



LES ÉNERGIES DE LA MER :

UNE RÉALITÉ INDUSTRIELLE,
UNE DYNAMIQUE COLLECTIVE



RAPPORT #1

Mars 2017

www.merenergies.fr

SOMMAIRE



1. ÉDITO	4
2. LEXIQUE	6
3. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS	8
4. STRUCTURES ET ENTREPRISES FRANÇAISES AU CŒUR DE LA FILIÈRE DES ÉNERGIES DE LA MER	15
4.1. Les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur	16
4.1.1. Nombre d'emplois créés	18
4.1.2. Chiffre d'affaires généré en 2016	21
4.1.3. Activités à l'export	22
4.1.4. Investissements réalisés.....	23
4.1.5. Entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur : forte mobilisation des Très Petites Entreprises.....	24
4.1.6. Une mobilisation forte également des Petites et Moyennes Entreprises.....	25
4.1.7. L'action structurante des Entreprises de Taille Intermédiaire prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur.....	27
4.1.8. L'effet d'entraînement de l'activité des Grandes Entreprises.....	28
4.2. Les développeurs / exploitants en phase d'investissements, développement, dans l'attente de la mise en service des fermes pilotes et des parcs.....	29
4.3. Activités de formation, de recherche et de développement : l'avenir des énergies de la mer	30
4.3.1. Nombre d'emplois créés.....	35
4.3.2. Les activités R&D dans les énergies de la mer dégagent déjà du chiffre d'affaires	35
4.3.3. Investissements réalisés	35

SOMMAIRE



5. LES TERRITOIRES LITTORAUX COMME UNITÉS DE RÉFÉRENCE DU DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES DE LA MER	36
5.1. Bretagne.....	37
5.2. Hauts-de-France	39
5.3. Nouvelle-Aquitaine.....	40
5.4. Normandie	42
5.5. Occitanie, Pyrénées, Méditerranée.....	44
5.6. PACA	45
5.7. Pays de la Loire.....	46
6. FOCUS QUALITATIFS SUR D'AUTRES THÉMATIQUES	48
6.1. Activité des ports et des sites de logistique	49
6.2. Recherche et Développement	52
6.3. Sites d'essais	55
6.4. Les projets à l'outre-mer	58
6.5. Les projets à l'international	60
ANNEXES.....	63
1. Méthodologie employée pour la réalisation de cette étude	64
1.1. Les indicateurs utilisés.....	64
1.2. Les données utilisées	64
1.3. Traitement statistique des données	64
1.4. Limites de la méthodologie employée.....	65
1.5. Des focus qualitatifs pour approfondir certaines thématiques liées au développement des énergies de la mer	65
2. Liste des répondants	66
2.1. Structures et établissements ayant une activité de formation et de recherche et de développement en lien avec les énergies de la mer.....	66
2.2. Développeurs / Exploitants	66
2.3. Entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur.....	67



1. ÉDITO





ÉDITO



Avec les énergies de la mer, la France dispose d'une formidable opportunité : donner naissance à une nouvelle filière industrielle au croisement de la croissance bleue et de la croissance verte et créer des emplois durables, tout en accélérant sa transition énergétique. C'est fort de cette conviction, que le Cluster Maritime Français, en lien étroit avec le Syndicat des Énergies Renouvelables (SER) et le Groupement des Industries de Construction et d'Activités Navales (GICAN), a souhaité montrer un premier bilan de la réalité de la filière des énergies de la mer et ses potentialités pour demain.

Avec le soutien des grands acteurs de la filière, nous avons créé l'Observatoire des énergies de la mer, les travaux de recherche, de construction des questionnaires, de recueil des données, d'analyse et de présentation ont été confiés à C2Stratégies et Bluesign.

Je tiens à remercier chaleureusement toutes celles et ceux qui ont contribué à cette enquête.

Au long de ce premier rapport de l'Observatoire, on peut constater la forte mobilisation de la filière (par le nombre de questionnaires qui ont été retournés) et une réalité déjà bien concrète avec des emplois dans les territoires des régions littorales et ultra-marines françaises, des investissements conséquents et de la création de valeurs, principalement à l'export et dans l'attente de la réalisation des parcs français.

Les séquences politiques les plus récentes ou les prises de parole des candidats montrent indéniablement une première prise de conscience des enjeux et des opportunités

Depuis plus de 10 ans, le Cluster Maritime Français porte la parole des acteurs de l'économie maritime : la France a tous les atouts en main pour tirer un formidable parti de la croissance bleue. Notre pays détient le 2^{ème} espace maritime mondial – notamment grâce à ses départements et territoires d'outre-mer – avec plus de 11 millions de kilomètres carrés de domaine maritime, soit 20 fois la surface de la France métropolitaine. En 2016, l'économie maritime représente en France près de 300 000 emplois directs (hors tourisme) et 72 milliards d'euros de chiffre d'affaires. Les séquences politiques les plus récentes ou les prises de paroles montrent indéniablement une première prise de conscience des enjeux et des opportunités.

L'espace maritime français représente un gisement important et renouvelable en termes de vent, de courant marin, de marée, de houle, de température et de salinité des océans, qui sont autant de potentiels énergétiques inépuisables, non émetteurs de gaz à effet de serre et répartis sur l'ensemble du territoire marin et littoral.

L'histoire maritime et industrielle de la France permet de mobiliser tous les savoir-faire pour tirer le meilleur parti de la chance historique que nous offrent les énergies de la mer.

Pour transformer cette chance en une réussite industrielle et environnementale pérenne, il faut fédérer les soutiens et construire un consensus national autour de cette filière émergente, porteuse d'emplois et de valeurs pour le futur de notre pays. C'est tout l'enjeu de l'Observatoire des énergies de la mer. Pour atteindre cet objectif, il est indispensable de viser la fourchette haute de la programmation pluriannuelle de l'énergie pour les énergies de la mer et simplifier les procédures.

Frédéric MONCANY de SAINT AIGNAN
Président du Cluster Maritime Français.



2. LEXIQUE



LES ÉNERGIES DE LA MER, DE QUOI PARLONS-NOUS ?



L'ÉNERGIE ÉOLIENNE POSÉE

L'éolien en mer posé permet d'exploiter l'énergie cinétique du vent disponible en mer. Le vent fait tourner les pales de l'éolienne, un générateur transforme l'énergie cinétique en énergie électrique. L'éolienne est fixée sur le fond marin jusqu'à une limite technique de profondeur qui est actuellement de 50 mètres.



L'ÉNERGIE ÉOLIENNE FLOTTANTE

L'éolien flottant permet d'exploiter l'énergie cinétique du vent dans des zones profondes où l'installation d'éoliennes posées sur le fond marin n'est pas réalisable. La différence principale entre les éoliennes en mer flottantes et les éoliennes en mer posées se situe au niveau du support sur lequel repose l'éolienne. L'éolienne est fixée sur une structure flottante maintenue par les lignes d'ancrage reliées au fond marin afin de limiter les mouvements. Différentes technologies de flotteurs existent, permettant une installation à des profondeurs allant de 50 mètres jusqu'à plusieurs centaines de mètres.



L'ÉNERGIE HYDROLIENNE

L'hydrolienne permet d'exploiter l'énergie cinétique contenue dans les courants associés au déplacement des masses d'eau qui accompagne le phénomène de marée (marémoteurs, maréliennes, lagons artificiels). Pour l'énergie des courants fluviaux, seule l'énergie cinétique du déplacement des masses d'eau est captée.



L'ÉNERGIE HOULOMOTRICE

Le houlomoteur permet d'exploiter l'énergie des vagues et de la houle. Le soleil crée le vent et le vent forme les vagues. Les vagues, en se déplaçant sur des longues distances, forment la houle.



L'ÉNERGIE THERMIQUE DES MERS

L'énergie thermique des mers (ETM) permet d'exploiter la différence de température entre les eaux superficielles et les eaux profondes des océans : l'énergie est issue de l'échange thermique entre l'eau froide et l'eau chaude. Pour que le cycle de l'ETM fonctionne, il est nécessaire de disposer d'un différentiel d'au moins 20°C.



A noter que la climatisation est aussi une application directe de l'énergie thermique des mers avec le système SWAC (Sea Water Air Cooling).



L'ÉNERGIE OSMOTIQUE

L'énergie osmotique permet d'exploiter la différence de salinité entre l'eau douce et l'eau de mer. Les deux natures d'eau étant séparées par une membrane semi-perméable, elle consiste à utiliser une hauteur d'eau ou une pression créée par la migration de molécules à travers ladite membrane. La pression d'eau en résultant assure un débit qui peut alors être turbiné pour produire de l'électricité.



SITE D'ESSAIS

Un site d'essais est une infrastructure mutualisée, raccordée au réseau d'électricité, destinée aux entreprises qui développent des systèmes d'énergies de la mer afin de valider techniquement leurs démonstrateurs dits de « première de série » à l'échelle réelle, afin de valider ou de modifier le design et/ou les procédés d'installation et d'intervention en mer. Ces tests sont réalisés pendant une période assez courte (quelques mois).

FERME PILOTE

Une ferme pilote est un site qui permet de tester plusieurs prototypes simultanément. Il permet de valider ou de rectifier leur installation et leur fonctionnement dans des conditions semblables à celles d'un futur parc commercial. Une ferme pilote peut fonctionner de 2 à 20 ans.

PARC COMMERCIAL

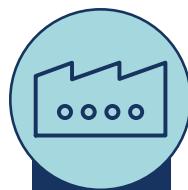
Un parc commercial est une infrastructure permettant l'exploitation commerciale à grande échelle d'infrastructures de production d'électricité (éolien flottant, houlomoteur par exemple). Il peut fonctionner plus de 20 ans. Son modèle économique est basé sur les produits de la vente de l'électricité sur le réseau. Chaque parc s'accompagne d'une base de maintenance à quai générant une centaine d'emplois.



3. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS



+ DE 2000 EMPLOIS CRÉÉS



	Structures de formation et de R&D	Développeurs Exploitants	Entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur	TOTAL
Nombre d'ETP* *emplois équivalent temps plein	157	233	1696	2086 ETP
Chiffre d'affaires 2016	6 330 000 €	400 000 €	585 774 000 €	592 504 000 €
Investissements cumulés depuis 2007	44 650 000 €	319 500 000 €	918 494 000 €	1 282 644 000 €

Au total, 2 086 ETP ont été recensés dans cette étude, reflétant l'activité des 3 catégories d'acteurs intervenant dans le secteur des énergies marines renouvelables en France. Ces emplois sont majoritairement générés par les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur (1 696 ETP), c'est-à-dire regroupant les entreprises qui proposent sur le marché français et à l'export des éoliennes offshore posées et flottantes et des hydroliennes, des sous-ensembles, des pièces et des composants de machines, des prestations d'ingénierie, des services, etc. Contrairement aux autres filières plus matures des énergies renouvelables, peu d'entreprises sont aujourd'hui positionnées sur l'installation et la maintenance.

75% DU CHIFFRE D'AFFAIRES ANNUEL À L'EXPORT

Le chiffre d'affaires global généré par l'activité des 3 catégories d'acteurs en 2016 s'élève à un peu plus de 590 millions d'euros. Ce sont les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur de la filière qui génèrent la quasi-totalité de ce chiffre d'affaires.

1,3Md € D'INVESTISSEMENTS

Le montant des investissements cumulés réalisés depuis le démarrage de la filière française des énergies de la mer, toutes catégories (R&D, développement, industrie, portuaire), s'élève à près de 1,3 milliard d'euros, dont 25 % par les développeurs/exploitants et plus de 70 % par les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur. Ce niveau d'investissements n'intègre pas encore ceux liés à la construction des parcs.

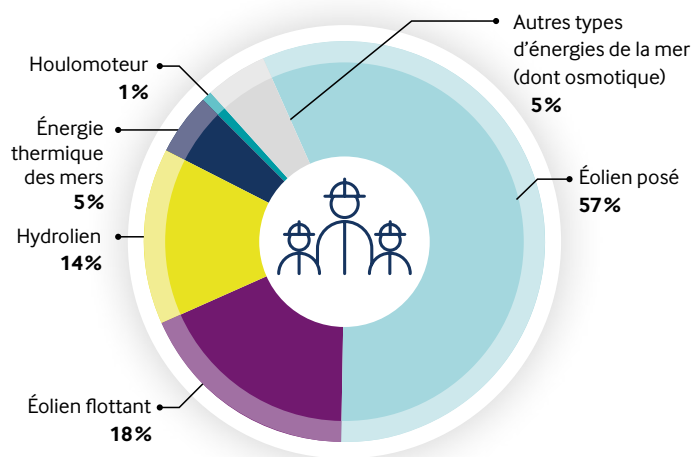
Le rapport investissements sur chiffre d'affaires, logique dans la période actuelle d'émergence de la filière, s'inversera avec la mise en service des futurs parcs commerciaux éoliens en mer.



LES TECHNOLOGIES DES ÉNERGIES DE LA MER

Si l'éolien posé est la technologie qui génère le plus d'emplois à ce jour, l'éolien flottant et l'hydrolien sont déjà également créateurs d'activité

La mobilisation autour du marché de l'éolien posé, ayant atteint aujourd'hui le stade commercial, est forte et représente la majorité des emplois recensés dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur de la filière française des énergies de la mer. Il est à noter également le poids important de l'hydrolien et de l'éolien flottant qui montre le degré de maturité de ces deux technologies et de leurs marchés respectifs.



**RÉPARTITION DES ETP RECENSÉS DANS
LES ENTREPRISES PRESTATAIRES OU
FOURNISSEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR
EN FONCTION DU TYPE DE TECHNOLOGIES**



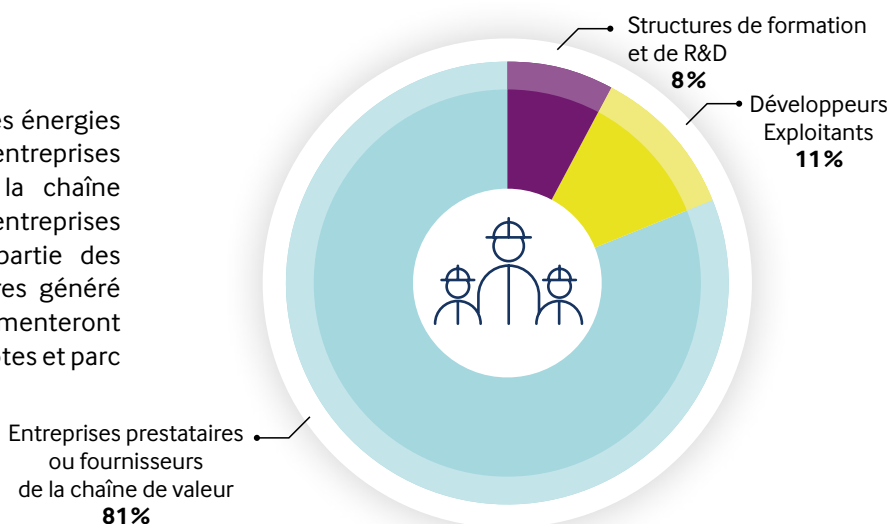
© GE

LES ENTREPRISES, DÉJÀ UNE RÉALITÉ INDUSTRIELLE

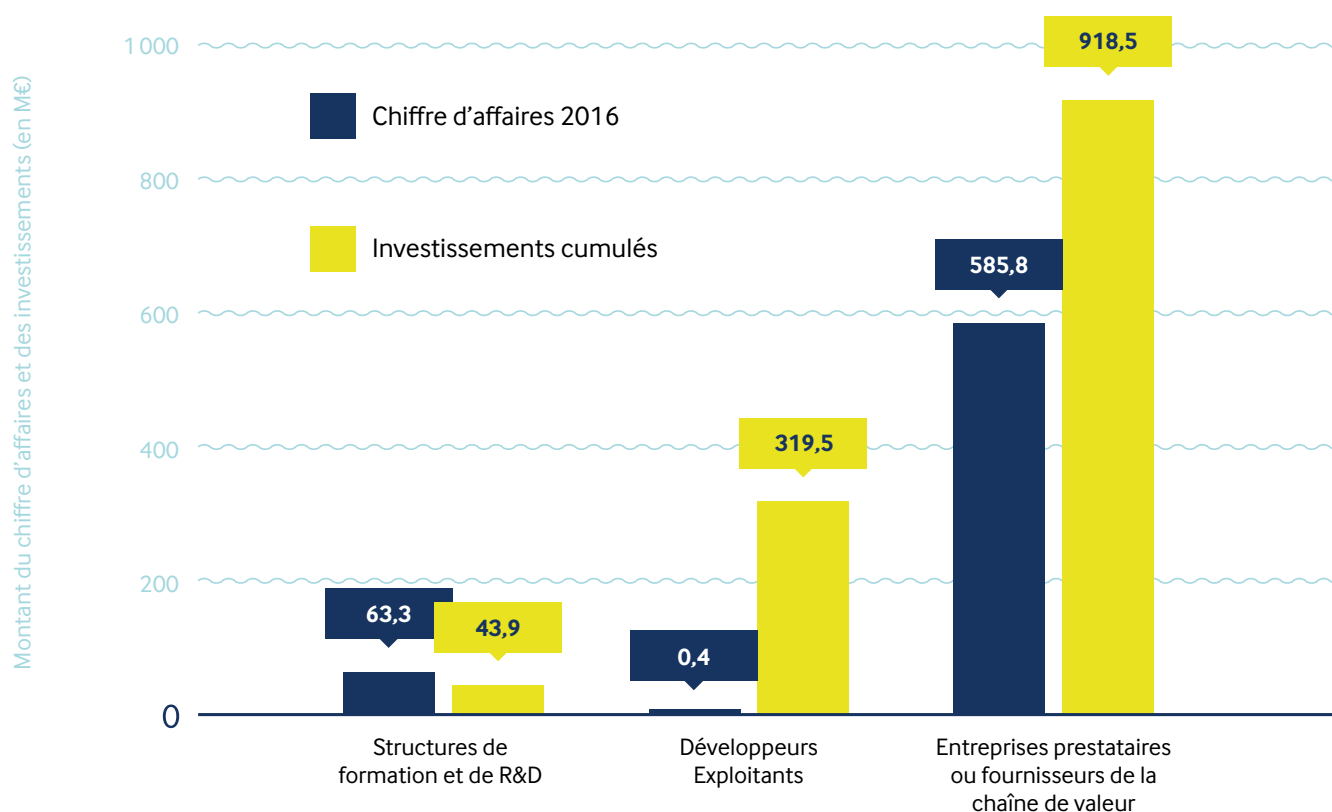
Les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur déjà fortement mobilisées

Plus de 80% des ETP de la filière des énergies de la mer sont recensés dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur. Ce sont ces mêmes entreprises qui ont réalisé la plus grande partie des investissements. Le chiffre d'affaires généré ainsi que les emplois créés augmenteront avec la mise en service des sites pilotes et parc commerciaux à venir.

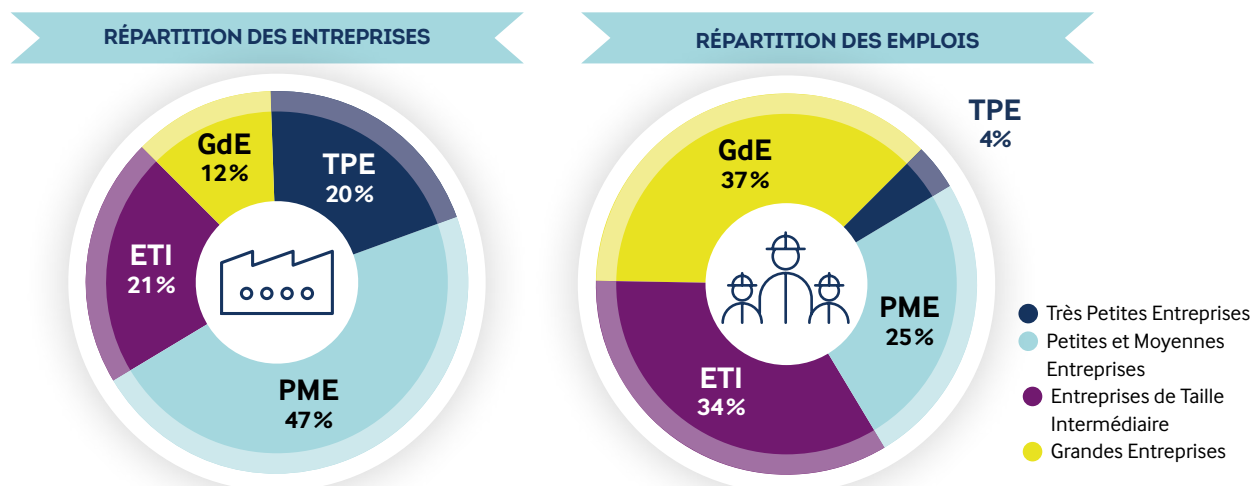
RÉPARTITION DES ETP RECENSÉS DANS LA FILIÈRE FRANÇAISE DES ÉNERGIES DE LA MER EN FONCTION DES CATÉGORIES D'ACTEURS



CHIFFRES D'AFFAIRES ET INVESTISSEMENTS RÉALISÉS PAR LES 3 CATÉGORIES D'ACTEURS DE LA FILIÈRE FRANÇAISE DES ÉNERGIES DE LA MER



Entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur : une forte mobilisation des TPE-PME

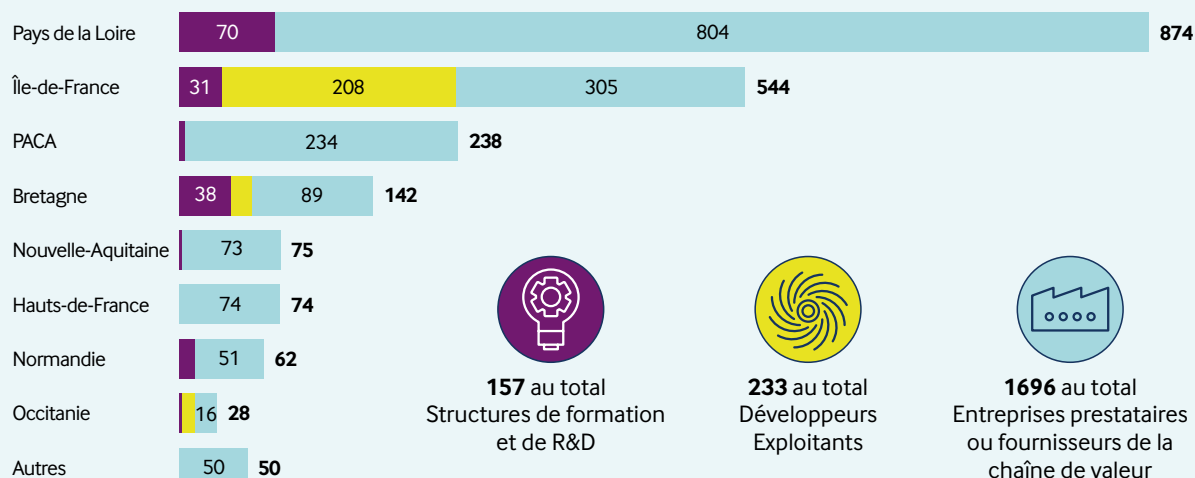


Si les TPE-PME sont majoritaires en nombre, mais logiquement moins importantes en termes d'emplois, les ETI montrent leur rôle structurant de la filière, tandis que les grandes entreprises verront monter en puissance leurs effectifs dans le cadre de la mise en service des parcs.

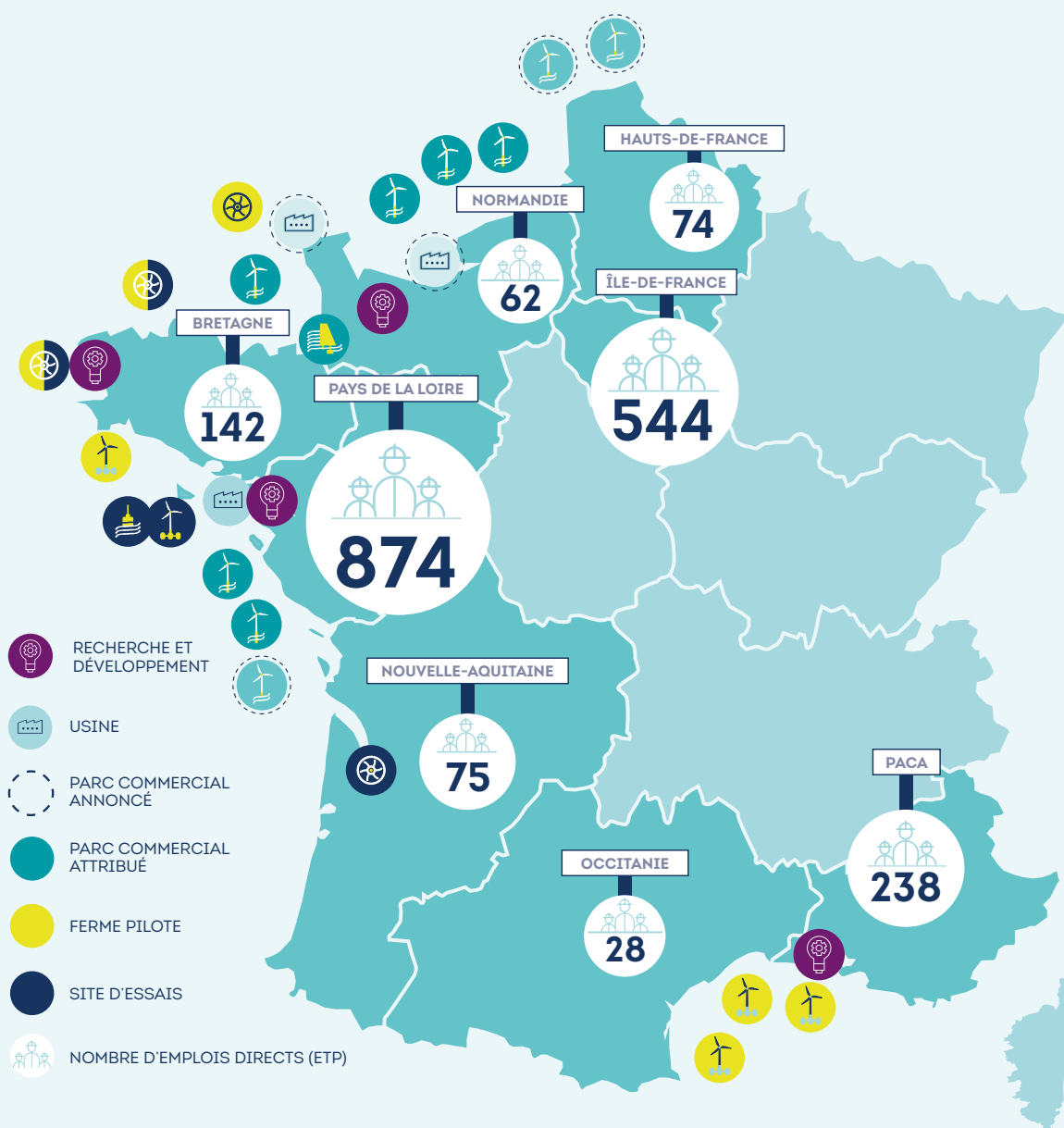


UNE RÉPARTITION DES EMPLOIS LIÉE AUX DÉCISIONS D'IMPLANTATIONS INDUSTRIELLES

NOMBRE D'ETP PAR CATÉGORIE D'ACTEURS ET PAR RÉGION



Sur les 2 086 ETP recensés pour la filière française des énergies de la mer, 42% le sont dans la Région des Pays de la Loire. Les ETP recensés en Île-de-France (à hauteur de 26% du nombre global d'ETP) s'expliquent par la présence de grandes entreprises, notamment des développeurs, qui ont leur siège à Paris. De nombreuses autres Régions françaises se mobilisent et participent au développement de la filière des énergies de la mer. **Les grands sites industriels dédiés aux énergies de la mer sont moteurs de l'emploi dans les territoires.**



LE COUP D'ENVOI EST DONNÉ, LA CROISSANCE DE L'EMPLOI VA SE POURSUIVRE DANS TOUTE LA FRANCE

Avant même la construction des fermes pilotes et parcs en France, des emplois ont déjà été créés et du chiffre d'affaires généré par les entreprises françaises, principalement dans la partie industrielle de la chaîne de valeur. La répartition géographique des emplois est marquée par les implantations industrielles déclenchées par les deux premiers appels d'offres. L'emploi va s'accroître fortement avec la mise en production des projets français (le calendrier prévisionnel prévoit une mise en service des parcs commerciaux éoliens posés à partir de 2020/2021 pour environ 3 GW et des fermes pilotes éolien flottant en 2020 pour environ 100 MW). Ces développements et générations d'emplois seront principalement réalisés dans les régions littorales accueillant les projets, avec notamment la mise en place des hub d'assemblage et les activités d'installation, puis de maintenance, à partir de 2018/2019.

