



**Etude stratégique et économique relative au développement des
énergies marines renouvelables en Bretagne et Cornouailles
britannique**

ANNEXES

**A report prepared as part of the MERiFIC Project
"Marine Energy in Far Peripheral and Island Communities"**

Version finale – 22 avril 2014 – v2.0



PREAMBULE

Les principaux objectifs de cette mission réalisée entre septembre 2013 et avril 2014, se résument dans :

- **l'analyse des enjeux économiques** induits par le développement des énergies marines renouvelables (EMR) en Bretagne et Cornouailles britannique ;
- **la définition de recommandations de stratégie** associées à une vision long terme, ainsi qu'un **plan d'actions directement opérationnel** favorisant la coopération franco-britannique dans le cadre du projet MERiFIC.

L'expertise réunie pour ce projet est issue d'un **consortium défini autour d'entreprises reconnues dans le secteur des énergies et des EMR en particulier**, et positionnées de façon complémentaire sur les enjeux de développement des EMR, en France et à l'international :

- ✓ **ARTELIA** - leader européen de l'ingénierie, du management de projet et du conseil né de l'union de Coteba et de Sogreah – a mis à disposition de cette mission ses compétences en matière d'accompagnement des politiques énergétiques publiques régionales, ainsi que ses équipes ayant contribué à la réalisation d'études sur le marché des EMR, notamment sur l'évaluation des potentiels de la ressource, ou encore sur le développement du secteur portuaire.
- ✓ **INDICTA** - société de conseil en stratégie de référence dans les EMR, après plus de six années de travaux réalisés pour des industriels français et entités publiques nationales de premier plan ; les équipes du cabinet réunies autour de ce projet ont notamment contribué aux analyses économiques et financières des nombreux segments EMR en émergence, en intégrant la composante socio-industrielle et prospective de ces nouvelles filières.

ARTELIA et INDICTA ont conjointement piloté la phase d'analyse des enjeux, INDICTA la phase d'élaboration des recommandations de stratégie et ARTELIA le plan d'actions prioritaires.

Deux sociétés, l'une française et l'autre britannique, ont permis de renforcer ponctuellement l'analyse régionale des enjeux sur le périmètre MERiFIC :

- ✓ **INNOSEA** - bureau d'ingénierie français dédiée au secteur des EMR, a notamment contribué à l'analyse technique des projets régionaux et de leur dynamique d'innovation, ainsi qu'à l'analyse des métiers spécialisés et des formations. La société est une spin-off de l'Ecole Centrale de Nantes, qui détient une expérience de plus de 30 ans sur les EMR.
- ✓ **MARINE ENERGY MATTERS** - cabinet spécialisé dans les EMR aux Royaume-Uni, a apporté sa connaissance approfondie du Sud-Ouest britannique, et a plus spécifiquement contribué à mettre en évidence les synergies et complémentarités des acteurs économiques à valoriser entre la région Bretagne et la Cornouailles.

→ *Cette annexe accompagne le rapport de mission.*

SOMMAIRE

ANNEXE N°1 DE L'ETAPE 2 : ANALYSE DES ENJEUX REGIONAUX		10
1.1	Fiche n°1 : Développement industriel et économique	10
1.2	Fiche n°2 : Développement technologique et planification énergétique.....	26
1.3	Fiche n°3 : Education et formation	51
1.4	Fiche n°4 : Financement du déploiement des EMR	62
1.5	Fiche n°5 : Infrastructures portuaires	77
1.6	Fiche n°6 : Coopérations et enjeu de gouvernance.....	117
 ANNEXE N°2 DE L'ETAPE 2 : BENCHMARKS		 121
2.1	Retour d'expérience de la filière Eolien Offshore Posé	121
2.2	Financement des énergies renouvelables.....	131
2.3	Innovation technologique	140
2.4	Initiatives européennes de coopération dans le domaine des EMR	144
 ANNEXE N°1 DE L'ETAPE 3 : SYNTHESE DES ATELIERS DE TRAVAIL.....		 151
 ANNEXE N°2 DE L'ETAPE 3 : PROSPECTIVES MARCHES ET EVALUATION DES BENEFICES INDUSTRIELS ET SOCIO-ECONOMIQUES ASSOCIES		 171
4.1	Objectifs, périmètre de marché et approche méthodologique	171
4.2	Fondamentaux, hypothèses et scénarii.....	173
4.3	Définition de deux scénarii haut et bas	178
4.4	Evaluation des impacts et bénéfices socio-économiques associés	182
 ANNEXE N°3 DE L'ETAPE 3 : ACTIONS IDENTIFIEES AU NIVEAU REGIONAL		 190
5.1	Tableau de synthèse des 25 actions identifiées	190
5.2	Fiches détaillées des 7 actions prioritaires.....	191

TABLES DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Chaîne de valeur commune à l'ensemble des filières EMR	11
Figure 2 : Evolution dans le temps du nombre d'emplois générés par MW selon les différentes phases d'un projet de parc (benchmark eolien pose ; source : INDICTA).....	13
Figure 3 : Evolution comparee du pib/hab de la Bretagne et de la France entre 2006 et 2010 (source : EUROSTAT)	15
Figure 4 : Densité géographique des emplois bretons en 2008 (source : COCEB, INSEE et MSA Bretagne)	16
Figure 5 : Ventilation des emplois bretons et français par secteur d'activité en 2009 (Source : INSEE)	17
Figure 6 : Ventilation des emplois industriels bretons en 2009 (Source : CCI et INSEE).....	18
Figure 7: Evolution comparee de l'emploi industriel en Bretagne et en France entre 1990 et 2011 (source : INSEE et CCI)	18
Figure 8 : Ventilation des entreprises bretonnes sur la chaîne de valeur des EMR (Source : BDI)	21
Figure 9 : Situation géographique des Cornouailles et des Iles Scilly	23
Figure 10 : Evolution comparee du PIB/hab en € courant des Cornouailles et des Iles Scilly entre 2006 et 2010 (source : Eurostat)	24
Figure 11 : Importation et production d'énergie primaire en Bretagne depuis 2000 (source : OREGES Bretagne)	26
Figure 12 : Bilan de la consommation finale en Bretagne 2012 (Source : OREGES Bretagne)	27
Figure 13 : L'approvisionnement en énergie primaire en 2012 (Source : OREGES BRETAGNE)	27
Figure 14 : Répartition de la Consommation par énergies en 2007 (Source : Cornwall Council, 2012)	28
Figure 15 : Périmètre B13 du réseau électrique britannique (source : National grid).....	28
Figure 16 : Différentiel Production-consommation électrique dans la zone B13, et scénarios d'évolution (source : National grid).....	29
Figure 17 : Contraintes sur le réseau électrique en Cornouaille et Iles Scilly (Source : Western Power Distribution)	30
Figure 18: Consommation et production communale d'électricité en 2009 (Source : OREGES Bretagne)	31

Tableau 1: Potentiel de production EMR à l'horizon 2030 (source : ORRAD)	31
Figure 19 : maturité des différentes technologies de stockage (source : Le stockage d'énergie, d'après enea, 2012)	37
Tableau 2 : Projets EMR développés en Bretagne	38
Tableau 3 : Projets EMR développés en Cornouailles	42
Figure 20 : Ressource éolienne au large de la grande bretagne, des cournouailles et des îles scilly (source : BERR Atlas of Marine Renewable Energy Resources)	43
Figure 21 : Evaluation du potentiel éolien au large des cornouailles et des îles scilly d'ici à 2030 (source : PMSS)	44
Figure 22 : Ressource houlomotrice au large de la grande bretagne, des cournouailles et des îles scilly (Source : BERR Atlas of Marine Renewable Energy Resources)	45
Figure 23 : potentiel houlomoteur au sud ouest de l'angleterre d'ici à 2030 (source : PMSS)	46
Figure 24 : Ressource hydrolienne au large de la grande bretagne, des cournouailles et des îles scilly (source : BERR Atlas of Marine Renewable Energy Resources)	47
Figure 25 : Potentiel hydrolien dans le Sud-Ouest de l'Angleterre d'ici à 2030 (source : PMSS)	48
Figure 26 : Perspectives d'évolution comparée des coûts de production des énergies renouvelables et des énergies conventionnelles d'ici à 2030 (Source : INDICTA)	63
Figure 27 : Evaluation de l'impact de la baisse du TRI sur le cout complet de production et comparaison avec d'autres leviers disponibles (Source : INDICTA).....	65
Figure 28 : Investissements annuels et capacités installées dans les emr d'ici à 2030 en Europe (SOURCE : INDICTA)	66
Figure 29 : Principales banques de crédit participant au financement de l'éolien pose (source principale : EWEA).....	67
Figure 30 : Evolution des principaux outils publics d'aides et de financement selon la maturité des filières	68
Figure 31 : Modèles de financement de raccordement sur l'éolien offshore pose en Europe	74
Figure 32 : Offshore wind supply chain – BVA Associates.....	78
Figure 33 : Les différents maillons de la chaîne de valeur éolien offshore (source wind-offshore.de)	78
Figure 34 : les retombées économiques du parc éolien en baie de saint-brieuc- source Ailes Marines	82

Figure 35 : Le cycle previsionnel d'activite industrielle port de brest EMR (Source Region Bretagne)	84
Figure 36 : Matrice des besoins fonctionnels en infrastructures portuaires (source ARTELIA) 86	
Figure 37 : Matrice des besoins, exemple du projet Atlantic Array	86
Figure 38 : Résultats de l'enquête PD Ports sur les besoins portuaires	87
Figure 39: Répartition des ports en fonction de leur capacité à accueillir ou non les travaux d'installation d'un projet éolien	90
Figure 40 : Répartition des ports en fonction de leur capacité ou non à accueillir la base de maintenance d'un projet éolien posé ou flottant	91
Figure 41 : Répartition des ports en fonction de leur capacité ou non à accueillir les travaux d'installation d'un projet EMR (hydrolien, houlomoteur)	92
Figure 42 : Répartition des ports en fonction de leur capacité ou non à accueillir la base de maintenance d'un projet EMR (hydrolien, houlomoteur)	93
Figure 43 : Perspectives de développement de l'éolien en France (Usine nouvelle – 28 novembre 2013)	94
Figure 44 : Falmouth docks	98
Table 1 Capacités d'amarage des docks de Falmouth.....	99
Table 2 Capacités de cale Sèche des docks de Falmouth.....	99
Table 3 Prestations en grue des dock de falmouth	100
Table 4 Surfaces pour les activites d'ingénierie et entrepôts à disposition dans les docks de Falmouth	100
Figure 45 : Quai de la ville de Penryn	101
Figure 46 : Lighterage Quay, Truro.....	102
Figure 47: Port de Hayle.....	103
Figure 48: Secteurs de développement en projet du port de Hayle (SWMEP Prospectus).....	104
Figure 49: Port de Penzance	105
Figure 50: PORT ET CALE SECHE DE PENZANCE	106
Figure 51: Port de Newlyn	106
Figure 52: Imerys Port à Fowey.....	107
Figure 53 : Port de Par	108

Figure 54 : St. Mary's harbour	109
Table 5 Capacités de quai de Millbay	110
Figure 55: Millbay dock.....	110
Table 6 Capacités de quai de Victoria Wharf	111
Figure 56 : Victoria Wharf	111
Figure 57: Cattedown Wharves	112
Figure 58 : Historique de croissance de l'eolien offshore pose en Europe (source : EWEA) 121	
Figure 59 : Evolution des parcs eoliens offshore en fonction de leur profondeur et distance d'installation (source principale : EWEA)	123
Figure 60 : Cartographie des pays europeens de l'éolien pose en fonction du parc et des nouvelles installations à fin 2013 (source : EWEA)	124
Figure 61 : Part de marche en volume (% du parc en MW) des turbiniers en europe fin 2012 (Source : EWEA)	126
Figure 62 : Part de marché en volume (% du parc en MW) DES developpeurs de projets EN EUROPE FIN 2012 (Source : EWEA).....	126
Figure 63 : Evolution du poids du parc europeen de l'eolien pose par rapport au monde d'ici à 2030 (parc) (Source : INDICTA)	128
Figure 64 : Evolution des objectifs 2020 de parc eolien offshore pose des principaux pays europeens (Sources : objectifs par pays).....	129
Figure 65 : Perspectives de croissance de l'eolien pose en europe d'ici à 2030 (SOURCE : INDICTA).....	130
Figure 66 : Outils historiques d'aides et d'incitations financières pour le developpement des énergies renouvelables en fonction de leur maturité	131
Figure 67: Historique de croissance des investissements mondiaux dans l'éolien terrestre depuis 2000 (Sources principales : EWEA, WWEA)	133
Figure 68 : Historique de croissance des investissements mondiaux dans le solaire photovoltaïque depuis 2004 (SOURCES PRINCIPALES : EPIA, UNEP)	134
Figure 69 : Nouveaux outils publics de financement des emr en fonction de leur maturite	136
Figure 70 : Hypothèses de demarrage de marche et de nombre de projets par filière et par région d'ici a 2030	173
Figure 71 : Nombre de bases industrielles de production par filière en Bretagne d'ici à 2030 en fonction des deux scénarii	176

Figure 72 : Prospective en Bretagne d'ici à 2030 – Scénario BAS.....	178
Figure 73 : Prospective en Cornouailles d'ici à 2030 – Scénario BAS.....	178
Figure 74 : Prospective de la puissance installée totale en Bretagne et Cornouailles (« zone MERiFIC ») d'ici à 2030 par filière – Scénario BAS	179
Figure 75 : Prospective de parc en Bretagne d'ici à 2030 – Scénario HAUT.....	180
Figure 76 : Prospective de parc en Cornouailles d'ici à 2030 – Scénario HAUT	180
Figure 77 : Prospective de la puissance installée totale en Bretagne et Cornouailles (« zone MERiFIC ») d'ici à 2030 par filière – Scénario haut.....	181
Figure 78 : Hypothèses sur les investissements nécessaires pour l'implantation des différents types d'infrastructures EMR	182
Figure 79 : Hypothèses sur les coûts d'investissement et les coûts d'opération et maintenance par filière EMR	182
Figure 80 : Hypothèses techico-industrielles par filière	183
Figure 81 : Hypothèses de création d'emplois en fonction du cycle de vie des projets et par filière.....	183
Figure 82 : Production industrielle annuelle par filière des bases industrielles bretonnes d'ici à 2030 – Scénarii BAS et HAUT	184
Figure 83 : Generation de chiffre d'affaires annuel par filière pour la filière bretonne (acteurs de rang 1) d'ici à 2030	186
Figure 84 : Generation de chiffre d'affaires annuel par filière pour la filière Cornouailles (acteurs de rang 1) d'ici à 2030	187
Figure 85 : Potentiel de création d'emplois directs en Bretagne d'ici à 2030.....	188
Figure 86 : Potentiel de création d'emplois directs en Cornouailles d'ici à 2030	189

1 ANNEXE N°1 DE L'ETAPE 2 : ANALYSE DES ENJEUX REGIONAUX

1.1 Fiche n°1 : Développement industriel et économique

1.1.1 Fondamentaux du développement industriel et économique issu des EMR

❖ La nécessaire adéquation entre ressources et capacités industrielles

Les EMR présentent un potentiel de développement industriel et économique à l'échelle locale et nationale. Dans cette perspective, le **profil du tissu industriel local** joue un rôle central dans le potentiel de captation par une région des retombées économiques issues du développement des EMR, sur son territoire mais aussi dans une vision extrarégionale et extranationale. Il s'agit d'être en capacité d'accompagner le développement de la filière, à l'échelle locale (fournir les équipements, systèmes et services dont auront besoin les développeurs de projets), ou en étant en capacité de nouer les alliances et coopérations nécessaires si les ressources industrielles locales ne sont pas suffisantes.

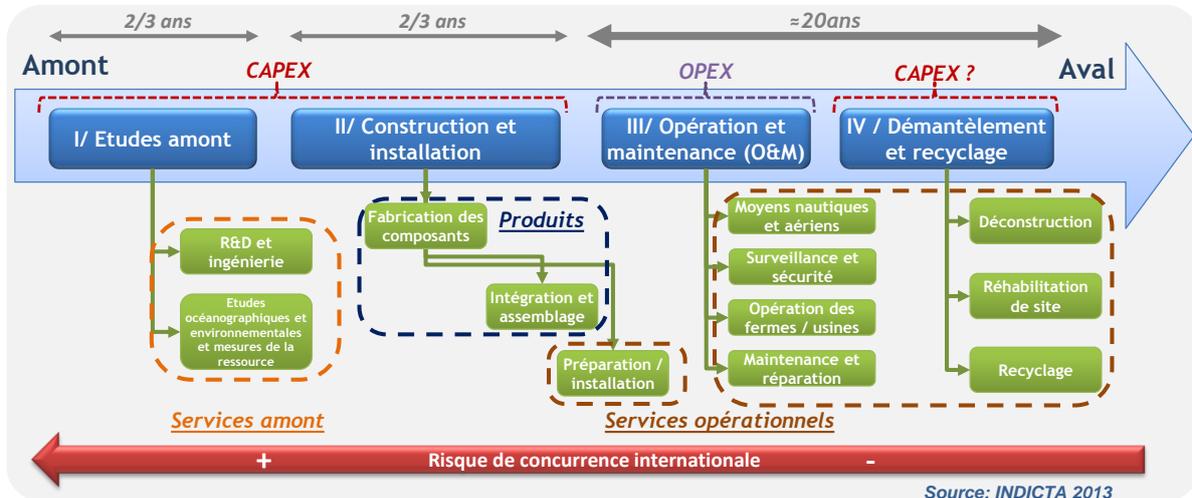
Il existe trois grandes façons pour un tissu industriel local de répondre et d'accompagner le développement des EMR :

- Le **positionnement d'entreprises existantes** pour lesquelles les EMR représentent un marché d'application direct : sociétés d'océanographie, sous-traitants/équipementiers (électrotechniciens, ...), fournisseurs de matières premières (acier, béton, ...), ... ;
- La **reconversion partielle (ou totale) d'entreprises** confrontées à des difficultés sur leurs activités cœur de métier et/ou qui souhaitent tirer parti du développement des EMR pour accroître leur activité, et qui disposent de capacités de valorisation de compétences et savoir-faire : chantiers de construction navale, ...
- La **création de nouvelles entreprises spécialisées** sur le marché des EMR : sociétés de technologies et d'ingénierie innovantes, développeurs de projets, ...

L'examen des forces et faiblesses du tissu industriel de la Bretagne et des Cornouailles doit être mené sur l'ensemble de la chaîne de valeur des EMR.

❖ **Un potentiel de croissance industrielle et économique à considérer sur l'ensemble de la chaîne de valeur des EMR**

FIGURE 1 : CHAÎNE DE VALEUR COMMUNE A L'ENSEMBLE DES FILIERES EMR



La chaîne de valeur des EMR se décompose en quatre grandes briques communes à l'ensemble des filières, de l'amont à l'aval :

1. **Recherche et Développement (R&D), ingénierie et études amont** : services liés aux systèmes (R&D, design, ingénierie, ...) ainsi qu'aux sites destinés à les accueillir (études océanographiques, études environnementales, mesure de la ressource, ...) avec pour enjeu la bonne adéquation entre ces deux univers (phase amont de R&D, puis phase opérationnelle liée au développement des projets), par exemple entre la nature du sol (sédimentaire, dur, ...) et les arbitrages technologiques liés aux ancrages et/ou aux fondations. Mis à part la R&D des systèmes qui peut être réalisée en local comme à l'étranger, les services amont tels que l'océanographie, les études environnementales ou les mesures de la ressource sont par définition liés aux sites, et présentent une forte spécificité géographique, justifiant la mobilisation de savoir-faire et compétences locales et mobilisant des connaissances de l'environnement côtier et marin propre à leur implantation.
2. **Fabrication, assemblage et intégration des systèmes EMR** : ensemble des phases industrielles de production à terre, d'intégration et d'assemblage (le plus souvent en environnement portuaire) et de préparation et d'installation en mer. La durée de cette phase, en moyenne de 2/3 ans pour un projet d'envergure commerciale, dépend largement du nombre de systèmes prévus dans le cas de parcs (éolien, hydrolien, houlomoteur), mais aussi de leur puissance, ayant un impact sur

leur dimensionnement et donc sur la disponibilité des différents moyens de la chaîne logistique globale (barges, navires spécialisés, camions, ...). Le maintien de l'activité industrielle et socio-économique à l'issue de cette phase (en particulier via l'export) fait partie des enjeux clés liés à la planification.

3. **Opération et maintenance (O&M)** : phase centrale des projets d'EMR compte tenu de sa durée (en moyenne 20 voire 25 ans), elle fait appel à des compétences « terrestres » avec l'ensemble des fonctions liées au monitoring et à la gestion des parcs et des usines en mer, ainsi qu'à des compétences maritimes avec la mobilisation de moyens aéromaritimes et nautiques. A noter que les opérations dites de « maintenance lourde » mobilisent aussi des moyens portuaires conséquents, en particulier pour l'éolien offshore (posé et flottant) compte tenu des dimensions associées (pales, mâts pouvant atteindre près d'une centaine de mètres, voire plus).

4. **Démantèlement et recyclage** : phase finale des projets EMR avec une forte composante environnementale, en particulier dans la réhabilitation de site. Cette phase présente encore aujourd'hui de nombreuses incertitudes technico-économiques compte tenu de l'absence de retours d'expérience propres aux EMR (le déploiement massif de l'éolien offshore posé a commencé au milieu des années 2000) ; il existe cependant des compétences et savoir-faire issus du monde pétrolier et gazier offshore dont les EMR pourront bénéficier, bien que les équilibres économiques soient très différents entre ces deux domaines de marchés. Le recyclage est lui moins spécifique à la filière, mais son équilibre économique est encore aujourd'hui peu connu.

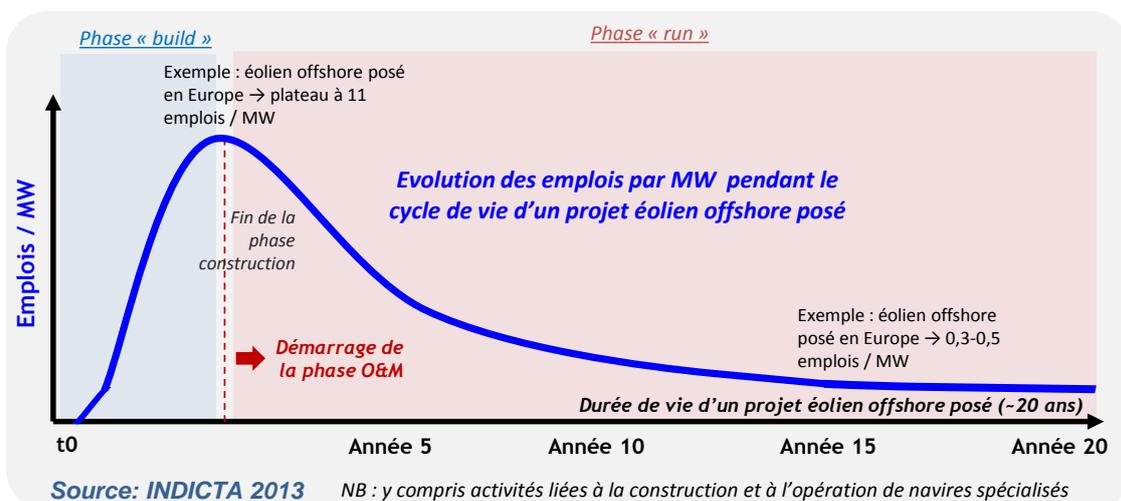
L'identification de points de forces ou de faiblesse à l'échelle régionale sur cette chaîne de valeur permettra d'établir des premiers axes de recommandations, en particulier dans le cadre d'une potentielle collaboration entre la Bretagne et la Cornouailles.

