioration du projet présenté au débat public.

## 2.6 Rappel des enjeux

- Un compte-rendu des débats indépendant et un bilan
- Une nouvelle étape pour définir précisément le projet
- Une planification stratégique
- Un dispositif continu de dialogue et de concertation

Mise en service projetée de la totalité du parc éolien en mer

2015



Photo prise au sein du parc éolien en mer,  
Thornton, Mer du nord, Belgique

# Annexes



Saisine et décisions de la CNDP

Glossaire

Sigles

Principales études environnementales réalisées sur le projet des Deux Côtes

Crédits

# Saisine et décisions de la CNDP



# Glossaire

**Aérogénérateur** : nom technique désignant une éolienne.

**Avifaune** : partie de la faune d'un lieu constituée d'oiseaux.

**Bathymétrie** : science de la mesure des profondeurs des océans et des mers pour déterminer la topographie du sol.

**Biomasse** : ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale.

**Biotope** : ensemble d'éléments caractérisant un milieu physico-chimique déterminé et uniforme qui héberge une flore et une faune spécifiques.

**Câbles d'export** : câbles électriques reliant les plateformes de transformation en mer au poste de transformation à terre.

**Câbles inter-éoliennes** : câbles électriques reliant les éoliennes entre elles ou les éoliennes aux plateformes de transformation en mer.

**Clapage** : opération consistant à déverser en mer des sédiments de dragage, à l'aide d'un navire dont la cale peut s'ouvrir par le fond.

**Cluster maritime français** : le Cluster Maritime Français (CMF) a été officiellement créé début 2006. C'est un outil de promotion du secteur marchand de la France maritime.

**Développement durable** : c'est « un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ».

**Écosystème** : ensemble formé par une association ou communauté d'êtres vivants (ou biocénose) et son environnement géologique, hydrologique, climatique, etc.

**Énergie fossile** : désigne l'énergie que l'on produit à partir de roches issues de la fossilisation des êtres vivants : pétrole, gaz naturel et charbon. Elles sont présentes en quantité limitée et non renouvelables, leur combustion entraîne des gaz à effet de serre.

**Ensuillage** : fait d'enterrer les câbles dans le sous-sol marin.

**Éolienne** : l'énergie éolienne est le fait de capter le déplacement de l'air, le vent, à l'aide d'un procédé mécanique pour le convertir en force motrice. La force motrice engendrée entraîne une génératrice d'électricité.

**Espèces démersales** : espèces animales vivant au fond de la mer.

**Estran** : partie du littoral située entre les niveaux connus des plus hautes et des plus basses mers.

**Gaz à effet de serre (GES)** : composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre, contribuant à l'effet de serre. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est un facteur soupçonné d'être à l'origine du récent réchauffement climatique.

**Hydrolienne** : turbine sous-marine qui utilise l'énergie cinétique des courants marins, comme une éolienne utilise l'énergie cinétique de l'air.

**Livre bleu** : document d'engagements concrets signés par le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer, publié à la suite du Grenelle de la Mer en juillet 2009.

**Maître d'ouvrage** : personne morale pour laquelle l'ouvrage est construit. La Compagnie du Vent est le maître d'ouvrage du parc éolien des Deux Côtes.

**Mille marin ou Mille nautique** : le mille nautique (nautical mile), ou mille marin international, vaut environ 1 842,9 mètres à l'équateur contre 1 861,7 mètres aux pôles. La valeur du mille marin international correspond à la valeur entière de la moyenne du mille marin (1 852,3 mètres).

**Plan Climat Énergie Territorial** : cadre volontaire mis en place par les collectivités territoriales afin d'y regrouper et définir l'ensemble de leurs politiques visant à lutter contre les émissions de gaz à effet de serre.

**Peuplement benthique** : le benthos ou peuplement benthique est l'ensemble des organismes aquatiques vivant à proximité du fond des mers et océans.

