

PROJET DE PARC ÉOLIEN AU LARGE DE SAINT-NAZAIRE



**DÉBAT PUBLIC
DOSSIER
DU MAÎTRE
D'OUVRAGE**

Mars - juillet 2013



MOT DU PRÉSIDENT

La période de débat public qui s'ouvre est une nouvelle étape pour le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire. Ce débat public nous donne l'opportunité de présenter et faire connaître notre projet avec précision et d'échanger de manière approfondie et ouverte.

« Cette période de débat public est un moment fort dans l'élaboration de notre projet. »

Acteurs de l'énergie en France et à l'étranger, les partenaires réunis pour ce projet sont des professionnels reconnus des énergies renouvelables. Ils conçoivent et exploitent des parcs éoliens de grande puissance en France et dans le monde entier depuis plus de 10 ans. Pour le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire, ils associent leurs compétences et moyens financiers dans le but de réaliser un projet de qualité, performant dans la durée et prenant en compte les spécificités du territoire.

Les Pays de la Loire sont un territoire d'accueil propice à l'éolien en mer, ils disposent de tous les atouts pour ce projet : une façade maritime importante, des vents forts et réguliers et des espaces industriels adaptés. La région est également réputée pour ses richesses naturelles (paysages côtiers et pêche professionnelle...) ainsi que pour son attrait touristique.

Conscients de ces enjeux, dès l'origine du projet en 2008, nous avons engagé un important travail d'échange avec les élus, les usagers de la mer (notamment les professionnels de la pêche), les organisations socioprofessionnelles, les associations (tourisme, environnement...). Nous avons également réalisé de nombreuses études pendant plusieurs années permettant de proposer un projet associant un plan industriel et social de qualité et la recherche d'un prix compétitif de l'énergie, tout en respectant l'environnement, la mer et ses usages.

Le projet de parc éolien en mer au large de Saint-Nazaire, outre sa capacité à délivrer une énergie renouvelable et sans rejet de gaz à effet de serre, est une opportunité économique pour le territoire avec des retombées en termes d'emploi et de formation. Il constitue également un important levier de croissance pour le secteur maritime et le tissu industriel régional et local.

Cette période de débat public constitue un moment fort dans l'élaboration du projet. C'est l'occasion de prendre le temps d'échanger avec vous sur l'intérêt de ce choix industriel, d'écouter les positions des uns et des autres, et d'en examiner ensemble les principaux enjeux.

Je m'engage à une implication sans faille afin que ce débat soit un succès et une source d'enrichissement pour le projet et de compréhension pour chacun.

Yvon André

Président d'Éolien Maritime France et de la société Parc du Banc de Guérande



SOMMAIRE

PRÉAMBULE	4	L'INSERTION DU PROJET AU SEIN DU TERRITOIRE	55
LE PROJET EN BREF	8	L'ENVIRONNEMENT NATUREL	56
LES NOTIONS CLÉS	10	LE PAYSAGE	64
POURQUOI LE PROJET ?	13	LES ACTIVITÉS HUMAINES	67
DE GRANDS DÉFIS ÉNERGÉTIQUES	14	UN PROJET MOTEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT DU TERRITOIRE	79
LES ÉNERGIES RENOUVELABLES: UN FORT POTENTIEL	18	LES SUITES DU DÉBAT PUBLIC	83
L'ÉOLIEN EN MER: UNE NOUVELLE FILIÈRE INDUSTRIELLE DYNAMIQUE	22	ANNEXES	87
L'APPEL D'OFFRES DE L'ÉTAT	28	GLOSSAIRE	92
LES CARACTÉRISTIQUES DU PROJET	31	ACRONYMES	95
LE CHEMINEMENT VERS LE PROJET PROPOSÉ	32	PHOTOMONTAGES	96
LES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET	34	CARTES	98
LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ATTENDUE	41		
LES ÉTAPES DU PROJET	43		
LES AMÉNAGEMENTS PORTUAIRES	49		
LES ÉLÉMENTS FINANCIERS DU PROJET	52		
BILAN CARBONE	53		

PRÉAMBULE

Le projet de parc éolien de Saint-Nazaire fait partie, avec ceux de Fécamp et de Courseulles-sur-Mer, des trois projets d'Éolien Maritime France retenus par l'État à l'issue de l'appel d'offres lancé le 11 juillet 2011, en vue de développer l'éolien en mer sur cinq zones au large des côtes de la Manche et de l'Atlantique.

UN PROJET ISSU DE PLUSIEURS ANNÉES D'ÉTUDES ET DE CONCERTATION

Ce projet a fait l'objet de nombreuses réunions de travail avec les acteurs du territoire directement concernés, pour identifier dès 2008 les enjeux majeurs du territoire et recueillir leurs premières recommandations pour la conception d'un parc éolien sur le Banc de Guérande.

Une attention particulière a été portée aux échanges avec les professionnels de la mer. Les pêcheurs ont notamment été étroitement associés au choix de la zone d'implantation du projet puis à l'emplacement des éoliennes, afin de respecter leurs pratiques. Une convention a été signée en 2011 entre le maître d'ouvrage et le Comité Régional des Pêches de Pays de la Loire en vue de poursuivre dans la concertation le développement du projet, jusqu'à la fin de l'exploitation du parc éolien.

Parallèlement, le maître d'ouvrage s'est attaché à acquérir une connaissance précise du site et a fait réaliser plusieurs études relatives à l'environnement, aux paysages et à la sécurité maritime. Des campagnes de mesures en mer, des analyses en laboratoire, des expertises spécifiques, des modélisations numériques des effets du projet et des retours d'expériences ont permis de disposer d'une première évaluation des enjeux et impacts d'un parc éolien en mer au large de Saint-Nazaire. Ces études ont été réalisées par des bureaux d'études disposant d'expérience en milieu marin ainsi que par des associations de protection de l'environnement.

Dans le cadre des objectifs nationaux de développement des énergies renouvelables, l'État a lancé en mars 2009 une action de concertation et de planification visant à accélérer le déploiement de l'éolien en mer et à promouvoir la création d'une filière industrielle en ce domaine. Des instances de concertation et de planification ont ainsi été créées pour chaque façade maritime. Placées sous l'égide des préfets de région et des préfets maritimes, elles ont réuni la plupart des parties prenantes. À l'issue de cette phase de concertation, le Gouvernement a lancé en juillet 2011 un premier appel d'offres portant sur une puissance maximale de 3 000 mégawatts répartie sur cinq zones, dont la zone au large de Saint-Nazaire.

LE MAÎTRE D'OUVRAGE ET SES PARTENAIRES

Par arrêté du 18 avril 2012, la société Éolien Maritime France (EMF) a été autorisée à exploiter un parc éolien d'une capacité de production de 480 mégawatts localisé sur le domaine public maritime au large du Banc de Guérande. Cette autorisation fait suite à la désignation de la société EMF comme lauréat de l'appel d'offres lancé par l'État.

La société Éolien Maritime France est un consortium regroupant la société EDF EN France (ci-après : « EDF EN France ») et DONG Energy Wind Power Holding A/S (ci-après : « DONG Energy Wind Power »). Éolien Maritime France a constitué une société de projet dénommée *Parc du Banc de Guérande* et a sollicité et obtenu le transfert de l'autorisation d'exploiter au bénéfice de cette société de projet, filiale d'Éolien Maritime France.

Par arrêté du 6 novembre 2012 du Ministre en charge de l'Énergie, la société « Parc du Banc de Guérande » est par conséquent détentrice de l'autorisation d'exploiter attribuée à l'issue de l'appel d'offres de l'État.

La société de projet « Parc du Banc de Guérande » a été créée pour la réalisation de ce projet. Filiale d'Éolien Maritime France dont les actionnaires sont EDF EN France, DONG Energy Power A/S (Danemark), elle bénéficie d'une solide expérience en matière d'éolien en mer et de projets industriels de grande ampleur.

La société « Parc du banc de Guérande » s'appuie à Nass&Wind Offshore (France) qui a débuté le développement du projet en 2008.

Elle a de plus comme partenaire exclusif le groupe Alstom pour la fourniture des éoliennes. Elle dispose ainsi d'une technologie éolienne robuste et fiable et de l'expérience d'un des leaders mondiaux dans le domaine des équipements industriels de production d'énergie.

Les savoir-faire complémentaires du maître d'ouvrage, de ses actionnaires et de ses partenaires, couvrent tous les secteurs de l'énergie éolienne sur l'ensemble des phases d'un projet : depuis la prospection et le développement, jusqu'à la construction, l'exploitation, la maintenance et le démantèlement d'un parc éolien en mer.

EDF EN France, filiale d'EDF Energies Nouvelles, apporte son savoir-faire en matière de développement d'énergies renouvelables et celui du groupe en matière de projets énergétiques de très grande ampleur.

DONG Energy Wind Power est une société danoise qui dispose de 30 ans d'expérience dans le domaine de l'énergie éolienne et de 20 ans dans l'éolien en mer. DONG Energy travaille aujourd'hui à la construction de près de 2 000 mégawatts et exploite 12 parcs éoliens en mer, soit un total de presque 1 400 mégawatts.

Nass&Wind Offshore, acteur historique de l'éolien en mer en France, a effectué un travail d'études et de consultation locale depuis cinq ans sur le projet du parc éolien en mer de Saint-Nazaire. Il apporte son expertise technique et sa connaissance du territoire et de ses acteurs.

Le groupe Alstom apporte la capacité de production d'un leader sur les marchés des infrastructures de production d'électricité, de transmission d'électricité et de transport ferroviaire et son savoir-faire en matière de création de filière industrielle, notamment en France.

FOCUS La société de projet

Une société de projet est une structure mise en place par plusieurs partenaires, pour réaliser en commun un projet industriel complexe. Dotée d'une personnalité juridique propre, elle peut conclure des contrats et avoir son propre patrimoine. Cette forme sociétale permet aux associés de définir librement des règles de fonctionnement et de gouvernance internes, souples et adaptées à la gestion du projet.

LES ACTEURS DU PROJET

>> EDF et sa filiale EDF Energies Nouvelles



Le groupe EDF est l'un des tout premiers électriciens mondiaux, qui intègre tous les métiers, de la production jusqu'au négoce et aux réseaux. Il exploite une capacité totale de 134 000 mégawatts dans le monde.

En 2010, EDF a consacré plus d'un milliard d'euros au développement de nouvelles capacités de production d'énergies renouvelables (hors hydraulique), soit autant que dans les nouvelles installations nucléaires.

En 2011, le groupe a renforcé son investissement dans les énergies renouvelables en prenant 100 % du capital de sa filiale EDF Energies Nouvelles.

Présent en Europe et en Amérique du Nord, EDF Energies Nouvelles (EDF EN) est un leader sur le marché des énergies renouvelables. Son développement est centré historiquement sur l'éolien et plus récemment sur le solaire photovoltaïque.

Au 30 juin 2012, EDF Energies Nouvelles disposait d'une capacité installée brute de 4 206 mégawatts et de 2 449 mégawatts de capacité en construction. L'éolien représente 84 % de son parc d'énergies renouvelables avec 3 525 mégawatts de capacité installée dans le monde. EDF Energies Nouvelles intervient notamment dans le parc éolien de Thornton Bank en mer du Nord, au large de la Belgique, qui compte six turbines opérationnelles depuis 2009 et trente en construction, et dans le parc éolien en mer de Teesside au nord-est de l'Angleterre, d'une capacité de 62 mégawatts, dont la mise en service est prévue courant 2013.

>> DONG Energy Wind Power



Détenu à 80 % par l'État danois, DONG Energy Wind Power fait partie des plus grands groupes énergétiques d'Europe du Nord. Fort de plus de 20 ans d'expérience dans l'énergie éolienne en mer, le groupe est **le leader mondial dans le développement, l'installation et l'exploitation de parcs éoliens en mer, représentant plus de 30 % des parcs éoliens en mer en cours d'exploitation et de construction dans le monde.** Son parc en mer et sur terre est particulièrement concentré dans le nord-ouest de l'Europe.

En 2011, l'éolien représentait 17,5 % de l'énergie produite par DONG Energy Wind Power. Aujourd'hui, DONG Energy travaille à la construction de près de 2 000 mégawatts et exploite 12 parcs éoliens en mer soit près de 1 400 mégawatts¹. L'objectif du groupe est de conserver et de conforter sa position de leader du marché dans ce secteur.

En 2012, DONG Energy Wind Power a mis en service au large des côtes britanniques les parcs éoliens de Walney d'une capacité totale de 367 mégawatts. Avec ses partenaires, le groupe DONG Energy est sur le point d'achever la construction du plus grand parc éolien en mer au monde, « London Array » d'une capacité totale de 630 mégawatts au large de l'estuaire de la Tamise. Sa mise en service est prévue en 2013.

¹ Les capacités données comprennent les parts de ses partenaires

>> Nass&Wind Offshore



Créé en 2001 dans le Morbihan, le groupe Nass&Wind Offshore s'est **dans un premier temps spécialisé dans le développement de parcs éoliens terrestres** – en Bretagne, puis dans les régions Centre, Haute et Basse-Normandie et Champagne-Ardenne. Il concentre **aujourd'hui** son activité dans les domaines de **l'éolien en mer, du photovoltaïque et de la biomasse**.

Lors de la cession de son activité « éolien terrestre » au groupe GDF-Suez en 2008, Nass&Wind Offshore disposait d'un portefeuille de projets d'une puissance globale d'environ 1 500 mégawatts, dont 184 mégawatts installés, en construction ou dont le permis de construire avait été accordé.

Le groupe Nass&Wind Offshore **développe également des parcs éoliens flottants, avec une nouvelle technologie conçue pour des fonds supérieurs à 50 mètres** et développée par sa filiale Nass&Wind Industrie en partenariat avec d'importants acteurs industriels et institutionnels français (DCNS, Vergnet, IFREMER et ENSTA Bretagne).

>> Alstom



Présent dans une centaine de pays et comptant 93 500 collaborateurs, le groupe Alstom est un acteur de premier plan et détient une **position de leader sur les marchés des infrastructures de production d'électricité, de transmission d'électricité** et de transport ferroviaire. **Alstom est notamment le leader mondial pour la fourniture d'équipements et de services pour les centrales de production d'hydroélectricité.**

La branche énergies renouvelables d'Alstom est présente sur l'ensemble des technologies, permettant de proposer des solutions adaptées à toutes les sources d'énergies renouvelables. Cette branche fournit actuellement des équipements de production (essentiellement pour l'énergie hydraulique) correspondant à près de 50 000 mégawatts. **Les parcs équipés d'éoliennes Alstom en exploitation ou en construction représentent plus de 3 000 mégawatts.**

Alstom est entré sur le marché de l'éolien avec l'acquisition du fabricant d'éoliennes Ecotècnia. Ses priorités portent sur l'adaptabilité de ses produits à la variété des vents et des conditions géographiques. Conformément à sa stratégie visant à proposer une large gamme de produits pour le secteur éolien et des solutions pour la plupart des situations géographiques et climatiques, Alstom a développé des éoliennes pour tous les types de vents en France. L'expansion d'Alstom en France connaît une nouvelle étape avec le développement de l'éolienne Haliade d'une puissance de 6 mégawatts, destinée aux parcs en mer.

LE PROJET EN BREF

Le maître d'ouvrage propose de créer en Loire-Atlantique, au large de Saint-Nazaire, un parc éolien en mer d'une puissance de 480 mégawatts à 12 kilomètres environ des côtes, tout en respectant les usages de la mer, la sécurité maritime et l'environnement.

Le parc envisagé par le maître d'ouvrage est constitué de 80 éoliennes de 6 mégawatts de puissance unitaire. Implantées sur une surface de 78 km² à environ un kilomètre les unes des autres, elles seront raccordées par des câbles électriques sous-marins à un poste électrique en mer, celui-ci étant lui-même raccordé au réseau électrique public terrestre. Le projet de parc est orienté nord-ouest/sud-est, selon la ligne de force du paysage. Les points de vue à partir des secteurs sensibles ont servi de base à sa configuration. Le périmètre du projet se situe à l'écart des zones de pêche les plus pratiquées. Les câbles devraient être enfouis dans le sol ou protégés pour éviter d'être accrochés par une ancre, un chalut ou une drague.

Alstom, partenaire exclusif du maître d'ouvrage, prévoit de créer en France quatre usines pour fabriquer les éoliennes : deux à Cherbourg pour les pales et les mâts, et deux à Saint-Nazaire pour les génératrices et les nacelles. Les composants sont ensuite assemblés sur un site dédié avant d'être acheminés sur le parc éolien en mer. Le projet contribuerait ainsi à la création d'une filière industrielle française de l'éolien en mer. Avec une capacité de production de 100 éoliennes par an, ces usines devraient générer environ 1 000 emplois directs et 4 000 indirects.

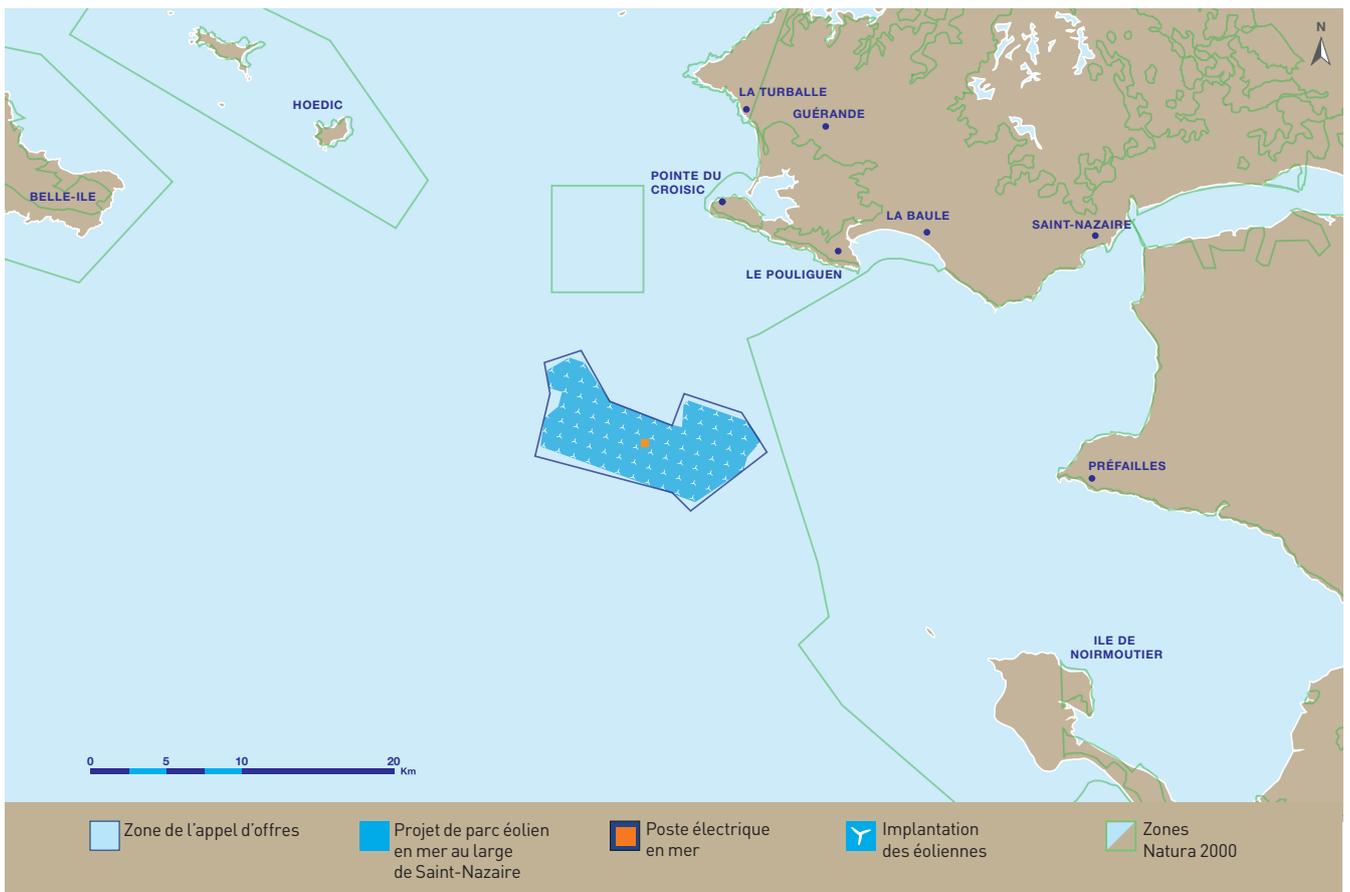
La mise en service du parc éolien devrait s'effectuer progressivement de 2018 à 2020, les premiers travaux d'aménagements portuaires pouvant démarrer en 2015-2016, et l'installation en mer en 2017. Le parc éolien sera raccordé par une liaison sous-marine puis souterraine au réseau public de transport d'électricité par RTE, gestionnaire de ce réseau.

Si le projet se réalise, le parc éolien au large de Saint-Nazaire produira plus de 1 735 gigawattheures par an, ce qui équivaut à la consommation électrique annuelle de 720 000 personnes. Le port de la Turballe pourrait accueillir la base de maintenance. L'exploitation et la maintenance du parc éolien en mer représenteraient une centaine d'emplois.

En fin d'exploitation, il est prévu de démanteler le parc et de remettre le site en état.

L'investissement du projet est estimé à 2 milliards d'euros.

Localisation du projet



LES NOTIONS CLÉS

► **Contribution au service public de l'électricité (CSPE) :**

La CSPE permet de compenser les fournisseurs historiques d'électricité (EDF et les entreprises locales de distribution) des charges liées aux missions de service public qui leur incombent, incluant la compensation des tarifs d'achat de certaines sources d'électricité (énergies renouvelables, cogénération). Elle a été créée par la loi n°2003-8 du 3 janvier 2003.

► **Énergie finale ou disponible :** Énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer, gaz pour chauffer une serre...).

► **Énergie intermittente :** Énergie dont la production ne se commande pas, mais dépend des conditions météorologiques (vent, soleil) ou de la gravitation.

► **Énergie primaire :** Ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés. Ce sont principalement le pétrole brut, le gaz naturel, les combustibles minéraux solides, la biomasse, le

rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie du vent, la géothermie et l'énergie tirée de la fission de l'uranium.

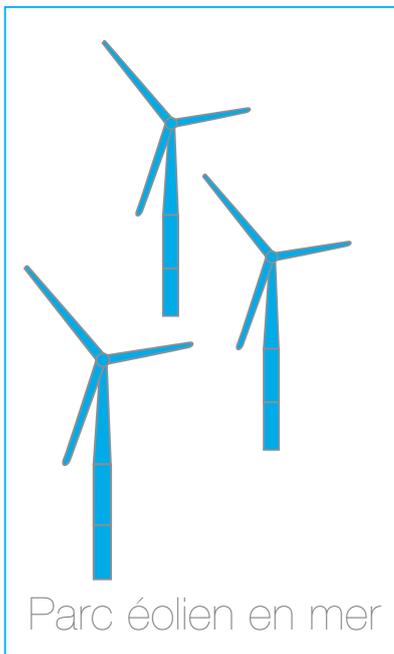
► **Énergie renouvelable :** Énergie primaire inépuisable à très long terme, car issue directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants, liées à l'énergie du soleil, de la terre ou de la gravitation.

► **Énergie secondaire ou dérivée :** Toute énergie obtenue par la transformation d'énergie primaire (en particulier électricité d'origine thermique).

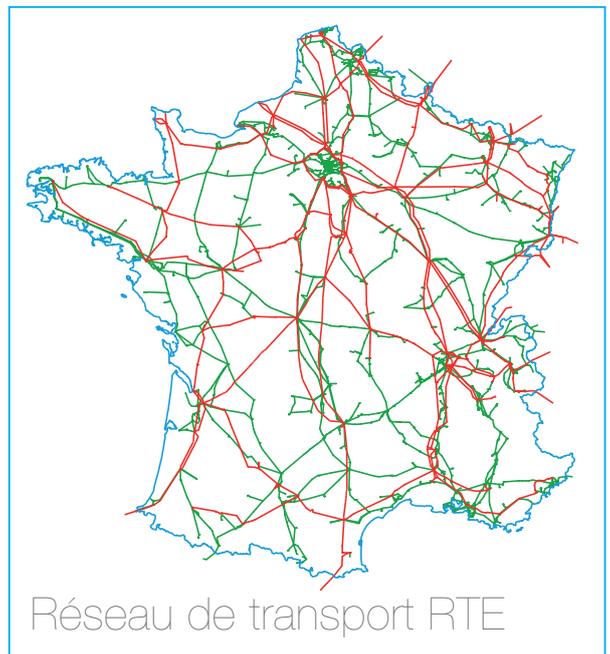
► **Gaz à effet de serre :** Gaz d'origine naturelle ou humaine, qui absorbent une partie des rayons solaires en les redistribuant sous la forme de radiations qui rencontrent d'autres molécules de gaz, répétant ainsi le processus et créant l'effet de serre, avec augmentation de la température. Les principaux gaz responsables de l'effet de serre sont le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitreux, et les gaz fluorés.



DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE AUX CONSOMMATEURS



→
Liaison
électrique
souterraine



► **Grenelle de l'environnement** : Démarche initiée en France en 2007, associant l'État, les collectivités territoriales, les syndicats, les entreprises et les associations pour élaborer une feuille de route en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. Sur le plan législatif, cinq grands textes ont été votés : loi dite Grenelle I, loi sur la responsabilité environnementale, loi OGM, loi d'organisation et de régulation des transports ferroviaires, et loi dite Grenelle II.

► **Indépendance énergétique** : Capacité d'un pays à satisfaire l'ensemble de ses besoins en énergie, en maîtrisant ses capacités d'approvisionnement et sa consommation d'énergie. Le taux d'indépendance énergétique est le rapport entre la production nationale d'énergies primaires (charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire, hydraulique, énergies renouvelables) et la consommation en énergie primaire, pour une année donnée.

► **Puissance nominale** : Puissance fournie à plein régime.

► **Watt (W)** : Unité de puissance.

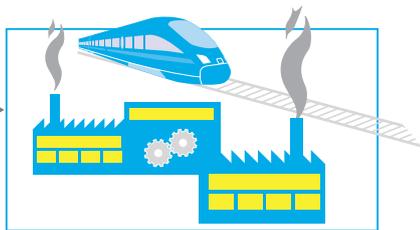
► **Unités de mesure :**

Le kilowattheure (kWh) est l'unité d'énergie, équivalent à une puissance de 1 kilowatt pendant une heure. 1 kWh équivaut à 1000 watts pendant une heure.

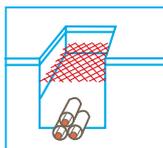
L'énergie dominante étant le pétrole, les énergéticiens utilisent la tonne d'équivalent pétrole (tep) : **1 tonne équivalent pétrole (tep)** est l'énergie produite par la combustion d'une tonne de pétrole.

Correspond à...	Mégawattheure (MWh)	Kilowattheure (KWh)	Tep
1 mégawattheure (MWh)	1	1 000	0,086
1 kilowattheure (KWh)	0,001	1	85,7x10 ⁻⁶
1 tep	11,6	11 600	1

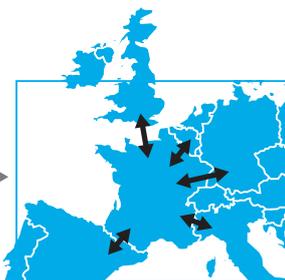
Industrie



Réseau de distribution ERDF



Importation/Exportation





ALSTOM
Haliade 150-6MW

1 ← POURQUOI LE PROJET ?

CONTEXTE ET FINALITÉS



À l'heure de la transition énergétique, les énergies renouvelables constituent des potentiels en développement. En France, elles doivent couvrir 23 % de la consommation énergétique en 2020. L'énergie éolienne représente près d'un quart de l'effort à fournir pour atteindre cet objectif : un parc éolien de 25 000 mégawatts, dont 6 000 en mer, devra être installé pour couvrir 10 % environ de notre consommation d'électricité en 2020, contre 2,2 % en 2011. Cela permettra d'éviter l'émission de 16 millions de tonnes de CO₂ par an.

Au-delà de la contribution à cet objectif de 23 %, l'appel d'offres lancé par l'État pour le développement de l'éolien en mer vise à promouvoir une filière industrielle créatrice d'emplois en France, qui puisse prendre place sur un marché européen en plein essor.

DE GRANDS DÉFIS ÉNERGÉTIQUES

En France comme en Europe, les politiques énergétiques intègrent les défis majeurs que représentent le changement climatique, la dépendance croissante aux importations, la pression exercée sur les ressources énergétiques et la fourniture à tous les consommateurs d'une énergie sûre à un prix abordable.

LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

La lutte contre le changement climatique fait partie des objectifs prioritaires des politiques publiques menées en France et en Europe.

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) recommande aux États de concentrer leurs efforts en matière de lutte contre le réchauffement climatique sur les politiques énergétiques, la production d'énergie représentant la source majoritaire des émissions de gaz à effet de serre. Elle les invite à développer des technologies sobres en carbone, notamment celles utilisant les sources d'énergie renouvelables².

Au-delà de ces recommandations, l'Union européenne s'est engagée d'ici 2020, à :

- ▶ réduire de 20 % ses émissions de gaz à effet de serre ;
- ▶ augmenter la part des énergies renouvelables pour atteindre 20 % de la consommation finale d'énergie ;
- ▶ améliorer l'efficacité énergétique de 20 % (par rapport à 1990).

À plus long terme, son objectif est de réduire de 80 à 95 % ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 (par rapport à 1990). L'Union européenne donne un rôle important aux énergies renouvelables dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elle recommande notamment le développement de l'énergie éolienne en mer à hauteur d'une puissance installée de 30 gigawatts en 2020 et 110 gigawatts en 2030.

En cohérence avec la politique énergétique européenne, la France s'est engagée dans un programme de lutte contre le changement climatique. Elle a adopté le principe d'une division par quatre de ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 par rapport au niveau de 1990, soit une baisse de 3 % en moyenne

par année (loi du 13 juillet 2005). À l'issue du Grenelle de l'environnement (2007), la France s'est fixé pour objectif de développer significativement l'ensemble des filières des énergies renouvelables, pour qu'elles couvrent 23 % de la consommation totale d'énergie finale en 2020. L'éolien est l'une des principales énergies concernées.

En effet, selon l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, établissement public rattaché aux Ministères en charge de l'Énergie et de l'Enseignement supérieur et de la Recherche), en 2020, un parc éolien de 25 000 mégawatts en France, dont 6 000 en mer, devrait permettre d'éviter l'émission de 16 millions de tonnes de CO₂ par an. À titre de comparaison, en France, un habitant émet en moyenne 6,1 tonnes de CO₂ par an (chiffre 2008, source INSEE).

RÉDUIRE LA DÉPENDANCE AUX ÉNERGIES FOSSILES

La France et l'Europe ont fait de l'indépendance énergétique et de la sécurité d'approvisionnement des axes prioritaires de leurs politiques énergétiques.

Selon l'Agence internationale de l'Énergie (AIE), les ressources fossiles (pétrole, gaz, charbon) fournissent aujourd'hui 81 % de la production énergétique mondiale.

Or, au regard de la croissance économique et démographique mondiale, la demande d'énergie primaire³ va augmenter d'un tiers entre 2010 et 2035, 90 % de cette croissance concernant des pays non membres de l'OCDE. La demande énergétique mondiale pourrait même doubler à l'horizon 2050.

Jusqu'en 2030, les combustibles fossiles permettraient de couvrir la majeure partie de l'augmentation de la consommation en énergie. La consommation de pétrole progresserait d'environ 42 %.

² Les énergies renouvelables sont des énergies primaires inépuisables à très long terme, car issues directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants, liés à l'énergie du soleil, de la terre ou de la gravitation.

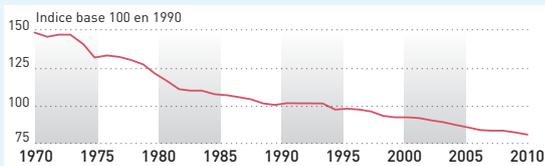
³ Ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés.

FOCUS

En France, la croissance de la consommation d'électricité s'inscrit dans un contexte de politique de réduction de la demande d'énergie.

L'intensité énergétique finale, rapport de la consommation d'énergie au produit intérieur brut, est l'indicateur couramment utilisé pour mesurer l'efficacité énergétique. On observe que l'intensité énergétique finale baisse régulièrement depuis plusieurs décennies. Les mesures mises en place dans le cadre du Grenelle de l'environnement devraient accélérer encore cette tendance à la baisse.

Intensité énergétique finale



La France produit environ 1 % de ses besoins en pétrole et en gaz. En 2010, elle importait pour 9 milliards d'euros de gaz naturel et 35 milliards d'euros de pétrole. Le coût des importations d'uranium nécessaires à la production d'électricité nucléaire est compris entre 500 millions et un milliard d'euros par an. La facture énergétique française, désignant le solde financier « importations - exportations » d'énergie (pétrole, gaz naturel, électricité, etc.), s'élevait en 2011 à **61,4 milliards d'euros, soit environ 90 % du déficit de la balance commerciale française⁴**, qui a atteint 70,1 milliards d'euros.

Cette augmentation des besoins fait peser un risque important sur notre indépendance énergétique, les ressources fossiles n'étant pas réparties uniformément entre les différents pays et devenant de plus en plus difficiles d'accès.

UNE DEMANDE CROISSANTE EN ÉLECTRICITÉ

La production d'électricité au sein de l'Union européenne a progressé de 26 % entre 1990 et 2009. Les émissions de gaz à effet de serre en résultant ont néanmoins été réduites, en raison de l'utilisation croissante des énergies bas carbone (renouvelables et nucléaire) et du remplacement du charbon par du gaz naturel. Cependant, l'Union européenne reste fortement importatrice de matières premières.

⁴ La balance commerciale est le compte qui retrace la valeur des biens exportés et celle des biens importés. Pour la calculer, la comptabilité nationale procède à l'évaluation des importations et des exportations de biens à partir des statistiques douanières de marchandises.

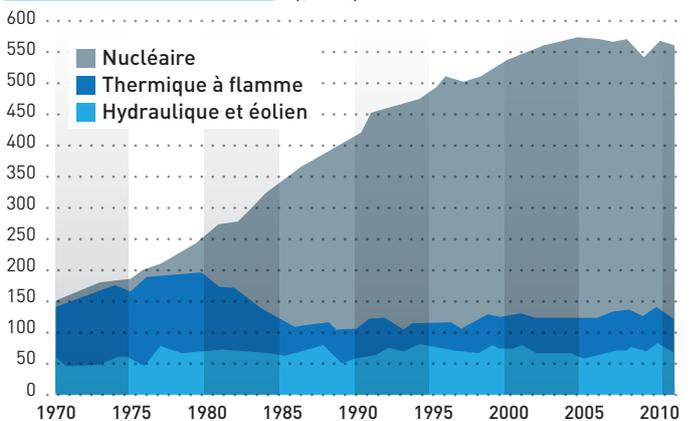
Production totale brute d'électricité en France

(en TWh)

	1973	1990	2002	2009	2010	2011
Thermique classique	119,5	48,2	55,7	58,8	62,8	55,1
Nucléaire	14,8	313,7	436,8	409,7	428,5	442,4
Hydraulique	48,1	58,3	66,4	62,4	67,7	50,7
Éolien	-	-	0,3	7,9	9,9	12,2
Photovoltaïque	-	-	-	0,2	0,6	2,0
Total	182,4	420,2	559,2	539,0	569,5	562,4

Production d'électricité

(en TWh)



Au niveau européen, selon le rapport « Feuille de route 2050 » de la Commission européenne de 2011⁵, une hausse des prix de l'électricité est attendue dans les prochaines années, quelles que soient les politiques énergétiques mises en œuvre. Dans l'hypothèse où les politiques actuelles se poursuivraient jusqu'en 2030, l'investissement dans de nouvelles infrastructures serait moins élevé que dans l'hypothèse de la mise en œuvre des scénarios de profonde transformation de notre modèle énergétique, mais le coût des énergies fossiles serait plus élevé. Dans les scénarios les plus ambitieux du point de vue de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'investissement initial serait plus important, mais les besoins en pétrole diminueraient.

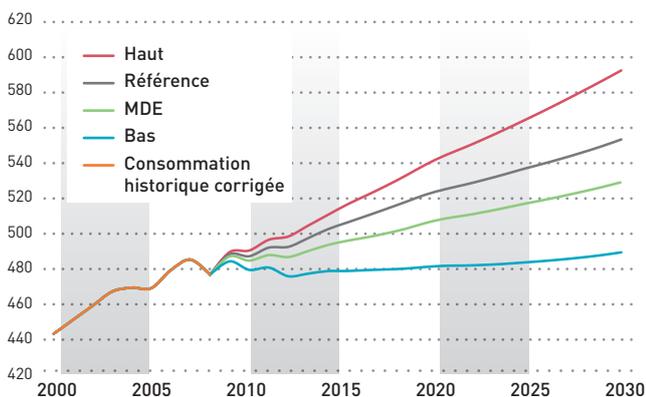
En France, en 2011, la consommation électrique a atteint **478,2 térawattheures⁶**, ce qui représente près de la moitié de la consommation d'énergie. La consommation d'électricité a augmenté de presque 50 % en 20 ans.

Cette croissance de la consommation électrique en France s'explique par la croissance démographique, l'augmentation du nombre de foyers, le développement du chauffage électrique, des transports urbains

⁵ Ce document est disponible en français à cette adresse : http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1543_fr.htm

⁶ 1 Térawattheure équivaut à mille milliard de wattheures ou un milliard de kilowattheures.

Prévisions de consommation intérieure en France (en TWh)



Caractéristiques principales des différents scénarios :

- >> Référence : prolongation des tendances observées ces dernières années
- >> Haut : majoration de la consommation totale
- >> MDE renforcée : maîtrise de la demande d'énergie renforcée
- >> Bas : minoration de la consommation totale

RTE, Bilan prévisionnel 2011

électriques et des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Pour l'avenir, des transferts d'usages énergétiques vers l'électricité sont également à prévoir (transports ferrés, véhicules électriques, pompes à chaleur, etc.).

Les perspectives de croissance de la consommation d'électricité doivent s'inscrire dans le contexte de la politique de réduction de la demande d'énergie que s'est fixée la France. Cette politique cible en particulier les bâtiments résidentiels et tertiaires qui consomment environ 40 % de l'énergie primaire pour le chauffage et l'éclairage. Un programme de rénovation thermique de grande ampleur a été adopté. Il prévoit l'isolation de l'ensemble du parc de bâtiments et l'équipement des bâtiments de dispositifs de chauffage et de systèmes de production d'énergies renouvelables, (chauffage au bois, solaire thermique, photovoltaïque).

Dans son bilan prévisionnel d'équilibre offre/demande d'électricité en France paru en juillet 2012, le gestionnaire du Réseau de transport d'électricité (RTE) estime que la consommation d'électricité en France continuera de croître pour atteindre 497 térawattheures en 2017, dans son scénario de référence soit une augmentation de l'ordre 4 % à 7 % par rapport à 2011 selon les

scénarios. En 2030, RTE prévoit dans son scénario médian que la consommation d'électricité atteindrait 540 térawattheures.

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN FRANCE

En France, le taux d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale est aujourd'hui de 13 %. En 2011, la biomasse⁷ en est la plus importante (45 %), devant l'hydraulique⁸ (26 %), les biocarburants⁹ (13 %), l'éolien arrivant en quatrième position (5 %).

Selon le Bilan électrique 2011 établi par RTE, les sources d'énergie renouvelables constituent 13 % de la production électrique en 2011. Hors hydraulique, elles représentent environ 3,5 % dont 2,2 % pour l'éolien. Il est à noter que la production éolienne a augmenté de 26 % en 2011.

La France a pris l'engagement d'atteindre 23 % d'énergies renouvelables en 2020. L'électricité doit y contribuer à plus d'un tiers, l'éolien représentant 40 % de cette électricité d'origine renouvelable.

Pour illustrer l'effort en jeu, la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC)¹⁰, estime que « quatre à cinq milliards d'euros par an seraient consacrés à la transition énergétique (budget de l'État, taxes diverses, etc.) ». Ainsi, l'investissement collectif dans les mesures résultant du Grenelle de l'environnement représente 7 % de la dépense énergétique globale de la France s'élevant à 60 milliards d'euros par an.