❖ **Un potentiel de création d'emplois variable en fonction du nombre de projets accessibles au tissu industriel en place**

En phase avec la prospective des EMR définie en amont du rapport (Etape1 : Panorama Monde/Europe/France des EMR), INDICTA a élaboré un modèle d'évaluation du potentiel de créations d'emplois associés, dont les variables de premier ordre sont notamment :

- Les objectifs en termes de **capacités installées cumulées**, afin de tenir compte des emplois liés à la construction, qui sont le plus générateurs d'emplois, mais aussi de ceux liés à l'opération et à la maintenance des parcs ;
- La **spécificité de chacune des filières** (maturité de développement, date de démarrage commercial, dynamique de pénétration des technologies, nombre de donneurs d'ordres correspondant à un nombre de sites industriels associés, ...) : l'hydrolien par exemple ne fait pas appel aux mêmes emplois industriels que l'éolien offshore, de même pour les moyens nautiques en phase d'installation, puis d'opérations et maintenance des parcs ; aussi, nous évaluons à ce stade la dynamique de pénétration des technologies hydroliennes comme plus importante que pour l'houlomoteur par exemple, indépendamment de leur date de démarrage (concentration de la ressource en courant des marées, prime aux premiers entrants, ... contre incertitudes technologiques pour l'houlomoteur ; projets plus importants et plus capitalistiques ; ...)
- La **répartition des emplois industriels et de services sur l'ensemble de cycle de vie** des projets, ainsi que de l'analyse de leur caractère délocalisable ou non, notamment dans des visées d'exportation.

FIGURE 2 : EVOLUTION DANS LE TEMPS DU NOMBRE D'EMPLOIS GENERES PAR MW SELON LES DIFFERENTES PHASES D'UN PROJET DE PARC (BENCHMARK EOLIEN POSE ; SOURCE : INDICTA)



Le plateau français, toutes filières confondues, a été évalué à près de **8 emplois/MW** (phase de construction intensive) ; l'écart de 30% avec le périmètre européen spécifique à l'éolien offshore posé (11 emplois/MW observé d'après l'EWEA) correspond aux emplois générés par les projets nationaux qui ne seront pas localisés en France. Il s'agit potentiellement d'emplois liés aux activités amont de la chaîne de valeur (études, R&D, construction des composants), pour lesquelles le risque de concurrence (ou d'opportunité d'export) internationale est plus fort.

C'est lors de la phase de construction que la très grande majorité des emplois EMR sont générés, en particulier pour les emplois industriels. Ces emplois sont limités dans le temps pour un projet donné (environ 2/3 ans), et c'est le marché de **l'export** qui présente le premier levier stratégique pour pérenniser ces emplois industriels et maintenir la cadence des usines de production à terme, en particulier lorsque le marché arrivera à saturation localement. C'est notamment le cas de l'hydrolien, dont le potentiel ne dépasse pas les 3 ou 4GW en France (5GW en intégrant le potentiel britannique limitrophe au Raz Blanchard) avec une saturation du potentiel attendue au-delà de 2035.

D'après nos modélisations, l'atteinte des objectifs d'EMR fixés par la France (6GW à 2020) permettrait de générer plus de 35'000 emplois EMR, dont environ 10'000 emplois directs. A 2030, c'est potentiellement 55'000 à plus de 80'000 emplois EMR qui sont susceptibles d'être générés en France. L'enchaînement des projets d'implantation et l'export (en particulier pour l'hydrolien et l'éolien offshore posé) sont des enjeux de premier plan pour la pérennisation des emplois créés. A l'échelle britannique, les objectifs fixés par le gouvernement sur l'unique filière éolienne offshore posée (11,5GW à 2020) permettraient la génération potentielle d'environ le double des emplois EMR français à cette échéance.

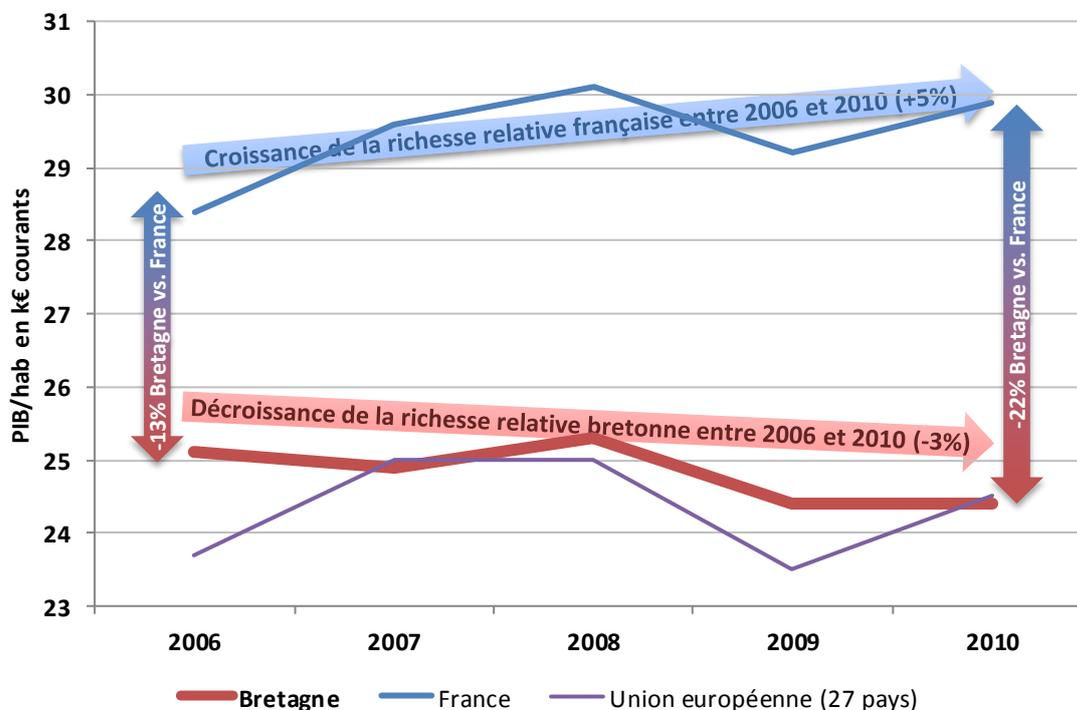
NOTE : Les ateliers de travail et le modèle d'INDICTA permettra de préciser des chiffres d'emplois sur la zone d'étude ; ils nécessiteront entre autres un étalonnage par la prospective Bretonne + Cornouailles aux horizons 2020 et 2030 (étape 3 du rapport).

1.1.2 *La Bretagne et la Cornouailles, deux régions aux fondamentaux économiques analogues mais avec des disparités industrielles*

- ❖ **Bretagne : un contexte économique défavorable mais avec un tissu industriel à fort potentiel de valorisation sur les EMR**

➤ Situation socio-économique et industrielle

FIGURE 3 : EVOLUTION COMPAREE DU PIB/HAB DE LA BRETAGNE ET DE LA FRANCE ENTRE 2006 ET 2010 (SOURCE : EUROSTAT)

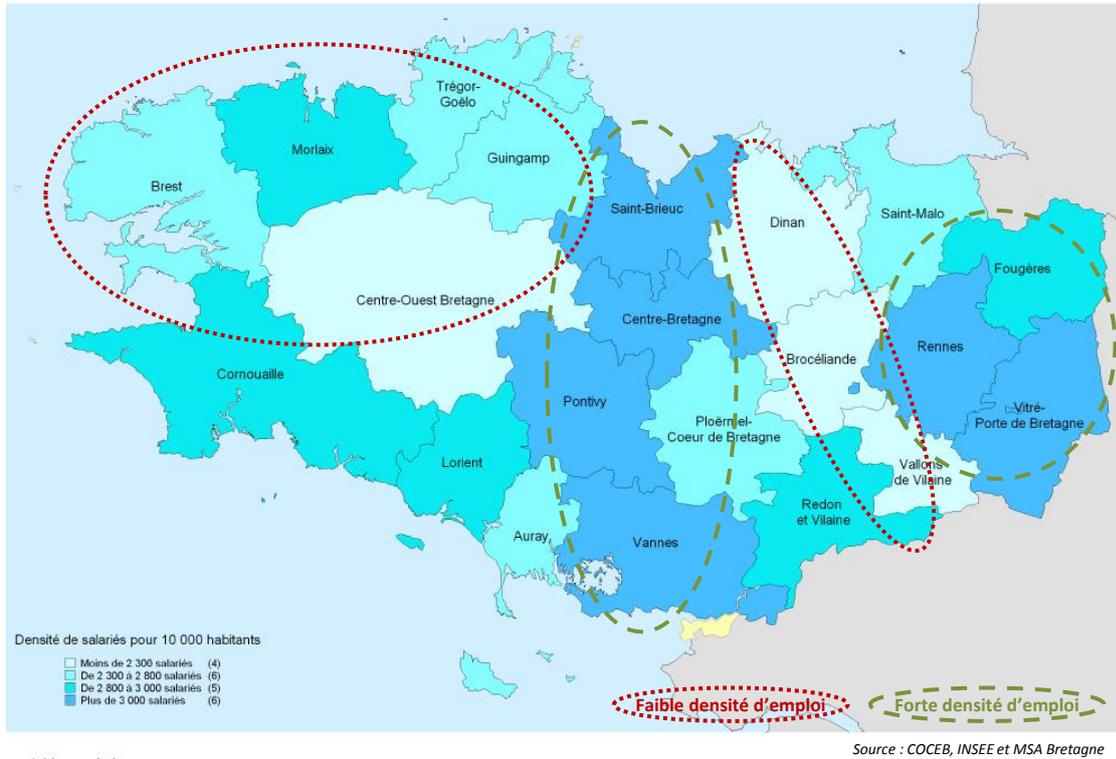


L'examen de la situation macroéconomique de la Bretagne fait émerger un double constat :

- Une richesse relative (PIB/hab) **historiquement plus faible** que celle de la France (-13% par rapport la France en 2006)
- Une **aggravation** de cet écart depuis 2006 (-22% vs. France en 2010, pour atteindre un valeur proches de la moyenne européenne) en raison :
 - d'une amélioration de la situation française (+5% en moyenne entre 2006 et 2010)
 - d'une dégradation de la situation bretonne (-3% en moyenne entre 2006 et 2010)

Cependant, malgré une activité économique plus faible qu'à l'échelle nationale, selon l'INSEE, la Bretagne affichait un **taux de chômage plus faible que la moyenne française**, autour de 8% entre 2009 et 2011, contre près de 9,5% pour la France. En 2009, la population active bretonne s'établissait ainsi à près de **1,3 million de personnes, inégalement répartie sur le territoire breton.**

FIGURE 4 : DENSITE GEOGRAPHIQUE DES EMPLOIS BRETONS EN 2008 (SOURCE : COCEB, INSEE ET MSA BRETAGNE)

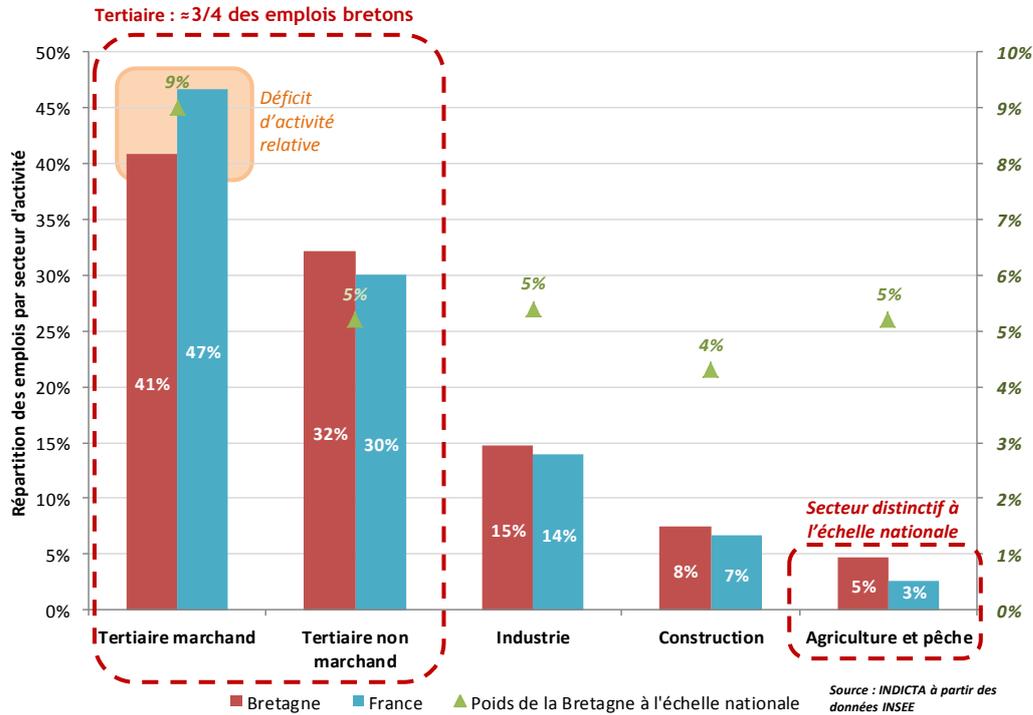


Les régions **centre** (Saint-Brieuc, Centre-Bretagne, ...) et **extrême est** (Rennes, Vitré-Porte de Bretagne, ...), présentent les **densités les plus fortes**, avec plus de 3'000 emplois pour 10'000 habitants.

Les régions **est** (Dinan, Brocéliande, ...) et **nord-ouest** ont elles une **plus faible densité** d'emplois, avec pour nombre d'entre elles moins de 2'300 emplois pour 10'000 habitants.

D'un point de vue sectoriel, ces emplois se retrouvent pour les **3/4 dans le secteur tertiaire**, marchand (transport, commerce, ...) et non marchand (éducation, santé, ...).

FIGURE 5 : VENTILATION DES EMPLOIS BRETONS ET FRANÇAIS PAR SECTEUR D'ACTIVITE EN 2009 (SOURCE : INSEE)

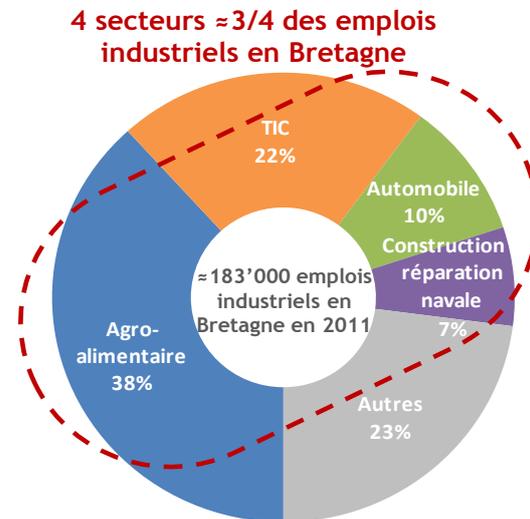


La Bretagne présente une **ventilation des emplois globalement analogue à celle de la moyenne nationale**, notamment sur le poids du secteur industriel, à l'exception du tertiaire marchand dont le poids est moins important (41% contre 47% en France) et de l'agriculture et de la pêche, dont le poids est près de deux fois plus important qu'à l'échelle française, secteurs distinctifs de la région.

En ce qui concerne les emplois industriels, soit plus de **180'000 personnes** en 2011, ils sont pour plus du tiers liés au secteur agro-alimentaire, et pour près d'un quart au secteur des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication).

Le secteur transverse de **la métallurgie et de la mécanique** (automobile, construction navale, mécanique industrielle, ...) compte près de 50'000 emplois, auxquels on peut ajouter les 10'000 emplois du secteur de **l'électricité et de l'électronique**, soit au total **60'000 emplois** (1/3 des emplois industriels bretons), dont une partie sera concernée par le développement local et national des EMR.

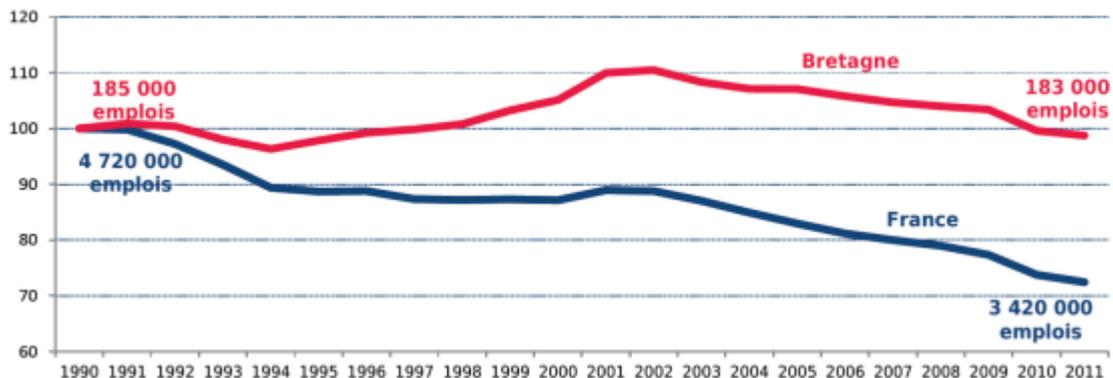
FIGURE 6 : VENTILATION DES EMPLOIS INDUSTRIELS BRETONS EN 2009 (SOURCE : CCI ET INSEE)



Le tissu d'entreprise associé au secteur industriel breton est principalement composé de **TPE de moins de 10 salariés** (près de 2'000 entreprises pour la métallurgie/mécanique, soit une moyenne de 25 personne par entreprise), et quelques grands groupes industriels à l'image de DCNS ou de PSA, parmi la vingtaine d'établissements de plus de 200 salariés.

Ces emplois industriels ont été globalement stables sur les 20 dernières années (malgré un creux au milieu des années 90 et un pic au début des années 2000). Cette stabilité est d'autant plus notable qu'elle s'inscrit dans une évolution nationale défavorable avec 1,3 millions d'emplois industriels en moins en France entre 1990 et 2011, soit l'équivalent de la population active totale bretonne.

FIGURE 7: EVOLUTION COMPAREE DE L'EMPLOI INDUSTRIEL EN BRETAGNE ET EN FRANCE ENTRE 1990 ET 2011 (SOURCE : INSEE ET CCI)



Cette **stabilité historique des emplois industriels bretons pourraient néanmoins être menacée par les difficultés que rencontrent des secteurs phares à l'échelle locale**, à l'image de la construction navale et du ralentissement des commandes (pour le civil comme pour le militaire), et en particulier de l'industrie agroalimentaire, avec les récents plans sociaux menés fin 2013 dans plusieurs entreprises phares de la région (Gad, Doux, Tilly-Sebco), ayant conduit à une importante contestation locale.

Dans un contexte de **spécialisation de la Bretagne sur un nombre limité de secteurs** (les quatre premiers : agro-alimentaire, automobile, TIC et construction navale, représentent plus des $\frac{3}{4}$ des emplois industriels bretons), le secteur de la construction/réparation navale civile et militaire (filiale historique bretonne), pour lequel les EMR sont une filiale d'intérêt et de valorisation directe de savoir-faire, représente près de **13'000 emplois**. C'est le 4^{ème} secteur industriel breton avec $\frac{1}{4}$ des emplois nationaux sur ces activités.

La spécialisation bretonne fragilise la région en augmentant sa dépendance économique à ces filières clés. Ceci renforce la nécessité de mener des actions de développement afin de pérenniser ces filières grâce à la diversification de leurs activités. Les énergies marines font à ce titre partie des filières faisant l'objet d'un intérêt renforcé afin de répondre à cet enjeu, en plus des questions énergétiques et climatiques auxquelles elles contribuent à répondre.

➤ Projets et perspectives de développements industriel et socio-économique

Le récent développement industriel et socio-économique de la Bretagne s'est appuyé sur son Schéma Régional de Développement Economique (SRDE). Lancé en 2006 pour une durée de cinq ans, il a défini cinq filières stratégiques en phase avec la structure et le tissu industriel et socio-économique de la région :

- L'économie portuaire ;
- Les énergies renouvelables (dont les EMR) ;
- Les services à la personne ;
- L'économie culturelle ;
- L'économie sportive et des loisirs.

Parmi les deux filières industrielles ciblées (dont les interdépendances sont fortes), les énergies renouvelables présentent une attractivité renforcée à plusieurs titres :

- Leur développement dans la région, qui dispose de ressources renouvelables et en particulier marines (grâce à son littoral de 2'700 km) est de nature à **contribuer à combler le déficit énergétique de la Bretagne**, fortement dépendante des

importations d'électricité au niveau national (seulement 8% de la consommation électrique bretonne est produite localement¹).

- Ce sont des filières source de développement industriel et socio-économique pour la région, en particulier avec les EMR. Elles font figure de **potentiel relais de croissance du secteur de la construction/réparation civile et militaire**, qui est confronté à d'importantes difficultés conjoncturelles (en particulier avec la crise économique de 2008 dont les conséquences en termes de surcapacités se font encore ressentir) et structurelles (montée en puissance de la concurrence asiatiques sur les navires à forte valeur ajoutée, stagnation voire réduction des budgets militaires, ...).

Sur l'éolien offshore posé, Alstom et Areva, ont d'ores et déjà annoncé l'ouverture d'usines d'assemblage de leurs turbines au Havre et à Saint-Nazaire. Deux unités de fabrication de pales et de mâts seront également ouvertes à Cherbourg (500 emplois pour les fournisseurs d'Alstom). La localisation d'autres sites de production (fondations et sous-stations) reste encore à déterminer, ce qui en fait une opportunité à saisir pour la Bretagne, directement concernée par le parc de Saint-Brieuc, et dans une moindre mesure par celui de Guérande. Par ailleurs, les consortia avec lesquels ces turbiniers sont partenaires ont également promis de recourir au maximum aux compétences régionales pour la sous-traitance (80 % des pièces d'une turbine), ainsi que pour de nombreuses autres activités telles que les études de terrain, les études d'impact, la construction de navires, l'installation et la maintenance des parcs. Enfin, les sites normands (Courseulles-sur-Mer et Fécamp) et le futur projet vendéen du deuxième appel d'offres (Noirmoutier) lui serait également accessibles. **Au total, ce sont 7 000 à 10 000 emplois qui pourraient être créés ou confortés dans l'ouest de la France, du Havre à Saint-Nazaire.** Les 100 à 150 emplois affectés à la maintenance de chaque parc seront maintenus durant vingt ans au moins².

