



NOTE DE SYNTHÈSE

L'éolien en mer posé et l'éolien en mer flottant en France

État des lieux et perspectives d'avenir

Novembre 2015

Auteur : Sarah Florence Gaebler, chargée de mission éolien, OFAEnR
sarahflorence.gaebler.extern@bmwi.bund.de

Soutenu par :



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Soutenu par :



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

Disclaimer

Le présent texte a été rédigé par l'Office franco-allemand pour les énergies renouvelables (OFAEnR). La rédaction a été effectuée avec le plus grand soin. L'OFAEnR décline toute responsabilité quant à l'exactitude et l'exhaustivité des informations contenues dans ce document.

Tous les éléments de texte et les éléments graphiques sont soumis à la loi sur le droit d'auteur et/ou d'autres droits de protection. Ces éléments ne peuvent être reproduits, en partie ou entièrement, que suite à l'autorisation écrite de l'auteur ou de l'éditeur. Ceci vaut en particulier pour la reproduction, l'édition, la traduction, le traitement, l'enregistrement et la lecture au sein de banques de données ou autres médias et systèmes électroniques.

L'OFAEnR n'a aucun contrôle sur les sites vers lesquels les liens qui se trouvent dans ce document peuvent vous mener. Un lien vers un site externe ne peut engager la responsabilité de l'OFAEnR concernant le contenu du site, son utilisation ou ses effets.

Résumé

Avec quelque 41 GW de puissance installée, les énergies renouvelables couvraient fin 2014 en France environ 20 % de la consommation électrique nationale, l'énergie éolienne terrestre représentant une part de près de 3,7 % avec un peu plus de 9 GW de capacité installée¹. L'éolien en mer ne contribue pour l'instant pas encore à la part croissante des énergies renouvelables dans le mix électrique du pays, mais les premiers projets d'éolien en mer posé sont déjà en phase d'élaboration et devraient à moyen terme contribuer à l'approvisionnement électrique du pays avec une capacité de 3 GW. En parallèle, dans le cadre de sa stratégie de développement des énergies marines, la France mise de manière renforcée sur un secteur encore pionnier au niveau mondial : l'éolien flottant.

Pour l'éolien en mer posé, la France recourt aux appels d'offres. Outre la rémunération de l'énergie produite sur 20 ans, deux critères supplémentaires jouent un rôle essentiel dans l'évaluation des offres : les facteurs industriels et la prise en compte des activités existantes et des impacts environnementaux.

Après un premier appel d'offres en 2004 ayant permis d'adjuger le projet de Veulettes-sur-Mer sur la Côte d'Albâtre, d'une puissance planifiée de 105 MW, sans qu'il n'ait toutefois été réalisé, les appels d'offres de 2012/2013 et 2013/2014 ont permis d'attribuer au total six sites sur les côtes du Nord et sur la côte atlantique nord. Les projets de Saint-Brieuc (Côtes-d'Armor), Courseulles-sur-Mer (Calvados), Saint-Nazaire (Loire Atlantique) et Fécamp (Seine-Maritime), sélectionnés en 2013, totalisent une puissance d'un peu plus de 1,9 GW. Au vu du calendrier actuel, ces projets devraient être réalisés et mis en service entre 2018 et 2020. Les deux projets attribués en 2014 lors de l'appel d'offres suivant, de 500 MW chacun, à savoir celui de Dieppe/Le Tréport (Haute-Normandie), qui n'avait pas été attribué lors de l'appel d'offres précédent en raison du prix de rémunération trop élevé qui avait été proposé, et celui des Îles d'Yeu et de Noirmoutier (Pays de la Loire), devraient entrer en service en 2021.

Conformément aux orientations des Programmes pluriannuels de l'énergie (PPE) présentées mi-novembre 2015 par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), un troisième appel d'offres, qui avait été annoncé dès fin 2014, devrait se voir accompagné d'une procédure d'appel d'offres modifiée. Une phase de consultation du public préalable relative aux zones d'implantation devrait intervenir avant l'appel d'offres à proprement parler. Ce dernier est actuellement prévu pour le 3^e trimestre 2017. Selon l'issue de la phase de consultation relative aux zones d'implantation, ce sont entre 500 et 3 000 MW qui devraient être mis au concours.

Afin de pouvoir aussi exploiter à l'avenir le potentiel éolien des sites en mer d'une profondeur des fonds marins supérieure à 40-50 m et pouvant atteindre jusqu'à 200 m sur lesquels des éoliennes en mer posées ne sont pas ou très difficilement réalisables du point de vue technique, la France soutient depuis quelques années intensivement le développement des éoliennes en mer flottantes. L'objectif est d'en ramener le coût au niveau de l'éolien en mer posé d'ici 2020. Les professionnels du secteur des énergies renouvelables estiment que des projets d'une puissance totale de 6 GW maximum pourraient être réalisés d'ici 2030.

Lors d'un premier appel à manifestation d'intérêt en 2009, les projets Vertiwind et WINFLO avaient pu bénéficier d'aides financières. L'éolienne Vertiwind, dont le prototype terrestre est déjà en phase de test, devrait être testée dans les conditions offshore fin 2016. Suite à un autre appel à manifestation d'intérêt initié en 2013 et portant sur le soutien de démonstrateurs dans le domaine des composants, deux projets ont été retenus : OCEAGEN, qui vise à tester un flotteur en béton du démonstrateur FLOATGEN en conditions réelles, et SEA REED, projet dans le cadre duquel son éolienne semi-submersible d'une puissance de 6 MW devra voir le jour sous forme d'un démonstrateur en 2017. Un autre appel à projets très intéressant est celui lancé début août 2015 pour des installations pilotes dont la mise en service est prévue dès 2018/2019 en Bretagne, Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur. Dans le

¹ Source : [Le Panorama de l'électricité renouvelable 2014](#), RTE, SER, ERDF et ADEEF.



cadre de cette procédure ouverte jusqu'au 4 avril 2016, des fonds à hauteur de 100 à 150 millions d'euros pourraient être attribués à différents parcs éoliens pilotes. Ils devront permettre de valider les performances et la fiabilité des technologies, les méthodes d'installation et apporter un retour d'expérience au niveau des concepts de maintenance et de la logistique.

Contenu

Disclaimer	2
Résumé	3
Contenu	5
Introduction	6
a. Choix des sites d'implantation	6
b. Volonté politique et objectifs de développement	6
I. Éolien en mer	7
a. Développement et soutien au moyen d'appels d'offres	7
b. Procédure d'appel d'offres 2011/2012	8
i. Attribution des sites et des offres	8
ii. Calendrier des projets retenus	10
c. Procédure d'appel d'offres 2013/2014	13
i. Sites au concours	13
ii. Calendriers des projets retenus	15
d. Perspective d'un troisième appel d'offres	16
II. Éoliennes en mer flottantes	18
a. Mesures de soutien au développement des éoliennes en mer flottantes	19
i. Appel à manifestation d'intérêt (AMI) 2009	19
ii. Appel à manifestation d'intérêt (AMI) 2013	20
iii. Appel à projets 2015	21
iii.i Les quatre zones des futurs projets pilotes	22
III. Perspectives	24

Introduction

Avec 3 500 km de côtes², soit le deuxième potentiel éolien maritime d'Europe après la Grande-Bretagne, et une infrastructure portuaire bien établie (notamment Brest, Cherbourg, Dunkerque, Le Havre, Nantes Saint-Nazaire, La Rochelle, Fos-Marseille), la France jouit de conditions favorables pour l'énergie éolienne en mer. D'après les estimations réalisées en 2013 par France Énergie Éolienne (FEE), le [potentiel technique théorique d'éolien en mer](#) du territoire français s'élève à 80 GW, avec un objectif concrètement réalisable de 15 GW de puissance d'éolien en mer posé et de 6 GW de puissance d'éolien en mer flottant installés d'ici 2030. Conformément à la Programmation pluriannuelle des investissements (PPI) actuellement encore en vigueur, l'objectif du gouvernement français est d'atteindre une puissance en mer installée de 6 GW d'ici 2020.

Alors que la puissance installée en éolien terrestre a dépassé les 10 GW à l'automne 2015 et que le gouvernement français s'est fixé de nouveaux objectifs ambitieux en matière de développement des énergies renouvelables avec la [loi sur la transition énergétique](#) du 17 août 2015, aucune éolienne en mer n'a encore été installée ou mise en service dans les eaux françaises. Cependant, les premiers projets sont d'ores et déjà en phase de réalisation et devraient entrer en service dans les prochaines années. Et en complément des parcs éoliens en mer posés, une nouvelle branche industrielle du paysage des renouvelables en France devrait bientôt entrer dans sa phase de test : les éoliennes en mer flottantes.