198

RÉPONDANTS



répartis en 3 catégories



23



STRUCTURES DE FORMATION ET DE R&D

Laboratoires et instituts publics ayant des activités de recherche et de développement, ainsi que des structures proposant des formations en lien avec les énergies de la mer



6



DÉVELOPPEURS / EXPLOITANTS

Entreprises spécialisées dans le développement et l'exploitation des projets des énergies de la mer



169



ENTREPRISES PRESTATAIRES OU FOURNISSEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

Entreprises ayant une activité qui découle directement du développement et de la mise en place des projets : de l'ingénierie et bureaux d'études, aux industriels fabricants positionnés tout le long de la chaîne de valeur

UNE ÉTUDE BASÉE SUR DES RÉSULTATS STRUCTURANTS

Avec un total de 198 répondants, les résultats présentés dans ce rapport sont robustes et permettent de montrer la dynamique actuelle de la filière. 350 entreprises avaient préalablement été identifiées comme s'intéressant potentiellement aux énergies de la mer : **60 % de ces entreprises ont répondu à l'appel. De plus, 90 % des entités incontournables préidentifiées ont répondu au questionnaire** en particulier 6 développeurs/exploitants sur une petite dizaine. Les réponses fournies ont été vérifiées, questionnaire par questionnaire, afin de s'assurer de la pertinence des données renseignées par les entités cibles. Les questionnaires ont été diffusés grâce aux partenaires : CMF, SER, GICAN, FEE, CCI Business, clusters et pôles de compétitivité, régions, agences...



QUI SOMMES-NOUS ?

L'Observatoire des énergies de la mer a pour objectif de fédérer les soutiens à la filière des énergies marines renouvelables au-delà des clivages politiques et de contribuer à construire un consensus national autour du développement de cette filière.

Il a été créé par le Cluster Maritime Français qui travaille en lien étroit avec le Syndicat des Énergies Renouvelables (SER) et le Groupement des Industries de Construction et d'Activités Navales (GICAN). Il est accompagné par les grands acteurs de la filière.

Il est mis en œuvre par C2Stratégies et Bluesign et animé par Christophe Clergeau, Marc Lafosse et Étienne Pourcher.

www.merenergies.fr



4. STRUCTURES ET ENTREPRISES FRANÇAISES AU CŒUR DE LA FILIÈRE DES ÉNERGIES DE LA MER



4.1. Les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur



STRUCTURES DE FORMATION ET DE R&D

Laboratoires et instituts publics ayant des activités de recherche et de développement, ainsi que des structures proposant des formations en lien avec les énergies de la mer



DÉVELOPPEURS / EXPLOITANTS

Entreprises spécialisées dans le développement et l'exploitation des projets des énergies de la mer



ENTREPRISES PRESTATAIRES OU FOURNISSEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

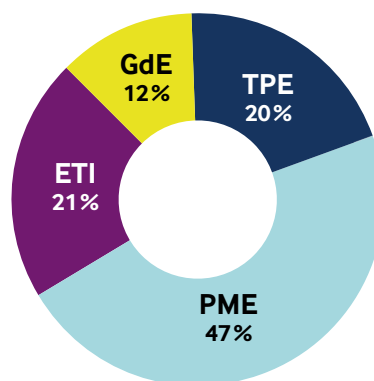
Entreprises ayant une activité qui découle directement du développement et de la mise en place des projets : de l'ingénierie et bureaux d'études, aux industriels fabricants positionnés tout le long de la chaîne de valeur



LES TPE-PME DÉJÀ TRÈS PRÉSENTES DANS LES ÉNERGIES DE LA MER

Sur les 169 entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur ayant répondu au questionnaire, près de la moitié (47,3%) sont des Petites et Moyennes Entreprises. Ce pourcentage s'élève à près de 70% lorsque sont regroupées les Très Petites Entreprises et les Petites ou Moyennes Entreprises (TPE-PME). Si les développeurs et exploitants des énergies de la mer constituent le poumon de la filière par leur effet de structuration et d'entraînement de l'emploi, les TPE-PME sont déjà très nombreuses à se positionner sur le marché des énergies de la mer et elles sont fortement mobilisées dans des stratégies de croissance et de développement en lien avec le marché des énergies de la mer. Il est à noter le poids que représentent les TPE-PME, ce qui montre que les entreprises croient en l'avenir de cette filière.

Répartition des entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction de leur taille



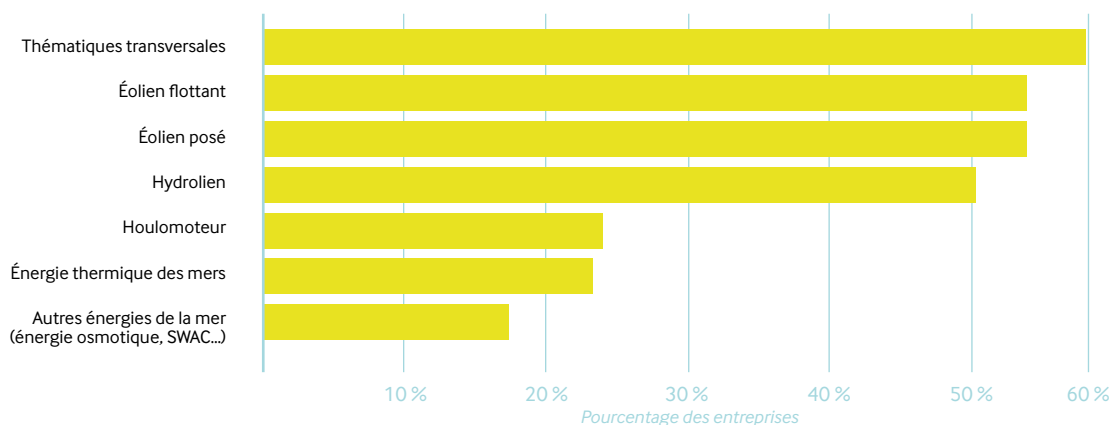
UNE APPROCHE PLURI-SECTORIELLE PRIVILÉGIÉE AFIN DE CIBLER PLUSIEURS MARCHÉS

Malgré le développement récent de la filière, nous observons un intérêt commun pour une approche multi-technologique. En effet, 58 % des entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur se positionnent sur des thématiques transversales* dans leurs travaux liés aux énergies de la mer, c'est-à-dire des thématiques communes à plusieurs technologies. De plus, les technologies les plus développées (éolien posé et flottant, hydrolien) sont les plus fréquemment citées, montrant ainsi le lien entre le positionnement des entreprises et la maturité

des technologies. Si les entreprises peuvent se positionner sur plusieurs technologies, le poids de chacune d'elles dans l'activité de l'entreprise peut cependant être très variable ; ce graphique reflète le positionnement de l'activité, et non pas la répartition de celle-ci (investissements, emplois, chiffre d'affaires).

*lorsque les activités des entreprises s'appliquent à différents types d'énergies de la mer (Exemple : si leurs recherches s'appliquent à des techniques d'ancrages ou de câblages applicables à différents types d'énergies de la mer)

Des entreprises ouvertes aux différentes technologies : positionnement des entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur sur les types de technologies des énergies de la mer*

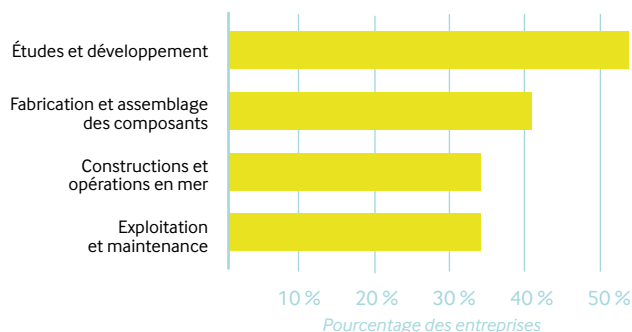


*le total est supérieur à 100% du fait que les entreprises qui ont répondu au questionnaire avaient le choix de cocher plusieurs réponses.

L'ACTIVITÉ DES ENTREPRISES LIÉE À LA DYNAMIQUE DE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES DE LA MER

A l'heure actuelle, plus de la moitié des entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur se positionnent sur les études préalables au développement des projets d'énergies de la mer. Cette caractéristique est directement liée au fait qu'il n'y ait pas encore de parcs commerciaux et de fermes pilotes d'énergies de la mer construites au large des côtes françaises. Cependant, les entreprises françaises se positionnent également sur la fabrication et l'assemblage des composants, notamment pour exporter vers les pays qui ont déjà mis en service des parcs éoliens le long de leurs côtes. En France, logiquement, le positionnement des entreprises suit le développement des fermes pilotes et des parcs : d'abord le développement puis la fabrication, avant l'exploitation et la maintenance.

Positionnement des entreprises prestataires ou fournisseurs le long de la chaîne de valeur*



*le total est supérieur à 100% du fait que les entreprises qui ont répondu au questionnaire avaient le choix de cocher plusieurs réponses.

LE PHASAGE DES PROJETS DÉTERMINE LE POSITIONNEMENT DES ENTREPRISES

	Études et développement	Fabrication et assemblage des composants	Constructions et opérations en mer	Exploitation et maintenance
Bretagne	55%	35%	20%	25%
Hauts-de-France	0%	100%	0%	0%
Île-de-France	63%	44%	44%	38%
Nouvelle-Aquitaine	74%	16%	26%	37%
Normandie	38%	52%	17%	34%
Occitanie	58%	17%	50%	25%
PACA	63%	38%	50%	25%
Pays de la Loire	46%	54%	40%	37%
Autres	58%	25%	25%	33%

Comme évoqué précédemment dans le rapport, en France, la filière française des énergies de la mer est récente et les différents acteurs qui la composent se positionnent sur les études préalables à la construction des projets français. Cette caractéristique est directement liée au fait que les projets soient actuellement en cours de développement. Cependant, on observe que les régions se préparent au démarrage de la construction des parcs commerciaux et des fermes pilotes. A titre d'exemple, des usines de fabrication et d'assemblage des composants d'éoliennes et d'équipements connexes, telles que les sous-stations électriques ont d'ores et déjà été implantées en Pays de la Loire ou encore des spécialistes de l'acier en Hauts-de-France. Dans l'attente du démarrage des chantiers, les composants sont exportés vers les pays qui ont déjà mis en service des parcs éoliens le long de leurs côtes.

UN POSITIONNEMENT DES ENTREPRISES SUR LES SEGMENTS D'ACTIVITÉ LIÉ À LEUR TAILLE

	Études et développement	Fabrication et assemblage des composants	Constructions et opérations en mer	Exploitation et maintenance
Très Petites Entreprises (TPE) moins de 10 salariés	76%	12%	42%	36%
Petites et Moyennes Entreprises (PME) de 10 à 249 salariés	48%	38%	26%	29%
Entreprises de Taille Intermédiaire (ETI) de 250 à 5000 salariés	45%	67%	33%	42%
Grandes Entreprises (GdE) + de 5000 salariés	55%	65%	45%	35%

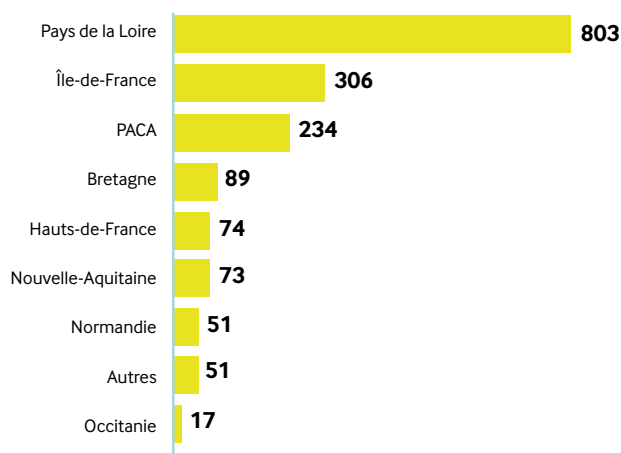
Les différents secteurs d'activité sont représentés dans l'ensemble de la chaîne de valeur et cela même en prenant en compte la taille des entreprises. Il est notable que les TPE sont plutôt concentrées dans les études, quand la fabrication est concentrée dans les GdE et les ETI. Les PME quant à elles se positionnent sur les différents segments d'activité (pour cette dernière catégorie, leur activité devrait monter en puissance avec la mise en production des parcs).

4.1.1. Nombre d'emplois créés

UNE RÉPARTITION DES EMPLOIS LIÉS AUX DÉCISIONS D'IMPLANTATIONS INDUSTRIELLES

Sur les 1 696 ETP recensés au 31 décembre 2016 dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur de la filière française des énergies de la mer, 47% le sont dans la région des Pays de la Loire. Les ETP recensés en Île-de-France (à hauteur de 18% du nombre d'ETP) s'expliquent notamment par la présence de Grandes Entreprises qui ont leur siège à Paris et le fait que les projets ne soient pas encore entrés en phase de construction. De nombreuses autres régions françaises se mobilisent et participent au développement de la filière des énergies de la mer. Les grands sites industriels dédiés aux énergies de la mer sont moteurs de l'emploi dans les territoires. La répartition actuelle est donc issue des décisions d'implantations faisant suite aux premier et deuxième appels d'offres. Elle évoluera avec le développement des futurs appels d'offres. Le nombre d'emplois en région devrait augmenter lorsque la construction des parcs commerciaux posés et des fermes pilotes démarrera.

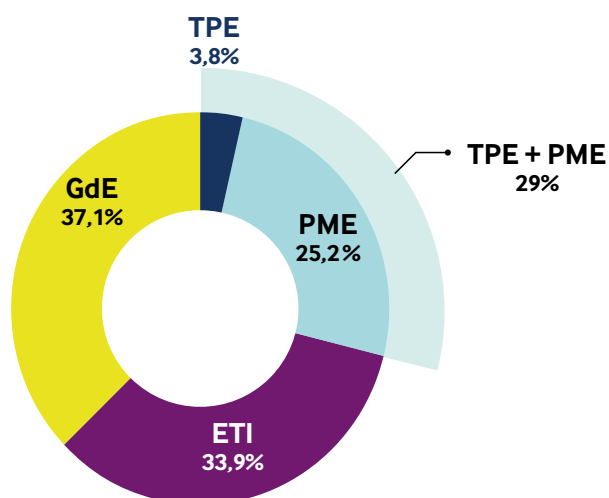
Répartition géographique des ETP recensés dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur



LES EMPLOIS RÉPARTIS DE FAÇON HOMOGÈNE ENTRE LES DIFFÉRENTS TYPES D'ENTREPRISES

Si les TPE-PME sont majoritaires en nombre, elles sont logiquement moins importantes en termes d'emplois. Les Grandes Entreprises génèrent le plus grand nombre d'emplois (37,1%), suivies de près par les ETI qui montrent leur rôle structurant de la filière. L'ensemble des entreprises verront leurs effectifs augmenter avec le lancement de la construction des futurs projets d'énergies de la mer.

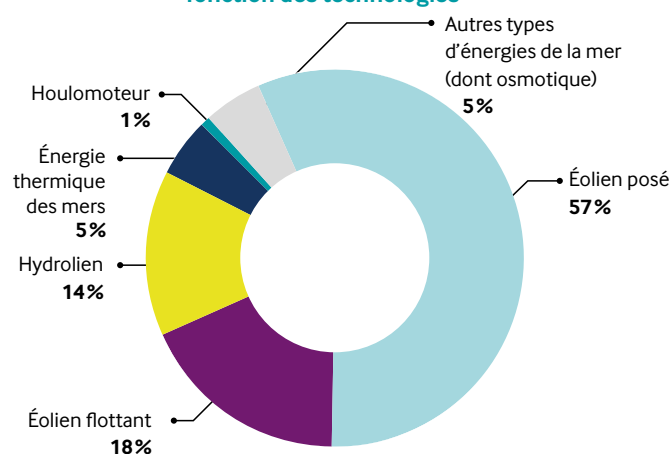
Répartition des ETP recensés dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction de leur taille



SI L'ÉOLIEN POSÉ EST LA TECHNOLOGIE QUI GÉNÈRE LE PLUS D'EMPLOIS À CE JOUR, L'ÉOLIEN FLOTTANT ET L'HYDROLIEN SONT ÉGALEMENT DÉJÀ CRÉATEURS D'ACTIVITÉ

La mobilisation autour du marché de l'éolien posé, ayant atteint aujourd'hui le stade commercial, est forte et représente la majorité des emplois recensés dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur de la filière française des énergies de la mer. Il est à noter également le poids important de l'hydrolien et de l'éolien flottant qui montre le degré de maturité avancé de ces deux technologies et de leurs marchés respectifs.

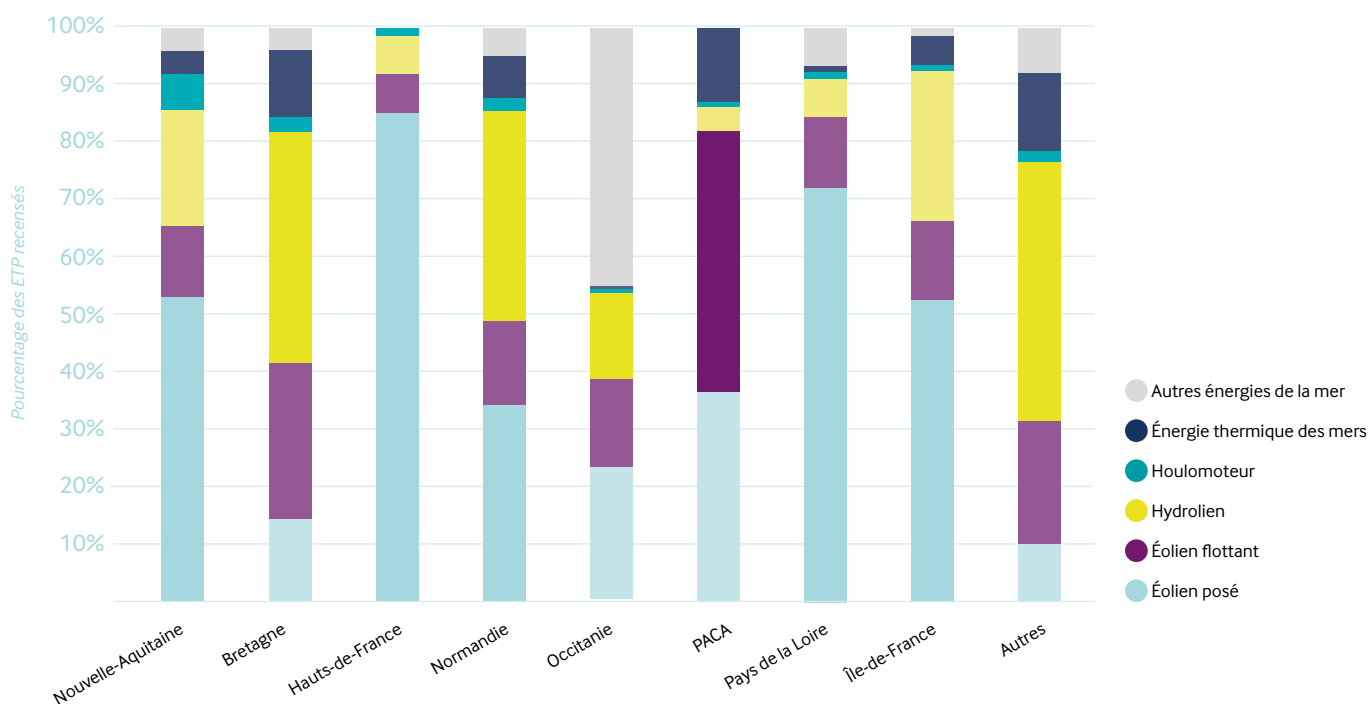
Répartition des ETP recensés dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction des technologies



RÉPARTITION DES EMPLOIS PAR TECHNOLOGIE ET PAR RÉGION

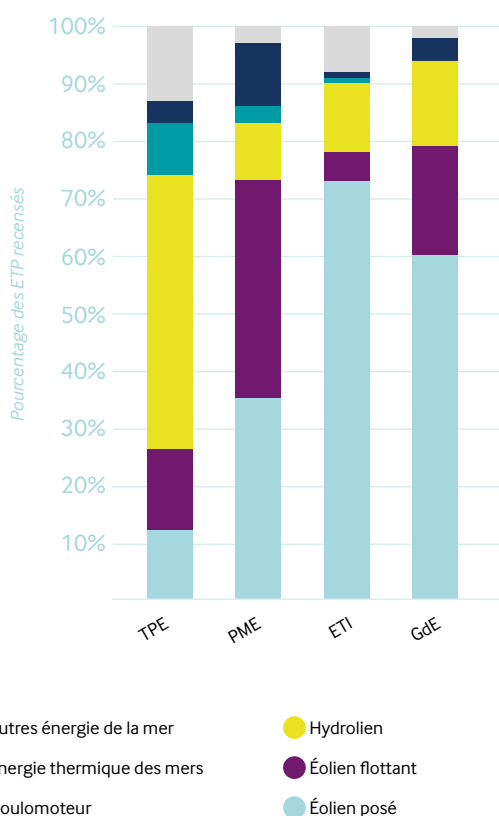
	Éolien posé	Éolien flottant	Hydrolien	Houlomoteur	Énergie thermique des mers	Autres énergies de la mer
Nouvelle-Aquitaine	26	6	10	3	2	2
Bretagne	11	21	31	2	9	3
Hauts-de-France	63	5	5	1	0	0
Normandie	14	6	15	1	3	2
Occitanie	3	2	2	0	0	6
PACA	85	106	10	2	30	1
Pays de la Loire	552	94	51	9	8	51
Île-de-France	153	40	76	3	15	4
Autres	5	11	23	1	7	4

Répartition géographique des ETP recensés
dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur
en fonction des technologies





UN LIEN FORT ENTRE LE TYPE D'ENTREPRISES ET LA TECHNOLOGIE POUR LA RÉPARTITION DES EMPLOIS

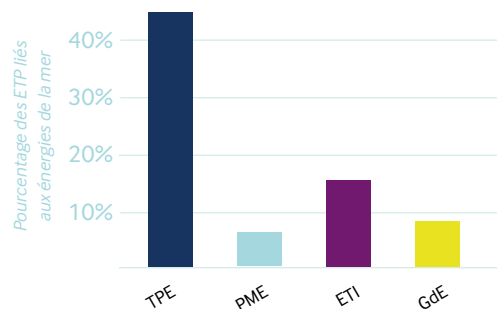


Les emplois de chaque type d'entreprises sont concentrés dans les technologies à mesure de leur degré de maturité. Ainsi, les emplois des TPE sont plutôt consacrés à l'hydroléon, tandis que ceux des PME le sont à l'éolien (posé et flottant), quand les ETI et les Grandes Entreprises concentrent leurs emplois sur le marché, déjà en phase commerciale, de l'éolien posé.

SPÉCIALISATION DES ENTREPRISES DANS LES ÉNERGIES DE LA MER SELON LEUR TAILLE

Les TPE sont plus spécialisées dans le domaine des énergies de la mer (44 % des ETP dans les TPE de la filière sont dédiés aux énergies de la mer). Nombre de TPE ont d'ailleurs été créées spécialement pour les énergies de la mer. A l'inverse, les Grandes Entreprises, en phase de diversification, ont pour l'instant une moindre partie de leurs effectifs consacrés aux énergies de la mer.

Part des ETP consacrés aux énergies de la mer par rapport aux ETP globaux recensés dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur

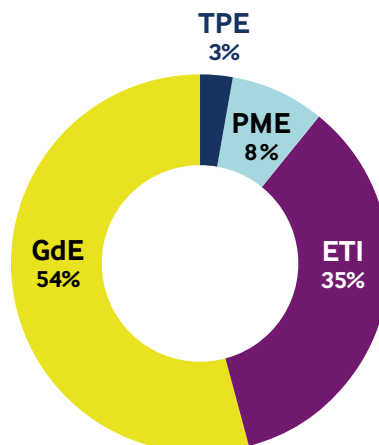


4.1.2. Chiffre d'affaires généré en 2016

PLUS DE LA MOITIÉ DU CHIFFRE D'AFFAIRES GÉNÉRÉ PAR LES GRANDES ENTREPRISES

Le chiffre d'affaires généré en 2016 par l'activité des entreprises prestataires ou fournisseurs des énergies de la mer avoisine les 586 millions d'euros en France. Le chiffre d'affaires des Grandes Entreprises représentent 54 % du chiffre d'affaires total. Le chiffre d'affaires global par catégorie est croissant avec la taille de l'entreprise.