Dans le domaine de l'électricité, la politique énergétique nationale se concrétise dans la **Programmation**

7 La biomasse est l'ensemble des matières organiques d'origine végétale (algues incluses), animale ou fongique pouvant devenir source d'énergie par combustion (ex : bois énergie), après méthanisation (biogaz) ou après de nouvelles transformations chimiques (agrocarburant).

8 L'énergie hydraulique résulte de l'utilisation de la force motrice des chutes et des cours d'eau.

9 Carburant produit à partir de matériaux organiques non fossiles, provenant de la biomasse.

10 DGEC, Conférence sur le lancement de l'éolien offshore, 12 juillet 2011. <http://www.cre.fr/documents/appels-d-offres/appele-d-offres-portant-sur-des-installations-eoliennes-de-production-d-electricite-en-mer-en-france-metropolitaine/actes-du-colloque-du-12-juillet-2011-conference-sur-le-lancement-de-l-eolien>

Déclinaison de l'objectif des 23 % pour le secteur des énergies renouvelables

*Mégatonne d'équivalent pétrole

Secteur renouvelable	Situation en 2006	Objectif 2020	Croissance
Chaleur	9,6 Mtep*	19,7 Mtep	+ 10 Mtep
Bois (Chauffage domestique)	7,4 Mtep (5,7 millions d'appareils)	7,4 Mtep (9 millions)	
Bois et déchets (collectif/tertiaire/industrie)	1,8 Mtep	9 Mtep	+ 7,2 Mtep
Solaire thermique, PAC et géothermie	0,4 Mtep (200 000 logements)	3,2 Mtep (6 000 000 logements)	+ 2,8 Mtep
Électricité	5,6 Mtep	12,6 Mtep	+ 7 Mtep
Hydraulique	5,2 Mtep (25 000 MW)	5,8 Mtep (27 500 MW)	+ 0,6 Mtep
Biomasse	0,2 Mtep (350 MW)	1,4 Mtep (2300 MW)	+ 1,2 Mtep
Eolien	0,2 Mtep (1600 MW - 2 000 éoliennes)	5 Mtep (25 000 MW - 8 000 éoliennes)	+ 4,8 Mtep
Solaire photovoltaïque	0	0,4 Mtep (5400 MW)	+ 0,4 Mtep
Biocarburants	0,7 Mtep	4 Mtep	+ 3,3 Mtep
Total	~ 16 Mtep	~ 36 Mtep	+ 20 Mtep

Programmation Pluriannuelle des Investissements

Pluriannuelle des Investissements¹¹ (PPI). Établie par le Ministre en charge de l'Énergie, elle fait l'objet d'un rapport présenté au Parlement (loi du 10 février 2000). Cette programmation prévoit notamment le développement de 19 000 mégawatts d'installations éoliennes à terre, et de 6 000 mégawatts¹² d'installations éoliennes en mer et d'énergies marines à l'horizon 2020.

Par ailleurs, en complément des engagements du Grenelle de l'environnement, le Grenelle de la mer, a permis d'adopter en 2009, le Livre Bleu¹³ qui définit les grandes orientations d'une stratégie nationale pour la mer et le littoral. Il reconnaît le rôle des énergies renouvelables marines dans une politique intégrée de la mer et du littoral. C'est lors de son adoption en comité interministériel, en 2009, que le lancement d'un appel d'offres éolien en mer a été annoncé.

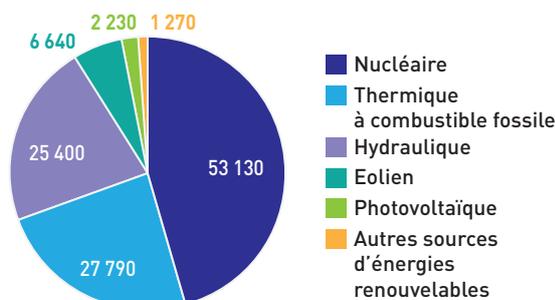
Lancé fin 2012, le débat national sur la transition énergétique doit déboucher sur un projet de loi de programmation à l'automne 2013. Afin de parvenir à l'objectif fixé par le Président de la République de réduire la part du nucléaire dans notre mix énergétique ce débat doit également permettre de définir les besoins en énergie de la France à moyen et à long terme ainsi que les moyens de production énergétique nécessaires.

11 http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ppi_elec_2009.pdf

12 Un mégawatt équivaut à 1000 kilowatts.

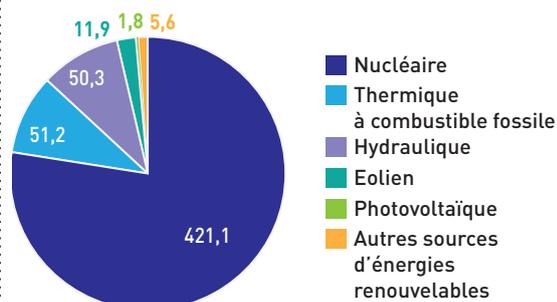
13 <http://www.sgmer.gouv.fr/Livre-bleu.html>

Puissance installée fin 2011 en France (en MW)



50eS

Production nette en 2011 par source d'électricité en France (en TWh)



50eS

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES : UN FORT POTENTIEL

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE MONDE

Les énergies renouvelables sont des énergies primaires inépuisables à très long terme, car issues directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants, liés à l'énergie du soleil, de la terre ou de la gravitation. Elles servent à produire de la chaleur ou de l'électricité. Elles recouvrent plusieurs filières qui n'ont pas toutes atteint le même degré de maturité : hydroélectricité, éolien, solaire, biomasse, géothermie et énergies marines.

Les énergies renouvelables se développent à un rythme soutenu dans le monde depuis le début des années 2000, avec des taux de croissance de l'ordre de 30 % par an. Selon l'Agence internationale de l'énergie, elles représentaient en 2010, 13 % de la consommation finale d'énergie dans le monde et un peu moins de 20 % de la production d'électricité. Cette part est supérieure à celle de l'électricité nucléaire mais largement inférieure aux 67 % d'électricité produite à partir de sources fossiles.

L'hydroélectricité est de loin la première forme de production d'électricité d'origine renouvelable (83 %), devant la production éolienne (8 %) et la filière biomasse (6 %)¹⁴.

La filière du **solaire photovoltaïque** représente encore moins de 1 % de la production mais progresse de plus de 50 % par an depuis 10 ans.

L'énergie éolienne se développe partout dans le monde avec une croissance annuelle de l'ordre de 28 % en moyenne depuis 10 ans (+ 20 % en 2011). La capacité éolienne dépasse aujourd'hui les 250 000 mégawatts dans le monde, contre 18 000 mégawatts en 2000, avec 40 000 mégawatts de nouvelles capacités installées en 2011. L'Europe en est un acteur historique, tandis que les États-Unis et la Chine sont les deux pays qui construisent le plus de parcs éoliens chaque année.

D'autres énergies renouvelables sont encore au stade de l'expérimentation : les énergies marines renouvelables, hors éolien posé en mer, et le solaire thermodynamique¹⁵, dont le développement est attendu au cours des vingt prochaines années.

Hormis l'éolien posé en mer déjà exploité à l'échelle industrielle pour des parcs d'une taille importante et l'énergie marémotrice que la France exploite depuis 1966 avec l'usine de la Rance, les énergies marines sont encore au stade de la recherche et développement : énergie hydrolienne issue des courants océaniques, énergie houlomotrice issue des mouvements de la houle, énergie thermique des mers utilisant la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes, énergie osmotique utilisant la différence de salinité entre l'eau de mer et l'eau douce au voisinage des estuaires. De nombreux projets de recherche et développement sont en cours en

Potentiel énergétique des différentes énergies marines

	Monde	Europe continentale	France métropolitaine
1 - Énergie marémotrice : de l'ordre de 400 TWh/an au niveau mondial			
2 - Énergie hydrolienne	400 à 800 TWh/an	15 à 35 TWh/an (6 à 8 GW installés)	5 à 14 TWh/an (2 à 3 GW installés)
3 - Énergie houlomotrice	2 000 à 8 000 TWh/an	150 TWh/an (environ 50 GW installés)	De l'ordre de 40 TWh/an (10 à 15 GW installés)
4 - Énergie thermique des mers	10 000 TWh/an	0	0
5 - Énergie osmotique	1 700 TWh/an	200 TWh/an	Non évaluée

14 Source : Observ'ER, La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde, 13^{ème} inventaire, 2011.

15 Le solaire thermodynamique est l'énergie récupérée par concentration du soleil pour assurer la production d'électricité.

Production électrique dans le monde par source

(en TWh)

	2000	2007	2008	2009	2010	Taux de croissance annuel moyen 2000/2010	Taux de croissance 2009/2010
Géothermie	52,1	62,7	65,5	67,4	68,6	2,8 %	1,8 %
Éolien	31,4	171,7	219,8	274,6	344,8	27,1 %	25,5 %
Biomasse	133,8	220,2	220,8	247,0	263,2	7,0 %	6,5 %
<i>dont biomasse solide</i>	101,2	157,6	155,4	174,2	186,1	6,3 %	6,9 %
<i>dont biogaz</i>	13,1	29,0	31,1	37,4	40,5	11,9 %	8,3 %
<i>dont biomasse liquide</i>		3,3	3,4	4,8	5,1	91,0 %	5,3 %
<i>dont déchets municipaux</i>	19,4	30,4	30,8	30,6	31,5	4,9 %	2,8 %
Déchets non renouvelables	34,7	38,2	38,7	40,1	39,0	1,2 %	-2,8 %
<i>dont déchets industriels</i>	15,8	11,2	11,3	12,7	10,7	-3,9 %	-16,1 %
<i>dont déchets municipaux</i>	18,9	27,1	27,5	27,4	28,3	4,1 %	3,4 %
Solaire	1,3	7,9	12,7	21,2	33,2	38,1 %	56,4 %
<i>dont photovoltaïque</i>	0,791	7,2	11,8	20,2	31,6	44,6 %	56,6 %
<i>dont thermodynamique</i>	0,526	0,685	0,899	1,0	1,6	11,5 %	51,8 %
Hydraulique	2 696,4	3 153,4	3 278,6	3 328,8	3 448,2	2,5 %	3,6 %
<i>dont turbinage-pompage</i>	78,4	84,9	79,7	76,1	79,9	0,2 %	5,1 %
Énergies marines	0,605	0,549	0,546	0,530	0,554	-0,9 %	4,5 %
Nucléaire	2 590,6	2 719,2	2 730,8	2 697,5	2 754,3	0,6 %	2,1 %
Thermique classique	9 910,3	13 482,0	13 651,6	13 421,6	14 246,4	3,7 %	6,1 %
Total renouvelable	2 915,7	3 616,5	3 797,8	3 939,5	4 158,5	3,6 %	5,6 %
Total conventionnel (nucléaire et thermique)	12 535,7	16 239,5	16 421,0	16 159,2	17 039,6	3,1 %	5,4 %
Total production	15 451,3	19 855,9	20 218,9	20 098,7	21 198,1	3,2 %	5,5 %
Part renouvelable	18,9 %	18,2 %	18,8 %	19,6 %	19,6 %		

Observer

Europe (principalement au Royaume-Uni, au Portugal), aux États-Unis et dans quelques pays d'Asie comme la Corée du Sud ou le Japon, afin de proposer des concepts technologiquement et économiquement viables.

L'éolien flottant¹⁶ fait également l'objet de plusieurs prototypes. Aujourd'hui, les éoliennes qui sont installées au large des côtes sont posées ou fixées sur les fonds marins à des profondeurs qui n'excèdent pas 50 mètres. En utilisant des éoliennes flottantes, reposant sur un flotteur ancré sur le fond de la mer, il sera possible de dépasser ces limites et ainsi d'exploiter d'autres zones marines, plus éloignées des côtes.

FOCUS Le potentiel des autres énergies marines

L'éolien en mer s'inscrit dans une dynamique mondiale de recherche et de développement industriel des énergies marines renouvelables. Cette dynamique se justifie par les potentiels énergétiques importants de chacune de ces énergies.

16 Éolienne montée sur une structure flottante au lieu d'une fondation posée sur le fond marin.

L'ESSOR DE L'ÉOLIEN EN MER

L'Europe a été pionnière dans le développement de l'éolien en mer. Ainsi, en 2007, une capacité éolienne en mer supérieure à 1 000 mégawatts était répartie entre cinq pays : le Danemark, l'Irlande, les Pays-Bas, la Suède et le Royaume-Uni. Début 2012, les capacités éoliennes européennes installées en mer représentaient environ 10 % des capacités éoliennes totales de l'Europe. **Fin 2012, la capacité éolienne totale installée en mer était supérieure à 5 000 mégawatts** (estimations de l'EWEA¹⁷) avec en tête le Royaume-Uni, l'Allemagne, le Danemark et la Belgique.

La Commission européenne recommande le développement de l'énergie éolienne en mer pour atteindre une puissance installée de 30 gigawatts¹⁸ en 2020 et 110 gigawatts en 2030. L'EWEA (Association européenne de l'énergie éolienne) prévoit 40 gigawatts en 2020, pour une production annuelle de 148 térawattheures, représentant 4 % des besoins en électricité de l'Union européenne estimés à cette date. En 2030, l'EWEA prévoit l'installation de 150 gigawatts en Europe, permettant une production électrique équivalente à la consommation électrique française en 2010.

En dehors de l'Europe, d'autres pays se lancent également dans le développement de l'énergie éolienne en mer. Ainsi la Chine et le Japon ont déjà construit leurs premiers parcs éoliens en mer et les États-Unis s'apprêtent à développer cette technologie.

L'ÉOLIEN : FACTEUR D'ÉQUILIBRE DU RÉSEAU

Le **facteur de charge** est défini comme le rapport de la puissance produite sur la puissance installée sur une période donnée. Selon le Bilan prévisionnel RTE 2012, le facteur de charge annuel moyen des parcs éoliens terrestres, sur les cinq dernières années, est proche de 23 %, soit l'équivalent en énergie d'environ 2 000 heures de fonctionnement à pleine puissance. Ces chiffres devraient être plus élevés pour les parcs éoliens en mer.

L'électricité ne se stockant pas¹⁹, ou difficilement et à des coûts élevés, la production doit à tout moment s'adapter à la demande. La loi confie au gestionnaire du réseau public de transport d'électricité (RTE) le soin d'assurer en temps réel l'équilibre entre l'offre et la demande. Il peut mobiliser à cet effet les réserves de puissance que l'ensemble des producteurs d'électricité centralisée sont tenus de constituer.

La demande d'électricité est intrinsèquement variable, dépendant de la saison, du jour de la semaine, de l'heure de la journée, de la température extérieure, de l'ensoleillement, etc. Sa prévisibilité s'améliore au fur et à mesure que l'on se rapproche du temps réel, mais ne peut être parfaite.

Les moyens de production thermiques (nucléaire, gaz, charbon, fioul, diesel...) ont une disponibilité élevée. Avec leurs caractéristiques propres et associés au parc hydroélectrique français, capable de répondre très rapidement à un appel de puissance, et aux effacements de consommation, l'ajustement entre l'offre et la demande se réalise avec un haut niveau de fiabilité.

En revanche, la production d'électricité d'origine éolienne ou photovoltaïque est par nature intermittente²⁰. Des solutions sont peu à peu apportées pour prendre en compte ces spécificités. Ainsi depuis

17 EWEA: European Wind Energy Association, association européenne de l'énergie éolienne

18 Un gigawatt égale un milliard de watts ou un million de kilowatts.

19 Rapport sur l'industrie des énergies décarbonnées, 2010. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Rapport-sur-l-industrie-des.html>

20 L'énergie intermittente a une production qui ne se commande pas, mais dépend des conditions météorologiques (vent, soleil) ou de la gravitation.

2009, avec le Système IPES (insertion de la production éolienne et photovoltaïque sur le système), RTE dispose quasiment en temps réel des données météorologiques et peut anticiper 48 heures à l'avance, de façon assez fiable la production éolienne et photovoltaïque.

La variabilité de la production d'électricité à partir de ces énergies renouvelables n'implique pas la construction de moyens de production thermiques supplémentaires. La gestion de cette variabilité dépend des caractéristiques du système électrique dans lequel elle s'insère.

La France bénéficie de plusieurs régimes de vent indépendants les uns des autres. Les variations de la production éolienne peuvent s'équilibrer au niveau national si le parc éolien est bien réparti.

À l'échelle nationale, la production éolienne est en moyenne plus importante en hiver qu'en été, en phase avec la hausse de la demande saisonnière.

Ceci reste vrai durant les périodes de grand froid qui nécessitent une plus grande mobilisation des moyens

de production²¹. RTE dans son bilan prévisionnel de l'équilibre « offre-demande » 2011²², indique que durant ces périodes, le facteur de charge moyen du parc national éolien terrestre est proche de 25 %.

21 http://www.rte-france.com/uploads/Mediatheque_docs/vie_systeme/annuelles/bilan_previsionnel/bilan_complet_2007.pdf

22 http://www.rte-france.com/uploads/Mediatheque_docs/vie_systeme/annuelles/bilan_previsionnel/bilan_complet_2011.pdf

FOCUS L'éolien contribue au passage des pointes de consommation

Malgré l'intermittence du vent, l'installation d'éoliennes réduit les besoins en équipements thermiques nécessaires pour assurer le niveau de sécurité d'approvisionnement. RTE dans son bilan prévisionnel de l'équilibre « offre-demande » 2011, précise que « sous réserve d'un développement géographiquement équilibré (plusieurs zones de vent), on peut retenir qu'en France, 25 gigawatts d'éoliennes ou 5 gigawatts d'équipements thermiques apparaissent équivalents en termes d'ajustement du parc de production ». Le réseau de transport contribue à l'insertion des productions renouvelables nationales et européennes en mutualisant les productions résultantes des différents régimes de vents en Europe et les moyens de productions thermiques et d'effacement nécessaires à la sécurisation de l'équilibre offre-demande à tout instant.

Vue d'artiste d'un parc éolien en mer



L'ÉOLIEN EN MER : UNE NOUVELLE FILIÈRE INDUSTRIELLE DYNAMIQUE

Au-delà d'une contribution à l'objectif d'énergies renouvelables, l'appel d'offres lancé par l'État pour le développement de l'éolien en mer vise à constituer une filière industrielle. Dans ce cadre, les constructeurs d'éoliennes français Alstom et Areva ont élaboré un plan de développement pour participer à cette filière industrielle et prendre place sur le marché, aujourd'hui principalement européen.

LES ACTEURS DU SECTEUR DE L'ÉOLIEN EN MER

L'Europe a été pionnière dans le développement de l'éolien en mer et devrait demeurer un marché particulièrement dynamique. Pour l'avenir, l'EWEA estime à près de 66 milliards d'euros le montant des investissements cumulés dans l'éolien en Europe entre 2011 et 2020 et à plus de 145 milliards entre 2021 et 2030.

LES FABRICANTS D'ÉOLIENNES

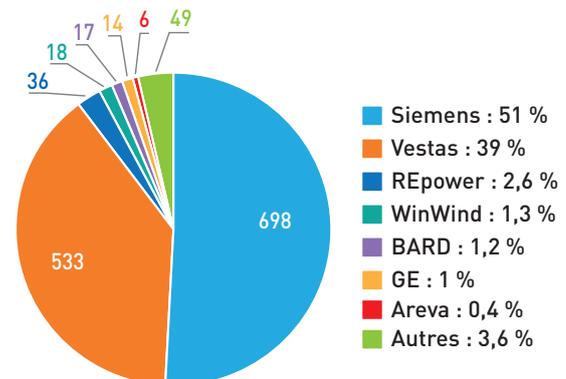
Le marché de l'éolien en mer est très concentré. L'essentiel des capacités existantes en Europe a été fabriqué et installé par Siemens et Vestas. Ces deux fabricants représentent 90 % du marché éolien en mer en Europe. Les 10 % restants se partagent entre Bard, GE, Areva, WinWind et autres.

Le groupe allemand Siemens est l'industriel historique de l'éolien en mer avec les premiers parcs installés en 1991 au large des côtes danoises. Ses usines de fabrication se trouvent au Danemark. Il prévoit d'en implanter une au Royaume-Uni.

La société danoise Vestas, numéro 1 mondial de l'éolien avec près de 15 % de part de marché, en incluant les installations terrestres, se positionne juste derrière Siemens pour l'installation d'éoliennes en mer. Ses usines de fabrication sont situées essentiellement en Europe.

Part de marché des constructeurs d'éoliennes installées en mer, fin 2011

(en nombres d'éoliennes)



EWEA

Les constructeurs Areva Wind et REpower se sont lancés sur le marché éolien en mer en 2009 avec des machines d'une puissance unitaire de 5 mégawatts.

Alstom, bénéficiant d'une expérience importante en éolien terrestre, souhaite entrer sur le marché de l'éolien en mer en s'appuyant sur l'émergence de nouveaux marchés, notamment la France, et sur le développement d'éoliennes de plus grande puissance unitaire. L'éolienne Alstom en test à terre sur le site du Carnet en Loire-Atlantique est à ce jour l'une des plus grandes éoliennes au monde avec une puissance unitaire de 6 mégawatts. Des prototypes d'une puissance supérieure sont attendus pour 2014 et 2015.

LES DÉVELOPPEURS DE PROJETS

Seuls les grands énergéticiens de taille mondiale sont en mesure de développer des projets d'éoliennes en mer, compte tenu de leur ampleur, et d'en supporter l'ensemble des risques techniques et économiques. Selon l'EWEA, en 2011, l'énergéticien danois **DONG Energy** a installé 21 % de la capacité totale d'éoliennes en mer en Europe, le suédois **Vattenfall**, 19 %, et l'allemand **E.On**, 12 %. **À eux trois, ils pèsent pour 53 % des capacités installées.** Dans de nombreux cas, les parcs éoliens en mer sont développés par plusieurs acteurs.

>>> **Le marché est dominé par les grands acteurs du secteur de l'énergie qui portent 80 % des projets éoliens en mer en Europe.**

UNE FILIÈRE CRÉATRICE D'EMPLOIS

L'Europe dispose de compétences traditionnelles qui contribuent à lui donner une position forte dans l'industrie éolienne en mer, notamment grâce à ses fabricants d'éoliennes terrestres, ses **compagnies pétrolières** et son **industrie maritime** qui disposent de savoir-faire spécifiques.

Nos voisins européens se sont fixé des objectifs de développement éolien en mer très élevés. Le Royaume-Uni, qui a déjà installé plus de 3 gigawatts d'éoliens en mer, vise un objectif de 18 gigawatts en 2020 et 32 gigawatts en 2030. Il envisage au-delà, d'atteindre les 40 gigawatts²³. L'Allemagne s'est fixé un objectif de 10 gigawatts éoliens en mer en 2020 et 23 gigawatts en 2030. **Le développement de l'énergie éolienne en mer ouvre des perspectives de marché importantes pour l'industrie française appelée à se structurer.**

Compte tenu des objectifs européens pour l'installation de parcs éoliens en mer, plusieurs **constructeurs** prévoient d'implanter des unités de fabrication et d'assemblage à proximité des sites éoliens en mer.

Dans plusieurs ports de la mer Baltique et de la mer du Nord, des regroupements d'entreprises industrielles émergent afin de se reconvertir ou de se diversifier vers la production industrielle d'éoliennes en mer ou de services liés à l'exploitation des parcs en mer. **Les sites de Bremerhaven et Cuxhaven en Allemagne sont ainsi devenus, en 10 ans, des bases industrielles pour l'éolien et ont créé près de 10 000 emplois dont environ un tiers directement liés à l'éolien en mer.**

Les infrastructures portuaires à proximité des zones d'implantation des éoliennes nécessitent d'être aménagées. Ce développement peut générer de nouvelles activités industrielles et économiques, à l'instar de certains ports britanniques et allemands (assemblage des éoliennes, transport des composants du parc...). À titre d'exemple, le port de Dunkerque a servi de site d'assemblage pour les éoliennes du parc britannique de Thanet.

²³ Department of Energy and Climate Change, UK Renewable Energy Roadmap, Juillet 2011.

LE MODÈLE ÉCONOMIQUE DE L'ÉOLIEN EN MER

Le coût complet d'un kilowattheure éolien en mer se décompose ainsi : 70 à 75 % d'amortissement de l'investissement et 25 à 30 % de coûts d'exploitation. Les

coûts dépendent étroitement des caractéristiques du site - distance entre le parc et la côte, profondeur et nature des fonds marins - comme des choix technologiques. De même, les coûts des infrastructures électriques varient sensiblement en fonction de la proximité et de la capacité du réseau existant.

» L'investissement nécessaire pour construire un mégawatt éolien en mer avoisine 3,5 millions d'euros en mer du Nord.

Le montant de l'investissement d'un projet de parc éolien en mer de 500 mégawatts en mer du Nord, dans des conditions moyennes de profondeur et d'éloignement de la côte, est évalué à 3,46 millions d'euros par mégawatt installé, selon le bureau d'étude GL Garrad

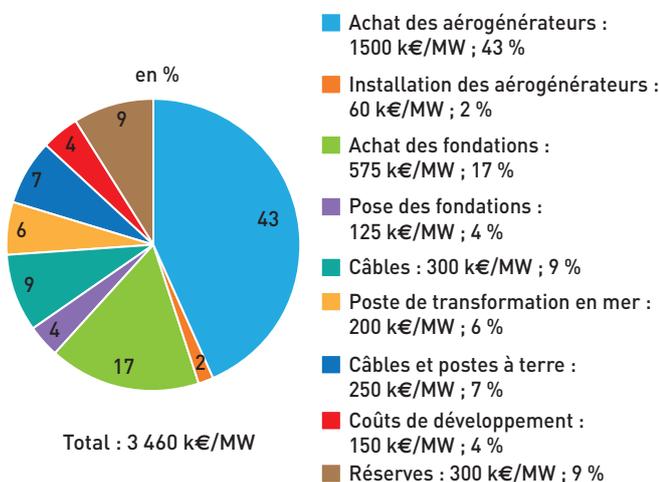
Hassan²⁴. Selon une étude de Douglas-Westwood²⁵ (citée par l'Agence internationale des Energies renouvelables), le coût d'investissement pour un mégawatt installé en mer au Royaume-Uni s'établit à 4,5 millions de dollars, soit environ 3,5 millions d'euros.

Le coût global d'investissement par mégawatt est 2 à 3 fois supérieur à celui de l'éolien terrestre, notamment en raison du coût des fondations, des infrastructures électriques telles que le câblage et le poste électrique²⁶ et des moyens logistiques de pose en mer. Selon l'Agence internationale pour les énergies renouvelables, le coût d'investissement de l'éolien terrestre se situe autour de 1,3 à 1,9 million d'euros par mégawatt installé.

Toutefois, il faut noter que la production d'électricité par les éoliennes en mer est plus importante qu'à terre, en raison de vents plus forts et plus réguliers.

Le développement du marché de l'éolien en mer permet d'espérer une baisse des coûts, du fait d'économies d'échelle sur la chaîne d'approvisionnement et des méthodes d'installation en mer, de la fiabilité accrue des machines et de la diminution des coûts d'exploitation ainsi que d'une plus grande concurrence entre les fabricants d'éoliennes et entre les spécialistes des opérations d'installation en mer. Cependant, cette baisse n'est pas attendue avant plusieurs années.

Répartition des coûts d'un parc éolien en mer type de 500 mégawatts en mer du Nord



24 GL Garrad Hassan est un bureau d'études expert en éolien offshore.

25 [http://www.nve.no/Global/Energi/Havvind/Vedlegg/Annet/Offshore %20Wind %20Assessment %20For %20Norway %20 - %20Final %20Report %20- %20190510%20with %20dc.pdf](http://www.nve.no/Global/Energi/Havvind/Vedlegg/Annet/Offshore%20Wind%20Assessment%20For%20Norway%20-%20Final%20Report%20-%20190510%20with%20dc.pdf)

26 Installation électrique située au sein du parc éolien en mer, permettant de transformer l'électricité produite par les éoliennes pour la mettre aux normes du réseau national de transport d'électricité (tension, fréquence) et constituant la frontière entre le réseau privé du parc éolien et le réseau public de transport.

>> Comme les autres énergies renouvelables, l'éolien en mer bénéficie de mécanismes de soutien public.

Il est difficile de comparer les prix du kilowattheure éolien en mer d'un pays à l'autre. Dans plusieurs pays d'Europe, certains coûts ne sont pas à la charge du porteur de projet. En Allemagne par exemple, le financement des opérations de raccordement est intégralement pris en charge par le gestionnaire du réseau d'électricité. Au Royaume-Uni comme au Danemark, l'État réalise une partie des études environnementales préalablement au lancement des appels d'offres pour l'attribution de zones en mer. En France, les coûts des études environnementales et de raccordement sont à la charge de l'investisseur.

À l'exception de la production hydraulique, les énergies renouvelables font l'objet d'un soutien public particulier qui peut prendre trois formes :

- 1. L'achat à prix garanti du kilowattheure produit est le mécanisme de soutien le plus simple à mettre en œuvre et le plus répandu.** Il consiste à acheter aux producteurs à un prix prédéterminé l'ensemble de l'électricité produite sur une période allant de 10 à 20 ans, ce prix étant fonction de la technologie employée, de la taille des installations, éventuellement de la localisation géographique et donc du potentiel des zones ou d'autres critères. Le niveau du tarif d'achat est déterminé de façon à être suffisamment incitatif pour permettre le développement d'une technologie tout en prenant en compte les évolutions technologiques et la baisse des coûts qui en découle.
- 2. Le système des quotas d'électricité, ou « certificats verts », impose aux fournisseurs d'électricité de livrer annuellement à leurs clients une quantité minimale d'électricité d'origine renouvelable,** proportionnelle au volume total de leurs ventes. Les fournisseurs d'électricité produisent eux-mêmes cette électricité d'origine renouvelable ou acquièrent auprès des producteurs d'électricité d'origine renouvelable des certificats qui font ainsi l'objet d'un marché.
- 3. Dans le système des appels d'offres, les quantités et les prix sont maîtrisés par la puissance publique qui**

peut également introduire des critères tels qu'un volet industriel ou la prise en compte de l'environnement.

Le Code de l'énergie impose aux fournisseurs historiques d'électricité (EDF, les entreprises locales de distribution) de remplir des missions de service public.

« Le service public de l'électricité a pour objet de garantir, dans le respect de l'intérêt général, l'approvisionnement en électricité sur l'ensemble du territoire national. Dans le cadre de la politique énergétique, il contribue à l'indépendance et à la sécurité d'approvisionnement, à la qualité de l'air et à la lutte contre l'effet de serre, à la gestion optimale et au dévelop-

pement des ressources nationales, à la maîtrise de la demande d'énergie, à la compétitivité de l'activité économique et à la maîtrise des choix technologiques d'avenir, comme à l'utilisation rationnelle de l'énergie. [...] »²⁷. Les charges qui en découlent sont répercutées sur les factures d'électricité via une contribution assise sur la consommation, la Contribution au service public de l'électricité (CSPE).

La CSPE couvre trois types de charges :

- ▶ les surcoûts dus à l'obligation d'achat de l'électricité issue de la cogénération (production simultanée d'électricité et de chaleur) et des énergies renouvelables sur l'ensemble du territoire ; ces surcoûts sont établis sur la base de la différence entre le tarif d'achat et les prix de marché de gros de l'électricité ;
- ▶ les surcoûts de production d'électricité dus à la mise en œuvre d'un tarif identique sur tout le territoire, en métropole continentale comme dans les zones non interconnectées au réseau (DOM, Corse, Mayotte, Saint-Pierre et Miquelon, îles bretonnes) alors que les coûts de production y sont beaucoup plus élevés ;
- ▶ les coûts des dispositifs sociaux en faveur des personnes en situation de précarité (tarif de première nécessité notamment).

>> En France, les consommateurs d'électricité financent le soutien de l'éolien en mer via la Contribution au service public de l'électricité (CSPE).

²⁷ Article L 121-1 du Code de l'énergie.

Les charges couvertes par la CSPE sont estimées chaque année par la Commission de régulation de l'énergie (CRE), autorité indépendante veillant au bon fonctionnement des marchés de l'électricité et du gaz en France. Pour 2013, ces charges sont évaluées par la CRE à 5,1 milliards d'euros dont 567 millions d'euros pour l'énergie éolienne; Le montant de la CSPE a été porté à 13,5 euros par mégawattheure au 1^{er} janvier 2013, dont 1,5 euros par mégawattheure pour l'éolien terrestre.

En 2020, les charges financières correspondant à 6 000 mégawatts éoliens en mer pour le service public de l'électricité seraient de 2,34 milliards d'euros, pour un montant total de la CSPE de 10 milliards d'euros, selon les estimations de la Direction générale de l'énergie et du climat citées par la Cour des comptes²⁸. Selon le Ministère de l'Écologie²⁹, la production d'un parc éolien en mer de 6 000 mégawatts représentera 3,5 % de la consommation française d'électricité. Le surcoût de l'électricité produite par les éoliennes, compensé par la CSPE, conduira à relever celle-ci entre 2015 et 2020 d'un montant représentant 4 % de la facture des ménages en 2020, soit environ 25 euros par ménage et par an.

28 Communication à la Commission d'enquête du Sénat sur le coût réel de l'électricité, juin 2012.

29 <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-Air-et-Climat-.html>

Estimations de la direction générale de l'énergie et du climat en 2020

DGEC	En M€
Contrats d'achats	8 214
<i>dont cogénération</i>	289
<i>dont énergies renouvelables</i>	7 880
<i>dont autres</i>	45
Péréquation tarifaire	1 538
Dispositions sociales	184
Total des charges de l'année	9 936

Cour des comptes - Communication à la Commission d'enquête du Sénat sur la CSPE

Sur la base des informations fournies par la Commission de régulation de l'énergie (CRE) dans sa délibération du 5 avril 2012³⁰, le prix moyen d'un mégawattheure éolien produit par l'ensemble des quatre projets se situerait à hauteur de 226,5 euros. Le Rapport du Sénat du 11 juillet 2012³¹ sur le coût réel de l'électricité indique que ce prix équivaut à 202 euros par mégawattheure aux conditions économiques 2011. Ce prix inclut le coût du raccordement des parcs éoliens en mer au réseau public d'électricité ainsi que les coûts de démantèlement.

30 La délibération de la CRE du 5 avril 2012 relative aux choix des offres du Ministre de l'énergie, est disponible à cette adresse : http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=20120428&numTexte=122&pageDebut=&pageFin=

31 Ce rapport est disponible à cette adresse : <http://www.senat.fr/notice-rapport/2011/r11-667-1-notice.html>

Estimations de charges liées aux énergies renouvelables dans la CSPE

DGEC*	M€ courants	
	2012	2020
Solaire photovoltaïque	1 630	2 778
Biomasse	80	1 055
Biogaz	52	364
Eolien terrestre	526	1 291
Eolien en mer	0	2 340
Hydraulique	50	52
Énergies	2 338	7 880

*Ministère chargé de l'énergie : les chiffres de la direction générale de l'énergie et du climat agrègent les données métropole et les zones non-interconnectées par filière.

Cour des comptes - Communication à la Commission d'enquête du Sénat sur la CSPE

FOCUS

En France, les éoliennes en mer sont soumises à une fiscalité spécifique

Les éoliennes en mer sont soumises à une taxe spéciale, fixée dans le Code général des impôts à l'article 1519 B³² à 14 113 euros par mégawatt installé et par an. Ce montant évolue chaque année au rythme de l'indice de valeur du produit intérieur brut. Cette taxe est due l'année suivant la mise en service du parc. Pour le projet de parc éolien, elle serait versée après la mise en service de chacune des tranches. Pour le parc éolien au large de Saint-Nazaire, le produit de la taxe spéciale est estimé à 6,7 millions d'euros par an.

Le produit de la taxe serait redistribué de la manière suivante, conformément au décret n° 2012-103 du 27 janvier 2012, codifié à l'article 1519 B du Code général des impôts :

>> 50 % pour les communes littorales situées à moins de 12 milles marins (soit 22,2 km environ) du parc et depuis lesquelles au moins une éolienne est visible. Le montant qui revient à chacune des communes est fonction de leur population et de la distance de l'éolienne la plus proche ;

>> 35% pour le Comité national des pêches maritimes et des élevages marins (CNPMM), pour le financement de « projets concourant à l'exploitation durable des ressources halieutiques » ;

>> 15% dédiés, à l'échelle de la façade maritime (façade Atlantique – Manche Ouest pour le projet de Saint-Nazaire), au financement de projets concourant au développement durable des autres activités maritimes.

Selon une simulation réalisée par le maître d'ouvrage aux conditions 2012, le montant total de la taxe revenant aux communes littorales serait de 3,5 millions environ par an, selon la décomposition (cf. tableau). Le montant exact qui sera versé à chaque commune sera défini par les services fiscaux.

* 1 mille marin = 1 852 mètres

Estimation du maître d'ouvrage de la répartition du produit de la taxe entre les communes littorales aux conditions 2012

Commune	Population	Distance (en km)	Taxe annuelle perçue (€)
Le Croisic	4124	12,7	286 885 €
Batz sur Mer	3185	12,5	277 688 €
Le Pouliguen	5118	12,8	297 835 €
La Baule	16828	16,0	413 348 €
Pornichet	10799	16,1	329 118 €
St Nazaire	68977	18,0	1 109 303 €
La Plaine sur Mer	3815	20,9	191 966 €
Préfaïlles	1282	21,5	153 299 €
Noirmoutier	4804	20,9	205 742 €

32 Le montant pour 2012 est fixé par le décret n° 2012-103 du 27 janvier 2012.

L'APPEL D'OFFRES DE L'ÉTAT

L'article 10 de la loi 2 000-108 permet aux installations éoliennes en mer de bénéficier de l'obligation d'achat. Il existe un tarif d'achat garanti pour l'éolien en mer, actuellement fixé à 130 €/MWh. Compte tenu de la maturité des technologies, ce niveau de tarif est insuffisant pour garantir la rentabilité des parcs éoliens en mer. Pour cette raison et afin d'encadrer et de permettre le déploiement de cette technologie au large des côtes françaises, l'État a lancé le premier appel d'offres portant sur 3000 mégawatts à installer sur cinq zones identifiées au terme d'un processus de concertation et de planification.

OBJECTIF : 6 000 MÉGAWATTS EN 2020

Pour atteindre l'objectif de 6 000 mégawatts d'éolien en mer en 2020, les pouvoirs publics ont fait le constat dès 2009 qu'une action d'envergure de planification et de concertation était nécessaire. Il s'agissait d'accélérer le développement des projets engagés depuis plusieurs années et qui ne pouvaient aboutir, faute de dispositif de soutien adapté, et d'en faire émerger de nouveaux. Il fallait également favoriser l'essor d'une filière industrielle, pour laquelle la France dispose de véritables atouts tels que d'importantes infrastructures maritimes et terrestres et des compétences industrielles dans les secteurs de l'énergie et de l'exploitation de pétrole en mer. Pour répondre à ces différentes exigences, un appel d'offres fondé sur des critères de compétitivité du prix proposé d'achat d'électricité, de qualité du projet industriel et du respect de l'environnement a été lancé en juillet 2011.

DES ZONES PROPICES SÉLECTIONNÉES A L'ISSUE D'UNE CONCERTATION

En mars 2009, le Gouvernement a demandé aux préfets des régions Bretagne, Pays de la Loire, Haute-Normandie, Aquitaine et Provence-Alpes-Côte d'Azur, de mettre en place, pour chaque façade maritime (Manche/mer du Nord, Atlantique et Méditerranée), une « instance de concertation et de planification ». Ces instances rassemblaient la plupart des parties prenantes : services de l'État, collectivités territoriales, représentants des porteurs de projets éoliens, usagers de la mer, associations de protection de l'environnement, ports autonomes, Conservatoire du littoral, l'IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer), l'ADEME, le SHOM (Service hydrographique et océanographique de la marine) et le gestionnaire du Réseau public de transport d'électricité (RTE).

Les travaux des participants aux instances de concertation ont conduit à identifier des zones propices au développement de l'éolien en mer, au regard des enjeux techniques, réglementaires, environnementaux et socio-économiques. Une attention particulière a été portée au respect des activités liées à la pêche professionnelle et au tourisme.