La présente note offre un état des lieux des évolutions de l'éolien en mer posé et des éoliennes en mer flottantes en France et détaille les prochaines étapes pour le développement de ces deux secteurs.

a. Choix des sites d'implantation

Dans la foulée du Grenelle de l'Environnement de 2009, le gouvernement français s'est fixé, comme indiqué précédemment, l'objectif de déployer 6 GW de puissance éolienne en mer installée d'ici 2020 afin d'atteindre ses objectifs globaux en matière d'énergies renouvelables. Dans ce but et à la demande du Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, les préfets des régions côtières (zones côtières : Nord Atlantique, Manche Est, Sud Atlantique, Méditerranée) ont lancé en 2009 et 2010 une procédure de concertation visant à identifier les zones adaptées au développement de parcs éoliens en mer. Ils se sont basés sur une étude des zones côtières menée par le gestionnaire du réseau public de transport d'électricité RTE et le Centre d'étude et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA).

b. Volonté politique et objectifs de développement

Avec l'entrée en vigueur de la [loi sur la transition énergétique](#) (LTE) le 18 août 2015, la France a jeté les bases de l'orientation de sa transition énergétique pour les prochaines années. Cette loi fixe des objectifs en matière de renouvelables, notamment :

- 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie d'ici 2020,
- 32 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie d'ici 2030 et
- 40 % d'énergies renouvelables dans la production d'électricité d'ici 2030.

² Cette longueur inclut uniquement les côtes de France continentale.

Afin de continuer à encadrer le développement des énergies renouvelables, le législateur fixera dans les mois à venir les objectifs de développement par technologie dans le cadre des programmations pluriannuelles de l'énergie (PPE) pour les périodes 2016-2018 et 2018-2023. Les premières discussions autour de ces PPE ont débuté au printemps 2015 et la procédure concrète de concertation en vue de leur élaboration sera engagée avant le 31 décembre de la même année, comme le prévoit la LTE.

En préliminaire à ces PPE, le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) a présenté le 13 novembre 2015 les premières orientations des PPE³, qui feront ensuite l'objet d'une concertation avec les acteurs du secteur et déboucheront en 2016 sur l'élaboration définitive des PPE. Elles prévoient pour l'éolien en mer posé une capacité installée de 3 GW d'ici 2023 ainsi que 500 MW à 3 GW de puissance supplémentaire sous la forme d'autres projets engagés. La puissance effective des projets planifiés et en cours de réalisation dépendra largement de la phase de concertation relative aux zones d'implantation possibles, le retour d'expérience des premiers projets mis en service et des conditions-cadres en matière de coûts. Pour le secteur des éoliennes en mer flottantes, la proposition présentée prévoit d'ici 2023 une puissance installée de 100 MW, ainsi que d'autres projets en cours de développement d'une puissance totale de 200 à 1 000 MW, en fonction du retour d'expérience des premiers 100 MW installés.

Jusqu'à présent, les estimations des professionnels du secteur reposaient sur les objectifs suivants pour l'éolien en mer posé et les éoliennes en mer flottantes :

Année d'installation	Éolien en mer	Éolien en mer flottant
2018	0 GW	0 GW
2020	0 GW	jusqu'à 0,1 GW
2023	3-6 GW	2-2,1 GW
2030	11-15 GW	4-6 GW

Tableau 1 : objectifs de construction de 2018 à 2030

Source : syndicats professionnels français, présentation OFAEnR

I. Éolien en mer

a. Développement et soutien au moyen d'appels d'offres

Après un premier appel d'offres lancé en 2004 par le gouvernement français dans le domaine de l'éolien en mer, qui a permis d'adjuger le projet de Veulettes-sur-Mer sur la Côte d'Albâtre⁴ d'une puissance planifiée de 105 MW, sans qu'il ne soit toutefois mis en œuvre à ce jour pour des raisons de coûts (l'offre retenue prévoyait une rémunération de l'électricité produite de 135 €/MWh), deux appels d'offres ont suivi en 2011 et 2013 pour la réalisation de parcs éoliens en mer. Ils portaient sur des sites concrets avec une puissance maximale à installer. On parle dans ce contexte généralement du premier et du deuxième appel d'offres.

³ [Dossier de presse](#) du MEDDE, publié le 13/11/2015.

⁴ Le porteur de projet de ce parc éolien en mer est le développeur Enertrag. Après l'échec du projet, essentiellement pour des questions de coûts, il a été envisagé de revaloriser le projet sous forme de site d'essai et de plateforme de recherche. Le projet pilote Windenergy in Normandy (WIN), initié par l'association Energies-Haute-Normandie et différents industriels dans le but de promouvoir la recherche et le développement dans le domaine de l'éolien en mer et d'effectuer des essais sur des prototypes en mer, a été amplement discuté en 2014 sans pouvoir toutefois être mené à bien par la suite.

Jusqu'à l'adoption et à l'entrée en vigueur de l'actuel [arrêté tarifaire éolien du 1^{er} juillet 2014](#), il existait un tarif d'achat fixe pour l'énergie éolienne offshore. Ainsi, l'arrêté du 17 novembre 2008 et l'arrêté précédent du 10 juillet 2006 prévoyaient une rémunération de 130 €/MWh pour les dix premières années d'exploitation et de 3 à 130 €/MWh pour les dix années suivantes. Comme la rémunération fixée était trop basse pour permettre de rentabiliser les projets, le tarif d'achat fixe pour l'énergie éolienne offshore a été supprimée de l'arrêté tarifaire éolien de 2014.

b. Procédure d'appel d'offres 2011/2012

Une procédure de planification et de concertation initiée en 2009 et achevée en septembre 2010 avait permis de déterminer les premières zones adaptées à des projets de parcs éoliens en mer en France. Dans le cadre de la première série d'appels d'offres, lancée en juillet 2011, cinq sites d'une superficie totale de 533 km² pour une puissance totale maximale de 3 GW ont été mis au concours. Ils sont représentés sur le graphique suivant.

- **Le Tréport** (Seine-Maritime, Somme) - 110 km² avec une puissance maximale de 750 MW
- **Fécamp** (Seine-Maritime) - 88 km² avec une puissance maximale de 500 MW
- **Courseulles-sur-Mer** (Calvados) - 77 km² avec une puissance maximale de 500 MW
- **Saint-Brieuc** (Côtes-d'Armor) - 180 km² avec une puissance maximale de 500 MW
- **Saint-Nazaire** (Loire-Atlantique) - 78 km² avec une puissance maximale de 750 MW



Figure 1 : [Carte](#) des cinq sites mis au concours en juillet 2011, source : Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE)

i. Attribution des sites et des offres

Dans sa décision d'attribution des sites annoncée en avril 2012, le gouvernement français a suivi, dans les grandes lignes, les recommandations de la Commission de régulation de l'énergie (CRE), qui avait examiné les offres soumises par les consortiums et transmis ses recommandations au gouvernement. L'évaluation des offres reposait sur trois facteurs :

- **le prix d'achat** de l'électricité produite (pondération : 40 %),
- **les facteurs industriels** (pondération : 40 %), notamment :

⁵ Le cahier des charges de cet appel d'offres peut être consulté [ici](#).

- les capacités de production et la livraison de composants clés des éoliennes garanties par des accords industriels ;
- la minimisation des nuisances et risques liées aux opérations de transport ;
- l'expérience des candidats en matière de développement, de construction et d'exploitation de parcs éoliens en mer ;
- la contribution à l'innovation dans le domaine offshore ;
- **la prise en compte des activités existantes et des impacts environnementaux** (pondération : 20 %), notamment :
 - la limitation du nombre d'éoliennes ;
 - les impacts sur les activités existantes ;
 - l'impact environnemental de la construction et de l'exploitation du parc éolien ;
 - les études environnementales et
 - les plans de démantèlement.

Prix de l'électricité

Le prix d'achat fixe pour l'électricité produite sur 20 ans que les candidats devaient proposer dans le cadre de leur offre comportait une composante « projet éolien » (P_{OE}) et une composante « raccordement au réseau de transport » (P_{OR}). Mais seule la composante P_{OE} a été prise en compte dans l'évaluation du facteur prix d'achat. Le cahier des charges comprenait pour les cinq sites au concours une fourchette de prix dans laquelle la valeur P_{OE} devait se situer. La fourchette de prix était la suivante :

	P_{min} (€/MWh)	P_{max} (€/MWh)
Le Tréport	115	175
Fécamp	115	175
Courseulles-sur-Mer	115	175
Saint-Brieuc	140	200
Saint-Nazaire	140	200

Tableau 2 : fourchette de prix prévue par le cahier des charges pour la composante « projet éolien », source : [cahier des charges](#) de l'appel d'offres

Le facteur prix d'achat, qui comptait pour 40 points sur 100 dans la note globale, a été noté selon le schéma suivant :

P_{OE}	Note
$P_{OE} < P_{min}$	40
$P_{OE} = P_{min}$	40
$P_{min} < P_{OE} < P_{max}$	interpolation linéaire
$P_{OE} = P_{max}$	0
$P_{OE} \geq P_{max}$	0

Tableau 3 : schéma de notation pour le facteur prix d'achat, source : [cahier des charges](#) de l'appel d'offres

Lors de la désignation des lauréats⁶ par le gouvernement français en avril 2012, seuls quatre des cinq sites ont fait l'objet d'une attribution. Pour le site du Tréport, il n'y avait eu qu'une seule offre, qui n'a pas été retenue en raison du prix élevé qui avait été proposé. Ce site a été remis au concours lors de l'appel d'offres suivant.