Répartition du chiffre d'affaires total généré par les entreprises prestataires et fournisseurs en fonction de leur taille



RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU CHIFFRE D'AFFAIRES RÉALISÉ PAR LES ENTREPRISES PRESTATAIRES ET FOURNISSEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

La localisation des sièges des Grandes Entreprises explique en grande partie que la moitié du chiffre d'affaires généré par les fournisseurs et prestataires entreprises de la chaîne de valeur le soit en Île-de-France. Il est également à noter que près de 35% du chiffre d'affaires est réalisé dans les Pays de la Loire.

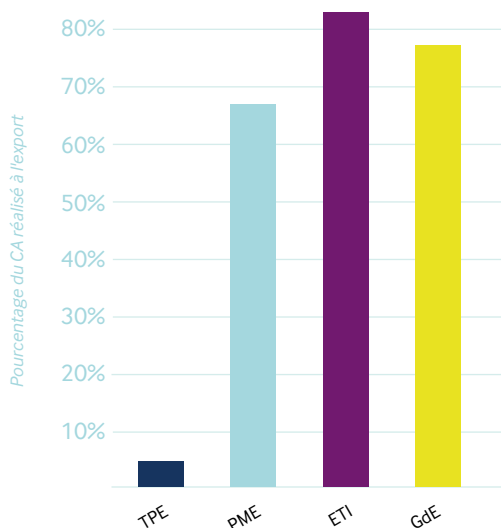
CHIFFRE D'AFFAIRES		
Île-de-France	283 280 000 €	(48,4%)
Pays de la Loire	202 097 000 €	(34,5%)
PACA	25 750 000 €	(4,4%)
Occitanie	12 810 000 €	(2,2%)
Nouvelle-Aquitaine	5 865 000 €	(1%)
Normandie	5 774 000 €	(1%)
Bretagne	5 250 000 €	(0,9%)
Autres	44 948 000 €	(7,7%)
Total	585 774 000 €	

4.1.3. Activités à l'export

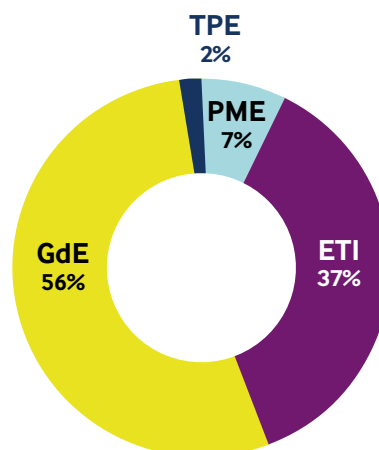
Les activités à l'export représentent 75 % du chiffre d'affaires global généré en 2016 par les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur. L'activité des TPE est concentrée sur la France ; au-delà dix salariés, les activités à l'exportation représentent au moins 68 % du chiffre d'affaires. En valeur, le chiffre d'affaires à l'export est principalement réalisé par les ETI (36,9%) et surtout par les Grandes Entreprises (55,9%). Avec le démarrage de la construction des futurs parcs commerciaux et fermes pilotes, le chiffre d'affaires des activités en France devrait augmenter.

	CA généré en 2016	CA en export en 2016	Part de l'export dans le CA global
Très Petites Entreprises (TPE)	16 030 000 € (2,7%)	738 000 € (0,2%)	4,6%
Petites ou Moyennes Entreprises (PME)	46 294 000 € (7,9%)	31 413 000 € (7,1%)	67,9%
Entreprises de Taille Intermédiaire (ETI)	208 200 000 € (35,5%)	162 937 000 € (36,9%)	78,3%
Grandes Entreprises (GdE)	315 250 000 € (53,9%)	247 000 000 € (55,9%)	78,4%
TOTAL	585 774 000 €	442 088 000 €	75,5%

Part du chiffre d'affaires réalisé à l'export par les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction de leur taille



Répartition du chiffre d'affaires réalisé à l'export par les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction de leur taille



4.1.4. Investissements réalisés

Le montant des investissements réalisés par les entreprises françaises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur depuis la création de la filière (en 2007) s'élève à près des 920 millions d'euros, dont 66% ont été réalisés par les Grandes Entreprises. Le rapport investissements sur chiffre d'affaires constaté à ce jour est logique dans la période actuelle d'émergence de la filière, pendant laquelle il faut investir avant de produire. Cette tendance s'inversera au profit du chiffre d'affaires avec la mise en service des futurs parcs commerciaux éoliens en mer.

Tout comme pour le chiffre d'affaires et les emplois, les investissements sont étroitement corrélés aux décisions industrielles issues des premiers appels d'offres et devraient augmenter pendant la phase de construction, et dans une moindre mesure en phase d'exploitation/maintenance des parcs ainsi qu'avec les prochains appels d'offres.

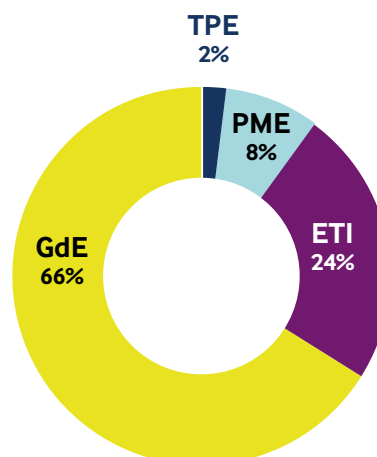
INVESTISSEMENTS

Pays de la Loire	523 582 000 €	(57%)
Île-de-France	310 172 000 €	(33,8%)
PACA	35 150 000 €	(3,8%)
Nouvelle-Aquitaine	20 090 000 €	(2,2%)
Bretagne	19 990 000 €	(2,2%)
Occitanie	5 690 000 €	(0,6%)
Autres	2 328 000 €	(0,3%)
Normandie	1 492 000 €	(0,2%)
TOTAL	918 494 000 €	

INVESTISSEMENTS RÉALISÉS EN FONCTION DE LA TAILLE DES ENTREPRISES

	Investissements
Très Petites Entreprises (TPE)	13 909 000 € (2%)
Petites ou Moyennes Entreprises (PME)	74 805 000 € (8%)
Entreprises de Taille Intermédiaire (ETI)	219 480 000 € (24%)
Grandes Entreprises (GdE)	610 300 000 € (66%)
TOTAL	918 494 000 €

Répartition des investissements réalisés par les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction de leur taille



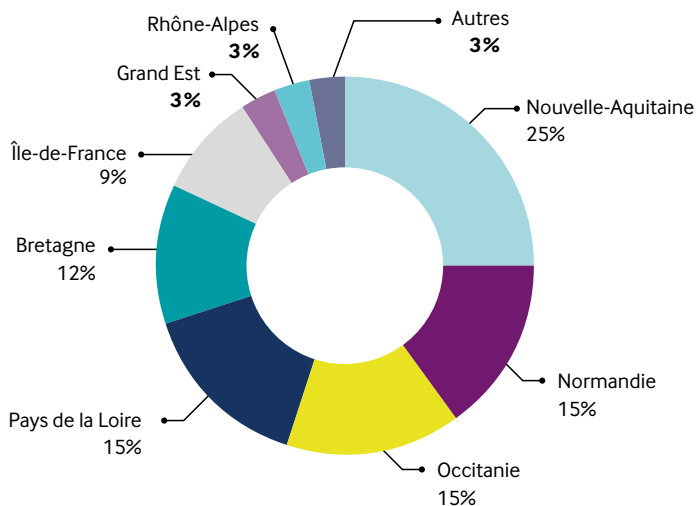
4.1.5. Entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur : forte mobilisation des Très Petites Entreprises

Les Très Petites Entreprises (TPE) présentent des effectifs de moins de 10 salariés. Dans cette étude, **33 entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur** de la filière des énergies de la mer se sont déclarées comme appartenant à cette catégorie (19,5% du nombre total d'entreprises).

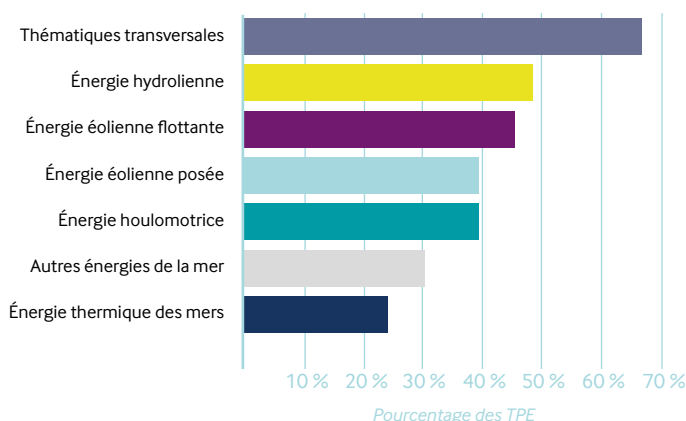
Les TPE sont recensées sur l'intégralité du territoire français métropolitain, y compris dans des régions non littorales telles que l'Île-de-France ou les régions Rhône-Alpes et Grand Est. Les régions ayant un linéaire côtier sont tout de même celles dans lesquelles sont localisées la majorité des TPE (87%).

Les TPE sont les entreprises qui sont les plus diversifiées et qui orientent leurs travaux vers des thématiques dites « transversales », axées sur plusieurs types d'énergies de la mer. Les TPE suivent le rythme actuel de développement des énergies de la mer en France : en effet, les projets en cours étant au stade de développement, les TPE sont particulièrement axées sur les techniques préalables au développement des énergies de la mer, ce qui peut expliquer leur diversification dans les différentes technologies.

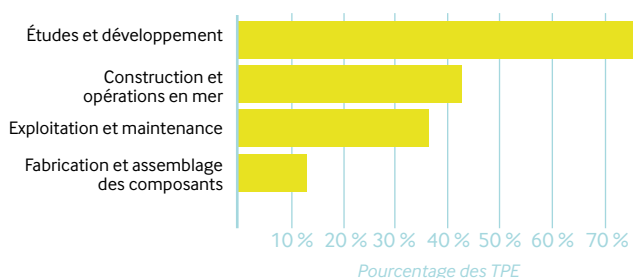
Répartition géographique des TPE



Technologie des énergies de la mer ciblées par l'activité des TPE*



Positionnement des TPE le long de la chaîne de valeur*

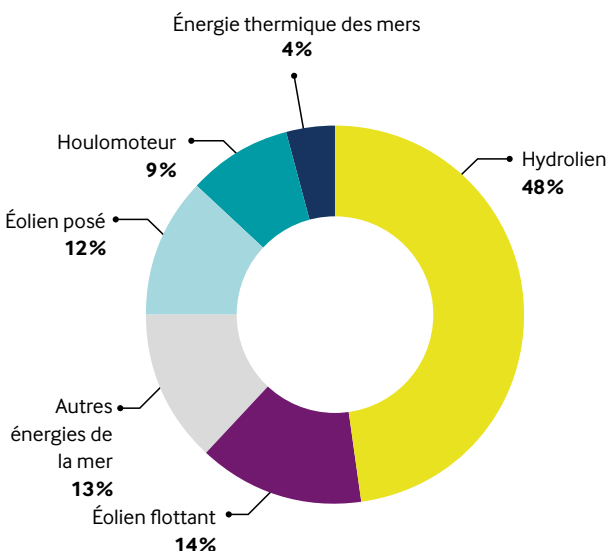


*le total est supérieur à 100% du fait que les entreprises qui ont répondu au questionnaire avaient le choix de cocher plusieurs réponses.

L'activité des TPE françaises ayant répondu au questionnaire représente au 31 décembre 2016 64 ETP (3,8% des ETP globaux recensés le long de la chaîne de valeur). La technologie de l'hydrolien représente la plus grande partie de ces ETP (48%), bien au-delà de l'éolien flottant (14%) ou de l'éolien posé (12%). Les technologies émergentes telles que l'houlomoteur et l'énergie thermique des mers ne représentent qu'une très faible partie des ETP recensés dans les TPE. Ces dernières se positionnent plus facilement sur les technologies en phase de maturation suivant en cela le degré de développement des projets en France.

Assez logiquement, le chiffre d'affaires de 16 millions d'euros généré par les TPE (dont une infime partie à l'export) ne représente que 2,7% du chiffre d'affaires global réalisé par toutes les entreprises de la chaîne de valeur. Les investissements par les TPE s'élèvent à quasiment 14 millions d'euros (2% des investissements globaux).

Répartition des ETP recensés dans les TPE en fonction des technologies



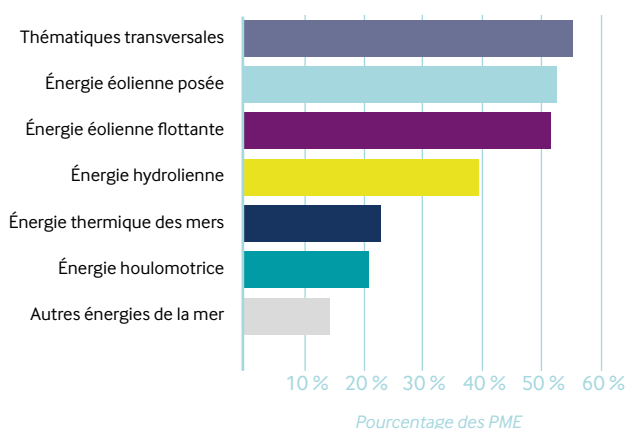
4.1.6. Une mobilisation forte également des Petites et Moyennes Entreprises

Les Petites et Moyennes Entreprises (PME) dont les effectifs sont compris entre 10 et 249 salariés, ont été **80 à répondre au questionnaire destiné aux entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur** de la filière énergies de la mer française. En nombre d'entreprises, les PME composent donc la catégorie la plus représentée dans cette étude.

Tout comme nous avons pu l'observer pour les TPE, les PME sont présentes sur l'intégralité du territoire français métropolitain, y compris dans des régions non littorales. Elles le sont toutefois, pour l'instant, plus particulièrement dans les régions Pays de la Loire, Normandie et Bretagne, régions où les projets éoliens offshore posés se développent actuellement suite aux deux premiers appels d'offres de 2011 et 2013.

55% des PME ont déclaré axer leurs travaux en lien avec les énergies de la mer sur des thématiques transversales. Leur activité sur les technologies de l'éolien posé, flottant et sur l'hydrolien semble assez homogène (environ 50% des PME pour chacun de ces technologies). Tout comme les TPE, les PME sont actuellement principalement positionnées sur les études et le développement des énergies de la mer, reflétant le stade d'avancement des projets de parcs en France, mais aussi déjà sur le marché de la fabrication et de l'assemblage à l'export. Comme les TPE, mais à l'inverse des autres pays européens où des parcs sont déjà en service, les activités de construction et d'opérations en mer sont déjà en service, les activités de construction et d'opérations en mer sont logiquement moins représentées, dans l'attente de la mise en service des parcs commerciaux.

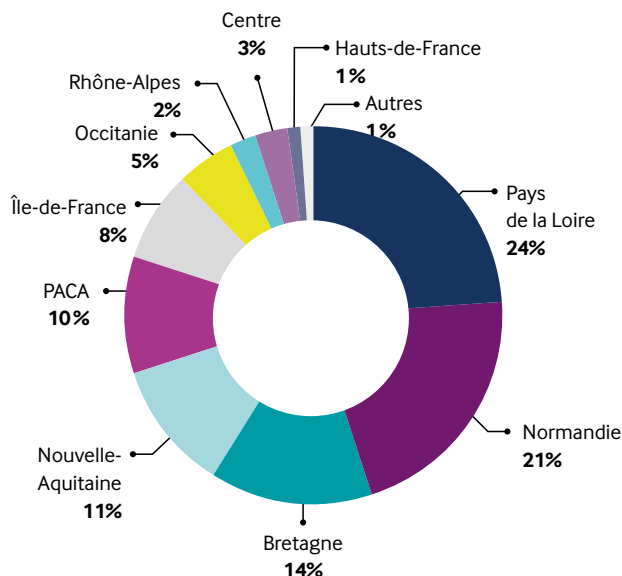
Technologie des énergies de la mer ciblées par l'activité des PME*



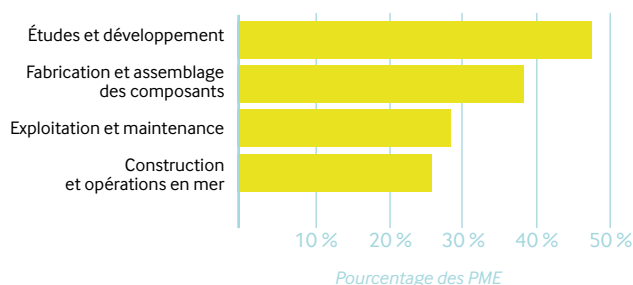
Quand on s'intéresse aux ETP, l'activité des PME françaises ayant répondu au questionnaire représente à l'heure actuelle 427 emplois (25% des ETP globaux recensés le long de la chaîne de valeur). La répartition des ETP par technologie dans les PME reflète bien la mobilisation de ces dernières autour du marché de l'éolien (posé ou flottant), se positionnant ainsi plutôt sur les technologies plus matures, et sur les plus gros volumes de marché. Il est aussi à noter le poids de l'hydrolien et de l'énergie thermique des mers qui s'expliquent par la spécificité de certaines régions pour ces technologies.

Le chiffre d'affaires généré par les PME est d'environ 46 millions d'euros (8% du global), dont 7% sont réalisés à l'export. Les investissements par les TPE s'élèvent à près de 75 millions d'euros (8% des investissements globaux).

Répartition géographique des PME

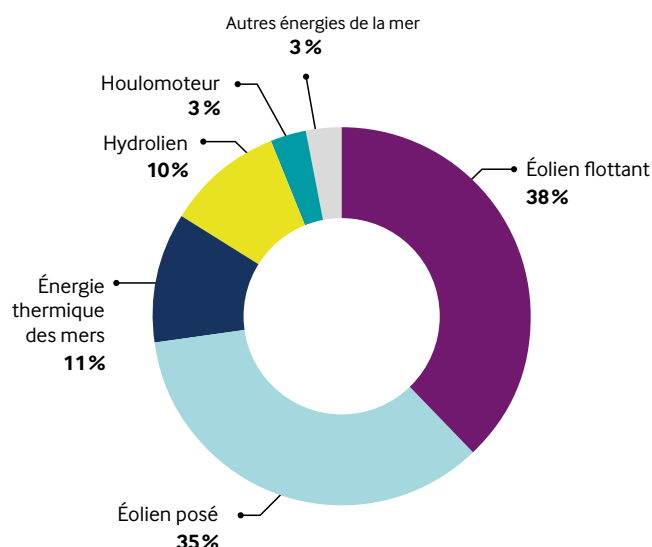


Positionnement des PME le long de la chaîne de valeur*

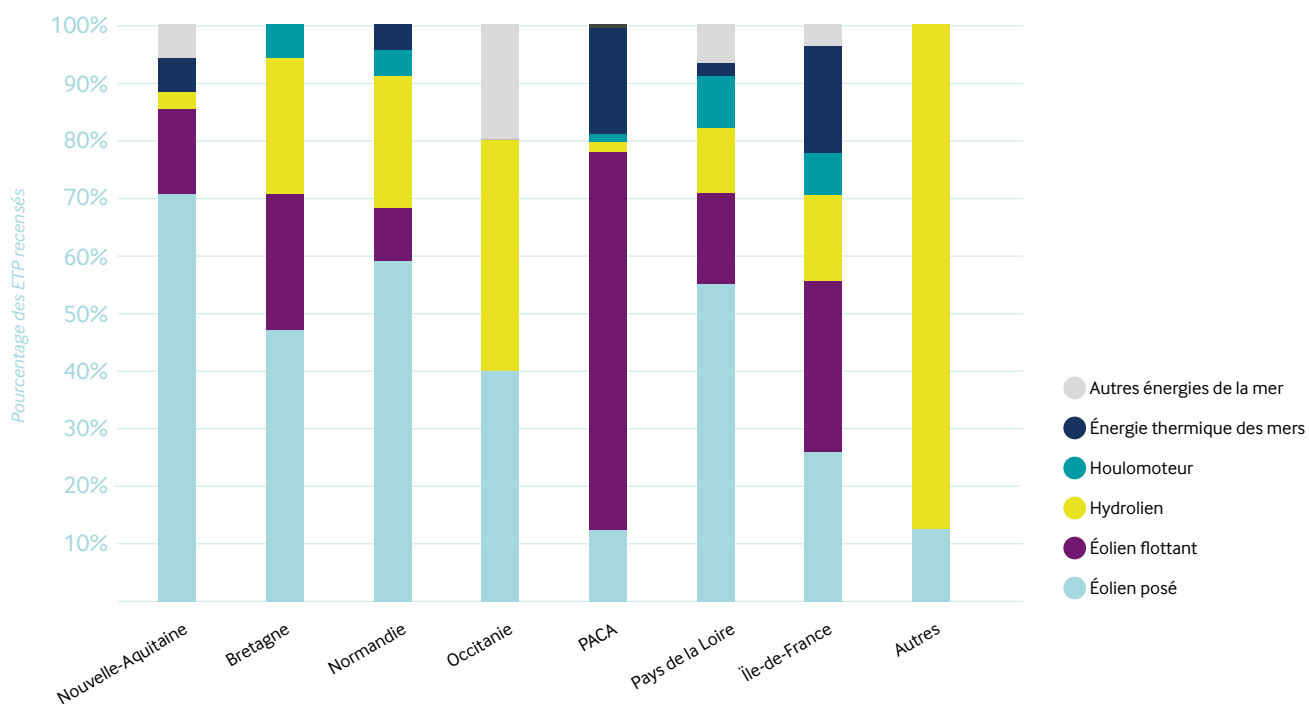


*le total est supérieur à 100% du fait que les entreprises qui ont répondu au questionnaire avaient le choix de cocher plusieurs réponses.

Répartition des ETP recensés dans les PME en fonction des technologies



Répartition géographique des ETP recensés dans les PME en fonction des technologies



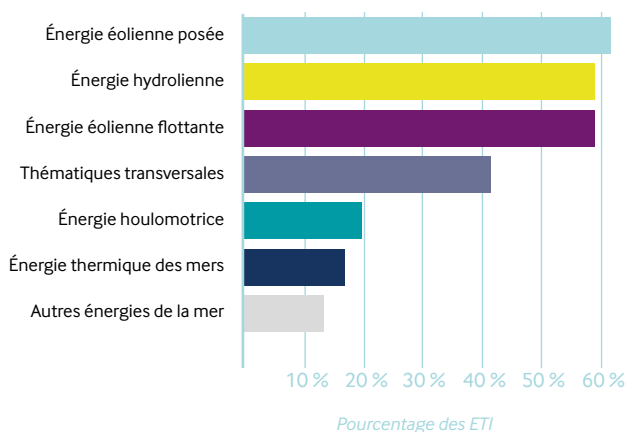
4.1.7. L'action structurante des Entreprises de Taille Intermédiaire prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur

Les Entreprises de Taille Intermédiaire (ETI) présentent des effectifs compris entre 250 et 5000 salariés. Dans cette étude, **36 entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur** de la filière des énergies de la mer française ont répondu dans cette catégorie (21% du nombre total d'entreprises).

Outre l'Île-de-France, région d'accueil de nombreux sièges sociaux, les ETI sont principalement présentes dans les régions ayant des projets d'énergies de la mer en cours de développement.

Les ETI se positionnent majoritairement sur les technologies les plus matures. En effet, environ 60% de ces entreprises orientent leur activité vers l'éolien posé, l'hydrolien et l'éolien flottant, les ETI étant plutôt spécialisées dans la fabrication et l'assemblage des composants, montrant le démarrage de la phase industrielle des projets en cours.

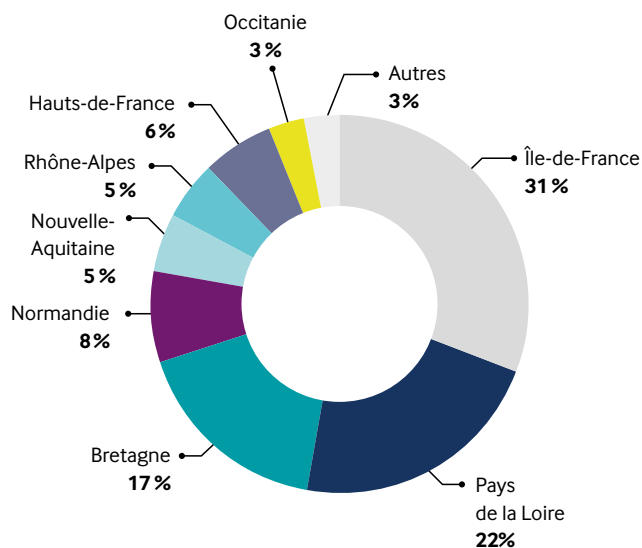
Technologie des énergies de la mer ciblées par l'activité des ETI*



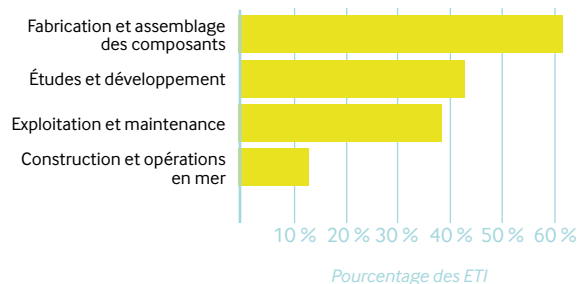
*le total est supérieur à 100% du fait que les entreprises qui ont répondu au questionnaire avaient le choix de cocher plusieurs réponses.