FOCUS

Les principes fondateurs de l'appel d'offres lancé en juillet 2011

- >> **Limiter l'implantation sur le domaine maritime** à une sélection de zones issues de la concertation locale menée par l'État
- >> **Apporter une visibilité au secteur industriel** en proposant des zones de puissance significative
- >> **Maîtriser le calendrier et le rythme d'implantation** afin de permettre la montée en puissance du tissu industriel français et l'adaptation nécessaire des infrastructures portuaires
- >> **Maîtriser les coûts pour la collectivité**
- >> **Limiter les possibilités d'échec**, notamment pour l'industrie.

ÉOLIEN MARITIME FRANCE, LAURÉAT DE LA ZONE DE SAINT-NAZAIRE

Le 11 juillet 2011, le gouvernement a lancé un appel d'offres portant sur une puissance maximale de 3 000 mégawatts répartis sur cinq zones : Le Tréport, Fécamp, Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc et Saint-Nazaire. Les candidats devaient remettre leur offre avant le 11 janvier 2012.

Pour répondre aux objectifs de production d'énergie renouvelable à un prix compétitif et de création d'une filière industrielle, la sélection des offres s'est effectuée en tenant compte du volet industriel (40 % de la note finale), du prix d'achat de l'électricité proposé (40 % de la note finale) et du respect des activités existantes et de l'environnement (20 % de la note finale).

Après l'avis rendu le 28 mars 2012 par la Commission de régulation de l'énergie, le **Gouvernement a retenu les trois offres remises par Éolien Maritime France pour les zones de Fécamp** (Seine-Maritime, puissance de 498 mégawatts), **Courseulles-sur-Mer** (Calvados, puissance de 450 mégawatts) et **Saint-Nazaire** (Loire-Atlantique, puissance de 480 mégawatts). L'offre d'Ailes Marines SAS a été retenue pour la zone de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor, puissance de 500 mégawatts). Aucune offre n'a été retenue pour la zone du Tréport, l'appel

d'offres ayant été déclaré sans suite pour cette zone. Le 23 avril 2012, **Éolien Maritime France a reçu la notification le désignant lauréat sur le site de Saint-Nazaire**. Éolien Maritime France a constitué une société de projet dénommée « Parc du banc de Guérande » et a sollicité et obtenu le transfert de l'autorisation d'exploiter au bénéfice de cette société de projet, filiale d'Éolien Maritime France.

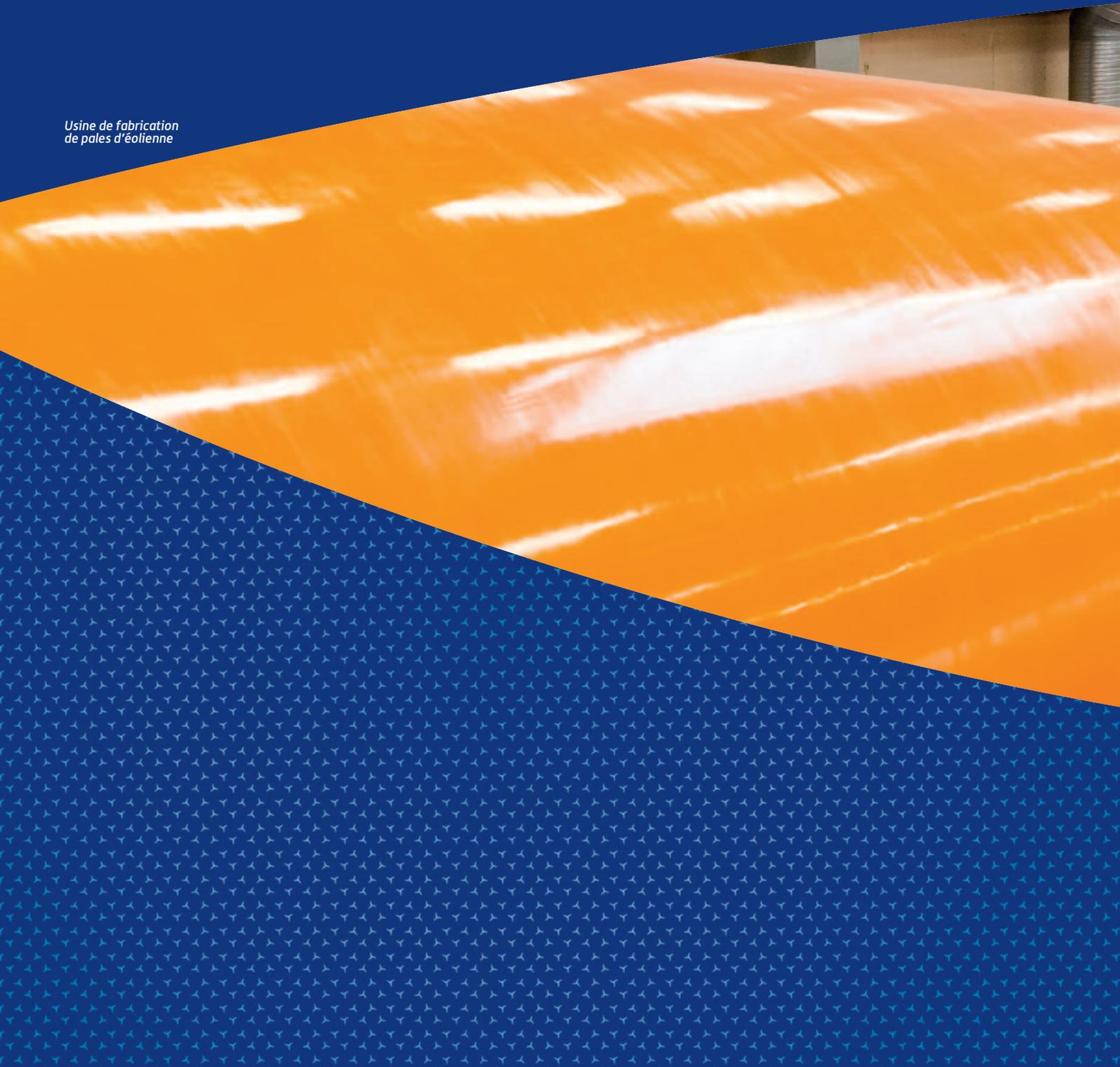
FOCUS Déroutement de la procédure d'appel d'offres pour les installations de production d'électricité

- >> Le ministre en charge de l'énergie établit les conditions de l'appel d'offres.
- >> Il transmet les conditions de l'appel d'offres à la Commission de régulation de l'énergie (CRE).
- >> La CRE remet dans un délai d'un à six mois une proposition de rédaction de cahier des charges soumise au ministre.
- >> Le ministre lance l'appel d'offres, qui est publié au Journal Officiel de l'Union Européenne (JOUE), sur la base du cahier des charges qu'il a approuvé. Le délai d'envoi des dossiers de candidature à l'appel d'offres ne peut être inférieur à six mois.
- >> Après réception des offres, la CRE instruit les dossiers reçus dans un délai qui ne peut dépasser six mois et transmet les résultats de son évaluation au ministre.
- >> Le ministre prend sa décision sur la base de l'avis rendu par la CRE.

>> SYNTHÈSE

L'éolien en mer représente un marché en plein essor et créateur d'emplois. Cette énergie, comme l'ensemble des énergies renouvelables, tient une place importante dans la politique énergétique de l'Europe, qui vise à relever les trois défis majeurs du développement durable, de la sécurité d'approvisionnement énergétique et de la compétitivité. L'éolien en mer est déjà développé dans plusieurs pays. Il pourrait couvrir 4 % de la demande d'électricité en Europe en 2020 et 14 % en 2030. La France s'est, pour sa part, fixé un objectif de 6 000 mégawatts éoliens en mer en 2020, qui permettront de produire près de 3,5 % de la consommation française d'électricité. Le projet de Saint-Nazaire fait partie des offres retenues par l'État dans le cadre de l'appel d'offres lancé pour développer des parcs éoliens sur les côtes de la Manche et de l'Atlantique et pour créer une filière industrielle française de l'éolien en mer.

*Usine de fabrication
de pales d'éolienne*



2 < LES CARACTÉRISTIQUES DU PROJET



Issu de plusieurs années de concertation avec les acteurs du territoire concernés, le projet de parc éolien au large de Saint-Nazaire est situé à l'écart des zones de pêche les plus pratiquées. Avec 80 éoliennes de 6 mégawatts chacune, distantes d'environ un kilomètre les unes des autres, sa production annuelle serait de 1 735 gigawattheures. Il serait raccordé par des câbles sous-marins au réseau électrique national. Les éoliennes seraient fabriquées par Alstom à Saint-Nazaire et Cherbourg et une base de maintenance est prévue dans le port de La Turballe.

LE CHEMINEMENT VERS LE PROJET PROPOSÉ

Le projet de parc éolien en mer, tel qu'envisagé aujourd'hui et issu de l'appel d'offres gouvernemental, résulte d'un travail engagé depuis 2008 afin de prendre en compte au mieux les spécificités du territoire.

L'IDENTIFICATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Début 2009, le maître d'ouvrage a réalisé un pré-diagnostic afin de repérer les zones où l'implantation d'un parc éolien en mer serait possible. Il s'agissait alors de :

- ▶ **préciser les caractéristiques physiques de l'espace maritime** (importance du gisement éolien, profondeur, nature du sol, proximité du réseau électrique, etc.) déterminantes pour la faisabilité technique et financière d'un projet ;
- ▶ **anticiper d'éventuels conflits d'usage** - activités de pêche, sécurité en mer, trafic commercial et touristique, zones à usage militaire, présence d'autres projets - en vue de favoriser l'acceptabilité du projet par tous les acteurs locaux ;
- ▶ **recenser les enjeux environnementaux et paysagers** (ZNIEFF³³, Natura 2000³⁴, ZICO³⁵, proximité de la côte...) pour intégrer au mieux le projet dans son milieu ;
- ▶ **répertorier les enjeux géo-maritimes au large des Pays de la Loire** : câbles et explosifs immergés, servitudes radar (météorologiques, militaires, Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage...).

Sans être exhaustives, les informations recueillies ont permis d'identifier en Loire-Atlantique une zone située au large du Croisic incluant le Banc de Guérande. Ce bilan synthétique des enjeux humains, environnementaux et paysagers a servi de base aux actions de concertation engagées dès 2009.

33 Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique, cet inventaire vise la connaissance permanente aussi exhaustive que possible des espaces naturels, terrestres et marins, dont l'intérêt repose soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème soit sur la présence d'espèces de plantes ou d'animaux rares et menacées.

34 Ensemble de sites naturels européens, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales, et de leurs habitats.

35 Zone importante pour la conservation des oiseaux, cet inventaire vise à recenser les zones les plus favorables pour la conservation des oiseaux sauvages jugés d'importance communautaire.

LA COLLABORATION AVEC LES ACTEURS DU TERRITOIRE

Si les paramètres techniques, réglementaires et économiques sont primordiaux pour la faisabilité d'un parc éolien en mer, il est tout aussi essentiel pour construire un projet équilibré de prendre en compte les différentes sensibilités exprimées à l'échelle des territoires locaux, au regard des questions écologiques, paysagères et socio-économiques.

Des consultations ont donc été menées auprès des marins pêcheurs, des collectivités, des associations, des usagers de la mer et des services de l'État, aux niveaux local, départemental et régional. Les échanges et le dialogue qui ont eu lieu lors des nombreuses rencontres organisées pendant trois ans avec les acteurs du territoire, ont permis de préciser les grands enjeux sur la zone d'étude ou à proximité, de prendre en compte les différentes sensibilités et de définir les conditions optimales d'implantation du projet de parc éolien en mer au regard des particularités locales.

La proximité du bassin d'emploi de Saint-Nazaire, de forte culture industrielle, a été prise en compte très en amont du projet. Le maître d'ouvrage s'est attaché à impliquer les industries locales dans le développement du projet à travers plusieurs consultations et de nombreuses réunions. Il est prévu de créer deux usines Alstom sur le port de Saint-Nazaire pour fabriquer certains composants clés des éoliennes (génératrice³⁶ et nacelle³⁷) et d'aménager une base à La Turballe pour la maintenance du parc éolien en mer.

36 Partie intégrée de la nacelle qui transforme l'énergie mécanique du vent en électricité

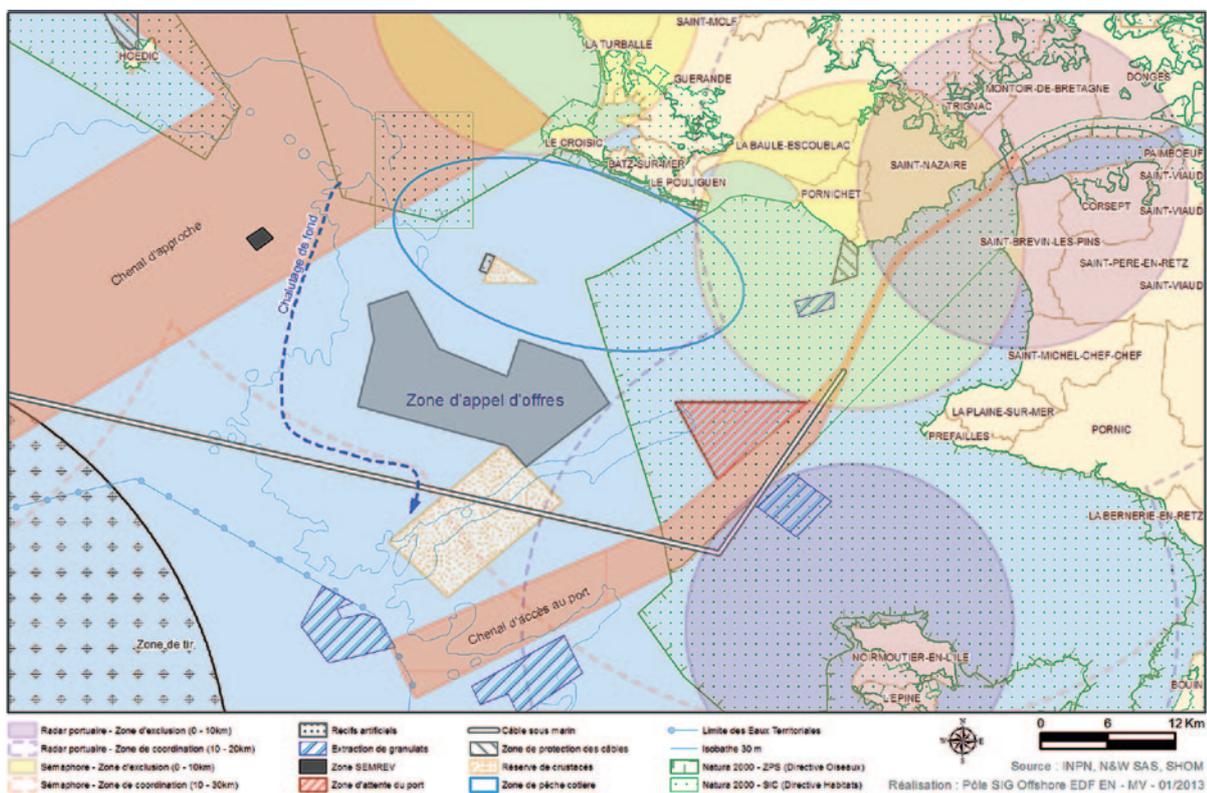
37 Partie de l'éolienne située derrière le rotor comprenant la génératrice et de l'ensemble des équipements associés. La nacelle est mobile sur l'axe du mât, elle s'oriente face au vent.

Des échanges réguliers ont été menés avec les professionnels de la pêche via leurs comités. Une mission d'étude au Danemark a eu lieu en octobre 2010 avec les représentants de la profession. Une compréhension mutuelle s'est installée, qui a permis progressivement de concevoir un projet respectant les enjeux de la pêche professionnelle et de signer des conventions de collaboration avec les pêcheurs dans le cadre du développement, de la construction et de l'exploitation du projet.

Le maître d'ouvrage a engagé en 2010 un programme précis d'études environnementales incluant les deux zones Natura 2000 à proximité du site. Il a mandaté à cet effet des experts reconnus, comme la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) et Bretagne vivante.

Le maître d'ouvrage a cherché à limiter l'emprise du parc et à réduire sa visibilité sur la ligne d'horizon. L'implantation d'un parc éolien en mer est de nature à attirer de nouveaux visiteurs, permettant d'améliorer ainsi l'exploitation des infrastructures touristiques existantes et constituer un facteur de développement pour de nouvelles offres touristiques.

Carte des enjeux identifiés pour la zone d'étude



LES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET

LES COMPOSANTS D'UN PARC ÉOLIEN EN MER

Un parc éolien en mer comprend les groupes de composants suivants (dans l'ordre de leur installation) :

1. Un poste électrique en mer vers lequel convergent tous les câbles électriques des éoliennes. Il enferme les équipements de transformation de tension (de 33 000 à 225 000 volts) et de comptage de l'énergie produite. Il constitue le point de départ du raccordement au réseau public de transport d'électricité dont RTE est le maître d'ouvrage (cf. document RTE).
2. Une fondation pour chaque éolienne qui en assure le support et la stabilité. Elle doit pouvoir résister aux efforts extrêmes du vent, de la houle et des courants marins. Plusieurs types – gravitaire, jacket, monopieu – dont le choix dépend des caractéristiques de l'éolienne et du site (hauteur d'eau, houle, courant, sous-sol) peuvent être utilisés.

3. Des câbles électriques inter-éoliennes qui permettent de raccorder les éoliennes entre elles et au poste électrique en mer, chaque câble raccordant plusieurs éoliennes. Ils peuvent être protégés de diverses manières selon la nature et le relief du fond marin.

4. Une éolienne qui est fixée sur chaque fondation, constitue la source de production d'électricité.

LES COMPOSANTS DU PARC ÉOLIEN DE SAINT-NAZAIRE

1. Le poste électrique en mer est installé en premier. Il est assemblé à terre dans un port. Il tient sur une fondation de type « jacket ». Les moyens utilisés pour son installation sont très différents de ceux employés pour installer les autres composants du parc. La fondation métallique pesant environ 1000 tonnes et la structure supérieure avec les équipements environ 2000 tonnes, il faut des moyens uniques d'intervention à programmer longtemps à l'avance – navire dédié - et des conditions optimales d'intervention.

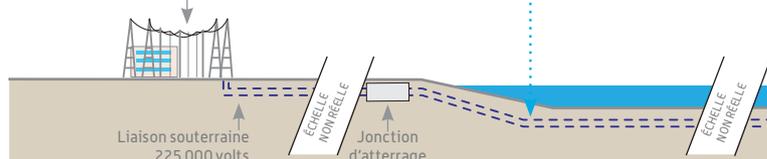
2. Les fondations sont ensuite mises en place. Sur la base des résultats des sondages géologiques effectués, la fondation de type monopieu est proposée pour le parc éolien marin au large de Saint-Nazaire. Des sondages complémentaires doivent être effectués à partir de 2013 pour confirmer ce choix. Les monopieux seraient d'environ 7 mètres de diamètre, de 50 à 150 mm d'épaisseur et enfoncés à une profondeur moyenne de 25 mètres dans le sous-sol marin. En 2011, trois carottages de 40 mètres de profondeur ont été réalisés pour mieux identifier les caractéristiques du sous-sol calcaire et pouvoir déterminer le type et le dimensionnement des fondations. D'autres forages sont prévus en 2013 et 2014 pour affiner la connaissance du sous-sol marin.

3. Le câblage électrique reliant les éoliennes entre elles et au poste électrique en mer est installé avec des bateaux spéciaux comportant de grands tourets hori-

Raccordement électrique

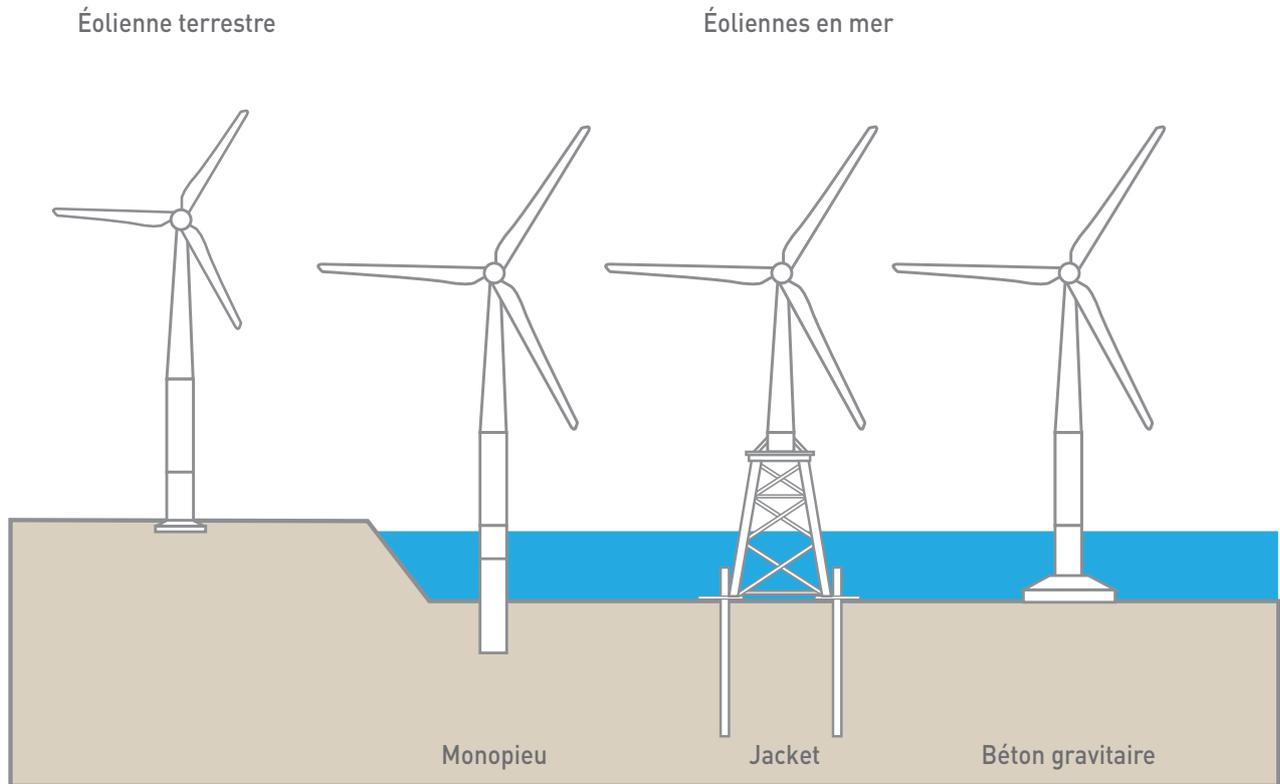


Raccordement entre les postes électriques de CORDEMAIS et PONTCHÂTEAU



Principaux éléments d'un parc éolien en mer

Principaux types de fondation utilisés pour les éoliennes en mer



Fondation monopieu : constituée d'un pieu en acier de grand diamètre enfoncé à plusieurs dizaines de mètres dans le sous-sol marin.

Fondation gravitaire : constituée d'une structure de béton armé remplie de ballast, posée sur le sol marin et dont la masse permet d'assurer la stabilité des éoliennes.

Fondation jacket : constituée d'une structure tubulaire en treillis métallique reposant sur 4 pieux de faible diamètre ancrés.

EWEA

Fondations des éoliennes



Câbles inter-éoliennes



Éoliennes composées d'une nacelle, de trois pales et d'un mât

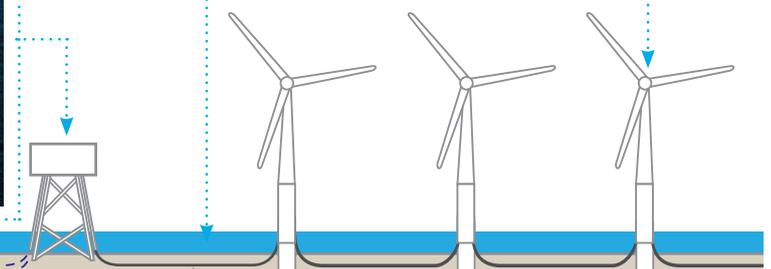


Poste électrique en mer

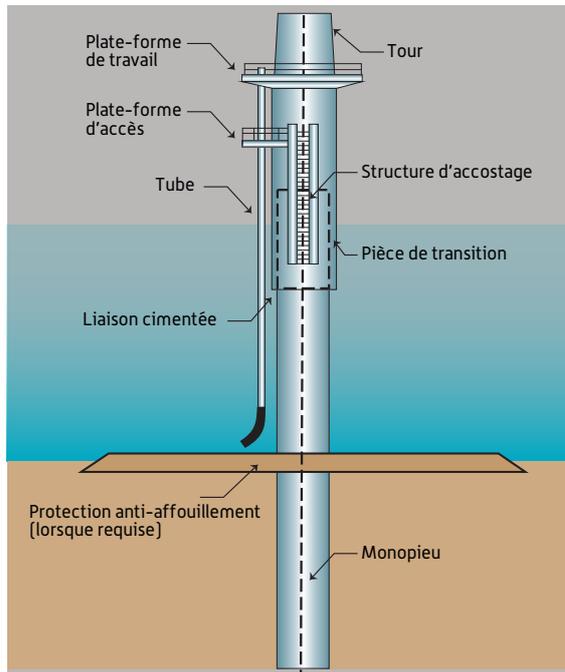


Liaison sous-marine
225 000 volts

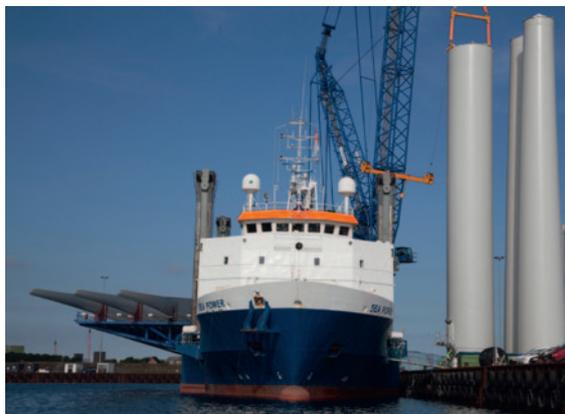
Liaison sous-marine
33 000 volts



Principaux éléments d'une fondation par monopieu



Navire d'installation



Inspection d'une carotte de forage³⁸



En 2011, trois carottages de 40 mètres de profondeur ont été réalisés afin de mieux identifier les caractéristiques du sous-sol calcaire et de pouvoir déterminer le type et le dimensionnement des fondations des éoliennes. D'autres forages sont prévus en 2013 et 2014 pour affiner la connaissance du sous-sol marin.

38 Une carotte de forage est l'échantillon du sous-sol terrestre ou marin obtenu à l'aide d'un tube appelé carottier que l'on fait pénétrer dans le sous-sol.

zontaux qui déroulent le câble au fur et à mesure de la mise en place. Chaque câble est amené dans la partie haute de la fondation d'où il repartira pour raccorder l'éolienne suivante.

Les câbles électriques doivent être protégés à la fois pour garantir leur intégrité contre les agressions potentielles (engins de pêche, ancrs, courants...) et pour assurer la sécurité des usagers de la mer. L'expérience montre que la meilleure solution est de les enfouir dans le sol marin (l'ensouillement³⁹). **Partout où cela sera possible, les câbles reliant les éoliennes au poste électrique en mer comme ceux les reliant entre elles seront ensouillés**, à la profondeur appropriée. Ils seront protégés là où l'ensouillement serait impossible.

Le plan de câblage suit majoritairement le sens des lignes d'éoliennes, c'est-à-dire le sens du courant marin, afin d'éviter le risque de dés-ensouillement et, le cas échéant, d'assurer dans les meilleures conditions possibles la sécurité de l'activité de pêche professionnelle à l'intérieur du parc.

L'installation électrique doit être opérationnelle dès la mise en place des éoliennes pour permettre un raccordement et une production immédiats.

4. En partie assemblées, les 80 éoliennes seront acheminées sur le site par des navires d'installation spécialement équipés pour en embarquer plusieurs à la fois et assurer la cadence de montage dans les fenêtres météorologiques favorables. Lorsqu'une éolienne est montée, une équipe de test et de finition de montage est mobilisée, de façon à pouvoir la raccorder au réseau par l'intermédiaire du câble inter-éoliennes, du poste électrique et du câble haute tension connecté au réseau à terre.

L'éolienne proposée pour le projet est une Alstom Haliade de nouvelle génération. Sa capacité de 6 mégawatts en fait une des éoliennes les plus puissantes du marché. Elle permet de réduire l'emprise au sol du parc éolien en mer pour une puissance totale équivalente. À titre de comparaison, en moyenne la puissance des éoliennes installées en mer en Europe en 2011 était de 3,6 mégawatts.

³⁹ Action qui consiste à enfouir les câbles électriques dans les sédiments marins.

Première éolienne Alstom Haliade 6MW installée en Loire-Atlantique



Alstom

FOCUS

Raccordement au réseau public

Le parc éolien offshore de Saint-Nazaire sera raccordé au réseau public de transport d'électricité par l'intermédiaire d'un poste électrique en mer unique comprenant les équipements de transformation et de comptage de l'énergie délivrée par les éoliennes.

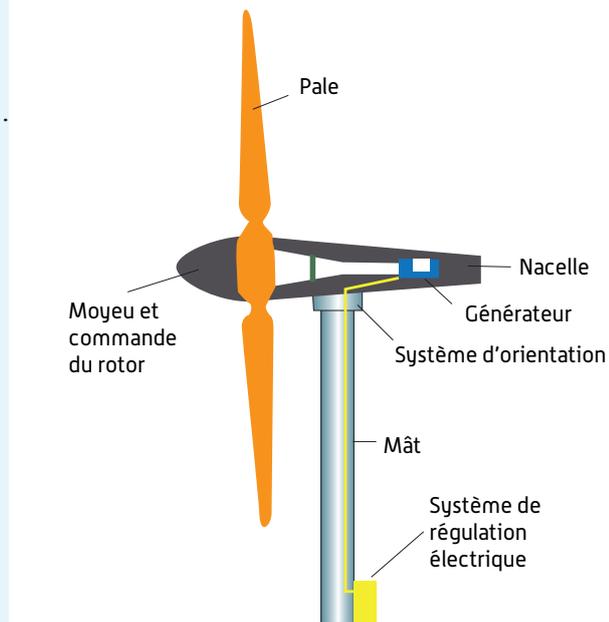
Le poste électrique en mer se présente comme une structure métallique fermée, conçue pour l'ensemble de la durée de vie du parc éolien. Cet ensemble repose sur une plateforme et une structure de fondation de type jacket. À bord de la plateforme se trouve un groupe électrogène, avec une réserve de carburant pour sept jours. Ce carburant est le seul liquide inflammable présent sur la plateforme, ce qui confère à l'installation le caractère de « zone dangereuse ». La plateforme est dotée d'un système permettant d'écouler les eaux pluviales sans pollution du milieu marin. Elle comporte des systèmes de rétention et de séparation des huiles et des eaux polluées afin de préserver le milieu marin de toute fuite éventuelle et pollution.

FOCUS
Principales caractéristiques de l'éolienne Alstom Haliade 6 mégawatts produite en 2012

- >> Puissance électrique unitaire : 6 mégawatts ;
- >> Hauteur de la nacelle : 100 mètres environ ;
- >> Longueur d'une pale : 73,5 mètres ;
- >> Hauteur en bout de pale : 175 mètres ;
- >> Technologie « Pure Torque™* » : technologie brevetée permettant un report des efforts mécaniques indésirables du vent vers le mât de l'éolienne ;
- >> Technologie à entraînement direct (sans multiplicateur) avec un alternateur à aimants permanents* assurant une meilleure fiabilité.

Masse des composants :

- >> Pale : 32,5 tonnes chacune
- >> Nacelle avec génératrice : 360 tonnes
- >> Mât : 400 tonnes



Évolution de la puissance unitaire des éoliennes installées en mer par année

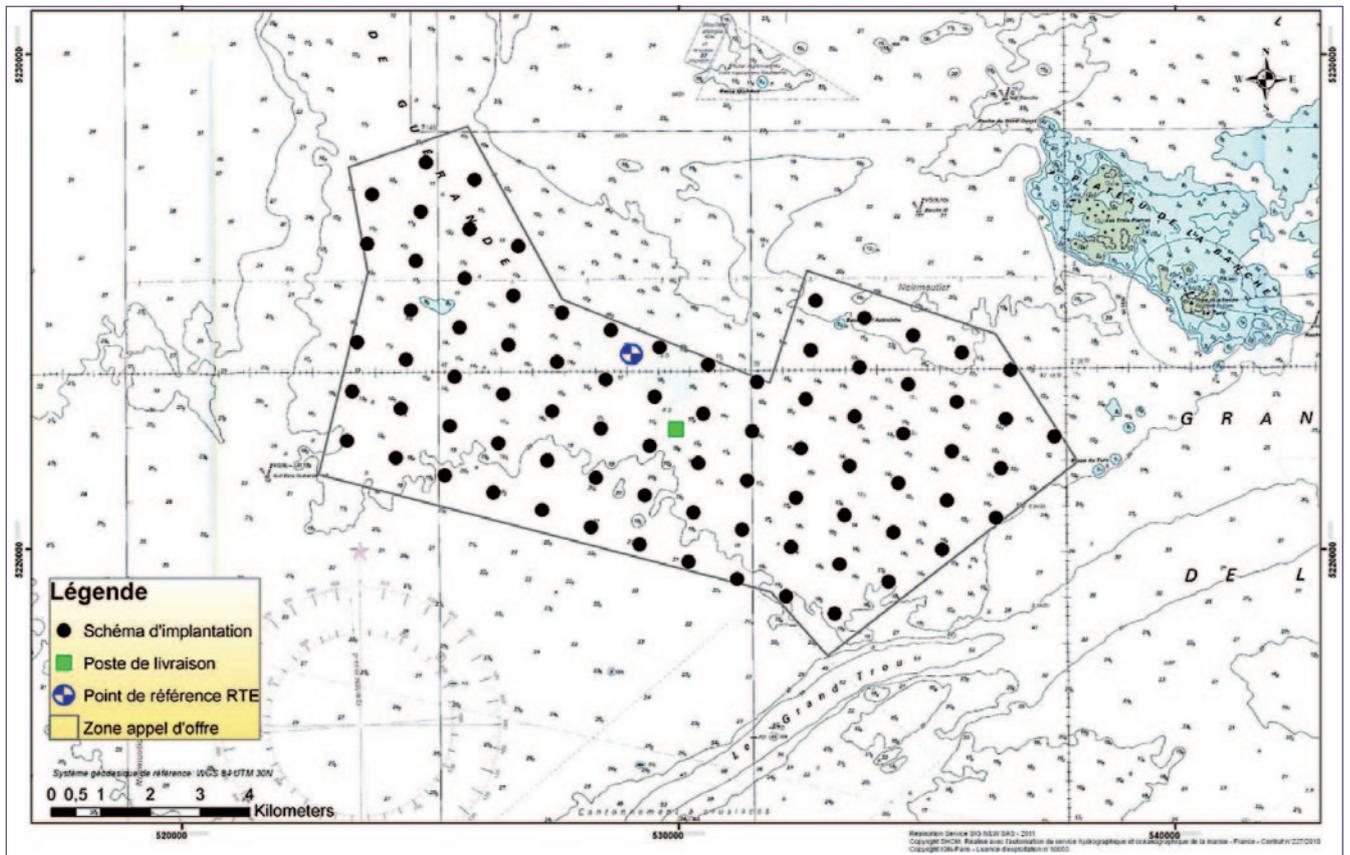
(puissance unitaire en mégawatts)



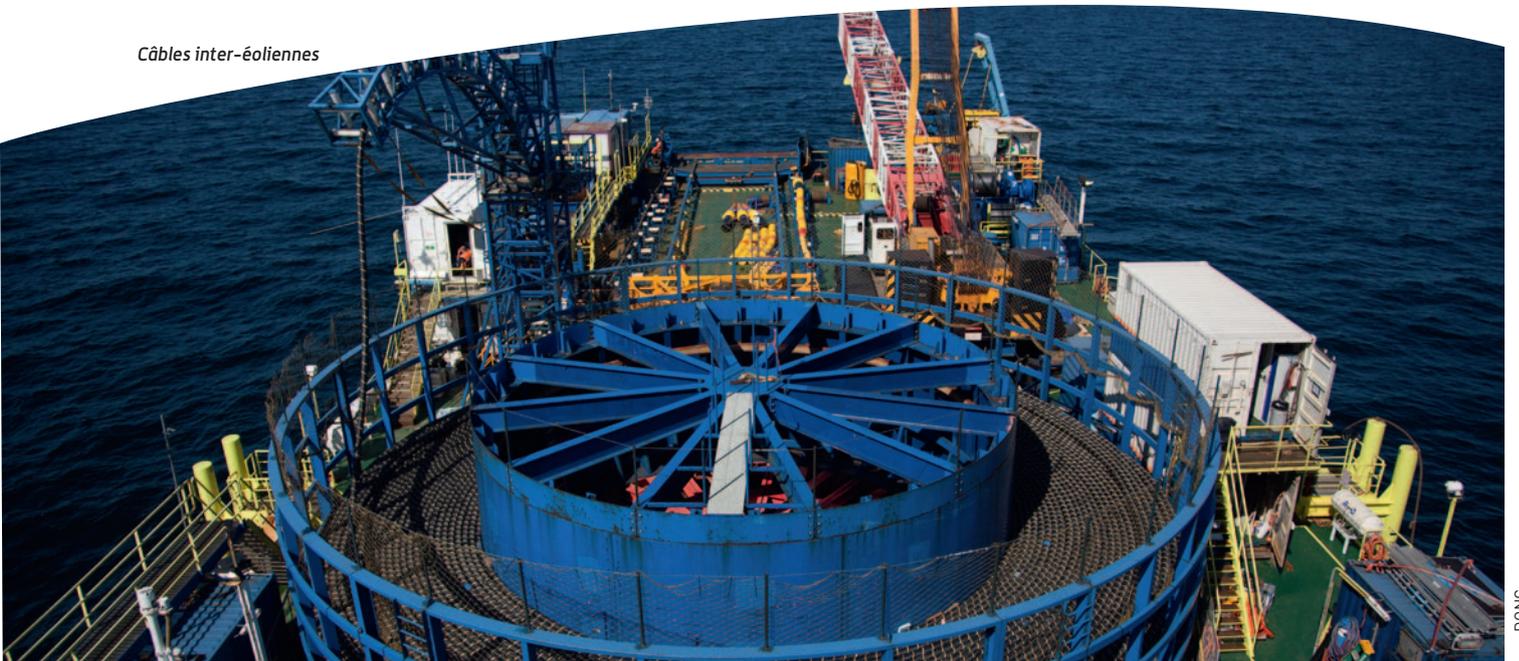
Il est prévu de fabriquer l'éolienne Alstom Haliade en France dans des usines construites à Saint-Nazaire (génératrices et nacelles) et à Cherbourg (pales et mâts).

Avant d'être produite en série, l'éolienne Alstom Haliade doit être testée à terre et en mer. La première Haliade a été installée en mars 2012 au Carnet en Loire-Atlantique, non loin de Saint-Nazaire. Elle comporte une sous-structure de 24 mètres (le jacket), installée sur des piliers et un mât de 73 mètres de haut. La nacelle culmine à 100 mètres du sol. L'éolienne et sa structure de support pèsent 1 500 tonnes. Le site du Carnet a été retenu pour effectuer les tests compte tenu de ses caractéristiques proches de celles du milieu marin. Les tests en cours permettent d'affiner les performances de l'éolienne avant la phase de production en série. Des mesures doivent également être faites sur l'ensemble des composants en fonctionnement. Elles permettront également d'obtenir la certification de l'éolienne.

Plan proposé pour l'implantation des éoliennes du projet



Câbles inter-éoliennes



Une deuxième éolienne doit être installée au premier trimestre 2013 en Mer du Nord (Belgique) pour recueillir des données sur son comportement dans les conditions réelles de fonctionnement en mer.

UNE EMPRISE RESTREINTE SUR LE DOMAINE MARITIME

Selon le cahier des charges de l'appel d'offres gouvernemental, les projets soumis devaient être d'une puissance comprise entre 420 et 750 mégawatts au sein d'une zone de 78 km² de superficie.

Le projet proposé par le maître d'ouvrage comprend 80 éoliennes Alstom Haliade de 6 mégawatts, pour une puissance totale de 480 mégawatts, inférieure de 36 % au maximum prévu par l'État : la densité des machines s'en trouve ainsi limitée, ce qui contribue au respect des usages de la mer, de la sécurité maritime, et de l'environnement.