⁶ [Communiqué de presse](#) à ce sujet.



	Courseulles-sur-Mer	Saint-Brieuc	Fécamp	Saint-Nazaire
Porteur de projet	Éolien Maritime France (EDF Énergies Nouvelles/DONG Energy), puis transfert à la société Éoliennes Offshore du Calvados (Éolien Maritime France/wpd Offshore)	Ailes Marines (Iberdrola et Eole RES)	Éolien Maritime France (EDF Énergies Nouvelles/ DONG Energy), puis transfert à la société Éoliennes Offshore des Hautes Falaises (Éolien Maritime France/wpd Offshore)	Éolien Maritime France (EDF Énergies Nouvelles/DONG Energy et Nass&Wind Offshore)
Capacité du parc	450 MW	496 MW*	498 MW	480 MW
Nombre d'éoliennes	75	62*	83	80
Puissance des éoliennes	6 MW	8 MW*	6 MW	6 MW
Fabricant des éoliennes	Alstom	Adwen	Alstom	Alstom
Superficie	50 km ²	80 km ²	65 km ²	78 km ²
Éloignement de la côte	10-16 km	17-30 km	13-22 km	12 km
Coûts prévisionnels	1,8 milliards d'euros	2 milliards d'euros	env. 2 milliards d'euros	env. 2 milliards d'euros
Construction ou mise en service prévue du parc éolien en mer	<ul style="list-style-type: none"> • Installation des premières éoliennes : 2018 • Installation du parc entier : 2020 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en service : 2020 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation des premières éoliennes : 2018 • Installation du parc entier : 2020 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation des premières éoliennes : 2018 • Installation du parc entier : 2020
Informations complémentaires sur les projets de parcs éoliens en mer	<ul style="list-style-type: none"> • Site internet • Carte interactive • Synthèse • Résultats du débat public 	<ul style="list-style-type: none"> • Site internet • Carte • Synthèse • Résultats du débat public 	<ul style="list-style-type: none"> • Site internet • Carte interactive • Synthèse • Résultats du débat public 	<ul style="list-style-type: none"> • Site internet • Carte interactive • Synthèse • Résultats du débat public

* le projet retenu prévoyait initialement 500 MW (100 éoliennes de 5 MW) ; modification du type d'éoliennes en avril 2015 (voir le [communiqué](#))

Tableau 4 : récapitulatif et détails des quatre projets de parcs éoliens en mer retenus en avril 2012, source : <http://www.debatpublic.fr>

ii. Calendrier des projets retenus

À la publication de l'appel d'offres, la Commission de régulation de l'énergie (CRE) avait établi un [calendrier](#), reproduit ci-dessous, qui définit dans les grandes lignes les différentes étapes des projets en fonction des exigences du cahier des charges :

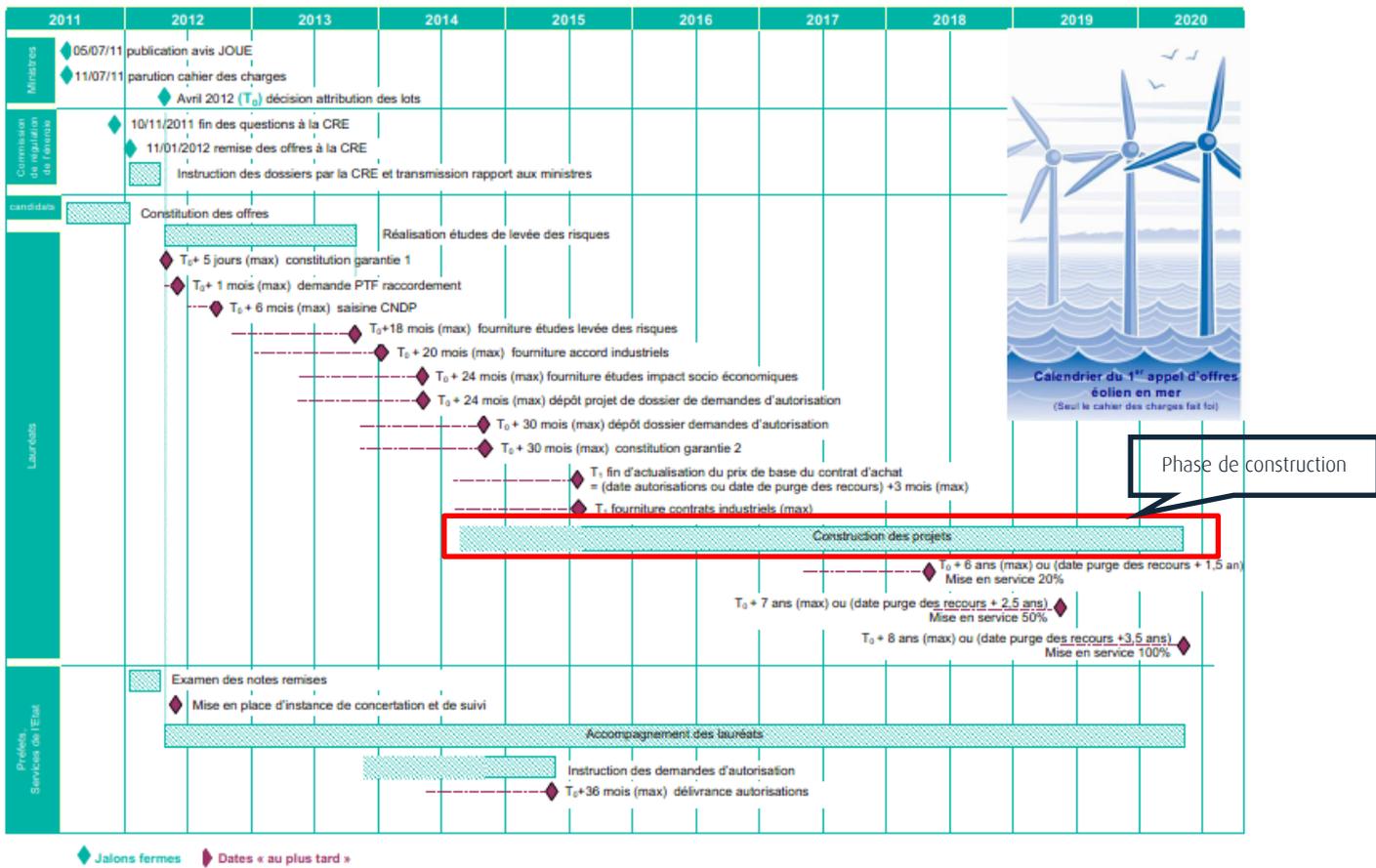


Figure 2 : calendrier établi par la Commission de régulation de l'énergie (CRE)

Après une phase de levée des risques, les consortiums ont confirmé en octobre 2013 la réalisation de leurs projets⁷.

Le calendrier précité, publié lors de l'appel d'offres par la CRE prévoyait à l'origine une phase de construction débutant en 2015/2016. Cependant, suite à quelques retards, la construction des différents projets devrait selon les estimations actuelles commencer progressivement à partir de 2018. Trois des quatre projets ont franchi l'étape de l'enquête publique en octobre 2015. Le calendrier des étapes intermédiaires pour les différents projets de parcs éoliens en mer se présente de la manière suivante :

Courseulles-sur-Mer



Figure 3 : calendrier conformément aux informations publiées sur [le site internet](#) du projet de parc éolien en mer

⁷ Source : [Panorama énergies-climat](#), Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), 2015.

La phase d'enquête publique relative au projet offshore dans son ensemble et au raccordement au réseau, prévue à l'origine entre le 10 août et le 10 octobre, a été prolongée jusqu'au 28 octobre 2015. Lors de cette phase, le public avait la possibilité de consulter les documents des demandes d'autorisation, de s'informer de façon approfondie et de s'exprimer sur le projet.

