



## EOLFI

Créée en 2004, présente en France (Paris, Marseille, Lorient) et à Taiwan, EOLFI est une entreprise indépendante développant des projets d'énergies renouvelables : énergie éolienne et solaire photovoltaïque.

EOLFI couvre l'intégralité de la chaîne de valeur des énergies renouvelables. Pionnière dans l'éolien flottant, elle a remporté le projet de ferme pilote d'éoliennes flottantes de Groix & Belle-Ile en 2016.

EOLFI déploie une activité de recherche et développement pour des technologies innovantes en matière d'énergies renouvelables : SPINFLOAT (éolienne à axe vertical), AGNES (stockage d'énergie en air comprimé), BLIDAR (bouée embarquant un LIDAR) et STATIONIS (logiciel d'optimisation de liaisons fond-surface).

## CAHIER D'ACTEUR EOLFI

### L'éolien flottant, un atout pour accélérer la transition énergétique

#### EOLIEN FLOTTANT ET PPE

Parvenir à l'objectif de réduction à 50% de la part du nucléaire dans la production d'électricité d'ici 2035 passe nécessairement par une évolution de notre mix énergétique et le développement des énergies renouvelables. Cet objectif doit être décliné dans la PPE en cours de révision.

Ainsi, au-delà des efforts en termes de sobriété et d'efficacité énergétique, **il est urgent d'orienter notre politique énergétique vers une accélération du développement des énergies renouvelables les plus prometteuses.** En complément des filières matures et compétitives que sont le photovoltaïque et l'éolien terrestre, le développement de l'éolien flottant permettra d'accélérer la transition énergétique en France.

En se démarquant des contraintes de profondeur, l'éolien flottant permet l'installation de fermes éoliennes en mer loin des côtes, là où les vents sont les plus forts et les plus stables. Ses performances ont été démontrées en conditions réelles depuis 2009, la première ferme pré-commerciale ayant été mise en service en 2017 en Ecosse.

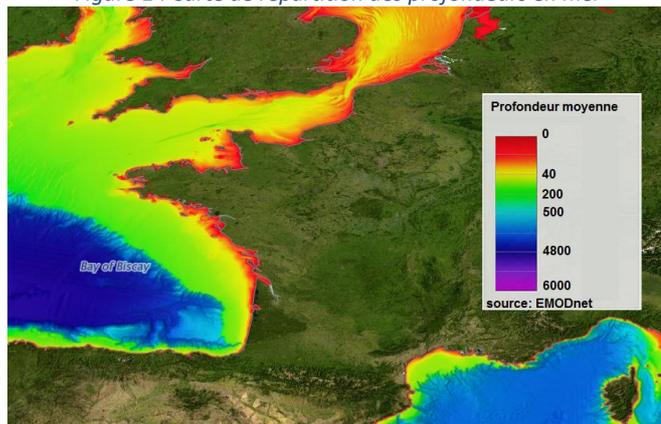
En s'appuyant sur des éoliennes standard dont la puissance et les rendements ne cessent de s'améliorer, ainsi que sur des technologies de flotteurs issues de l'offshore pétrolier (secteur dans lequel la France peut compter sur l'expérience de leaders mondiaux), **l'éolien flottant allie finalement des industries matures qui sécurisent son avenir.**

L'éolien flottant présente toutes les **qualités nécessaires** pour relever l'ensemble des défis énergétiques auxquels la France doit répondre dès 2018 dans le cadre de la révision de sa PPE :

- compétitivité ;
- prédictibilité ;
- déployabilité à grande échelle ;
- large concertation ;
- création d'emplois à forte valeur ajoutée et non délocalisables ;
- positionnement au sein de nos territoires ;
- recyclabilité et pas d'émission de gaz à effet de serre.

## UN GISEMENT EXPLOITABLE UNIQUE

Figure 1 : Carte de répartition des profondeurs en mer



L'éolien flottant permet l'installation de fermes éoliennes sur les plateaux continentaux, en s'affranchissant de la profondeur d'eau. **De nouveaux secteurs maritimes jusque-là inexploités par l'éolien sur fondations posées s'ouvrent ainsi** (en jaune/vert sur la carte ci-dessus).