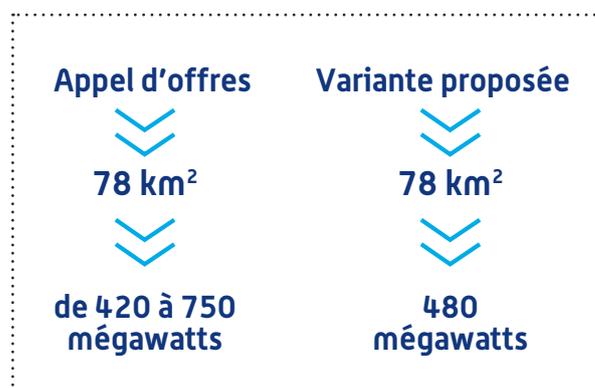
Le maître d'ouvrage propose un projet de 7 lignes distantes de 960 mètres l'une de l'autre. Sur ces lignes, les éoliennes sont espacées entre elles de 950 mètres.

L'aménagement proposé permet :

- ▶ de restreindre l'emprise du projet sur le domaine public maritime, afin de limiter les impacts sur les usages et l'environnement ;
- ▶ de suivre les recommandations des acteurs locaux relatives à la pêche et au paysage ;

▶ d'assurer de bonnes conditions de sécurité maritime dans le parc et aux alentours, par l'alignement des éoliennes dans le sens des courants et le choix d'une forme régulière pour les limites du parc ;

▶ de conserver un espacement suffisant entre deux éoliennes pour limiter les perturbations de vent (appelées « effet de sillage ») et optimiser la production électrique.



FOCUS Effet de sillage

L'effet de sillage pour le vent peut être comparé à la trajectoire de l'eau dans une rivière qui se reforme après avoir rencontré un obstacle. Les éoliennes en rotation génèrent des turbulences aérodynamiques reprises par les éoliennes situées en aval sous leur vent, diminuant ainsi leur production. Plus la distance entre les éoliennes est importante et plus cet effet est atténué.

LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ATTENDUE

L'ÉNERGIE DU VENT TRANSFORMÉE EN ÉLECTRICITÉ

Sous l'effet du vent, le rotor⁴⁰, formé de trois pales fixé au moyeu⁴¹ de l'éolienne, tourne à une vitesse de 4 à 12 tours par minute.

Le rotor entraîne l'axe principal de l'éolienne, solidaire de l'alternateur qui produit alors un courant alternatif de fréquence variable, qui est transformé en courant continu grâce à un convertisseur⁴²; il est retransformé par un second convertisseur en courant alternatif à la fréquence du réseau (50 hertz). Sa tension originelle de 900 volts est ensuite élevée à 33 000 volts par un transformateur⁴³ situé à l'intérieur du mât. Ce courant électrique est alors acheminé par câble jusqu'à la sous-station qui élèvera sa tension à 225 000 volts avant de l'injecter sur le réseau de transport d'électricité.

40 Partie mobile de l'éolienne composée des pales et du moyeu.

41 Partie centrale sur laquelle sont fixées les trois pales de l'éolienne.

42 Dispositif permettant de changer la forme de l'énergie électrique (par exemple de courant alternatif en courant continu).

43 Equipement permettant de modifier les valeurs de tension d'un courant alternatif.

Vue de la nacelle d'une éolienne
Alstom Haliade 150 - 6 MW

LES ÉOLIENNES FONCTIONNENT AVEC DES VENTS DE 10 À 90 KM/HEURE

L'éolienne est conçue pour fonctionner avec des vitesses de vent comprises entre 3 et 25 mètres par seconde (de 10 à 90 km/h). Elle fonctionne à pleine puissance à partir de 12 mètres par seconde (45 km/h). Un anémomètre fixé sur la nacelle mesure constamment la force du vent. **Au-delà de 90 km/h, pour des raisons de sécurité, les pales de l'éolienne tournent autour de leur axe pour offrir la moindre résistance au vent et s'arrêtent de fonctionner.** Ses pales constituent des freins aérodynamiques mais chaque éolienne dispose également d'un verrou hydraulique qui peut être actionné pour des raisons de sécurité ou de maintenance. Le rotor est positionné face au vent; sa commande est actionnée par une girouette fonctionnant en permanence.

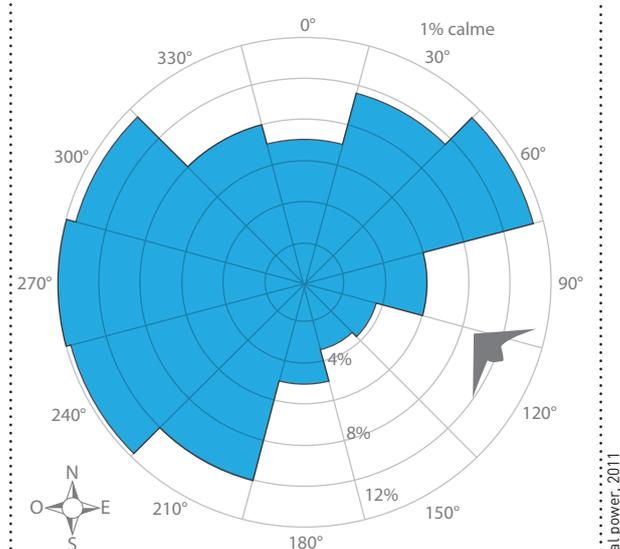


UNE PRODUCTION ÉLECTRIQUE DE 1 735 GIGAWATTHEURES PAR AN

Les éoliennes en mer du projet produiront en moyenne autant d'électricité que si elles fonctionnaient à pleine puissance pendant plus de 40 % du temps. La puissance électrique délivrée par une éolienne est fonction de ses caractéristiques et de la vitesse du vent. Les éoliennes en mer bénéficient de vents plus réguliers et plus forts que les éoliennes terrestres. Cet avantage s'exprime au travers du facteur de charge annuel moyen, rapport entre la production électrique sur une année et celle qui serait produite durant cette même période si l'éolienne fonctionnait en permanence au niveau maximal de sa puissance. Le facteur de charge annuel moyen des éoliennes terrestres en France s'établit aujourd'hui à 23 %. **Les éoliennes du projet auront un facteur de charge annuel moyen de plus de 40 %.**

D'après les données météorologiques, le vent de Sud-Ouest dominant sur le secteur, est le plus fréquent et le plus énergétique. Sa vitesse moyenne y étant estimée à 8,5 mètres par seconde (30,6 km/h), la production annuelle d'électricité éolienne du parc au large de Saint-Nazaire serait de l'ordre de 1 735 gigawatt-heures par an ce qui représenterait la consommation électrique annuelle moyenne de plus de 700 000 personnes.

Rose des vents du projet de Saint-Nazaire à hauteur de moyeu



LES ÉTAPES DU PROJET



LE CALENDRIER PRÉVISIONNEL

Le calendrier a été défini dans l'objectif d'une mise en service progressive du parc éolien au large de Saint-Nazaire entre 2018 et 2020, conformément aux exigences de l'appel d'offres gouvernemental.

AVRIL 2012 - OCTOBRE 2013 : LEVÉE DES RISQUES

Le cahier des charges de l'appel d'offres a prévu une phase dite de « levée des risques » de 18 mois à compter de la notification du choix du lauréat (soit du 23 avril 2012 au 23 octobre 2013). Cette phase doit permettre d'identifier les risques de non-réalisation du projet ou de retard dans sa mise en service. Le maître d'ouvrage réalise à cet effet des études pour confirmer le bien-fondé de ses choix techniques et préciser notamment le dimensionnement des fondations des éoliennes. Il s'agit en particulier :

- » des études sur la profondeur d'eau, le relief et la nature des fonds marins de la zone afin de déterminer les options techniques pour les fondations des éoliennes et pour les câbles électriques ;
- » des études océanographiques et météorologiques nécessaires à la réalisation des ouvrages et permettant d'évaluer la production d'électricité des installations ;
- » de l'étude sur les moyens de surveillance de la navigation maritime au sein et à proximité du parc ;
- » des premiers résultats des études environnementales engagées ;
- » de l'avancement des études d'impact socio-économique du projet.

MARS - JUILLET 2013 : DÉBAT PUBLIC

OCTOBRE 2013 - MI 2015 : DÉCISION SUR LE PROJET ET DEMANDES D'AUTORISATIONS

Si le maître d'ouvrage décide de poursuivre le projet à l'issue du débat public, il déposera les demandes d'autorisations nécessaires à sa réalisation (cf. annexe), parmi lesquelles, une demande de concession d'utilisation du domaine public maritime, attribuée pour une durée maximale de 30 ans.

L'enquête publique pourrait avoir lieu en 2014 et, selon le calendrier initial défini par l'État, les autorisations pourraient être délivrées entre l'été 2014 et l'été 2015. La conception détaillée du projet sera réalisée en parallèle ; le plan industriel et le plan de formation seront mis en place. Sous réserve de l'obtention des autorisations, le maître d'ouvrage prendrait sa décision finale d'investissement en 2015.

Un mât de mesure pourrait être installé en mer, en vue d'améliorer la connaissance du gisement de vent sur la zone. La décision relative à l'installation de ce mât sera prise au premier trimestre 2013. La demande d'autorisation pour l'installation de ce mât serait alors déposée également au premier trimestre 2013.

2015 - 2020 : CONSTRUCTION DU PARC ÉOLIEN AU LARGE DE SAINT-NAZAIRE

Avant toute installation ou opération d'aménagement du parc éolien, le maître d'ouvrage devra disposer des autorisations nécessaires et d'une concession délivrée pour une durée maximale de 30 ans.

Les travaux à terre d'aménagement portuaire et de construction des équipements pourraient démarrer en 2015-2016, l'installation des fondations en 2017 et celle des éoliennes en mer en 2018. Suivant les exigences du cahier des charges, la mise en service du parc éolien est prévue par tranches successives : au plus tard 20 % de la puissance totale en 2018, 50 % en 2019 et la totalité en 2020. En cas de retard, des pénalités pourront être appliquées par l'État.

2018 - 2020 : DÉMARRAGE PROGRESSIF DE L'EXPLOITATION

L'exploitation du parc devrait démarrer progressivement dès 2018, pour une mise en service complète en 2020 (3 tranches seront mises en service successivement). La durée du contrat d'achat (par EDF) de l'électricité produite par le parc éolien, est fixée par le cahier des charges de l'appel d'offres à 20 ans à compter de la mise en service de chacune des tranches. Le maître d'ouvrage pourra, s'il le souhaite, continuer à exploiter le parc éolien au-delà de cette période par la vente de sa production sur le marché de l'électricité. S'il souhaite prolonger l'exploitation

au-delà de la durée initiale de la concession (30 ans au maximum), il devra en solliciter le renouvellement. À l'issue de la période d'exploitation, le parc éolien en mer sera démantelé et le site remis en état.

LES TRAVAUX PRÉPARATOIRES DU PROJET

Précédée de plusieurs aménagements à terre, l'installation du parc éolien en mer au large de Saint-Nazaire requiert au total 5 ans de travaux, de 2015 à 2020.

Ces travaux concernent aussi bien les usines de fabrication des éoliennes par Alstom, que les sites d'assemblage et de fabrication des autres composants du parc éolien.

Pour la levée des risques, il est prévu d'effectuer des relevés en mer et éventuellement dans les ports (des relevés bathymétriques⁴⁴, topologiques⁴⁵, géophysiques⁴⁶, magnétométriques⁴⁷ et sondages géotechniques⁴⁸). Les informations complémentaires apportées par ces travaux servent à la validation des choix techniques.

LES TRAVAUX PORTUAIRES

Il s'agit d'adapter les infrastructures portuaires aux besoins des futures usines Alstom et des zones prévues pour l'assemblage des éoliennes par le maître d'ouvrage. Dans les ports où sont envisagés la fabrication et l'assemblage des différents composants des éoliennes (nacelles, pales et mâts...) et des fondations, il est prévu de construire ou de renforcer des quais, d'étendre des infrastructures portuaires et de renforcer des souilles⁴⁹ portuaires afin de les adapter aux

44 Equivalent sous-marin de la topographie, c'est-à-dire description du relief sous-marin grâce aux mesures de profondeurs.

45 Etudes des lieux et de leurs propriétés (relief...)

46 Etude de la Terre par les méthodes de la physique.

47 Détection des anomalies du champ magnétique créées par la présence de masses de fer au fond de la mer (épaves, ancrages, câbles, ...).

48 Etude des propriétés physiques des sols par prélèvements dans le sol

49 Approfondissement d'une surface le long d'un quai pour permettre le stationnement d'un navire indépendamment de la marée ou tranchée réalisée sur les sédiments marins.

besoins du projet. Des barges autoélévatrices et des engins de terrassement sont utilisés à cet effet.

LES TRAVAUX PRÉPARATOIRES À LA MISE EN PLACE DES USINES DE FABRICATION ET DES SITES D'ASSEMBLAGE

Les différents composants d'un parc éolien - fondations, câbles électriques de puissance, poste électrique en mer, éoliennes elles-mêmes composées d'un mât en plusieurs sections, d'une nacelle et d'un rotor de trois pales – **sont des pièces lourdes et de grandes dimensions. Les sites retenus pour les fabriquer, les assembler et les stocker doivent donc être spécifiquement aménagés.**

Les travaux porteront sur la préparation, la remise en état et l'adaptation des surfaces capables, d'accueillir ces activités. Seront principalement employés des moyens de terrassement. Des systèmes de voiries et de réseaux seront ensuite installés.

FOCUS Les impacts environnementaux des aménagements portuaires

Les impacts environnementaux génériques de ces types d'opérations sont :

- >> Dragage : turbidité de l'eau, bruit sous-marin, gêne à la navigation,
- >> Extension des infrastructures portuaires : turbidité de l'eau, perturbation des espèces marines situées à proximité, gêne des activités connexes terrestres et maritimes, changement de la perspective paysagère,
- >> Construction des usines : circulation des engins de chantier, poussières, changement de la perspective paysagère,
- >> Travaux de renforcement ou d'extension de quai : bruit aérien en cas de dérochage ou de travaux de battage, gêne au débarquement des navires de pêche ou de commerce, risques de pollution accidentelle par les engins de chantier.

Ces aménagements feront l'objet d'évaluations environnementales, notamment au titre du Code de l'environnement.

LA MISE EN PLACE DES USINES DE FABRICATION ET DES SITES D'ASSEMBLAGE

Les opérations de fabrication et d'assemblage des composants du parc éolien consisteront à recevoir les matières premières et/ou les composants, les transformer, les assembler, les tester et les stocker jusqu'à leur chargement sur les navires de transport et d'installation en mer qui les achemineront soit vers un autre site d'assemblage ou de chargement soit directement vers le site d'installation en mer.

Les usines seront équipées de moyens de maintenance tels que des grues, des chariots élévateurs, des ponts roulants, d'équipements de transformation et d'assemblage d'acier (roulage, coupage, soudage...). Si nécessaire, des moyens nautiques (barges et remorqueurs) pourraient aussi être utilisés pour stocker des éléments avant leur transport vers le site d'installation en mer.

LES ÉQUIPEMENTS NÉCESSAIRES À L'INSTALLATION EN MER ET LA MISE EN SERVICE DU PARC

L'installation et la mise en service de l'ensemble des éléments d'un parc éolien – fondations, éoliennes, poste électrique en mer et câbles – requièrent des équipements spécifiques, dont des moyens nautiques tels que des navires autoélévateurs, des navires de pose et d'ensoulement de câbles électriques, des navires avec des capacités de levage de plusieurs milliers de tonnes. Des petits navires de transport de personnel sont également nécessaires dès le démarrage du chantier.

Port d'assemblage du parc d'Anholt au Danemark



DONG

FOCUS

Caractéristiques types d'un navire d'installation d'éoliennes

- >> Longueur: 150 mètres.
- >> Largeur: 45 mètres.
- >> Une grue de capacité d'environ 1 200 tonnes.
- >> Système auto-élévateur pouvant surélever le navire au-dessus de l'eau pour s'affranchir des mouvements de la mer à une profondeur d'eau de 30 mètres ou plus.
- >> Capacité de chargement: 7 000 tonnes.



DONG

FOCUS

Méthode d'installation des éoliennes

Les éoliennes sont assemblées sur le quai de chargement où vient s'amarrer le navire d'installation. Il peut y avoir entre trois et sept parties suivant la méthode d'installation retenue. Le chargement des différents éléments se fait par levage ou par roulage selon la pièce à charger et les facilités à disposition.

En fonction des capacités du navire, quatre à six éoliennes peuvent être acheminées par voyage, sécurisées de manière à résister aux aléas du transport.

Une fois arrivé sur site, le navire s'auto-élèvera sur ses jambes, de 10 à 20 mètres au-dessus de l'eau, afin de se soustraire aux conditions de mer. Les opérations de levage commenceront par l'installation du mât de l'éolienne puis de la nacelle et de son rotor et enfin des pales. Le navire se remettra en position de navigation et se déplacera à l'éolienne suivante pour renouveler l'opération.

L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE

Fort d'un important savoir-faire dans la réalisation et l'exploitation de parcs éolien à terre comme en mer, le maître d'ouvrage fonde sa stratégie d'exploitation et de maintenance sur trois axes principaux : l'identification et la maîtrise des risques (qualité, santé, sécurité, environnement), l'optimisation continue de la production et la maîtrise des coûts.

CRÉATION D'UN CENTRE DE SUPERVISION DE L'EXPLOITATION

Un centre d'exploitation sera créé et appelé à fonctionner en continu 24h/24 et 7j/7, en lien avec l'ingénierie et la maintenance pour optimiser la planification des interventions. Ce centre permettra d'assurer la supervision de plusieurs parcs éoliens en mer. Sa localisation n'est à ce jour pas encore fixée et nécessite la réalisation d'études technico-économiques complémentaires. Les équipes de supervision disposeront en permanence de toutes les données relatives aux éoliennes. Elles seront en charge de la surveillance du parc, des premières analyses d'un incident, du contrôle d'accès aux éoliennes et de la coordination des interventions.



CRÉATION D'UNE BASE DE MAINTENANCE SUR LE PORT DE LA TURBALLE

La base de maintenance est prévue sur le port de La Turballe, à proximité immédiate du parc de Saint-Nazaire, avec des équipes de maintenance corrective qui ont pour mission première d'organiser les interventions sur les éoliennes en fonction des conditions météorologiques. **Ces équipes sont aussi en charge de la maintenance préventive.** Elles auront à gérer les interventions et le transport en mer ainsi que la gestion, l'administration et le support technique, relatifs aux activités en mer.

Il est envisagé d'amarrer les navires utilisés pour transférer le personnel près de la base de maintenance. Plusieurs types, (monocoques, catamarans...) capables de transporter 12 passagers et environ 4 tonnes de charge utile, sont à l'étude. D'une vitesse moyenne de 20 nœuds, ils pourront atteindre chaque éolienne du parc en une heure environ depuis la Turballe.

En cas de mauvais temps rendant impossible le transfert par navire, des hélicoptères d'une capacité de 3 à 5 passagers pourront être utilisés, si la visibilité le permet. Le transfert des techniciens de l'hélicoptère à l'éolienne sera assuré par treuillage sur la plateforme au-dessus de la nacelle.

Ces activités seront réalisées par une centaine d'ingénieurs, techniciens et marins.

MAINTENANCE PRÉVENTIVE

La **maintenance préventive** consiste à contrôler à échéances régulières les éoliennes pour garantir une disponibilité optimale. **Les opérations sont planifiées et réalisées selon les spécifications des fournisseurs** des composants de l'installation (éolienne, fondation, poste électrique, câbles). Elles incluent notamment : la lubrification des composants, l'inspection des matériels de sécurité, des équipements basse et haute tension et des capteurs⁵⁰, le remplacement des filtres et des consommables, la vérification du serrage au couple des éléments de fixation

⁵⁰ Dispositif transformant l'état d'une grandeur physique déterminée en signal.



DONG

de la structure. Le plan de maintenance spécifique d'une éolienne définit les opérations à réaliser et leur fréquence. Chaque opération est accompagnée d'une feuille d'instructions définissant les procédures à suivre.

Ces opérations ne nécessitent pas de moyens logistiques lourds. Elles sont réalisées une fois par an, avec une équipe de 6 personnes par éolienne pendant une durée moyenne de 5 jours de travail, soit 250 heures par éolienne environ. Par mesure de sécurité, les turbines sont arrêtées pendant les interventions (mais elles fonctionnent en dehors des plages horaires de travail des équipes). Afin d'optimiser les conditions de travail et de minimiser les pertes de production, celles-ci sont planifiées pendant les périodes de vent et de houle faibles (généralement au printemps et en été).

D'autres opérations de maintenance préventive, plus spécifiques, sont prévues tous les 2 à 5 ans pour quelques équipements, par exemple le remplacement des systèmes de refroidissement des convertisseurs, qui a lieu tous les 5 ans.

MAINTENANCE CORRECTIVE LÉGÈRE

La maintenance corrective légère correspond aux inspections de contrôle en cas de détection d'anomalie (température, vibrations, pression etc.) et à la réparation de pièces pouvant être manipulées à l'aide des grues d'une capacité de levage maximale de deux tonnes installées sur chaque éolienne (sur la plateforme de transition au bas de l'éolienne et dans la nacelle). Ces interventions nécessitent la présence de trois à quatre techniciens par éolienne mises à l'arrêt par mesure de sécurité.

MAINTENANCE CORRECTIVE LOURDE

La maintenance corrective lourde correspond au remplacement exceptionnel de composants majeurs d'un poids supérieur à 2 tonnes : pales, génératrice, roulements principaux, transformateur. Elle nécessite des moyens particuliers tels que des navires d'assistance ou des barges autoélévatrices équipées de grues de forte capacité. Ces opérations mobilisent jusqu'à dix techniciens pendant plusieurs dizaines d'heures en fonction du volume et du poids de la pièce à remplacer.

Navire doté de moyens de levage pour l'installation d'éoliennes en mer



DONG

LE DÉMANTÈLEMENT DU PARC

La concession d'utilisation du domaine public maritime est délivrée pour une durée maximale de 30 ans. Une prolongation de cette concession peut être demandée. À l'expiration de la concession, le titulaire doit remettre le site en état. **Dès la réalisation de l'étude d'impact sur l'environnement, le maître d'ouvrage établit un plan de démantèlement. Comme le prévoit la réglementation, il doit informer le préfet de sa décision de mettre fin à l'exploitation du parc au moins cinq ans à l'avance. Au plus tard deux ans avant la fin de l'exploitation, le maître d'ouvrage réalise une étude portant sur l'optimisation des conditions du démantèlement et de la remise en état du site, en tenant compte des enjeux liés à l'environnement,**

aux activités et à la sécurité maritime. Des montants sont provisionnés par le maître d'ouvrage pour couvrir le coût de ce plan de démantèlement. Tous les composants du parc éolien seront démontés et rapportés à terre en vue d'en réutiliser, recycler, ou éliminer les différents éléments. La nature et les techniques des opérations de démantèlement seront choisies de façon à minimiser les perturbations pour les espèces halieutiques⁵¹, les mammifères marins et les autres organismes aquatiques vivant au fond de la mer. **Les travaux de démantèlement devraient prendre 2 ans, soit une durée comparable ou légèrement inférieure à celle nécessaire à l'installation du parc éolien en mer.**

51 Poissons, coquillages ou crustacés pêchés.



FOCUS

Les travaux de démantèlement du parc éolien

- >> **Mise hors service de l'installation électrique du parc éolien.**
 - >> **Retrait des protections et récupération des câbles électriques,** avec des moyens similaires à ceux utilisés en phase de construction (navires câbliers, outils de tranchage, jets haute pression pour extraire les câbles...).
 - >> **Démontage des éoliennes,** portant sur l'ensemble des composants avec des moyens similaires à ceux utilisés pour leur installation.
 - >> **Démontage du poste électrique en mer :**
 - vidange des fluides classés dangereux et rapatriement de façon contrôlée à terre,
 - désolidarisation de la structure métallique et des composants électriques de la fondation,
 - démontage de la fondation.
 - >> **Enlèvement de la partie supérieure au fond marin des fondations.**
- Tous ces composants sont rapportés à terre à l'aide de navires puis démantelés en éléments réutilisables, recyclables ou éliminables.**

Navire doté de moyens de levage pour l'installation d'éoliennes en mer



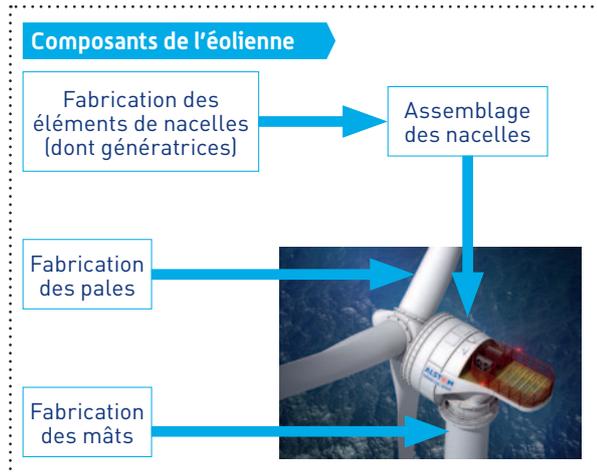
LES AMÉNAGEMENTS PORTUAIRES

3 PORTS POUR LA CONSTRUCTION ET L'ASSEMBLAGE

La réalisation d'un parc éolien en mer nécessite d'importantes infrastructures portuaires dédiées. Pour le projet de Saint-Nazaire, les ports de Cherbourg, Saint-Nazaire et Brest seraient mobilisés.

Les composants principaux du parc éolien - poste électrique en mer, fondations, câbles électriques inter-éoliennes, éoliennes - doivent être acheminés à partir des ports situés près des usines de fabrication jusqu'au(x) port(s) d'assemblage.

Alstom prévoit la construction d'usines sur deux sites pour fabriquer l'éolienne Haliade : Saint-Nazaire pour la fabrication des génératrices et l'assemblage des nacelles, Cherbourg accueillerait la fabrication des pâles et des mâts.

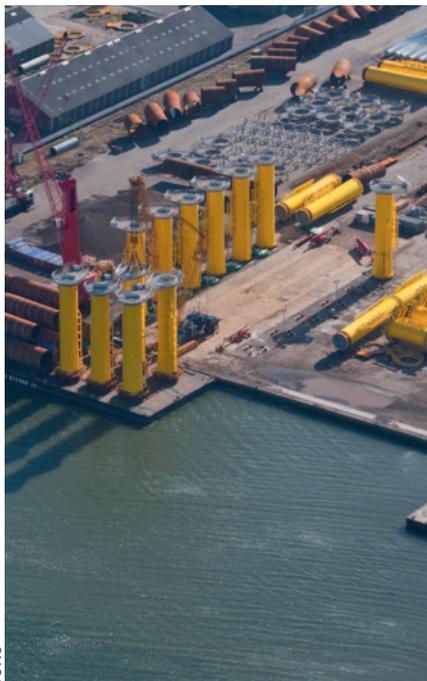


Il est prévu de fabriquer les éoliennes Alstom Haliade de 6 mégawatts à Saint-Nazaire et à Cherbourg

Différentes étapes des aménagements portuaires



Assemblage et stockage des éoliennes



Fabrication et stockage des fondations

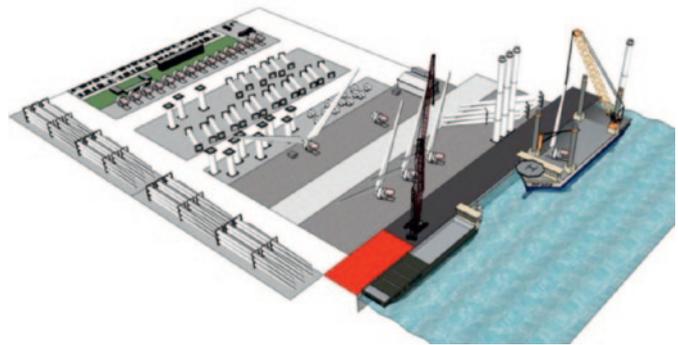


Installation des éléments

Caractéristiques du site d'assemblage des éoliennes

- >> Surface : 15 hectares en bord à quai
- >> Quai compatible avec le stockage de colis lourds

Schéma d'un port d'assemblage des éoliennes



L'assemblage à terre (notamment des tronçons du mât et de deux pales sur chaque nacelle) permet de limiter les opérations de construction en mer. **Sous réserve de la réalisation des aménagements** nécessaires, il est envisagé d'assembler dans le port de Saint-Nazaire ou de Brest les éléments des éoliennes destinées au parc en mer de Saint-Nazaire.

UNE BASE DE MAINTENANCE DANS LE PORT DE LA TURBALLE

Une base de maintenance courante de 1 000 m² comprend des ateliers (électromécanique, électronique), des stocks de petites pièces de rechange. La zone de quai utilisée pour le transfert des techniciens et du matériel comporte une aire réservée aux chargement et déchargement de matériel. Elle est équipée de moyens de levage, de manutention et de places permanentes et périodiques pour les navettes de transport.

Afin de choisir le lieu d'accueil de la base de maintenance du parc éolien en mer, **des consultations ont été menées par le maître d'ouvrage auprès des ports potentiels situés à proximité de Saint-Nazaire : Le Croisic, La Turballe.**

Port de Saint-Nazaire - surfaces réservées pour la fabrication et l'assemblage des éoliennes



FOCUS Construction et stockage des fondations

Les fondations des éoliennes en mer constituent des structures imposantes nécessitant d'être construites à proximité immédiate d'un quai pour être ensuite transportées par voie maritime. Les fondations du parc éolien en mer de Saint-Nazaire seront d'après les résultats des études de type monopieu. Leur construction sera réalisée sur un ou plusieurs sites portuaires qui seront déterminés ultérieurement.

Pour chacun de ces sites, une analyse technique a été menée en collaboration avec les autorités portuaires. Il s'agissait d'évaluer principalement les facilités d'accès maritime (proximité du parc, hauteur d'eau compatible à toute heure avec les navires de maintenance envisagés, caractéristiques des quais) ainsi que les espaces disponibles pour construire la base. Cette analyse a conduit le maître d'ouvrage à retenir le port de La Turballe.

Le port de La Turballe est le seul site portuaire de la région présentant l'avantage de la proximité (7 milles nautiques), tout en offrant une zone abritée accessible à toute heure pour un navire de maintenance (2 mètres de tirant d'eau⁵²) et une longueur de quai compatible avec l'accueil simultané sur ponton de 2 à 3 navires dédiés à l'exploitation du parc éolien en mer. Des aménagements devront être réalisés afin que la

⁵² Hauteur de la partie immergée d'un navire, qui varie en fonction de la charge transportée.

base de maintenance soit opérationnelle dès le début de la construction du parc, pour suivre l'évolution des travaux en mer.

Les études ont été réalisées en collaboration étroite avec la Société Anonyme d'Économie Mixte Locale Loire Atlantique Pêche et Plaisance qui est en charge de la gestion du port de la Turballe. Ces études ont permis d'estimer les besoins en aménagements du port de la Turballe, notamment :

- construction d'un bâtiment ;
- réaménagement des pontons ;
- installation de moyens de levage.

La réservation du site et les engagements respectifs concernant l'implantation de la base de maintenance ont donné lieu à la signature d'un protocole le 9 décembre 2011.

➤➤ **L'assemblage des éoliennes destinées au parc de Saint-Nazaire pourrait se faire à Saint-Nazaire ou Brest**

Port d'assemblage du parc d'Anholt au Danemark



LES ÉLÉMENTS FINANCIERS DU PROJET

UN INVESTISSEMENT IMPORTANT

Les coûts de développement et de réalisation du projet de parc éolien en mer sont estimés à environ 2 milliards d'euros.

Les dépenses d'investissement comprennent les coûts de développement, d'études, de fourniture, d'assemblage, de test, d'installation et de mise en service des composants du projet, ainsi que les coûts des assurances en période de construction. Ce montant inclut également l'investissement lié aux ouvrages de raccordement du parc au réseau public d'électricité, à la charge du maître d'ouvrage. Le développement et la construction des ouvrages de raccordement de la station électrique en mer au réseau de transport de l'électricité relèvent de la compétence de RTE (cf. document RTE) mais ces dépenses d'investissement sont supportées par le maître d'ouvrage et intégrées dans le prix d'achat de l'électricité produite par le parc éolien.

LES COÛTS D'EXPLOITATION ET MAINTENANCE

Les coûts de fonctionnement du parc avoisinent 60 millions d'euros par an.

Après la mise en service complète de l'installation, les dépenses de maintenance sont estimées à plusieurs dizaines de millions d'euros par an, qui correspondent pour l'essentiel à l'achat de pièces de rechange des turbines et aux frais logistiques pour accéder au parc éolien en mer.

S'ajoutent à ces coûts les dépenses d'exploitation - charges salariales des équipes responsables du suivi de la production (détection des problèmes, analyse, optimisation et coordination des interventions) et de la gestion administrative du projet, ainsi que des coûts de télécommunication et d'équipements informatiques - et les frais d'assurances.

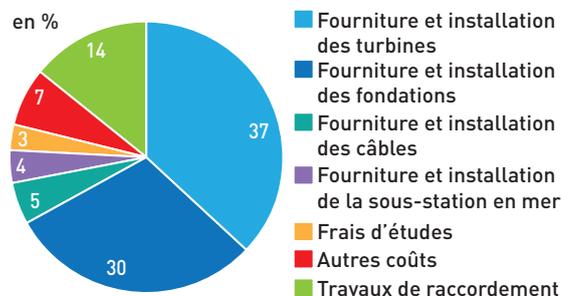
LA GARANTIE FINANCIÈRE POUR LE DÉMANTÈLEMENT

Les coûts de démantèlement intègrent les coûts de démontage et de transport des matériaux ainsi que leur traitement par une filière spécialisée. Le maître d'ouvrage a établi une provision pour couvrir ces coûts, au regard de ses connaissances et de son expérience dans le domaine de l'éolien en mer. **Au moment de la mise en service du parc, il devra émettre une garantie financière en faveur de l'État d'un montant supérieur à 50 000 euros par mégawatt, ce qui correspond à 300 000 euros au moins par éolienne de 6 mégawatts, soit 24 millions d'euros au moins pour les 80 éoliennes prévues au large de Saint-Nazaire.**

LE FINANCEMENT DU PROJET

Au regard des conditions du marché bancaire au moment de la décision d'investissement, le plan de financement envisagé pour la construction du projet reposera sur une combinaison d'apports en fonds propres du maître d'ouvrage et d'emprunt bancaire.

Répartition des coûts de développement et de construction du projet de parc éolien au large de Saint-Nazaire



Le coût des éoliennes ainsi que l'achat et l'installation des fondations représentent plus de la moitié des dépenses d'investissement du projet. Un budget de suspension des travaux pour cause d'aléas météorologiques a été pris en compte dans ces coûts.

BILAN CARBONE

La réalisation d'un bilan carbone consiste à comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre d'une entreprise ou d'une activité en prenant en compte l'ensemble des différentes composantes.

Le Bilan Carbone®, élaboré par l'ADEME, désigne à la fois une méthode de comptabilisation des émissions de Gaz à Effet de Serre et l'ensemble des outils permettant de la mettre en œuvre. C'est un indicateur clef permettant de caractériser la contribution d'une activité sur le changement climatique.

Cette méthode a été appliquée au projet de parc éolien au large de Saint-Nazaire et elle aboutit au résultat de 17,3 g eq. CO₂ par kWh produit. Ce chiffre a été calculé pour une durée de production du parc éolien de 24 ans.

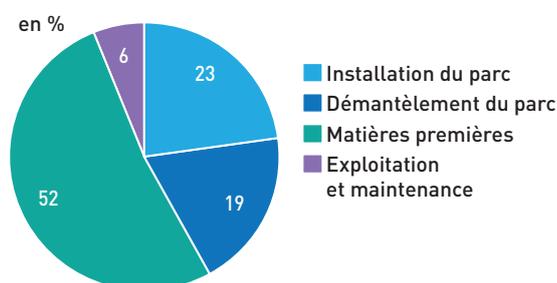
Par comparaison, ce chiffre s'élève à 72 g eq. CO₂/kWh pour la production d'électricité à partir de l'ensemble du parc électrique français.

Ces résultats prennent en compte les impacts carbone occasionnés lors des différents moments de la vie du

Comparaison du bilan carbone de la production d'électricité en France, en Europe et par le projet de parc éolien au large de Saint-Nazaire

	Emission CO ₂ en g eq. CO ₂ / kWh produit
Production moyenne France	72
Production moyenne UE27	306
Production du parc éolien	17,3

Répartition des émissions de GES par catégorie



EDF EN

parc. Les émissions de gaz à effet de serre ont été calculées lors des étapes suivantes⁵³:

- ▶ Fabrication des éoliennes, des fondations, du poste électrique en mer et des câbles;
- ▶ Assemblage, transport et installation du parc éolien en mer;
- ▶ Exploitation et maintenance du parc;
- ▶ Démantèlement du parc avec recyclage des métaux.

L'électricité produite par le parc éolien émet donc quatre fois moins de gaz à effet de serre que le parc électrique français.

⁵³ Les résultats ne prennent pas en compte le fret des produits semi-finis et matériaux (acier, béton...) vers les usines de fabrication des composants. L'énergie pour l'extraction, le transport et la transformation du minerai en matière première nécessaire à la construction des composants est bien prise en compte.

SYNTHÈSE

Le projet du maître d'ouvrage prévoit l'installation d'un parc éolien en mer d'une puissance de 480 mégawatts, à une douzaine de kilomètres au large des côtes de Saint-Nazaire, sur une surface de 78 km². L'investissement du projet est estimé à 2 milliards d'euros. Sa mise en service devrait s'effectuer progressivement de 2018 à 2020. Pendant 25 ans environ, le parc pourrait couvrir la consommation électrique domestique de 700 000 personnes. En fin d'exploitation, le parc éolien sera démantelé et le site sera remis en état (une garantie financière de 24 millions d'euros au moins sera constituée avant la mise en service).



3 L'INSERTION DU PROJET AU SEIN DU TERRITOIRE



Le maître d'ouvrage a réalisé plusieurs études pour identifier les principaux enjeux environnementaux (fonds marins, faune, flore). Le projet de parc éolien en mer au large de Saint-Nazaire a été élaboré au regard de ces enjeux, en intégrant en particulier l'activité de pêche professionnelle. Son implantation a également été analysée afin de préserver au mieux les points de vue du littoral atlantique.

La réalisation de ce projet devrait contribuer au développement du territoire. Alstom prévoit de créer deux usines à Cherbourg et deux usines à Saint-Nazaire pour fabriquer les éoliennes. L'assemblage de l'ensemble des composants et la fabrication des fondations devraient être effectués sur un site dédié.

L'ENVIRONNEMENT NATUREL

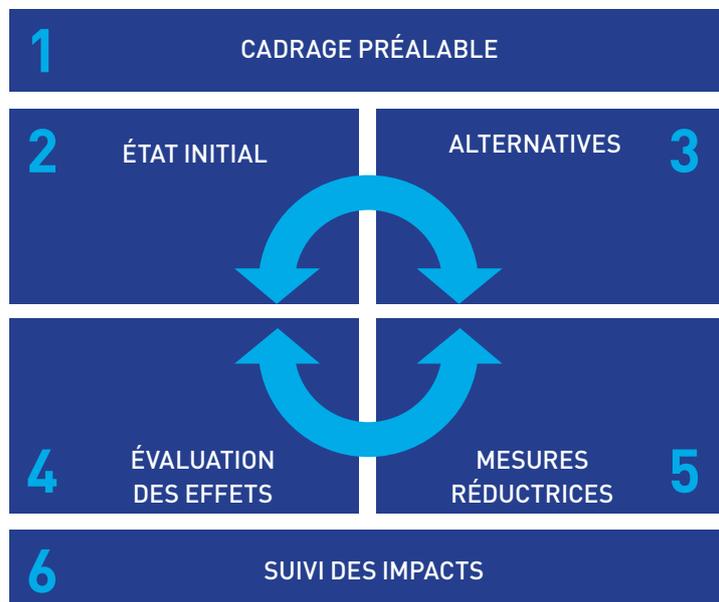
Le projet reposera sur de nombreuses études du milieu physique et biologique menées en liaison avec des organismes scientifiques, des bureaux d'études et des associations locales de protection de l'environnement. Depuis le début du projet, un million d'euros a été investi afin d'acquérir une expertise technique et environnementale de la zone.