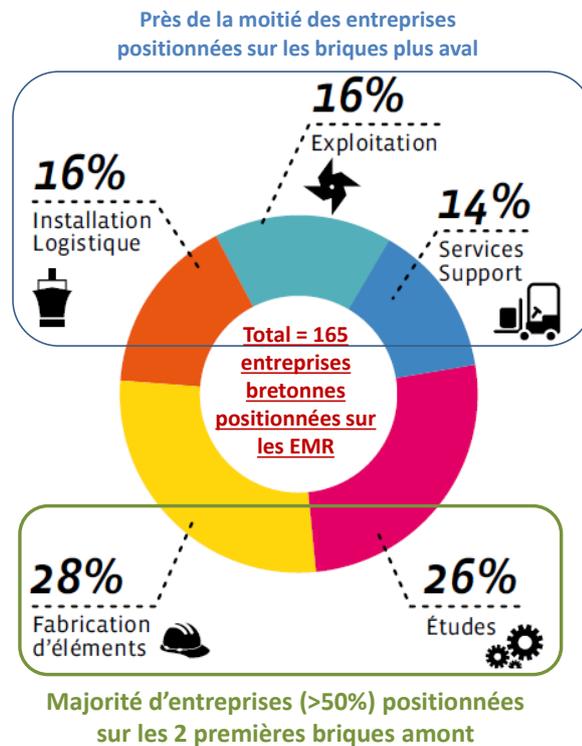
¹¹ Source : Pacte Electrique Breton 2010

² Source : Région Bretagne « Des énergies marines en Bretagne : concrétisons la filière ».

➤ Situation des entreprises bretonnes sur les EMR

Selon l'agence BDI, le territoire breton compte **165 entreprises actuellement positionnées** (ou avec une ambition affichée) **sur les EMR**, dont près d'1/3 avec déjà des activités à l'international, que ce soit grâce à leurs activités cœur de métier ou grâce aux EMR. Elles représentent **22'000 emplois** (dont une partie est dédiée aux EMR), soit environ **12% des emplois industriels bretons**. Ces entreprises couvrent l'ensemble de la chaîne de valeur des EMR, avec un accent particulier sur les deux grandes briques amont que sont les études et la fabrication des éléments (environ 90 entreprises).

FIGURE 8 : VENTILATION DES ENTREPRISES BRETONNES SUR LA CHAÎNE DE VALEUR DES EMR (SOURCE : BDI)



Au sein de ces différentes briques, le positionnement des entreprises bretonnes n'est pas uniforme, avec pour chacune d'entre elle des secteurs d'expertise propres :

- En ce qui concerne les études, ce sont surtout les **études techniques** (R&D, ingénierie, ...) sur lesquelles les entreprises bretonnes sont présentes, avec **une soixantaine** d'entre elles rien que cette activité spécifique (IXBLUE, Segula Technologies, ...).
- Sur la fabrication d'éléments, la **construction des infrastructures marines** (fondations, ...) et des **générateurs d'énergies** affichent un positionnement marqué, avec 75 entreprises différentes positionnées sur l'une et/ou l'autre de ces activités. La construction d'infrastructures marines, activité principale des entreprises positionnées à ce niveau de la chaîne de valeur, fait directement référence au savoir-faire du secteur de la construction naval, avec la présence de deux grands groupes industriels, **DCNS** (positionné sur les 4 filières émergentes : éolien flottant, hydrolien, houlomoteur et ETM) et **STX** (aujourd'hui déjà sur le posé

et avec par ailleurs un positionnement étendu sur la chaîne des projets EMR : navires de servitude, stations électriques, ...). Ce sont les seuls grands donneurs d'ordre aujourd'hui implantés dans la région.

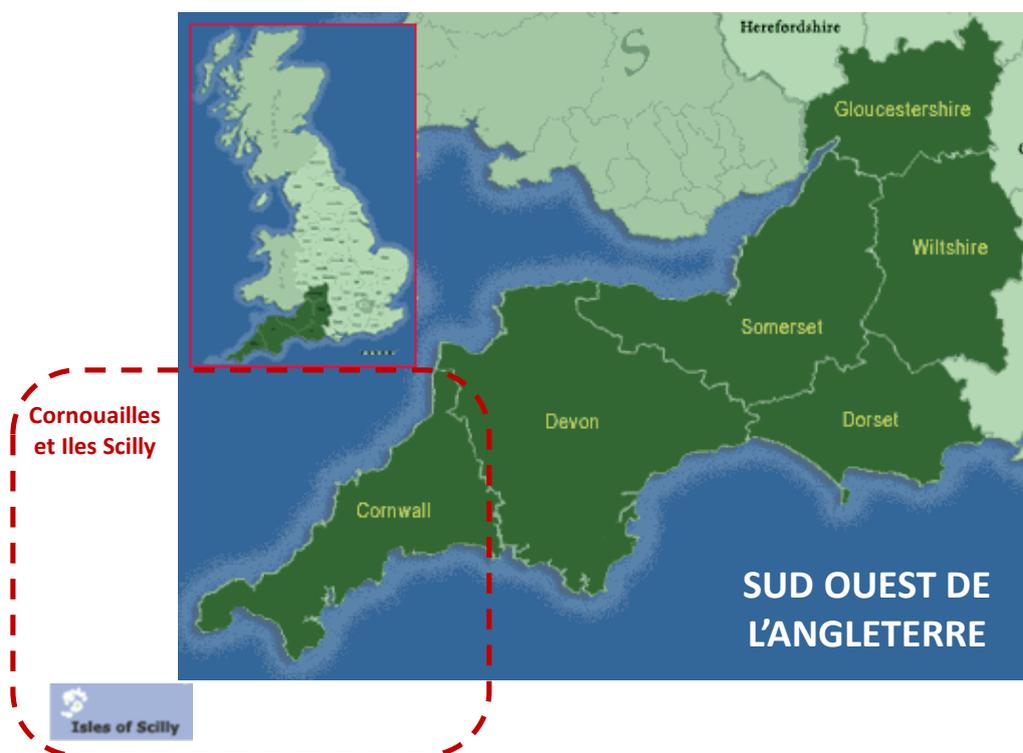
- Les activités de **transport, manutention et de services portuaires** concernent la majorité des entreprises positionnées sur les phases d'installation et de logistique, avec près de 30 entreprises différentes (Blue Water Shipping, Bolloré Logistique Portuaire, ...).
- Enfin, en ce qui concerne l'exploitation des futurs champs et usines, ce sont les activités de **maintenance / réparation** et la mise à disposition de **bateaux de servitude** qui concentrent le plus d'entreprises bretonnes, avec plusieurs dizaines d'établissements différents pour chacune de ces activités. Ici encore, les chantiers de construction navale occupent une place de premier plan.

1.1.3 Cornouailles et îles Scilly : contexte économique défavorable et tissu industriel insuffisant pour accompagner le développement des EMR à l'échelle locale

➤ Éléments géographiques d'ensemble

La Cornouailles britannique et les îles Scilly sont deux comtés appartenant à la région de l'Angleterre du Sud-Est. Ils font partie des territoires britanniques les plus proches des côtes bretonnes.

FIGURE 9 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DES CORNOUAILLES ET DES ILES SCILLY

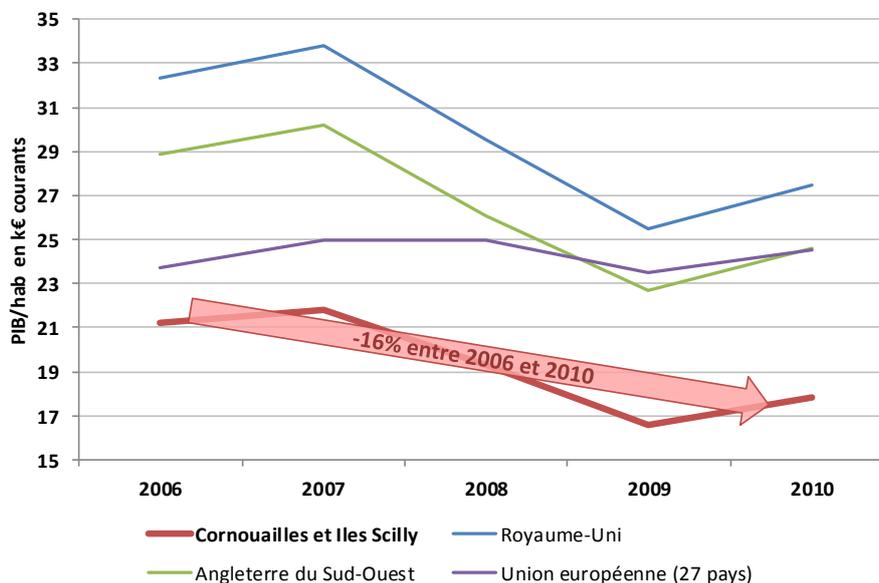


La Cornouailles britannique, plus grand des deux comtés, couvre une surface de plus de 3'500km² (≈10% de la superficie de la Bretagne) pour un peu plus d'un demi-million d'habitants en 2011 (vs. ≈3,2 millions d'habitants pour la Bretagne).

Les îles Scilly, situées à 40km des côtes des Cornouailles, rassemblent environ 140 îles, couvrant une surface totale de 16km² pour environ 2'200 habitants en 2011. Sur les îles Scilly, St-Mary' accueille le port principal permettant la liaison au territoire principal (hommes, ressources, marchandises, ...).

➤ Situation socio-économique

FIGURE 10 : EVOLUTION COMPAREE DU PIB/HAB EN € COURANT DES CORNOUAILLES ET DES ILES SCILLY ENTRE 2006 ET 2010 (SOURCE : EUROSTAT)



Malgré la reprise économique de 2010, avec 17,8k€/hab, la Cornouailles et les îles Scilly affichent un **PIB par habitant significativement plus faible que la moyenne européenne**, et globalement équivalent à celui de l'Angleterre du Sud-Ouest ; ce constat s'aggrave en comparaison directe avec le Royaume-Uni avec une différence de près de 10k€/hab. La Cornouailles et les îles Scilly ont été fortement touchées par la crise de 2008, avec une baisse de richesse relative par habitant de -16% entre 2006 et 2010. Toutefois, en termes d'emploi, la Cornouailles et les Iles Scilly affichent un taux de chômage bien plus faible qu'à l'échelle du pays (5,1% en 2011 vs. 8,2%) et même qu'à l'échelle de la région Sud-Ouest (8,2%).

Dans le cadre du plan stratégique de développement 2014-2020 visant notamment à diversifier et renforcer l'économie des Cornouailles et des îles Scilly, les deux comtés bénéficieront de fonds de l'ordre de 600M€. Dans ce cadre, **les énergies marines font partie des leviers retenus afin de contribuer au développement local compte tenu des ressources houlomotrices, hydroliennes et éoliennes dont la Cornouailles et les Iles Scilly disposent.**

➤ Tissu industriel et compétences valorisables pour les EMR

La Cornouailles et les îles Scilly revendiquent 3 domaines industriels de premier rang porteurs d'activité socio-économique³ :

- **L'agroalimentaire**, premier secteur, avec un chiffre d'affaires cumulé d'environ **1,8md€**.
- **L'économie maritime** dans son ensemble, du transport maritime, à la pêche en passant par la construction et l'ingénierie navale. Ce secteur génère près de **500M€** par an et emploie environ **14'000 personnes** au sein plus de 250 entreprises, soit environ **5%** de la population active des Cornouailles et des îles Scilly. Les principaux secteurs associés sont les **ports et la manutention de marchandises**(en particulier avec le port de Falmouth), **la réparation navale, la construction de yachts, la pêche et la plaisance**.
- **L'aérospatial** avec la présence de l'industriel américain de la défense Lockheed Martin via sa filiale britannique Lockheed Martin UK. Ingénierie comprise, ce secteur représente environ **20% des emplois en ingénierie et production en Cornouailles**.
- Les **Technologies de l'Information et de la Communication**, avec des entreprises telles Packet Ship Technologies, Piran Technologies, Engineered Arts, ... Il s'agit d'un secteur à forte valeur ajoutée représentant un chiffre d'affaires cumulé d'environ **300M€**.

Par ailleurs, la Cornouailles et les îles Scilly peuvent compter sur de nombreuses **sociétés d'ingénierie disposant de compétences transverses à plusieurs secteurs d'activité** (aérospatial, automobile, ...) grâce par exemple aux sociétés locales d'ingénierie WES Engineering ou DP Engineering.

En ce qui concerne les opérations marines, un nombre important de compétences sont présentes en Cornouailles, avec la présence de compagnies telles qu'A&P, Mojo Maritime et Keynvor Morlift, spécialisées dans les activités liées aux EMR. Le projet international de développement maritime Fugro Seacore est également présent en Cornouailles. Ces compagnies locales sont impliquées à l'échelle nationale et internationale dans des opérations EMR. Mojo Maritime développe notamment un bateau spécifiquement conçu pour l'installation de systèmes d'énergie des courants.

³<http://www.investincornwall.com/key-sectors/> et „Cornwall's economy at a glance“

1.2 Fiche n°2 : Développement technologique et planification énergétique

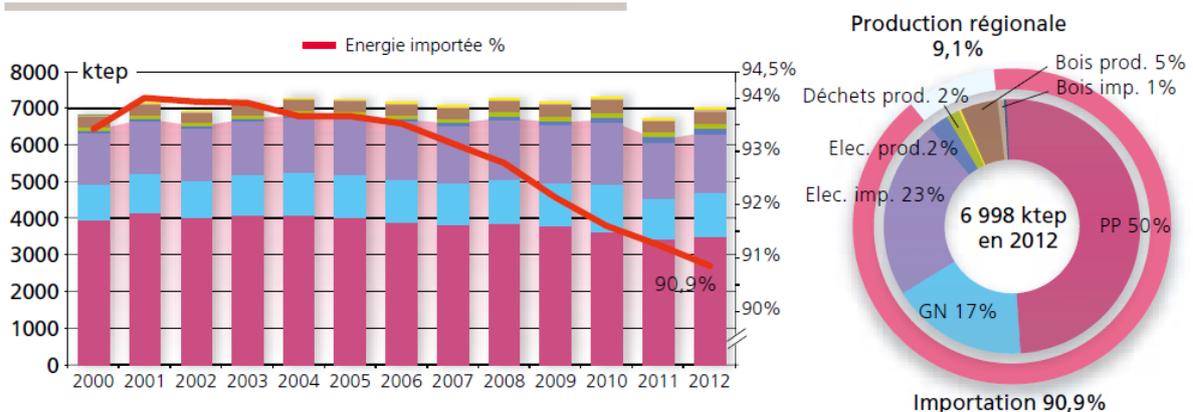
1.2.1 Le système énergétique local

❖ Bretagne :

Les territoires étudiés sont caractérisés par leur situation de péninsule et une pénurie des moyens de production d'énergie : la production thermique et électrique en Bretagne⁴ (594 ktep en 2010) couvre seulement 8% de la consommation régionale (7199 ktep en 2010), la production renouvelable (514 ktep, 2010) représente 7% de cette consommation. En conséquence, près de 91% de l'énergie primaire est importée (voir Figure 11).

FIGURE 11 : IMPORTATION ET PRODUCTION D'ENERGIE PRIMAIRE EN BRETAGNE DEPUIS 2000 (SOURCE : OREGES BRETAGNE)

IMPORTATION ET PRODUCTION D'ÉNERGIE "PRIMAIRE" (KTEP)



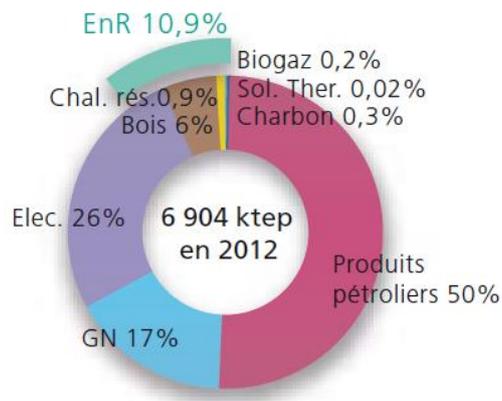
Les sources de données : CPDP, CFBP, SOeS, Total, Rubis, GRTgaz, GrDF, RTE, ORTB

La répartition de la consommation par énergies est donnée ci-dessous.

⁴ SRCAE Bretagne, 2013

ChiffresClés de l'énergie Edition 2013, Observatoire de l'énergie et des gaz à effet de serre en Bretagne

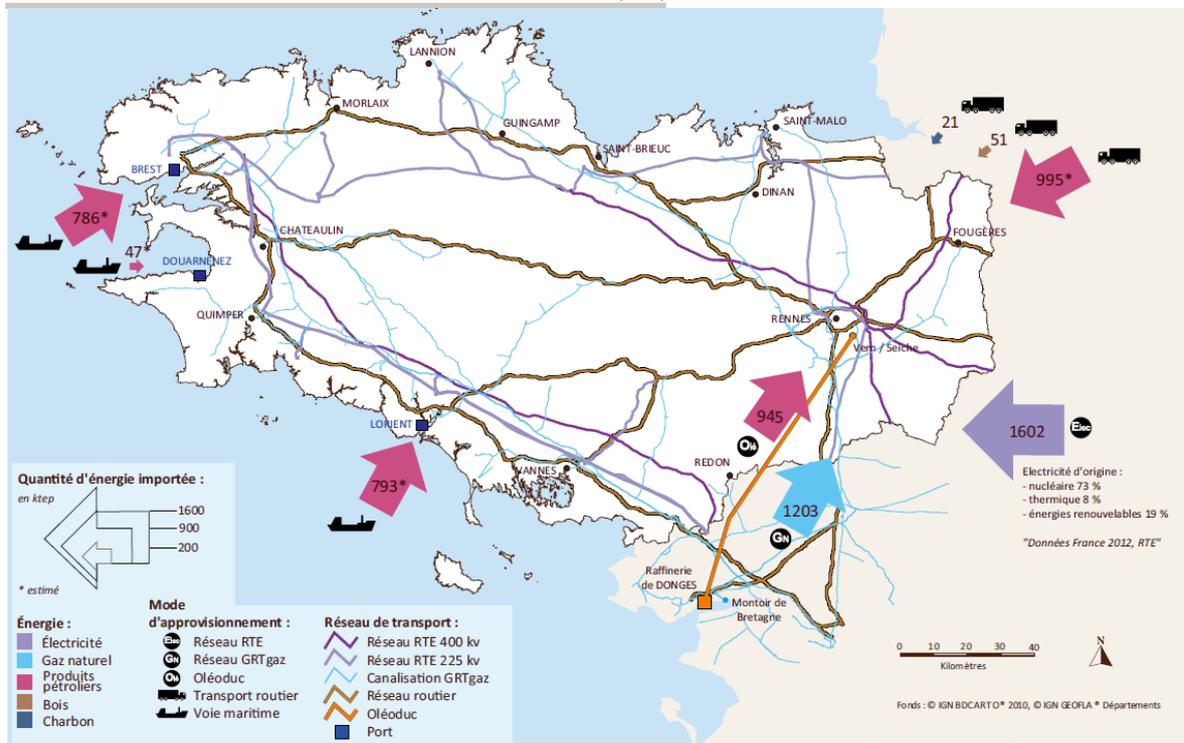
FIGURE 12 : BILAN DE LA CONSOMMATION FINALE EN BRETAGNE 2012 (SOURCE : OREGES BRETAGNE)



La situation géographique contraint les importations d'électricité à provenir en majorité depuis l'est de la région, les réseaux s'étendant ensuite tout le long de la péninsule pour assurer la distribution. Les foyers de consommation étant situés principalement le long des côtes, la plus grande demande se concentre aux extrémités du maillage des réseaux.

FIGURE 13 : L'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE PRIMAIRE EN 2012 (SOURCE : OREGES BRETAGNE)

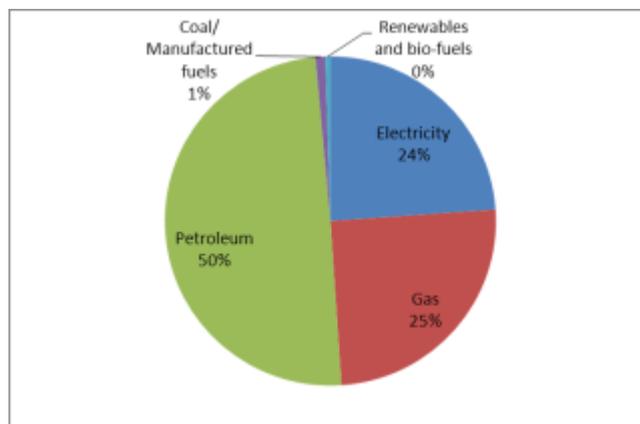
L'APPROVISIONNEMENT EN ÉNERGIE PRIMAIRE ENTRANT EN BRETAGNE EN 2012 (KTEP)



❖ Cornouailles et Iles Scilly :

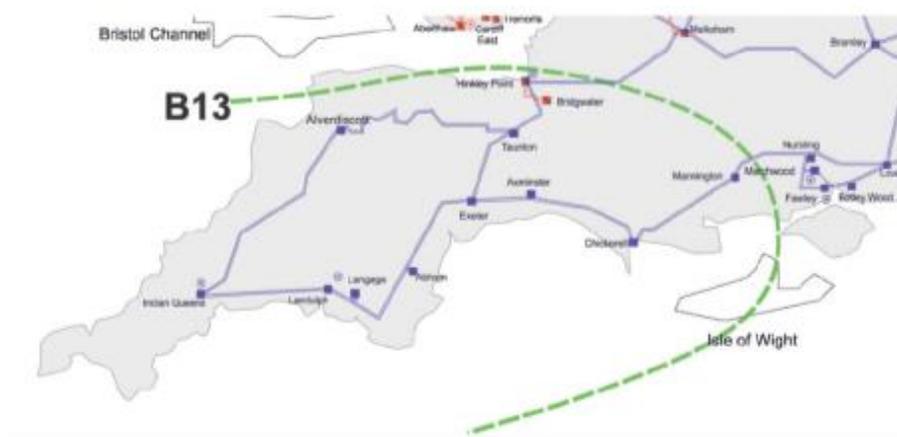
La consommation totale d'énergie en Cornouailles s'élève à environ 1030 ktep (données 2007⁵). La répartition par énergie est donnée sur la Figure 14.

FIGURE 14 : REPARTITION DE LA CONSOMMATION PAR ENERGIES EN 2007 (SOURCE : CORNWALL COUNCIL, 2012)



L'exploitant du réseau électrique national britannique (National Grid) a découpé le réseau en différentes zones. La zone B13 englobe le Sud-Ouest de l'Angleterre (voir Figure 15).