### En France

Avec 3500 km de côtes, et trois façades maritimes ventées, la France métropolitaine bénéficie de conditions géographiques très favorables au développement de l'éolien en mer. C'est le 2<sup>ème</sup> gisement éolien d'Europe, derrière la Grande-Bretagne.

**Le potentiel techniquement exploitable pour l'éolien flottant est considérable en France puisqu'il est estimé à 50 GW<sup>1</sup>**, dont 16 GW, soit l'équivalent (en énergie produite) de 8 réacteurs<sup>2</sup> nucléaires, peuvent être mis en service d'ici 2040.

A l'horizon 2030, EOLFI estime (sur la base d'études techniques, et considérant les capacités d'accueil du réseau public de transport) que **6 GW d'éolien flottant sont raccordables immédiatement, principalement en Méditerranée (golfe du Lion) et en Bretagne**. Un tel volume, bénéficiant de différents gisements de vent, permettrait de lisser la variabilité de la production.

Par ailleurs, les vents étant meilleurs au large, **les facteurs de charge des projets pourraient atteindre 45 à 55 % selon les sites** (à titre d'exemple, le projet d'éoliennes flottantes Hywind en Ecosse a enregistré un facteur de charge de 65 % durant les trois mois d'hiver).

### Dans le monde

A l'image de la France, le potentiel exploitable de l'éolien flottant est mondial. **Estimé à 40 GW pour l'Europe à l'horizon 2030**, il est également important en Asie (Taiwan, Japon et Chine) et aux Etats-Unis. Certains de ces pays investissent massivement dans l'éolien en mer, ouvrant des **perspectives de marché intéressantes pour les industriels français**.

## UNE NOUVELLE FILIERE INDUSTRIELLE FRANÇAISE

### Des industriels dans les starting-blocks

**Les promesses de l'éolien en mer** : soumise à deux appels d'offres en 2012 et en 2013, la filière offshore se retrouve en pole position pour créer des milliers d'emplois. C'est une nouvelle filière industrielle qui commence à se structurer, avec des compétences spécifiques : construction de turbines, assemblage de fondations, installation à la mer, maintenance des parcs, etc. L'éolien flottant permettra de développer l'activité des ports près des implantations offshore (comme Fos-sur-Mer, Port-la-Nouvelle, Brest, Saint Nazaire...) car l'industrialisation de série des grands ensembles (flotteur, sous-station électrique) y sera implantée, ce qui entrainera une baisse significative des coûts de construction.

**L'attrait du local** : l'installation et la maintenance des parcs éoliens feront travailler des entreprises locales. Des emplois non délocalisables seront ainsi créés sur les territoires pour l'aménagement des parcs, les travaux de génie civil, la connexion au réseau électrique, le stockage des composants d'éoliennes, la fabrication, l'assemblage, l'installation en mer, etc.

**Des formations sur-mesure** : de nombreux métiers sont liés à l'éolien : certains se rapprochent de l'aéronautique, d'autres de la maintenance industrielle, d'autres encore du tertiaire. Les compétences les plus diverses sont requises, en matière d'ingénierie, de génie civil, de levage, d'écologie, d'architecture, d'acoustique ou d'éthologie... Ainsi, de nouvelles formations émergent un peu partout en France : maintenance terrestre et offshore, ingénierie de ferme...

<sup>1</sup> « L'éolien flottant en 4 questions » - Connaissance des Energies, mars 2015, [LIEN](#)

<sup>2</sup> Réacteur d'une puissance moyenne de 1100 MW.