Ces études ont permis de réaliser une première caractérisation du site tel qu'il est aujourd'hui (état initial) et serviront à identifier les principaux enjeux environnementaux, liés aux fonds marins, à la qualité des eaux, au paysage, aux espèces marines dont les oiseaux et les mammifères marins.

Le projet a été élaboré au regard de ces enjeux écologiques et tient compte des contraintes techniques, d'usages et administratives connues à ce stade. Le maître d'ouvrage propose, ainsi, des choix de conception (type d'éolienne, de fondation...) et d'aménagement du parc qui intègrent les contraintes du milieu physique, biologique, patrimoniales et d'usages.

Dans le cadre d'une instance de concertation et de suivi constituée en 2012, pilotée par la Préfecture de région et composée d'experts scientifiques, professionnels ou institutionnels, des groupes techniques ont été mis en place afin de créer un lieu de dialogue privilégié entre les parties prenantes pour l'élaboration de propositions tout au long de la vie du projet (de la conception du parc et jusqu'à la remise en état du site) et de permettre la meilleure prise en compte des enjeux locaux. Une étude d'impact sur l'environnement est en cours de réalisation.

Les étapes d'une étude d'impact environnemental



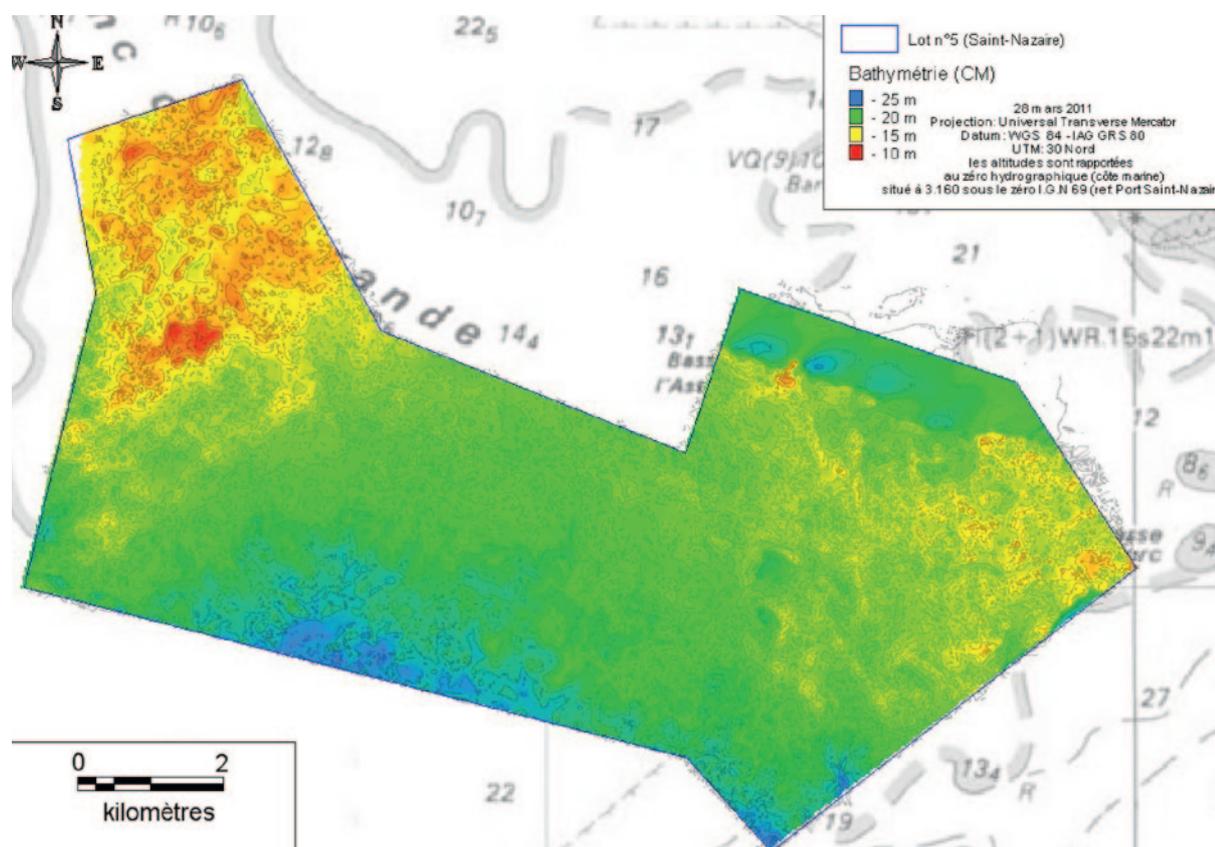
MESURES À ENVISAGER

- ▶ Mesures de suppression
- ▶ Mesures réductrices = atténuer les impacts négatifs du projet
- ▶ Mesures compensatoires = permettre de conserver la valeur écologique des milieux

FAISABILITÉ EFFECTIVE DES MESURES RETENUES

- ▶ Localisation de la mesure
- ▶ Faisabilité technique, administrative, financière
- ▶ Modalité d'exécution
- ▶ Objectif (résultat attendu)
- ▶ Délai d'exécution et de suivi

Topographie générale des fonds marins



Astérie 2010, In Vivo 2011

UNE ZONE DE HAUTS FONDS ROCHEUX

Issu d'une formation géologique calcaire, le Banc de Guérande se caractérise par de hauts fonds rocheux, de 12 à 20 mètres de profondeur.

La zone retenue pour le projet est couverte à plus de 90 % par de la roche. L'agitation et les courants marins présents sur le secteur empêchent les sédiments⁵⁴ de se poser, aussi seules quelques nappes de sédiments meubles (sables grossiers, graviers, galets) sont piégées dans des dépressions rocheuses.

⁵⁴ Dépôt meuble laissé par les eaux, le vent et les autres agents d'érosion, qui peut être d'origine marine ou non.

UNE FAUNE ET UNE FLORE DIVERSIFIÉE

Les fonds marins sont colonisés par des espèces animales et végétales, désignées sous l'expression générique d'espèces benthiques⁵⁵ ou benthos. La nature des fonds, la force des courants et de la houle, la profondeur et la qualité de l'eau conditionnent le type d'espèces résidentes. Dans le cas présent, les espèces benthiques du Banc de Guérande sont caractéristiques des fonds rocheux de la Bretagne Sud.

En complément des données bibliographiques disponibles, le maître d'ouvrage a réalisé plusieurs campagnes de prélèvements et d'analyses entre 2009

⁵⁵ Espèces vivantes, animales ou végétales, vivant sur ou proche des fonds sous-marins.

et 2011 afin de caractériser la nature du fond marin et des espèces dans l'aire d'implantation du projet. Ces campagnes d'analyses (prélèvements sédimentaires, plongées d'observations et vidéo sous-marines) ont permis de dresser un premier panorama sur la répartition, l'abondance et l'état écologique de l'ensemble des espèces benthiques. De nouvelles campagnes d'observations, de prélèvements et d'analyses sont programmées en 2013 pour compléter la connaissance initiale du site.

La couverture du banc par des algues est un enjeu important du benthos. Les témoignages (pêcheurs, plongeurs, associations environnementales) ainsi que la configuration du banc (faibles profondeurs, substrat rocheux, bonne qualité de l'eau), indiquent que le banc est un lieu propice au développement de laminaires, algues jouant un rôle important dans l'écosystème.

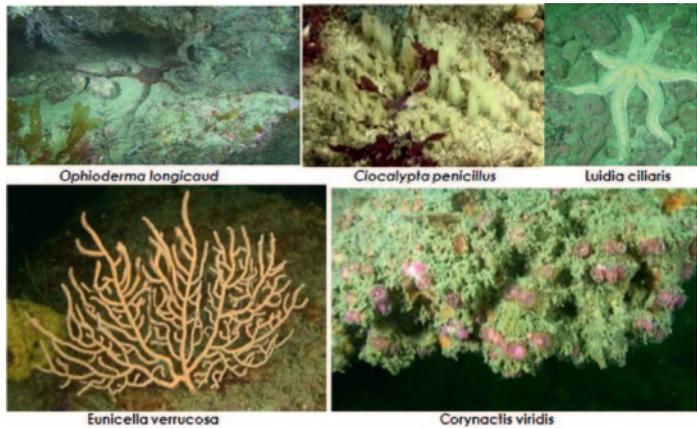
Les processus naturels engendrent une colonisation des surfaces par les organismes marins. À l'instar des épaves, des infrastructures portuaires ou de tout autre objet inerte implantés en mer, les fondations des éoliennes pourraient être colonisées par différents stades de peuplements et participer ainsi à l'équilibre et à la diversité du milieu. Tous les suivis biologiques réalisés sur des parcs éoliens en mer, implantés depuis plus de 20 ans pour certains (Parc de Horns Rev au Danemark notamment), montrent cette évolution.

Cependant et afin d'évaluer avec précision les effets des éoliennes sur le milieu biologique, le maître d'ouvrage devra compléter sa connaissance du milieu et proposer, suite à l'évaluation des impacts potentiels, un programme de suivi de la qualité de l'eau et de l'état écologique des milieux, pendant les travaux comme en phase d'exploitation. Les protocoles de suivi seront validés par les différentes instances scientifiques et étatiques. Ces études et protocoles seront un des éléments qui permettront aux services de l'État de définir les modalités de suivi sur le long terme.

LA MAÎTRISE DES EFFETS DU PROJET SUR LES RESSOURCES HALIEUTIQUES

Les ressources halieutiques sont les ressources marines exploitées par les pêcheurs. La conservation

Les espèces présentes sur les fonds rocheux du site



Ecosub

de ces ressources dépend non seulement de l'intensité de pêche mais également de la qualité du milieu (habitat) dans lequel elles évoluent.

Une évaluation des espèces halieutiques présentes sur le site d'implantation a été réalisée en associant l'expertise scientifique aux connaissances des professionnels de la pêche.

Les principales espèces halieutiques présentes une partie de l'année sur la zone d'implantation des éoliennes sont les suivantes :

- » grands crustacés : homards, araignées, tourteaux ;
- » poissons démersaux : bar commun, lieu jaune, congre, dorade grise, merlan, raie.

Dans un périmètre plus large, d'autres espèces à fort intérêt halieutique sont répertoriées tels que : la sole commune, les crevettes grises, les seiches.

Pour les espèces halieutiques, les frayères et les nourriceries sont des habitats clés qu'il convient de conserver.

Les frayères sont des zones de concentration des géniteurs au moment de la ponte. Les études actuelles montrent que seules deux espèces seraient potentiellement concernées : le bar et le merlan. Notons que pour ces espèces les zones de frai se situent tout le long du littoral français.

Les nourriceries sont des zones où se rassemblent les très jeunes individus issus des pontes. Les nombreuses études scientifiques réalisées entre autres aux abords de l'estuaire de la Loire et de la Baie de Bourgneuf, ont permis de s'assurer que le site d'implantation du parc éolien n'est pas une zone de nourricerie.

Les conclusions des études halieutiques menées par le maître d'ouvrage ont servi à mettre au point des protocoles adaptés et ciblés sur les espèces et habitats répertoriés. Ces protocoles sont inspirés des travaux de référence de l'Ifremer et tiennent compte des connaissances des marins pêcheurs travaillant sur la zone.

Plusieurs séries de campagnes en mer seront réalisées pour évaluer les ressources marines aux différents stades : adultes, juvéniles et larves. Ces campagnes seront conduites par des bureaux d'études spécialisés composés de scientifiques. Les aspects techniques qui conditionnent la réalisation de ces études ont été élaborés avec le soutien d'une vingtaine de patrons pêcheurs, réunis à plusieurs reprises à ce sujet par l'intermédiaire du COREPEM. L'ensemble des campagnes en mer se feront à bord des navires de pêche habitués à la zone d'étude. Des spécialistes embarqueront donc à bord de navires de pêche pour une expertise partagée alliant rigueur scientifique et expérience de pêcheur.

En complément des campagnes en mer, l'ensemble des données de captures réalisées sur la zone d'étude et répertoriées depuis plusieurs années par les criées et les structures professionnelles de la pêche seront utilisées. Cela constitue en effet une source d'information précieuse.

Ces études qui seront conduites sur différentes saisons et plusieurs années permettront de dresser un état des lieux très complet. Notons que dans une démarche d'approche globale mise en avant par la communauté scientifique ; l'ensemble des études environnementales et notamment celles sur le benthos viendront compléter les résultats obtenus.

Principales espèces de mammifères marins des côtes ligériennes



Dauphin commun



Grand dauphin



Globicéphale Noir

CRWM

DES MESURES DE RÉDUCTION DU BRUIT POUR LIMITER LES EFFETS DU CHANTIER SUR LES MAMMIFÈRES MARINS

Les mammifères marins sont des espèces protégées. Les données d'observation ou d'échouage font état d'une fréquentation vraisemblablement régulière de la région par les dauphins communs et les grands dauphins, et dans une moindre mesure, par le globicéphale noir. Ces populations ne sont toutefois pas sédentaires dans le secteur.

L'environnement sensoriel des mammifères marins est essentiellement acoustique. Les mammifères marins possèdent trois fois plus de neurones sensoriels pour l'ouïe que tous les autres groupes de mammifères. Les réactions face aux émissions sonores sont de différents types et varient selon l'espèce considérée, l'intensité du bruit et la durée d'émission.

D'après les observations sur les parcs de Horns Rev et de Nysted, les principaux impacts d'un parc éolien en mer sur les mammifères marins seraient liés à la phase d'implantation des fondations « monopieux » dans le sous-sol marin. Le bruit généré par les opérations de battage des pieux⁵⁶ et de forage des fonds dérangerait temporairement les espèces présentes à proximité. Toutefois, si les mammifères marins fuient au début des travaux, ils reviennent après leur achèvement. Les études techniques sont en cours pour définir les modalités d'implantation du parc; les premiers éléments montrent que le battage des pieux ne serait pas ou peu mis en œuvre dans le cadre du projet.

Néanmoins, la surveillance d'un périmètre étendu autour des travaux permettra de prendre en compte l'éventuelle présence de mammifères marins. Les procédures de travaux pourront être adaptées afin de maîtriser et réduire les risques d'effets significatifs sur les mammifères présents. En phase d'exploitation, les retours d'expérience de parcs éoliens déjà en fonctionnement montrent que le bruit généré par les éoliennes est sensiblement inférieur au bruit ambiant de la mer et qu'il ne présente pas de risque pour les espèces. Le parc éolien constituerait plutôt une zone d'attrait nouvelle pour les mammifères : ils peuvent y trouver de nouvelles ressources, liées à l'effet récifal des fondations et une zone refuge puisque la circulation des navires y est limitée.

⁵⁶ Action d'enfoncer un pieu (ou fondation monopile) dans le sol ou le fond marin en frappant sur sa tête, au moyen d'une masse.

FOCUS De nouvelles technologies pour réduire les effets du parc sur l'environnement

À partir des principaux enjeux identifiés, le maître d'ouvrage a proposé et financé plusieurs travaux de recherche et développement afin de minimiser les impacts de son projet de parc éolien sur l'environnement. Ces travaux portent par exemple sur des mesures de réduction des effets du bruit sur les mammifères marins, telles que le départ progressif des travaux de forage ou la mise en place de rideau de réduction de bruit.



Mise en place d'un rideau de réduction du bruit autour de travaux de battage d'une fondation aux Pays-Bas.

BioConsult SH, 2012

UNE CONNAISSANCE PRÉCISE DU PEUPLEMENT D'OISEAUX

La côte ligérienne accueille de nombreuses espèces d'oiseaux marins, résidentes ou migratoires. Plusieurs sites protégés ont été institués en mer et sur le littoral afin d'assurer leur préservation.

Plusieurs synthèses bibliographiques ont été réalisées par des experts locaux (Bretagne Vivante, Ligue pour la Protection des Oiseaux). Le maître d'ouvrage a de plus fait réaliser des recensements des populations d'oiseaux dans la zone d'implantation du projet par CERA Environnement. Les observations réalisées

depuis la côte et en mer couvrent un cycle saisonnier annuel complet, de janvier 2010 à mars 2011. Elles ont fait l'objet de rapports d'expertises très détaillés, espèce par espèce.

Ces études indiquent que les espèces observées sur le site envisagé pour le projet de parc éolien fréquentent de manière générale l'ensemble du littoral Manche-Atlantique. Ces études montrent de plus que les abondances observées sur l'aire d'implantation du projet restent proportionnellement modérées comparativement aux effectifs connus de chaque espèce pour l'ensemble du Golfe de Gascogne. Les espèces les plus fréquemment observées tout au long de l'année sont le fou de bassan, goéland argenté, goéland marin et goéland brun.

Trois espèces représentatives de la zone



Michel LAMARCHE

Goéland brun



Yvon TOUPIN

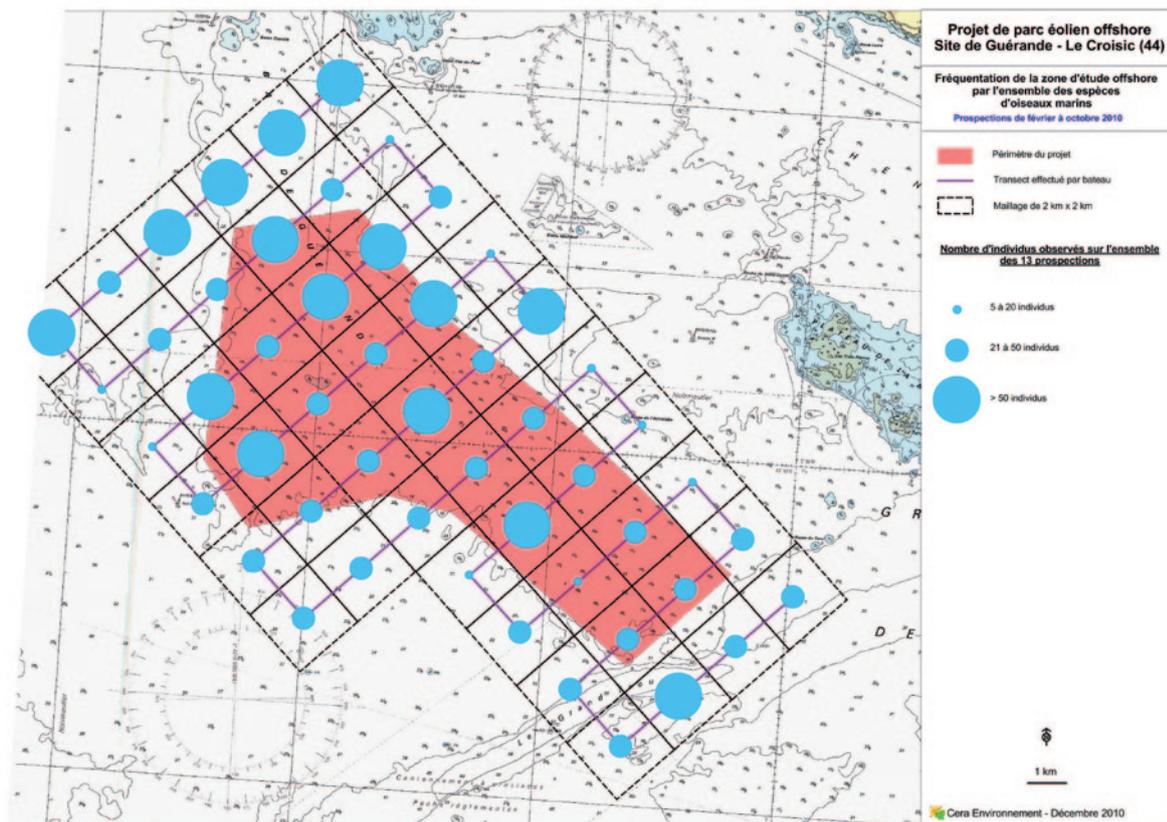
Fou de Bassan



Aurélien AU DEVARD

Grand Cormoran

Carte des observations avifaune*



Afin de renforcer encore les connaissances sur l'importance fonctionnelle du site envisagé pour le projet de parc éolien, il est envisagé d'effectuer des suivis avant, pendant la construction du parc éolien et au moins trois ans après la fin des travaux en s'appuyant sur des méthodes de recensement standardisées. Ces suivis permettront d'évaluer de façon précise les effets sur les espèces d'oiseaux. Les protocoles d'observation seront définis avec l'ensemble des instances compétentes dans le domaine.

DES MESURES POUR ÉVALUER L'IMPACT POTENTIEL DU PROJET SUR LES CHIROPTÈRES

Le Groupe Mammalogique Breton (GMB) recense les gîtes de chauves-souris sédentaires en Bretagne. L'examen de sa base de données montre que 15 à 16 espèces vivent sur la portion du littoral ligérien concernée par le projet, sur un total de 20 espèces de chauves-souris connues en Loire-Atlantique. Le littoral et l'arrière-littoral de la côte guérandaise présentent une diversité spécifique élevée de chauves-souris.

Eu égard à leur mode vie, les chauves-souris fréquentent très peu l'espace maritime. De plus, de nombreuses études françaises, anglaises et suédoises et particulièrement l'étude Alhen de 2007, montrent, qu'en période de reproduction, les chauves-souris exploitent des territoires relativement restreints autour de leurs gîtes.

Un suivi comparé des activités terrestres et maritimes des chauves-souris pourrait cependant être mis en place afin de quantifier précisément les effectifs potentiellement concernés par le projet de parc éolien.



DES ZONES NATURELLES PROTÉGÉES

L'Union européenne s'est engagée à préserver la biodiversité notamment à travers un réseau d'aires protégées : le réseau Natura 2000.

Ce réseau est issu de deux directives européennes : la directive Oiseaux⁵⁷ du 2 avril 1979 qui vise la conservation à long terme des espèces d'oiseaux sauvages de l'Union européenne ; la directive Habitats faune flore du 21 mai 1992 qui établit un cadre pour les actions communautaires de conservation d'espèces de faune et de flore sauvages ainsi que de leur habitat. 1 753 sites couvrant 12,5 % du territoire métropolitain sont classés au titre de ces deux directives.

LE PROJET DE PARC ÉOLIEN DE SAINT-NAZAIRE SE SITUE À PROXIMITÉ DE PLUSIEURS ZONES NATURA 2000

La zone envisagée est située à proximité de plusieurs Zones de Protection Spéciale (ZPS)⁵⁸ au titre de la directive « Oiseaux » et de plusieurs Sites d'Intérêt Communautaire (SIC) au titre de la directive « Habitats », qui abritent des espèces et des habitats à préserver de toute incidence significative :

- ▶ de nombreux oiseaux nichant ou hivernant le long des côtes ou dans les estuaires (sternes, bernaches, alcidés, etc.) ainsi que ceux vivant en pleine mer (cormorans, plongeurs, goélands, etc.);
- ▶ plusieurs mammifères marins, en migration ou en nourrissage dans la zone tels que le grand dauphin, le marsouin ou le dauphin commun ;
- ▶ de larges plateaux rocheux peu profonds typiques de la Bretagne sud.

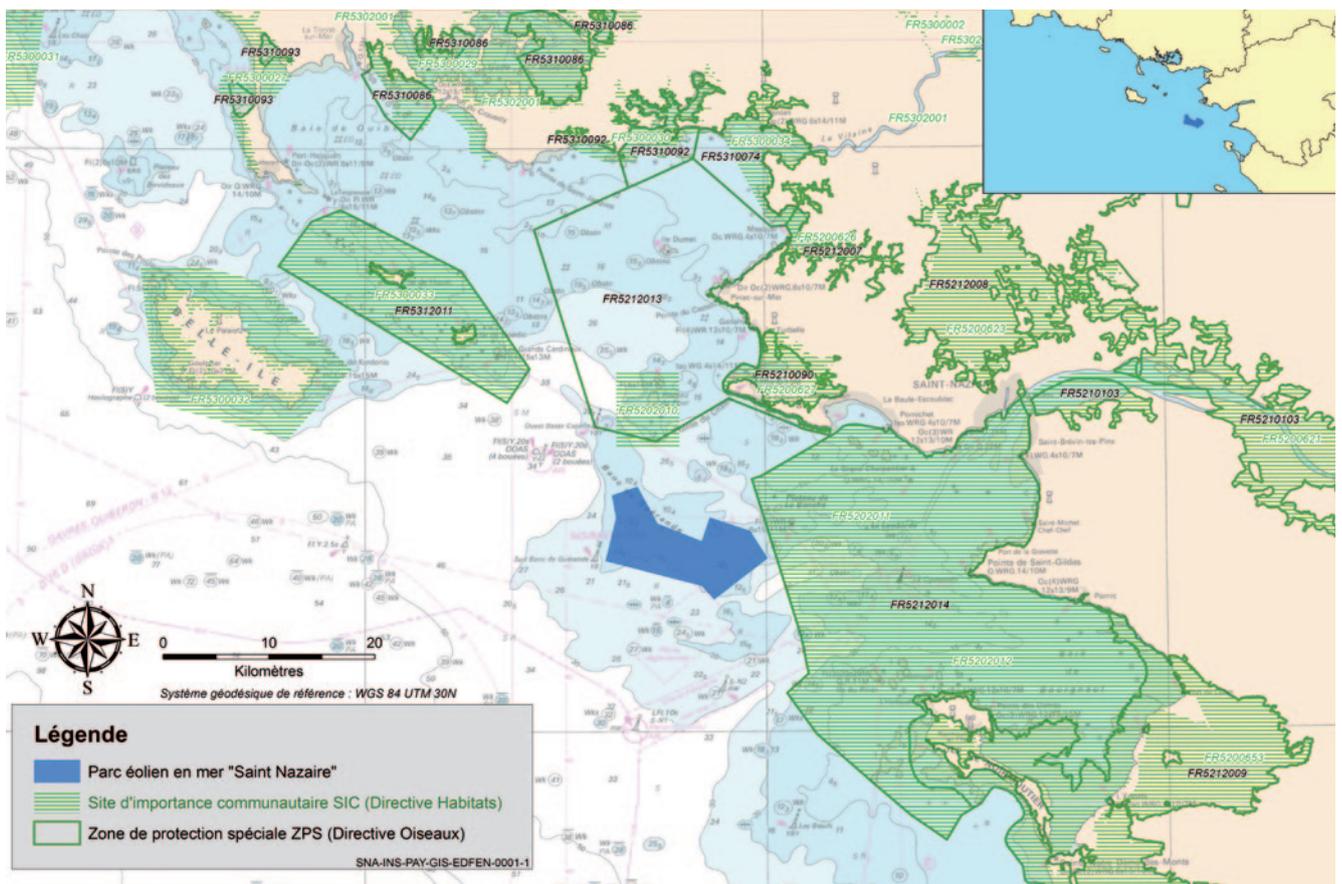
⁵⁷ Directive du Conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages (79/409/CEE)

⁵⁸ Ce sont des zones relatives à la protection des oiseaux créées dans le cadre de la directive européenne Oiseaux. Les ZPS sont intégrées au réseau européen des sites écologiques Natura 2000.

Proches de l'embouchure de la Loire, ces sites Natura 2000 sont particulièrement sensibles aux pollutions venues des bassins versants et cohabitent déjà avec de nombreuses activités humaines : chantiers navals, commerce portuaire, extractions de granulats en mer, plaisance.

Dans ce contexte, le maître d'ouvrage a lancé une étude d'évaluation des incidences afin de mieux comprendre les enjeux du projet vis-à-vis des sites Natura 2000 et s'assurer de l'absence d'impact significatif du projet sur l'ensemble des espèces et habitats ayant conduit à cette protection patrimoniale.

Sites Natura 2000 aux abords de la zone d'implantation du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire



LE PAYSAGE

DES PAYSAGES FAÇONNÉS PAR L'HOMME

DES UNITÉS PAYSAGÈRES⁵⁹ DIVERSIFIÉES

Le site proposé pour implanter un parc éolien est encadré par des côtes et territoires très diversifiés qui correspondent à plusieurs unités paysagères : Quiberon et ses îles, la presqu'île de Rhuy, le Nord de l'estuaire de la Vilaine, la presqu'île Guérandaise, la Brière, l'estuaire de la Loire, le pays de Retz, le Marais breton, l'île de Noirmoutier, le Large, les Estrans.

Selon leur fréquentation, leur distance à la zone prévue pour le projet et leur densité urbaine, l'incidence du projet sur ces paysages est ressentie plus ou moins fortement.

Le cordon littoral du territoire d'étude, constitué à la fois de côtes rocheuses, de dunes, de plateaux rocheux associés à des plages, des zones urbaines, des marais et des polders, est largement anthropisé (façonnés par l'homme).

Le milieu maritime est lui aussi ponctué d'éléments de repère tels que les phares et balises, les casiers, les carrelets⁶⁰ et les infrastructures comme le pont de Saint-Nazaire qui permettent d'apprécier l'échelle du paysage. D'autres éléments mobiles viennent s'y ajouter : les méthaniers, pétroliers et porte-conteneurs. Ils permettent d'avoir un rapport d'échelle direct avec les éoliennes.

L'objectif de l'étude paysagère n'a pas été de tendre à effacer les impacts, mais plutôt de construire un projet en cohérence avec son territoire d'implantation.

59 Portion d'espace homogène et cohérente sur les plans physiologiques, biophysiques et socioéconomiques.

60 Filet de pêche horizontal carré utilisé pour une pêche traditionnelle sur berge, à partir d'un bateau ou d'une cabane construite sur pilotis accessible par un ponton.

Unités paysagères et sensibilités des côtes autour de Saint-Nazaire

Unités paysagères et autres espaces

-  Quiberon et les îles
-  Presqu'île de Rhuy
-  Nord de l'estuaire de la Vilaine
-  Presqu'île Guérandaise
-  Brière
-  Estuaire de la Loire
-  Pays de Retz
-  Marais breton
-  Île de Noirmoutier
-  Paysages d'Estrans
-  Paysages du Large
-  Marais salants
-  Urbanisation côtière
-  Paysage portuaire industriel

Sensibilités

-  Paysage urbain sensible
-  Paysage naturel sensible (landes, plages et îles)



L'INTÉGRATION PAYSAGÈRE

L'AXE DU PROJET CORRESPOND À LA LIGNE DE FORCE DU PAYSAGE

Pour déterminer l'implantation et l'orientation du parc éolien, le maître d'ouvrage a cherché à optimiser la production d'énergie tout en respectant les lignes de force du paysage. En analysant différentes cartes (topographique, géologique, maritime ...), un axe correspondant à la ligne de force du paysage s'est dégagé, orienté nord/ouest - sud/est. Cet axe fait pendant au sillon de Bretagne et au trait de côte⁶¹ entre la Baule et la pointe du Croisic. Il correspond aussi à l'alignement de Quiberon, Houat, Hoëdic et Noirmoutier. Le banc de Guérande, zone de hauts-fonds, fait partie de cet alignement et permet de prolonger le chapelet entre îles et presqu'îles.

61 Ligne qui marque la limite entre la mer et la terre.

Carte du relief et des zones urbaines littorales



Carte des lignes de forces du territoire



FOCUS

Principe d'une analyse paysagère

Comme le prévoient les recommandations de l'ADEME et du Ministère en charge de l'Énergie, dans le guide de l'étude d'impact des parcs éoliens, la définition de l'aire d'étude du projet prend en compte les différentes échelles (aires d'études éloignées, rapprochées et immédiates).

Dans un premier temps est établi un état initial du site : caractérisation des différentes unités paysagères, typologie des perceptions du site depuis différents points de vue, touristiques ou habités.

Cette étude est ensuite complétée par la réalisation de photomontages. La première étape de ces photomontages consiste à définir des points de vue représentatifs sur la côte. Les points de vue sont retenus en recherchant différentes conditions de luminosité de façon à permettre le rendu le plus fidèle possible : à différents moments de la journée, par temps clair ou nuageux.

Ces photomontages permettent d'intégrer les éoliennes, en respectant fidèlement leurs dimensions et couleurs telles que perçues par l'œil humain en fonction de la distance du point de vue.

LES POINTS DE VUE À PARTIR DES SECTEURS SENSIBLES ONT SERVI DE BASE POUR CONFIGURER LE PROJET

Selon leur fréquentation, leur distance à la zone prévue pour le projet et leur densité urbaine, l'incidence du projet sur les différentes unités paysagères est ressentie plus ou moins fortement. À ce titre, plusieurs secteurs ont été identifiés comme sensible, notamment Belle-Île, Hoëdic, Batz-sur-mer, la Pointe du Croisic, La Baule, Pornichet, la Pointe Saint-Gildas, le Pouliguen et Noirmoutier.

La disposition proposée est le fruit d'un travail itératif portant sur différents scénarii d'implantation des

éoliennes. Les modélisations successives du projet ont permis de vérifier les perceptions depuis les secteurs repérés comme sensibles et de faire évoluer le positionnement des éoliennes.

L'utilisation d'éoliennes de grande puissance permet d'aboutir à une répartition de 7 lignes de 7 à 13 éoliennes, espacées d'environ 1 kilomètre entre elles.

Le travail réalisé a permis de définir un projet en cohérence avec son territoire d'implantation.

Le travail d'intégration paysagère sera repris dans l'étude d'impact environnemental permettant de faire le lien avec les aspects socio-économiques.

Photomontage depuis la côte entre Le Croisic et Batz sur Mer



EDF EN

Photomontage depuis la baie de La Baule



EDF EN

LES ACTIVITÉS HUMAINES

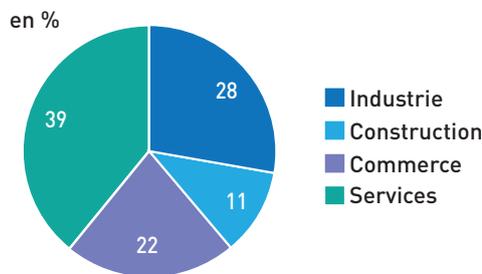
La région Pays de la Loire présente un tissu économique dense au cœur duquel le maître d'ouvrage vise à s'insérer. À ce titre, une étude socio-économique approfondie et dédiée au projet sera réalisée.

UNE RÉGION DYNAMIQUE

Les Pays de la Loire figurent au 5^e rang des régions françaises en termes de population et de produit intérieur brut. Le tissu économique relativement dense est diversifié autour de Nantes, de l'agglomération de Saint-Nazaire et de la Communauté d'agglomération de Cap Atlantique. L'aéronautique (Airbus, Daher, Duqueine...), le nautisme et la construction navale (STX...) ainsi que l'agroalimentaire (Terrena, Cargill, Euriat, Tipiak...) sont les secteurs d'activités les plus présents.

Deuxième région pour l'agriculture et la pêche mari-

Répartition des emplois selon le secteur d'activité en Pays de la Loire (en %)



CPCI - chiffres 2010

time après la Bretagne, les Pays de la Loire bénéficient de conditions naturelles qui favorisent des productions agricoles diversifiées soutenant le développement des industries agro-alimentaires.

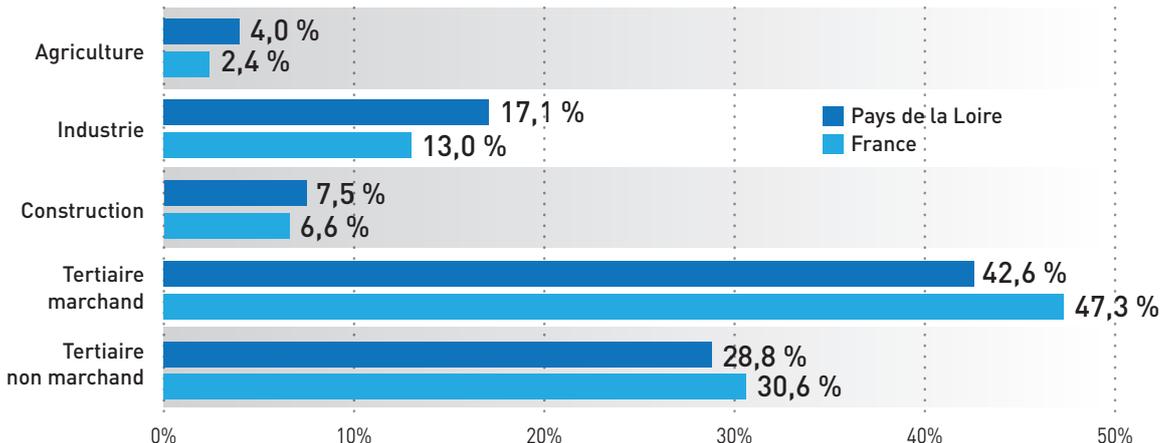
Avec 67 % du territoire occupé par l'agriculture, les Pays de la Loire se situent en bonne place du palmarès des régions françaises : 1^{ère} pour la production de viande bovine et de volaille (label rouge), 2^{ème} pour le lait et le porc, 3^{ème} pour l'agro-alimentaire (51 % : production de viande ; 19 % : lait ; 20 % : travail du grain). La part des actifs agricoles est supérieure à la moyenne nationale, en partie du fait de l'importance de la main-d'œuvre dans les secteurs du maraîchage, de l'arboriculture et de la viticulture (plus de 14 000 salariés permanents). La région représente également 9 % de l'activité de pêche française en termes de navires et d'emplois.

Les services représentent 60 % de la valeur ajoutée régionale. Ils sont essentiellement développés dans les pôles urbains de Nantes - Saint-Nazaire, d'Angers et du Mans.

LA 4^E RÉGION INDUSTRIELLE FRANÇAISE

Les activités industrielles génèrent 18 % du PIB de la région et emploient 254 000 personnes environ. Elles se répartissent principalement en trois catégo-

Répartition par secteur d'activité des emplois salariés



INSEE

ries : des industries liées au territoire et à son histoire (agroalimentaire et habillement-cuir), des industries de sous-traitance (plasturgie, mécanique) et des industries de grands donneurs d'ordre (construction navale, aéronautique).

Si le secteur est fragilisé par la concurrence internationale, notamment dans les industries de main-d'œuvre, la diversité du tissu industriel de la région a globalement permis à l'emploi industriel de mieux résister que dans le reste de la France. En 20 ans, 26 000 emplois salariés dans l'industrie ont disparu dans la région, soit 9,4 % des effectifs, chiffre largement inférieur à la baisse observée pour l'ensemble du pays, hors Île-de-France, de l'ordre de 23,9 %. Par ailleurs, selon l'INSEE, près de 13 000 emplois ont été créés dans le secteur de l'agroalimentaire.

Le Conseil régional des Pays de La Loire cherche à ouvrir le territoire à de nouvelles activités. Il accompagne les filières industrielles vers des productions plus durables, notamment dans le domaine des énergies marines qui peut capitaliser sur le tissu de PME-PMI et sur l'expérience régionale en matière d'accueil de grands donneurs d'ordre industriels. La région soutient également les initiatives dans le domaine de l'intelligence économique et de la structuration du tissu industriel en favorisant la création de *clusters* industriels et les liens entre la recherche et l'industrie comme l'IRT (Institut de recherche technologique) Jules Verne ou le Techno Campus EMC2.

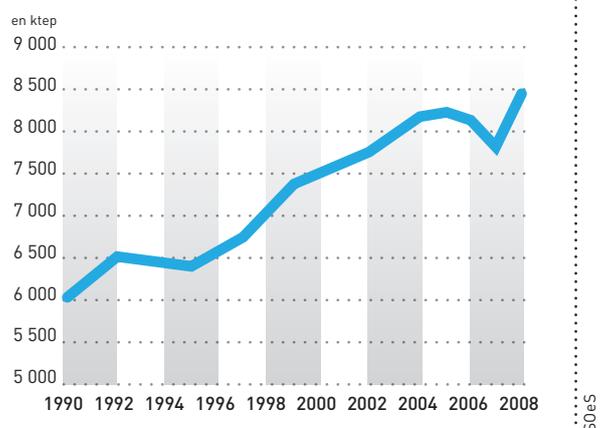
LA SITUATION ÉNERGÉTIQUE DE LA RÉGION

LA RÉGION DES PAYS DE LA LOIRE IMPORTE DE L'ÉNERGIE

Selon l'Observatoire régional économique et social⁶², la consommation d'énergie dans la région des Pays de la Loire a augmenté de 37 % entre 1990 et 2005 avant de diminuer en 2006-2007 et augmenter de nouveau en 2008 pour atteindre le niveau de 8 420 ktep. Entre 1990 et 2008, la consommation y représentait en moyenne 4,8 % de celle de la France métropolitaine. La crois-

⁶² <http://ores.paysdelaloire.fr/852-energie.htm>

Evolution de la consommation finale d'énergie en Pays de la Loire, de 1990 à 2008



sance de la consommation d'électricité est supérieure à celle du reste du pays en raison de l'importance du tissu industriel et de l'augmentation de la population, plus rapide que la moyenne nationale.