**Peuplement pélagique** : par opposition au benthos, on parle de pélagos (constitué du plancton et du necton) pour désigner l'ensemble des organismes qui occupe la tranche d'eau supérieure.

**Rail de navigation** : c'est un dispositif réglementé de séparation du trafic maritime et du passage des bateaux

**Ressource halieutique** : ressources vivantes animales et végétales des milieux aquatiques marins exploitées par l'homme (pêche, aquaculture).

**Ridin** : dunes hydrauliques qui se forment et se déforment au gré des courants.

**Rotondité** : caractère de ce qui est rond, sphérique.

**Rotor** : partie mobile d'un moteur électrique, d'une turbine, d'un compresseur, etc.

**Syndicat des Énergies Renouvelables** : organisation industrielle française des énergies renouvelables, créé en 1993, dont France Énergie Éolienne est la branche dédiée à l'énergie éolienne.

**Turbidité** : la turbidité de l'eau correspond à la concentration de matières en suspension dans la masse d'eau, calculée en grammes par litre.

**Turbine** : la turbine permet la transformation d'une énergie, par exemple hydraulique ou éolienne, en énergie mécanique, qui est alors transformée en énergie électrique par un alternateur.

# Sigles

**ADEME**

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

**AIS**

système d'identification automatique des navires

**AISM**

Association Internationale de Signalisation Maritime

**AMP**

Aire Marine Protégée, zone marine où des mesures particulières de gestion sont mises en œuvre, dans un objectif de protection du milieu marin

**ASPO**

Association pour l'étude des pics de production de pétrole et de gaz naturel

**CESR**

Conseil Économique et Social Régional

**CIMER**

Comité Interministériel de la Mer

**CO<sub>2</sub>**

Formule chimique du dioxyde de carbone ou gaz carbonique, principal gaz à effet de serre

**Coe-Rexecode**

Coe-Rexecode est un institut français d'études économiques, indépendant des pouvoirs publics né de la fusion, à l'automne 2006, de deux instituts cinquantennaires : Rexecode et le C.O.E. de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris

**DST**

Dispositif de séparation du trafic (maritime)

**EADS**

European Aeronautic Defence and Space Company

**EWEA**

European wind energy association

**EPR**

Réacteur (nucléaire) pressurisé européen

**FEE**

France Énergie Éolienne

**GES**

Gaz à effet de serre

**GIEC**

Groupement d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

**GPS**

Global Positioning System. Système de géolocalisation par satellite

**IFREMER**

Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

**IPANEMA**

Initiative partenariale nationale pour l'émergence des énergies marines

**MWh**

Mégawatt heure (unité de mesure de l'énergie électrique)

**Natura 2000**

Réseau européen de sites naturels ou semi-naturels ayant une grande valeur patrimoniale, par la faune et la flore exceptionnelles qu'ils contiennent

**NO<sub>2</sub>**

Formule chimique du dioxyde d'azote

**ONERC**

Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

**OPEP**

Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole

**POPE**

Loi de Programme fixant les Orientations de la Politique Énergétique française

**PPI**

Programmation Pluriannuelle des Investissements. A pour objectif principal d'identifier les investissements souhaitables en moyens de production d'électricité

**PPM**

Partie par millions, unité de mesure

**PSIC**

Proposition de Site d'Intérêt Communautaire auprès de la communauté européenne

**RTE**

Réseau de Transport d'Électricité

**SHOM**

Service hydrographique et océanographique de la marine française

**SER**

Syndicat des Énergies Renouvelables

**VHF**

Très haute fréquence. La bande aéronautique VHF est une bande de fréquences du spectre radioélectrique, réservée à l'aéronautique par des traités internationaux

**ZPS**

Zone de protection spéciale (réseau Natura 2000)

**ZSC**

Zone spéciale de conservation (réseau Natura 2000)