FIGURE 15 : PERIMETRE B13 DU RESEAU ELECTRIQUE BRITANNIQUE (SOURCE : NATIONAL GRID)



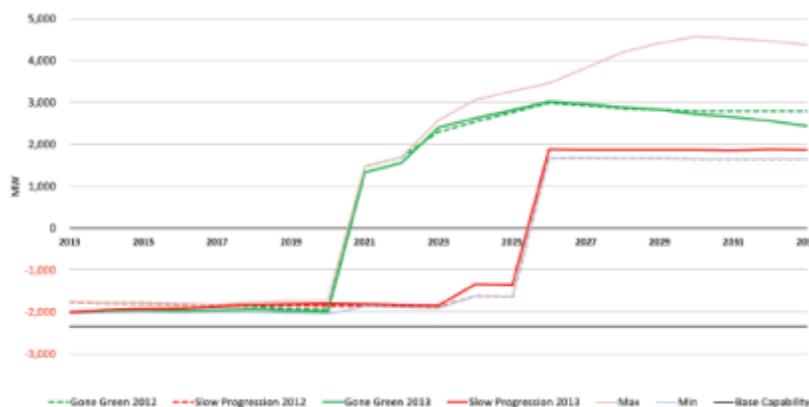
La Cornouailles Britannique et Iles Scilly disposent de capacités de production d'électricité limitées et sont énergétiquement dépendants des autres comtés de l'Angleterre du Sud-Ouest. Les îles Scilly, dont la demande électrique de pointe atteint 4MW, sont reliées au réseau national via l'île principale (St-Mary's) grâce à un câble

⁵ Cornwall Council – *Comparing Cornwall's renewable / low carbon energy resource potential with its energy consumption*, Janvier 2012

électrique sous-marin de moyenne tension (33kV) ; St-Marys distribue l'électricité aux autres îles via un câble de plus faible tension (11kV). Les îles Scilly peuvent néanmoins compter sur des groupes électrogènes diesel de secours historiquement installés lorsque l'île n'était pas encore raccordée. En ce qui concerne la Cornouailles, en 2009, à peine plus de 10% de la consommation électrique était assurée par des moyens de production locaux.⁶

Les mesures permettent de montrer que, tout comme la Bretagne, cette zone B13 est importatrice d'électricité (Figure 16). La demande excède la production locale d'environ 2 GW, ce qui correspond à la capacité des lignes raccordant la région au reste du territoire. Celles-ci arrivent donc à saturation. Le projet de centrale nucléaire à Hinkley Point (3,2 GW, planifié dans le Somerset, territoire limitrophe avec la Cornouailles dans le Sud-Ouest britannique) devrait permettre d'inverser ces flux.

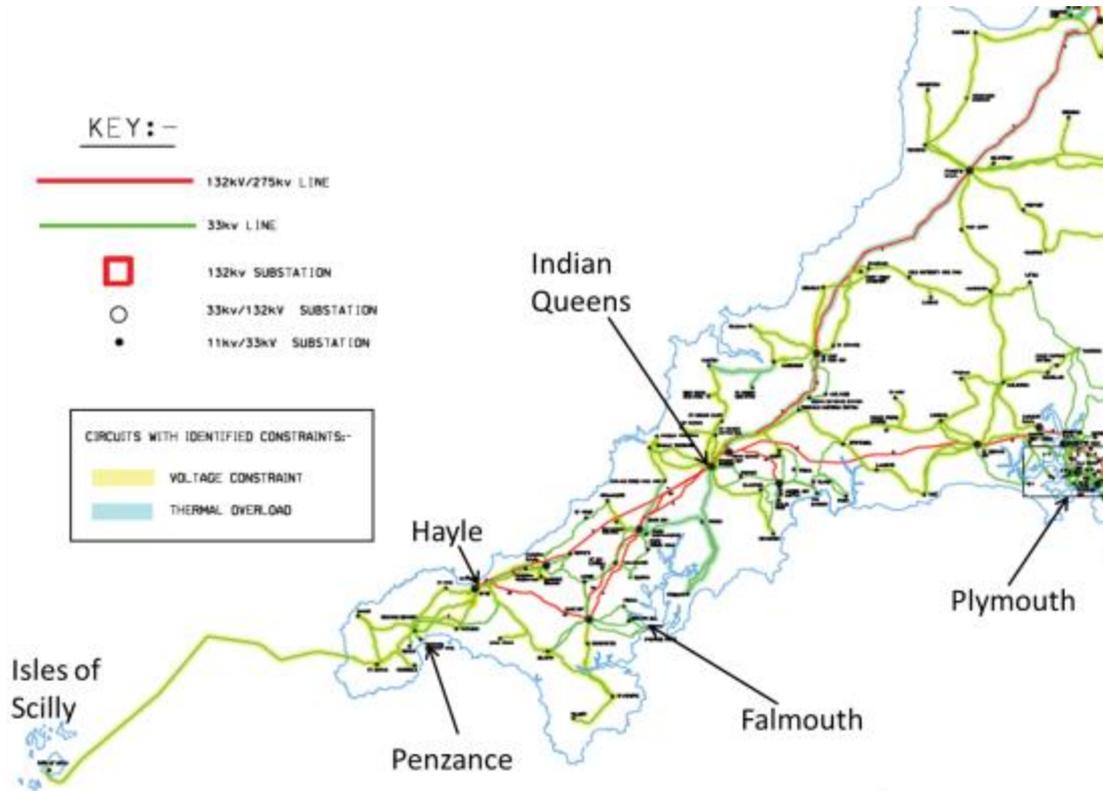
FIGURE 16 : DIFFERENTIEL PRODUCTION-CONSOMMATION ELECTRIQUE DANS LA ZONE B13, ET SCENARIOS D'EVOLUTION (SOURCE : NATIONAL GRID)



Des renforcements du réseau électrique restent toutefois nécessaires. Avec le fort développement de la production PV en Cornouailles sur les dernières années, ainsi que de l'éolien terrestre (petite échelle et remplacement des parcs éoliens anciens), la stabilité des réseaux de transport est mise en danger (lignes en surs tensions surlignées en jaune sur la Figure 17).

⁶SustainableEnergy Action Plan (SEAP) for a Green Cornwall - 2013

FIGURE 17 : CONTRAINTES SUR LE RESEAU ELECTRIQUE EN CORNOUAILLE ET ILES SCILLY (SOURCE : WESTERN POWER DISTRIBUTION)



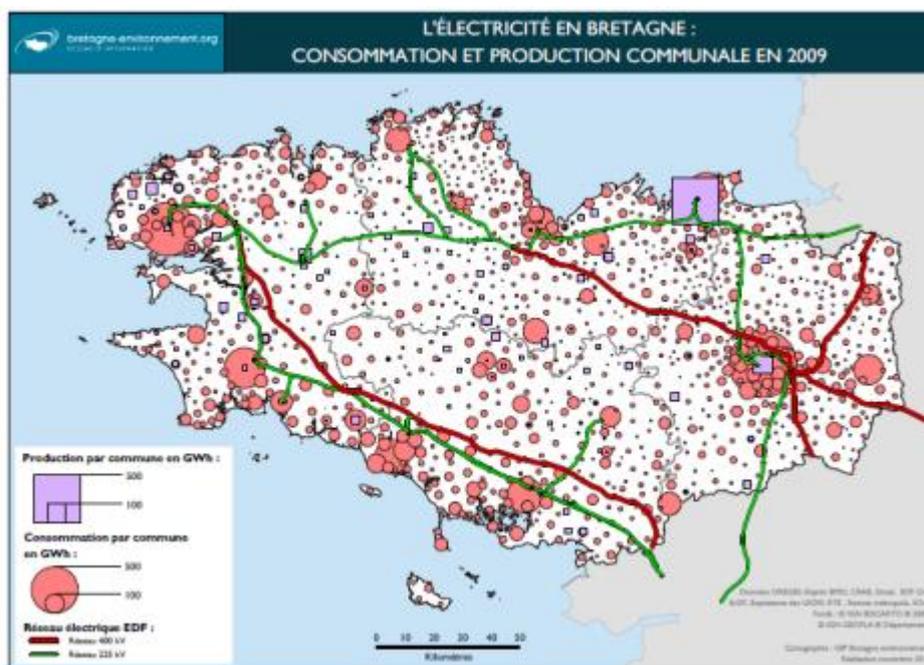
1.2.2 EMR : Objectifs et technologies

○ **Objectifs**

Le potentiel que représentent les énergies marines renouvelables (EMR) pour contribuer à l’approvisionnement en énergie de ces territoires est désormais bien reconnu (pour les principales filières EMR électriques). Le Pacte Electrique Breton, établi en 2010 entre la Région Bretagne, l’ADEME, RTE et l’ANAH, fixe notamment des objectifs chiffrés de développement des EnR, portés par l’éclosion des EMR ; ces objectifs ont été confirmés et élaborés dans les directives du SRCAE 2013. En croisant les scénarios développés dans ce dernier, de réduction des consommations d’énergie d’une part et de progression des productions locales d’autre part, la contribution des EMR à la consommation régionale d’énergie pourrait s’élever à plus de 5% à l’horizon 2020 et plus de 33% à l’horizon 2050 ; pour comparaison, la production EMR couvrirait 0,6% de la consommation d’énergie finale en 2010 (usine marémotrice de la Rance uniquement) (voir rapport chapitre 1.5.2.)

Notons que les objectifs établis ne considèrent que la production d’électricité, et que la consommation électrique se concentre effectivement sur les côtes (Figure 18), mais d’autres formes d’énergie (chaleur, gaz) sont envisageables dans le cadre des EMR.

FIGURE 18: CONSOMMATION ET PRODUCTION COMMUNALE D'ELECTRICITE EN 2009 (SOURCE : OREGES BRETAGNE)



En Cornouailles, le projet ORRAD (Offshore Renewable Resource and Deployment) a estimé les potentiels de production par filière suivants à l'horizon 2030.

TABLEAU 1: POTENTIEL DE PRODUCTION EMR A L'HORIZON 2030 (SOURCE : ORRAD)

	Puissance (MW)*
Houlomoteur	1'120
Eolien offshore	1'500
Hydrolien	150
Total	2'770

A l'horizon 2020, l'objectif de production des EMR s'élève à environ 130 GWh selon les documents stratégiques locaux « *Green Cornwall Strategy* » et « *Sustainable Energy Action Plan* », élaborés par le Cornwall Council.

- **Technologies de production**

Les objectifs présentés dans les documents de planification, par grande catégories de filière, masquent de nombreuses sous-filières pour lesquels les technologies de production

sont à des stades de maturité différentes : de la R&D au prototype ou démonstrateur pré-commercial, avec comme principales exceptions le marémoteur et l'éolien offshore posé, même si un travail de R&D est actuellement en cours sur de nouvelles turbines axi-symétriques pour le marémoteur, et des turbines de forte puissances (8 MW) pour l'éolien offshore, nécessitant un développement de nouvelles structures pour les fondations. De ce fait leurs développements ne seront pas équivalents dans les années à venir.

D'autre part, la région Bretagne pourrait jouer un rôle sur les autres filières, comme les filières houlomotrices ou ETM, dans la mesure où ces filières sont encore à des niveaux amonts de développement et nécessitent donc encore une ingénierie forte et des tests de prototypes.

A ces potentiels déjà identifiés, notons en particulier deux autres formes d'exploitation énergétique de la ressource maritime susceptibles d'être ajoutées à cette liste pour la région Bretagne :

- **Energie marémotrice de petite dimension** : les technologies marémotrices historiques nécessitent des infrastructures lourdes ayant des conséquences environnementales importantes, ce qui limite les zones potentielles de développement. Toutefois, des technologies sont en cours de développement pour valoriser le potentiel marémoteur sur de petits bassins comme les bassins portuaires inutilisés, avec des turbines de petites tailles. Cela ouvre à nouveau les perspectives de développement de cette filière. A noter que ces bassins peuvent recevoir d'autres activités et notamment servir de bassin d'essai pour des technologies EMR comme le houlomoteur ou l'hydrolien.
- **Thalassothermie** : cette filière ne vise pas à produire de l'électricité mais de la chaleur (chauffage de bâtiment, eau chaude sanitaire,...) ou du froid (climatisation, chambre froide,...) par une pompe à chaleur utilisant de l'eau de mer comme source de température. Cette ressource est virtuellement infinie puisque théoriquement limitée que par le seul impact sur la température de la mer – les niveaux de température de la mer en Bretagne sont très probablement suffisants pour justifier de telles installations dans la mesure où un système commercial a été récemment inauguré à Cherbourg et une pré-étude de potentiel montre la pertinence à Boulogne sur Mer. Les réelles contraintes de valorisation de cette ressource sont l'accès à la mer et l'existence d'une densité de besoin suffisante pour justifier la création du réseau de distribution. La région Bretagne ayant un littoral important et densément urbanisé, cette ressource pourrait jouer un rôle significatif à l'avenir.

Une dernière filière, l'hydrolien fluvial ou estuarien, se distinguant de l'hydrolien marin par sa petite dimension et faible puissance par machine, pourrait être pertinente sur la région, toutefois les potentiels de cette filière n'ont pas été étudiés à ce jour sur le territoire de la Bretagne.

En ce qui concerne l'intégration des productions d'électricité marine renouvelable dans les réseaux électrique, bien que les énergies marines soient intermittentes, une caractéristique intéressante de ces technologies est la possibilité de prédire avec une bonne fiabilité la

production d'électricité à venir⁷, ce qui est crucial pour assurer l'équilibre offre-demande du réseau électrique et donc sa stabilité. L'intégration de ces nouvelles sources d'énergie au marché existant exige de ce fait une évolution des technologies de gestion de production.

D'autre part, alors que le réseau de transport actuel a une architecture centrée sur quelques points de production d'électricité, l'apparition de nouveaux points d'injection d'électricité sur ce réseau peut avoir pour conséquence d'augmenter les niveaux de tension localement, et donc de déstabiliser le réseau tel qu'il est conçu aujourd'hui. Il devient alors nécessaire d'adapter le réseau actuel pour rendre possible d'importantes injections d'électricité de façon décentralisée.

Enfin, l'électricité est aujourd'hui le principal vecteur envisagé pour le transport de l'énergie produite, toutefois des projets de production de gaz (hydrogène, méthane ou ammoniac) existent, présentant l'intérêt de ne pas nécessiter de raccordement à terre des parcs offshore et de générer une énergie de stock – régénérée par le système EMR – et non de flux, pouvant alors satisfaire d'autres usages – comme le transport ou participer à la régulation du réseau électrique. Ces technologies nécessitent toutefois le développement ou l'adaptation d'infrastructures spécifiques.

- **Smart grids**

Les énergies renouvelables ont la particularité d'être intermittentes et décentralisées. Dans le cas des EMR, cette intermittence est mieux prédictible, du fait de la stabilité des conditions de vent et de courants, mais il faut également ajouter à cela l'éloignement entre les sites de production en mer et de consommation à terre. Ces nouvelles typologies de production d'énergie nécessitent une adaptation des réseaux électriques, aussi bien au niveau du transport que de la gestion de la distribution et des nouveaux points d'injection décentralisés. Pour préserver l'équilibre des réseaux, entre l'offre (production) et la demande (consommation), il faut fiabiliser une gestion fine et en temps réel des flux. Le développement des énergies renouvelables, dont les énergies marines, et leur concrétisation dans le mix électrique, nécessite donc une évolution des réseaux de transport et distribution d'électricité, actuellement pas assez flexibles.

L'interconnexion des réseaux de différents pays représente une première solution pour assouplir la gestion des réseaux, et repose notamment sur les progrès technologiques du transport de l'énergie sur des très longues distances⁸. Le projet français Supergrid⁹, porté par 6 institutions académiques et des partenaires publics et industriels, développe cette thématique. RTE et son homologue irlandais EirGrid, ont signé en 2013 un accord en vue d'étudier la faisabilité d'une interconnexion électrique raccordant l'Irlande, la Cornouailles et

⁷ La prédictivité de la production différencie fortement cette filière d'énergie renouvelable d'autres filières telles que le photovoltaïque : il n'y a pas d'équivalent aux nuages susceptibles de réduire momentanément le productible d'une machine houlomotrice.

⁸ Des énergies marines en Bretagne (2) : Concrétisons la filière – CESER, 2012 (Chapitre 2, §3.2 « La recherche sur les réseaux intelligents »)

⁹ http://competitivite.gouv.fr/documents/commun/Politique_des_poles/Le_grand_emprunt/IEED/Supergrid.pdf

la Bretagne. A plus petite échelle, le raccordement des territoires insulaires et leurs interconnexions apparaissent comme un enjeu spécifique aux deux régions.

La problématique des réseaux dépasse celle de l'acheminement. Le réseau doit évoluer d'une fonction de distribution vers la double-fonction de distribution et collecte, s'adaptant en temps réel aux consommations, aux productions locales, et en intégrant d'éventuelles composantes de stockage. Pour cela, la connaissance en temps réel des différentes capacités de production disponibles ainsi que des capacités d'effacement des usages électriques, et de stockage d'électricité doivent être connues afin d'assurer un pilotage de ces installations de façon à réduire le coût de l'énergie consommé et l'impact énergétique et climatique. Cette gestion « intelligente » de la production et de la demande est le cœur des réseaux intelligents.

A noter que la notion de réseaux intelligents est en train d'être élargie vers les réseaux autres que les réseaux électriques, comme les réseaux de gaz. Cela est renforcé par le couplage susceptible d'être développé entre ces deux réseaux : la conversion de l'électricité en gaz, dite « power to gas », – outre l'action opposée consistant à produire de l'électricité à partir du gaz – montre bien l'importance d'anticiper ces évolutions avec une vision « énergie » et « réseaux » au sens large, et non seulement « électrique » pour répondre à la problématique Bretonne – et plus largement des zones insulaires ou périphériques – de la satisfaction des besoins énergétiques.

Une étude a été réalisée à l'échelle du Finistère par ErDF pour le CG29 dans le cadre du projet MERiFIC¹⁰ dans le but d'identifier les capacités de raccordement des EMR sur le réseau électrique existant, et d'estimer les coûts associés.

L'étude présente un état des lieux des capacités et des conditions techniques, financières et réglementaires de raccordement, et met en avant les points importants à ne pas négliger lors du raccordement : le coût du raccordement de l'installation de production jusqu'au point d'atterrage (qui ne relève pas du gestionnaire de réseau), les démarches préalables au point d'atterrage ou l'installation des câbles sous-marins qui se situent dans la majorité des cas dans des espaces protégés, les délais de travaux, les possibles délais de débat public, etc. Différentes configurations ont été étudiées sur plusieurs zones géographiques. Ce travail montre notamment que les coûts dépendent fortement du contexte local (caractéristique du littoral, du poste source et du réseau électrique). Selon le niveau de tension nécessaire pour le raccordement, une taille critique de parc doit être atteinte pour que les coûts de raccordement puissent être acceptables. Cela est à considérer en particulier pour les systèmes de forte puissance tels que les hydroliennes marines, pour lesquels des parcs de grande dimension pourraient être nécessaires – notamment comme celles envisagées dans le Fromveur. Toutefois, cela apparaît moins critique pour les systèmes de dimension plus réduites – tels que les hydroliennes d'estuaires. En revanche, dans ce dernier cas une planification est plus difficile à réaliser car l'échelle de travail est trop petite. Il est donc nécessaire de valider en amont de tout projet la faisabilité technique et économique du raccordement de tout parc envisagé auprès d'ERDF ou RTE.

¹⁰ Etat des lieux sur les conditions d'accueil des productions d'électricité sur le territoire finistérien. WP5: Développement économique et infrastructures

- **Transport et stockage**

En lien avec les smart grids, et en particulier au regard de l'intermittence de la production d'énergie renouvelable, se pose la question du stockage de l'énergie. Celui-ci permet d'ajuster l'offre selon la demande, en stockant les surplus de production ou en comblant les déficits. Parmi les solutions de stockage à grande échelle, le stockage hydraulique (stations de transfert de l'énergie par pompage – STEP) présente aujourd'hui les caractéristiques techniques et économiques les plus intéressantes : coût de l'énergie stockée parmi les plus faibles, rendements élevés, et une durée de vie très longue¹¹. Réservées jusque-là aux forts reliefs montagneux, Edf travaille au développement de nouvelles STEP marines, exploitant le dénivelé entre des falaises et l'océan. Les deux projets actuels se limitent aux DOM-TOM (Guadeloupe et Réunion)¹², avec des hauteurs de chute de respectivement 60 et 150m, des surfaces de bassin de 60 et 20ha.

Outre la production directe de gaz (hydrogène ou méthane) par les installations d'énergie marine – par électrolyse de l'eau mer et méthanation comme indiqué dans le paragraphe précédent et permettant d'utiliser le réseau de gaz comme un moyen de stockage d'énergie –, d'autres formes de stockage d'énergie en mer sont à l'étude telles que l'exploitation de la pression de l'eau au niveau des fonds marins – le principe général de ces systèmes étant de remplir des réservoirs d'air au fond de l'eau. Bien que de nombreux obstacles techniques doivent encore être levés, ces systèmes, en mer, dont les développements sont tous justes initiés, pourraient permettre de réduire significativement le caractère intermittent des énergies marines voire de contribuer directement à la gestion du réseau électrique.

Enfin, le développement des réseaux intelligents permettrait d'envisager de nouvelles formes de stockage à grande échelle, en interconnectant de manière optimisée de multiples unités de stockage localisées (comme les batteries de voitures électriques) en une sorte de stockage diffus.