La production d'énergie de la région (630 ktep par an environ) représente seulement 7 % de l'énergie qu'elle consomme, et sa production électrique représente 23 % de l'électricité consommée.

La production d'électricité à partir de pétrole et charbon à quoi s'ajoutent l'incinération et la cogénération (énergie thermique) représentait, en 2008, 94 % de la production électrique des Pays de la Loire.

UNE RÉGION SENSIBILISÉE AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES

La Région des Pays de la Loire a été l'une des plus volontaristes en matière de politique climatique et énergétique. Dès 2007, elle a décidé de mettre en place une politique énergétique transversale avec des objectifs ambitieux : maîtriser l'énergie, exploiter les ressources régionales, diversifier et sécuriser les sources d'approvisionnement, privilégier les énergies renouvelables.

La production d'énergie à partir de sources renouvelables est essentiellement assurée par les chaudières à bois, les autres énergies servant à produire de l'électricité. Selon l'Observatoire régional économique

et social des Pays de la Loire, l'éolien représentait en 2007 près de 80 % de cette production et l'hydraulique de l'ordre de 7 %. Au total, en 2011, l'ensemble des énergies renouvelables représentent un peu plus de 1 % de la consommation d'énergie et 16,7 % de la production totale d'énergie de la région. Cette part a fortement augmenté depuis 2006, principalement en raison de l'augmentation de la puissance éolienne installée.

Selon RTE⁶³ en 2011, l'éolien a représenté à lui seul 9 % de la production électrique de la région, en augmentation de 16 % par rapport à 2010, avec une puissance installée de 420 mégawatts.

Le Schéma régional du climat de l'air et de l'énergie (SRCAE) de la région des Pays de la Loire est en cours d'élaboration. Il s'agit d'un document à portée stratégique visant à définir à moyen et à long terme les objectifs régionaux en matière de lutte contre le changement climatique, d'efficacité énergétique, de développement des énergies renouvelables et d'amélioration de la qualité de l'air. Il fait état du potentiel important des énergies renouvelables pour la région et leur attribue un objectif de 23 % de la consommation finale d'énergie en 2020.

Le projet de schéma éolien, qui doit s'insérer dans le SRCAE a été soumis à une consultation publique du 30 août au 30 octobre 2012. Il fixe un objectif ambitieux de 1 750 mégawatts éoliens terrestres à l'horizon 2020. Le potentiel de l'éolien en mer, bien que ne faisant pas partie du périmètre du SRCAE, a été estimé à 1 000 mégawatts à la même échéance au large des côtes ligériennes.

LA PÊCHE PROFESSIONNELLE : UN ENJEU FORT

LA PLACE DE LA PÊCHE DANS L'ÉCONOMIE RÉGIONALE

La pêche maritime est une activité historique et emblématique de la région des Pays de la Loire, avec les deux départements littoraux dynamiques :

63 RTE, *Enjeux d'alimentation électrique en Pays de la Loire, Bilan électrique et projets 2012.*

Puissance installée en région Pays-de-Loire

En 2011	En MW	En %
Total thermique (combustible fossiles)	3 285	83 %
Classique (Cordemais et autres installations EDF)	3 020	
Sous obligation d'achat (cogénération, incinération...)	265	
Énergie renouvelable sous obligation d'achat	668	17 %
Éolien	421	
Hydraulique	11	
Autres énergies renouvelables*	236	
<i>dont photovoltaïque</i>	<i>218</i>	
Ensemble	3 953	

*biogaz, biomasse, photovoltaïque.

EDF, 2011

la Loire-Atlantique et la Vendée. L'activité s'équilibre entre pêche côtière d'une part, mareyage et transformation des produits de la mer d'autre part. Avec 450 kilomètres de côtes et 60 kilomètres d'estuaire de la Loire, la région représente 9 % de l'activité de pêche française en termes de navires et d'emplois. **Deuxième région de la façade Atlantique pour la pêche maritime** après la Bretagne, elle compte 9 ports de pêche, dont 6 ports équipés de criées, et 441 navires⁶⁴.

La pêche est essentiellement côtière et artisanale.

En Pays de la Loire, les navires qui pratiquent la petite pêche et la pêche côtière représentent 89% de la flotte. Parmi eux les navires de - 12 mètres sont largement majoritaire. La pêche au large qui rassemble les 11 % restant se pratique essentiellement à bord de navires de + 16 mètres.

Le secteur de la pêche en Pays de la Loire génère un chiffre d'affaires annuel d'environ 44 millions d'euros. Il regroupe 1 228 marins et 1 650 emplois indirects qui englobent les activités de fourniture de matériel aux pêcheurs, de transformation et de commercialisation des produits de la mer.

64 Source DIRM-NAMO 2011

LES ACTIVITÉS DE PÊCHE SUR LA ZONE DU PROJET

Parmi les 441 navires de pêche que comptent les Pays de la Loire, ceux rattachés aux ports de Saint-Nazaire, du Croisic, de La Turballe et de Noirmoutier sont directement concernés par le projet.

Les ports de Saint-Nazaire et de Pornic rassemblent 39 navires. Les pêcheurs de ces ports utilisent essentiellement les arts dormants⁶⁵.

Le port du Croisic compte 26 navires. Les pêcheurs croisicais sont spécialisés sur la pêche aux crustacés. Les caseyeurs ciblent crevettes, tourteaux, homards et araignées ; les chalutiers ont une activité mixte : langoustine/poissons.

Avec ses 64 navires, La Turballe est réputée pour sa flottille de chalutiers pélagiques qui ciblent bar, thon, anchois...

⁶⁵ Technique utilisant les engins de pêche immobiles (ex : casiers, filets, palangres...) installés par les pêcheurs puis relevés ultérieurement.



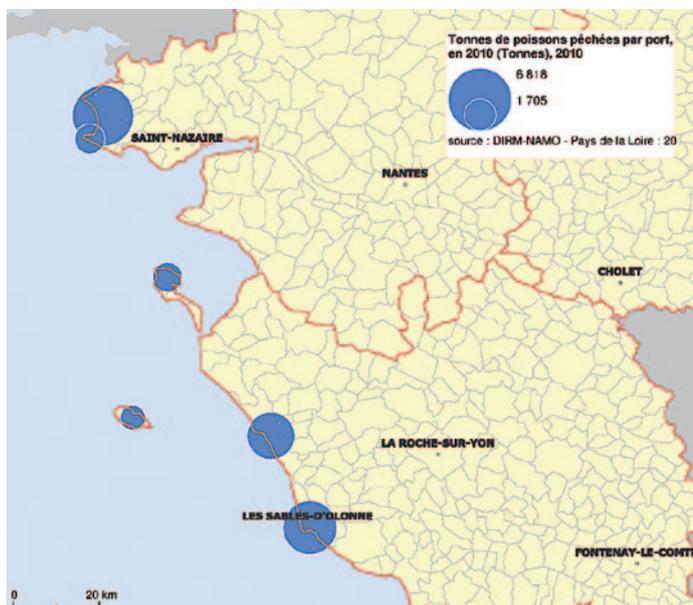
Les 47 navires noirmoutrins du port de l'Herbaudière pratiquent en majorité le métier du filet à poissons et sont pour la plupart spécialisés sur la sole. Noirmoutier regroupe également plusieurs palangriers qui pêchent du bar et du congre.

En dépit de ces particularismes locaux, il faut garder à l'esprit que l'activité de pêche est diversifiée pour chacun de ces 5 ports.

Près de 70 navires pêchant au large sont susceptibles de pratiquer leur activité à proximité de la zone d'implantation du projet. Une étude spécifique à l'activité de pêche sera menée en partenariat avec les structures professionnelles pour identifier clairement les flottilles concernées, la saisonnalité de l'activité et le taux de fréquentation de la zone.

Parmi les navires concernés, une minorité pratiquant des arts dormants (estimée à une quinzaine d'unités de caseyeurs à crustacés et de palangriers) est tributaire de la zone d'implantation des éoliennes. Les principales espèces qu'ils exploitent sont les homards, les araignées et les tourteaux pour les caseyeurs, et les congres et les bars pour les palangriers. En fonction des conditions de pêche, les caseyeurs travaillent le Banc de Guérande 4 à 8 mois par an, entre mai et octobre. Lorsqu'ils n'y travaillent pas, ils pêchent la crevette à proximité de la côte. Les palangriers y travaillent à peu près toute l'année, les espèces qu'ils pêchent étant présentes les unes après les autres sur le site envisagé pour le projet (congres présents toute l'année, bars essentiellement pendant l'automne et l'hiver).

Les principaux ports de pêche en région Pays-de-Loire et leur tonnage de poissons pêchés



La topographie et la nature du fond composée de remontées rocheuses rendent la pratique du chalutage de fond impossible. Le chalut pélagique peut en revanche être pratiqué mais l'activité est limitée dans le temps par la réglementation (date de fermeture, pratique de nuit interdite du 1^{er} mai au 15 octobre). Pour les navires dont l'activité est essentiellement localisée sur le Banc de Guérande, un report d'activité sur d'autres zones de pêche entraînerait un allongement sensible des temps de transit et une augmentation des coûts de production. Des échanges avec les pêcheurs concernés permettront de déterminer les conditions dans lesquelles ces impacts pourront être réduits.

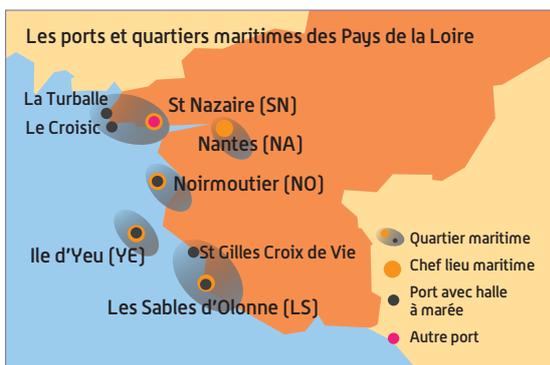
La base de maintenance prévue dans le port de La Turballe ne perturberait pas les activités de la pêche professionnelle pendant l'exploitation du parc éolien. Le gestionnaire du port a prévu d'affecter, à la maintenance du parc, une zone spécifique sur le terre-plein ainsi qu'un linéaire de quai. Un itinéraire d'accès préférentiel peut être identifié pour ne pas générer de problèmes de circulation supplémentaires dans un secteur très fréquenté pendant la saison estivale.

LE PROJET A ÉTÉ ÉLABORÉ EN TENANT COMPTE DES RECOMMANDATIONS DES PROFESSIONNELS DE LA PÊCHE

La conception du projet s'est appuyée sur les échanges menés dès 2009 avec les pêcheurs professionnels, représentés notamment par le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins des Pays de la Loire et les Comités Locaux des Pêches Maritimes et des Élevages Marins (aujourd'hui partie intégrante du Comité Régional). Au cours de la trentaine de rencontres organisées en trois ans par le maître d'ouvrage, les discussions ont permis de concevoir un projet tenant compte des enjeux et contraintes de la pêche professionnelle.

Une zone de moindre contrainte pour la pêche a été identifiée, à l'écart des zones d'importance pour cette activité. La définition précise de son périmètre, affinée au fur et à mesure des échanges avec les représentants de la pêche professionnelle, a été retenue dans le cadre de l'appel d'offres gouvernemental.

Les ports et quartiers maritimes des Pays de La Loire



IFREMER SIH 2008

Suivant les recommandations émises par les représentants de la pêche professionnelle, le maître d'ouvrage a choisi d'espacer les éoliennes le plus possible, et d'ensouiller les câbles électriques (c'est-à-dire les enfouir dans le fond marin) lorsque cela sera possible, pour éviter qu'ils ne soient accrochés par une ancre ou un engin de pêche.

Une étude a été réalisée par le cabinet JP Kenny pour évaluer les risques d'accrochage des câbles dans la zone prévue, selon les différentes configurations de fonds marins. Les câbles seront dans la mesure du possible enfouis à une profondeur appropriée. Si l'ensouillement des câbles n'est pas possible compte tenu de la nature des fonds, rocheux et très accidentés, le maître d'ouvrage s'engage à utiliser des méthodes de protection externe des câbles pour garantir les meilleures conditions de sécurité maritime et la pratique de la pêche.

Le plan de câblage entre les éoliennes du parc éolien a été conçu pour permettre la pratique de la pêche au sein du parc dans le respect des conditions de sécurité :

- » le nombre d'éoliennes est réduit, ce qui diminue la longueur totale des câbles,
- » les éoliennes seraient raccordées par « grappe » de six, pour réduire les passages de câbles entre les lignes,
- » les câbles suivraient de préférence l'axe des lignes d'éoliennes,
- » le poste électrique en mer serait implanté au milieu de la zone.

Ces différents échanges ont abouti le 15 décembre 2011 à la signature d'une convention de collaboration avec les professionnels de la pêche.

Par cette convention, le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins des Pays de la Loire et le maître d'ouvrage indiquent leur « souhait de poursuivre leur travail en commun pour permettre le développement du parc de Saint-Nazaire dans le respect des activités de pêches et ce durant toute la vie du projet ». Ainsi, il a été décidé d'un commun accord de :

- » collaborer pour décrire l'activité de pêche professionnelle dans le voisinage du projet,
- » évaluer les impacts du projet sur la pêche professionnelle et la ressource halieutique pendant la construction et l'exploitation du parc,
- » mettre en place une « cellule de liaison pêche » pour anticiper et résoudre les éventuels conflits d'usage que pourrait générer la présence d'un parc éolien en mer,
- » mener une étude sur l'impact socio-économique du projet sur la filière de la pêche,
- » définir les mesures qui pourront être mises en œuvre pour annuler, limiter ou compenser les impacts mis en évidence conjointement.

LA SÉCURITÉ MARITIME : UN ENJEU À ANTICIPER

LA PRISE EN COMPTE DES ACTIVITÉS PRÉEXISTANTES

La mer étant un espace ouvert à de nombreux usages et activités économiques, le maître d'ouvrage a intégré la question de la sécurité maritime dès la conception de son projet de parc éolien au large de Saint-Nazaire.

Son approche prend en compte l'ensemble des activités existantes, notamment la façon dont la présence du parc éolien pourrait modifier les risques préexistants sur la zone d'implantation et propose les solutions envisageables pour assurer la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement.

La navigation commerciale et les activités de pêche en mer figurent parmi les activités les plus directement concernées par le projet. Si les loisirs nautiques se

Implantation à La Turballe



SAEML Loire Atlantique Pêche et Plaisance

pratiquent généralement plus près de la bande côtière, la plaisance est également prise en compte dans cette étude.

La navigation commerciale est presque entièrement liée au port de Nantes-Saint-Nazaire, premier complexe portuaire de la façade atlantique.

En 2008, plus de 3 000 navires marchands y ont fait escale dont 800 pétroliers, 400 vraquiers,

FOCUS

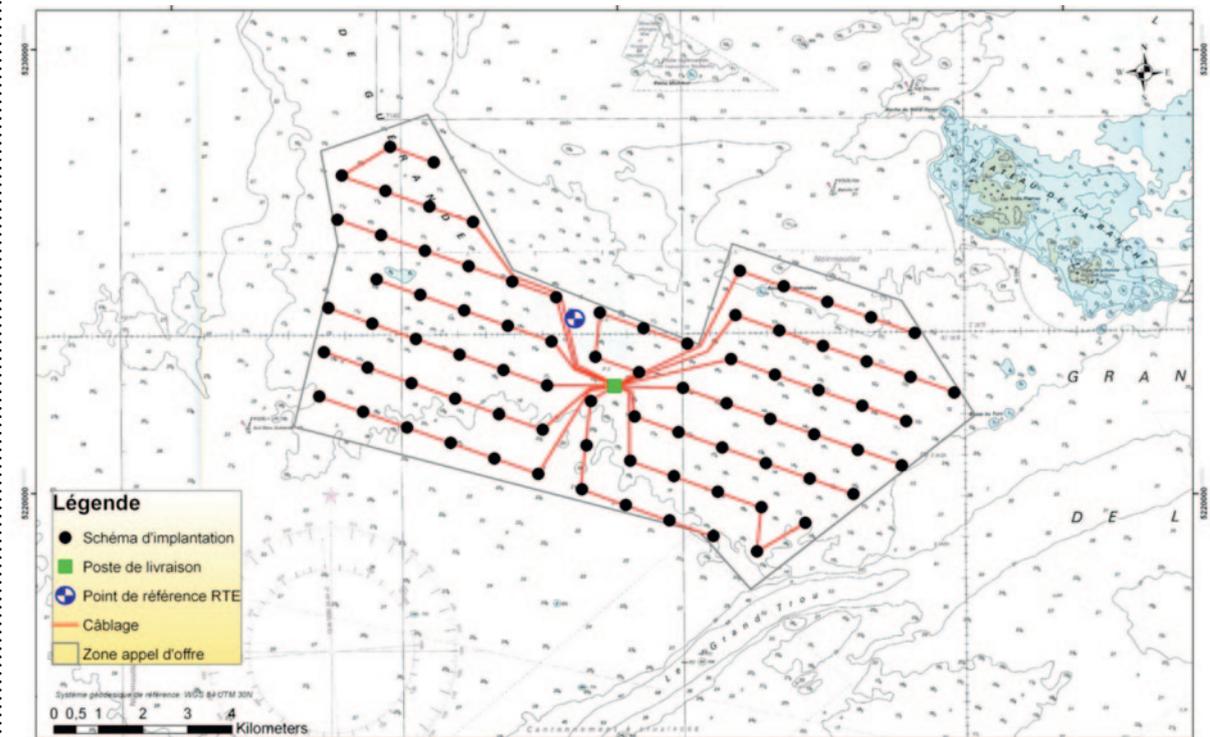
En octobre 2010, le maître d'ouvrage a organisé un voyage d'étude au Danemark avec plusieurs représentants de la pêche professionnelle.

Lors de ce voyage, les pêcheurs ligériens ont pu découvrir ce qu'est un parc éolien en mer (parc de Horns Rev exploité depuis 7 ans environ), échanger avec leurs homologues danois, bénéficier de leurs retours d'expérience sur la compatibilité des éoliennes en mer avec la poursuite de l'activité de pêche et sur l'état de la ressource halieutique dans et à proximité des parcs éoliens en mer.



Naas&Wind Offshore

Schéma de principe d'implantation des éoliennes et des câbles sous-marins



par la « porte du port » croisent la zone d'implantation du projet à un minimum de 6,8 milles nautiques.

Ainsi, la très grande majorité du trafic maritime commercial emprunte le Chenal du Sud, dans la Grande Rade de la Loire. Le Chenal du Nord, qui sépare le continent des hauts fonds des plateaux de La Lambarde et de La Banche, est quasi exclusivement utilisé par les navires sabliers qui font route entre la Loire et les ports de Lorient et Brest.

La zone d'implantation proposée ne devrait concerner directement que de manière modérée le trafic commercial de marchandises ou de passagers desservant les ports. L'impact devrait être quasi nul sur le trafic du port de Nantes-Saint-Nazaire.

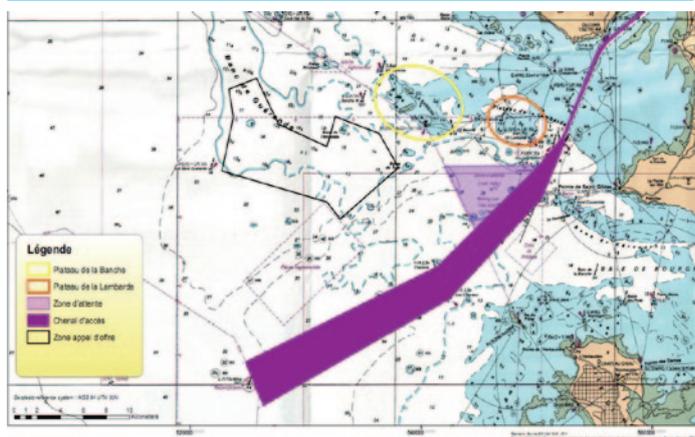
Outre la pêche professionnelle qui tient une place déterminante parmi les activités maritimes au large de Saint-Nazaire, il existe également une activité de navigation et de pêche de plaisance.

Dans le cadre de la pratique du nautisme, le littoral de la Côte d'Amour dispose des infrastructures suivantes:

- ▶ le port de plaisance du Croisic : 363 places,
- ▶ deux zones de mouillages sur le littoral de la commune de Batz-sur-Mer,
- ▶ le port de plaisance La Baule – Le Pouliguen : 720 places,
- ▶ le port de plaisance de Pornichet : 1 550 places,
- ▶ le littoral des Pays de la Loire dispose d'autres ports de plaisance : l'Herbaudière (492 places), Pornic (919 places), La Turballe (344 places) et Piriac-sur-Mer (640 places).

La flotte de plaisance des Pays de la Loire est constituée d'environ 85 000 navires, toutefois, la flotte immatriculée est peu représentative de la flotte active du fait de la localisation hors de la région pour certains bateaux et de la disparition des unités.

Carte des accès au Grand Port maritime de Nantes-Saint-Nazaire



Les routes empruntées par les navires de plaisance ne semblent pas concerner directement la zone du projet.

Les pêcheurs plaisanciers titulaires d'un permis côtier ne sont autorisés à naviguer qu'à moins de 6 milles nautiques d'un abri. Dans ce contexte, la zone d'implantation du futur parc éolien est inaccessible aux bateaux à moteur des plaisanciers titulaires d'un permis côtier. Des pêcheurs plaisanciers en possession d'un permis hauturier peuvent cependant se rendre sur le site du projet.

La période estivale (mai à septembre) est celle où l'on rencontre le nombre le plus important de bateaux de pêche de plaisance.

Les plaisanciers rencontrés sur la zone d'implantation du parc pratiquent pour la plupart la pêche au leurre ou au vif pour cibler bar, dorade grise ou dorade rose.

Dans un périmètre plus large, la pêche de plaisance se pratique à l'Est de la zone d'implantation aux abords du plateau de la Banche ou au Nord de celui du Four.

Le Comité Départemental des Pêcheurs Plaisanciers et Sportifs de Loire Atlantique (CDPPSL), sollicité dès 2009 par le maître d'ouvrage, rassemble l'ensemble des associations des pêcheurs plaisanciers du département sous l'égide d'une fédération nationale (FNPPSF). La poursuite des échanges permettra de dresser un état des lieux plus précis et d'orienter les études en cours.

ÉTUDES ET MESURES LIÉES À LA SÉCURITÉ MARITIME

La sécurité est une priorité pour les navires en transit ou en pêche, en dehors ou dans le périmètre d'un futur parc. La présence d'infrastructures de grande dimension peut représenter un risque de collision ou entraîner des perturbations radioélectriques qui gêneraient les équipements à terre comme en mer.

Retenue par l'État pour l'appel d'offres, la zone d'implantation prend en compte les activités maritimes et se situe dans un secteur de moindres contraintes qui a fait l'objet d'une concertation avec l'ensemble des usagers de la mer.

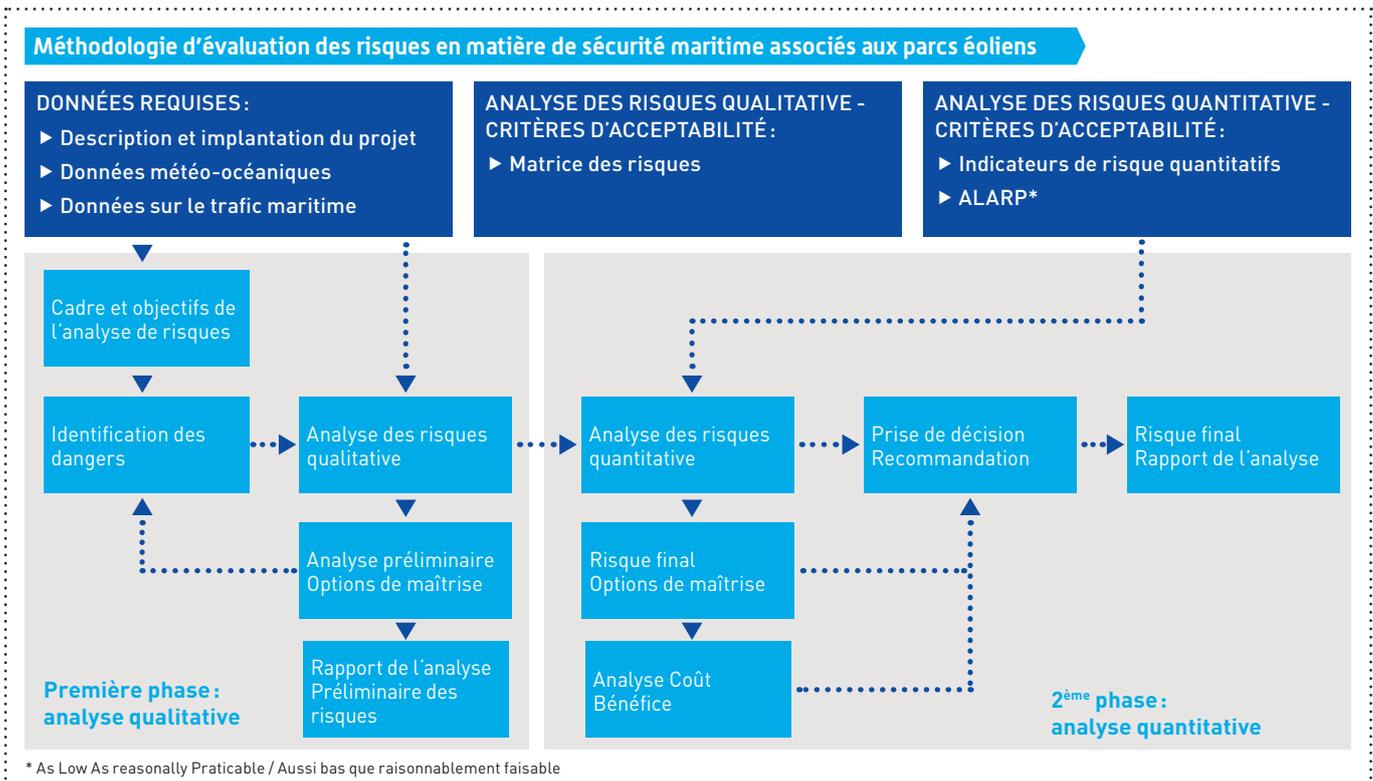
Les pratiques (navigation, pêche...) qui pourront y être autorisées doivent faire l'objet d'une discussion avec les services de l'État et les représentants des usagers de la mer pour être **approuvées dans le cadre d'une commission nautique** compétente pour se prononcer sur les projets ayant une incidence sur la navigation maritime. Les retours d'expérience des parcs éoliens en mer existants, notamment en mer du Nord, montrent que certaines activités de plaisance et certains métiers de pêche peuvent y être autorisés.

DES ÉTUDES SONT EN COURS ET LA MISE EN ŒUVRE DE MOYENS SPÉCIFIQUES ENVISAGÉE POUR ASSURER LA SÉCURITÉ MARITIME DANS LA ZONE DU PROJET ET SES ABORDS.

L'implantation d'un parc éolien au large de Saint-Nazaire peut engendrer de nouvelles contraintes ayant des incidences sur la surveillance maritime à terre ou embarquée (radar, visuelle, communication). C'est pourquoi, en liaison avec les autorités de la Préfecture Maritime, le maître d'ouvrage a confié aux bureaux d'études DNV et Signalis, la réalisation d'études visant à mieux identifier les enjeux et les risques liés à la sécurité maritime dans la zone concernée par le projet et à proximité.

Ces études ont pour objectifs :

- une meilleure connaissance de la navigation commerciale, de pêche et de plaisance ;



▶ la prise en compte des moyens de surveillance, d'intervention, de communication et des servitudes radioélectriques⁶⁶ existants ;

▶ le recensement des procédures de sécurité et l'analyse des risques.

Des équipements, une organisation et des moyens permettant de garantir dans la zone envisagée pour le projet un niveau de sécurité supérieur au niveau actuel seront proposés. La surveillance et la sécurité de la navigation pourraient être améliorées par :

▶ l'installation de deux nouveaux radars intégrés au dispositif SPATIONAV ;

▶ un balisage aérien conforme aux législations et aux recommandations en vigueur et synchronisé avec le balisage maritime ;

▶ des moyens mis en place pour assurer la sécurité des navires et des équipages de l'opérateur en plus des dispositifs actuels (radars, GSM, VHF, caméras, AIS) ;

▶ l'intégration du parc et de ses intervenants aux plans d'urgence maritime.

ÉCONOMIE TOURISTIQUE : DE NOUVELLES OPPORTUNITÉS

Face à la zone prévue pour le projet, la presqu'île guérandaise est un axe majeur de développement et de valorisation du tourisme, tant pour la Loire-Atlantique que pour l'ensemble de la région des Pays de la Loire. Les activités touristiques du littoral jouent un rôle déterminant dans l'économie locale. Dans l'arrière-pays, le parc régional de Brière complète le tourisme littoral. La région accueille également un tourisme lié à son patrimoine industriel passé et actuel (base sous-marine, chantiers de construction navale, usine aéronautique...).

ENTRE STATIONS BALNÉAIRES ET MARAIS SALANTS, UNE OFFRE TOURISTIQUE DIVERSIFIÉE

Les plages ligériennes, notamment celle de La Baule, ont fait de la région l'un des premiers pôles balnéaires français. Les 133 kilomètres de côtes de la Loire-Atlantique offrent 68 kilomètres de plage, avec des stations balnéaires qui proposent de multiples activités nautiques.

⁶⁶ Autour de certaines stations émettrices ou réceptrices d'ondes radioélectriques, il peut être créé des zones de servitudes auquel l'accès est interdit.

Dans l'arrière-pays, la presqu'île de Guérande et la région nazairienne offrent des paysages très variés. Les marais du Parc régional de Brière ou les marais salants qui font la réputation de Guérande attirent de nombreux touristes.

EN LOIRE-ATLANTIQUE, LE TOURISME REPRÉSENTE PLUS DE 20 000 EMPLOIS

En Loire-Atlantique, le tourisme génère un **chiffre d'affaires annuel de 1,6 milliard d'euros**. Les touristes fréquentant la région sont en majorité des Français (53 %) qui viennent de l'ouest du pays et d'Île de France (26 %). La région est aussi attractive pour les touristes européens, principalement anglais, allemands et néerlandais. Avec 60 % des nuitées, le littoral est la destination privilégiée du département de Loire-Atlantique. La presqu'île Guérandaise reste la première destination touristique de la Loire-Atlantique, avec un total de 13 millions de nuitées chaque année. Elle concentre aussi la moitié environ des résidences secondaires du département, soit 28 200 résidences secondaires, et environ un tiers des hôtels.

De nombreuses activités sont proposées sur le littoral, notamment les loisirs nautiques et de baignade, les randonnées (pédestres, à vélo) ou encore la visite de sites touristiques. L'Océarium du Croisic est le troisième site le plus visité du département en 2009, avec plus de 250 000 entrées.

Le littoral nord ligérien constitue un territoire très attractif car il dispose de plusieurs ports de plaisance et de nombreux centres nautiques.

LE PARC ÉOLIEN ET L'ACTIVITÉ TOURISTIQUE

Le maître d'ouvrage s'engage à faire réaliser au cours de l'année 2013 une étude socio-économique portant sur les effets potentiels du projet de parc éolien de Saint-Nazaire par un bureau d'étude externe et indépendant en concertation avec les acteurs concernés. Elle inclura notamment un volet sur l'économie touristique.

Dans l'attente de ses résultats et afin de favoriser l'acceptabilité du projet par les touristes comme par les résidents, **le maître d'ouvrage a rencontré différents acteurs de l'économie du tourisme** : Chambre de commerce et d'industrie, communes littorales, communautés de communes (La CARENE, Cap Atlantique). **Compte tenu de son caractère insolite et novateur et de sa contribution au développement durable, le parc éolien en mer pourrait avoir un effet d'entraînement sur le développement touristique du territoire.**

De nouveaux produits touristiques pourraient être développés. La navigation au sein du parc pouvant être autorisée, des promenades en mer et autres produits dérivés, comme des pêches promenades ou des régates autour du parc, sont envisageables.

Il est probable que le projet suscite la curiosité du public local. Des supports d'information pourraient



Vues de la plage de La Baule et des marais salants de Guérande



être réalisés et diffusés, des animations et des visites guidées pourraient être organisées tout au long de l'année à des fins pédagogiques auprès des différents publics.

L'organisation d'événements ponctuels pourra être envisagée autour du parc éolien, en relation avec des événements locaux ou d'ampleur nationale - Semaine du Développement Durable ou Wind Days, journées européennes de promotion de l'énergie éolienne. De nouveaux événements locaux peuvent aussi être imaginés : régates, fête du vent, etc.

L'opportunité de la mise en place de ces différentes activités sera analysée de façon plus détaillée et leurs effets évalués dans le cadre de l'étude socio-économique précédemment mentionnée.

LES EFFETS DU PROJET SUR LA DYNAMIQUE IMMOBILIÈRE

LES RÉSIDENCES SECONDAIRES OCCUPENT UNE PART SIGNIFICATIVE DANS LE PARC IMMOBILIER DU LITTORAL

Le littoral des Pays de la Loire compte une très forte proportion de résidences secondaires, dont le taux d'occupation tend à augmenter. La présence de ces résidences génère un pic de fréquentation durant l'été, mais elles tendent à contribuer de plus en plus à l'activité socio-économique des communes concernées sur l'ensemble de l'année.

LE PARC ÉOLIEN ET LE MARCHÉ DE L'IMMOBILIER

En France, les rares études existantes concernent les effets de parcs éoliens terrestres sur l'immobilier à proximité. Elles ont été réalisées par le CAUE de l'Aude⁶⁷ (Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement) en octobre 2002, et l'Association Climat Energie Environnement de la Région Nord-Pas-de-Calais en 2008. Ces deux études mettent en avant un impact minime, à la fois sur la valeur de la transaction immobilière et sur le nombre de transactions (en périphérie proche, à moins de 2 kilomètres des éoliennes).

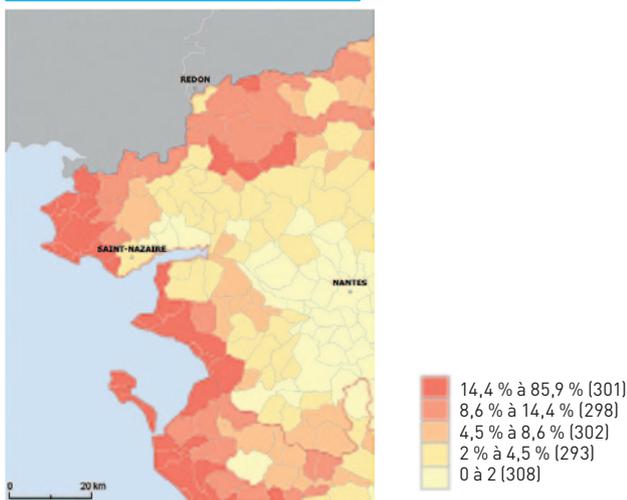
⁶⁷ <http://aude.eolienne.free.fr/fichiers/Impact-eco-aude.pdf>

Nombre de résidences secondaires

Ville	Département	Rés. secondaires
La Baule-Escoublac	Loire-Atlantique	12 488
Pornichet	Loire-Atlantique	6 201
Pornic	Loire-Atlantique	4 644
Noirmoutier-en-l'Île	Vendée	4 481
Saint-Brevin-les-Pins	Loire-Atlantique	3 733
Le Pouliguen	Loire-Atlantique	3 606
Piriac-sur-Mer	Loire-Atlantique	3 325
Nantes	Loire-Atlantique	3 261
Le Croisic	Loire-Atlantique	3 196
Saint-Michel-Chef-Chef	Loire atlantique	3 034

Insee - Pays de la Loire

Part des résidences secondaires dans l'ensemble des logements



Insee - Pays de la Loire

Au Royaume-Uni, une étude⁶⁸ (RICS, 2007) met en évidence un impact de l'éolien sur l'immobilier, qui apparaît au début du développement du projet et décroît ensuite, voire disparaît, à la mise en service du parc éolien. Une autre étude américaine⁶⁹ (REPP, 2003) montre l'absence d'impact autour des parcs étudiés.

⁶⁸ <http://www.rics.org/us/knowledge/more-services/guides-advice/wind-farms/>

⁶⁹ Cette étude est à l'adresse suivante : http://www.repp.org/articles/static/1/binaries/wind_online_final.pdf

UN PROJET MOTEUR POUR LE DÉVELOPPEMENT DU TERRITOIRE

LA CRÉATION D'UNE FILIÈRE INDUSTRIELLE RÉGIONALE

La construction d'un parc éolien en mer génère une activité portuaire et industrielle importante, de nature à dynamiser le tissu économique local.

PRÈS DE 7 000 EMPLOIS PRÉVUS AU TOTAL POUR LA FILIÈRE INDUSTRIELLE ÉOLIENNE FRANÇAISE

Avec l'attribution de trois des cinq projets de parcs éoliens en mer (Saint-Nazaire, Courseulles-sur-Mer et Fécamp) par l'État, Éolien Maritime France et ses partenaires entendent contribuer au développement de l'éolien en mer et participer à la création d'une filière française compétitive, avec environ 7 000 emplois nouveaux.

Le plan industriel d'Alstom prévoit la création de quatre usines à Saint-Nazaire et Cherbourg pour fabriquer les composants clés de l'éolienne Alstom Haliade 6 mégawatts, ainsi qu'un centre d'ingénierie et de recherche & développement dans la région nantaise, en partenariat avec l'Institut de Recherche Technologique Jules Verne. Ces installations créeront 5 000 emplois pérennes, dont 1 000 directs⁷⁰ et qualifiés, le centre d'ingénierie comptant pour environ 200 emplois. Ces embauches seront réalisées en coordination avec les partenaires territoriaux et se répartiront pour 2/3 en personnels ouvriers, de niveau CAP-BEP, et pour 1/3 en personnels cadres, techniciens et employés. Cet investissement de 100 millions d'euros permettra non seulement de répondre aux besoins du marché français, mais aussi d'exporter des éoliennes *made in France* sur le marché international en pleine expansion.

Parallèlement, pour le projet de parc éolien en mer au large de Saint-Nazaire, le maître d'ouvrage prévoit de faire construire les fondations et d'assembler les composants des éoliennes, ce qui représente au total 400 emplois pendant le chantier, dont 200 pour

⁷⁰ Les emplois directs sont les emplois créés directement pour les besoins de chacune des usines. Les emplois indirects sont les emplois liés aux entreprises sous-traitantes d'Alstom.

la fabrication des fondations, 200 pour l'assemblage des éoliennes et l'installation en mer. Pour les deux autres projets de parcs éoliens en mer, le nombre d'emplois correspondants est estimé à 1 200.

Enfin, le maître d'ouvrage prévoit de créer un centre national pour la supervision des parcs éoliens en mer, dont la localisation n'est pas encore définie, et une base dédiée au projet de Saint-Nazaire pour la maintenance depuis le port de La Turballe. Ces activités seront réalisées par une centaine d'ingénieurs, de techniciens, et de marins. Pour les deux autres projets éoliens en mer, des bases de maintenance locales de taille similaire sont prévues.

UNE OPPORTUNITÉ POUR LES ENTREPRISES LOCALES

Les besoins en sous-traitance seront importants notamment pour les usines d'Alstom, l'ingénierie, la construction et la maintenance du parc éolien. Ces besoins devraient profiter aux entreprises de la région et en attirer de nouvelles.

L'expérience du Danemark montre que le développement de l'éolien en mer mobilise un large éventail de compétences présentes dans le tissu industriel local. Les activités de conception et les opérations d'instal-

FOCUS Compétences mobilisées pour un projet de parc éolien en mer

Ingénierie : physique, mécanique, électrique, hydraulique, électronique, informatique, acoustique, topographie des fonds marins, des vents et des courants, impact environnemental, analyse de risques, financements de projets, assurances...

Fabrication et assemblage des éléments : génie civil, génie industriel, expertise en matériaux composites, usinage de précision, traitement de grandes surfaces, électronique de puissance et raccordement, transport et expédition de colis lourds de grandes dimensions, achat et planification...