Saint-Brieuc

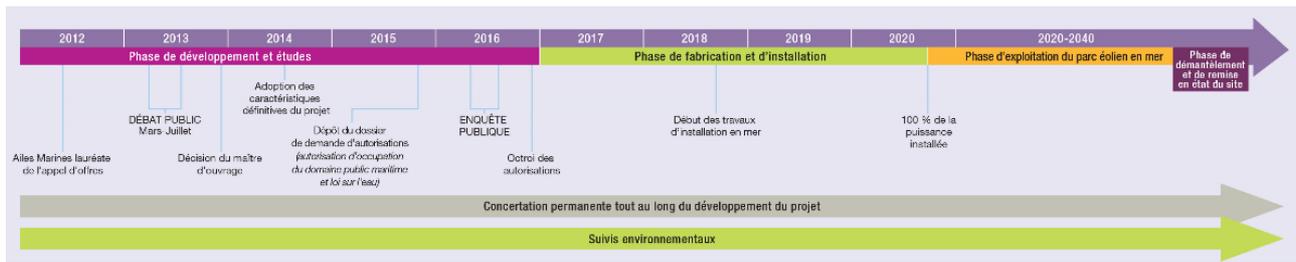


Figure 4 : calendrier conformément aux informations publiées sur le [site Internet](#) du projet de parc éolien en mer

Fin octobre 2015, l'exploitant et le gestionnaire du réseau public de transport d'électricité RTE ont déposé les demandes d'autorisation pour la construction, l'exploitation et le raccordement au réseau du parc éolien auprès de la préfecture des Côtes-d'Armor (Bretagne). Conformément au délai prévu, les autorités disposent de six mois pour examiner les documents. L'enquête publique est prévue pour mi-2016.

Fécamp

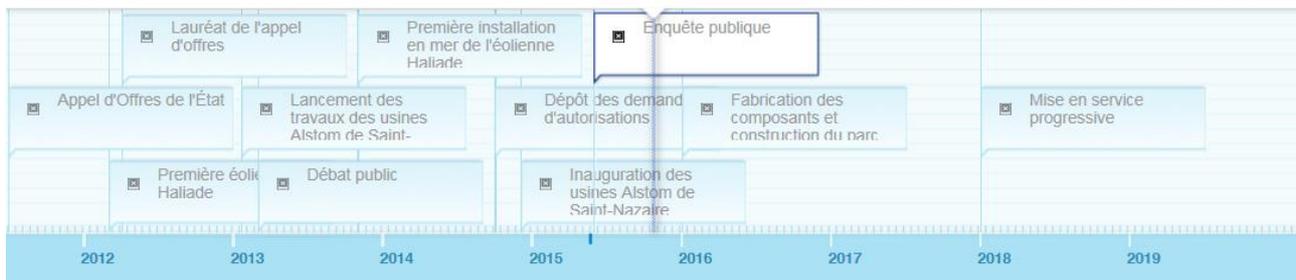


Figure 5 : calendrier conformément aux informations publiées sur le [site internet](#) du projet de parc éolien en mer

L'enquête publique relative au projet offshore dans son ensemble, au raccordement au réseau, à une station de maintenance à Fécamp et à la construction de fondations au Havre s'est déroulée du 1^{er} septembre au 8 octobre 2015.

Saint-Nazaire



Figure 6 : calendrier conformément aux informations publiées sur le [site internet](#) du projet de parc éolien en mer

L'enquête publique relative au projet offshore dans son ensemble et au raccordement au réseau s'est déroulée du 10 août au 25 septembre 2015.

c. Procédure d'appel d'offres 2013/2014

i. Sites au concours

En mars 2013, une deuxième procédure d'appel d'offres a été lancée, portant sur les deux sites suivant : Le Tréport et les Îles d'Yeu et de Noirmoutier.

- **Dieppe/Le Tréport** (Haute-Normandie) - 110 km² avec une puissance maximale de 500 MW (réduction de la taille du site par rapport à l'appel d'offres de 2011/2012)
- **Îles d'Yeu et de Noirmoutier** (Pays de la Loire) - 79 km² avec une puissance maximale de 500 MW



Figure 7 : [carte](#) des deux sites mis au concours en mars 2013 (en vert), source : Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE)

Le [cahier des charges](#), publié par la commission de régulation de l'énergie (CRE), correspondait largement à celui de la première série d'appels d'offres du fait du retour globalement positif du secteur de l'offshore. La pondération des trois facteurs d'évaluation, prix d'achat (40 %), valeur ajoutée industrielle et sociale (40 %), impacts environnementaux et respect des activités maritimes existantes (20 %), a également été conservée.

Prix d'achat

Alors que le cahier des charges du premier appel d'offres ne comprenait qu'une fourchette pour la composante « projet éolien » du prix proposé, qui était noté, le [cahier des charges](#) de l'appel d'offres 2013/2014 fixait en outre un prix maximal comme critère d'exclusion. Ainsi, le prix proposé pour la composante « prix du projet » (P_{DE}) ne devait pas dépasser 220 €/MWh au maximum ou ne pas être plus de 20 % supérieur à la moyenne de toutes les offres soumises pour le même site, la plus basse de ces deux valeurs faisant foi.

En revanche, certaines modifications ont été apportées à la demande de différents acteurs de la filière, notamment les points suivants cités par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) :

- prolongation de la phase de vérification par la CRE de deux à quatre mois afin d'en améliorer la qualité ;
- prolongation du délai de présentation des accords avec les partenaires industriels afin de laisser plus de temps pour de nouvelles négociations après obtention des autorisations ;

- adaptation du calendrier après l'annonce des projets retenus afin de tenir compte des délais liés aux mesures de raccordement au réseau et
- description détaillée du contenu des accords conclus entre les candidats retenus et leurs fournisseurs qui doivent être soumis.

Les offres pour cet appel d'offres pouvaient être rendues jusqu'en novembre 2013. Les lauréats ont été annoncés en mai 2014⁸ : les deux lots ont été remportés par un consortium formé autour d'Engie (ex-GDF Suez), avec la participation d'EDP Renewables et de Neoen Marine, ainsi qu'Adwen (ex-Areva Wind) comme fabricant. Avec cette attribution, le gouvernement a suivi la recommandation de la Commission de régulation de l'énergie (CRE).

	Îles d'Yeu et de Noirmoutier	Dieppe – Le Tréport
Porteur de projet	Société Les Éoliennes en Mer de Vendée (Engie, EDP Renewables et Neoen Marine) en partenariat avec Adwen	Société Les Éoliennes en Mer de Vendée (Engie, EDP Renewables et Neoen Marine) en partenariat avec Adwen
Capacité du parc	496 MW	496 MW
Nombre d'éoliennes	62	62
Puissance des éoliennes	8 MW	8 MW
Fabricant des éoliennes	Adwen	Adwen
Superficie	83 km ²	91,5 km ²
Éloignement de la côte/des îles	12 km (Yeu) / 17 km (Noirmoutier)	15 km (Le Tréport) / 16 km (Dieppe)
Coûts prévisionnels	env. 2 milliards d'euros	env. 2 milliards d'euros
Construction ou mise en service prévue du parc éolien en mer	• Mise en service : 2021	• Installation / mise en service : 2021
Informations complémentaires sur les projets de parcs éoliens en mer	<ul style="list-style-type: none"> • Synthèse • Résultats du débat public 	<ul style="list-style-type: none"> • Synthèse • Résultats du débat public

Tableau 5 : récapitulatif et détails des deux projets de parcs éoliens en mer retenus en mai 2014, source : <http://www.debatpublic.fr>

Les arrêtés d'autorisation d'exploiter les deux parcs éoliens en mer ont été publiés au journal officiel le 9 juillet 2014.