L'activité des ETI françaises ayant répondu au questionnaire représente à l'heure actuelle 575 ETP (34% des ETP globaux recensés dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur). Près de 3 ETP sur 4 recensés dans les ETI sont orientés vers le marché de l'éolien posé. Cette observation reflète tout à fait la situation actuelle du marché des énergies de la mer. La fabrication et l'assemblage des composants destinés à l'export sont majoritairement mobilisés pour l'éolien posé, qui est actuellement la seule technologie ayant des parcs commerciaux, notamment à l'étranger. En effet, sur les 208 millions d'euros de chiffre d'affaires réalisés par les ETI françaises (soit 35,5% des 585 774 000 € de chiffre d'affaires total), 78% sont réalisés à l'export, vers les pays ayant des projets de parcs éoliens posés sur leurs côtes. La filière française s'est d'ores-et-déjà élevée au niveau de compétitivité nécessaire sur ce marché. Le montant des investissements réalisés par les ETI s'élève à près de 220 millions d'euros (24% des investissements globaux).

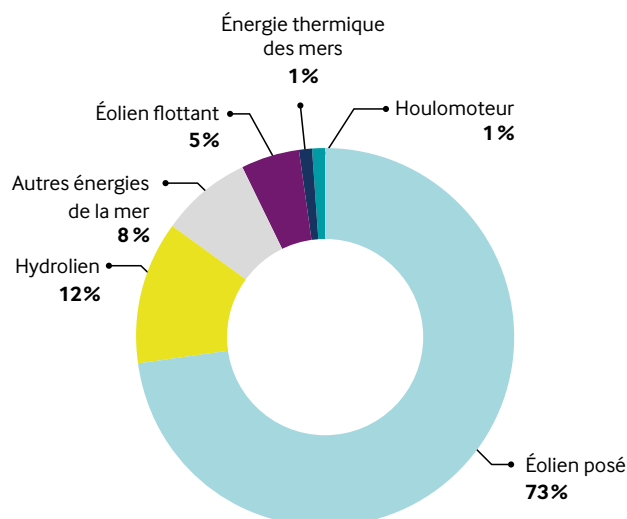
Répartition géographique des ETI



Positionnement des ETI le long de la chaîne de valeur*



Répartition des ETP recensés dans les ETI en fonction des technologies

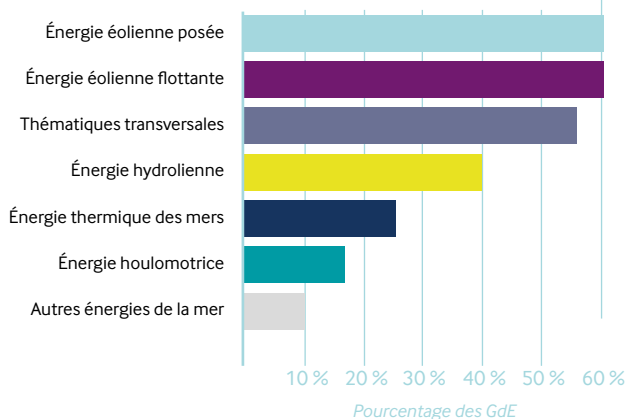


4.1.8. L'effet d'entraînement de l'activité des Grandes Entreprises

Les Grandes Entreprises (GdE) présentent des effectifs de plus de 5000 salariés. Dans cette étude, **20 entreprises présentes le long de la chaîne de valeur** de la filière des énergies de la mer française se sont déclarées comme appartenant à cette catégorie (12% du nombre total d'entreprises).

Tout comme pour les ETI, les sièges de ces Grandes Entreprises sont majoritairement localisés en Île-de-France (65%). Pour autant, un quart de ces entreprises ont leur siège en Pays de la Loire et en Normandie, régions dans lesquelles se développent de nombreux projets.

Technologie des énergies de la mer ciblées par l'activité des GdE*



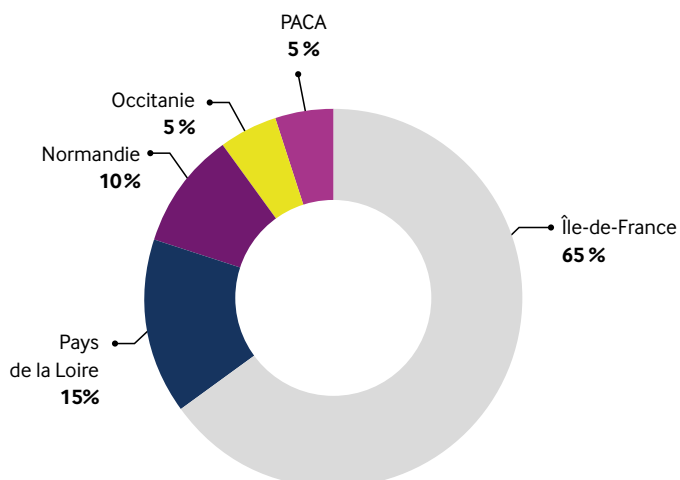
*le total est supérieur à 100% du fait que les entreprises qui ont répondu au questionnaire avaient le choix de cocher plusieurs réponses.

Les Grandes Entreprises se positionnent également majoritairement sur les technologies les plus matures. En effet, à l'image de ETI, 60% de ces Grandes Entreprises orientent leur activité vers l'éolien (posé et flottant), mais aussi à 40% pour l'hydrolien.

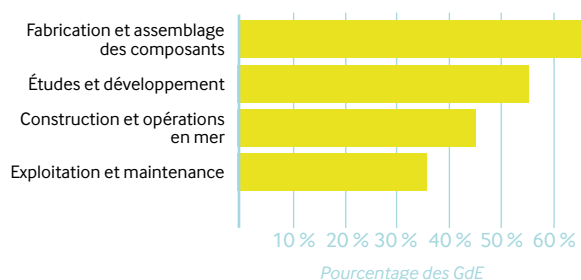
Ce constat est renforcé par l'analyse en termes d'emplois créés : l'activité des Grandes Entreprises françaises ayant répondu au questionnaire représente à l'heure actuelle 630 ETP, l'équivalent de 37% des ETP globaux. Les effectifs recensés dans ces GdE sont numériquement les plus importants. 60% des ETP recensés dans les GdE sont orientés vers le marché de l'éolien posé, contre 19% et 15% respectivement pour l'éolien flottant et l'hydrolien. Cette observation reflète tout à fait la dynamique actuelle du marché des énergies de la mer et le démarrage de sa phase industrielle en France.

Plus particulièrement spécialisées dans la fabrication et l'assemblage des composants, ces Grandes Entreprises génèrent un chiffre d'affaires en 2016 de 315 millions d'euros (56% du chiffre d'affaires global en 2016), pour un montant d'investissements réalisés de 610 millions d'euros (66% des investissements globaux). Près de 80% de ce chiffre d'affaires est réalisé à l'export, vers les parcs éoliens offshore posés des pays ayant des parcs le long de leurs côtes.

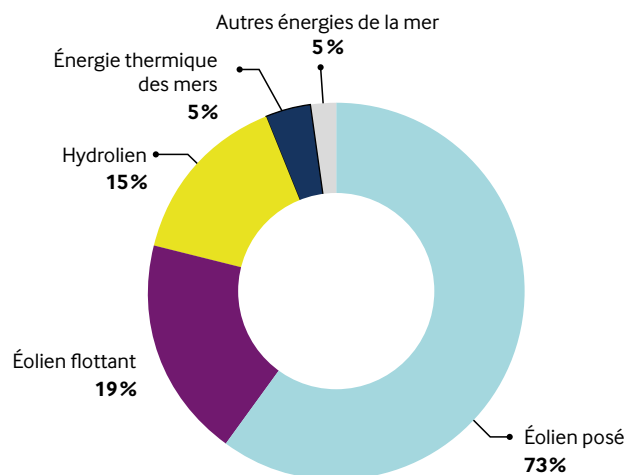
Répartition géographique des GdE



Positionnement des GdE le long de la chaîne de valeur*



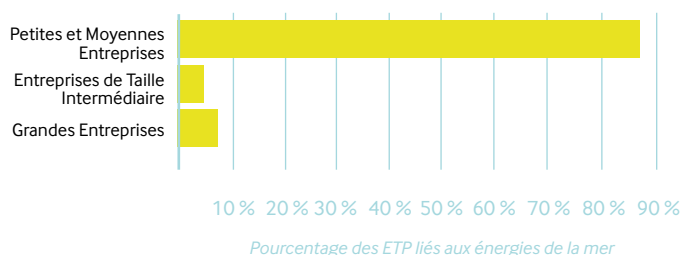
Répartition des ETP recensés dans les GdE en fonction des technologies



4.2. Les développeurs / exploitants en phase d'investissements, développement, dans l'attente de la mise en service des fermes pilotes et des parcs

Six entreprises ont répondu à ce questionnaire en tant que développeurs/exploitants d'énergies de la mer. Il s'agit des entreprises qui développent des projets de fermes pilotes flottant et hydrolien ou de parcs commerciaux éolien posé en vue de leur exploitation future (moins d'une dizaine de sociétés recensées à l'heure actuelle en France). La majorité de ces entreprises sont des entreprises positionnées sur l'ensemble du marché français, dont le siège est localisé en Île-de-France. De fait, les 233 ETP créés par l'activité de ces entreprises sont majoritairement localisés dans cette région (76 % des ETP de cette catégorie).

Pourcentage d'ETP liés aux énergies de la mer par rapport au nombre total d'ETP recensés dans les entreprises développeurs / exploitants



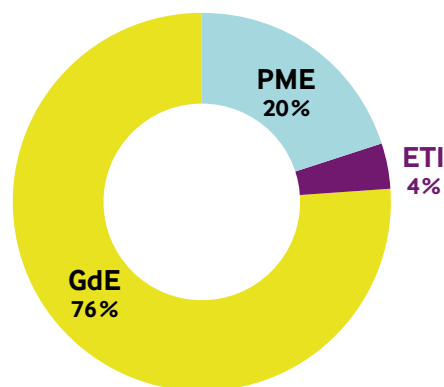
Quand on regarde la part des emplois des énergies de la mer dans l'emploi total de ces entreprises, nous constatons que les Grandes Entreprises sont dans une phase de diversification dans cette filière émergente tandis que les PME, au contraire, sont plus spécialisées dans des projets technologiques précis.

Lorsque l'on s'attarde sur le type de technologies développées ou exploitées par ces entreprises, logiquement on retrouve une spécialisation qui découle des choix de développement de parcs (une technologie par parc).

A l'heure actuelle, le chiffre d'affaires généré en 2016 par ces entreprises ne s'élève qu'à 400 000 €, notamment du fait que les fermes pilotes et parcs commerciaux n'en sont encore qu'au

La mise en service des fermes pilotes et des parcs commerciaux conduira ces développeurs à accroître leurs effectifs dans les régions où se trouvent les projets, pour occuper les diverses fonctions successivement liées à la phase d'installation/construction des parcs puis leur phase d'exploitation et de maintenance. Les développeurs et exploitants peuvent être des Petites et Moyennes Entreprises, des Entreprises de Taille Intermédiaire ou encore des Grandes Entreprises. Ces dernières représentent le plus grand nombre d'emplois de cette catégorie.

Répartition du nombre d'ETP recensés dans les entreprises développeurs / exploitants en fonction de leur taille



stade du développement et ne sont pas encore mis en service. En revanche, le montant des investissements est logiquement beaucoup plus important (319 500 000 €) et se concentre principalement aujourd'hui sur le développement des projets. Le rapport chiffre d'affaires / investissements s'inversera lors de la mise en service des parcs commerciaux.

TYPES DE TECHNOLOGIES ÉNERGIES DE LA MER DÉVELOPPÉES / EXPLOITÉES

Les entreprises qui développent et exploitent les énergies de la mer travaillent, pour la plupart, sur plusieurs types de technologies.

Avec des appels d'offres éolien posé et 4 projets de fermes pilotes éolien flottant, plus une autre pour l'hydrolien, les développeurs se répartissent en fonction de la maturité commerciale ou précommerciale des technologies.

	Nombre d'entreprises (n=6)
Énergie éolienne flottante	4
Énergie éolienne posée	3
Énergie hydrolienne	2
Autres énergies de la mer	1

4.3. Activités de formation, de recherche et de développement : l'avenir des énergies de la mer

Pour cette partie sur les activités de formation, de recherche et de développement, 23 structures ont répondu au questionnaire. N'étaient concernées par ce questionnaire que les structures de recherche institutionnelles type Universités, écoles ou

laboratoires de recherche. Les activités de recherche menées par les entreprises privées ne sont donc pas prises en compte dans ces réponses.

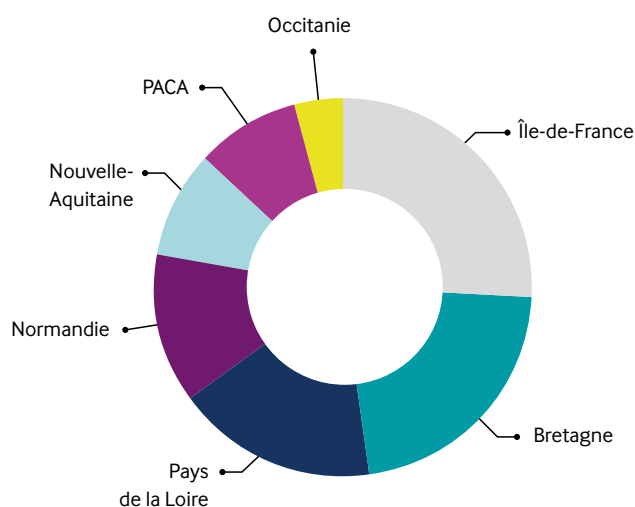
LE DÉVELOPPEMENT DES PROJETS FAVORISE LES ACTIVITÉS DE R&D SUR LES TERRITOIRES

Mis à part pour les grosses structures de formation, de recherche et de développement dont le siège est localisé en Île-de-France, la majorité de l'activité formation / R&D est située sur les façades maritimes présentant les projets d'énergies de la mer les plus avancés : la Bretagne, les Pays de la Loire et la Normandie, même si toutes les régions littorales sont investies à des degrés divers dans la formation, la recherche et le développement.

NOMBRE DE STRUCTURES
(23 répondants)

Île-de-France	6
Bretagne	5
Pays de la Loire	4
Normandie	3
Nouvelle-Aquitaine	2
PACA	2
Occitanie	1
Total	23

Répartition géographique des structures de formation et de R&D

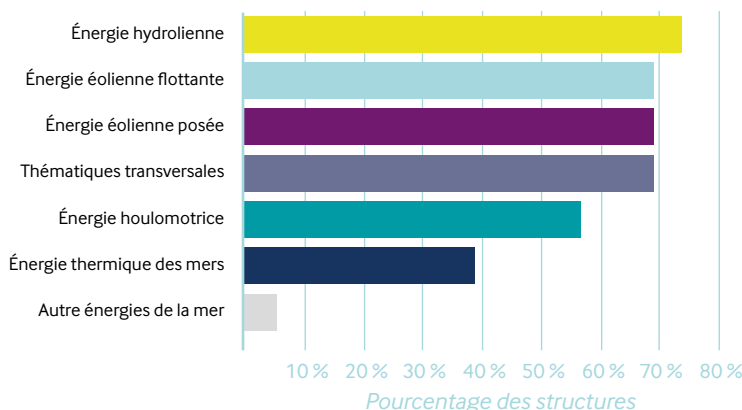


L'ÉOLIEN ET L'HYDROLIEN, PRIORITÉS DES ACTIVITÉS R&D

L'éolien (posé et flottant) et l'hydraulien sont les thématiques les plus abordées par les structures de formation et les établissements de R&D ayant une activité en lien avec les énergies de la mer, de même que les thématiques transversales

utiles à toutes les technologies (Exemple : si leurs recherches s'appliquent à des techniques d'ancrages ou de câblages applicables à différents types d'énergies de la mer).

Technologies d'énergies de la mer ciblées par les activités des structures de formation et de R&D*



NOMBRE DE STRUCTURES
(23 répondants)

Énergie hydrolienne	17
Énergie éolienne flottante	16
Énergie éolienne posée	16
Thématiques transversales	16
Énergie houlomotrice	13
Énergie thermique des mers	9
Autres énergies de la mer	1
Total	23

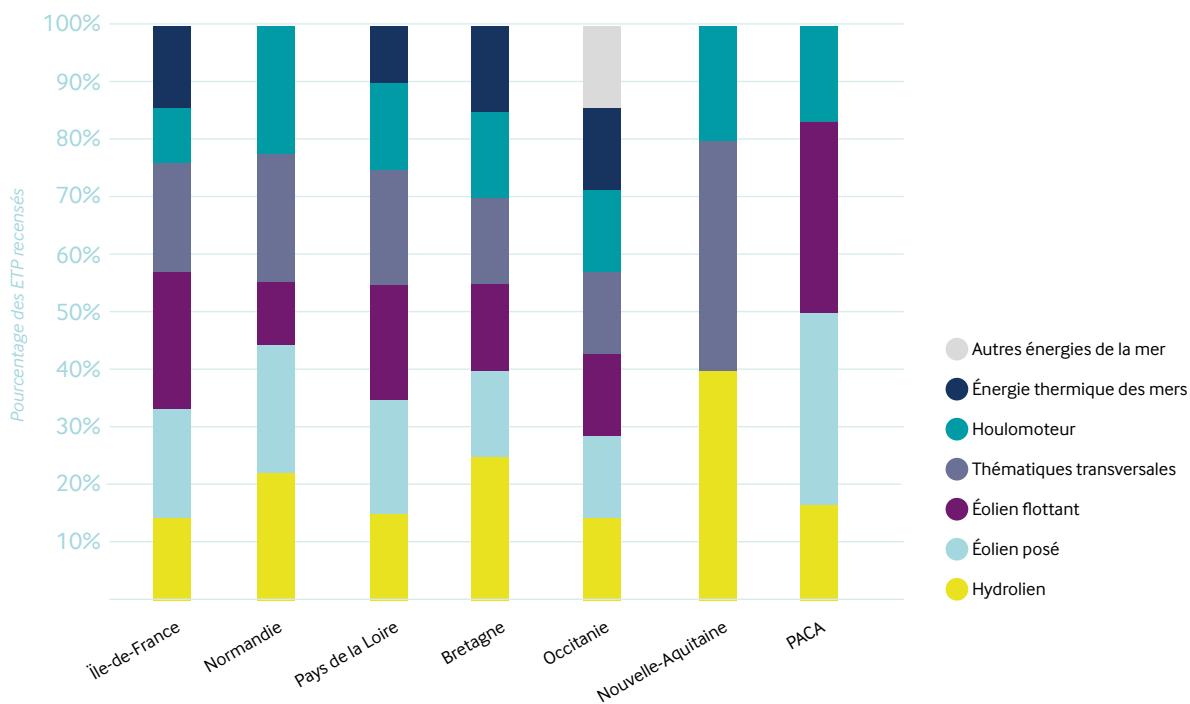
*Le total est supérieur à 100% du fait que les entreprises qui ont répondu au questionnaire avaient le choix de cocher plusieurs réponses.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES STRUCTURES DE FORMATION ET DE R&D EN FONCTION DES TECHNOLOGIES

En analyse par nombre de structures de R&D, on constate que chacune des régions aborde quasiment l'ensemble des technologies.

	NOMBRE DE STRUCTURES (23 RÉPONDANTS)							TOTAL
	Île-de-France	Normandie	Pays de la Loire	Bretagne	Occitanie	Nouvelle-Aquitaine	PACA	
Énergie hydrolienne	3	2	3	5	1	2	1	17
Énergie éolienne posée	4	2	4	3	1	0	2	16
Énergie éolienne flottante	5	1	4	3	1	0	2	16
Thématiques transversales	4	2	4	3	1	2	0	16
Énergie houlomotrice	2	2	3	3	1	1	1	13
Énergie thermique des mers	3	0	2	3	1	0	0	9
Autres énergies de la mer	0	0	0	0	1	0	0	1

Répartition géographique des ETP recensés dans les structures de R&D en fonction des technologies

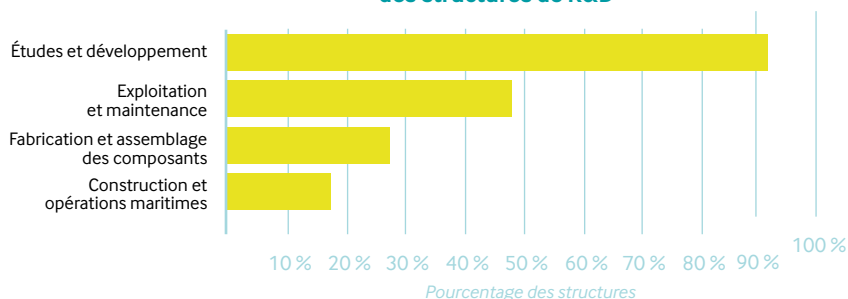


LES ACTIVITÉS DE R&D RYTHMÉES PAR LES PHASES DE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES DE LA MER

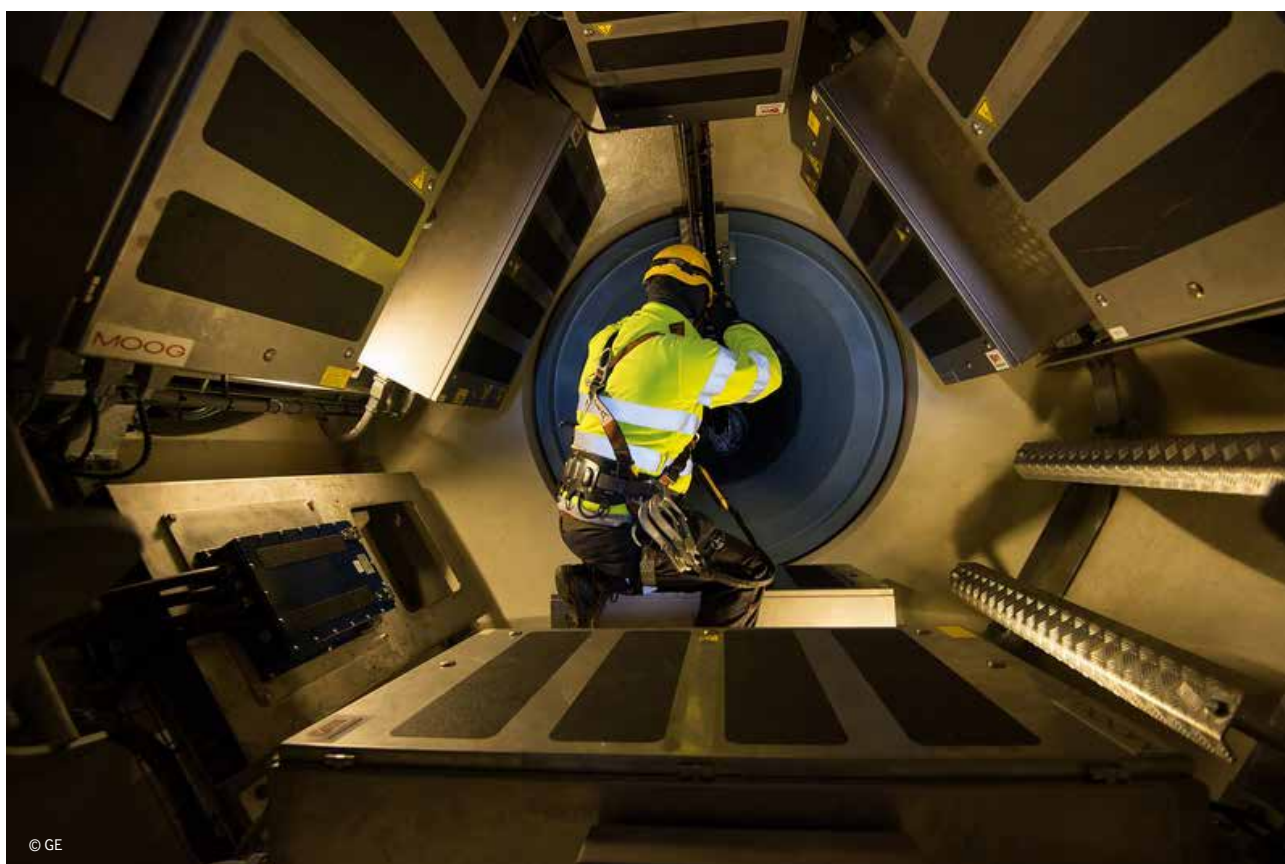
A l'heure actuelle, plus de 90% des structures de formation et des établissements de R&D privilégient les recherches axées sur les études inhérentes à la mise en place et au développement des énergies de la mer. Cette caractéristique observée pour l'activité R&D est directement liée au phasage actuel dans lequel se trouve aujourd'hui la filière des énergies de la mer en France : la réalisation d'études préalables à la mise en place des premiers parcs, développement de sites d'essais et de fermes pilotes, etc. Cependant, il est notable que la moitié des structures R&D ayant répondu travaille déjà sur l'exploitation et la maintenance des parcs.

	Nombre de structures (23 répondants)
Études et développement	21
Exploitation et maintenance	11
Fabrication et assemblage des composants	6
Construction et opérations maritimes	4

Secteurs d'activité privilégiés dans les activités de recherche des structures de R&D*



*le total est supérieur à 100% du fait que les entreprises qui ont répondu au questionnaire avaient le choix de cocher plusieurs réponses.



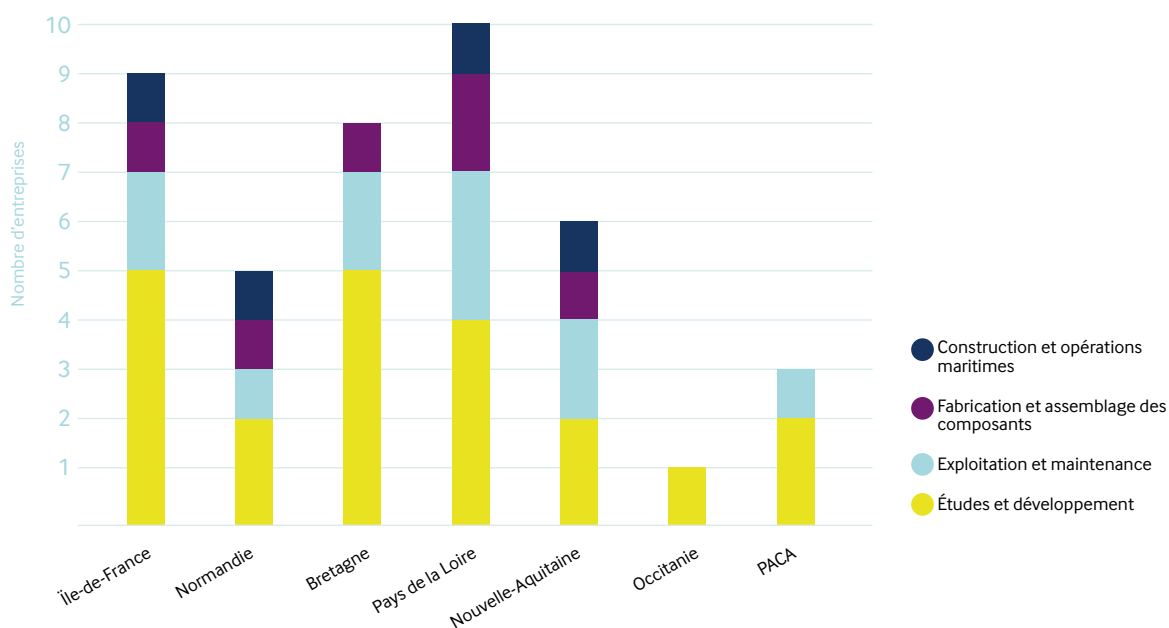
© GE

LES THÉMATIQUES DE R&D PLUS DIVERSIFIÉES SUR LA FAÇADE ATLANTIQUE, L'ACTIVITÉ R&D ENCORE ÉMERGENTE SUR LA FAÇADE MÉDITERRANÉENNE

Les résultats précédents se retrouvent par une analyse par région avec toutefois, plus spécialement une phase « études et développement » en Méditerranée qui lance le processus des fermes pilotes éolien flottant, et plus de diversité de sujets en Pays de la Loire, Bretagne et Normandie, suite aux phases plus avancées des premiers appels d'offres éolien posé.