**ZVI**

Zone d'influence visuelle

## Principales études environnementales réalisées sur le projet des Deux Côtes

Thématique	Type de prestation	Études réalisées	Intitulé exact des études	Date de réalisation
Milieu naturel	Données de cadrage avifaune	Analyse des données bibliographiques + « dires d'experts » sur les déplacements d'oiseaux en Manche Est	Projet de parc éolien en mer des Deux Côtes Diagnostic écologique à dire d'expert	juil-06
	Aménagement de récifs artificiels	Analyse des possibilités d'aménagement de récifs artificiels associés aux éoliennes sur le site des Deux Côtes et ses environs	Projet éolien en mer - Note sur l'aménagement de récifs artificiels pour la pêche associés aux éoliennes	nov-2006
	Suivi mammifères marins	Analyse des déplacements des mammifères marins, par avion, entre la côte et 36 km au large. Comparaison avec les données d'échouage sur la côte en collaboration avec les associations locales	Étude d'impact du projet éolien en mer des Deux Côtes	2007-2008 Recensement mené sur 1 année
	Suivi avifaune	Expertise sur les peuplements d'oiseaux de mer et leurs stationnements, par avion, entre la côte et 36 km au large + analyse des déplacements d'oiseaux côtiers par radar depuis les falaises (également étude des migrations des oiseaux « chassés » par radar à la demande des chasseurs) Comparaison avec les observations sur la côte en collaboration avec les associations locales	Étude d'impact du projet éolien en mer des Deux Côtes - Volet ornithologique	Recensement mené sur 2 années Session avion : décembre 2007 à décembre 2008 Session radar : avril à novembre 2009
	Bibliographie sur avifaune nicheuse	Synthèse bibliographique sur l'avifaune nichant sur les falaises du bord de mer	Volet faune flore de l'étude d'impact du raccordement du projet éolien en mer des Deux Côtes	janv-09
	Ressources halieutiques (données commerciales)	Analyse des usages de la pêche dans la zone d'étude et caractérisation des espèces de poissons présentes	Analyse des usages de la pêche dans la zone d'étude et caractérisation des espèces halieutiques	oct-08
	Ressources benthiques	Prise d'une quarantaine de prélèvements biologiques (benthiques) par benne sur zone du projet et zone de tracé des câbles - Analyse en laboratoire	Volet milieu vivant de l'étude d'impact du parc éolien en mer des Deux Côtes	déc-08
	Suivi télémétrique phoques, veaux-marins	Balisage de 10 phoques - premier suivi de ce type en baie de Somme - description des mouvements, stratégies d'utilisation de l'espace et rythmes d'activité des phoques, sur un périmètre élargi au projet (jusqu'en baie de Somme) Étude menée en partenariat avec l'Université de La Rochelle et l'association locale « Picardie Nature »	Suivi télémétrique 2008-2009 de phoques veaux-marins en baie de Somme, réalisé dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement du projet de parc éolien en mer des Deux Côtes	oct-08 à mai-09 Recensement mené sur 1 année
	Chiroptère (Chauve-souris)	Synthèse bibliographique sur les chiroptères présents sur l'aire d'étude (côte)	Synthèse de données - Inventaire des mammifères fréquentant le littoral de l'est de la Seine-Maritime	janv-09
	Suivi avifaune, faune et flore In situ (partie terrestre)	Évaluation des impacts sur la faune, l'avifaune et la flore sur le tracé de raccordement électrique terrestre	Volet faune flore de l'étude d'impact du raccordement du projet éolien en mer des Deux Côtes	janv-09
	Bibliographie sur mammifères marins	Synthèse bibliographique sur les mammifères marins et recensement des données d'échouage	Impact des parcs éoliens en mer sur les populations de mammifères marins - Analyse bibliographique	janv-09
	Ressources halieutiques (données biologiques)	Chalutage scientifique sur une zone élargie du projet Protocole mis au point avec l'IFREMER Proposition de collaboration avec le Comité Régional des Pêches	En cours	2009-2010
	Aires Marines Protégées	Réalisation de la cartographie complète des milieux naturels marins protégés	Titre de la carte : Projet de parc éolien en mer Milieux naturels protégés	janv-10