⁸ [Dossier de presse](#).

ii. Calendriers des projets retenus

Îles d'Yeu et de Noirmoutier

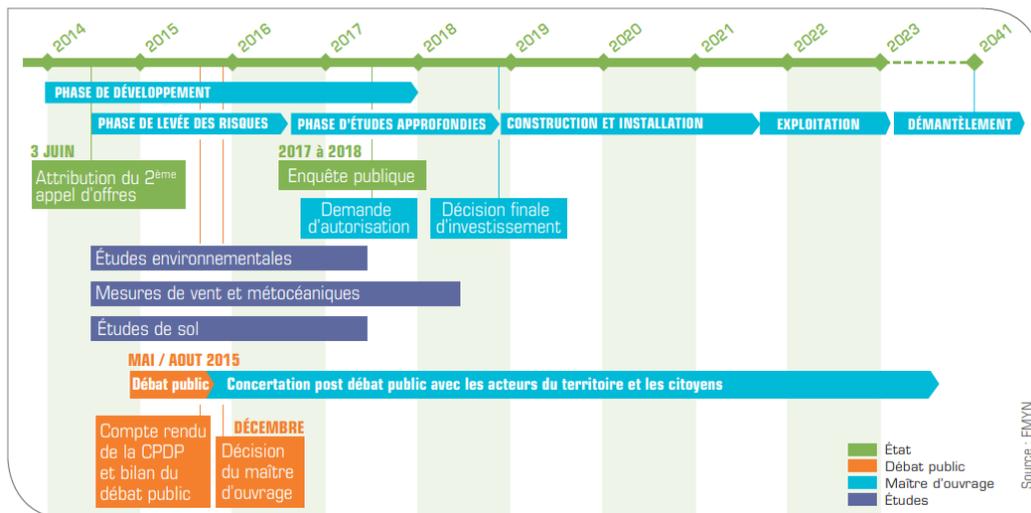


Figure 8 : calendrier présenté dans le cadre de la [synthèse](#) du projet de parc éolien en mer

Le débat public, aujourd'hui clos, a eu lieu entre début mai 2015 et début août 2015.

Dieppe – Le Tréport

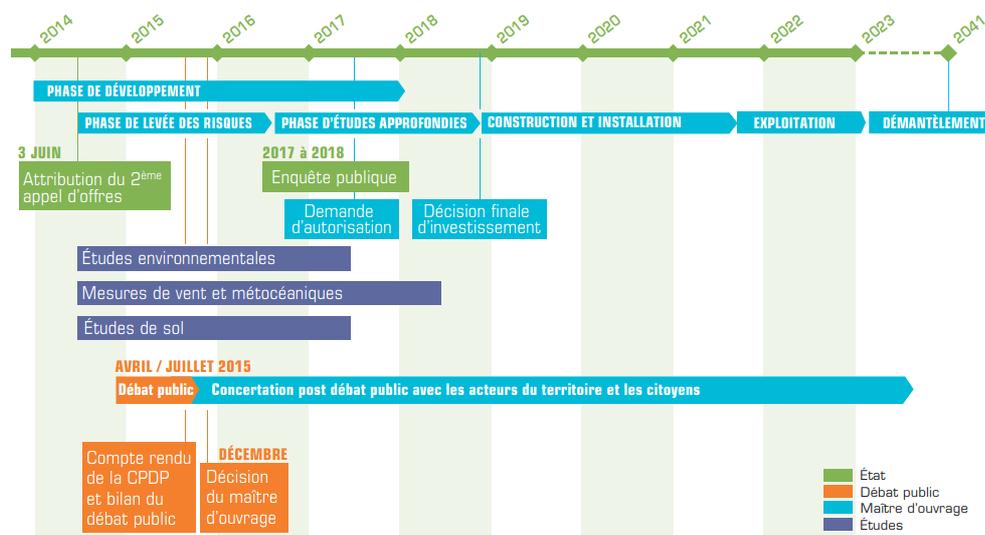


Figure 9 : calendrier présenté dans le cadre de la [synthèse](#) du projet de parc éolien en mer

Le débat public, aujourd'hui clos, a eu lieu entre fin avril 2015 et fin juillet 2015⁹.

Pour les deux projets, mais particulièrement pour le site de Dieppe-Le Tréport, cette étape a révélé que les pêcheurs se sentent insuffisamment écoutés quant à la défense de leurs intérêts et de leurs zones de pêche. De plus, les bilans

⁹ En 2010, un premier débat public avait été mené autour du site de Dieppe-Le Tréport, qui avait fait l'objet d'un appel d'offres en 2011/2012, mais dont la configuration avait alors été quelque peu différente.

des débats publics¹⁰ révèlent que la population s'est parfois sentie insuffisamment impliquée et informée en amont de l'appel d'offres et pense que ce débat public aurait dû avoir lieu plus tôt. Dans l'un de ces deux bilans, la Commission nationale du débat public (CNDP) a recommandé d'organiser à l'avenir le débat public avant l'appel d'offres même, et ce pour tous les sites envisagés. Il reste désormais de nombreuses études et expertises sur ces deux projets à mener avant l'enquête publique prévue en 2017/2018.

d. Perspective d'un troisième appel d'offres

Depuis l'annonce fin 2013 par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) d'une feuille de route pour l'éolien en mer¹¹, de nouvelles zones sont activement explorées et examinées, et devraient faire l'objet d'un troisième appel d'offres. Depuis, le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) et le gestionnaire du réseau public de transport d'électricité RTE ont entrepris de nouvelles études, notamment au sujet du potentiel éolien, de la profondeur de la mer, des zones d'exclusion (pour des raisons techniques ou de conflits d'usage) et des conditions de raccordement au réseau des nouvelles zones potentielles¹². Depuis fin 2014¹³, les procédures de concertation sont également en cours dans les différentes régions, les préfets des régions concernées ayant dû présenter jusqu'à fin juin 2015 des rapports sur les zones susceptibles de faire l'objet d'un prochain appel d'offres.

D'après les études du CEREMA et de RTE, la zone côtière Sud Atlantique s'avère peu propice en raison d'un potentiel de vent plutôt médiocre et d'un usage militaire de la zone assez vaste, alors que la zone Méditerranée, avec sa grande profondeur des fonds marins, se prêterait mieux à l'installation d'éoliennes en mer flottantes. En revanche, différentes zones du secteur Manche Est/Mer du Nord et du secteur Nord Atlantique/Manche Ouest conviendraient pour l'installation de parcs éoliens en mer¹⁴.

Les deux premiers appels d'offres de 2011/2012 et 2013/2014 ayant été réalisés conformément aux dispositions légales du code de l'énergie, le gouvernement français réfléchit actuellement à faire évoluer la procédure et à introduire une phase de dérisquage de la procédure en amont du lancement de l'appel d'offres¹⁵, qui pourrait comprendre une phase de présélection technique et éventuellement une présélection des candidats, et diviser la procédure de candidature en deux phases¹⁶. Cette idée est née du débat public sur le site des Îles d'Yeu et de Noirmoutier et a été avancée par la Commission de régulation de l'énergie (CRE) en référence à la Grande-Bretagne¹⁷ : l'État pourrait ainsi à l'avenir réaliser les études préliminaires (exploration des sols, expertises de vent, etc.) et en publier les résultats conjointement avec le cahier des charges des futurs appels d'offres. Le cas échéant, il serait ensuite envisageable de demander au lauréat de rembourser les frais induits par ces études, comme cela se pratique au Danemark.

¹⁰ [Bilan](#) du débat public Dieppe – Le Tréport et [bilan](#) du débat public Îles d'Yeu et de Noirmoutier.

¹¹ Voir le [dossier de presse](#).

¹² Voir la [synthèse](#) des résultats de l'étude du CEREMA et des études de RTE sur les façades [Manche Est/Mer du Nord](#) et [Nord Atlantique/Manche Ouest](#).

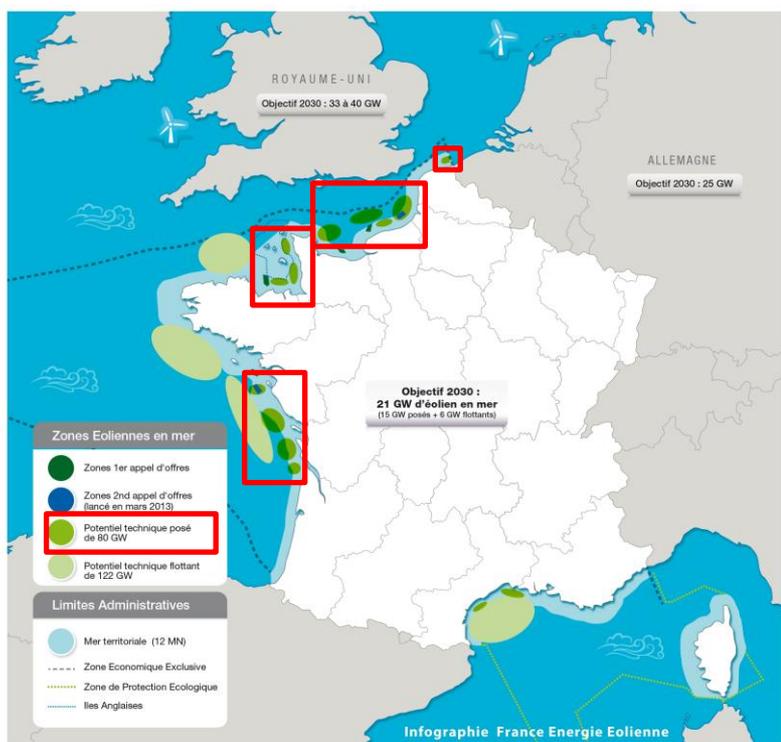
¹³ Dans une circulaire du 22 novembre 2014, la Ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie Ségolène Royal avait demandé aux préfets d'identifier les zones se prêtant à la construction de parcs éoliens en mer commerciaux ou d'éoliennes en mer flottantes en phase pré-commerciale.