	NOMBRE DE STRUCTURES (23 RÉPONDANTS)							TOTAL
	Île-de-France	Normandie	Bretagne	Pays de la Loire	Nouvelle-Aquitaine	Occitanie	PACA	
Études et développement	5	2	5	4	2	1	2	21
Exploitation et maintenance	2	1	2	3	2	0	1	11
Fabrication et assemblage des composants	1	1	1	2	1	0	0	6
Construction et opérations maritimes	1	1	0	1	1	0	0	4

Secteurs d'activité privilégiés dans les activités de recherche des structures de R&D en fonction de leur répartition géographique

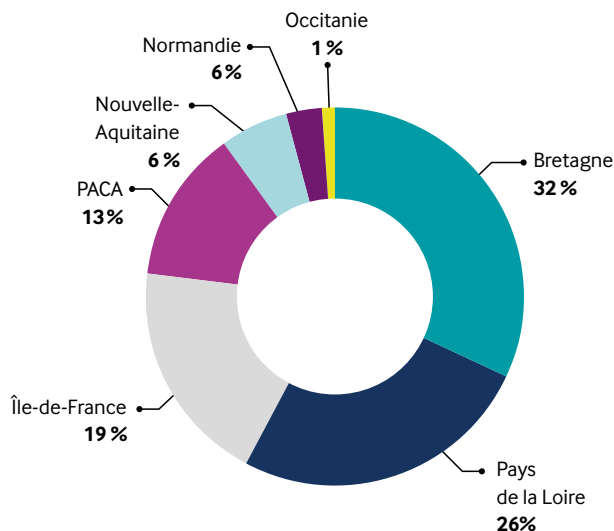


DE NOMBREUX LABORATOIRES DE RECHERCHE DANS LES TERRITOIRES

Chacune des entités de R&D peut accueillir plusieurs laboratoires travaillant sur des thématiques utiles aux énergies de la mer. Sur cette base, on constate de nombreuses entités en Bretagne, Pays de la Loire et Île-de-France.

	Nombre de laboratoires (23 répondants)
Bretagne	22
Pays de la Loire	18
Île-de-France	13
PACA	9
Nouvelle-Aquitaine	4
Normandie	2
Occitanie	1
TOTAL	69

Répartition géographique des laboratoires ayant des activités de R&D sur les énergies de la mer



On peut noter que, sans compter les nombreux brevets déposés par les industriels, 39 ont déjà été recensés sur la thématique des énergies de la mer dans les laboratoires publics qui ont répondu à l'étude.

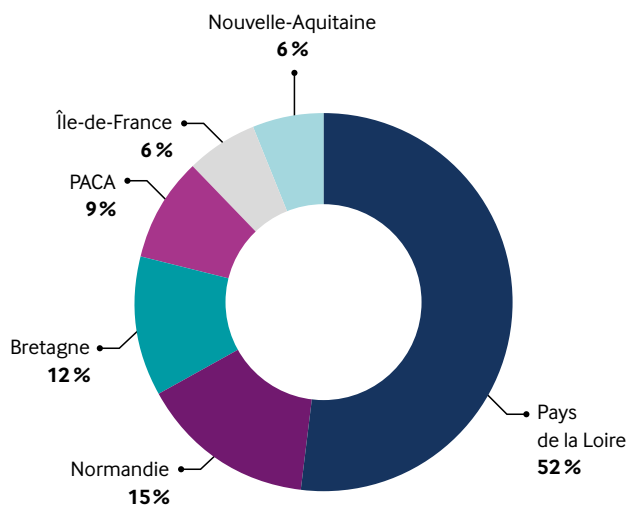
LES FORMATIONS EN LIEN AVEC LES ÉNERGIES DE LA MER BIEN PRÉSENTES ET ACCESSIBLES À TOUS NIVEAUX

De même que les écoles ayant décidé d'offrir une formation spécialisée, les structures de formation et les établissements de R&D, en plus de leur activité de recherche, proposent, pour la plupart, des formations liées aux énergies de la mer. Pour cette étude, 33 formations « EMR » ont été recensées sur le territoire français, dont plus de la moitié sont localisées dans les Pays de la

Loire. En 2016, 275 élèves ou étudiants ont suivi ces formations et enseignements, pour lesquelles 33 ETP sont spécifiquement dédiés. Précisons ici que ces formations sont accessibles à tous niveaux, depuis le BEP (niveau lycée) jusqu'au Doctorat (Bac +8), en passant par des BTS (Bac +2), des DUT (Bac +2) ou encore des Licences (Bac +3) ou des Masters spécialisés (Bac +5).

	Nombre de formations (23 répondants)
Pays de la Loire	17
Normandie	5
Bretagne	4
PACA	3
Ile-de-France	2
Nouvelle-Aquitaine	2
TOTAL	33

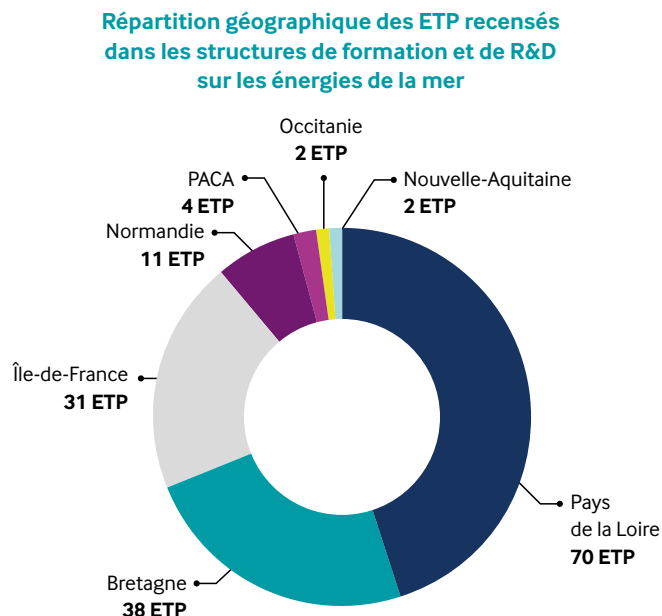
Répartition géographique des formations recensées ayant un lien avec les énergies de la mer



4.3.1. Nombre d'emplois créés

LES EMPLOIS LIÉS AUX ACTIVITÉS DE R&D PRINCIPALEMENT CONCENTRÉS DANS DES RÉGIONS AYANT LES PROJETS D'ÉNERGIES DE LA MER LES PLUS AVANCÉS EN TERMES DE DÉVELOPPEMENT

En 2016, les activités de recherche et de développement publiques en France représentaient 157 ETP. Même si ces activités sont localisées sur toutes les façades maritimes métropolitaines, hors Île-de-France, siège de nombreuses structures, c'est dans les Pays de la Loire, la Bretagne et la Normandie que le nombre d'ETP est le plus important, suivant en cela les phases de développement



4.3.2. Les activités R&D dans les énergies de la mer dégagent déjà du chiffre d'affaires

LES ACTIVITÉS R&D DANS LES ÉNERGIES DE LA MER DÉGAGENT DÉJÀ DU CHIFFRE D'AFFAIRES

En 2016, 6 330 000 € de chiffres d'affaires ont été générés par les structures de recherche et de développement ayant une activité en lien avec les énergies de la mer. Leur répartition suit celle des ETP dans les principales structures de recherche.

Sur ce chiffre d'affaires de 6 330 000 € réalisés par les 10 structures et établissements de R&D ayant déclaré en avoir généré en 2016, 1 245 000 € (environ 20%) ont été générés par des programmes mis en place avec d'autres structures européennes et internationales.

	Chiffre d'affaires généralisé (14 répondants)
Pays de la Loire	3 250 000 €
Bretagne	2 320 000 €
Île-de-France	750 000 €
Nouvelle-Aquitaine	10 000 €
TOTAL	6 330 000 €

4.3.3. Investissements réalisés

LES INVESTISSEMENTS RÉALISÉS PERMETTENT DE GÉNÉRER UN CHIFFRE D'AFFAIRES

Depuis 2007, 44 650 000 € d'investissements ont été réalisés par les structures de recherche et de développement ayant une activité en lien avec les énergies de la mer. Liés aux infrastructures et moyens d'essais, les investissements concernent les territoires où ETP et chiffre d'affaires sont présents en R&D.

	Investissements réalisés (15 répondants)
Pays de la Loire	25 200 000 €
Île-de-France	10 750 000 €
Bretagne	5 410 000 €
Nouvelle-Aquitaine	3 250 000 €
PACA	40 000 €
TOTAL	44 650 000 €



5.

LES TERRITOIRES LITTORAUX COMME UNITÉS DE RÉFÉRENCE DU DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES DE LA MER



5.1. Bretagne

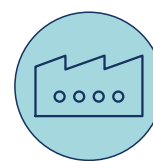
BRETAGNE ^{BE}

Your best partner
to develop your projects



Avec un linéaire côtier de 1772 km, la Région Bretagne est un territoire sur lequel de nombreux projets d'énergies marines sont en cours de développement. La Bretagne accueille un site avec un démonstrateur hydrolien (Fromveur-Ouessant), un site d'essais/pilote pour l'hydrolien (Paimpol-Bréhat) et à l'horizon 2019 une ferme pilote pour l'éolien flottant (site de Groix, 24 MW). L'usine marémotrice de la Rance produit de l'énergie depuis 1966 (240 MW). Le projet de parc éolien en mer posé de St-Brieuc (496 MW) lauréat du premier appel d'offres en 2010 est en cours. La Bretagne peut aussi s'appuyer sur son potentiel de R&D, notamment caractérisé par l'activité de France Énergies Marines à Brest. Fort de la présence du port de Brest, ainsi que de ports de maintenance, le littoral breton présente donc un potentiel identifié pour le développement des énergies de la mer.

NOMBRE D'ETP LIÉS AUX ÉNERGIES DE LA MER RECENSÉS EN BRETAGNE

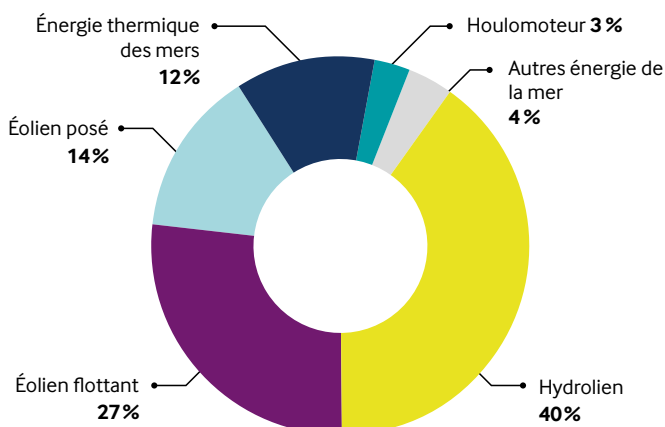


Formation, Recherche et Développement	Développeurs Exploitants	Chaîne de valeur
38	15	89
Total = 142		

NOMBRE D'ETP PAR TECHNOLOGIE POUR LES ENTREPRISES BRETONNES PRESTATAIRES OU FOURNISSEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

Sur les 89 ETP recensés en Bretagne dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur de la filière française des énergies de la mer, 40% sont orientés vers la technologie de l'hydrolien. Ce chiffre va évidemment de pair avec l'installation des sites de Paimpol-Bréhat et de Fromveur-Ouessant, mais aussi avec le potentiel des estuaires bretons pour le petit hydrolien (149 MW selon l'étude Nass&Wind 2016). Le développement récent de l'éolien flottant avec la ferme pilote de Groix explique les 27% d'ETP orientés vers le flottant, alors que l'éolien posé concentre 14% des ETP dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en Bretagne.

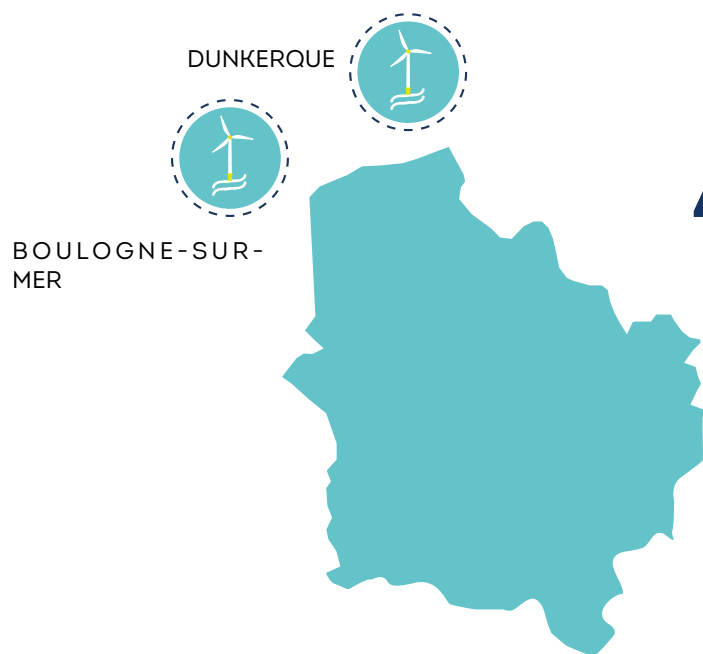
Répartition des ETP recensés dans les entreprises bretonnes prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction des technologies



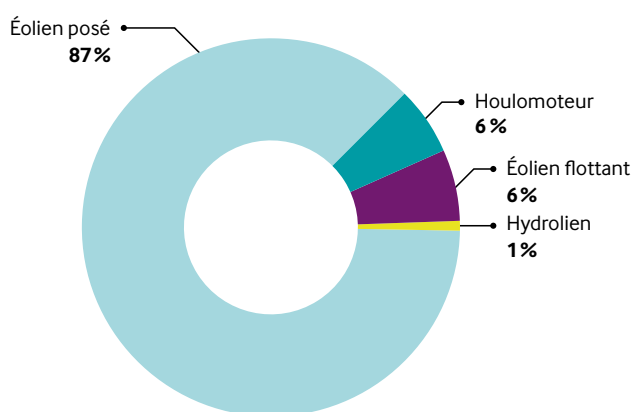
CHIFFRES D'AFFAIRES GÉNÉRÉ ET INVESTISSEMENTS RÉALISÉS EN BRETAGNE

	CA 2016	... dont à l'export	Investissements cumulés
Formation, Recherche et Développement	2 320 000 €	/	5 410 000 €
Développeurs Exploitants	400 000 €	0	20 000 000 €
Chaîne de valeur	5 250 000 €	3 320 000 €	19 990 000 €
TOTAL	7 970 000 €	63%	45 400 000 €

5.2. Hauts-de-France



Répartition des ETP recensés dans les entreprises bretonnes prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction des technologies



CHIFFRES D'AFFAIRES GÉNÉRÉ ET INVESTISSEMENTS RÉALISÉS DANS LES HAUTS-DE-FRANCE

	CA 2016	... dont à l'export	Investissements cumulés
Formation, Recherche et Développement	0 €	0 €	0 €
Développeurs Exploitants	0 €	/ €	0 €
Chaîne de valeur	40 000 000 €	40 000 000 €	0 €
TOTAL	40 000 000 €	100%	0 €

Avec 180 km de linéaire côtier, les Hauts-de-France possèdent un potentiel certain d'énergies marines. Un site de test pour un démonstrateur hydrolien est en développement à Boulogne-sur-mer. De plus, déjà deux projets de parcs éoliens en mer posés sont actuellement annoncés: l'un au large de Dunkerque (appel d'offres en cours), et l'autre au large de Berck-sur-mer dont le potentiel a été repéré (entre 250 et 500 MW). Par ailleurs, les ports de Dunkerque et de Boulogne-Calais peuvent être mobilisés.

NOMBRE D'ETP LIÉS AUX ÉNERGIES DE LA MER RECENSÉS DANS LES HAUTS-DE-FRANCE

Formation, Recherche et Développement	Développeurs Exploitants	Chaîne de valeur
0	0	74
Total = 74		

NOMBRE D'ETP PAR TECHNOLOGIE POUR LES ENTREPRISES DES HAUTS-DE-FRANCE PRESTATAIRES OU FOURNISSEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

Sur les 74 ETP recensés dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur dans la région des Hauts-de-France, 87% sont orientés vers la technologie de l'éolien posé. Même si les annonces faites au sujet du développement de ces parcs commerciaux sont encore récentes, les entreprises présentes sur le territoire travaillent déjà sur les thématiques des énergies de la mer. Pour l'instant, la totalité de leur chiffre d'affaires est réalisé à l'export, notamment sur les parcs éoliens posés d'ores-et-déjà opérationnels en mer du Nord. La Région des Hauts-de-France est la seule à exporter la totalité de son activité en lien avec les énergies de la mer.

5.3. Nouvelle-Aquitaine



AMBITIOUS OBJECTIVES FOR ENERGY TRANSITION

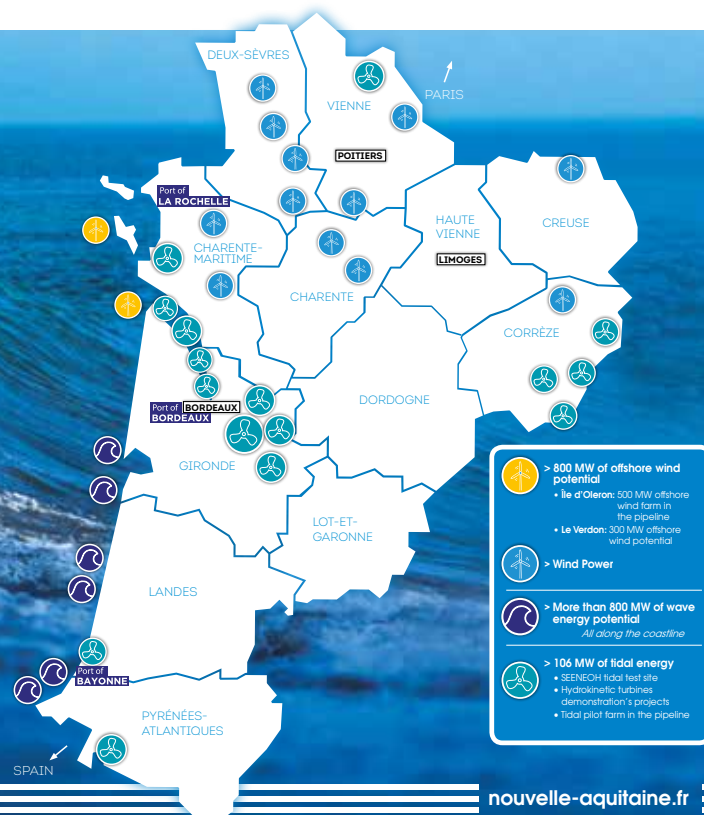
-30%
of GHG emissions
by 2021

-30%
of energy
consumption

+32%
of renewable
energy

A focus of innovative regional strategy for blue growth

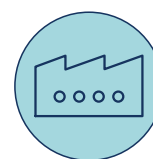
- Development initiative relating to activities linked to the ocean and its resources (food, medicine, energy, biotechnologies, tourism, etc.)
- A dedicated cluster in the process of being set up



nouvelle-aquitaine.fr

Pourvue de 720 km de côtes, la Région Nouvelle-Aquitaine possède un potentiel pour l'énergie éolienne et houlomotrice, ainsi que pour l'hydrolien estuarien. Le site d'essai SEENECH destiné aux tests des démonstrateurs d'hydrolien fluvial, estuarien et océanique est raccordé au réseau électrique depuis février 2017. Un nouvel appel d'offres éolien offshore posé a été annoncé par la Ministre de l'Environnement et devrait être lancé sous peu au large d'Oléron. Un parc éolien posé est en cours de développement (500 MW) dans la région. La Région est aussi dotée du port de la Rochelle (Pallice), qui accueille déjà des composants d'éoliennes onshore, ainsi que du port de Bordeaux qui pourra accueillir l'hydrolien. Le port de la Cotinière est candidat pour être la base de maintenance du parc éolien d'Oléron.

NOMBRE D'ETP LIÉS AUX ÉNERGIES DE LA MER RECENSÉS EN NOUVELLE-AQUITAINE



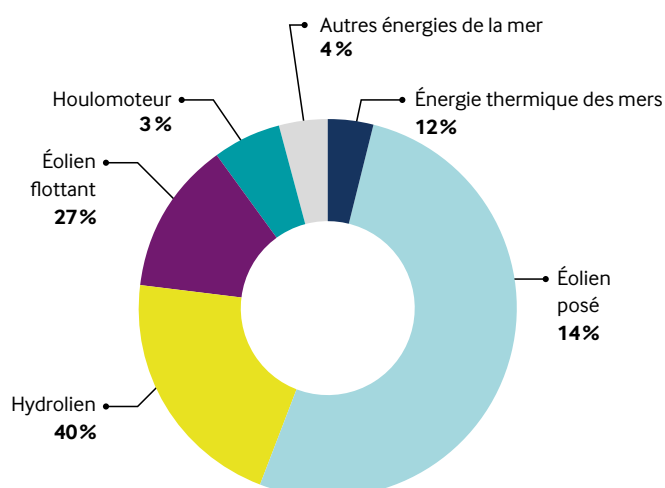
Formation, Recherche et Développement	Développeurs Exploitants	Chaîne de valeur
2	0	73
Total = 75		



NOMBRE D'ETP PAR TECHNOLOGIE POUR LES ENTREPRISES DE NOUVELLE-AQUITAINE PRESTATAIRES OU FOURNISSEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

Sur les 75 ETP recensés en Nouvelle-Aquitaine, l'éolien posé (52%) est majoritaire du fait de l'évolution du marché national, suivi par l'hydrolien (21%) qui bénéficie d'une structuration des acteurs autour du site d'essais SEENEOH. Notons la meilleure statistique nationale dans le houlomoteur (6%) confirmant la volonté de tirer profit de son potentiel régional techniquement exploitable (800 MW). Quasiment 30% du chiffre d'affaires généré par ces entreprises est réalisé à l'export.

Répartition des ETP recensés dans les entreprises de Nouvelle-Aquitaine prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction des technologies



CHIFFRES D'AFFAIRES GÉNÉRÉ ET INVESTISSEMENTS RÉALISÉS EN NOUVELLE-AQUITAINE

	CA 2016	... dont à l'export	Investissements cumulés
Formation, Recherche et Développement	10 000 €	/	3 250 000 €
Développeurs Exploitants	0 €	0	0 €
Chaîne de valeur	5 865 000 €	1 610 000 €	20 090 000 €
TOTAL	5 875 000 €	27,4 %	23 340 000 €

5.4. Normandie



Avec près de 650 km de linéaires côtiers parcourus de vents forts, réguliers et longés par le puissant courant du Raz Blanchard (site choisi pour la mise en place d'une ferme pilote pour l'hydrolien de 14 MW), la Normandie dispose de potentiels naturels pour le développement de projets d'énergies de la mer. Le développement des trois projets de parcs éoliens en mer posés de Dieppe Le Tréport (496 MW), de Fécamp (498 MW) et de Courseulles-sur-mer (450 MW), attribués à l'issue des deux premiers appels d'offres de la filière, s'accompagne d'un aménagement des infrastructures portuaires de la Région, notamment sur les ports de Cherbourg et du Havre. D'autres ports tels que ceux de Dieppe, Le Tréport, Fécamp ou encore Caen-Ouistreham pourront être utilisés pour les activités d'exploitation et de maintenance des parcs éoliens.

NOMBRE D'ETP LIÉS AUX ÉNERGIES DE LA MER RECENSÉS EN NORMANDIE

Formation, Recherche et Développement	Développeurs Exploitants	Chaîne de valeur
11	0	51
Total = 62		

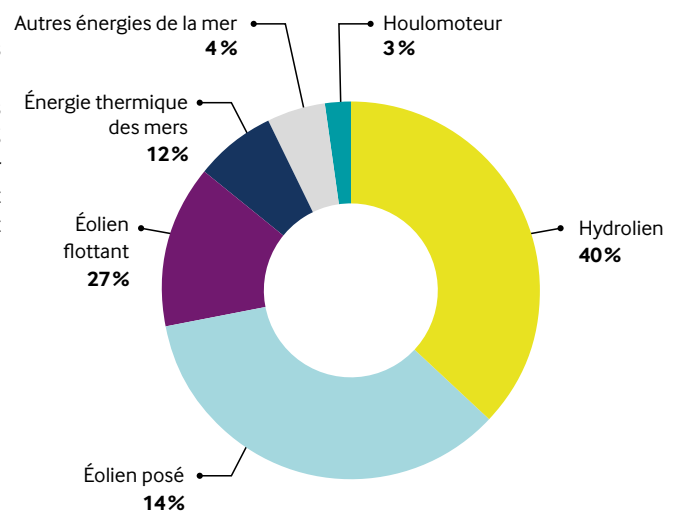


© Nicolas JOB – VALEMO

NOMBRE D'ETP PAR TECHNOLOGIE POUR LES ENTREPRISES NORMANDES PRESTATAIRES OU FOURNISSEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

La répartition des ETP recensés en Normandie dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur de la filière des énergies de la mer suit le développement des projets en cours. En effet, la technologie de l'hydrolien concentre 37% des ETP globaux dans la Région, et légèrement moins (35%) pour l'éolien posé. A l'heure actuelle, les entreprises normandes ont réalisé 5,8 millions d'euros de chiffre d'affaires, dont 10,8% ont été générés à l'export.