¹¹CESER 2012 (Chapitre 2 - §3.3. « Le stockage de l'énergie »)

¹²<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=stockage-edf-sei>

Technologie	Capacité	Puissance	Délais de réaction	Coûts des investissements (€/kWh)	Durée de vie (nb de cycles)	Usage	Commentaires
STEP	1 à 10 GWh	0,1 à 2 GW	10 min	600 à 1 500	11000	Réseau	99 % des capacités de stockage d'électricité. Besoin de sites compatibles.
CAES (Compressed Air Energy Storage)	10 mWh à 10 GWh	15 à 200 MW	1 min	40 à 1200	11 000	Réseau	2e génération et technologies adiabatiques en cours de développement.
Hydrogène	10 kWh à 10 GWh	1 kW à 1 GW	100 ms	3000 à 5 000	25 ans	Industrie Particuliers	Flexibilité d'usage de l'hydrogène produit. Possibilité de valoriser les chaleur produite. Découplage de la puissance de
Batteries (électrochimiques et à circulation)	1 kWh à 10 MWh	0,01 à 10 MW	1 ms	300 à 3 000	500 à 4 000	Industrie Particuliers	Forte réactivité. Les batteries à circulation nécessitent un maintien en
Volants d'inertie	0,5 à 10 kWh	2 à 40 MW	5 ms	3 000 à 10 000	> 10 000	Réseau	Très forte réactivité. Faible capacité en énergie.
Super condensateurs	3 kWh	Tension : 2,5 V	3 s		> 10 000	Réseau Industrie	Très forte réactivité.
Stockage d'énergie magnétique supraconductrice	0,3 à 30 kWh		8 ms		> 10 000	Réseau Industrie	

source: <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=stockage-comparaison> (données DGEC et EPRI)

FIGURE 19 : MATURITE DES DIFFERENTES TECHNOLOGIES DE STOCKAGE (SOURCE : LE STOCKAGE D'ENERGIE, D'APRES ENEA, 2012)

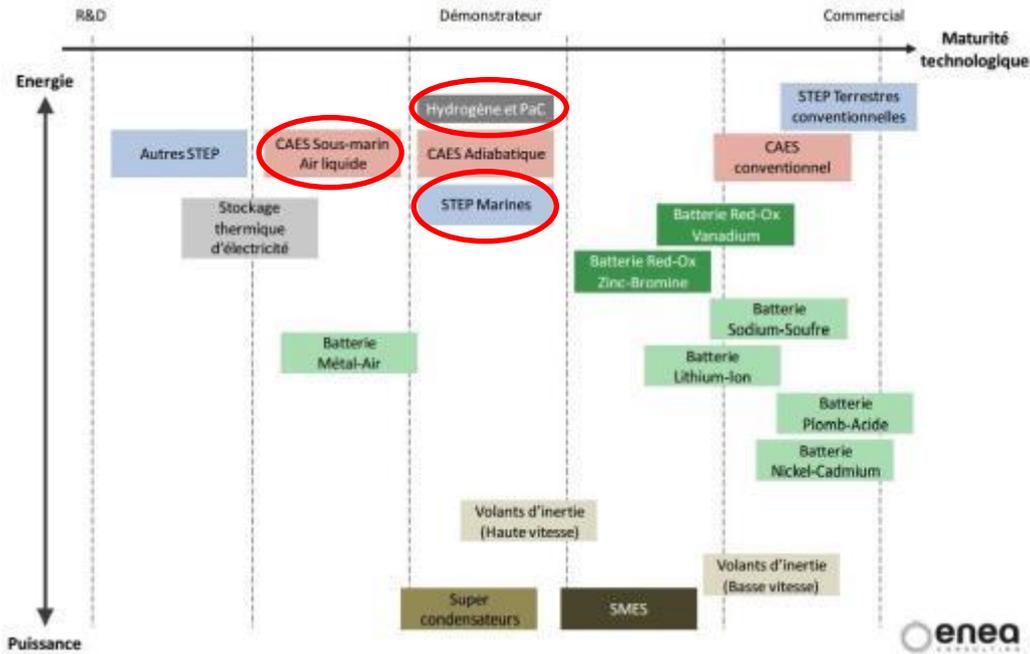


Figure 4 : Niveau de maturité technologique des différents moyens de stockage d'électricité

Typologie des moyens de stockage d'électricité

 Stockage gravitaire	 Stockage chimique	 Stockage inertiel
 Stockage à air comprimé	 Stockage électrochimique	 Stockage électrostatique
 Stockage thermique	 Stockage électrochimique à circulation	 Stockage électromagnétique



Technologies de stockage en mer ou à proximité (utilisant l'eau de mer sur le littoral)

1.2.3 Situation atouts/faiblesses de chacune des régions

❖ Bretagne

• Technologies de production

Limitées au seul site de production marémoteur de la Rance (240 MW), les énergies marines renouvelables jouent à l'heure actuelle un rôle secondaire dans le bouquet énergétique¹³. Mais la région Bretagne reconnaît les enjeux liés à sa précarité énergétique, et intègre désormais ces sources alternatives dans sa planification énergétique.

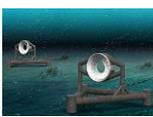
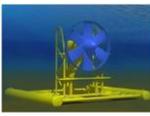
¹³A noter que la production de l'éolien terrestre bretonne en 2010 était déjà du double de la production de l'usine marémoteur de la Rance.

Comme précisé auparavant, les documents stratégiques visent un développement notable aux horizons 2020 et 2050. Ces ambitions, et la réelle nécessité, de la région Bretagne en matière d'intégration des énergies renouvelables et particulièrement des EMR, constituent une véritable opportunité de développement de la filière, aussi bien au niveau des technologies de production en elles-mêmes, que des problématiques d'infrastructures reliées à leur intégration (transport, raccordement, smart grids...),

Les objectifs et projets en développement dans la région se concentrent principalement sur le fort potentiel de l'éolien offshore, et le développement d'hydroliennes de grande taille (Tableau 2).

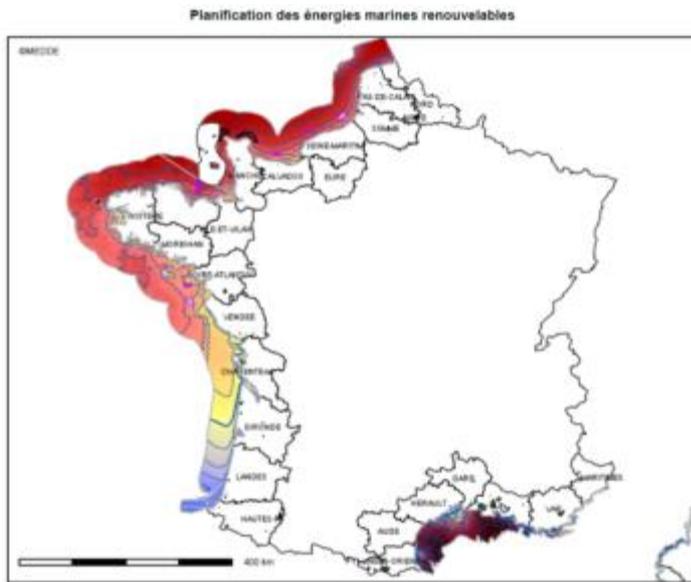
Les potentiels technico-économiques des filières EMR au large de la Bretagne n'ont pas été estimés précisément à ce jour, toutefois les cartes¹⁴ suivantes montrent l'existence de potentiels éoliens, houlomoteurs et hydroliens probablement intéressants.

TABLEAU 2 : PROJETS EMR DEVELOPPES EN BRETAGNE¹⁵

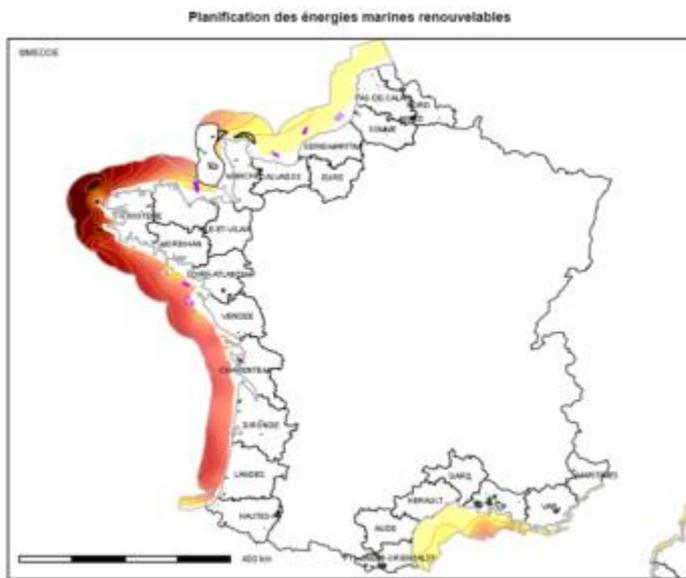
	Technologie	Visuel	Consortium	Localisation	Capacité	Stade de développement	Coût et soutien financier
Eolien offshore posé	M-5000 : éoliennes tripales posées		Iberdrola, Eole-Res, Areva	Saint-Brieuc (Côtes d'Armor).	Machine : 5 MW Parc : 500 MW (100 éoliennes)	Installation et mise en service progressive du parc commercial prévu de 2018 à 2020.	Coût total : 2000M€ (hors raccordements). Investissement exclusivement privé.
Eolien offshore flottant	Ex-Winflo : éoliennes tripales flottantes		DCNS, partenaires à confirmer	Démonstrateur MMW et parc pilote : Ile de Groix (Morbihan)	Machine : 5-6 MW Parc Pilote : 20 à 30 MW (4 à 5 éoliennes)	Prototype MMW en 2017. Parc pilote de 4 à 5 machines prévu pour 2019	Coût total : NC.
Energie hydrolienne	OpenHydro : hydrolienne à axe horizontal, $\approx 16m$		EDF, DCNS, STX	Paimpol-Bréhat (Côtes d'Armor)	Machine : 0,5 MW Parc pilote : 2 MW (4 turbines)	Turbine testée (2011-2013). Parc de 4 machines mis en service en 2014.	Coût total : 40M€ Soutien : financement public (7,2M€)
	Sabella : turbine hydrolienne à axe horizontal, $\approx 10m$		Sabella, IFREMER, Veolia Environnement, Bureau Veritas	Passage du Fromveur (Finistère)	Machine : 0,5 MW (démonstrateur D10)	Prototype D03 échelle 1:3 testé à Bénodet (2008-2009). Démonstrateur D10 échelle 1:1 à partir de 2014.	Coût total : 10M€. Soutien : ADEME (3,7M€)
Energie houlomotrice	WaveRoller : battant oscillant		DCNS, Fortum, AW-Energy	Plouzévet (Finistère)	Démonstrateur : 1,5 MW	Ferme pilote, mise en service prévue pour 2016-2017.	Coût total : NC.

¹⁴ Source : CEREMA, Geolittoral http://cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr/cartelie/voir.do?carte=carto_emr_2011_6&service=CETE_NC

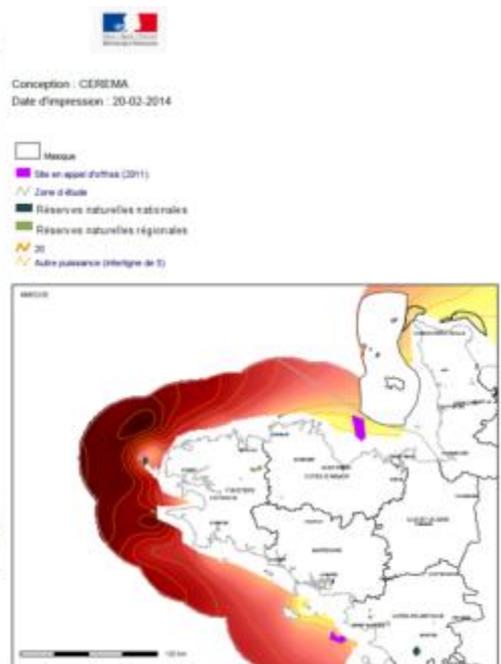
¹⁵ De récentes annonces peuvent significativement modifier certains de ces projets (Winflo par exemple).

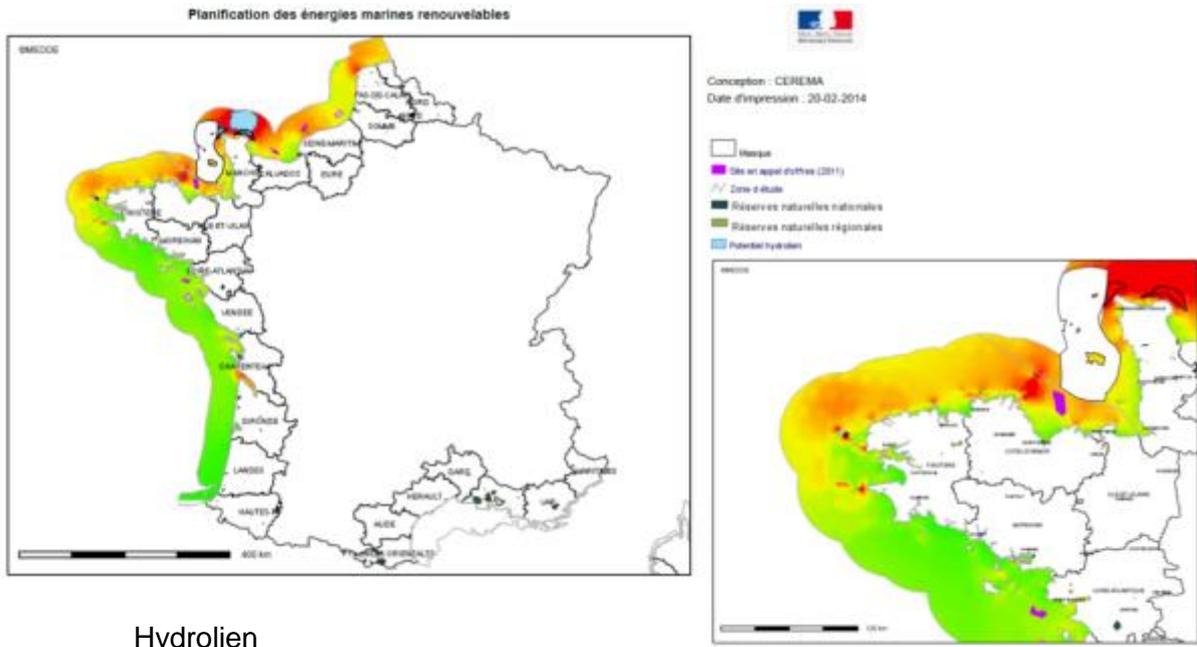


Eolien



Houlomoteur





- **Smart grids**

Malgré des compétences reconnues dans les secteurs de l'énergie et du numérique, avec notamment la mise en place des structures de recherche France Energies Marines et B-Com, il n'existe pas à l'heure actuelle de grand projet fédérateur dans ce domaine. Le rapport d'étude réalisé par BDI sur les réseaux intelligents en Bretagne (septembre 2013)¹⁶ recommande ainsi de faire collaborer ces deux filières de pointe sur un programme de recherche commun pour développer une spécialisation de niche sur le raccordement des énergies marines. La recherche devrait être portée notamment par la réalisation de projets de montages complets, au niveau de nouveaux quartiers ou de territoires insulaires. Une telle expérimentation à échelle locale permettrait d'une part de faire progresser les technologies, et d'autre part de mieux appréhender les ajustements réglementaires nécessaires à ces évolutions. Les projets EMR étant situés à proximité de territoires insulaires (Bréhat, Ouessant, Groix...), ceux-ci apparaissent comme autant d'opportunités pour l'expérimentation et le développement de technologies smart grids en lien avec ces nouvelles sources de production. Au vu de l'importance des enjeux énergétiques régionaux, le rapport de BDI anticipe déjà l'apparition d'un Smart Grid Breton. Il est préconisé une concertation avec les acteurs du secteur électrique, pour à terme voir se développer une « centrale électrique virtuelle », optimisant à l'échelle de la Région la distribution, la collecte et le stockage de l'électricité.

¹⁶BDI-Items 2013, Etude Smart Grids Bretagne

- **Transport et stockage**

Par rapport à l'adaptation des STEP au contexte côtier, avec l'apparition de STEP marines, le littoral breton présente de nombreuses zones avec des falaises. Le potentiel local réellement valorisable de STEP marines n'est pas connu à ce jour et doit être étudié. Les principaux freins au développement de ces zones est l'impact environnemental de telles installations – inondation avec de l'eau de mer (salée) de surfaces importantes de terre, souvent en zone protégée environnementalement – et la concurrence d'usage sur ces espaces.

- **Synthèse des procédures juridiques applicables**

Bien que l'Union Européenne prépare une directive établissant un cadre pour la planification de l'espace maritime et la gestion intégrée des zones côtières, la planification du développement des Energies Marines Renouvelables (EMR) est peu développée en France.

Une synthèse comparative entre les procédures en Bretagne et Cornouailles a été réalisée dans le cadre du projet MERiFIC « Comparison of National Policy Frameworks for Marine Renewable Energy within the United Kingdom and France » (Task 4.1.2 du Work Package 4).

En Bretagne, l'action menée depuis 2009 dans le cadre de la Conférence Régionale de la Mer et du Littoral (CRML) a toutefois permis de mener une concertation préalable au choix des sites destinés à accueillir des projets EMR d'engager une réflexion sur l'intérêt de mettre en œuvre cette planification.

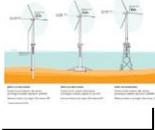
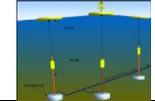
- ❖ **Cornouailles et Iles Scilly**

- **Technologies de production**

Aujourd'hui inexistantes dans la région, les énergies marines peuvent jouer un rôle significatif à l'avenir dans le système énergétique local. Les ressources naturelles sont importantes et s'intensifient progressivement vers l'extrémité ouest. Les Iles de Scilly, au large de la pointe ouest, présentent ainsi un potentiel d'autant plus intéressant.

Au-delà du parc éolien NavitusBay déjà en projet, les développements actuels en Cornouailles se concentrent sur l'exploitation de l'énergie des vagues plutôt que celle des courants, comme le montrent les estimations de l'ORRAD (Tableau 1) ainsi que les concepts en développement (Tableau 3).

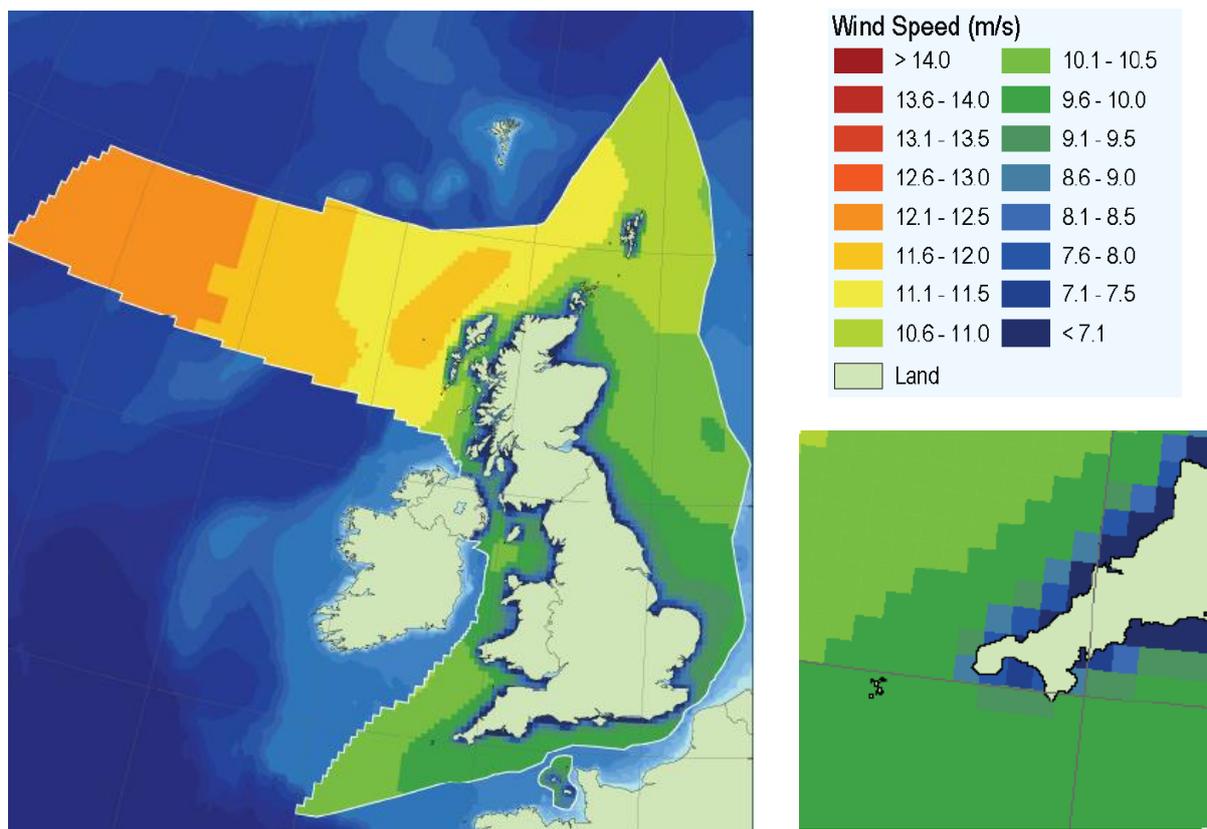
TABLEAU 3 : PROJETS EMR DEVELOPPES EN CORNOUAILLES

	Technologie	Visuel	Consortium	Localisation	Capacité	Stade de développement	Coût et soutien financier
Eolien offshore posé	Navitus Bay : éoliennes tripales posées		Eneco, Edf	Zone définie de 175 km ² à l'ouest de l'Isle of Wight.	Turbines : 5 à 8 MW. Parc : 1100 MW (218 turbines max).	Construction à partir de 2017. Mise en service à partir de 2019, complète en 2020-21.	Coût total : NC
Eolien offshore flottant	éoliennes flottantes		NC	Wave Hub, Hayle (Nord Cornouailles)	NC	Candidature reçue pour installation au Wave Hub	Coût total : NC
Energie hydrolienne	Pulse Stream : pales horizontales au mouvement vertical		Pulse Tidal	Lynmouth (Nord Cornouailles)	Démonstrateur : 1,2 MW	Installation prévue en 2014.	Coût total : NC
Energie houlomotrice	Oceanus: flotteur relié à une pompe d'eau		Seatricity	Wave Hub, Hayle (Nord Cornouailles)	Parc démonstrateur : 10 MW	Installation progressive de 2014 à 2015	Coût total : NC
	Bolt 2 Lifesaver: convertisseur flottant		Fred. Olsen, Université d'Exeter, SeaRoc, Supacat	Plateforme FaBTest, Falmouth (Sud Cornouailles)	Démonstrateur : 0,25 MW	Démonstrateur à taille réelle testé depuis 2008 en Norvège, installé en mars 2012 au FaBTest	Coût total : NC

Toutefois, d'importants gisements existent sur l'ensemble des ressources marines renouvelables :

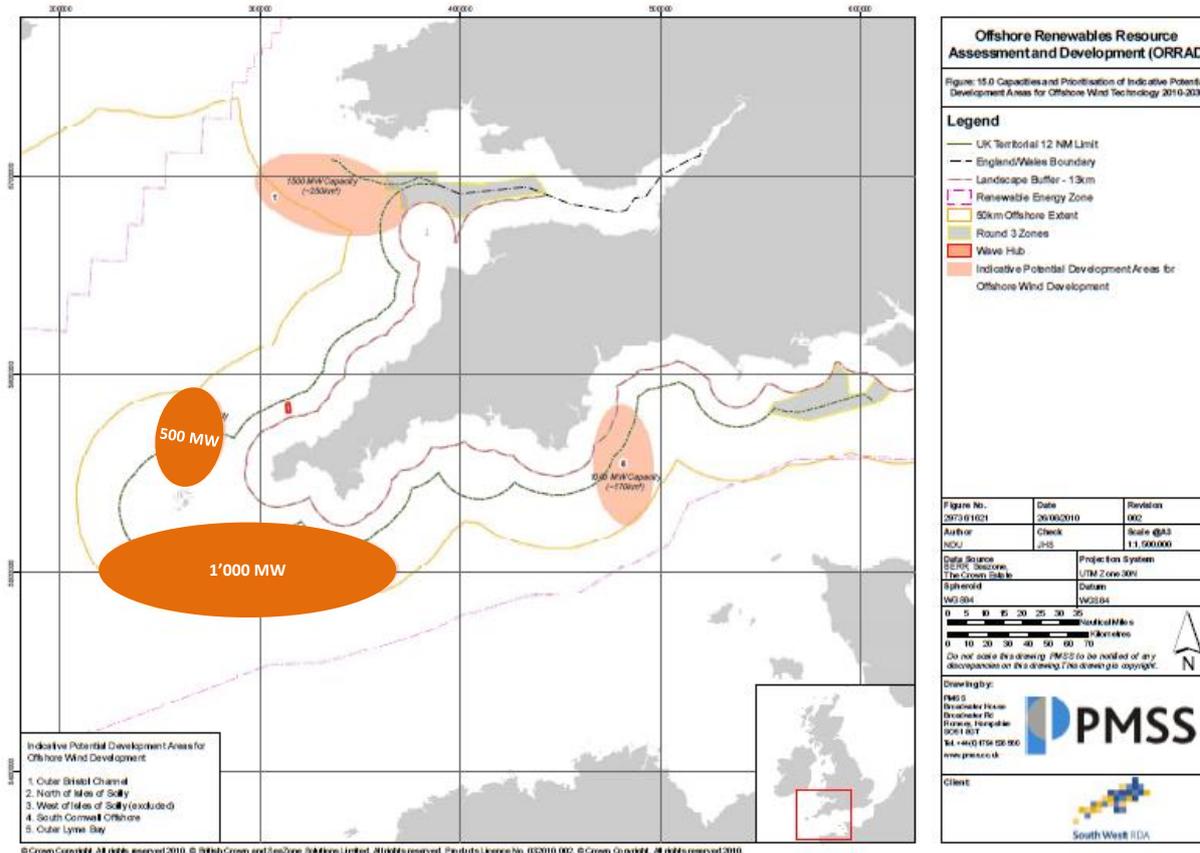
- Vents

FIGURE 20 : RESSOURCE EOLIENNE AU LARGE DE LA GRANDE BRETAGNE, DES COUNOUAILLES ET DES ILES SCILLY (SOURCE : BERR ATLAS OF MARINE RENEWABLE ENERGY RESOURCES)



Si les ressources éoliennes les plus importantes sont situées au nord-ouest du Royaume-Uni, la Cornouailles et les îles Scilly disposent de potentiels avérés avec des vents pouvant atteindre jusqu'à 11m/s. Le potentiel d'éolien offshore a ainsi été évalué à **1'500 MW** d'ici à 2030 dans deux grandes zones de respectivement 90 km² (500 MW) et 170km² (1'500 MW).