¹⁴ Des cartes détaillées sont disponibles [ici](#).

¹⁵ France Énergie Éolienne (FEE) estime que l'attribution finale pourrait donc intervenir début 2018 et être suivie rapidement d'une décision définitive de financement.

¹⁶ Cette option et d'autres sont actuellement discutées, de même qu'un calendrier correspondant.

¹⁷ Source : [Bilan](#) du débat public Dieppe – Le Tréport et [bilan](#) du débat public Îles d'Yeu et de Noirmoutier.



Les directives présentées le 13 novembre 2015 par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) pour les futures PPE¹⁸ laissent également présager une modification de la procédure d'appel d'offres. Ainsi, le calendrier proposé prévoit que la phase de consultation publique relative aux zones commence début 2016, les études techniques préliminaires à partir de l'été 2016, alors que l'appel d'offres serait lancé au 3^e trimestre 2017.

Figure 10 : [carte](#) présentant les zones potentiellement adaptées au développement de l'éolien en mer et à la construction d'éoliennes en mer flottantes, source : France Énergie Éolienne, 2013, modifiée par l'OFAEnR

¹⁸ Source : [dossier de presse](#), MEDDE.

II. Éoliennes en mer flottantes

Depuis quelques années, la France mise non seulement sur le développement de l'éolien en mer posé, mais aussi sur celui de diverses énergies marines, dont les éoliennes en mer flottantes. Cela tient notamment au fait que les éoliennes en mer ancrées dans le fond marin ne sont pas ou très difficilement réalisables du point de vue technique dans un certain nombre de zones côtières françaises en raison d'une profondeur des fonds marins supérieure à 40-50 m et pouvant atteindre 200 m, d'où la nécessité de trouver des alternatives pour exploiter pleinement le potentiel éolien dans ces zones. L'attention porte ici exclusivement sur les éoliennes en mer flottantes et leur développement en France au cours des dernières années.

Les éoliennes flottantes présentent l'avantage que leurs fondations ne sont pas enfoncées dans le fond marin, mais d'y être simplement attachées par des lignes d'ancrages. D'après les experts, leur installation est donc dans l'ensemble moins complexe et nécessite moins de matériel. De plus, la construction d'éoliennes en mer flottantes, plus grandes et plus éloignées de la côte que les parcs d'éoliennes en mer posées, permettrait de réaliser des économies considérables, car les zones disponibles sont plus étendues et les conflits en termes d'acceptabilité sont sans doute moindres. Les principaux défis auxquels l'éolien en mer doit faire face sont l'optimisation des systèmes de flottaison et des éoliennes, la stabilité des flotteurs, la gestion des conflits d'intérêts (défense, navigation, pêche), la maintenance et enfin la compétitivité de la technologie¹⁹.

Outre le projet [Hywind](#) en Norvège, qui devrait être construit et mis en service d'ici fin 2017 en Écosse sous la forme d'un parc pilote totalisant cinq éoliennes de 6 MW, on peut citer en particulier le projet [WindFloat](#) au large du Portugal et le projet de parc éolien [Fukushima FORWARD](#) au Japon parmi les projets pionniers dans le domaine des éoliennes en mer flottantes. La France aussi a apporté sa contribution ces dernières années, notamment grâce à la volonté politique de développer cette technologie et de la rendre compétitive à l'international. Ainsi, la Ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie Ségolène Royal exprimait fin juillet 2015 devant le parlement français, à l'occasion de l'adoption de la loi sur la transition énergétique, l'espoir d'assister à la naissance d'une nouvelle filière d'avenir très prometteuse avec la construction de premiers parcs pilotes. Le syndicat professionnel France Énergie Éolienne (FEE) voit d'ores et déjà la France comme un pionnier dans ce secteur, la rentabilité de cette technologie restant à établir concrètement afin de ramener les coûts au niveau de l'éolien en mer posé d'ici 2020. Le Syndicat des Énergies Renouvelables (SER) estime que des projets d'une puissance totale de 6 GW pourraient voir le jour d'ici 2030²⁰. La FEE, qui évoque un potentiel technique théorique de 140 GW²¹, considère également cet objectif comme réaliste.

¹⁹ L'institut britannique Energy Technologies Institute (ETI) s'est consacré à la thématique de la compétitivité et a publié en octobre 2015 un [rapport](#) indiquant que les coûts de production d'électricité des éoliennes en mer flottantes pourraient atteindre environ 160 €/MWh (85 £/MWh) à l'horizon 2025.

²⁰ Source : [Définition de zones propices à l'implantation d'éoliennes en mer](#), SER, janvier 2015.

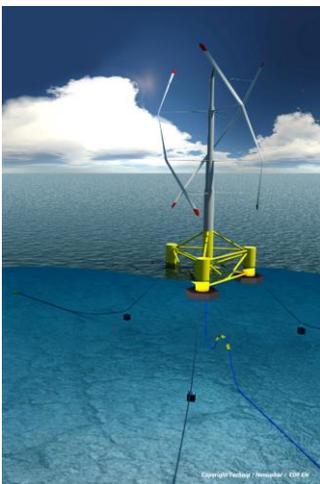
²¹ Source : [Éoliennes en mer](#), FEE, consulté le 11 novembre 2015.

a. Mesures de soutien au développement des éoliennes en mer flottantes

i. Appel à manifestation d'intérêt (AMI) 2009

Avec un premier appel à manifestation d'intérêt (AMI)²² lancé par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), la France a commencé à soutenir des projets dans le secteur des énergies marines en 2009. À l'époque, quatre projets ont obtenu une aide financière dans le cadre de cet appel à projets : deux projets dans le domaine des centrales houlomotrices ([Sabella Dio](#) et [Orca](#)) et deux projets de développement d'éoliennes en mer flottantes : [Vertiwind](#), un projet coopératif de Nénuphar²³, EDF EN et Technip, et [WINFLO](#), un projet coopératif de Nass&Wind et DCNS.

Vertiwind/INFLOW



Le développement de cette éolienne en mer flottante à axe vertical de 2 MW a commencé en 2009 avec un prototype terrestre de 35 kW. Un démonstrateur terrestre a ensuite été construit dans le cadre du projet Vertifloat. Le projet Vertiwind porte sur l'implantation d'une première éolienne en mer. La poursuite du projet sous forme d'une deuxième machine est assurée par le projet [INFLOW](#)²⁴, soutenu par le 7^e programme-cadre de recherche de la Commission européenne.

Les éoliennes en mer développées par la start-up française Nénuphar présentent l'avantage de ne pas nécessiter de réglage des pales de rotor en fonction du sens du vent et donc de réduire les coûts de façon non négligeable. L'étape finale du projet sera la première utilisation industrielle avec un parc éolien regroupant 13 éoliennes d'une puissance de 2,6 MW chacune (projet Vertimed, subventionné par le fonds NER300). Le parc éolien pilote Provence Grand Large pourrait alors entrer en service en 2018 à 15 km au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Figure 11 : éolienne Vertiwind, source : [INFLOW](#)

Le premier prototype de 2 MW de l'éolienne a été présenté l'été 2014, avec le lancement de son exploitation test sur la terre dans le périmètre du Grand Port de Marseille à Fos-sur-Mer. Il devrait enchaîner dans les mois à venir avec une première phase de test en mer sur le site d'essai [Mistral](#). Depuis avril 2015, le projet, désormais désigné surtout sous le nom d'INFLOW, est coordonné par le centre de recherche IFP Énergies nouvelles (IFPEN). Une demande de prolongation de l'accord de subvention pour deux années supplémentaires jusqu'en août 2017 a été déposée auprès de l'UE. Aujourd'hui, il s'agit principalement de retravailler la conception de l'éolienne comme, par exemple, l'équipement avec un nouveau type de flotteur, par exemple, ou encore l'optimisation de l'architecture de la turbine. Ainsi, un nouveau type d'éolienne, entre autres, doté de deux pales de rotor droites au lieu de trois pales de rotor hélicoïdales devrait être présenté en mars 2016. Le prototype terrestre actuellement en place est doté de trois pales de rotor droites, mais la turbine qui devrait être utilisée pour la phase de test prévue fin 2016 dans des conditions offshore devrait être équipée de deux pales de rotor²⁵.

²² Des fonds issus du programme d'investissements d'avenir (PIA) sont attribués dans le cadre de cet AMI.

²³ En 2014, le groupe Areva et BPI sont entrés au capital de Nénuphar à hauteur de 11 %.