## Principales études environnementales réalisées sur le projet des Deux Côtes (suite)

Thématique	Type de prestation	Études réalisées	Intitulé exact des études	Date de réalisation
<b>Milieu humain</b>	Socio-économie	Analyse de retour socio-économique sur des parcs éoliens en mer existants Réalisation d'une étude socio-économique sur le parc des Deux Côtes	En cours	2009-2010
	Sécurité maritime	Réalisation d'une étude de sécurité maritime visant à identifier les risques maritimes pour la zone d'implantation des éoliennes d'une part, et à fournir des recommandations pour minimiser leurs effets d'autre part	Étude de trafic maritime en manche Est	févr-10
	Bilan carbone	Réalisation d'un bilan carbone global du parc	Bilan carbone du projet de parc éolien en mer des Deux Côtes	mars-10
	Tourisme	Analyse des données de tourisme Expertise réalisée par un bureau d'étude	En cours	
<b>Paysage</b>	Étude paysagère	Étude paysagère réalisée par un bureau d'étude expert	Données paysagères intégrées dans l'étude d'impact du parc	oct-08
	Simulations visuelles	Réalisation de simulations visuelles depuis le littoral par un bureau d'étude indépendant	/	2009
	Film 3D	Réalisation d'un film 3D du parc des Deux Côtes	/	2009
<b>Milieu physique</b>	Physico-chimie	Prélèvements physico-chimiques sur site	Intégré dans l'étude sur le benthos	déc-08
	Hydrodynamique-hydrosédimentaire	Réalisation d'une étude hydrodynamique et hydrosédimentaire caractérisant les courants, les houles, la présence de sédiments et leurs mouvements Étude de l'impact du parc sur l'évolution du trait de côte	« Parc éolien en mer des Deux Côtes - Modélisations hydrodynamiques et hydrosédimentaire »	mai-09
	Épaves sur site	Réalisation d'une expertise sur épaves situées dans la zone d'étude	Expertise de deux épaves au large de Dieppe - Sonar à balayage latéral et Plongée sous marine	juil-09
	Acoustique	Étude acoustique réalisée sur le futur poste de transformation électrique	Étude acoustique concernant le poste de transformation électrique de Penly (76), relatif au projet éolien en mer des Deux Côtes	en cours
	Hydrologie-Qualité de l'eau (turbidité)	Réalisation d'une étude sur la turbidité et l'impact des travaux sur la qualité des eaux de baignade (sur demande des élus locaux)	Parc éolien en mer des Deux Côtes - Étude des turbidités induites par les activités de chantier	mars-10
	Géologie et géomorphologie	Analyse des données bibliographiques sur la nature du sous-sol dans une zone d'étude étendue	Parc éolien en mer des Deux Côtes - Géologie, Sédimentologie : synthèse bibliographique étendue	2006
<b>Général</b>	Études d'impacts	Réalisation de l'étude d'impact du parc en mer Réalisation de l'étude d'impact du poste électrique terrestre et du raccordement	Parc éolien en mer des Deux Côtes - Étude d'impacts sur l'environnement	en stand-by (débat)
	Dossier de concession	Finalisation du dossier de demande de concession du domaine public maritime	Parc éolien en mer des Deux Côtes - Dossier de demande de concession du domaine public maritime en dehors des ports	en stand-by (débat)

# Crédits

Conception-réalisation : *KFH Communication*, 19 Parc Club du Millénaire, 1025 rue Henri Becquerel, 34000 Montpellier - Tél. : 04 67 13 55 20 - [www.kfh.fr](http://www.kfh.fr)  
Impression : *Imprimerie Gabel*, 10 rue Marconi, ZI de la Maine, 76150 Maromme