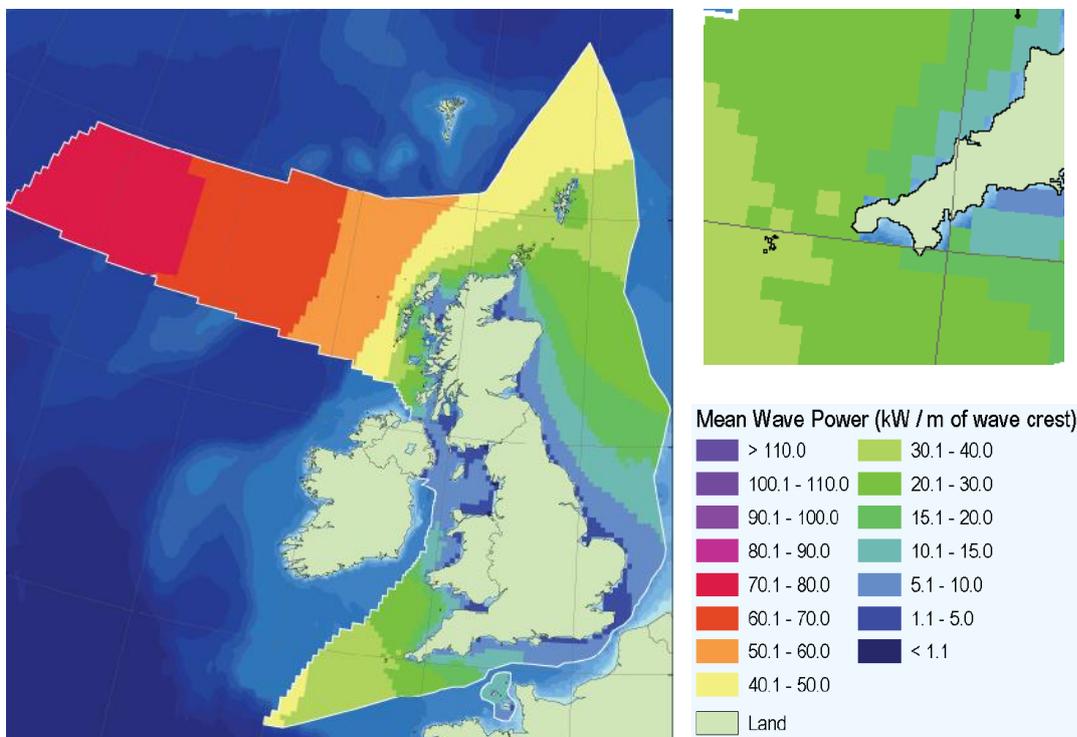
FIGURE 21 : EVALUATION DU POTENTIEL EOLIEN AU LARGE DES CORNOUAILLES ET DES ILES SCILLY D'ICI A 2030 (SOURCE : PMSS)



Compte tenu des profondeurs dans ces zones (dépassant le plus souvent les 50 mètres), c'est l'éolien offshore **flottant** qui sera privilégié.

- Vagues et houle

FIGURE 22 : RESSOURCE HOULOMOTRICE AU LARGE DE LA GRANDE BRETAGNE, DES CORNOUAILLES ET DES ILES SCILLY (SOURCE : BERR ATLAS OF MARINE RENEWABLE ENERGY RESOURCES)

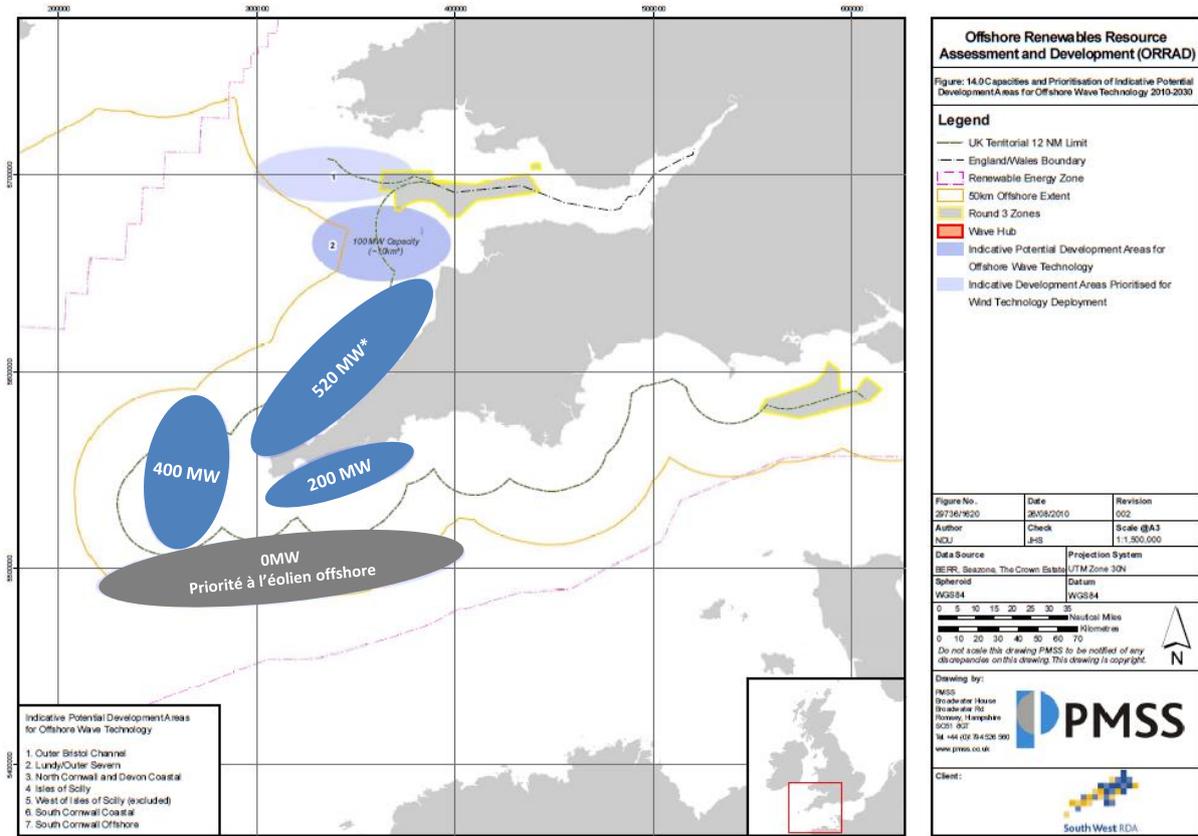


Compte tenu du lien qui existe entre vents et vagues, le profil de ressource en énergie houlomotrice est proche de celui de l'éolien, avec un potentiel qui s'accroît à mesure que l'on s'éloigne des côtes, en particulier au nord-ouest du Royaume-Uni. La Cornouailles et les îles Scilly font néanmoins état des forces houlomotrices de l'ordre de 28 à 37 kW/m en moyenne sur l'année. Toutefois, la profondeur atteinte dans ces zones (jusqu'à 100m) pourrait être un facteur limitant du développement de l'houlomoteur compte tenu du renchérissement associé des coûts d'ancrage. De plus, certaines zones, notamment au sud, ont d'ores et déjà été réservées pour le développement de l'éolien offshore.

Dans ces conditions, environ **1'120 MW** d'houlomoteur offshore pourraient être installés au larges des Cornouailles et des îles Scilly d'ici 2030¹⁷, soit plus de 90% du potentiel évalué en Angleterre du Sud-Ouest. A noter qu'une partie des ressources évaluées au nord ne concernent pas directement la Cornouaille mais le comté de Devon.

¹⁷ Offshore Renewable Resource Assesment and Development (ORRAD) Projet - South West Regional Development Agency – Octobre 2010

FIGURE 23 : POTENTIEL HOULOMOTEUR AU SUD OUEST DE L'ANGLETERRE D'ICI A 2030 (SOURCE : PMSS)

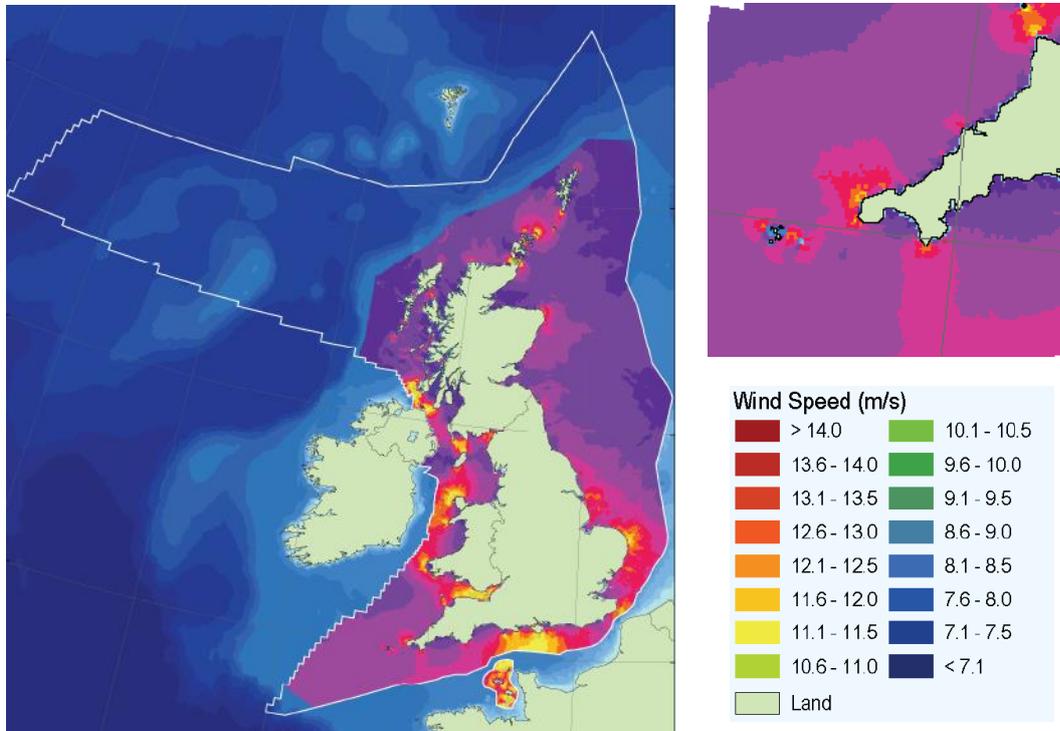


*Une partie de cette ressource n'est pas directement située en Cornouailles

A date, aucune ressource en houlomoteur onshore n'a été identifié en Cornouailles ou dans les îles Scilly.

Courants des marées

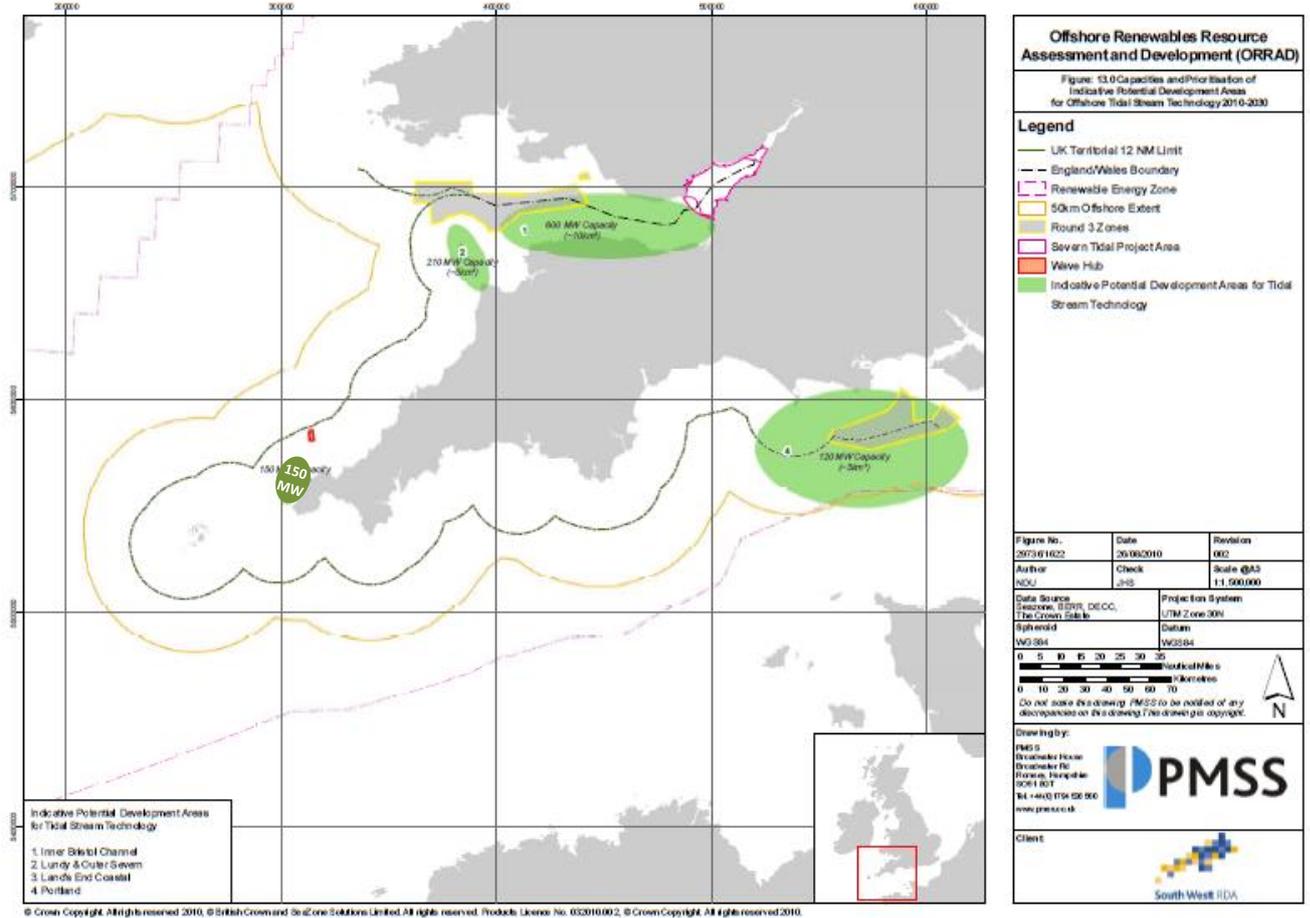
FIGURE 24 : RESSOURCE HYDROLIENNE AU LARGE DE LA GRANDE BRETAGNE, DES COURNOUAILLES ET DES ILES SCILLY (SOURCE : BERR ATLAS OF MARINE RENEWABLE ENERGY RESOURCES)



De façon moins évidente que pour l'houlomoteur, la Cornouailles et les îles Scilly disposent de ressource hydroliennes valorisables, avec des courants pouvant atteindre jusqu'à près de 2m/s. Il s'agit de sites de faible intensité énergétique vis-à-vis des zones de premiers plans que sont par exemple les îles Orkney en Ecosse (pouvant atteindre jusqu'à 4 à 5 m/s) et qui seront la priorité des développeurs de projets.

Dans le cadre d'une stratégie nationale, la Cornouailles et les îles Scilly seraient plutôt la cible de projets de développement hydroliens à plus long terme (au-delà de 2030) une fois que les sites les plus attractifs auront été investis. Dans le cadre d'une stratégie de développement industriel, socio-économique et énergétique à l'échelle régionale, c'est environ **150 MW** d'hydrolien qui pourraient être installés d'ici à 2030 (contre 930 MW pour le reste de l'Angleterre du Sud-Ouest), à la pointe sud-ouest des Cornouailles sur une zone d'environ 5 km².

FIGURE 25 : POTENTIEL HYDROLIEN DANS LE SUD-OUEST DE L'ANGLETERRE D'ICI A 2030 (SOURCE : PMSS)



L'identification de potentiels supplémentaires en courants des marées pouvant faire l'objet de développements hydroliens d'ici à 2030 demanderait la réalisation d'études océanographiques plus poussées.

○ **Perspectives de développement des EMR**

Au total, c'est ainsi environ **2,8GW** d'EMR qui pourraient être installés d'ici à 2030 au large des Cornouailles et des îles Scilly, avec en premier lieu l'éolien offshore flottant (1'500 MW) et l'houlomoteur (1'120 MW), soit près **d'1/3 du potentiel total d'EMR identifié en Angleterre du Sud-Ouest**.

Si les sites identifiés au large des Cornouailles et des îles Scilly et les projets associés seront les principaux contributeurs au développement socio-économique et industriel local, les potentiels évalués dans les autres comtés de l'Angleterre du Sud-Ouais pourraient présenter des retombées économiques en Cornouailles (et dans une plus faible mesure pour les îles Scilly, compte tenu de leur caractère insulaire).

Les îles Scilly et leurs alentours sont soumises à **réglementations environnementales strictes** dont le développement des énergies marines devra tenir compte. De plus, elles

sont situées dans un point de passage dense lié au transport maritime, où existent trois « Traffic Separation Schemes – TSS », dispositifs de séparation du trafic, qui limiteraient le développement potentiel des EMR dans ces zones ; la révision de ces dispositifs permettraient potentiellement de rehausser les potentiels EMR aujourd’hui identifiés (enjeu des « innovations réglementaires »).

- **Smart-grids**

Représentatif des enjeux des EMR pour les territoires insulaires, leur émergence pourrait assurer une indépendance énergétique aux Iles Scilly. Les ressources naturelles particulièrement importantes permettraient de réinjecter une partie de l’énergie vers la terre ferme, particulièrement en période de basse consommation sur les îles en hiver. Ce besoin d’optimisation de la gestion des flux électriques (ou d’autres formes d’énergie ?), entre production renouvelable, consommation locale et interconnexion avec le reste du territoire, est une opportunité de développer à grande échelle des nouvelles technologies de niche dans le domaine des réseaux intelligents.

De manière plus générale, les enjeux sont ici les mêmes que pour toutes les sources d’énergies renouvelables ; les réseaux électriques actuels ne sont pas conçus pour des points d’injection décentralisés et intermittents. Comme en Bretagne, cela est d’autant plus vrai en Cornouaille où les réseaux sont déjà en surtension.

- **Transport et stockage**

Dans ce contexte de dépendance énergétique, le développement des énergies marines présente un intérêt d’autant plus important que ces comtés disposent de ressources associées (vent, vagues, courants). L’éventuelle autonomie énergétique acquise par les îles Scilly grâce aux énergies marines poserait toutefois la question du **stockage** de l’électricité compte tenu du caractère plus ou moins intermittent et imprévisible de ces énergies (les générateurs de secours auraient vocation à être marginalisés compte tenu du coût de leur approvisionnement). Dans cette éventualité, le câble de moyenne tension déjà installé pourrait servir à exporter la production excédentaire d’électricité.

Signalons que l’installation d’un parc houlomotrice de 5 MW avait été envisagée en vue de rendre les îles Scilly autonomes en électricité. Toutefois, les pics de demande en énergie (printemps et été compte tenu du poids du tourisme), ne coïncident pas avec les pics de production houlomoteur, en automne et en hiver, ce qui limite la pertinence de cette technologie pour cet objectif d’autonomie. Un projet d’un petit parc est cependant en ce moment à l’étude (3 systèmes de 150 kW) au sud de St-Mary’s¹⁸.

¹⁸<http://www.thisiscornwall.co.uk/Wave-energy-scheme-Scilly-Isles-gathering/story-19750544-detail/story.html#axzz2r31mzkR3>

1.2.4 Différences et complémentarités Bretagne – Cornouailles

Bien que les ressources énergétiques de ces deux territoires soient comparables, une différence importante existe dans le positionnement du territoire par rapport au niveau national : les ressources éoliennes et houlomotrices de la Bretagne sont parmi les plus fortes du niveau national contrairement à celles des Cornouailles par rapport aux ressources du Royaume-Uni.

Au niveau technologique, le développement de la filière houlomotrice est plus avancé au Royaume Uni et en particulier en Cornouailles, qui dispose déjà d'un démonstrateur houlomoteur avec un second en projet à court terme tandis que le développement en France, et en particulier en Bretagne est plus avancé sur la filière hydrolienne marine.

Cela se traduit par des objectifs de production d'EMR – hors éolien – surtout centrés sur l'hydrolien en Bretagne et sur le houlomoteur en Cornouailles.

1.3 Fiche n°3 : Education et formation

1.3.1 L'enjeu de l'éducation et de la formation pour la filière des EMR

L'Education et la Formation de profils adaptés à la filière des EMR constituent un enjeu majeur pour le développement d'une nouvelle industrie au sein des territoires de Bretagne et Cornouailles / îles Scilly.

Plusieurs filières de formation existent sur ces territoires prenant appui sur les filières historiques maritimes et navales. Les métiers préparés alimentent le tissu industriel avec des profils dont les compétences doivent s'adapter à la chaîne de valeur des projets : de la construction, l'installation et la mise en service jusqu'à l'opération et maintenance des champs en mer. L'offre d'éducation et de formation sur ces territoires doit avoir une vision complémentaire avec l'industrie naissante des EMR pour alimenter le tissu et ses filières de spécialisation. En pratique, les institutions du territoire d'étude, Bretagne et Cornouailles / îles Scilly, sont déjà en ordre de marche.

❖ Etat des lieux en Bretagne

Dans son Pacte d'Avenir, publié en Décembre 2013, la Bretagne prévoit d'anticiper les besoins de spécialisations et d'emplois pour bâtir une politique d'investissement dans le système éducatif et dans la formation professionnelle. D'un point de vue territorial, la Bretagne forme à tous les métiers de la mer car la région est historiquement la 1^{ère} région pour filière navale pour les métiers de la conception / construction / opération et maintenance.