²⁴ INFLOW = Industrialization setup of a Floating Offshore Wind turbine.

²⁵ Sources : <http://www.inflow-fp7.eu/special-meeting/> et <http://www.nenuphar-wind.com/fr/19-nos-prototypes-onshore.html>, consultées le 11 novembre 2015.

WINFLO



Figure 12 : WINFLO, source : [article](#) Futura Environnement, 2013

Lancé en 2009, le projet [WINFLO](#) était à l'origine un projet de coopération entre DCNS, Nass&Wind et IFREMER. Il prévoyait dans une première phase une éolienne en mer flottante à axe horizontal d'une puissance de 1 MW, qui aurait ensuite dû être réalisée en série pendant la phase commerciale sous forme d'une éolienne de 5 MW. Après une phase de test sur le site d'essai SEM-REV en 2016, un parc pilote devait être implanté à proximité de l'île de Groix. Même si le coup d'envoi de la construction du prototype a été annoncé plusieurs fois en 2013, le calendrier s'est finalement révélé de plus en plus irréaliste au vu de la concurrence croissante. De plus, les responsables du projet en sont venus à se demander si une éolienne de 5 MW serait suffisamment puissante. Aussi fut-il décidé début 2014 de ne pas

poursuivre le projet. Et puis, au cours de l'été 2014, de nouvelles études, dirigées par DCNS, ont été engagées sur le site, notamment à propos des conditions géophysiques, de la houle et des courants marins²⁶. Dans la foulée, DCNS a annoncé en octobre 2014 la mise en place d'une coopération avec le constructeur Alstom (voir le projet SEA REED ci-après).

Inauguration d'un site d'essai pour éoliennes flottantes et autres énergies marines

Le site d'essai [SEM-REV](#) pour les énergies marines (dont les éoliennes flottantes), piloté conjointement par l'École Centrale de Nantes et le CNRS, a été inauguré le 25 août 2015 au Croisic près de Nantes après la finalisation du raccordement sous-marin au réseau. Ce site, d'une superficie de 1 km² conçu pour des installations d'une puissance nominale totale de 8 MW, dispose de toutes les autorisations nécessaires pour tester et raccorder au réseau différents [prototypes](#) et installations pilotes. La première installation qui devrait être testée ici à partir de l'été 2016 est l'éolienne en mer flottante d'une puissance de 2 MW développée par Ideol dans le cadre du projet FLOATGEN. Lors de l'inauguration de la plateforme SEM-REV, la région Pays de la Loire a annoncé avoir engagé ses premières réflexions sur la création d'un deuxième site d'essai, SEM-REV 2, qui permettrait de tester au moins deux éoliennes en mer flottantes ou posées de l'ordre de 10 MW.

ii. Appel à manifestation d'intérêt (AMI) 2013

En mai 2013, un autre appel à manifestation d'intérêt (AMI) intitulé « Énergies marines renouvelables – démonstrateurs et briques technologiques » a été lancé dans le but de soutenir des projets innovants et d'optimiser l'exploitation du potentiel d'énergie marine de la France. Cet AMI portait sur les flotteurs, les ancrages et les câbles de raccordement électrique dynamiques. Au total, six projets ont été retenus dans le cadre de cet appel à projets²⁷ :

- **éolien en mer flottant** : en octobre 2014, deux projets dans ce domaine ont été sélectionnés, qui seront présentés succinctement ci-après :
 - [OCEAGEN](#),
 - [SEA REED](#).
- **énergie thermique des mers et transport de l'électricité** : également en octobre 2014, une subvention a été accordée au projet [Marlin](#) pour le développement, le test et la validation d'une conduite sous-marine efficace en conditions réelles, ainsi qu'au projet [SeaTC](#) pour le développement d'une technologie de transport d'électricité sous-marine et

²⁶ Le site et le dimensionnement du projet n'ont connu aucune modification.

²⁷ [Communiqué de presse](#) du Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 22 octobre 2014.

- **centrales houlomotrices** : en avril 2014, le projet de système électrique [Prismer](#), mené par Alstom, et le projet de préparation des fonds marins et d'ancrage des fondations sous-marines [Pile & Tide](#), coordonné par Géocœan, avaient déjà été sélectionnés pour bénéficier d'une subvention.

OCEAGEN



Le projet de R&D OCEAGEN vise à tester dans des conditions réelles le flotteur en béton du démonstrateur [FLOATGEN](#), développé par la société Ideol. Il s'agit tout particulièrement de mettre à l'épreuve son hydrodynamique et de déterminer de nouveaux composants pour le système d'ancrage. La baisse des coûts envisagée doit ouvrir la voie à la fabrication industrielle de cette solution de fondation. Le projet de démonstrateur FLOATGEN, soutenu par le 7^e programme-cadre de recherche de la Commission européenne, est piloté par un consortium européen composé de sept partenaires au total, dont l'université de Stuttgart et l'Institut Fraunhofer pour l'énergie éolienne et de génie des systèmes énergétiques (IWES), sous la direction d'Ideol et du constructeur Gamesa. Il est prévu d'implanter et de tester le démonstrateur de 2 MW sur le site d'essai SEM-REV à l'été 2016.

Figure 13 : OCEAGEN, source : [Institut de recherche IFSTTAR](#)

SEA REED



Piloté par le groupe DCNS et le constructeur Alstom, le projet SEA REED est centré sur le développement d'une éolienne flottante composée d'un flotteur semi-submersible et d'une turbine (dérivée de l'éolienne Haliade 150 d'Alstom). Il s'agit tout particulièrement d'optimiser la production d'électricité, de trouver une solution rapide et sûre pour l'installation et le démantèlement du flotteur tout en limitant les impacts environnementaux et en développant une solution technologique compétitive avec un système de maintenance adapté pour la phase d'exploitation. Il est prévu d'installer en 2017 un démonstrateur de l'éolienne d'une puissance de 6 MW. Un projet complet d'une puissance de 50 MW pourrait éventuellement entrer en service d'ici fin 2018.

Figure 14 : SEA REED, source : [DCNS](#)

iii. Appel à projets 2015

Le nouvel appel à projets axé exclusivement sur les éoliennes en mer flottantes, annoncé début décembre 2014 par le Premier ministre Manuel Valls lors des Assises de l'économie de la mer à Nantes et prévu initialement pour juin 2015, a été lancé début août 2015. Dans le cadre de cette procédure ouverte jusqu'au 4 avril 2016, des fermes pilotes seront subventionnées à hauteur de 100 à 150 millions d'euros²⁸. Ils devront apporter la preuve de la performance et de la fiabilité des technologies, des méthodes de construction adaptées et des systèmes de maintenance et de logistique. Il s'agit par ailleurs d'établir la compatibilité des éoliennes avec le réseau et d'acquérir des expériences quant aux impacts environnementaux et aux conséquences sur les autres usages de la mer. Enfin, une analyse du cycle de vie du projet et un suivi environnemental des phases de construction, d'exploitation et de démantèlement devront être effectués.

²⁸ Cet appel à projets a été lancé parallèlement à l'appel à projets « Énergies marines renouvelables et centrales marémotrices pilotes » et « Le stockage et la conversion de l'énergie » ; il est financé par l'action « Démonstrateurs de la transition écologique et énergétique » dans le cadre du programme d'investissements d'avenir (PIA), ainsi que par un tarif d'achat pour l'énergie produite.

Les projets soumis doivent remplir les conditions suivantes :

- **dimensionnement du projet** : trois à six éoliennes,
- **puissance minimale des éoliennes** : 5 MW (dans des cas justifiés, il sera aussi possible de recourir à des éoliennes d'une puissance inférieure, mais du même ordre de grandeur),
- **durée** : les éoliennes doivent être prévues pour une phase pilote d'au moins deux ans et idéalement pouvoir enchaîner avec une phase d'exploitation de 15 à 20 ans en cas de réussite de la phase pilote,
- **implantation** : dans une des zones annoncées en juillet 2015 (voir ci-dessous) et
- **raccordement au réseau public**.

Dans le cadre de l'appel à projets, les phases de planification et de développement, tous les composants afférents au projet (éoliennes, flotteurs, ancrage, matériel électrique, raccordement au réseau), ainsi que l'exploitation et le démantèlement de l'éolienne pilote font l'objet d'un soutien financier. En revanche, la phase de développement de la technologie même est exclue ne pourra pas faire l'objet d'un soutien financier. D'après le cahier des charges de l'appel à projets, il est prévu que les projets sélectionnés bénéficient pour les phases de conception et de développement d'une aide sous la forme d'un tiers de subventions au maximum et de deux tiers d'avance au minimum. Ensuite, pendant la phase d'exploitation, les parcs pilotes pourront en outre bénéficier d'un tarif d'achat pour l'énergie produite. Le montant de ce tarif d'achat devra être fixé avant la conclusion des accords de financement et s'appliquer de la même façon à tous les projets retenus, indépendamment de leur implantation géographique.