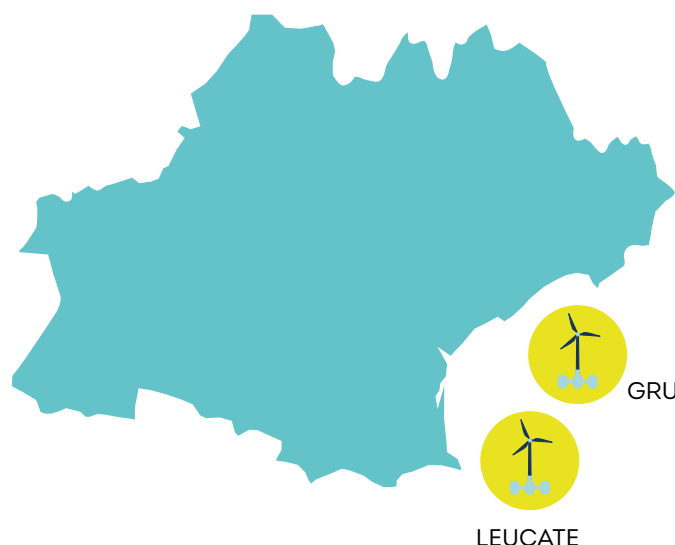
Répartition des ETP recensés dans les entreprises normandes prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction des technologies



CHIFFRES D'AFFAIRES GÉNÉRÉ ET INVESTISSEMENTS RÉALISÉS EN NORMANDIE

	CA 2016	... dont à l'export	Investissements cumulés
Formation, Recherche et Développement	0 €	/	0 €
Développeurs Exploitants	0 €	0	0 €
Chaîne de valeur	5 774 000 €	623 000 €	1 492 000 €
TOTAL	5 774 000 €	10,8 %	1 492 000 €

5.5. Occitanie, Pyrénées, Méditerranée



La façade maritime de la région Occitanie - Pyrénées - Méditerranée longue de 220 km, offre un gisement éolien potentiel technique important, notamment pour le développement d'éoliennes flottantes. En effet, sur les 4 zones retenues par l'État pour le lancement de son 1er appel à projets pour le développement de fermes pilotes, deux sont situées au large des côtes de cette Région : les projets retenus en 2016 (24 MW chacun) sont situés à Leucate-Le Barcarès et à Gruissan. Le site de Port la Nouvelle serait le port d'assemblage des turbines sur les flotteurs pour ces 2 fermes.

NOMBRE D'ETP LIÉS AUX ÉNERGIES DE LA MER RECENSÉS EN OCCITANIE – PYRÉNÉES – MÉDITERRANÉE



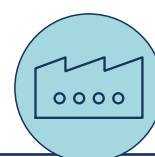
Formation,
Recherche et
Développement

2



Développeurs
Exploitants

10

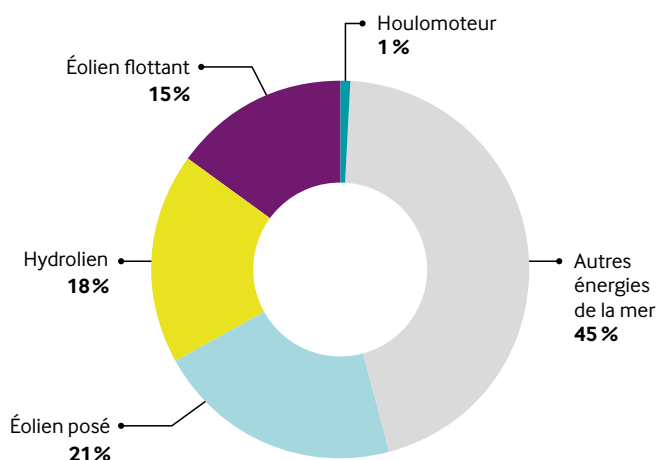


Chaîne de valeur

16

Total = 28

Répartition des ETP recensés dans les entreprises d'Occitanie prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction des technologies



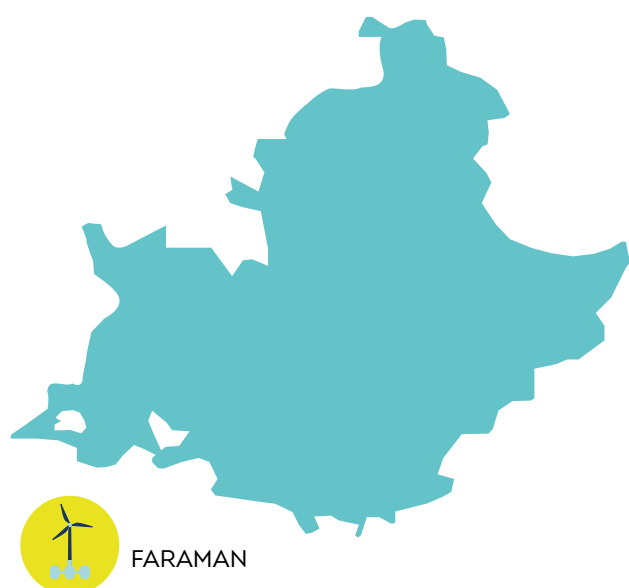
NOMBRE D'ETP PAR TECHNOLOGIE POUR LES ENTREPRISES D'OCCITANIE - PYRÉNÉES - MÉDITERRANÉE PRESTATAIRES OU FOURNISSEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

Les emplois recensés dans cette région, avant même le démarrage des projets, se répartissent principalement entre l'éolien (posé et flottant) et les technologies de stockage (comme l'hydrogène). A l'heure actuelle, le chiffre d'affaires généré par ces entreprises localisées en Occitanie – Pyrénées – Méditerranée atteint quasiment 13 millions d'euros. La totalité du chiffre d'affaires est réalisée sur le territoire national.

CHIFFRES D'AFFAIRES GÉNÉRÉ ET INVESTISSEMENTS RÉALISÉS EN OCCITANIE – PYRÉNÉES – MÉDITERRANÉE

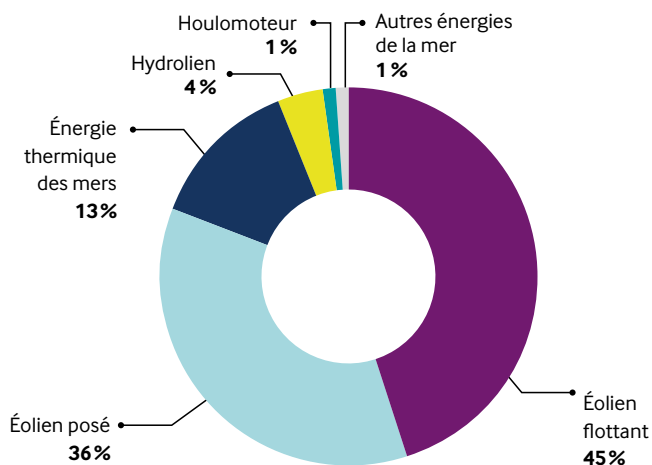
	CA 2016	... dont à l'export	Investissements cumulés
Formation, Recherche et Développement	0 €	/ €	0 €
Développeurs Exploitants	0 €	0 €	5 000 000 €
Chaîne de valeur	12 810 000 €	0 €	5 690 000 €
TOTAL	12 810 000 €	0%	10 690 000 €

5.6. PACA



FARAMAN

Répartition des ETP recensés dans les entreprises de PACA prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction des technologies



A

vec 687 km de linéaire côtier, la Région PACA offre un potentiel d'énergies marines essentiellement dans l'éolien flottant. Suite à l'appel à projets lancé en 2015, le projet de ferme pilote pour cette technologie à Faraman (24 MW), situé à proximité de Fos-sur-mer, a été retenu parmi les 4 projets français.

La Région dispose de moyens portuaires à Fos et Marseille ainsi que sur la zone de Bregallion à La Seyne (port de Toulon).

NOMBRE D'ETP LIÉS AUX ÉNERGIES DE LA MER RECENSÉS EN PACA

Formation, Recherche et Développement	Développeurs Exploitants	Chaîne de valeur
4	0	234
Total = 238		

NOMBRE D'ETP PAR TECHNOLOGIE POUR LES ENTREPRISES DE PACA PRESTATAIRES OU FOURNISSEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

La répartition des ETP recensés en Région PACA dans les entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur de la filière des énergies de la mer reflète tout à fait la dynamique en place sur le territoire concernant les projets en cours de développement. En effet, la technologie de l'éolien flottant concentre à elle seule 65% des ETP en lien avec les énergies de la mer sur le territoire PACA. Des ETP orientés vers l'énergie thermique des mers sont à noter. Plus de 90% du chiffre d'affaires généré dans cette région grâce à l'activité liée aux énergies de la mer est réalisé à l'export.

CHIFFRES D'AFFAIRES GÉNÉRÉ ET INVESTISSEMENTS RÉALISÉS EN PACA

	CA 2016	... dont à l'export	Investissements cumulés
Formation, Recherche et Développement	0 €	/ €	40 000 €
Développeurs Exploitants	0 €	0 €	0 €
Chaîne de valeur	25 750 000 €	23 840 000 €	35 150 000 €
TOTAL	25 750 000 €	92,6%	35 190 000 €

5.7. Pays de la Loire

PAYS DE LA LOIRE, FRENCH HOMELAND FOR THE NEW MARITIME ECONOMY

Offshore Wind and Marine Energy



Avec ses 450 km de linéaire côtier, les Pays de la Loire ont un potentiel d'énergies de la mer essentiellement éolien, posé et flottant. Un site d'essai en mer, SEM-REV, au large du Croisic, prévoit l'installation, en 2017, d'une éolienne flottante et d'un système houlomoteur. Deux projets de parcs éoliens en mer posés, attribués à l'issue des appels d'offres 1 et 2 lancés par l'État, sont en développement à Saint-Nazaire (480 MW) et entre les îles d'Yeu et Noirmoutier (496 MW). L'activité en lien avec les énergies de la mer est déjà présente sur le site du Grand Port Maritime de Saint-Nazaire ainsi qu'en projet dans les ports de maintenance de la Turballe, de Port-Joinville (Ile d'Yeu) et de l'Herbaudière (Noirmoutier).

NOMBRE D'ETP LIÉS AUX ÉNERGIES DE LA MER RECENSÉS EN PAYS DE LA LOIRE

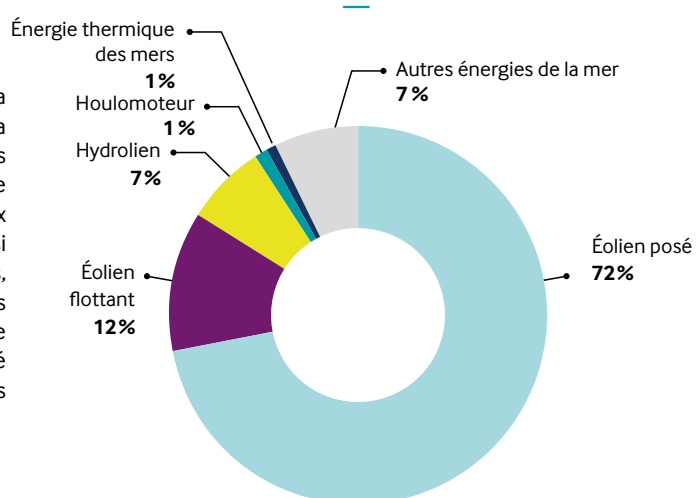
Formation, Recherche et Développement	Développeurs Exploitants	Chaîne de valeur
70	0	804
Total = 874		



NOMBRE D'ETP PAR TECHNOLOGIE POUR LES ENTREPRISES DES PAYS DE LA LOIRE PRESTATAIRES OU FOURNISSEURS DE LA CHAÎNE DE VALEUR

Sur les 874 ETP recensés dans les entreprises des Pays de la Loire prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur de la filière française des énergies de la mer, quasiment les trois quarts (72%) sont orientés vers la technologie de l'éolien posé. Ce chiffre s'explique par le développement des parcs commerciaux éoliens en mer posés en France dont deux sur son territoire, ainsi que par les unités industrielles de fabrication de génératrices, de nacelles, de fondations et de sous-stations implantées dans cette région. Près de 35% du chiffre d'affaires généré en France par les entreprises de la chaîne de valeur est d'ailleurs réalisé dans cette région. Près de 78% de la richesse créée par les entreprises ligériennes est réalisée à l'export.

Répartition des ETP recensés dans les entreprises des Pays de la Loire prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur en fonction des technologies



CHIFFRES D'AFFAIRES GÉNÉRÉ ET INVESTISSEMENTS RÉALISÉS EN PAYS DE LA LOIRE

	CA 2016	... dont à l'export	Investissements cumulés
Formation, Recherche et Développement	3 250 000 €	/	25 200 000 €
Développeurs Exploitants	0 €	0	0 €
Chaîne de valeur	202 097 000 €	157 575 000 €	523 532 000 €
TOTAL	205 347 000 €	78 %	548 732 000 €

6.

FOCUS QUALITATIFS SUR D'AUTRES THÉMATIQUES



6.1. Activité des ports et des sites de logistique

Fiche rédigée sous la responsabilité de l'Institut Supérieur de l'Économie Maritime (ISEMAR)



© André Bocquel

ETAT DES LIEUX DES INFRASTRUCTURES PORTUAIRES PUBLIQUES ET PRIVÉES EN FRANCE MÉTROPOLITAINE

LES TROIS DIMENSIONS DE LA PROBLÉMATIQUE PORTUAIRE FRANÇAISE

La production industrielle de la filière des énergies de la mer s'inscrit en grande partie dans des sites portuaires. L'un des objectifs de la politique nationale depuis le début du processus a été de construire une filière française à vocation nationale et internationale. L'industrie française s'organise autour de fabricants en voie de diversification (STX, DCNS, CMN, Eiffage, SBM Offshore), de nouvelles usines de spécialistes du secteur (GE Renewable Energy, etc...) et autour du développement par certains acteurs internationaux (SIEMENS) de leur réseau de sous-traitants en France (Rollix, Mersen, Stromag, etc.).

L'industrie de construction des EMR est un vivier d'emplois important en France. Pour les ports, l'activité industrielle représente une occupation foncière notable et des processus logistiques réguliers de colis lourds.

La seconde vocation des ports se situe dans les opérations de pré-acheminement, de pré-assemblage pour les différents champs au travers de ports de proximité. **La logistique portuaire** spécifique s'organisera autour du stockage des pièces (emprise importante), de leur pré-assemblage et de leur chargement sur les navires spécialisés. Les fenêtres de travaux maritimes

sont étroites en raison des coûts des moyens maritimes et des contraintes météo. Certains ports concernés sont déjà identifiés (Le Havre, Cherbourg, Saint-Nazaire) pour les principales opérations des premiers projets éoliens en mer mais d'autres sont aussi susceptibles d'être utilisés.

A proximité des champs d'énergies de la mer, des ports seront aussi dédiés à la **maintenance** courante des parcs. Les besoins portuaires sont limités, mais peuvent justifier quelques investissements. La maintenance et l'exploitation d'un parc nécessitent la création de plusieurs dizaines d'emplois directs localisés à proximité immédiate des parcs, et ce pendant les 20 à 25 ans de vie du parc éolien en mer.

Les trois dimensions des opérations portuaires et maritimes (production industrielle, logistique et maintenance) font intervenir de nombreux types de navires, allant des navires de pose des structures, aux câbliers, en passant par les navires nécessaires aux études préalables, les navires de soutien, puis encore de maintenance. La mobilisation des entreprises intervenant ou susceptible de l'être est extrêmement forte, ainsi que pour les acteurs de la recherche et de la formation. Les chantiers français ont développé, et construit, plusieurs navires pour les énergies de la mer ces dernières années, tant pour l'installation que pour la maintenance et le service des parcs éoliens offshore, en particulier avec des navires pouvant rester sur site en « stand-by », dans de fortes conditions de mer.

PANORAMA PORTUAIRE 2017



PRODUCTION INDUSTRIELLE



LOGISTIQUE PORTUAIRE



MAINTENANCE

Dunkerque et Boulogne sur Mer



Le port nordiste est naturellement en première ligne pour le parc éolien qui sera développé au large de Dunkerque. Dunkerque possède une expérience puisque Vestas a établi un site en 2010 de pré-assemblage des éoliennes destinées à la ferme offshore du Thanet située au large des côtes du Kent (5 ha, 25 salariés). Le GPMH possède un foncier et un linéaire de quais propices à l'accueil de hub logistique.

L'entreprise dunkerquoise Entrepose Industries (ex CMP, groupe Vinci) est un spécialiste de la chaudronnerie lourde et à ce titre est actif dans l'Oil & Gas. Entrepose Industries a été identifiée comme le fournisseur de mâts pour les champs équipés par Adwen. Le gisement d'emplois est de 250 personnes.

Le port de Boulogne serait, lui, le possible port de maintenance pour le parc éolien en mer de Dunkerque.

Dieppe



Dieppe sera le principal port de maintenance du champ du Tréport. Le port a engagé un programme pluriannuel d'investissement 2015-2020 pour l'aménagement d'un quai mixte dans le port extérieur pour l'éolien offshore avec des postes d'avitaillement pour les navires intervenant sur les parcs éoliens offshore et les navires de pêche, la réorganisation du bassin pour les navires de servitude sur les parcs éoliens.

Fécamp



La maintenance courante du champ éolien de Fécamp sera assurée depuis le port du même nom. L'activité de cette base de maintenance mobilisera une centaine d'emplois (techniciens, marins, ingénieurs, etc...).

Le Havre



Le quai Johannès-Couvert du Havre est destiné à l'implantation de deux usines de fabrication de pales et de nacelles d'éoliennes offshore sur 44 ha. Le projet initialement porté par Areva a été repris par Adwen qui a signé un nouveau protocole d'accord avec le port du Havre début 2017. Le montant de l'investissement du GPMH sur le site s'élève à 57,4 M€.

Les éoliennes du champ de Fécamp reposeront sur des fondations de type gravitaire. D'un poids unitaire d'environ 5 000 tonnes et de 50 à 60 mètres de hauteur, elles seront construites à terre sur le quai de Bougainville au Havre avant d'être transportées sur la zone du projet. Les investissements seront pris en charge par le porteur de projet. Cette activité mobilisera 600 personnes pendant 2 à 3 ans, associant des activités aussi variées que le génie civil, la logistique ou le transport maritime. Une fondation gravitaire test de technologie innovante a été immergée en 2015 après sa construction par Eiffage TP au Havre.

Caen - Ouistreham



La maintenance courante du champ de Courseulles-sur-Mer sera opérée depuis le port d'Ouistreham. S'inscrivant dans un projet plus global de réaménagement de l'avant-port, des travaux d'élargissement du terre-plein ainsi que la réorganisation des ouvrages et l'approfondissement du plan d'eau, pour un montant 6 M€, seront menés par les Ports Normands Associés (PNA).

Cherbourg



Le site de Cherbourg qui possède une tradition de construction navale (DCNS, CMN) est proche de plusieurs parcs d'énergies de la mer. Le port a donc été choisi pour plusieurs implantations industrielles. Il s'agit en premier lieu d'une unité de l'entreprise danoise LM Wind Power (en cours d'acquisition par GE) pour la fabrication des pales. La construction de l'usine a été lancée en février 2017. Elle représente un investissement de 50 M€ et jusqu'à 550 emplois. Cherbourg est la terre d'élection de l'hydrolien français. Sur son site historique, DCNS avait choisi d'assembler le rotor (élément moteur de la turbine) des deux hydroliennes du projet démonstrateur de Paimpol Bréhat. Pour entrer dans la phase de production, PNA a réservé une emprise foncière de 25 ha pour permettre à partir de 2017 la construction d'une unité d'assemblage (5 500 m² loués à DCNS – OpenHydro (10 M€ d'investissements)). L'objectif premier est la construction des sept hydroliennes de la ferme pilote du Raz Blanchard (2018) en espérant une phase commerciale (2020/2021) et voire l'équipement de l'île anglo-normande d'Aurigny. La capacité industrielle sera de 25 turbines par an pouvant générer une centaine d'emplois.

L'autre acteur industriel de Cherbourg, les Constructions Mécaniques de Normandie (CMN), s'est associé avec la société HydroQuest, turbinier de l'hydrolien fluvial et marin, et l'Université de Caen pour développer un prototype innovant d'hydrolienne (1 MW) pour le site de Paimpol-Bréhat dans le cadre du projet Searius qui sera développé sur le site déjà exploité par EDF/DCNS. CMN, en lien avec PNA, développe un projet d'usine à Cherbourg pour la construction des navires et de turbines hydroliennes, pour fournir le marché européen, avec une production cible de 25 à 50 unités par an.

Par sa fonction industrielle et sa localisation à proximité des champs, Cherbourg est appelée à développer d'importantes fonctions logistiques : hub de pré-assemblage des éoliennes de GE Renewable Energy pour les champs de Fécamp et de Courseulles-sur-Mer ou encore assemblage des hydroliennes de DCNS-Open Hydro.

Pour accueillir l'ensemble de ces activités, PNA a donc investi une centaine de millions d'euro pour conquérir 39 hectares sur la mer, étendre de 220m « colis lourds » le Quai des Flamands, et refonder le schéma de viabilisation de cette zone. Il se tient prêt à d'autres développements (deuxième quai colis lourds...).



Saint-Quay Portrieux



La SAS Ailes Marines (Iberdrola, RES, Caisse des Dépôts), développeur-exploitant du parc éolien offshore de Saint-Brieuc, utilisera sans doute le port de Saint Quay Portrieux dans les Côtes d'Armor pour la maintenance.

Brest



Le port de Brest souhaite développer la zone dite du Polder (12 ha) avec l'objectif d'accueillir des usines et permettre le transfert de colis lourd. Le montant du projet s'élève à 200 M€, dont 140 à 170M€ pour le volet travaux terrestre et maritime. Le début des travaux 2017 représente un investissement de 68 M€ pour la création d'un quai EMR de 170 mètres de long pour les opérations de manutention.

Le port de Brest engage aussi l'aménagement de 20 ha pour les industries des EMR. Pour l'hydrolien, Sabella prévoit d'y créer une usine en 2020 avec 1 000 employés.

La construction des fondations jackets, solution privilégiée par Ailes Marines pour le parc de St Brieuc serait sur le port de Brest, mais sans engagement à ce jour. De même le port breton a été évoqué pour la construction de l'éolienne flottante test du consortium Eolfi au large de Groix.

Saint-Nazaire



Le port de Saint-Nazaire accueille l'usine d'assemblage de nacelles et de générateurs d'éoliennes de GE Renewable Energy (ex Alstom) à Montoir-de-Bretagne inaugurée en 2014 et construite pour un coût de 80 M€. En 2016, l'usine a déjà fourni à EDF-EN un prototype d'éolienne installé au Danemark et 5 éoliennes pour le parc de Block Island, le premier en fonctionnement aux Etats-Unis. Viennent ensuite 66 unités qui sont actuellement en cours de fabrication pour le champ allemand Merkur (livraisons prévues en 2017 et 2018) puis les 238 pour les champs français du consortium piloté par EDF EN. La capacité de l'usine est de 100 turbines par an. L'usine emploie aujourd'hui déjà plus de 250 personnes (février 2017).

Le constructeur naval STX France s'est aussi positionné sur le marché des EMR en investissant dans l'usine Anemos (20 M€), un atelier d'assemblage de sous-stations électriques. Fort de son succès à l'export, STX s'est développé dans les sous-stations électriques, avec une base d'emplois de 200 personnes pour la construction de deux sous-stations par an. A l'export pour l'instant, STX a livré une première sous station et sa jacket en 2015, la seconde est prévue pour 2018, et une troisième est en préparation.

La première éolienne flottante (Floatgen) pour un coût de 25 M€ d'investissements sera installée en France au large du Croisic fin 2017. Elle est en cours de construction dans le port de Saint-Nazaire.

Pour la logistique portuaire, le GPM de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN) investit 40 M€ pour disposer fin 2017 d'un quai à Montoir sur l'estuaire qui servira notamment à la desserte de l'usine GE Renewable Energy. Le port de Saint-Nazaire accueillera le site de pré-assemblage du parc éolien de Saint-Nazaire. Pour les phases liées à l'équipement des parcs, EDF EN et GE Renewable Energy, opérateurs du hub logistique, opèreront à partir de la Forme Joubert (radoub) et d'espaces dans le bassin de Penhoët soit une quinzaine d'hectares qui seront adaptés par GE et le GPMNSN pour recevoir des colis lourds et le chargement sur navire jack-up. L'investissement du GPMNSN est de 10 M€.

La problématique du foncier qui est limité à St-Nazaire fait opter le GPMNSN pour la viabilisation d'un parc d'activité au Carnet (rive sud, proche de Paimboeuf) où se situe déjà le prototype de l'éolienne Haliade 150—6MW de GE Renewable Energy.

La Turballe, Noirmoutier et l'île d'Yeu



La base de maintenance du parc au large de Saint-Nazaire se situera à La Turballe, avec aménagement pontons d'accès pour 3 navires de maintenance. Cette base mobilisera une centaine d'emplois. Des sites à Yeu (Joinville) et Noirmoutier (L'Herbaudière) seront certainement réservés pour la maintenance du parc de Yeu - Noirmoutier.

La Rochelle



Le port Atlantique La Rochelle a déjà traité des colis lourds d'éoliennes terrestres. Le GPM dispose de ressources en terre-pleins (25 ha en moyenne), utilisables pour les projets en Atlantique notamment.

Les ports de Méditerranée



Les ports de Port La Nouvelle, Sète et le Grand Port Maritime-Fos peuvent être en lien avec les fermes pilotes d'éoliennes flottantes sélectionnées par le gouvernement en 2016 (Leucate, Gruissan, Faraman). Pour les parcs de la Région Occitanie, Port la Nouvelle serait le port d'assemblage des flotteurs et des turbines.

Le Grand Port Maritime de Marseille dispose sur la ZIP de Fos mais également dans ses bassins Est à Marseille de sites potentiellement intéressants pour les activités de stockage, d'assemblage ou de mise à l'eau, qui nécessiteraient des travaux d'adaptation pour certains d'entre eux. Le port de Toulon fait également partie des sites potentiellement intéressants, bien que plus éloigné des lieux d'implantation des projets et disposant de réserves foncièrement nettement plus réduites.