## Des emplois à la clé

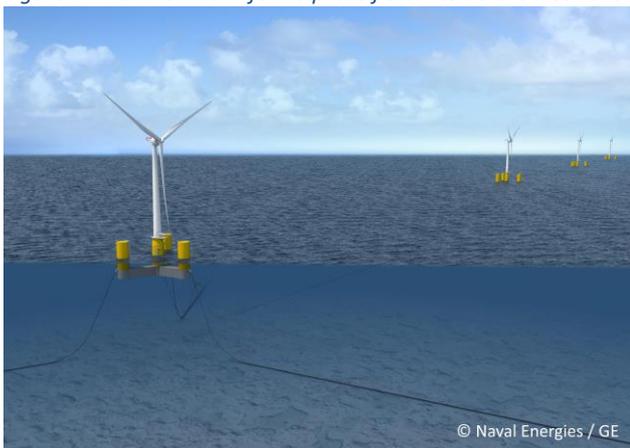
Selon France Énergie Éolienne (FEE), la filière éolienne représentait en 2016 un total de 16 000 emplois directs équivalent temps plein. Depuis 2014, les effectifs ont progressé de près de 28 %, plus de 1 500 postes ont été créés en 2016. Ces emplois sont répartis sur l'ensemble de la chaîne de valeur, qui va de la fabrication des composants (mâts, rotors, pales, nacelles, composants électriques, électronique de puissance) à l'aménagement des sites ou à la connexion au réseau électrique.

Dans le cadre des projets au large des côtes de Normandie, de Bretagne et des Pays de la Loire, la filière de l'éolien en mer prévoit la création de plusieurs milliers d'emplois directs en phase construction et plusieurs centaines en phase exploitation.

L'éolien flottant permettra de :

- pérenniser les emplois créés par la filière de l'éolien en mer pour la fabrication des éoliennes ;
- créer une industrie et une chaîne logistique locale pour les flotteurs et systèmes d'ancrage en Méditerranée et en Bretagne ;
- induire la création de centaines d'emplois pour la phase d'exploitation.

Figure 2 : Visuel 3D de la ferme pilote flottante de Groix et Belle-Ile



## UNE ENERGIE COMPETITIVE, S'INTEGRANT DANS LE SYSTEME ELECTRIQUE

### Processus d'installation optimisé

Les éoliennes flottantes seront fabriquées et assemblées entièrement dans un port, puis remorquées avant d'être amarrées au large, induisant mécaniquement des coûts d'installation compétitifs.

### La dégressivité des coûts nécessite du volume et de la visibilité

En Europe du Nord, grâce à une politique volontariste sur le volume (plusieurs GW), une planification spatiale maritime de long terme et une programmation régulière d'appels d'offres, les industriels, investisseurs, collectivités locales et autres parties prenantes ont bénéficié de suffisamment de visibilité pour déployer une filière soutenable et compétitive. Le prix de production de l'énergie éolienne en mer est ainsi devenu très compétitif : au Royaume-Uni par exemple, l'éolien offshore est maintenant attribué à 53€/MWh<sup>3</sup> alors que les deux EPR de la centrale Hinkley Point vendront leur électricité à 92,5€/MWh.

En France, il est possible de viser une même dégressivité des coûts pour l'éolien flottant. Ainsi, comme le prévoient plusieurs études internationales indépendantes<sup>4</sup>, dont une de l'ADEME<sup>5</sup>, l'éolien flottant sera en mesure d'atteindre un prix moyen inférieur à 80€/MWh<sup>6</sup> dès lors qu'un volume cumulé de 6 GW sera attribué avant 2030.

### Intégration dans le système électrique

Capable d'adresser les trois régimes de vents complémentaires de nos façades maritimes (Tramontane, Mistral et vent d'ouest en Atlantique), l'éolien flottant confortera la capacité d'absorption par le réseau RTE d'un

<sup>3</sup> Offshore wind power cheaper than new nuclear – BBC, September 2017, [LIEN](#)

<sup>4</sup> Offshore wind in Europe: the industry today, tomorrow – WindEurope, mars 2018, [LIEN](#)

<sup>5</sup> Rapport ADEME septembre 2017, [LIEN](#)

<sup>6</sup> Hors coûts de raccordement, pour une ferme éolienne flottante de 500 MW lauréate d'appel d'offres entre 2025 et 2030 – IEA Wind, juin 2016, [LIEN](#)