Les premières installations pilotes devraient entrer en service en 2018 et 2019. Le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie attend de cet appel à projets une contribution forte au développement d'une nouvelle filière industrielle porteuse, l'espoir étant que les démonstrateurs, proches de la maturité technologique, puissent par la suite passer en phase de commercialisation.

iii.i Les quatre zones des futurs projets pilotes

Les projets doivent être implantés dans l'une des quatre zones situées en Bretagne, Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur et annoncées en juillet 2015 par la Ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie Ségolène Royal à l'issue d'une longue procédure de consultation au niveau régional.

Sélection des zones de développement des projets pilotes

Après une série d'études techniques, ainsi que la phase de concertations locales, la Ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie Ségolène Royal a dévoilé en juillet 2015 quatre zones situées en Bretagne, Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur propices au développement de projets pilotes d'éoliennes en mer flottantes. Trois de ces quatre zones se trouvent en Méditerranée ([documentation](#)), au large du phare de Faraman (Provence-Alpes-Côte d'Azur), des étangs de Leucate (fig. 15) et de la commune de Gruissan (Languedoc-Roussillon). Les zones sont éloignées de 12 à 16 km de la côte et serviront à l'implantation d'éoliennes d'une puissance de 20 à 25 MW. Le site breton se situe au large de l'île de Groix.

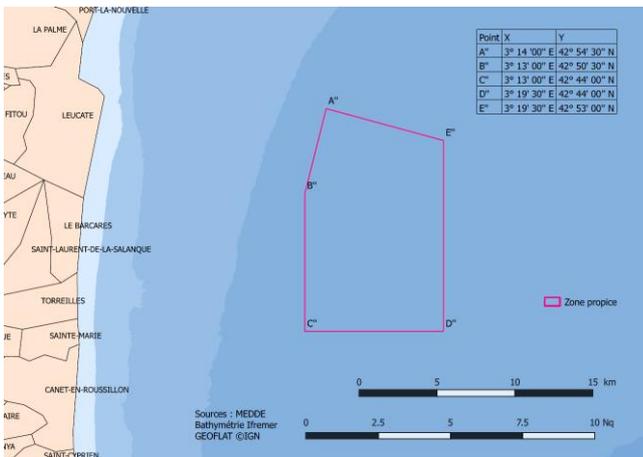


Figure 15 : zone de Leucate, source : documents de l'[appel à projets](#)

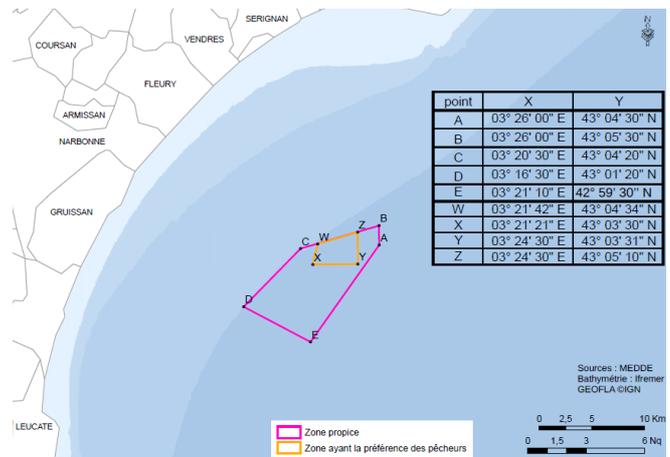


Figure 16 : zone de Gruissan, source : documents de l'[appel à projets](#)

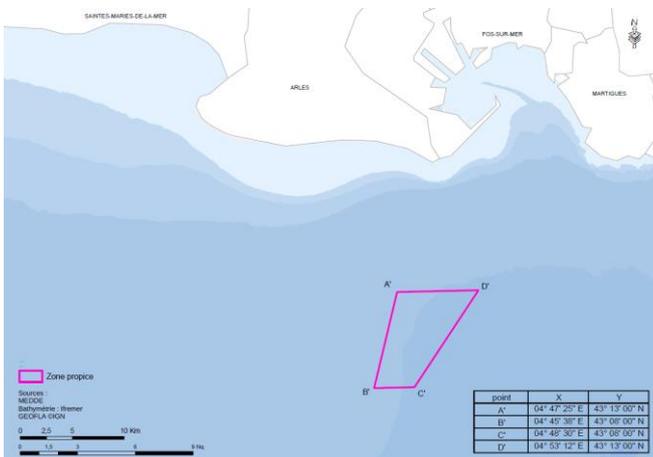


Figure 17 : zone de Faraman, source : doc. de l'[appel à projets](#)

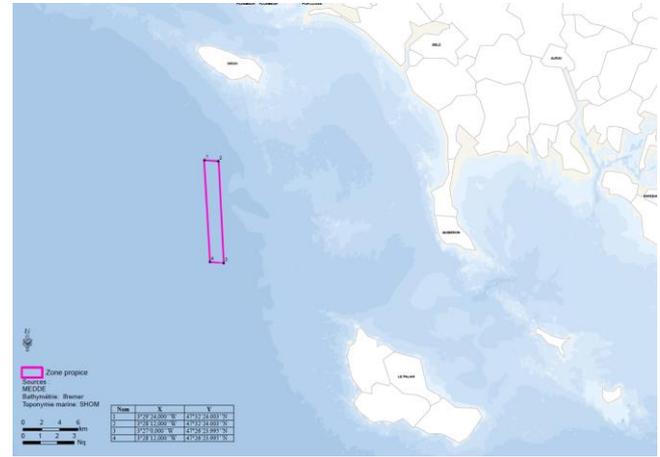


Figure 18 : zone de l'île de Groix, source : doc. de l'[appel à projets](#)

Outre l'éolienne Vertiwind précédemment présentée (cf. projet INFLOW) et les technologies développées dans le cadre des projets SEA REED et FLOATGEN/OCEAGEN, une autre technologie française semble avoir toutes ses chances : l'éolienne SPINFLOAT.

SPINFLOAT



Figure 19 : SPINFLOAT, source : [SPINFLOAT](#)

Développée par l'entreprise française Eolfi, l'éolienne à axe vertical et semi-submersible de 6 MW SPINFLOAT est portée par un consortium de plusieurs partenaires européens fondé en avril 2014 et comptant notamment dans ses rangs l'Institut Fraunhofer pour l'énergie éolienne et de génie des systèmes énergétiques (IWES). Eolfi développe des projets d'une puissance totale de 3 GW et se positionne actuellement surtout sur trois projets de 5 à 10 éoliennes en cours de planification : Corallium 11 et Corallium 66 dans le golfe du Lion (Languedoc-Roussillon) et Stenella (Provence-Alpes-Côte-d'Azur)²⁹.

²⁹ Source : [présentation](#) d'Eolfi au salon Thetis Mer, mai 2015.

III. Perspectives

Après deux appels d'offres pour des projets d'éoliennes en mer posées en 2011/2012 et 2013/2014, les acteurs français suivent avec beaucoup d'attention les évolutions autour d'un troisième appel d'offres. Par ailleurs, l'appel à projets lancé début août 2015 pour les éoliennes en mer flottantes a mis sur les rangs de nombreux acteurs avec leurs projets, ce qui permet d'espérer réunir avec les premières fermes pilotes françaises suffisamment d'expériences pour enchaîner sur une phase de fabrication et d'exploitation commerciale. Tout ceci montre que la France s'est beaucoup investie dans ce domaine ces dernières années et s'investira encore davantage, ne serait-ce qu'en raison du fort potentiel éolien en mer.

Outre ces deux technologies, la France mise aussi sur d'autres énergies marines telles que les centrales houlomotrices, les centrales marémotrices ou l'énergie thermique des mers. Les activités dans ce domaine, surtout dans la recherche et le développement, devraient aussi gagner en importance dans les années à venir.

Le plus remarquable est que la palette des acteurs de l'éolien en mer français va des plus grandes sociétés aux petites start-ups qui, par leurs innovations technologiques, ont toutes contribué au développement notamment des éoliennes en mer flottantes et marqué de façon décisive l'évolution de diverses technologies renouvelables innovantes.

Après quelques retards, l'implantation des parcs éoliens en mer connaîtra-t-elle désormais un coup d'accélérateur en France ? La technologie des éoliennes en mer flottantes fera-t-elle ses preuves sur le plan technico-économique ? Les années à venir le montrera, et tout au moins en matière d'éoliennes en mer flottantes, la France pourrait bien endosser le rôle de leader.