Plusieurs sociétés privées disposent également d'infrastructures adaptées et se sont positionnées sur la construction de flotteurs notamment. On citera le cas d'Eiffage Métal à Fos sur mer. Positionnée dans l'Oil & Gas, l'entreprise de 100 salariés travaille déjà sur la construction d'éléments métalliques destinés à des fondations d'éoliennes au Royaume-Uni et en Allemagne, en support de sa filiale belge Smulders. Pour la France, Eiffage Métal prévoit de participer à la construction du prototype d'éolienne flottante de Leucate à la fin de la décennie.

Investissements portuaires

PORTS	AMÉNAGEMENT DE SURFACES PORTUAIRES	ZONES DE MANUTENTION
Le Havre	57 M€ de budget (en projet)	
Cherbourg	15 M€ (en cours) 60 M€ (projet)	Quai des Flamands 25 M€ (en cours)
Brest	170 M€ (projet)	
St Nazaire	40 M€ (en cours)	Hub logistique 10 M€ (en cours)
Port-la-Nouvelle	210 M€ (en projet)	
Total des investissements	587 M€	

compilation ISEMAR, sources entreprises, Régions, ports et presse

6.2. Recherche et Développement

Fiche élaborée en partenariat avec France Énergies Marines



© VALEMO

STRUCTURATION DE L'EFFORT DE R&D POUR LES ÉNERGIES DE LA MER EN FRANCE



Les acteurs français intéressés par les énergies de la mer, des industriels aux instituts de recherche et sites d'essais en mer (voir fiche-focus spécifique), ont depuis une dizaine d'années consacré un effort très significatif en R&D sur les technologies d'énergies de la mer, allant des recherches amont à celles sur les briques technologiques, aux démonstrateurs et aux fermes pilotes.

Les activités de recherche et de développement orientées vers les technologies d'énergies de la mer sont accompagnées par des modes de financement à la fois français (Programme d'Investissements d'Avenir opéré par le Commissaire Général aux Investissements, le Fonds Unique Interministériel et les

programmes de soutien à la recherche de l'Agence Nationale de la Recherche) et européens (Horizon 2020, NER 300, Interreg). Cet effort pour l'innovation et la recherche dans le domaine des énergies de la mer s'inscrit dans une logique collective d'innovation et de structuration, avec l'accompagnement des acteurs français suivants : l'ADEME (programmes d'AMI en soutien à la mise en place des fermes pilotes et au développement des briques technologiques), le CORICAN, les Pôles de Compétitivité Mer Méditerranée et Mer Bretagne Atlantique, le Pôle de compétitivité EMC2, France Énergies Marines (FEM), l'IRT Jules Verne, WeAMEC (voir ci-dessous), les écoles, les Universités et les laboratoires de recherche.

TROIS INITIATIVES POUR LA RECHERCHE, LE DÉVELOPPEMENT ET L'INNOVATION SUR LA THÉMATIQUE DES ÉNERGIES DE LA MER, AU NIVEAU SOIT RÉGIONAL, SOIT NATIONAL :

FRANCE ENERGIES MARINES

France Énergies Marines (FEM) a été mis en place pour promouvoir et accompagner le développement des technologies des Énergies Marines Renouvelables en France. Regroupant la majorité des acteurs industriels, académiques et publics impliqués dans le développement des énergies de la mer sur le territoire métropolitain et d'outre-mer, FEM a défini sa feuille de route avec ses membres dans l'objectif de réaliser l'optimisation souhaitable entre le besoin industriel court et

moyen-terme, le savoir-faire académique et la mise en valeur des écosystèmes régionaux.

Les investissements d'avenir soutiennent cette démarche dans le cadre du programme des Instituts de Transition Énergétique (ITE). Au travers d'un appel à projet annuel, établi avec France Énergies Marines, l'État contribue aux moyens nécessaires pour mettre en place cette stratégie. Le fonctionnement est fondé sur un partenariat public/privé incluant un fort soutien des Régions

littorales. Les membres opèrent ensemble des projets de R&D, instruits et validés par des comités internes qui en vérifient la pertinence scientifique et l'intérêt technico-économique, puis sélectionnés par l'Agence Nationale de la Recherche. Ces projets, dont le budget total atteint aujourd'hui 14 M€, permettent le développement de méthodes, de moyens et d'analyses des

données qui sont ensuite utilisés par les établissements dans le cadre des études préalables, les industriels dans le cadre de l'installation des parcs, de l'optimisation de ces parcs ainsi que pour l'optimisation des composants et des collectivités territoriales dans le cadre de leur politique régionale.

LA FEUILLE DE ROUTE DE FRANCE ÉNERGIES MARINES

Outils et méthodes de caractérisation de site (5 projets principaux – 6 M€)

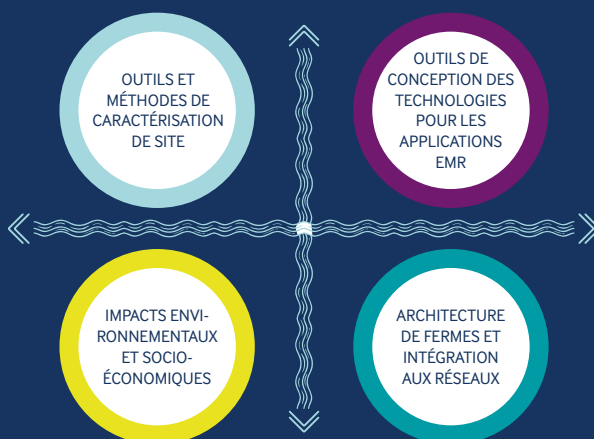
L'objectif est de disposer de moyens de mesures, de méthodes de caractérisation et de simulation permettant de fournir une description précise de l'environnement physique (ressources en vent, houle, courant, température) et des fonds marins des sites propices à l'installation des parcs pour les énergies de la mer.

Outils de conception des technologies pour les applications EMR (9 projets principaux – 6 M€)

L'objectif est de disposer de méthodes de caractérisation et de simulation permettant d'optimiser le dimensionnement, le fonctionnement et la maintenance des structures et de leurs composants par une meilleure maîtrise des comportements en milieu marin.

Impacts environnementaux et socio-économiques (7 projets principaux – 4 M€)

Ce programme poursuit le double objectif d'identifier les réels enjeux écologiques et socioéconomiques susceptibles d'être posés par les projets d'énergies de la mer puis de développer des outils et méthodologies permettant de les mesurer, qualifier, analyser, et prédire.



Architecture de fermes et intégration aux réseaux (1 projet – 0,5 M€)

Ce programme vise à développer les outils et méthodologies qui permettent d'optimiser le déploiement de parcs EMR et leur intégration au réseau électrique d'un point de vue technico-économique.

Ces projets sont menés sous forme collaborative, dans le but de faire évoluer les moyens et les méthodes pour avoir des outils moins chers, plus précis et plus rapides, qui sont ensuite utilisés par ceux qui réalisent les études techniques préalables et par les industriels pour, par exemple, optimiser les emplacements des machines.

France Énergies Marines participe de manière active aux instances dédiées avec des acteurs tels que les syndicats professionnels (FEE et SER en France), clusters académiques ou industriels, instances de certification, associations européennes et internationales. L'objectif est multiple et permet d'apporter à un maximum d'acteurs une connaissance des principales activités de R&D, des évolutions du marché,

ainsi qu'une contribution française à l'évolution normative basée sur des méthodologies développées dans nos projets. FEM participe à la définition des stratégies européennes et internationales visant le déploiement de la filière et fait ainsi bénéficier les acteurs français de son réseau international.

Pour en savoir plus : www.france-energies-marines.org



WEAMEC

Le WEAMAC fédère l'écosystème des Énergies Marines Renouvelables des Pays de la Loire dans les domaines de la Recherche, de l'Innovation et de la Formation, **avec quatre axes prioritaires** :

- Développer l'éolien posé, en particulier en conditions extrêmes et complexes (sols durs, houle de forte amplitude, etc.) ;
- Accélérer le développement de l'éolien flottant ;
- Prendre de l'avance sur les technologies d'énergies de la mer moins matures, comme l'hydrolien, l'énergie thermique des mers (ETM) et l'énergie houlomotrice ;
- Développer des briques technologiques innovantes pour ces différentes technologies.

Le WeAMEC regroupe une trentaine d'établissements et de laboratoires de recherche (dont l'École Centrale de Nantes, l'Université de Nantes, l'IRT Jules Verne, le pôle EMC2, etc.) et une cinquantaine d'entreprises au niveau ligérien. Plus de 100 entreprises au niveau français et international collaborent avec les acteurs académiques et industriels du WeAMEC.

Des moyens d'essais structurants permettent aux partenaires ligériens de l'écosystème WEAMEC d'opérer plus de 150 projets financés par de nombreux guichets régionaux, nationaux, européens et internationaux et représentant un portefeuille de plus de 50 M€ de projets sur la période 2015-2020. Environ 300 Ingénieurs et Chercheurs sont impliqués dans ces travaux, uniquement chez les partenaires académiques, ce qui correspond à 150 personnes travaillant à temps plein sur la thématique au sein de l'écosystème.

Pour en savoir plus :

West Atlantic Marine Energy Center
www.weamec.fr



Essais de l'éolienne offshore flottante Winflo au bassin d'essais de l'Ifremer à Brest. Les partenaires de Winflo sont : NASS&WIND (Lorient), DCNS, VERGNET (Orléans), ENSTA Bretagne (Brest) et Ifremer (Brest).
Lieu : Brest Année : 2011

L'INSTITUT DE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE JULES VERNE

Né en 2012 dans le cadre du Programme d'Investissement d'Avenir, l'Institut de Recherche Technologique Jules Verne est un centre de recherche mutualisé dédié aux technologies avancées de production pour quatre secteurs industriels clés : l'aéronautique, le naval, les transports terrestres, l'énergie, dont les énergies de la mer. Focalisé sur les besoins industriels de ses membres, pour optimiser leurs procédés de transformation de matériaux métalliques et composites, l'IRT Jules Verne s'appuie sur des équipes de recherche mutualisées (internes + académiques + industriels), et sur un ensemble d'équipements exclusifs allant jusqu'à des démonstrateurs à l'échelle 1, au sein de plusieurs plateformes technologiques, dont Technocampus Ocean dédié aux structures métalliques offshore. L'IRT Jules Verne a mis en place depuis 2012 des projets en matière de matériaux et de simulation numérique pour faire face aux enjeux technologiques liés aux énergies de la mer qui ont donné des résultats significatifs pour les industriels STX, DCNS, Adwen ou GE avec l'aide des nombreux instituts R&D impliqués comme l'ECN. Depuis le lancement, 70 projets ont vu le jour représentant 117 M€ de co-investissements public-privé

Pour en savoir plus : www.irt-jules-verne.fr

6.3. Sites d'essais

Fiche élaborée en partenariat avec l'École Centrale de Nantes et SEENEHO



PRESENTATION DES SITES D'ESSAIS SEM-REV ET SEENEHO

Entre les tests en laboratoire qui mobilisent parfois des moyens d'essais en nombre (bassins, souffleries, veines de courant, etc.) et les parcs commerciaux ou voire même les fermes pilotes qui permettent de tester plusieurs machines, les sites d'essais permettent aux entreprises qui développent des systèmes d'énergies de la mer de valider techniquement leurs démonstrateurs à l'échelle réelle, afin de valider ou de modifier le design et/ou les procédés d'installation et d'intervention en mer (voir Lexique, point 2 du rapport). En France, des sites ont été déployés en ce sens et permettent à la fois la maturation des technologies émergentes et l'innovation des technologies plus matures.

En France, à différents niveaux de la chaîne de développement, ces moyens d'essais sont une première étape pour tester les prototypes à échelle réduite (IFREMER, Réseau ENSAM Paritech, CSTB 44, École Centrale de Nantes, DGA Val de Reuil, Centrale Marseille, etc.). Des prototypes sont testés à terre (site du Carnet du Grand Port Maritime de Saint-Nazaire pour l'éolien) et en mer (site de Fromveur-Ouessant pour l'hydrolien).

Le test des technologies en conditions réelles d'utilisation, c'est-à-dire sur un site d'essais en conditions naturelles, est une étape primordiale. En France, trois sites d'essais sont opérationnels et ont pour objectif d'accueillir différents types de technologies : le site en mer du SEM-REV au large du Croisic (Région Pays de la Loire) pour les démonstrateurs houlomoteurs flottants ancrés et pour les éoliennes offshore flottantes ; le site en estuaire

SEENEHO Bordeaux (Région Nouvelle-Aquitaine) qui permet quant à lui de tester les technologies de type hydrolien marin à échelle réduite ou fluvial/estuarien à pleine échelle ; et le site essai/pilote de Paimpol-Bréhat pour les technologies hydroliennes.

DES SITES D'ESSAIS DÉJÀ OPÉRATIONNELS : UN ATOUT FRANÇAIS

Le site d'essai SEM-REV est le seul site d'essais multi-technologies EMR en France. Il dispose d'ores-et-déjà des autorisations administratives nécessaires, notamment la concession d'utilisation du Domaine Public Maritime (DPM). Les différentes autorisations et permis obtenus ont constitué un processus long et complexe. SEM-REV peut aujourd'hui accueillir les dispositifs EMR sans dossier spécifique soumis à approbation et son corollaire, des délais d'instruction (seules les démarches permettant de prévenir les différents acteurs et d'assurer la sécurité sont nécessaires). Cela présente un caractère différenciant fort par rapport aux sites d'essais en mer étrangers (EMEC par exemple) qui sont sujets à des demandes d'autorisations spécifiques pour chaque dispositif qu'ils prévoient d'installer.

Le site d'essais pour l'hydrolien estuarien SEENEHO dispose également de son autorisation administrative ; il s'agit d'une Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) de 7 ans pour accueillir jusqu'à 3 hydroliennes fluviales ou marine.

Le site essai/pilote de Paimpol-Bréhat permet, grâce à un raccordement électrique opérationnel, de tester des démonstrateurs d'hydroliennes.

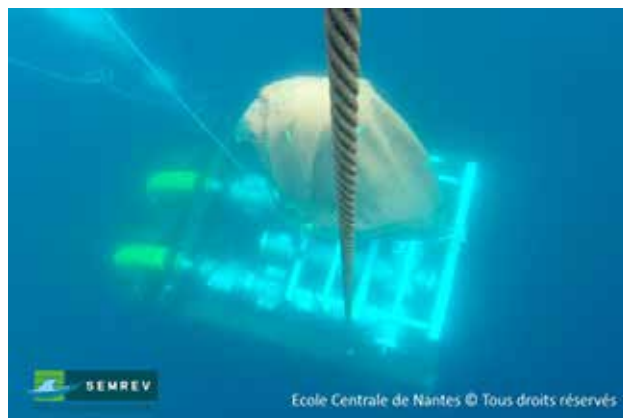
FOCUS SUR LE SITE D'ESSAIS EN MER SEM-REV

Financement du site d'essais

L'ingénierie financière était le challenge majeur. Il a été relevé par l'intégration du site d'essais dans un CPER (Contrat Plan Etat Région). Le financement principal a été apporté par la Région Pays de la Loire et a été complété par le Département de Loire Atlantique, le FEDER (Fond Européen de Développement Régional) et les contributions du CNRS et de l'Ecole Centrale de Nantes (ECN). La dernière brique que constitue le système de raccordement sous-marin est cofinancée directement par le Programme des Investissements d'Avenir (PIA), via l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), à hauteur de 50%, par la Région Pays de la Loire (900 k€) et par l'ECN (1.3 M€). Le budget final des investissements atteint environ 19M€.

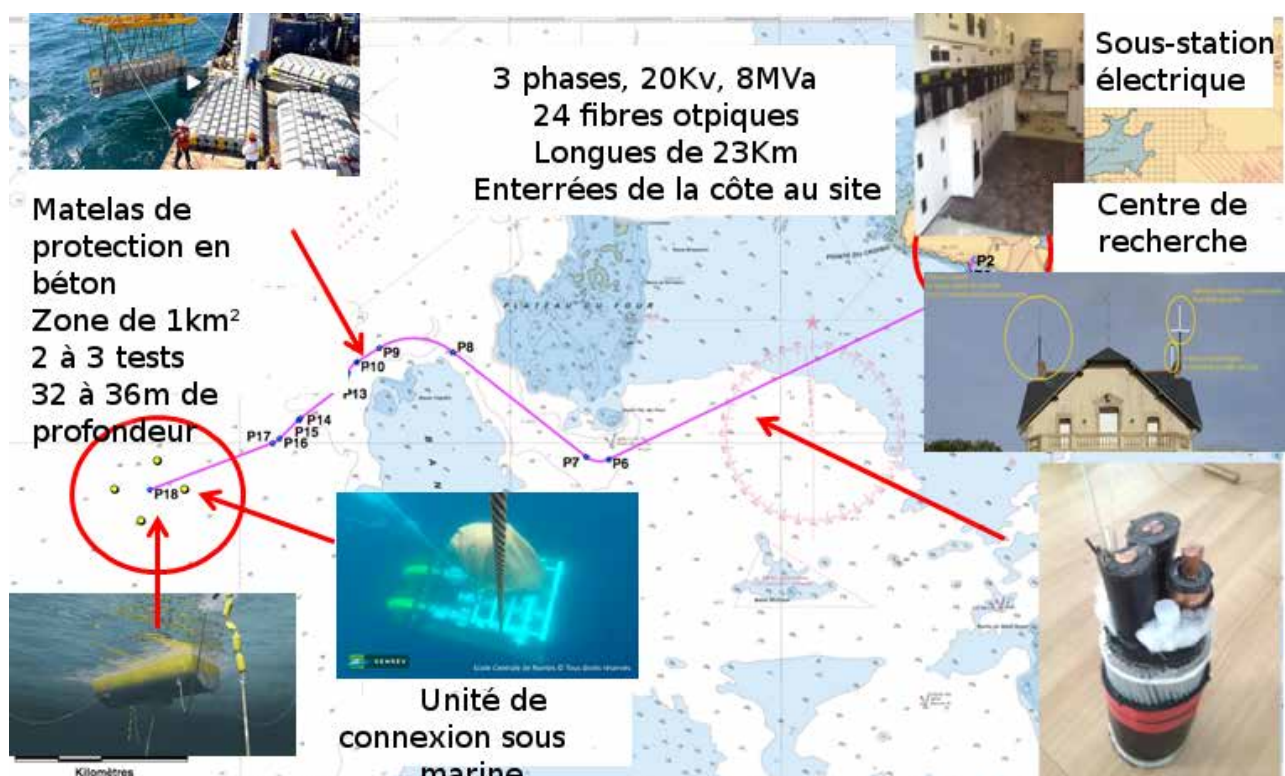
Présentation du site d'expérimentation et choix de la localisation

Le site SEM-REV est situé à 12 miles nautiques au large du Croisic et présente une surface d'un km². Le câble d'export de 8 MW présente une longueur de 23 km. Le choix du site en mer a été fait sur des critères physiques (localisation, dimensions, profondeur d'eau, nature du sol), vis-à-vis des autres usagers (pêche en particulier) et de l'impact environnemental. SEM-REV étant destiné initialement au test de systèmes houlomoteurs flottants ancrés, ces choix ont été guidés par la ressource en énergie des vagues, la nature du sol, un benthos peu riche, une emprise la plus faible possible. Le site étant très ouvert aux vents et aux houles d'ouest de l'Atlantique, et les flotteurs de houlomoteurs et d'éoliennes flottantes étant de dimensions voisines, l'extension aux tests d'éoliennes flottantes est apparue rapidement pertinente. Le site SEM-REV prévoit en effet l'installation d'une éolienne flottante dans le cadre du projet européen Floatgen et d'un système houlomoteur développé par Geps Techno (ainsi que le test d'un système de transmission de puissance développé par Pytheas Technology). Sur le site d'essais en mer SEM-REV, les premiers utilisateurs seront accueillis à partir de l'été 2017.



LES OBJECTIFS

- Assister les développeurs de briques technologiques EMR de la 1ère idée à la validation en conditions réelles par l'expertise basée sur les outils numériques et expérimentaux ;
- faciliter l'accès des développeurs aux grands bassins d'essais et aux sites d'essais en mer ;
- favoriser l'utilisation des sites d'essais français par les industriels français ;
- permettre une chaîne de développement complète ;
- donner accès aux méthodes et moyens d'analyse et de suivi des impacts environnementaux ;
- vérifier la fiabilité des composants EMR en conditions réelles et sur de longues durées et optimiser les procédures et les coûts de maintenance ;
- disposer de données pour améliorer les méthodes et les normes de conception



Programmes de recherche liés au site d'expérimentation SEM-REV

SEM-REV est un moyen d'essais s'inscrivant dans le développement de grandes infrastructures de recherche française, utilisable par les organismes de R&D nationaux et internationaux dont l'ECN et France Energies Marines. Il est apparu indispensable de l'intégrer dans un programme de R&D couvrant les différents domaines de l'exploitation des énergies de la mer.

- Axe 1 : Paramètres de l'environnement marin, pour la ressource, le dimensionnement et l'impact environnemental des EMR
- Axe 2 : Technologies de production des énergies de la mer et de stockage (Éoliennes flottantes, Houlomoteurs, Technologies hybrides)
- Axe 3 : Conversion, Transport et Stockage d'énergie
- Axe 4 : Surveillance, Sécurité, Maintenance et Opérations en mer, Formation

FOCUS SUR LE SITE EXPERIMENTAL ESTUARIEN SEENEOH

Localisation

Le Site d'Essais Expérimental Estuarien National pour l'Essai et l'Optimisation d'Hydroliennes (SENEOH) est situé sur la partie fluviale de l'estuaire de la Gironde en plein cœur de la Ville de Bordeaux. Ce site de 7 hectares, est soumis à de très forts courants de marées (max. 3,6 m/s).

Modèle économique

Ce projet a reçu le soutien du Programme des Investissements d'Avenir / Commissariat Général à l'Investissement en tant qu'Institut de la Transition Énergétique (ITE) coordonné par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

Le montant des investissements s'élève à 3 M€ porté par les partenaires du projet au travers des contributions financières, des subventions et des avances remboursables. Le tour de table du projet a été bouclé le 25 janvier 2017 avec la contribution de la Caisse des Dépôts et Consignation. La répartition des investissements entre partenaires publics (65%) et privé (35%) correspondent aux règles communautaires appliquées aux projets de recherches et développement.

Planning

Le site entrera alors en mise en fonctionnement opérationnel pour un accueil des premiers utilisateurs à l'été 2017.



Contexte International

Dans un contexte international, le site d'essais en mer SEM-REV collabore étroitement avec les sites d'essais en mer leaders au niveau européen (EMEC (Ecosse), Smartbay (Irlande), TTC (Pays-Bas) et Ocean Energy Europe, au travers d'un projet européen nommé FORESEA présentant un budget de 10.8 M€. Le projet européen FORESEA constitue une réponse concrète à ce besoin de financement des entreprises, avec jusqu'à 60% des coûts des tests en mer pris en charge. FORESEA est destiné aux développeurs qui souhaitent tester des technologies EMR, des sous-systèmes, des composants, des solutions d'ingénierie ou des produits propres. Un autre aspect du projet est de définir les axes de développement des sites d'essais afin de rester leaders au niveau mondial et de se développer en phase avec les besoins des industriels en termes de tests en mer.

LES OBJECTIFS

SENEOH permet de proposer un test en milieu naturel aux entreprises qui développent des technologies d'hydroliennes (turbinières) en proposant :

- Suivi de performance énergétique et certifications (coordonné par le groupe VALOREM)
- Suivi d'impact environnemental et certification (coordonné par Energie de la Lune)
- Suivi mécanique (coordonné par CERENIS)
- Opérations & maintenance (coordonné VALEMO, groupe VALOREM)

Le site permet de tester 3 technologies d'hydroliennes raccordées simultanément au réseau électrique par l'intermédiaire de trois emplacements pour une capacité totale de 250 kW. Ces emplacements fournissent à son utilisateur un raccordement électrique (Injection – soutirage – fibre optiques pour les données techniques), des capteurs océanographiques, un système de monitoring, des ancrages, des coffres flottants pour QUEBEC & BRISTOL ainsi qu'une plateforme flottante pour BILBAO.

Le site de test SENEOH adresse ses services aux développeurs d'hydroliennes souhaitant tester :

- Des démonstrateurs pleine échelle de l'hydrolien fluvial et estuarien;
- Des démonstrateurs d'échelle intermédiaire de l'hydrolien océanique.

FOCUS PAIMPOL-BREHAT

Paimpol-Bréhat : l'innovation et la démonstration à l'échelle d'une ferme d'hydroliennes

Depuis 2012, un démonstrateur a été lancé par EDF à Paimpol-Bréhat en Bretagne en immergeant un premier prototype d'une puissance de 0.5MW, conçu par la société Open-Hydro (filiale de DCNS-Energies). Un deuxième prototype a ensuite été positionné à côté du premier en mai 2016 avant que l'ensemble de la ferme ne soit raccordée au réseau national de distribution d'électricité. Enfin, dans le cadre des investissements d'avenir (appel à projet 2016 de l'ADEME), la société Hydroquest et son partenaire industriel Constructions Mécaniques de Normandie (CMN), viendront bénéficier du raccordement électrique avec un démonstrateur de 1 MW attendu fin 2017. Ainsi ces deux technologies pourront bénéficier d'un retour d'expérience in situ sur un site mutualisé.

6.4. Les projets à l'outre-mer

Fiche élaborée en partenariat avec Énergie de la Lune



LES ÉNERGIES DE LA MER : UNE SOLUTION POUR LES ÎLES ET LA FRANCE ULTRAMARINE

DES SITES D'ESSAI DÉJÀ OPÉRATIONNELS : UN ATOUT FRANÇAIS

La France ultramarine cumule de très nombreux atouts et défis pour accueillir les énergies de la mer.

- **SA SUPERFICIE**

Avec plus de 10 millions de km² (ZEE), elle lui permet d'être dotée de ressources naturelles pour développer toutes les énergies de la mer.

- **SON BILAN CARBONE À AMÉLIORER**

Seuls ces territoires continuent à être alimentés principalement par des centrales thermiques au charbon et au fioul.