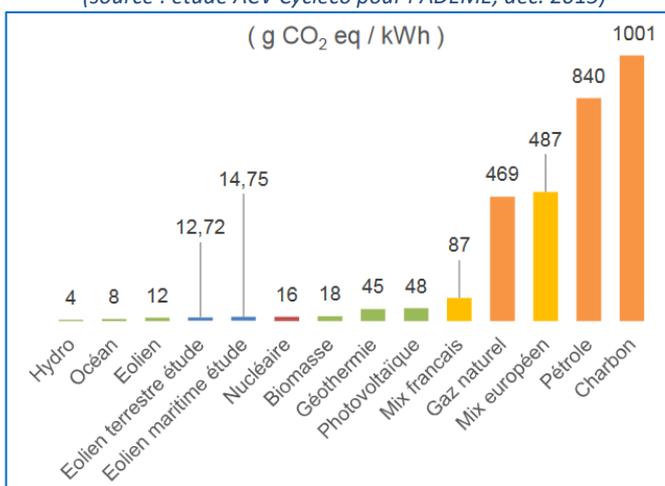
taux de pénétration déjà élevé des énergies renouvelables. L'éolien flottant est ainsi en mesure d'offrir à l'échelle du réseau du foisonnement et de la capacité massive de production. Il constituera ainsi une source d'énergie de base et contribuera à la sécurité de l'approvisionnement électrique.

## BENEFICES ENVIRONNEMENTAUX

### Une énergie « bas carbone »

L'éolien en mer est une des énergies les moins émettrices de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie d'un projet (fabrication, installation, production, démantèlement).

Figure 3 : Emission de CO<sub>2</sub> par kilowattheure des différentes énergies (source : étude ACV Cycleco pour l'ADEME, déc. 2015)



De plus, contrairement à d'autres formes d'énergie, l'éolien flottant repose sur le vent, une ressource **locale, inépuisable et qui ne génère pas de déchets.**

**Bon à savoir :** une éolienne est recyclable à 90 % et n'engendre pas de déchets dangereux.

### Des impacts limités sur l'environnement

L'éolien en mer bénéficie d'un important retour d'expérience des parcs en fonctionnement en Europe du Nord qui ont fait l'objet de suivis environnementaux sur plusieurs années. Les rapports concluent à des **impacts très réduits sur la faune et la flore marine**, liés essentiellement aux phases de travaux en mer.

Pour l'éolien flottant, ces impacts seront réduits puisque **l'essentiel des travaux seront effectués au port.**

[www.eolfi.com](http://www.eolfi.com)

En phase exploitation, les structures immergées vont probablement jouer un rôle d'effet récif permettant l'accroissement de la biomasse marine (réserve de nourriture pour les poissons et leurs prédateurs, accroissement de la diversité des espèces).

Enfin, en terme de paysage, l'éolien flottant permet de **s'éloigner des côtes de manière significative limitant ainsi son empreinte visuelle.**

## CONCLUSION

La montée en puissance de l'éolien flottant d'ici 2035 par **la planification de volumes significatifs d'Appels d'offres (> 6GW) dans la PPE pour la période 2023-2028** sera ainsi une réponse à l'objectif de réduction à 50% de l'énergie nucléaire dans le mix électrique français.

Pour une transition énergétique réussie, EOLFI requiert une augmentation significative de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique français tel que prévu dans le scénario RTE « Ampère<sup>7</sup> ».

L'éolien flottant représente **un formidable atout** pour la transition énergétique en France, valorisable dès 2018 :

- Grâce à un **formidable gisement**, il peut constituer le relais de la production électrique nucléaire qui diminuera dans les années qui viennent ;
- Il présente un **potentiel exceptionnel à l'export.**

Nous disposons là d'une **énergie compétitive, accessible** à condition qu'une mobilisation générale accompagne son développement.

## LES RECOMMANDATIONS D'EOLFI

- **L'inscription de volumes cibles significatifs** « Eolien flottant » dans la PPE.
- **Un premier appel d'offres dès 2019** avec un volume suffisant de l'ordre de **2 GW** permet d'envisager des coûts de production soutenables et d'offrir de la visibilité. Ce premier appel d'offres doit concerner concomitamment les trois régions des fermes pilotes : Provence-Alpes Côte d'Azur, Occitanie et Bretagne.
- **Un calendrier d'appels d'offres défini sur les 10 prochaines années** permettant a minima la mise en service de **6 GW** d'éolien flottant **d'ici 2030.**

<sup>7</sup> Bilan prévisionnel 2017 - RTE, 2017, [LIEN](http://www.rte-france.com)