Installation et raccordement : transport, stockage, montage, manutention, logistique maritime, grutage, remorquage, sécurité maritime, électronique de puissance et raccordement...

Exploitation et maintenance : télésurveillance, surveillance maritime, prévision météorologique, conduite des navettes de servitudes, management de l'équipe de maintenance...

lation en mer des éoliennes font appel à l'expertise de sociétés spécialisées dont le marché est d'envergure européenne. **Pour la fabrication des éléments ainsi que pour l'exploitation et la maintenance des parcs, il sera possible de s'appuyer sur des compétences locales.**

UNE DYNAMISATION DE L'ACTIVITÉ PORTUAIRE

Les dimensions et le poids des éléments d'un parc éolien en mer peuvent nécessiter de modifier les infrastructures portuaires existantes : adaptation de quais, renforcement de souilles et de plateformes terrestres. Ces opérations correspondent à des investissements importants. Elles induisent un besoin significatif de main-d'œuvre pendant plusieurs mois, ce qui favorise le développement de la sous-traitance dans toute la zone d'influence économique du port.

La construction même d'un parc éolien en mer génère de nombreux mouvements de navires liés à la fabrication des éoliennes, à leur assemblage et à leur installation en mer ainsi que des activités de manutention dues au stockage d'éléments.

Durant la phase d'exploitation, les aménagements portuaires servent aux opérations de maintenance lourde (et en fin de vie du parc, aux opérations démantèlement). Ils peuvent aussi être utilisés pour d'autres activités nécessitant des infrastructures lourdes. Relativement rares en Europe, celles-ci peuvent représenter un atout important pour attirer à terme des activités économiques sur un port et sa région.

UNE OFFRE DE FORMATION ADAPTÉE

La formation est un élément clé de la réussite d'un projet de parc éolien en mer. Le niveau d'exigence requis tant pour les phases de construction que d'exploitation nécessite de recourir à des compétences souvent spécifiques et de haut niveau. Elle est indispensable pour préparer les qualifications nécessaires au chantier, mais aussi pour garantir la prise en compte des exigences et des règles en matière d'hygiène, de sécurité, et d'environnement.

LA MISE EN PLACE D'UN DISPOSITIF SPÉCIFIQUE DE FORMATION AUX MÉTIERS DE L'ÉOLIEN EN MER EST PRÉVUE

Il est possible que certains freins au recrutement des profils nécessaires pour le projet de parc éolien en mer apparaissent au niveau local : pénurie de jeunes qualifiés dans l'industrie, métiers en tension (soudeurs, chaudronniers, conduite de grue, montage de structures métalliques...). **Pour pouvoir recruter du personnel local en nombre suffisant, le maître d'ouvrage prévoit un certain nombre d'actions.**

Il s'engage à promouvoir les métiers liés au projet, en collaboration avec les partenaires locaux : participation à la présentation des métiers lors de différents forums, implication dans la préparation de supports d'information (annuaire, film vidéo...).



Avec l'Éducation nationale, il prépare un cursus de formation initiale débouchant sur un BTS de maintenance des équipements éoliens. Il participera à la préparation d'une offre de formation, qui deviendra nationale et qui pourra être déclinée dans les établissements d'enseignement des Pays de la Loire.

Avec les collectivités territoriales et les partenaires locaux de l'emploi, de la formation et de l'insertion, le maître d'ouvrage a formalisé un dispositif spécifique d'accompagnement afin de recruter les profils les mieux adaptés au projet de parc éolien en mer au large de Saint-Nazaire. Ce partenariat doit réunir la CARENE de Saint-Nazaire et la Direction de l'emploi de Nantes-Métropole ainsi que Pôle Emploi, le Conseil régional des Pays de la Loire, le Conseil général de Loire-Atlantique, le PLIE (Plan local pour l'insertion et l'emploi), la Maison de l'Emploi de Nantes, les Missions locales, les fédérations professionnelles, l'AFPA (Association nationale pour la Formation Professionnelle des Adultes), les structures d'Insertion par l'Activité Économique et Cap Emploi. La mise en place d'un dispositif intégré emploi-formation-insertion est prévue pour faciliter le recrutement local de personnes éloignées de l'emploi.

LA CAPACITÉ DE MOBILISATION DU TERRITOIRE EN FAVEUR DE LA FORMATION À L'ÉOLIEN EN MER EST UN ATOUT IMPORTANT.

Le territoire ligérien dispose d'une offre de formation initiale de qualité et diversifiée.

L'offre de formation continue est également diversifiée, dispensée par l'AFPA, l'AFPI Pays de Loire et le Greta du Mans. Ce dernier vient de faire évoluer son cursus de formation de technicien de Maintenance éolienne, pour l'adapter aux exigences de l'éolien en mer. Pour cela, la formation a intégré un module d'une semaine, proposé par le Centre d'étude et de pratique de la survie (CEPS) de Lorient sur les techniques d'accostage, de survie en mer et d'hélicoptère.

L'ensemble de ces formations ainsi que le soutien des écoles d'ingénieurs (Centrale Nantes, Mines de Nantes, l'École Nationale Supérieure Maritime,...) constituent un atout pour développer dans la région des Pays de la Loire une filière d'excellence dans le domaine des énergies marines renouvelables.

>> SYNTHÈSE

Les effets du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire ont été évalués à partir de différentes études et des retours d'expérience sur des parcs déjà construits en mer. En choisissant une éolienne de 6 mégawatts (capacité parmi les plus élevées dans les éoliennes commercialisées). Le maître d'ouvrage a cherché à limiter l'emprise du parc et à réduire sa visibilité sur la ligne d'horizon. Des mesures de réduction du bruit sont prévues pour limiter l'impact du chantier sur les mammifères marins. La pêche professionnelle en mer et les activités nautiques sont également prises en compte afin de les préserver tout au long du projet et d'assurer la sécurité maritime.

S'il est mis en œuvre, le projet contribuera à la création d'une filière industrielle française de l'éolien en mer. Avec une capacité de production de 100 éoliennes par an, les usines de Saint-Nazaire et de Cherbourg devraient générer environ 1 000 emplois directs et 4 000 emplois indirects. La fabrication des fondations et la construction du parc mobilisera 400 emplois. L'exploitation et la maintenance doivent, quant à elles, générer la création d'une centaine d'emplois, dans le port de La Turballe. Le maître d'ouvrage s'implique dans la promotion des métiers liés au projet et dans l'adaptation des formations à la maintenance des installations éoliennes.



4 < LES SUITES DU DÉBAT PUBLIC



LES SUITES DU DÉBAT PUBLIC

LA DÉCISION DU MAÎTRE D'OUVRAGE

Dans un délai de deux mois à compter de la date de clôture du débat public, le président de la Commission particulière du débat public établit un compte rendu du débat public et le président de la Commission nationale du débat public en dresse le bilan. Le compte-rendu et le bilan sont rendus publics.

Le Code de l'environnement indique que le maître d'ouvrage « décide, dans un délai de trois mois après la publication du bilan de débat public, par un acte qui est publié, du principe et des conditions de la poursuite du projet. Il précise, le cas échéant, les principales modifications apportées au projet soumis au débat public. Il indique également les mesures qu'il estime nécessaire de mettre en place pour répondre aux enseignements du débat public ». Cet acte est transmis à la CNDP. La décision du maître d'ouvrage fait l'objet d'une « mention insérée en caractères apparents dans un journal national et un journal diffusé dans le ou les départements intéressés ».

LA SUITE DES PROCÉDURES RÉGLEMENTAIRES

Si le maître d'ouvrage décide de poursuivre le projet, **différentes demandes d'autorisations** seront nécessaires pour sa réalisation. Une **enquête publique pourrait se tenir en 2014**, selon le calendrier défini par l'État. Bilan et compte-rendu du débat public seront mis à disposition du commissaire enquêteur ou de la commission d'enquête publique par le maître d'ouvrage et joints au dossier d'enquête publique. Sous réserve de l'obtention des autorisations à l'horizon 2014, le maître d'ouvrage prendrait ainsi sa **décision finale d'investissement en 2015**.

LA CONCERTATION APRÈS LE DÉBAT PUBLIC

À l'issue du débat public, si le projet se poursuit, le maître d'ouvrage prolongera le dialogue établi avec les collectivités locales, les acteurs socio-économiques, le monde associatif et le grand public.

Les modalités de la démarche de participation et d'information alors mise en œuvre seront soumises à la CNDP qui statuera sur ces propositions.

L'exploitation du parc éolien de Saint-Nazaire devrait démarrer progressivement à partir de 2018, pour une mise en service complète d'ici 2020.

*Navire doté de moyens de levage
pour l'installation des éoliennes en mer*



5 ← ANNEXES



ANNEXES

LES AUTORISATIONS REQUISES POUR L'INSTALLATION D'ÉOLIENNES EN MER

Encadrement administratif et fiscal des parcs éoliens en mer

Autorisation liée à l'exploitation

Autorisation d'exploiter une installation de production d'électricité

Autorisation liée à l'implantation

Autorisation d'occupation du domaine maritime

- Étude d'impact et enquête publique
- Paiement d'une redevance en contrepartie de la concession

Autorisation au titre de la loi sur l'eau

- Étude d'impact et enquête publique

Obligation en cours d'exploitation

Obligation de constituer des garanties financières pour le démantèlement

Soumission à la taxe spéciale pour les éoliennes en mer

LES AUTORISATIONS AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CODE GÉNÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ DES PERSONNES PUBLIQUES

Une fois retenu à l'issue de l'appel d'offres de l'État, le maître d'ouvrage a obtenu une autorisation d'exploiter et le droit de conclure avec EDF un contrat d'achat d'électricité dans les conditions fixées par le cahier des charges de l'appel d'offres. Par arrêté du 18 avril 2012, le ministre chargé de l'énergie lui a ainsi délivré l'autorisation d'exploiter correspondante.

Préalablement à l'installation du parc éolien en mer, le maître d'ouvrage doit obtenir une concession d'utilisation du domaine public maritime, visée à l'article L. 2124-3 du Code général de la propriété des personnes publiques, délivrée par arrêté préfectoral. Cette

concession confère un titre juridique au maître d'ouvrage pour l'occupation du domaine public maritime et fixe les modalités d'utilisation des dépendances domaniales concédées.

La durée de la concession ne peut excéder 30 ans. À cet arrêté est annexée une convention qui indique l'objet de la concession et les prescriptions techniques que doit respecter le titulaire de la concession. Cette convention fixe également les conditions financières de l'occupation et établit, notamment, le montant de la redevance domaniale versée à l'État.

La procédure d'instruction de cette demande d'autorisation, dont les modalités sont fixées par les articles R. 2124-1 et suivants du code général de la propriété des personnes publiques, comporte :

➤ plusieurs consultations institutionnelles : du préfet maritime, de l'autorité militaire représentant l'État en mer, de l'ensemble des élus des communes et établis-

sements de coopération intercommunale concernés par le projet. La demande de concession doit faire également l'objet d'une consultation de la Grande commission nautique ;

► **une enquête publique.** Une fois instruite, la demande d'autorisation relative au projet fait l'objet d'une enquête publique au plus tard dans les 5 ans suivant la publication du compte-rendu et du bilan du débat public.

Le maître d'ouvrage doit fournir des garanties financières pour les opérations de démantèlement. En application de l'article R. 2124-8 du code général de la propriété des personnes publiques et du cahier des charges de l'appel d'offres, il devra transmettre au préfet ayant délivré la concession, avant la mise en service de chaque tranche du projet, un document attestant la constitution de garanties financières relatives à la tranche considérée. Ces garanties doivent couvrir le coût des opérations de démantèlement et de remise en état du site à la fin de l'exploitation. Leur montant, prévu dans la réponse du candidat à l'appel d'offres, ne peut être inférieur à **50 000 euros par mégawatt** installé, soit 300 000 euros pour une éolienne de 6 mégawatts.

Le maître d'ouvrage doit obtenir une autorisation au titre de la loi sur l'eau, délivrée par arrêté préfectoral. Codifiée aux articles L. 214-1 et suivants du Code de l'environnement, la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 a consacré l'eau comme « patrimoine commun de la Nation » et a renforcé l'impératif de protection de la qualité et de la quantité de la ressource.

Les travaux d'implantation du parc éolien en mer relèvent des « travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu ». Dès lors que leur montant est supérieur à 1,9 millions d'euros, ils doivent obtenir une autorisation avant leur réalisation.

La demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau s'accompagne d'un document d'incidences sur l'environnement et donne lieu à une enquête publique. Dans la mesure où cette demande sera présentée en même temps que la demande de concession d'utilisation du domaine public maritime, une enquête publique unique pourra être réalisée.

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe des prescriptions spécifiques relatives aux conditions de réalisation, d'aménagement et d'exploitation du projet. De plus, en application des dispositions du Code de l'environnement à la fin de la période d'exploitation, l'exploitant ou à défaut le propriétaire, doit remettre le site dans un état tel qu'aucune atteinte ne puisse être portée à l'objectif de gestion équilibrée de la ressource en eau. À ce titre, il faut souligner que l'autorité administrative peut à tout moment imposer des prescriptions pour la remise en état du site. **Le projet doit faire l'objet d'une étude d'impact et d'évaluation des incidences Natura 2000.** Conformément à l'article R 122-2 du Code de l'environnement, l'étude d'impact présentera une analyse des conséquences du projet sur l'environnement et la santé ainsi que les mesures envisagées pour les éviter, les réduire ou les compenser. Jointe aux dossiers de demande d'autorisations, elle donnera lieu à un avis de l'autorité environnementale.

L'étude d'impact peut remplacer le document d'incidences exigé au titre de la loi sur l'eau, si elle contient les informations exigées à ce titre. De la même manière, elle peut valoir étude d'incidences Natura 2000, si les éléments exigés par cette réglementation y figurent. Dans tous les cas, une évaluation d'incidences devra être réalisée si le projet est susceptible d'affecter de manière significative un site Natura 2000.

LES RETOURS D'EXPÉRIENCES

Pays	Parcs	Nom du programme	Site
Danemark	Horns Rev Nysted	Danish offshore wind	http://www.ens.dk/en-US/supply/Renewable-energy/WindPower/offshore-Wind-Power
UK	Tous les parcs anglais	COWRIE	http://data.offshorewind.co.uk
Suède	Tous les parcs suédois	VINDVAL	http://www.swedishepa.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6512-6.pdf http://www.swedishepa.se/In-English/System/Search/?quicksearchquery=offshore+wind+power
Pays-Bas	OWEZ	OWEZ	http://www.noordzeewind.nl/en/knowledge/reportsdata/



Période 2000-2006 : suivi des parcs Horns Rev et Nysted (1)



- Budget : 11 millions d'euros
- Résultats approuvés par l'IAPEME (Panel d'experts internationaux en matière d'écologie marine)
- Dialogue soutenu avec le WWF, et la Société danoise pour la protection de la nature Greenpeace



Depuis 2001 : mise à disposition des données des parcs du Royaume-Uni



- Compilation de données acquises sur les parcs existants (études d'impacts – suivis)
- 5 464 documents publiés à ce jour
- English Nature, Scottish Natural Heritage, Joint Nature Conservation Committee, Royal Society for the Protection of Birds et le BWEA sont membres de fait du COWRIE



Période 2005-2012 : suivi des 5 parcs suédois



- Compilation des données acquises lors des permis et des mesures de suivi des parcs existants
- Rapports établis par des Universités – ils font l'objet de publications dans des revues à comité de lecture
- 30 rapports et 3 synthèses jusqu'à ce jour

LISTE DES SYNTHÈSES D'ÉTUDES DISPONIBLES

- ▶ Étude sur l'avifaune, 2010-2011
- ▶ Étude sur le benthos, 2010
- ▶ Étude de l'activité de pêche, 2011
- ▶ Étude sur les mammifères marins, 2011
- ▶ Étude sur les chiroptères, 2010
- ▶ Étude de la sécurité maritime, 2011
- ▶ Étude du bilan carbone, 2013
- ▶ Étude de la ressource en vent, 2011

GLOSSAIRE

Alternateur à aimants permanents : Un alternateur est une génératrice électrique effectuant la conversion d'énergie mécanique en énergie électrique alternative. Un alternateur à aimants permanents utilise des aimants à la place de bobines pour créer un champ magnétique au niveau du rotor. Ce type de génératrice d'électricité présente une compacité plus importante que les alternateurs habituellement utilisés sur les éoliennes. Il offre en outre une plus grande fiabilité.

Arts dormants : Technique utilisant les engins de pêche immobiles (ex : casiers, filets, palangres...) installés par les pêcheurs puis relevés ultérieurement.

Avifaune : Ensemble des espèces d'oiseaux.

Balance commerciale française : La balance commerciale est le compte qui retrace la valeur des biens exportés et celle des biens importés. Pour la calculer, la comptabilité nationale procède à l'évaluation des importations et des exportations de biens à partir des statistiques douanières de marchandises.

Bathymétrie : Equivalent sous-marin de la topographie, c'est-à-dire description du relief sous-marin grâce aux mesures de profondeurs.

Battage de pieux : Action d'enfoncer un pieu (ou fondation monopile) dans le sol ou le fond marin en frappant sur sa tête, au moyen d'une masse.

Biocarburant : Carburant produit à partir de matériaux organiques non fossiles, provenant de la biomasse.

Biogaz : Gaz produit par la fermentation de matières organiques animales ou végétales en l'absence d'oxygène.

Biomasse : Ensemble des matières organiques d'origine végétale (algues incluses), animale ou fongique pouvant devenir source d'énergie par combustion (ex : bois énergie), après méthanisation (biogaz) ou après de nouvelles transformations chimiques (agrocarburant).

Capteur : Dispositif transformant l'état d'une grandeur physique déterminée en signal.

Carotte de forage : Echantillon du sous-sol terrestre ou marin obtenu à l'aide d'un tube appelé carottier que

l'on fait pénétrer dans le sous-sol. L'échantillon ainsi obtenu s'appelle une carotte.

Carrelets : Filet de pêche horizontal carré utilisé pour une pêche traditionnelle sur berge, à partir d'un bateau ou d'une cabane construite sur pilotis accessible par un ponton.

Consommation finale d'énergie : Consommation d'énergie finale, nette des pertes de distribution de toutes les branches de l'économie, à l'exception des quantités consommées par les producteurs et transformateurs d'énergie. La consommation finale énergétique exclut les énergies utilisées en tant que matière première (dans la pétrochimie ou fabrication d'engrais par exemple).

Contribution au service public de l'électricité (CSPE) : La CSPE permet de compenser les fournisseurs historiques d'électricité (EDF et les entreprises locales de distribution) des charges liées aux missions de service public qui leur incombent, incluant la compensation des tarifs d'achat de certaines sources d'électricité (énergies renouvelables, cogénération). Elle a été créée par la loi n°2003-8 du 3 janvier 2003.

Convertisseur : Dispositif permettant de changer la forme de l'énergie électrique (par exemple de courant alternatif en courant continu).

Dragueurs / dragues : Navires de pêche mettant en œuvre les dragues. La drague est un outil à armature métallique sur laquelle est fixée une poche en filet ou en anneaux métalliques et d'une barre inférieure, munie de lames (couteaux) métalliques ou de dents. La drague est utilisée sur un fond marin pour capturer les animaux y compris ceux qui sont enfouis à faible profondeur par une action de râtelage.

Effets de sillage : Les éoliennes en rotation génèrent des turbulences aérodynamiques qui peuvent perturber les éoliennes situées en aval sous leur vent, diminuant ainsi leur production électrique.

Eolien flottant : Eolienne montée sur une structure flottante au lieu d'une fondation posée sur le fond marin.

Énergie finale ou disponible : Énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer, gaz pour chauffer une serre...).

Énergie hydraulique ou hydro-électrique : Énergie électrique résultant de l'utilisation de la force motrice des chutes et des cours d'eau.

Énergie intermittente : Énergie dont production ne se commande pas, mais dépend des conditions météorologiques (vent, soleil) ou de la gravitation (énergies marines).

Énergie primaire : Ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés. Ce sont principalement le pétrole brut, le gaz naturel, les combustibles minéraux solides, la biomasse, le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie du vent, la géothermie et l'énergie tirée de la fission de l'uranium.

Énergie renouvelable : Énergie primaire inépuisable à très long terme, car issue directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants, liées à l'énergie du soleil, de la terre ou de la gravitation.

Énergie secondaire ou dérivée : Toute énergie obtenue par la transformation d'énergie primaire (en particulier électricité d'origine thermique)

Ensuillement : Action qui consiste à enfouir les câbles électriques dans les sédiments marins.

Espèces benthiques : Espèces vivantes, animales ou végétales, vivant sur ou proche des fonds sous-marins.

Espèces halieutiques : Poissons, coquillages ou crustacés pêchés.

Gaz à effet de serre : Gaz d'origine naturelle ou humaine, qui absorbent une partie des rayons solaires en les redistribuant sous la forme de radiations qui rencontrent d'autres molécules de gaz, répétant ainsi le processus et créant l'effet de serre, avec augmentation de la température. Les principaux gaz responsables de l'effet de serre, sont le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitreux, et les gaz fluorés.

Génératrice : Partie intégrée de la nacelle qui transforme l'énergie mécanique du vent en électricité.

Géophysique : Etude de la Terre par les méthodes de la physique.

Gigawatts : Unité de puissance. Un gigawatt égale un milliard de watts ou un million de kilowatts.

Grenelle de l'environnement : Démarche initiée en France en 2007, associant l'État, les collectivités territoriales, les syndicats, les entreprises et les associations pour élaborer une feuille de route en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. Sur le plan législatif, cinq grands textes ont été votés : loi dite Grenelle I, loi sur la responsabilité environnementale, loi OGM, loi d'organisation et de régulation des transports ferroviaires, et loi dite Grenelle II.

Indépendance énergétique : Capacité d'un pays à satisfaire l'ensemble de ses besoins en énergie, en maîtrisant ses capacités d'approvisionnement et la valorisation de son énergie. Le taux d'indépendance énergétique est le rapport entre la production nationale d'énergies primaires (charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire, hydraulique, énergies renouvelables) et la consommation en énergie primaire, pour une année donnée.

Ktep : Kilotonne d'équivalent pétrole soit 1000 tep.

Magnétométrie : Détection des anomalies du champ magnétique créées par la présence de masses de fer au fond de la mer (épaves, ancrs, câbles, ...).

Mégawatts : Unité de mesure de la puissance. Un mégawatt égale un million de watts ou mille kilowatts

Moyeu : Partie centrale sur laquelle sont fixées les trois pales de l'éolienne.

Nacelle : Partie de l'éolienne située derrière le rotor comprenant la génératrice et de l'ensemble des équipements associés. La nacelle est mobile sur l'axe du mât, elle s'oriente face au vent.

Pure Torque™ : Technologie brevetée permettant un report des efforts mécaniques indésirables du vent vers le mât de l'éolienne.

Rotor : Partie mobile de l'éolienne composée des pales et du moyeu.

Sédiments : Dépôt meuble laissé par les eaux, le vent et les autres agents d'érosion, qui peut être d'origine marine ou non.

Sédiments meubles : Dépôts sous-marins meubles (allant de la vase aux galets) laissés par l'eau ou le vent.

Servitudes radioélectriques : Autour de certaines stations émettrices ou réceptrices d'ondes radioélectriques, il peut être créé des zones de servitudes auquel l'accès est interdit.

Sondage géotechnique : Etude des propriétés physiques des sols par prélèvements dans le sol

Souille : Approfondissement d'une surface le long d'un quai pour permettre le stationnement d'un navire indépendamment de la marée ou tranchée réalisée sur les sédiments marins.

Poste électrique en mer : Installation électrique située au sein du parc éolien en mer, permettant de transformer l'électricité produite par les éoliennes pour la mettre aux normes du réseau national de transport d'électricité (tension, fréquence) et constituant la frontière entre le réseau privé du parc éolien et le réseau public de transport.

Térawattheures : Mille milliards de wattheures ou un milliard de kilowattheures. Un térawattheure correspond à l'énergie consommée par un milliard d'appareils de 1 kilowatt de puissance pendant une durée d'une heure.

Tirant d'eau : Hauteur de la partie immergée d'un navire, qui varie en fonction de la charge transportée.

Tonne équivalent pétrole (tep) : La tonne d'équivalent pétrole (TEP) représente la quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole brut, soit 41,868 gigajoules. Cette unité est utilisée pour exprimer dans une unité commune la valeur énergétique des diverses sources d'énergie. Pour l'électricité, une tonne équivalent pétrole vaut 11,6 mégawattheures.

Topologie : Etudes des lieux et de leurs propriétés (relief...)

Trait de côte : Ligne qui marque la limite entre la mer et la terre.

Transformateur : Equipement permettant de modifier les valeurs de tension d'un courant alternatif.

ZICO : Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux, cet inventaire vise à recenser les zones les plus favorables pour la conservation des oiseaux sauvages jugés d'importance communautaire.

ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique, cet inventaire vise la connaissance permanente aussi exhaustive que possible des espaces naturels, terrestres et marins, dont l'intérêt repose soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème soit sur la présence d'espèces de plantes ou d'animaux rares et menacées.

Zone Natura 2000 : Ensemble de sites naturels européens, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales, et de leurs habitats.

Zone de Protection Spéciale (ZPS) : Ce sont des zones relatives à la protection des oiseaux créées dans le cadre de la directive européenne Oiseaux. Les ZPS sont intégrées au réseau européen des sites écologiques Natura 2000.

ACRONYMES

ADEME : Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie

AFPA : Association nationale pour la formation professionnelle des adultes

AFPI : Association de formation professionnelle de l'industrie

AIE : Agence internationale de l'énergie

AIS : Automatic Identification system, système automatique d'identification (des navires)

CNDP : Commission nationale du débat public

CNPMEM : Comité national des pêches maritimes et des élevages marins

CPDP : Commission particulière du débat public

CRE : Commission de régulation de l'énergie

CRPMEM : Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins

CSPE : Contribution au service public de l'électricité

DGAC : Direction générale de l'aviation civile

DGEC : Direction générale de l'Énergie et du climat

DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

GIEC : Groupe Intergouvernemental d'études sur le climat

GMB : Groupe mammalogique breton

IFREMER : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

IRENA : Internationale Renewable Energy Agency, Agence internationale pour les énergies renouvelables

OCDE : Organisation de développement et de coopération économique

PPI : Programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité

RTE : Réseau de transport d'électricité

SHOM : Service hydrographique et océanographique de la marine

SMDSM : système mondial de détresse et de sécurité en mer

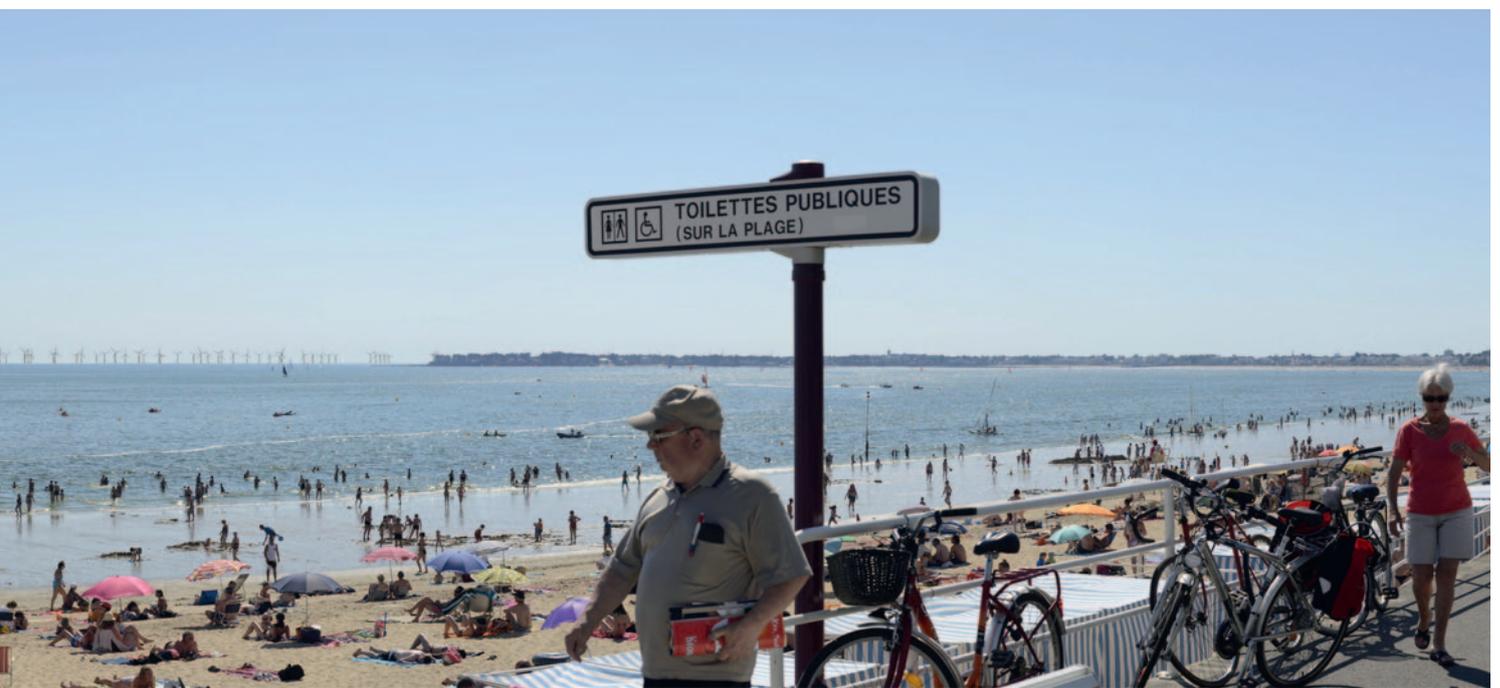
VHF : Very High Frequency, très hautes fréquences