## Photos

**Cartographie :** *La Compagnie du Vent*

**Simulations :** *Abies*

couverture : *Fotolia (Gilles Lougassi)*, *Gunnar Britse*, *LCV (Abies)*, *LCV (Abies)*, *Fotolia (Zentilia)* – page 6 : *LCV (Abies)* – page 9 : *LCV* – page 10 : *Fotolia (IRC)* – page 11 : *Creative Commons* – page 12 : *Fotolia (Christian Stoll)* – page 13 : *Creative Commons* – page 14 : *Creative Commons (Benh Lieu Song)* – page 15 : *Ellie Johnston* – page 16 : *LCV (Valéry Joncheray)* – page 19 : *Fotolia (Donkey IA)* – page 20 : *Medvind (Bent Srensen)* – page 21 : *Pelamis Farm* – page 22 : *Wikipédia Commons* – page 27 : *LCV (Valéry Joncheray)* – page 34 : *European Wind Atlas* – page 39 : *GéoAtlas.com* – page 40 : *noscotes.com* – page 41 : *LCV* – page 43 : *Creative Commons (Phillippe Alès)* – page 44 : *Creative Commons (Alex1011)* – page 45 : *LCV (David Richard-Transit)* – page 46 : *Creative Commons (J.-P. Hamon)* – page 52 : *Dong Energy* – page 55 : *Creative Commons (Benkid77)* – page 57 : *Siemens* – page 58 : *LCV (Abies)* – page 61 : *Creative Commons (Anke Hueper)* – page 65 : *Gunnar Britse* – page 67 : *Istock (Tore Johannesen)* – page 68 : *Creative Commons (Pir6mon)* – page 72 : *Creative Commons (ninetyone)* – page 73 : *GFDL (Marc Liger)* – page 76 : *Creative Commons (JP Bazard)* – page 77 : *Creative Commons (Marc Liger)* – page 78 : *Creative Commons (Ninetyone)* – page 82 : *Benh Lieu Song* – page 83 : *David Richard-Transit* – page 84 : *Erik Christensen* – page 86 : *Fotolia* – page 87 : *Ifremer* – page 88 : *Fotolia (Yohann Paugam)* – page 89 : *Hans-Petter Fjeld* – page 90 : *Creative Commons (Merops)* – page 91 : *Creative Commons* – page 92 : *LCV* – page 95 : *Creative Commons (Daniel D.)* – page 96 : *Google Earth* – page 98 : *Creative Commons (Giorgio)* – page 99 : *EDF Médiathèque* – page 100 : *Creative Commons (Markus 3)* – page 102 : *Repower Systems* – page 103 : *LCV, Siemens AG Power Generation* – page 104 : *DOTI 2009* – page 106 : *Creative Commons (Alex1011)* – page 107 : *Creative Commons (Geheel)* – page 108 : *Creative Commons (Ricardo Boimare)* – page 109 : *Creative Commons (Matthias Ibeler)* – page 112 : *Creative Commons (Hans Hillewaert)*

Document imprimé sur papier PEFC





"L'énergie est notre avenir, économisons-la"

Le Triade II  
Parc d'activités Millénaire II  
215, rue Samuel Morse  
CS 20756  
34967 MONTPELLIER CEDEX 2  
[www.compagnieduvent.com](http://www.compagnieduvent.com)

### La Compagnie du Vent, maître d'ouvrage du projet

Pionnier français de l'énergie éolienne, La Compagnie du Vent, Groupe GDF SUEZ, est aujourd'hui un leader français des énergies renouvelables. Son objectif est de produire, de façon socialement responsable, de l'énergie propre et renouvelable. La Compagnie du Vent recherche des sites, assure la concertation avec les publics concernés, développe des projets, les finance, construit les installations et prend en charge leur exploitation. Elle exploite, en France et à l'international, un ensemble de 15 parcs éoliens. Les énergies renouvelables représentent déjà plus de 60 % du parc de production du Groupe GDF SUEZ. Pour l'éolien, l'objectif du Groupe est de passer à 2 000 mégawatts de puissance installée à l'horizon 2013.