❖ Etat des lieux en Cornouailles / Iles Scilly

La région Cornouailles / îles Scilly est déjà positionnée pour les filières maritimes mais en revanche dispose d'une industrie d'une moins grande ampleur que la Bretagne. Cependant, le domaine industriel maritime emploie 14 000 personnes au sein de 250 entreprises et occupe une place importante en tant que domaine industriel porteur d'une activité économique phare pour la région.

→ Il apparaît ainsi que le territoire d'étude dispose d'un **savoir-faire reconnu dans les domaines maritimes et naval**, secteurs clés car très proches des domaines de compétences visés par les EMR. Ce secteur est **appuyé localement par une offre de formation complète**, de la formation initiale à l'enseignement supérieur comme de la formation continue, qui permet au territoire d'étude de se positionner de façon cohérente sur la chaîne de valeur des EMR.

1.3.2 Les filières de formation du territoire

❖ **La Bretagne**

La Bretagne dispose d'une filière de formation construite et complète pour les besoins des EMR. Avec quatre lycées maritimes et quatre organismes de formation de haut niveau, la région propose une offre de formation qui couvre l'intégralité de la chaîne de la valeur des EMR avec un fort potentiel de formation dans les domaines de la conception et construction navale comme la maintenance.

La filière d'éducation en Bretagne suit l'harmonisation nationale définie par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Pour rappel, cette formation se découpe en plusieurs filières d'éducation et de professionnalisation pré-Baccalauréat ou d'enseignement supérieur. En Bretagne, tous les niveaux de formations sont couverts du BAC PRO ou BTS aux formations d'excellence de diplôme d'ingénieurs et de Doctorat. L'échelonnement des cursus est décrit dans le schéma ci-dessous.

• **La formation initiale**

En Bretagne, les 260 lycées publics et privés offrent un enseignement dans les trois sections d'enseignement général et les quatre séries technologiques, et 76 lycées professionnels préparent au CAP, BEP, bac professionnel et BTS dans de nombreux secteurs d'activités (électronique et mécanique, tourisme, bâtiment et travaux publics, santé et social...).

• **Lycées spécialisés : agricoles et maritimes**

L'enseignement professionnel dispensé concerne des secteurs très diversifiés : l'agriculture et son environnement, l'aménagement, le commerce, l'agro-équipement, l'horticulture et les services en milieu rural. La région compte 4 des 12 lycées professionnels maritimes français situés au Guilvinec (Finistère), à Saint-Malo (Ille-et-Vilaine), Paimpol (Côtes d'Armor) et Étel (Morbihan) et accueillant 600 jeunes. Tous proposent des formations à la pêche, mais chacun a aussi sa spécialité : conchyliculture dans les lycées de Saint-Malo et d'Étel, métiers de la marine de commerce au Lycée de Paimpol...

• **Formations en alternance**

En Bretagne, 43 centres de formation d'apprentis et sections d'apprentissage en lycées et universités répartis sur 110 sites forment, en partenariat avec les entreprises, à plus de 290 métiers dans tous les secteurs d'activité : bâtiment, travaux publics, mécanique, électronique et électricité, télécommunications, mer et agriculture, agroalimentaire, environnement, santé, secrétariat et comptabilité, commerce et distribution, hôtellerie et restauration... Cette formation en alternance centre de formation/entreprise permet de préparer des diplômes allant du CAP au titre d'ingénieur : CAP, BEP, bac pro, BTS, DUT, formations supérieures universitaires (licences professionnelles, maîtrise...).

• **La formation professionnelle continue**

La formation continue est destinée à toutes les personnes qui souhaitent changer de métier, d'activité, améliorer leurs compétences ou de retrouver un emploi.

Des formations et des aides sont proposées aux demandeurs d'emplois et aux personnes en activité. En Bretagne chaque année, près de 5 000 entreprises de plus de 10 salariés financent une formation professionnelle continue à leurs employés.

- **L'enseignement supérieur**

Avec 72 900 étudiants inscrits dans l'enseignement supérieur, la Bretagne représente 4,9% de la part nationale et arrive en 6^e position des régions françaises. Elle compte 108 000 étudiants post-bac. La grande majorité d'entre eux poursuivent leurs études dans les 239 établissements d'enseignement supérieur : universités, écoles d'ingénieurs, IUT, formation sanitaires et sociales, écoles d'enseignement supérieur artistique et culturel...

L'université figure en première place, puisque 62 % des étudiants sont inscrits dans l'une des 4 universités bretonnes : l'Université de Rennes I et l'Université de Rennes II (et leur antenne de Saint-Brieuc), l'Université de Bretagne occidentale installée à Brest, Quimper et Morlaix et l'Université de Bretagne sud implantée à Vannes, Lorient et Pontivy.

L'UEB (Université Européenne de Bretagne) constitue un des 9 PRES (Pôle de Recherche et d'Enseignement Supérieur) créés en mars 2007. En unissant les forces des universités, grandes écoles, centres hospitaliers et organismes de recherche, l'ambition de l'UEB est de se positionner comme pôle de recherche et d'enseignement supérieur de rang international. Elle regroupe 21 membres : les 4 universités bretonnes, 5 écoles et 12 membres associés. L'UEB constitue un acteur majeur de la recherche, avec plus de 70 000 étudiants.

- **Les grands pôles universitaires**

- Université de Bretagne Sud (UBS)

L'UBS propose 111 spécialités de Licence et Master dont 33 formations en alternance. L'offre couvre des formations de niveau DUT, diplôme universitaire ainsi que des spécialisations d'ingénieur. L'UBS regroupe plusieurs organismes de formations basés entre Lorient, Pontivy et Vannes: Faculté de Droit, des Sciences économiques et de Gestion. Faculté des Lettres, Langues, Sciences Humaines et Sociales. Faculté Sciences et Sciences de l'Ingénieur. Institut de Management de Bretagne Sud. IUT de Lorient / Pontivy. IUT de Vannes. Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Bretagne-Sud.

L'UBS dispose de 12 laboratoires de recherche dont un s'organise autour du pôle « Homme, mer et littoral ».

- Université de Bretagne Occidentale (UBO)

L'UBO propose 131 spécialités de Licence et Master dont 42 Licences professionnelles et 16 DUT. L'offre couvre des formations de niveau DUT, diplôme universitaire ainsi que des spécialisations d'ingénieur. L'UBO regroupe plusieurs organismes de formations ainsi que 5 Ecoles Docorales. Y figurent notamment l'Institut Universitaire Européen de la Mer qui propose des formations aux spécialisations navales et maritimes.

- Université Rennes 1

L'université organise son offre de formation au sein du dispositif LMD (licence, master, doctorat) autour de trois domaines de formation : sciences, technologies, santé (STS) ; droit, économie, gestion (DEG) ; sciences humaines et sociales (SHS).

L'Université de Rennes 1 accueille les étudiants de la première année post-baccalauréat jusqu'au doctorat. Elle prépare également les non-bacheliers au diplôme d'accès aux études universitaires (DAEU) et à la capacité en droit. Outre les licences, licences professionnelles, masters recherche et professionnels, elle délivre les trois diplômes d'exercice de santé (médecine, pharmacie, odontologie), deux diplômes d'ingénieur, participe aux préparations au Capes et au Capet, organise les préparations à l'agrégation, aux métiers du droit et à ceux de l'administration.

Enfin, elle regroupe quatre IUT (Lannion, Rennes, Saint-Brieuc, Saint-Malo) qui délivrent 11 DUT secondaires et 4 DUT du secteur tertiaire.

- Université Rennes 2

L'offre de formation de Rennes 2 couvre les domaines des arts, des lettres, des langues, des sciences humaines et sociales, ainsi que les activités sportives sur une large palette de formations de niveau licence, master et doctorat.

L'université propose, pour chacun de ces domaines, des parcours diversifiés au plus près des attentes des étudiants et des exigences des milieux professionnels. Outre les enseignements spécifiques dispensés par chaque discipline (une vingtaine en licence), des enseignements de langues et de méthodologie sont intégrés à toutes les licences.

De plus, l'Université Rennes 2 propose à ses étudiants, pendant la licence, un dispositif original d'enseignements de pré-professionalisation articulé autour de cinq champs professionnels ainsi que des conférences de présentation des débouchés professionnels.

126 diplômes dont :

- 11 DU et DEUST
- 41 licences générales réparties en 17 mentions
- 11 licences professionnelles
- réparties en 8 mentions
- 63 masters
- réparties en 17 mentions (plus 16 spécialités en Métiers de l'éducation et de la formation)

❖ **La Cornouailles / Iles Scilly**

La Cornouailles / Iles Scilly bénéficient de la proximité des régions du Sud-Ouest du Royaume-Uni pour compléter l'offre de formation présente. La région de Devon par exemple participe à cet accompagnement avec une large sélection d'organismes de formation. Les formations publiques et privées sont présentes sur ce territoire avec également des opportunités d'apprentissage et d'enseignement supérieur de haut niveau.

- **La formation initiale et secondaire**

La formation initiale est commune au système du Royaume-Uni. Le sud-ouest du Royaume-Uni dispose de formations diplômantes du secondaire qui permettent de former les opérateurs et techniciens qui s'insèrent au sein des filières maritimes. Ces centres de formation sont listés ci-après :

- Bicton EaRTH centre, Devon
- Bournemouth & Poole College, Dorset
- Bristol City College, Bristol
- City College Plymouth, Plymouth
- Cornwall College, Cornwall
- Falmouth Marine School, Cornwall
- Petroc College, Devon
- South Devon College, Devon
- Truro College, Cornwall
- Weymouth College, Dorset
- University Technical College, Plymouth

- **Formations en apprentissage**

Le programme d'apprentissage *Cornwall Marine Network* permet de travailler sur des formations mises en place en partenariat par rapport aux entreprises. Une qualification est délivrée à l'issue du programme de formation *National Vocational Qualification*¹⁹ (NVQ). Plusieurs formations en apprentissage ont été mises en place pour la construction et la maintenance navale. Des entreprises impliquées dans les EMR comme REPower, RWE ou Babcock Marine.

- **La formation professionnelle continue**

Les formations continues sont réalisées par des entreprises privées et couvrent les besoins en qualification / habilitation / sécurité pour le travail dans les domaines industriels maritimes. Quelques organismes de formations répertoriés ci-après proposent des formations continues en lien avec les secteurs maritimes, y compris les EMR²⁰ :

- Aquos Ltd, Cornwall
- Heightec
- Kernow Training, Cornwall
- Maritime Training, Plymouth
- Ocean Training Plymouth, Plymouth
- Offshore Marine Academy ,Bristol
- Seaways Consultants, Bristol
- Western Training Association, Plymouth

¹⁹<http://www.cityandguilds.com/Courses-and-Qualifications/Qualifications-Explained/NVQs-SVQs-KeySkills-Vocational-SkillsforLife>

²⁰<http://www.regensw.co.uk/projects/offshore-renewables/offshore-supply-chain/south-west-marine-energy-and-offshore-wind-supply-chain-directory---sixth-edition>

- **L'enseignement supérieur**

Le territoire complète son offre avec la couverture des Universités du Sud-Ouest du Royaume-Uni proches de ce premier. L'enseignement supérieur propose des parcours d'éducation allant des diplômes universitaires post-baccalauréat jusqu'aux Thèses de Doctorat et niveaux académiques plus élevés²¹. Un partenariat académique a été mis en place au sein du programme PRIMaRE²². Enfin, trois grandes universités sont présentes sur ce territoire : Plymouth, Exeter et Cornwall. La liste non-exhaustive ci-après a été établie par le partenaire Marine Energy Matters :

- University of Exeter²³
 - o MEng/BSc Renewable Energy²⁴
 - Modules on marine energy
 - o BSc/MSci Environmental Science
 - o MEng/BEng Engineering
 - o MEng/Beng Electronic Engineering
 - o MEng/BEng Engineering and Management
 - o + other engineering and combination courses
- Plymouth University²⁵
 - o MSc Marine Renewable Energy²⁶
 - Specific to Marine Renewable Energy – wave, tidal and offshore wind
 - o BSc Environmental Construction Surveying
 - o BSc Environmental Consultancy
 - o BSc Environmental Science
 - o BSc Ocean Science
 - o BEng Marine Technology
 - o MSc Environmental Consultancy
 - o Beng Electrical and Electronic Engineering
 - o Beng Mechanical Engineering
 - o FdSc Electrical Engineering and Renewable Energy †
 - o MRes/MSc Applied Marine Science
 - o MSc/PgDip Hydrography
- Open University²⁷
 - o Renewable Energy²⁸ – starting October 2014

²¹<https://www.gov.uk/further-education-courses>

²²<http://www.primare.org/>

²³<http://www.exeter.ac.uk/studying/>

²⁴<http://www.exeter.ac.uk/undergraduate/degrees/renewable/energy/>

²⁵<http://www.plymouth.ac.uk/coursesandstudy>

²⁶<https://www1.plymouth.ac.uk/courses/postgraduate/4148/Pages/CourseOverview.aspx>

²⁷<http://www.open.ac.uk/>

²⁸<http://www3.open.ac.uk/study/undergraduate/course/t313.htm>

- Modules on marine energy
 - BEng/MSc Engineering
 - MSc Environmental Management
- Cornwall College
 - FdSc Renewable Energy Technologies – foundation degree²⁹
 - Modules on marine energy
 - FdSc Engineering – foundation degree
 - FdSc Marine Science
 - FdSc Marine Technology
 - FdSc Marine Conservation
 - BSc Renewable Energy and Carbon Management – Bachelors' degree³⁰
 - Modules on marine energy
 - BSc Environmental Resource Management

1.3.3 La formation spécialisée pour les EMR

La Bretagne / Cornouailles offrent des possibilités de formation dans plusieurs spécialisations, techniques, scientifiques et industrielles, qui répondent aux besoins de compétences techniques requises par le secteur des EMR :

- Etudes (techniques, environnementales)
- Dessin industriel
- Chaudronnerie
- Structures métalliques
- Electricité et Electrotechnique de puissance – Electronique
- Maintenance navale
- Production industrielle
- Automatismes
- Matériaux et Plasturgie
- Productique mécanique et outillage
- Energétique, Climatique et Frigorique

A cela s'ajoute une présence de formations sur les fonctions supports ainsi qu'en sciences humaines, sociales voire juridiques.

Formations spécialisées

La région Bretagne dispose de formations dédiées aux EMR depuis 2010. On y trouve un Mastère spécialisé EMR qui a pour objectif de former des responsables de projets ou de programmes relatifs au développement de systèmes de production d'énergie marines. Les intervenants de cette formation sont : ENSTA Bretagne, Ecole Navale, Télécom Bretagne, IUEM/UBO, Ifremer, le Cetmef, le SHOM, Météo France et DCNS.

²⁹<http://www.cornwall.ac.uk/courses/fdsc-renewable-energy-technologies>

³⁰<http://www.cornwall.ac.uk/courses/bsc-renewable-energy-and-carbon-management>

Par ailleurs, 4 organismes de formation supérieure délivrent des formations orientées pour les métiers des EMR :

- **ENSTA Bretagne** : École d'ingénieurs, 4 masters (génie maritime, EMR, pyrotechnie et propulsion, ingénierie marine/architecture navale et offshore).
- **Ecole Navale** : Formations d'ingénieurs / Master et d'officiers supérieurs de la marine.
- **ISEN** : Institut supérieur d'électronique et des technologies numériques qui propose 1 formation d'ingénieurs avec 5 spécialisations.
- **IUEM** : Institut universitaire européen de la mer avec 1 master des sciences de la mer et du littoral décliné en 7 spécialités. Une école doctorale des sciences de la mer unique en France.

Du côté des Cornouailles, deux organismes se démarquent par des formations orientées pour les métiers des EMR :

- **Université d'Exeter** : MEng/BSc Renewable Energy, MEng/BEng Engineering and Management
- **Université de Cornouailles** : FdSc Renewable Energy Technologies – foundation degree, BSc Renewable Energy and Carbon Management – Bachelors' degree

1.3.4 Actions pour l'insertion professionnelle

L'insertion professionnelle est le moyen important pour planifier l'adéquation entre le système d'éducation et le marché et ses filières économiques. Deux exemples d'actions d'insertion professionnelle sont présentés ci-après.

Exemple : Mise en place des Plans Locaux pour l'Insertion et l'Emploi

La Maison de l'Emploi et de la Formation Professionnelle (MEFP) est une structure de coordination des dispositifs relatifs à l'emploi et à l'insertion professionnelle. La MEFP et le PLIE se sont rapprochés en 2011 par la mutualisation de leurs fonctions administratives et de leurs locaux. Dès janvier 2012, la mise en place d'une direction commune des deux structures a conclu cette démarche de mise en commun des ressources et moyens.

La MEFP-PLIE : son ambition est la mise en œuvre d'une véritable politique de l'emploi sur l'ensemble du territoire. Dans ce contexte, la Maison de l'Emploi relève plusieurs défis :

- Fédérer les partenaires de l'emploi, de la formation et de l'insertion professionnelle pour créer de nouvelles synergies.
- Coordonner et animer des projets dans le cadre des partenariats
- Contribuer à une meilleure connaissance de la situation de l'emploi sur le territoire.
- Mieux appréhender les besoins économiques du territoire afin d'anticiper leurs évolutions.
- Veiller et agir pour le développement des clauses d'insertions dans les marchés publics.
- Réduire les obstacles culturels ou sociaux à l'accès l'emploi

Exemple : Salons de l'emploi PRO&MER

La première édition de PRO&MER, salon de l'emploi et de la formation en Bretagne des métiers de la mer y compris des EMR a eu lieu en OCTOBRE 2013. Ce salon a été organisé par Bretagne Pôle Naval - Commission Emploi Formation et Légal, en partenariat avec la MEFP du Pays de Brest, Channel Marine Academy et l'association La Touline, avec le soutien du Conseil Régional.

Ce salon de l'emploi a été bâti autour de 3 pôles d'excellences pour se rapprocher le mieux des besoins industriels : Pôle INDUSTRIEL, Pôle FORMATION – ECOLE et Pôle INTERIM.

Lors du salon, un espace emploi a été consacré aux rencontres avec les jeunes diplômés ou les profils en recherche d'emploi. Un *Job Dating* et un atelier CV ont été menés pour favoriser l'adéquation des recruteurs avec les potentiels recrutés.

Ce nouvel événement dont la formule est unique, permettra à l'ensemble des acteurs de présenter à un large public, le savoir faire, les compétences, les réalisations des filières et de démontrer que les métiers Mer, Naval, EMR et O&G sont attractifs et passionnants.

1.3.5 Situation atouts/faiblesses de chacune des régions

Bretagne

Selon le Guide des Compétences pour les EMR établi par le Conseil Régional de Bretagne, il y a sur le territoire plus de 160 formations allant du CAP aux diplômes d'ingénieurs. Ces filières forment annuellement plus de 13 800 lycéens, étudiants et apprentis dans les lycées de formation et en parallèle 13 000 étudiants inscrits dans les parcours universitaires.

La région Bretagne forme un grand nombre de profils dont la spécialisation couvre les opérations en mer. En effet, la région forme près d'un tiers des lycéens maritimes que compte la France. Elle compte également des formations maritimes de niveau supérieur comme l'Ecole Navale ou l'Ecole Nationale Supérieure Maritime à Saint-Malo. Le Centre Européen de Formation Continue Maritime offre une formation de perfectionnement aux professionnels de la mer dans les domaines de la navigation ou de la sécurité maritime.

La Bretagne dispose également d'une communauté d'universités et établissements réunie au sein de l'Université Européenne de Bretagne. Celle-ci comprend les 4 universités présentes sur le territoire ainsi que 16 Grandes Ecoles.

La région a donc une offre de formation bien positionnée et en lien avec les filières économiques et industrielles. En revanche, il demeure un manque de spécialisation des formateurs sur le secteur des EMR qui est due à la jeunesse de cette filière.

Cornouailles / Iles Scilly

Le territoire dispose d'un système éducatif et de formation complet et cohérent par rapport à la demande industrielle de l'industrie maritime qui y est présente. Une action de concertation des acteurs du sud-ouest du Royaume-Uni, autour de l'initiative *RegenSW*, a permis de dégager des lignes de formation à mettre en place :

Profils techniques identifiés :

- Conception navale et ingénierie
- Electricité de puissance
- Opération et Maintenance
- Fabrication et matériaux
- Domaine de l'environnement : Recueil des données de l'environnement
- Gestion de projet et management d'équipes

Sur cette base, le territoire a identifié que les parcours de compétences y sont existants mais nécessitent une bonne intégration avec les schémas industriels des EMR.