- **SON COÛT DE PRODUCTION DE L'ÉNERGIE ÉLEVÉ**

Quelques exemples :

- **Martinique / Guadeloupe / Réunion** : centrales thermiques bagasse / charbon et fioul : entre 150 et 250 €/MWh
- **Mayotte** : centrales thermiques au fioul : 300 €/MWh
- **Polynésie française** : centrales thermiques au fioul : 360 €/MWh (lissé sur l'ensemble des archipels)

- **SA DÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE ET SON APPROVISIONNEMENT À SÉCURISER.**

Les Outre-mer dépendent à 90 % de ressources fossiles importées et n'ont pas de solution de substitution. Développer de nouvelles sources de production locale permettrait de diversifier cet approvisionnement, tout en apportant des solutions à la faiblesse du réseau électrique dans certaines zones isolées subissant des temps de coupure (69 jours de coupure par an en Guadeloupe, 103 en Martinique).

Ce qui apparaît comme des handicaps sont autant d'atouts pour développer les énergies de la mer qui peuvent apporter autonomie et sécurité énergétique, baisse des coûts et réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les énergies de la mer peuvent également devenir un levier de croissance locale et de création d'emplois durables. Les Outre-mer français disposent d'acteurs nombreux, dynamiques, déjà « maritimisés » et innovants. Ces territoires sont au cœur de marchés porteurs qui sont autant d'opportunités pour les entreprises européennes (les Antilles, l'océan Indien et le Pacifique).

Plusieurs îles se sont déjà lancées dans la course mondiale à la maîtrise des systèmes énergétiques isolés. Le marché des îles est un marché mondial. La France doit tirer parti de ses Outre-mer pour en devenir le leader.

MÊME ENCORE ÉLEVÉ, LE COÛT DES ÉNERGIES DE LA MER RESTERA EN MOYENNE INFÉRIEUR AU COÛT ACTUEL DE L'ÉNERGIE TOUT EN LUTTANT EFFICACEMENT CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE.

Le nouveau modèle énergétique, centré sur le déploiement de ressources locales marines, est prêt à être mise en place dans les outre-mer. Dans certains cas, ce modèle a déjà trouvé sa place à l'étape de démonstration de briques technologiques. Ce fut le cas à La Réunion avec un démonstrateur ETM à terre et un dispositif houlomoteur semi-immersé de DCNS. En Guyane, le démonstrateur d'hydrolienne fluviale d'Hydroquest et avec le concours d'EDF SEI, fournissent de l'électricité à une zone non interconnectée. Ce modèle de fourniture à des sites isolés est appelé à se développer aux bénéfices de passes d'atolls. A l'étape pilote, l'ETM bénéficiera du soutien de l'Europe (NER 300) en Martinique pour un premier pilote d'ETM avec Akuo Energy et DCNS Energies. A l'échelle de produits en exploitation commerciale, les dispositifs de SWAC sont nombreux en Polynésie Française pour les besoins calorifiques d'hôtellerie. L'éolien flottant est également appelé à se développer aux Caraïbes grâce à l'exceptionnelle ressource des alizées. Nul doute que l'expérience des projets pilotes, promis à la France métropolitaine, sauront s'exporter rapidement à ces latitudes.

GUYANE



ÎLE DE LA RÉUNION



MARTINIQUE



GUADELOUPE



MAYOTTE



POLYNÉSIE FRANÇAISE



● PARC COMMERCIAL

● FERME PILOTE

○ PROJET

● SITE D'ESSAIS



ZOOM SUR : LA POLYNÉSIE FRANÇAISE

La Polynésie Française est certainement le territoire ultra-marin ayant le plus de projets EMR. Leurs développements s'appuient sur les atouts polynésiens de ressource très diversifiée, de besoins restreints et d'un fort soutien territorial. Sur ce dernier point, le plan climat Energie adopté en 2015 par le gouvernement d'Edouard Fritch, soutient le développement des énergies de la mer au stade expérimental, pilote ou commercial.

- SWAC commerciaux sur l'archipel de la Société (îles de Bora Bora et de Tetiaroa) et en projet pour couvrir une part des besoins calorifiques de centre hospitalier de Polynésie Française.
- ETM en projet sur l'île de Tahiti.
- Houlomoteur Potentiel intéressant sur certains sites notamment pour le projet de centrale pilote de Papara sur la côte sud de Tahiti (houle caractérisée).
- Hydrolien au stade d'études caractérisation de la ressource : en cours dans les passes Tairapa (atoll de Manihi - Tuamotu) et Teauonae (atoll de Takarua - Tuamotu). La passe de Kaki (atoll de Hao - Tuamotu) ayant déjà fait l'objet d'une caractérisation.

Caractérisation de la ressource hydrocinétique
Atoll Takarua – Archipel des Tuamotu

6.5. Les projets à l'international

Fiche élaborée en partenariat avec Ocean Energy Europe et WindEurope

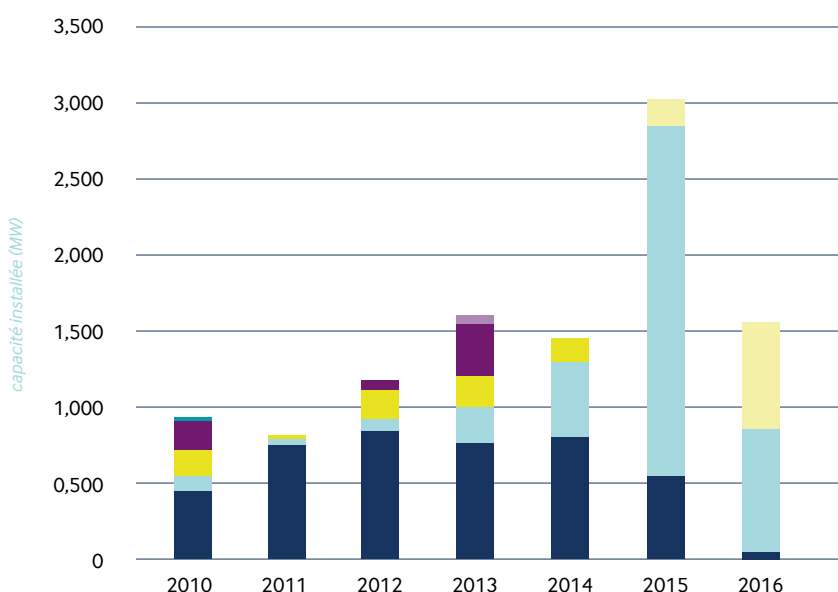


DYNAMIQUE MONDIALE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES DE LA MER

Le marché des énergies de la mer est une opportunité forte pour la France, tant sur le plan européen qu'à l'échelle mondiale. De par leurs activités d'exportation déjà existantes (sous-stations électriques, turbines, couronnes d'éoliennes, protection de câbles, navires de service, métallurgie, prestations d'ingénierie, etc.), les entreprises françaises montrent aujourd'hui qu'elles sont compétitives et peuvent rencontrer de beaux succès dans cette filière. À horizon

2023, la France vise une capacité de 3 GW sur l'éolien offshore et permet ainsi aux acteurs de la filière de se projeter facilement sur la demande future. Cette ligne directrice est partagée par le Royaume-Uni (10 GW minimum en 2020) et les Pays-Bas (3 à 5 GW installés par an).

LA DYNAMIQUE EUROPÉENNE POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ÉOLIEN EN MER POSÉ



Aujourd'hui, l'éolien posé représente en Europe la quasi-totalité de l'électricité produite en mer. Les 3 589 turbines européennes réparties sur 81 sites connectés et d'une puissance de 12,6 GW alimentent un réseau de 10 pays (au 31/12 2016, rapport EWEA 2017). Malgré une baisse de 48 % des installations effectuées en 2016, de nombreux projets sont en cours de construction et ajouteront 4,8 GW de puissance installée supplémentaires en 2017. L'augmentation de 30% des investissements financiers entre 2010 et 2016 sur cette technologie prouve bien la dynamique croissante de la filière. Le marché européen devient mondial, comme le montre l'installation d'éoliennes posées aux États-Unis mais aussi au Japon et à Taïwan en 2016.

S'il est difficile de comparer les investissements réalisés par les développeurs étrangers et français du fait de nombreuses différences dans la planification des appels d'offres*, il est tout de même possible de mettre en avant les principaux leviers qui permettent la réduction des coûts des parcs éoliens en mer : 20 ans de retour d'expérience en mer du Nord, augmentation du volume (plus d'éoliennes installées), meilleure visibilité (agenda), innovations (augmentation de la puissance unitaire des turbines par exemple), meilleure localisation des sites (zones plus venteuses, courants marins moins importants), procédures administratives plus légères et cadre juridique favorable aux porteurs de projets, prise en charge du raccordement par l'État.

**En France, la procédure d'appel d'offres dans son ensemble (autorisations à obtenir postérieurement à l'appel d'offres notamment) est plus complexe et plus longue, rendant le risque du développement d'un projet offshore et son coût plus importants. Le coût du raccordement du parc au réseau électrique est également à la charge du développeur en France. Au Danemark par exemple, l'État planifie et finance le raccordement.*

LA DYNAMIQUE MONDIALE POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ÉOLIEN EN MER FLOTTANT

L'éolien flottant est un nouveau marché propice sur le plan mondial. Cette technologie présente aujourd'hui un potentiel de gisement exploitable de 3 000 GW dans le monde. Les professionnels français des énergies de la mer visent un objectif de 6 GW à l'horizon 2030 (FEE et SER). Avec ses quatre projets de fermes pilotes en Bretagne et sur la Méditerranée, la France se positionne comme un acteur incontournable dans le développement de cette technologie.

Arkona, Écosse (PC)	Faraman, France (FP)
Statoil	EDF EN – ENGIE
5 éoliennes de 6 MW	3 éoliennes de 8 MW

Maine, USA (FP)	Gruissan, France (FP)
Emera	Quadran
2 éoliennes de 6 MW	4 éoliennes de 6 MW

Groix, France (FP)	Leucate, France (FP)
DCNS	EFGL
4 éoliennes de 6 MW	4 éoliennes de 6 MW

Fukushima, Japon	Viana do Castelo, Portugal
Marubeni	WindFloat Atlantic
2 éoliennes de 7 MW	4 éoliennes de 6 MW

FP = Ferme pilote, PC = Parc commercial

Une étude menée par WindEurope en 2015, basée sur les prévisions des industriels de la filière de l'éolien en mer, prévoit une capacité totale européenne installée en 2030 de 66 GW selon le scénario moyen. Un scénario plus optimiste envisage une puissance cumulée de 98 GW dans les eaux européennes. La France, avec ses 4 parcs en prévision, et dont la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) et ses quatre parcs en prévision, apparaît comme élément moteur de la filière à travers le monde. Depuis cette annonce, des pays comme les Pays-Bas ou la Grande-Bretagne ont affiché des ambitions fortes en termes d'objectifs de capacité à installer pour l'éolien en mer. En France, la PPE a posé une ambition de base pour l'éolien flottant à hauteur de 3 GW.



DYNAMIQUE PRÉSENTE ÉGALEMENT DANS LES ÉNERGIES MARINES

Les dernières analyses concordent avec les scénarii de l'industrie et indiquent que quelques 337 GW de capacité houlomotrice et hydrolienne pourraient être déployés dans le monde à l'horizon 2050. Presque un tiers, 100 GW, serait en Europe. Un tel déploiement produirait quelques 350 TWh d'électricité par an - assez pour fournir 10% de la consommation de l'Union européenne.

Selon Carbon Trust, un tel marché mondial générerait quelques 653 milliards d'euros d'investissements d'ici 2050, avec un marché annuel atteignant jusqu'à 53 milliards d'euros. A ces chiffres, il faut ajouter le potentiel que représentent les autres sources d'énergie marine.

L'énergie osmotique et l'énergie thermique des mers sont des technologies moins avancées, mais qui peuvent également augmenter significativement la capacité de production d'électricité du continent Européen pour l'un, et les territoires européens d'outremer pour l'autre. Les usines marémotrices, représentent en outre en Europe, un potentiel de 20 GW à 30 GW, que ce soit sous forme de barrage, comme la centrale de La Rance (France, 1966), ou de lagon, comme le projet proposé à Swansea, UK. Bien que leur déploiement soit géographiquement plus limité, cette technologie mature pourrait produire l'équivalent électrique de 10 à 15 centrales nucléaires. Chacune de ces technologies offre un profil de production horaire différent, créant ainsi une complémentarité et une facilité d'intégration dans le réseau.

En parallèle au développement de technologies destinées à des parcs de taille industrielle, se développent également des solutions adaptées aux besoins de communauté locales ou isolées. Des machines houlomotrices et marémotrices de plus petite taille (50-250 kW) sont déjà concurrentielles dans les îles ou les zones utilisant un réseau isolé et une production électrique par groupes électrogènes. Les énergies marines peuvent en sus d'une réponse aux besoins en énergie, apporter des services complémentaires tels la désalinisation, la climatisation ou l'aquaculture en mer.



2016 - LES PREMIÈRES FERMES HYDROLIENNES

En 2016, l'industrie des énergies marines a passé un cap : suite au déploiement de machines individuelles et de prototypes, les premières fermes pilotes hydroliennes ont vu le jour.

MeyGen, Ecosse Atlantis Resources 4 hydroliennes de 1.5 MW	Paimpol Bréhat, France DCNS et EDF 2 hydroliennes de 0.5 MW
Oosterscheldedam, Pays Bas Tocado 5 hydroliennes de 0.24 MW	Shetland Tidal Array, Écosse Nova Innovation 5 hydroliennes de 0.1 MW
Bay of Fundy, Canada DCNS – Emera 2 Hydroliennes de 1 MW	Okinawa, Japon DCNS 1 hydrolienne de 3MW
Ouessant, France (FP) Sabella 1 hydrolienne de 37 KW	Raz-Blanchard, France (FP) Normandie Hydro 7 hydroliennes de 2 MW

LE HOULOMOTEUR POINTE LE BOUT DE SON NEZ

Si le secteur houlomoteur est un peu moins avancé techniquement que l'hydrolien, de nombreux projets ont été mis à l'eau ou lancés en 2016.

Le succès de ces projets ouvrira la voie au déploiement de fermes houlomotrices dans les prochaines années.

Projet CEFOW, Ecosse Wello Machine de 1 MW	Peniche, Portugal AW Energy Machine de 0.35 MW
Pantelleria, Italie Wave for Energy Machine de 0.2 MW	

DÉVELOPPEMENT BINAIRE DE L'ETM (ÉNERGIE THERMIQUE DES MERS)

L'ETM a fait son apparition au milieu du 20ème siècle sans pour autant pouvoir se développer face à la domination des énergies fossiles. En revanche, depuis la reprise des recherches dans ce domaine, deux pays se mettent en avant : la France et les États-Unis. En effet, DCNS développe un projet pour la Martinique avec une centrale de 16 MW, technologie qui pourra être exportée sur différentes régions tropicales. De l'autre côté de l'Atlantique, Makai a mis en place une usine de 105KW à Hawaï qui peut fournir en électricité 120 foyers sur l'île. De plus, Makai travaille actuellement sur le projet d'une centrale de 100 MW qui pourrait alimenter 120 000 foyers.

Malaisie DCNS Démonstrateur	Îles Vierges, USA OTE Corp Centrale Pilote
Îles Adaman, Inde DCNS Centrale Pilote	

L'INDUSTRIE EUROPÉENNE LEADER SUR UN MARCHÉ MONDIAL CROISSANT

En dehors des frontières de l'UE, les opportunités pour les énergies de la mer se multiplient. Nombre de pays se tournent vers ce secteur pour subvenir à leurs besoins futurs en énergie et éviter une dépendance énergétique des pays voisins. L'industrie Européenne, de par son avance technologique, est en première ligne sur le marché mondial. Nombre d'entreprises européennes développent des projets houlomoteurs, hydroliens ou thermiques en Asie, en Amérique du Nord et du Sud, et même en Afrique. Aux côtés des allemands de Schottel (Indonésie), les Écossais de Atlantis (Canada), ou encore les Suédois de Seabased (Ghana), l'industrie française a une place prépondérante : le déploiement d'hydroliennes DCNS au Canada et au Japon, les projets de Sabella aux Philippines et en Indonésie ou encore la coopération entre DCNS et ENEL Green Power pour le développement d'un centre de test au Chili sont autant de preuves des opportunités d'exportations d'une technologie encore à ses débuts.

SI CES MARCHÉS OFFRENT DES OPPORTUNITÉS INTÉRESSANTES POUR UNE INDUSTRIE EN POINTE, LA POSITION DOMINANTE EUROPÉENNE NE POURRA ÊTRE DÉVELOPPÉE ET MAINTENUE QU'AVEC DES POLITIQUES DE SOUTIEN ET LE DÉVELOPPEMENT D'UN MARCHÉ DOMESTIQUE.

ANNEXES



1. Méthodologie employée pour la réalisation de cette étude

1.1. Les indicateurs utilisés

L'objectif de cet Observatoire des énergies de la mer est de réaliser un état des lieux objectif de la dynamique de la filière des énergies de la mer française. Pour ce faire, il a été nécessaire de statuer sur les indicateurs qu'il était nécessaire de mettre en avant afin de relater de cette dynamique. Quatre indicateurs se sont avérés être pertinents pour atteindre ces objectifs :

- Le nombre d'emplois créés ;
- Le chiffre d'affaires généré ;
- Les investissements réalisés ;
- Les activités à l'export.

Ces indicateurs ont également été croisés avec le type de technologie d'énergies marines (incluant l'éolien posé et flottant).

1.2. Les données utilisées

RÉCOLTE DES DONNÉES BRUTES

Les données sur lesquelles reposent les analyses présentées dans cette étude ont été récoltées grâce à des questionnaires confectionnés en relation étroite avec les structures représentant les professionnels de la filière française des énergies de la mer (CMF, SER, FEE, GICAN), ainsi que les agences économiques régionales. Les trois questionnaires, correspondant à autant de catégories d'acteurs identifiées, ont ensuite été relayés par ces mêmes structures vers les entités cibles de cette étude.

UNITÉS ÉCONOMIQUES INTERROGÉES

La réalisation de trois questionnaires bien distincts avait pour but de cibler tous les acteurs de la filière française des énergies de la mer, tout en adaptant les questions à leur activité et à leurs spécificités. Les trois catégories d'acteurs ciblées étaient les suivantes :

- Les établissements de formation et structures de recherche et de développement ayant des activités en lien avec les énergies de la mer ;
- Les développeurs / exploitants des énergies de la mer ;
- Les entreprises prestataires ou fournisseurs des énergies de la mer.

1.3. Traitement statistique des données

L'analyse statistique descriptive des données a été réalisée via le logiciel Microsoft Excel®. Les 4 indicateurs précédemment cités ont été analysés à l'échelle des 3 catégories d'acteurs de la filière, ainsi qu'à l'échelle des territoires (limites administratives des régions françaises). En effet, afin de relater de la dynamique territoriale de la filière, des fiches « Régions » ont été réalisées et permettent ainsi de visualiser clairement les indicateurs déployés à l'échelle régionale.

1.4. Limites de la méthodologie employée

L'EXHAUSTIVITÉ DES DONNÉES : UN OBJECTIF DIFFICILE À ATTEINDRE DANS UN LAPS DE TEMPS RESTREINT...

L'objectif de cet Observatoire est d'avoir une image au 31 décembre 2016 de la filière française des énergies de la mer en termes d'emplois créés, de chiffre d'affaires généré et d'investissements réalisés. Bien que les 3 questionnaires aient été relayés par bon nombre de structures représentant les acteurs de la filière (clusters, agences régionales, Pôles mer, plateforme des CCI, etc.), l'exhaustivité n'a pas pu être atteinte du fait du bon vouloir des entreprises à répondre aux questionnaires. L'objectif de cette étude est bien de montrer la dynamique de la filière des énergies de la mer grâce à des chiffres les plus précis possible, sans aucune extrapolation de ces derniers.

...MAIS UN TAUX DE RÉPONSES PLUS QUE SATISFAISANT

Avec un total de 198 répondants (voir annexe 2), les résultats présentés dans ce rapport sont robustes et permettent de montrer la dynamique actuelle de la filière. 350 entreprises avaient préalablement été identifiées comme s'intéressant potentiellement aux énergies de la mer : numériquement, ce sont donc 60% de ces entreprises qui ont répondu à l'appel. 90% des entités incontournables pré-identifiées par les représentants professionnels de la filière ont répondu à ces questionnaires.

1.5. Des focus qualitatifs pour approfondir certaines thématiques liées au développement des énergies de la mer

Alors que les indicateurs développés au sein du rapport permettent de mettre en avant des chiffres relatant de la dynamique de la filière des énergies de la mer française, certaines thématiques n'ont pas pu être abordées ni être mises en évidence via les données brutes récoltées. C'est pourquoi il a été décidé de développer des focus qualitatifs qui permettent de décrire d'autres aspects du développement des énergies de la mer en France, mais aussi à l'international afin de mettre en perspective le marché français des énergies de la mer par rapport à ses voisins, et ce pour chacune des technologies évoquées dans ce rapport.

Les focus thématiques portaient donc sur les thèmes suivants (entre parenthèse sont identifiés les contributeurs ayant participé à la rédaction de ces fiches thématiques) :

- L'activité des ports et des sites de logistique (l'ISEMAR) ;
- Recherche et Développement (l'ITE France Énergies Marines) ;
- Sites d'essais (École Centrale de Nantes et SEENEHO) ;
- Les projets à l'outre-mer (Énergie de la Lune) ;
- Les projets à l'international (Ocean Energy Europe et WindEurope)

2. Liste des répondants

2.1. Structures et établissements ayant une activité de formation et de recherche et de développement en lien avec les énergies de la mer

Association pour la Formation Professionnelle des Adultes (AFPA)	Institut de Recherche Dupuy de Lôme (FRE CNRS 37 44 IRDL), UBO
Agence Française pour la Biodiversité	L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)
Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives (CEA)	Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels (LEGI)/CNRS
Cnam-Intechmer	Mercator Ocean
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)	Site d'Essais Expérimental Estuarien National pour l'Essai et l'Optimisation d'Hydroliennes (SENEOH)
École Centrale de Nantes	Université de Bretagne Occidentale (UBO)
École Centrale Marseille et laboratoire Irphé (UMR 7342)	Université de Nantes
École Nationale Supérieure Maritime (ENSM)	Université de Toulon
Institut de Recherche de l'École Navale (IRENav)	Laboratoire Ondes et Milieux Complexes - Université du Havre Normandie - CNRS
École Nationale Supérieure des Techniques Avancées (ENSTA) Bretagne	Université de Pau et des Pays de l'Adour
France Énergies Marines (FEM)	
IFP Énergies Nouvelles (IFPEN)	
Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR)	

2.2. Développeurs / Exploitants

Électricité de France Énergies Nouvelles (EDF EN)	EOLFI
ENGIE : actionnaire des sociétés ENGIE GREEN pour l'éolien flottant et Les Eoliennes en Mer de Dieppe-Le Tréport et Les Eoliennes en Mer des îles d'Yeu et Noirmoutier pour l'éolien en mer posé	Quadran
	SABELLA
	WPD Offshore

2.3. Entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur

Sur les 169 entreprises prestataires ou fournisseurs de la chaîne de valeur de la filière française des énergies de la mer, toutes n'ont pas souhaité apparaître dans cette liste.

8.2 Consulting AG	EEL ENERGY	Navigau Consulting
A.lepetit	Eiffage Métal	NEODYME
ABB France	EINEA - Selha Group	Neptune Services
ACMH	Energie de la Lune SAS	nke instrumentation
ACN-Normandie	Entech smart energies	OCTRA Transport & Engineering
ACOEM (01 dB-Metravib)	Epsilon Composite	OET
ACTEMIUM Cherbourg	ERIKS	Open Ocean SAS
ACTIMAR	ETT	Orange Marine
ADERA - Cellule Cohabys	EUROPE COMPOSITE & TECHNOLOGIES	OREKA INGENIERIE
ADWEN	Everoze	Oya Vendée Hélicoptères SAS
Agence développement innovation Nouvelle Aquitaine	EVIAA-MARINE	PEINTURES MAESTRIA
AKKA TECHNOLOGIES	FAST	PIRIOU
APAVE NO	FLOWERVE	PRINCIPIA SAS
ARTELIA	FMGC	Principle Power
ASSYSTEM	GE Offshore Wind	QOS Energy
ATELIER PICKING	GEPS TECHNO	Quiet-Oceans
Ateliers Presqu'île 3D	Grand Port Maritime de Bordeaux	Réseau DEF
Atlantique Scaphandre	Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire	Rollix-Defontaine
ATP2i (Assistance Technique Projets Industriels Internationaux)	Groupe LHD	RTE
BARDOT SA	Groupe Louis Dreyfus Armateurs	SAFT
BDM-Conseil	GS CONSULTING	Saipem sa
Becom-d	Guinard Énergies	SARL PSM
Bessé	G-tec	Schneider Electric
BlueSign	HACE, Hydro Air Concept Energie	Seal Engineering
BonAtoutMer	Hydrocap Energy Sas	SEANEO
Bouygues Bâtiment Grand Ouest	Hydroquest	Seaproof Solutions
BOUYGUES ENERGIES & SERVICES	IDEOL	SEAROV OFFSHORE
BRS	IDREVA	Setec in vivo
BUREAU MAURIC	INDICTA - M'Prime Energy	SGS QUALITEST Industrie
Bureau Veritas	INNOSEA	SHERPA Engineering
Caisse des Dépôts	INTERDRONES SERVICES	Siemens
Capacités SAS	International peinture	SINAY
CDK Technologies	JEFMAG	SM² Solutions Marines
Celadon / Sea Test Base	JEUMONT Electric	SNEF
Cellule de Suivi du Littoral Normand	JIFMAR	Société des Carrières de Cherbourg et du Cotentin
CERENIS	L'EMBEILLE	ST Industries
CHARIER	LEMER Fonderie	STAT Marine
CMN	Leroux & Lotz Technologies	STX
CNB avec la marque CNB PRO	London Offshore Consultants	SUEZ
COLAS Centre-Ouest	Groupe Louis Dreyfus Armateurs	TECHNIP
corrosion France	MACRO POP Engineering	TEXSYS
Creocean	MAREPOLIS, Conseil en politiques de la mer	THOMSEA
CRT MORLAIX	MECA	VALEMO
d2m Engineering	MENEC	VALOREM Marine Solutions
DAHER	METEO FRANCE	VDC OFFSHORE
DCNS Energies	MGH	Visionic
D-ICE ENGINEERING	MJ2 Technologies S.A.S.	
Dillinger France	Mojo Maritime France (groupe James Fisher & Sons)	
DNV GL	Multiplast	
DORIS Engineering	Nass&Wind Smart Services	
DYNAMOCEAN	Natural Power	
EcoCinetic		
Edeis		