Photomontage depuis la côte entre Le Croisic et Batz sur Mer

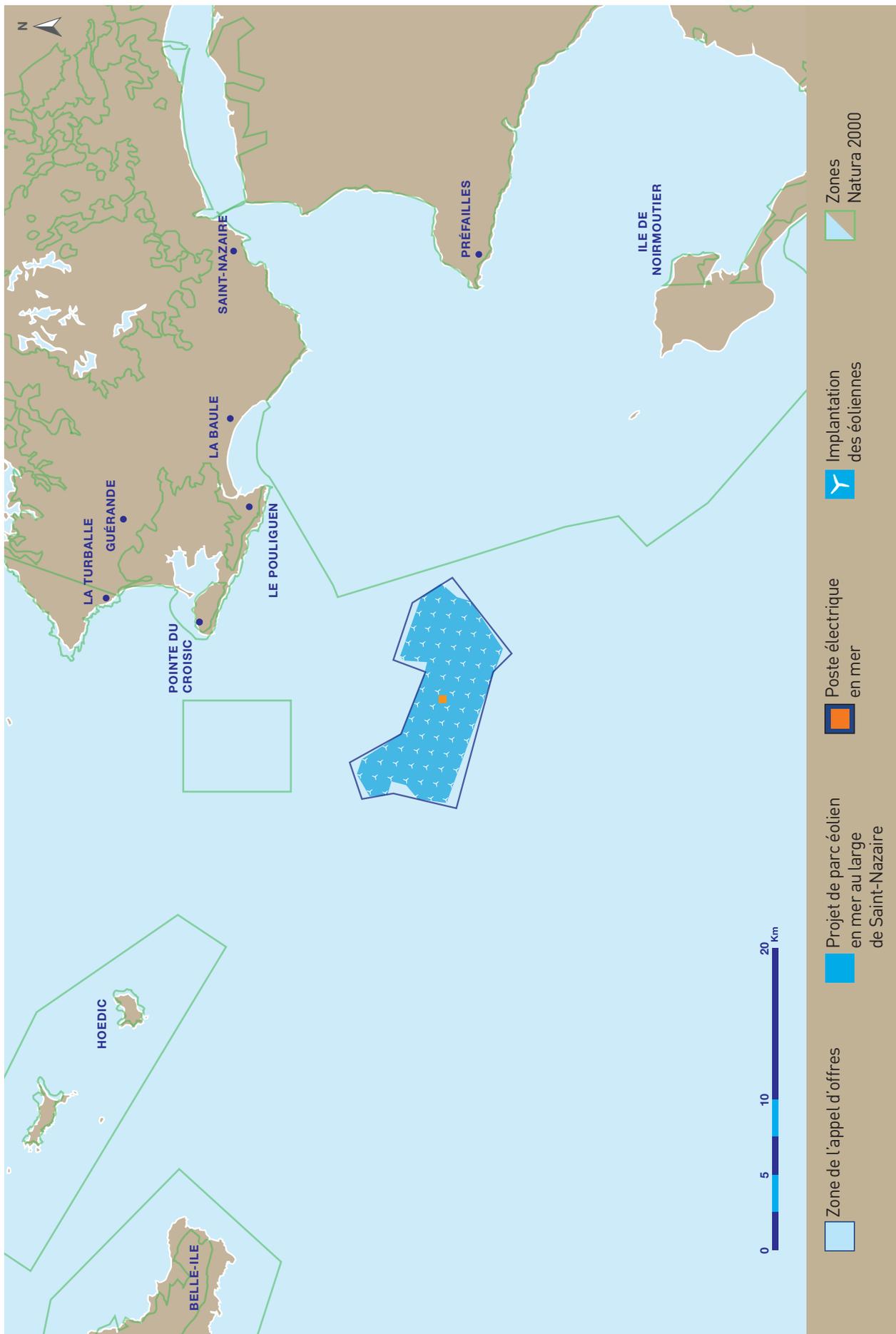


Photomontage depuis la baie de La Baule





Localisation du projet



 Zone de l'appel d'offres

 Projet de parc éolien en mer au large de Saint-Nazaire

 Poste électrique en mer

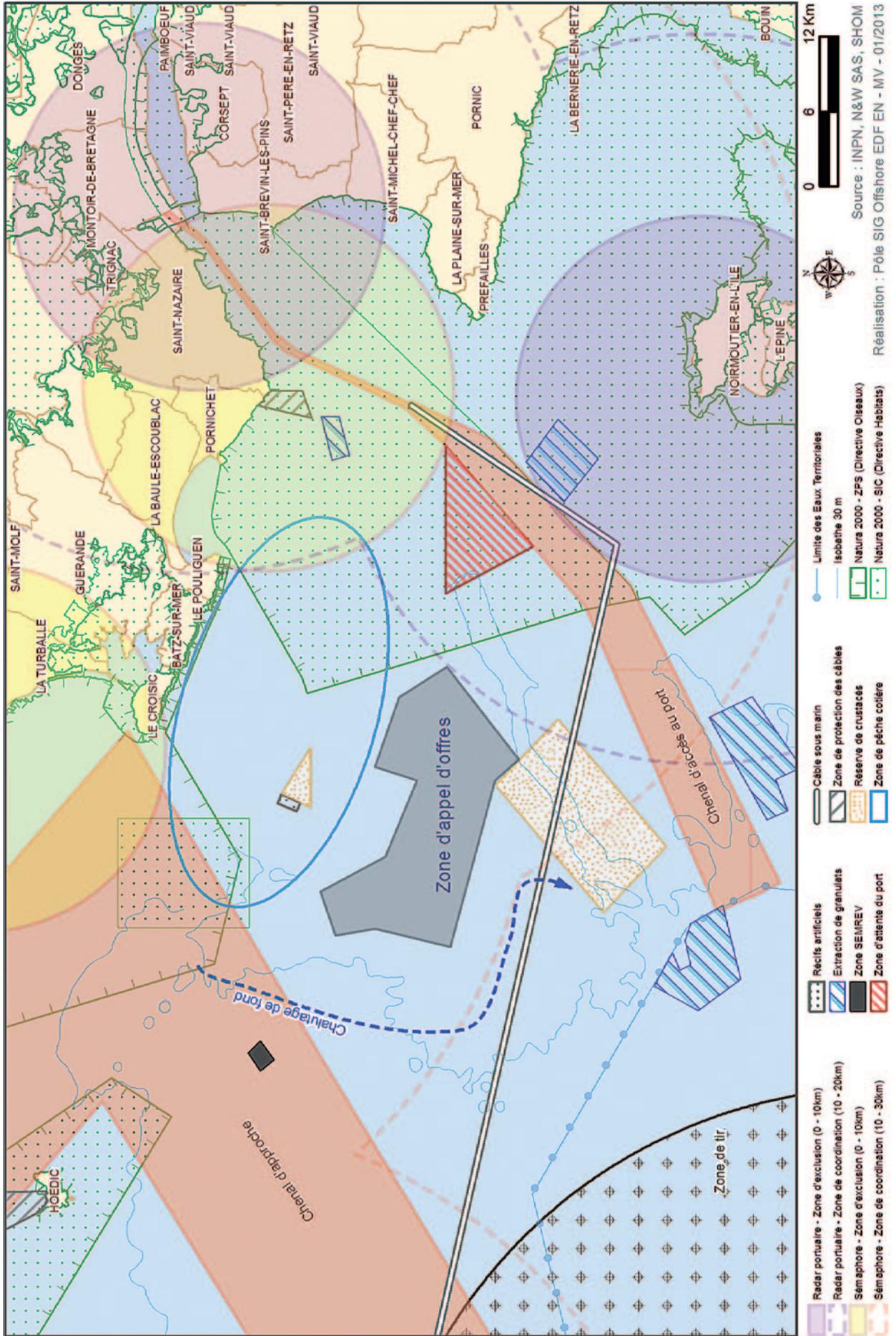
 Implantation des éoliennes

 Zones Natura 2000

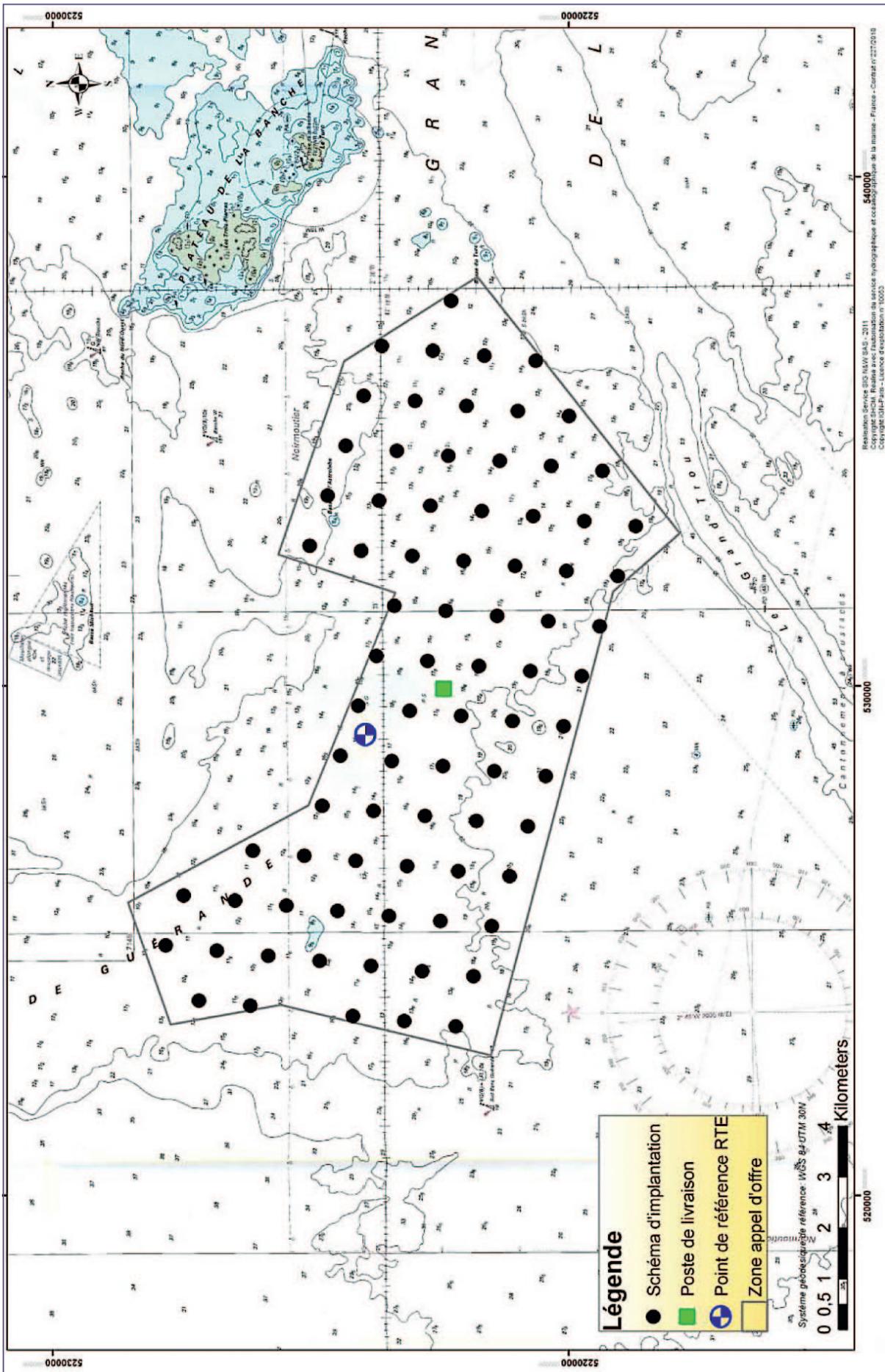
0 5 10 20 Km

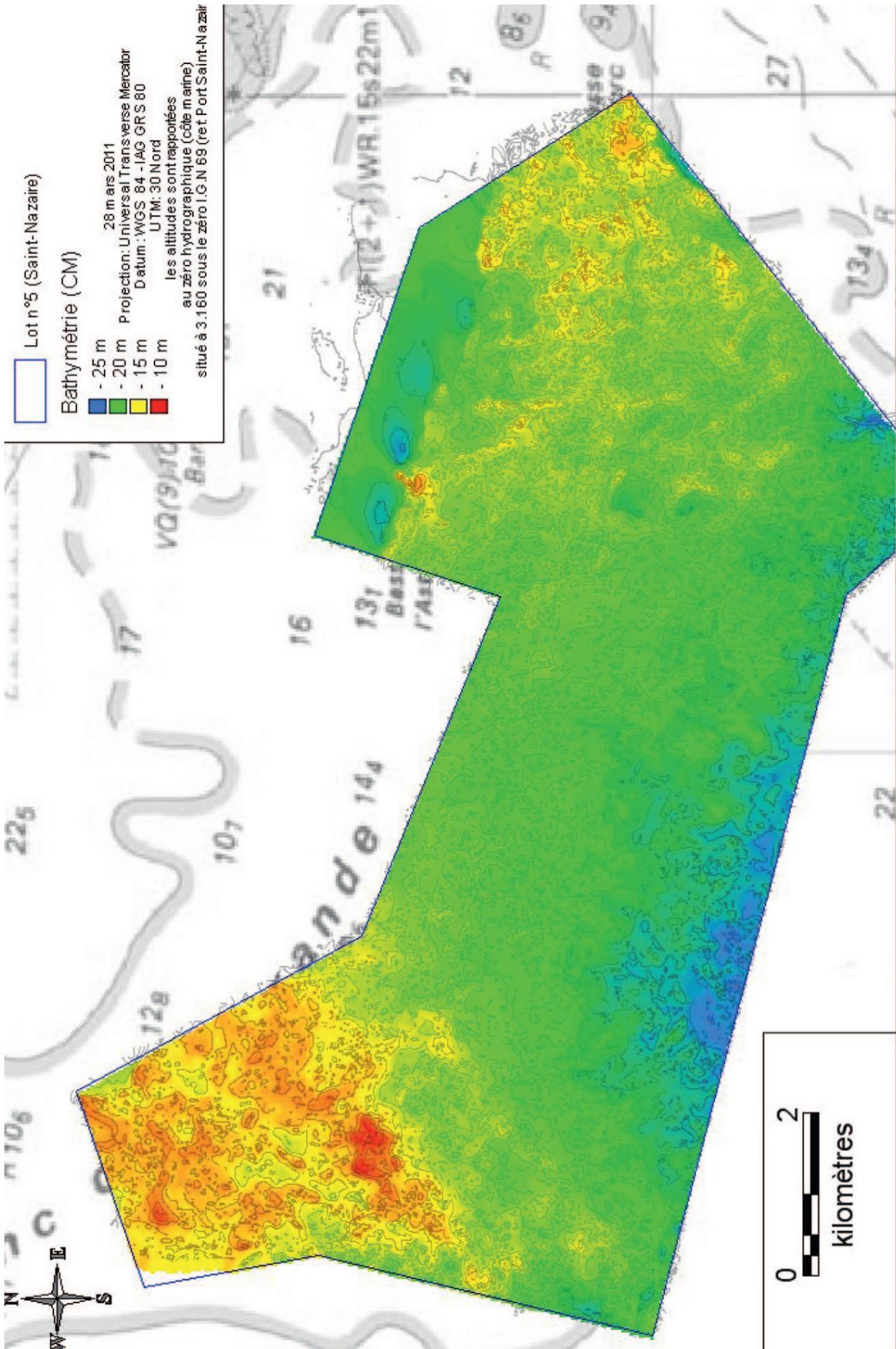


Carte des enjeux identifiés pour la zone d'étude

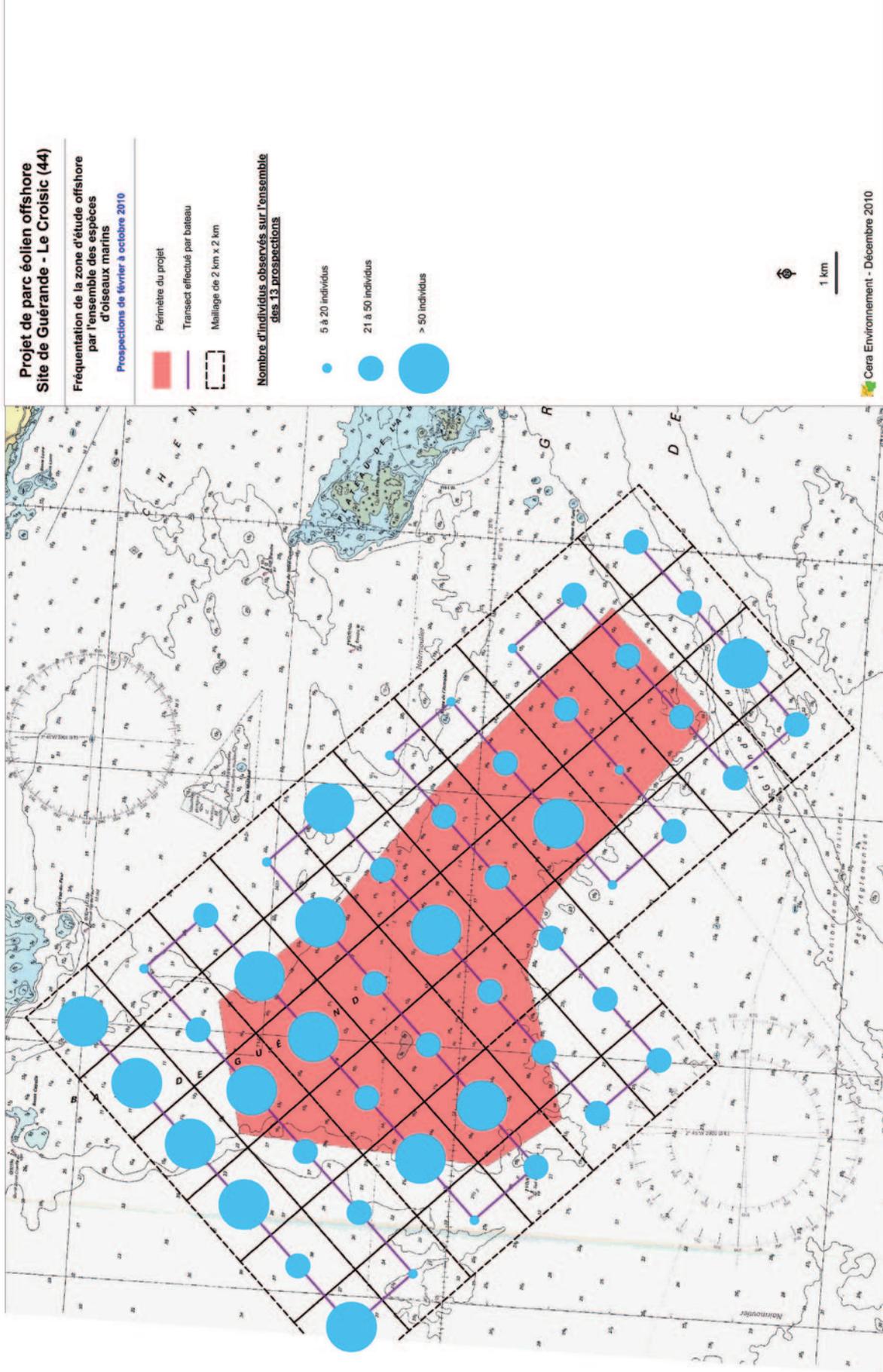


Plan proposé pour l'implantation des éoliennes du projet



Topographie générale des fonds marins

Carte des observations avifaune



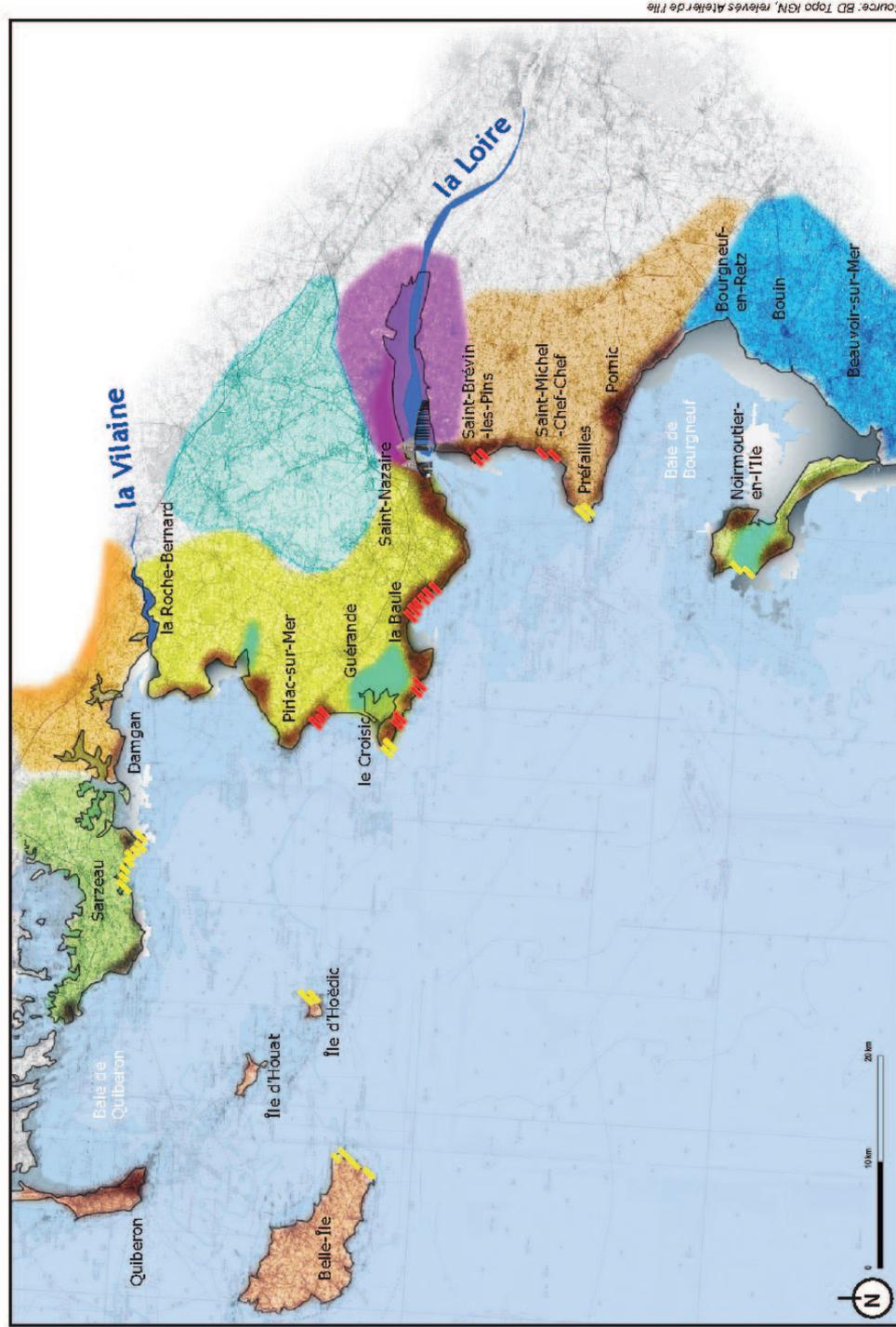
Unités paysagères et sensibilités des côtes autour de Saint-Nazaire

Unités paysagères et autres espaces

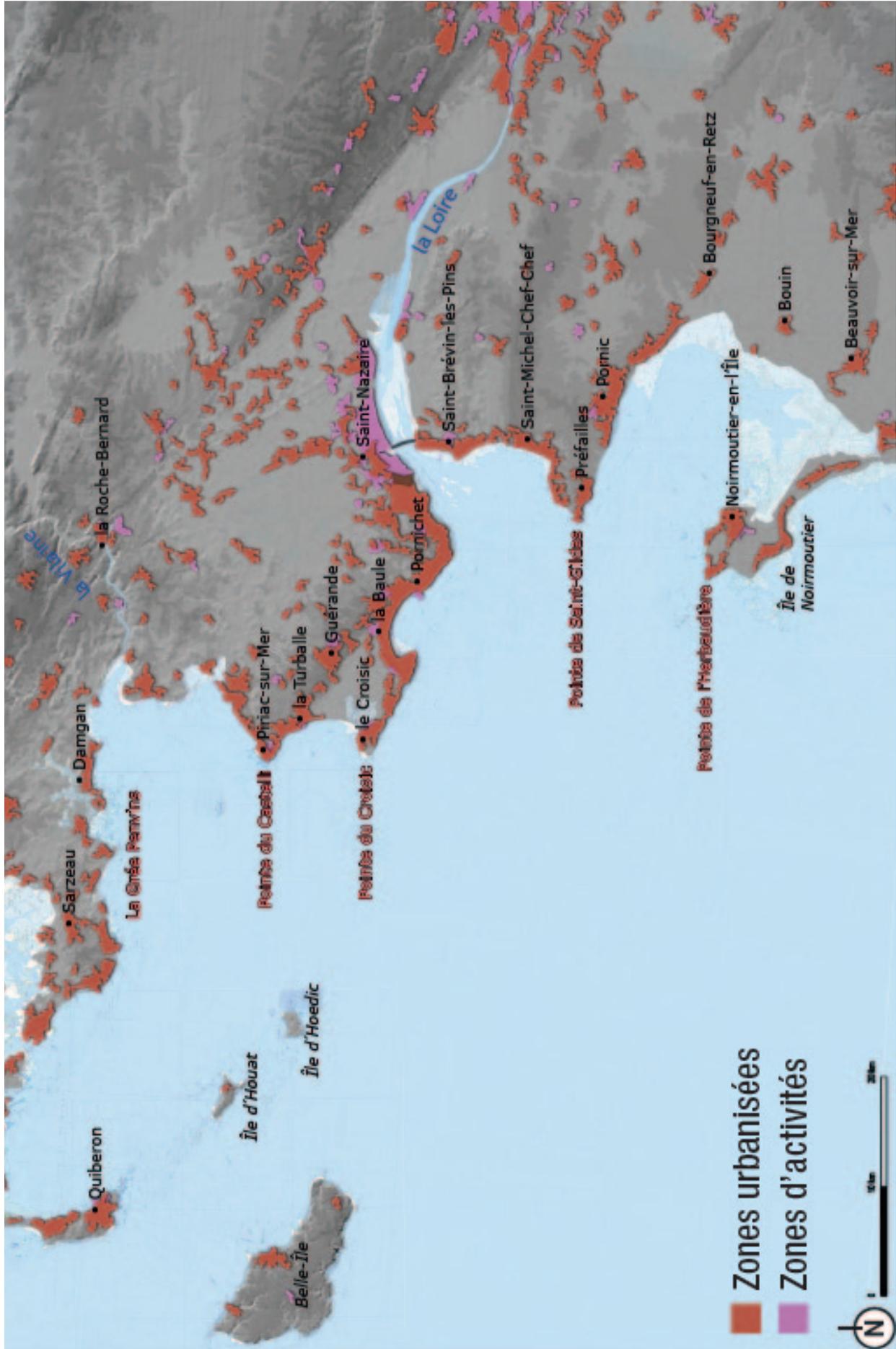
-  Quiberon et les îles
-  Presqu'île de Rhuys
-  Nord de l'estuaire de la Vilaine
-  Presqu'île Guérandaise
-  Brière
-  Estuaire de la Loire
-  Pays de Retz
-  Marais breton
-  Ile de Noirmoutier
-  Paysages d'Estrans
-  Paysages du Large
-  Marais salants
-  Urbanisation côtière
-  Paysage portuaire industriel

Sensibilités

-  Paysage urbain sensible
-  Paysage naturel sensible (landes, plages et îles)



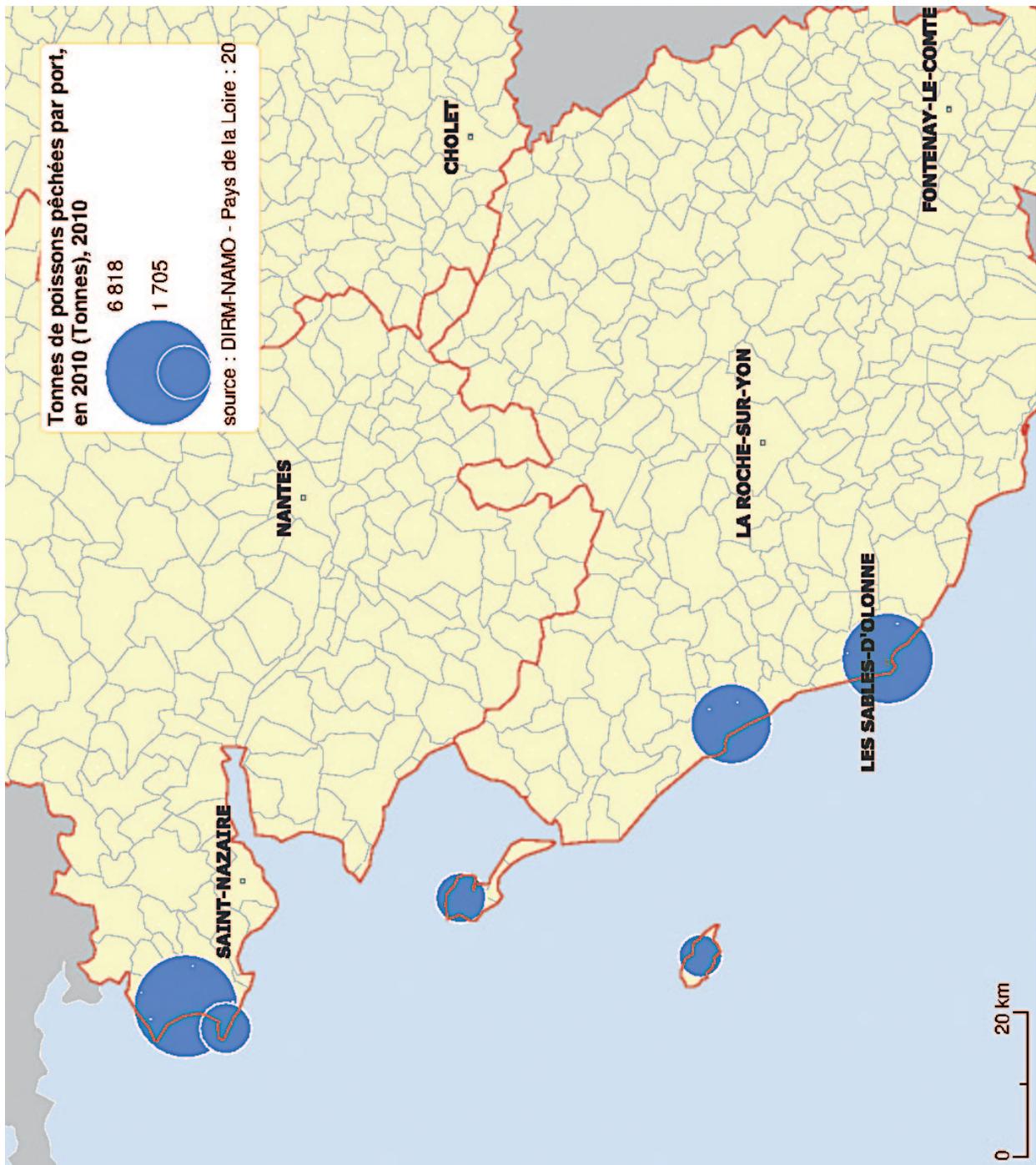
Carte du relief et des zones urbaines littorales



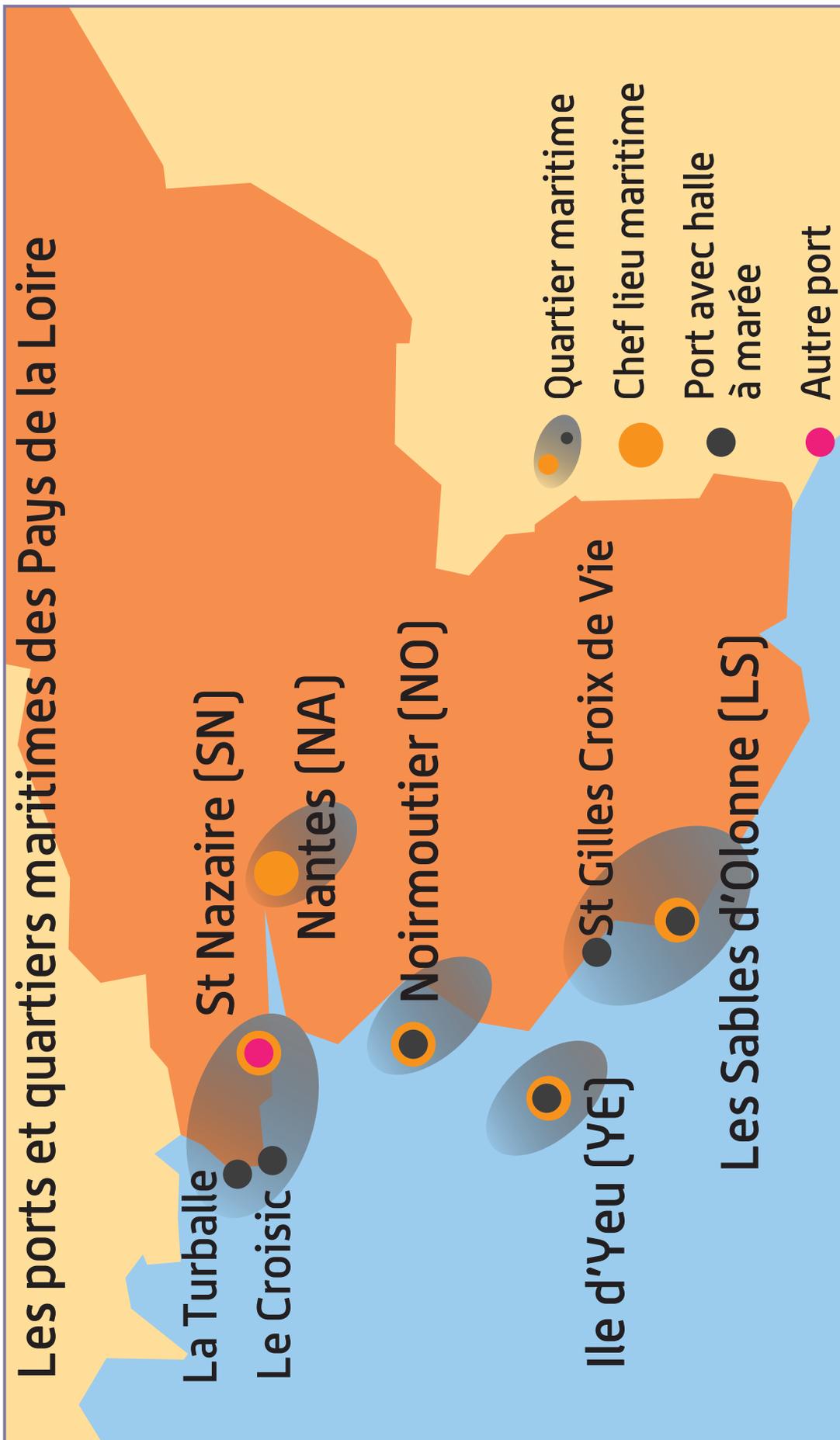
Carte des lignes de forces de territoire



Les principaux ports de pêche en région Pays-de-Loire et leur tonnage de poissons pêchés



Les ports et quartiers maritimes des Pays de La Loire



Implantation à La Turballe

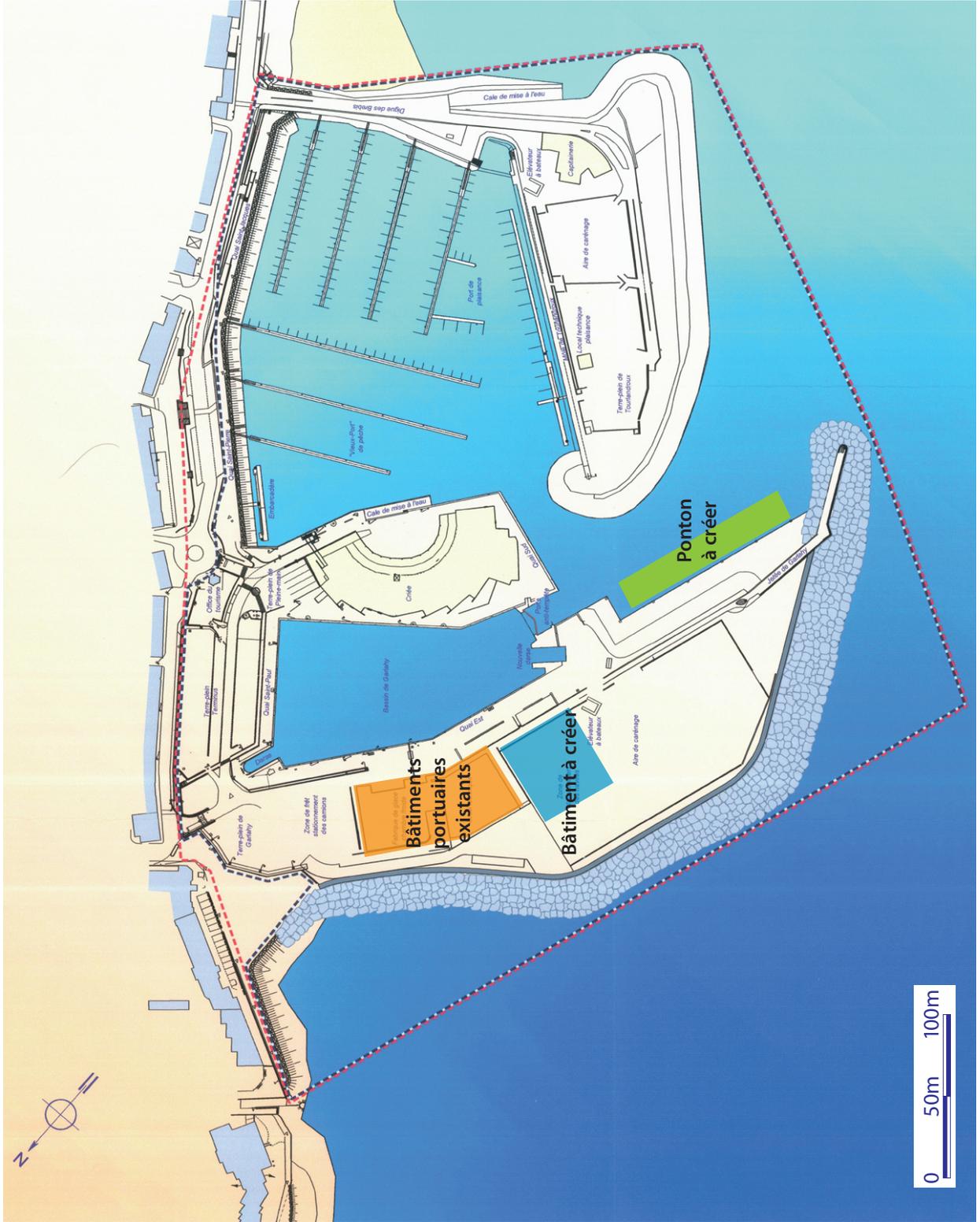
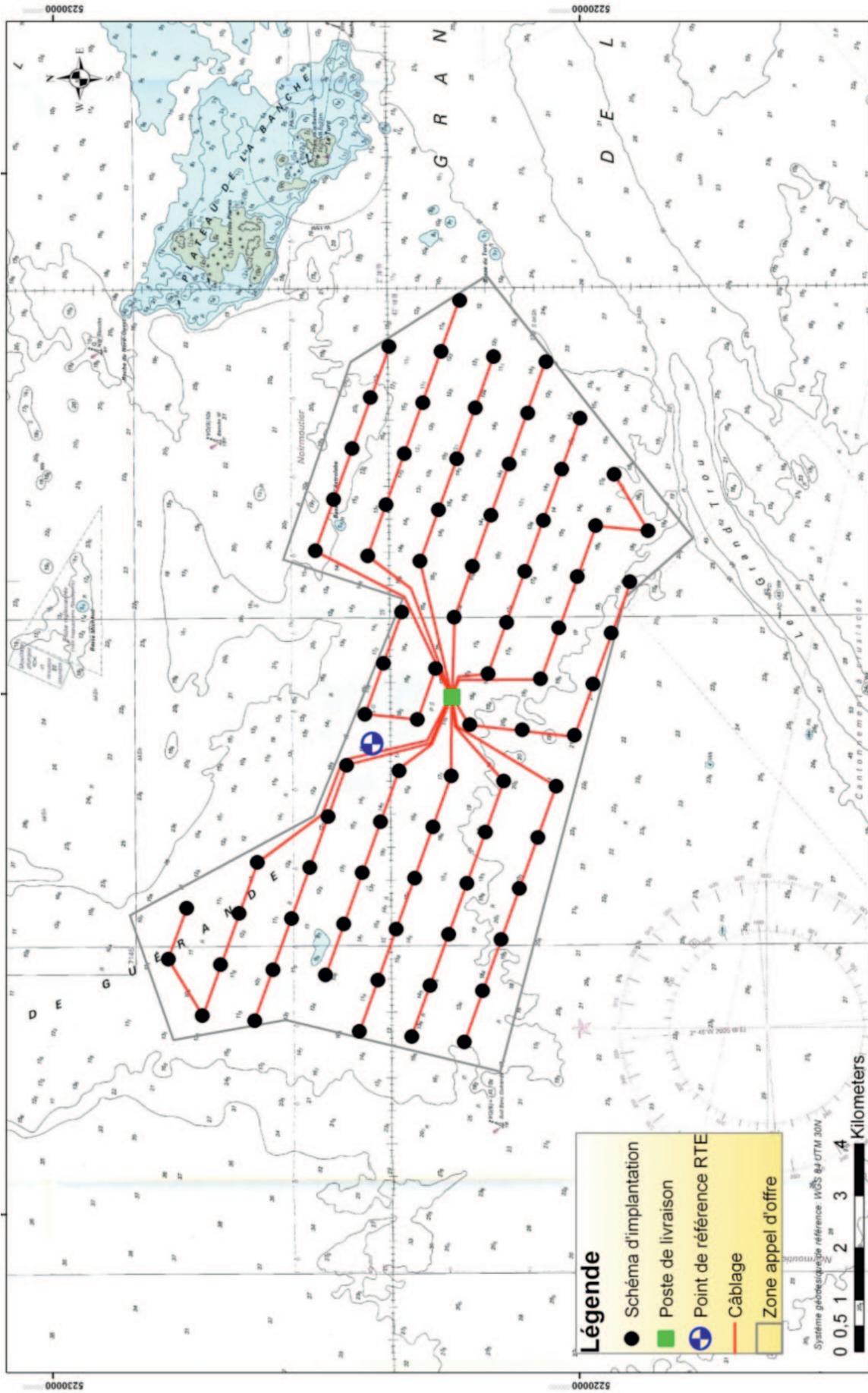
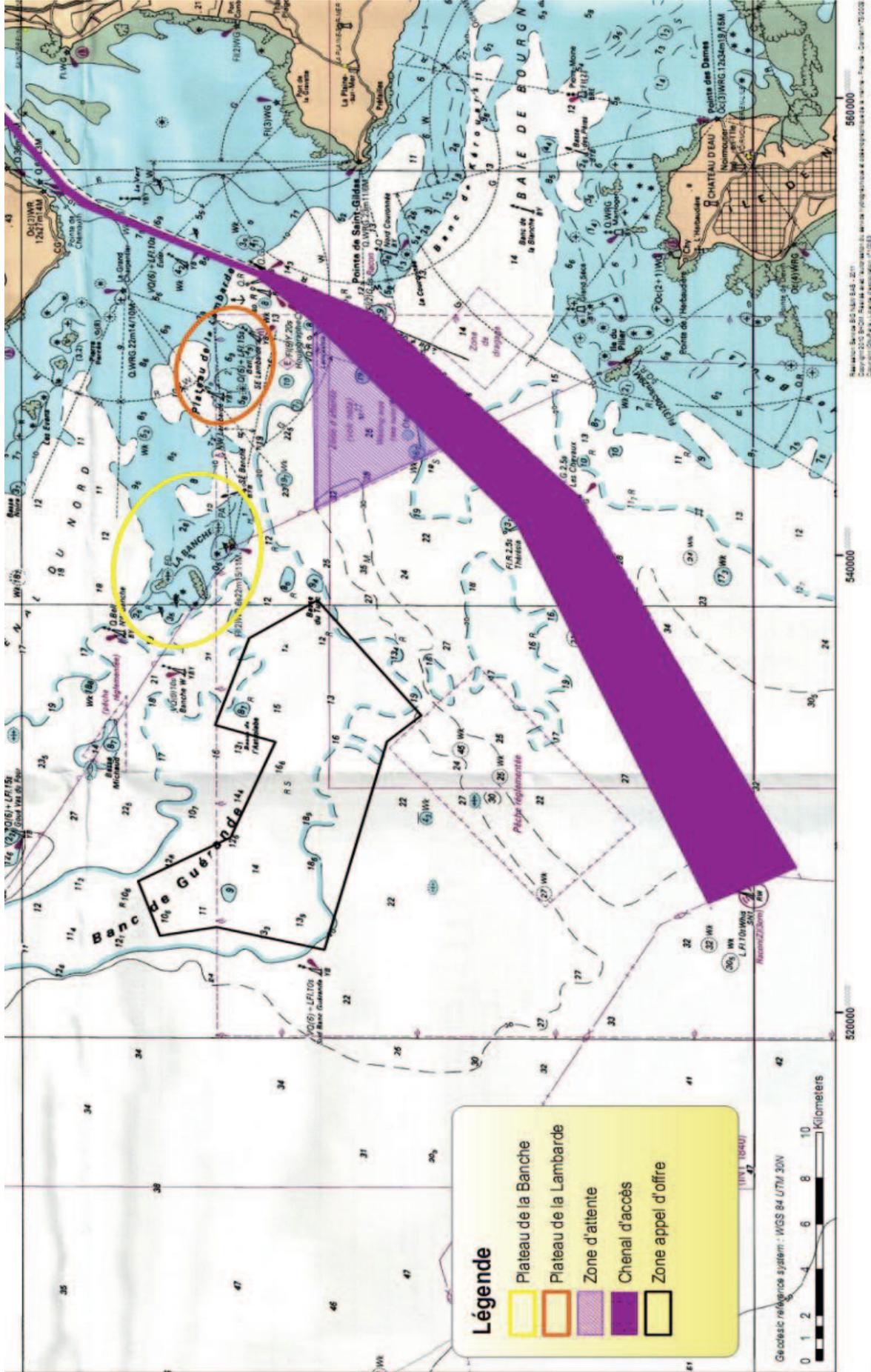


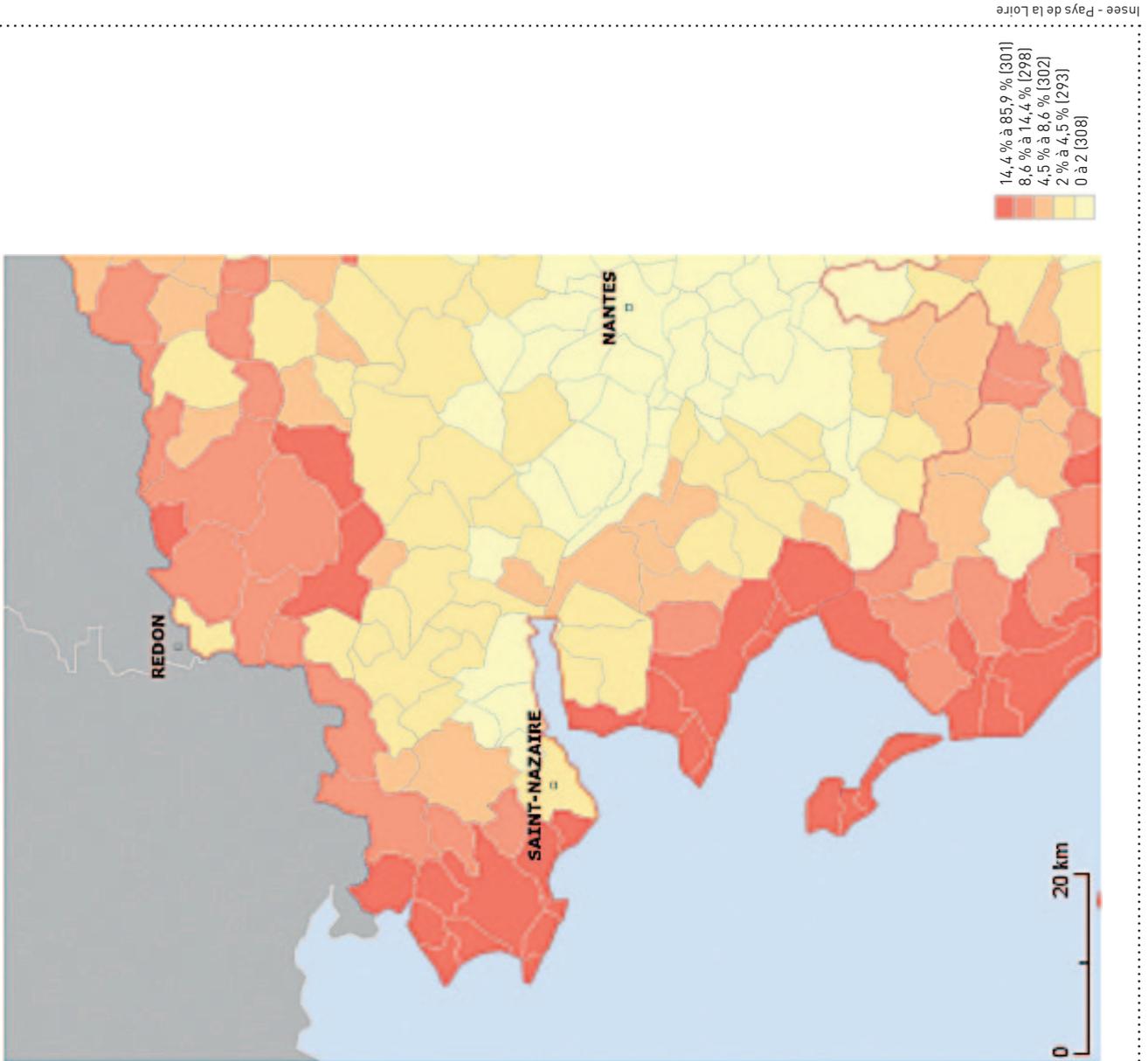
Schéma de principe d'implantation des éoliennes et des câbles sous-marins



Carte des accès au Grand Port maritime de Nantes – Saint-Nazaire



Part des résidences secondaires dans l'ensemble des logements



Rédaction

Parc du Banc de Guérande

Conception

PARIMAGE

Crédits Photos

Éolien Maritime France, EDF Energies Nouvelles, DONG Energy, Alstom, LM Wind Power, wpd Offshore, Agence Caméléon/Hervé Hôte, Parimage

PARC DU BANC DE GUÉRANDE

Cœur Défense - Tour B - 100 Esplanade du Général de Gaulle

92932 Paris La Défense Cedex

SIRET : 519.081.509.00035