1.3.6 Références

Sources documentaires

- Pacte d'avenir pour la Bretagne, Décembre 2013
- Données chiffrées en recherche et formation des établissements et laboratoires
- Rapports d'évaluation AERES des laboratoires
- PRES UEB
- Contrat de Plan Régional de Développement des Formations Professionnelles – CPRDF

Rapports sur les énergies marines renouvelables :

- Note stratégique sur les EMR (ADEME)
- Faire de la France un leader mondial des EMR (MEDDE)
- Les énergies marines renouvelables : quelles opportunités pour la France (E&Y)
- Etude prospective des EMR à horizon 2030 (IFREMER)
- Rapport de la mission d'étude sur les EMR (MEDDE, MINEFI)

Sources internet

BPN

<http://www.bretagnepolenaival.org>

PRO&MER

<http://www.ouestfrance-emploi.com/recruteur-rh/info/inscription-salon-promer>

MEFP / PLIE

<http://paysdebrest-mefp-plie.fr/>

DIRECCTE**BDI : Guide des compétences**

<http://ressources.bdi.fr/telechargements/Guide%20des%20comp%C3%A9tences%20EMR%20vDef.pdf>

Invest in Bretagne :

<http://www.invest-in-bretagne.org/-la-bretagne-terre-de-competences,366-.html>

UBS Catalogue des formations 2014

http://www.univ-ubs.fr/le-catalogue-des-formations-14251.kjsp?RH=UBS_FR

Université Européenne de Bretagne

<http://www.ueb.eu/>

Université de Rennes 1

<http://www.univ-rennes1.fr/themes/formation/offre-formation/>

CAMPUS NAVAL

<http://www.campusnaval.org/>

1.4 Fiche n°4 : Financement du déploiement des EMR

1.4.1 *La réduction des coûts complets de production : une nécessité d'innover parmi les leviers déjà en place, où le financement occupe une place de premier plan*

❖ **Les coûts complet de production [€/MWh] : driver clé pour mesurer l'attractivité des EMR**

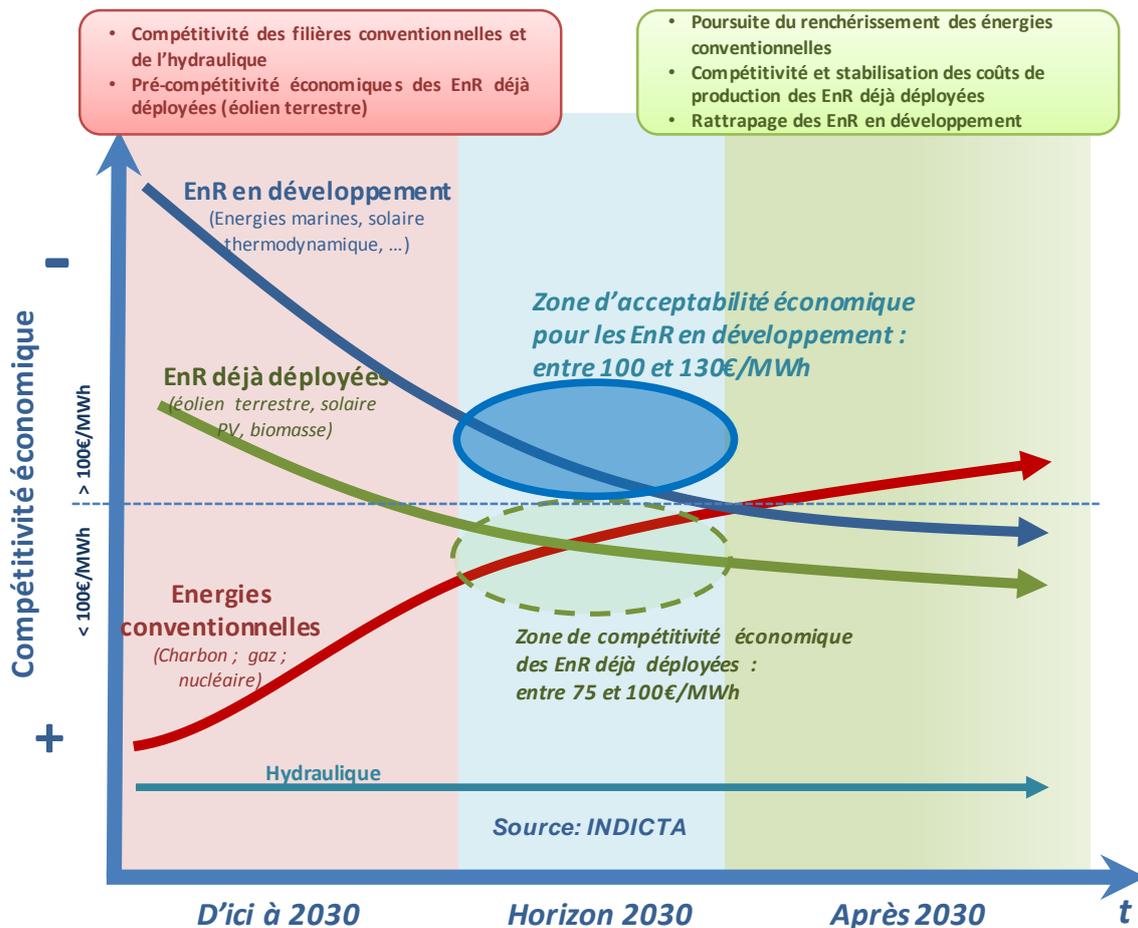
L'attractivité économique des EMR se mesure par leur coût complet de production, exprimé en €/MWh. Il est usuellement estimé par la méthode dite des « **coûts complets hors externalités** », qui intègre un certain nombre de segments de coûts dans le cycle de vie global du projet :

- Les coûts d'investissement (€/MW) : ils incluent le **coût de fabrication et d'installation du système**, ainsi que les exigences de rentabilité des investisseurs ; le taux d'actualisation communément retenu sur le secteur de la production d'électricité renouvelable atteint en général **8 à 10%**. Les **coûts de raccordement au réseau** sont également inclus dans le coût d'investissement. Notons que certains acteurs économiques intègrent dans le coût d'investissement le **coût de démantèlement du système**, même s'il reste aujourd'hui difficile pour les systèmes EMR en développement d'estimer ce chiffre avec une précision acceptable.
- Les coûts d'opération et de maintenance (O&M) : ils sont usuellement estimés par un **pourcentage du coût d'investissement**. Ils varient entre 6 et 8%, en fonction de la complexité des technologies et des zones d'exploitation.
- La performance des technologies : elle est ici symbolisée par le **facteur de charge** de chaque système. Significativement supérieurs à l'ensemble des autres énergies renouvelables, les facteurs de charge des EMR varient en fonction des technologies : de 3'000 à 3'500h (34 à 40%) pour l'éolien offshore (respectivement pour le posé et pour le flottant), de 3'500 à 4'000h (40 à 46%) pour l'hydrolien et le houlomoteur, pour atteindre jusqu'à 7'000h pour l'ETM (80%).
Remarque : Le facteur de charge fait référence au nombre d'heures de fonctionnement dans une année à puissance nominale maximale. Il détermine le « productible annuel » d'un système d'une puissance donnée (exprimée en watts), qui produira à un rendement de 100% un certain nombre de MWh sur les 8'766 heures d'une année pleine.
- La durée de vie des installations : nous retenons la durée de vie minimale des installations du type éolien ou solaire, à savoir **20 ans**. Cette limite basse se fonde notamment sur les exigences des énergéticiens afin d'avoir de la visibilité sur la rentabilisation de leur investissement.

NB : Le coût des externalités, notamment les impacts de la pénétration massive de systèmes de production intermittente sur les investissements dans les réseaux électrique, n'est pas intégré dans ce calcul.

Le coût complet de production est un indicateur essentiel dans l'évaluation de l'attractivité relative des filières de production d'énergie, et un critère de premier plan pour les arbitrages des investisseurs privés. Comparé avec l'état de situation et les perspectives d'évolution des coûts des autres énergies, il s'agit d'une notion dynamique dont il convient d'apprécier l'évolution à court, moyen et long termes.

FIGURE 26 : PERSPECTIVES D'EVOLUTION COMPAREE DES COUTS DE PRODUCTION DES ENERGIES RENOUVELABLES ET DES ENERGIES CONVENTIONNELLES D'ICI A 2030 (SOURCE : INDICTA)



Les EMR, sont des filières en plein développement dont les coûts de production sont aujourd'hui supérieurs à ceux des énergies renouvelables déjà déployées (hydraulique, éolien terrestre, solaire photovoltaïque- entre 150 et 200€/MWh, ..., et dont certaines, à l'image de l'éolien terrestre, sont déjà en-dessous des 100€/MWh) et des énergies conventionnelles (charbon, gaz, ...). Cependant, **à court et moyen, ces coûts sont voués à diminuer**, notamment grâce aux économies d'échelles et à l'innovation technologique. Ce qui renforcera leur attractivité économique relative face à un renchérissement attendu des énergies conventionnelles :

- pour les énergies fossiles (charbon et gaz) principalement pour des considérations liées aux coûts d'approvisionnement en combustible et à la mise en place d'une contrainte carbone,
- et en ce qui concerne le nucléaire, en particulier avec l'intégration plus fine des coûts de démantèlement des centrales, des coûts liés au stockage permanent des déchets radioactifs, et des coûts liés aux besoins croissants de sécurité et de sûreté des installations, notamment dans un contexte post-accident de Fukushima.

❖ **De nombreux levier d'amélioration pour renforcer l'attractivité économique relative des EMR**

Face à l'augmentation attendue des coûts de production des énergies conventionnelles, les EMR font l'objet d'une attention particulière de la part de l'ensemble des acteurs du marché (développeurs, investisseurs, pouvoirs publics, ...). Deux types de leviers « historiques » peuvent être actionnés afin de parvenir à une attractivité renforcée :

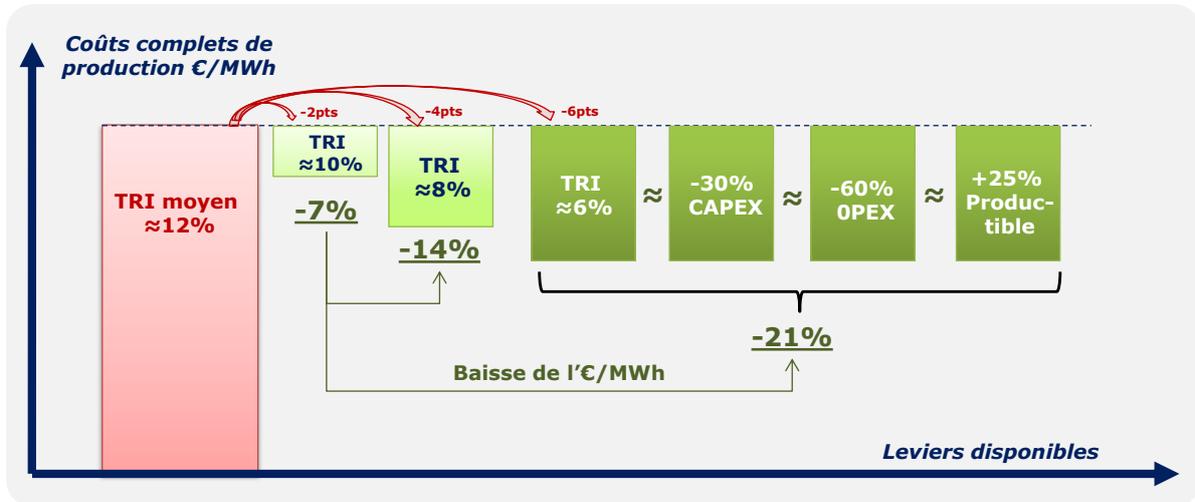
- **Effort de R&D**, tant de la part des acteurs privés (développeurs de technologies, sociétés d'ingénierie, ...) que des acteurs publics (universités, centres de recherche, ...) notamment afin de faire baisser les coûts d'investissement. Ces derniers représentent jusqu'à 2/3 des coûts complets de production des EMR, avec un poids significatif des coûts liés à la construction des structures, fondations et ancrages (jusqu'à 25% des coûts de production pour l'éolien flottant).
- **Economies d'échelle**, rendues possibles en phase d'industrialisation des filières avec la production de systèmes à la chaîne. Sur l'éolien offshore posé, Alstom et Areva annoncent chacun des capacités de production devant atteindre 100 turbines par an (respectivement de 6 et 5MW) afin de s'inscrire dans un plan industriel pertinent et économiquement viable.

Le resserrement des capacités d'investissement dans le monde, et en particulier dans les projets les plus risqués, ainsi que l'attractivité renforcée des énergies fossiles (contrainte carbone en forte baisse depuis 2008 et prix bas du charbon américain, conséquence directe du gaz de schiste outre-Atlantique), nécessitent d'actionner de nouveaux leviers : un ensemble **d'innovations** est pensé sur des voies connexes aux technologies et à l'industrie : en particulier sur les **réglementations** (permettant par exemple l'accès potentiel à des zones dotées d'une ressource particulièrement attractive, mais aujourd'hui réservée à d'autres activités, à l'image de la pêche) et sur **l'ingénierie financière** (mécanismes de financement, taux d'emprunt, taux de rendement interne, ...).

Au sein des différents paramètres clés des innovations liées à l'ingénierie financière, la baisse des **TRI**³¹ fait partie des leviers les plus efficaces pour faire baisser rapidement et significativement l'€/MWh.

³¹Taux de RentabilitéInterne :taux au-delàduquel la somme des flux de trésoreriefutursd'unprojetest positive.

FIGURE 27 : EVALUATION DE L'IMPACT DE LA BAISSSE DU TRI SUR LE COUT COMPLET DE PRODUCTION ET COMPARAISON AVEC D'AUTRES LEVIERS DISPONIBLES (SOURCE : INDICTA)



Pour un TRI moyen de l'ordre de 12% (la tendance actuelle sur les projets éolien de Mer du Nord porte plutôt sur des TRI moyen de l'ordre de 15%), une réduction de 2 points (passant ainsi à 10%) permet de baisser les coûts complets de production de 7%. **Dans un scénario favorable de division par deux du TRI à 6%, la baisse des coûts de production dépasserait les 20%.**

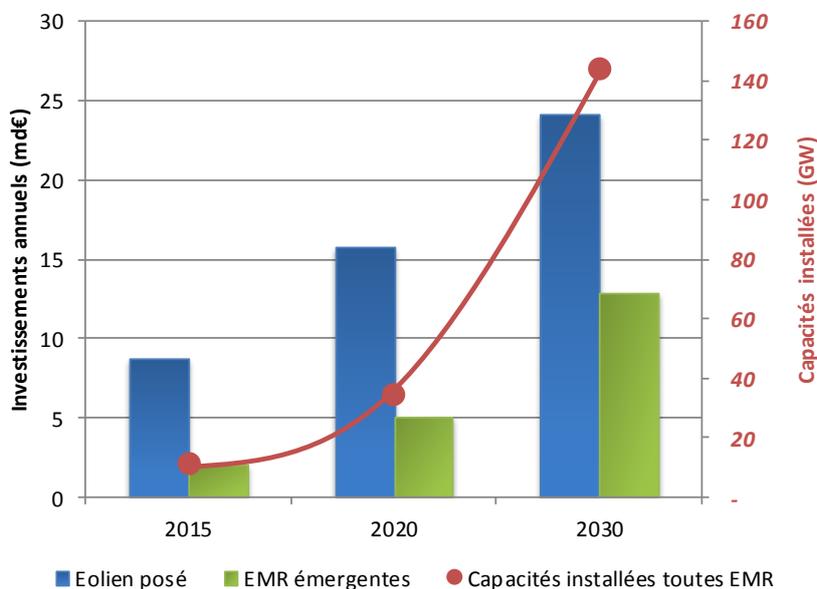
L'usage d'autres leviers pour atteindre une telle baisse conduirait à devoir atteindre des valeurs plus inaccessibles à court et moyen termes, de l'ordre de -30% pour les CAPEX (coûts d'investissement), de -60% pour les OPEX (coûts d'opération et de maintenance), ou encore d'augmenter de 25% la productible des systèmes (facteur de charge passant par exemple de 3'000h à 3'750h).

La baisse des TRI, levier clé dans les innovations liées à l'ingénierie financière, passe par plusieurs enjeux clés :

- **Le niveau d'attractivité des EMR vis-à-vis des autres énergies** (autres énergies renouvelables et énergies conventionnelles), dont le coût complet de production est la variable de référence.
- **L'amélioration de la visibilité sur les risques projets par les investisseurs.** Elle passe par une meilleure expertise des opérateurs financiers sur ces filières émergentes, mais aussi par les efforts de planification et de réglementation menés à l'échelle des pouvoirs publics, notamment avec la mise en place de mécanismes d'appel d'offres et de tarifs d'achats de l'électricité incitatifs.
- **Le ratio entre dette et « privateequity »**
- **L'origine des fonds, entre public et privé,** dans la mesure où les coûts de l'emprunt sont plus avantageux auprès des prêteurs publics. Citons par exemple la banque d'investissement allemande KfW, très active dans le financement des énergies renouvelables.

1.4.2 Un important besoin en capitaux pour financer l'investissement dans les infrastructures et les systèmes EMR

FIGURE 28 : INVESTISSEMENTS ANNUELS ET CAPACITES INSTALLEES DANS LES EMR D'ICI A 2030 EN EUROPE (SOURCE : INDICTA)



Les perspectives de croissance des EMR en Europe d'ici à 2030 préfigurent d'importants investissements à mener pour les développeurs de projets, en particulier pour l'éolien posé.

- D'ici à 2020, cela correspond à une **multiplication par près de 2 des investissements annuels dans les EMR par rapport à 2015**, avec passage de plus de 10md€/an en 2015 à **plus de 20md€/an en 2020**. Ceci est principalement dû à la croissance soutenue du parc éolien offshore posé (plus de 25% en moyenne d'ici à 2020), et au démarrage des EMR émergentes (principalement éolien flottant, hydrolien, houlomoteur).
- Entre 2020 et 2030, on préfigure un maintien de cette croissance, pour atteindre près de **40md€/an** en 2030 avec une montée en puissance des EMR émergentes, et en particulier de l'éolien offshore flottant.

Il existe ainsi un « **mur** » de **financement** auquel les développeurs de projets vont être confrontés, mais aussi les financeurs privés pour lesquels la hauteur de ces investissements est aussi un défi compte tenu de leur nombre et de leurs capacités individuelles à financer ces projets. Ceci pose l'enjeu de la **disponibilité des capitaux**.

En 2020, de tels niveaux d'investissements feront référence à un besoin de financement d'environ 16md€ (ratio de dette des projets de l'ordre de 80% ; pour l'éolien offshore posé, ce ratio est de l'ordre de 75%³²) à solliciter auprès de la vingtaine de banques en Europe qui financent aujourd'hui la filière éolienne posée.

³² Source EWEA : Financing offshore wind farms

FIGURE 29 : PRINCIPALES BANQUES DE CREDIT PARTICIPANT AU FINANCEMENT DE L'EOLIEN POSE (SOURCE PRINCIPALE : EWEA)

Bank	Home market	Stage of lending	Example projects with location
National Australia Bank	Australia	Operation	Lynn and Inner Dowsing
Belfius (formerly Dexia)	Belgium	Construction stage	Northwind, Thornton Bank (Phases 2 & 3)
BNP Paribas	France	Construction, Operation	Lincs, Northwind, Lynn and Inner Dowsing
Crédit Agricole CIB	France	Operation	Lynn and Inner Dowsing
Natixis	France	Construction	Global Tech
Société Générale S.A.	France	Construction	Global Tech, Thornton Bank Phases 2&3
LBBW	Germany	Construction	Baltic 1
BayernLB	Germany	Construction	Butendiek
Bremer Landesbank	Germany	Construction	Butendiek
Commerzbank	Germany	Construction	Meerwind
Deutsche Bank	Germany	Construction	Borkum West II
HeLaBa	Germany	Construction	Butendiek
HSH Nordbank	Germany	Construction	Butendiek
Nord/LB	Germany	Construction	Global Tech
SEB	Germany	Construction	Butendiek, Global Tech, Borkum West II
Siemens Financial Services	Germany	Construction	Butendiek, Walney, Meerwind
Bank of Ireland	Ireland	Operation	Lynn and Inner Dowsing wind farms
Unicredit Bank	Italy	Construction	Butendiek
Bank of Tokyo-Mitsubishi UFJ	Japan	Construction	Lincs, Meerwind
Mizuho Corporate Bank	Japan	Operation	Gunfleet Sands
Sumitomo Mitsui Banking Group	Japan	Operation	Gunfleet Sands
ASN Bank	Netherlands	Construction	Bligh Bank Phase I, Northwind
ING Bank N.V.	Netherlands	Construction	Northwind, Butendiek
NIBC Bank N.V.	Netherlands	Construction, Operation	Baltic 1, Global Tech, Borkum West II, Lynn and Inner Dowsing
DNB Bank	Norway	Construction	Lincs
Banco de Sabadell SA	Spain	Construction	Global Tech
Banco Santander	Spain	Construction and Operation	Walney, Lincs
BBVA	Spain	Operation	Lynn and Inner Dowsing
HSBC	UK	Construction	Lincs
Lloyds TSB	UK	Construction, Operation	Lynn and Inner Dowsing, Walney, Lincs, Meerwind

Avec un ticket d'entrée de l'ordre de 100 à 200M€ par banque, chacune d'entre elle devra ainsi financer en 2020 entre **3 et 7 projets simultanément** afin de permettre à la filière de se développer. En 2030, c'est potentiellement entre **7 et 14 projets d'EMR** que ces banques européennes devraient financer chaque année, pour un total de l'ordre de 32md€.

A l'échelle régionale, les objectifs et potentiels EMR annoncés pour la Bretagne, entre 2'200 et 3'600GW d'ici à 2030, et la Cornouailles / Scilly, environ 2,8GW à 2030, représentent pour chacune de ces régions **près d'une dizaine de milliards d'Euros d'investissements totaux sur la période**³³, dont une partie pourrait être amenée à être financée localement.

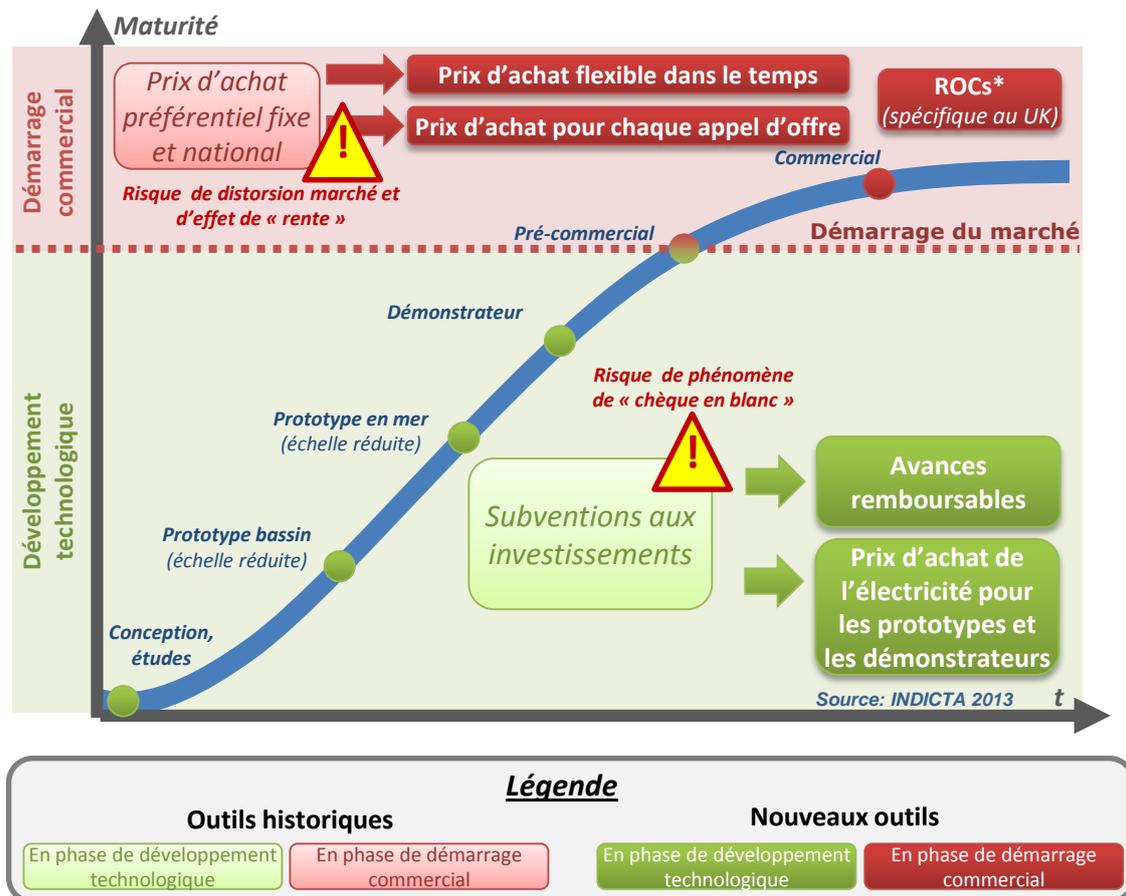
1.4.3 Des outils de financement en pleine évolution

Les outils englobant l'ensemble des incitations financières contribuant à accélérer l'émergence de filières énergétiques nouvelles sont présents tout au long du cycle de

³³ Hypothèse d'un coût d'investissement de 3,2M€/MW en 2020 et de 2,4M€W en 2030 pour l'éolien posé, de 4,2M€/MW en 2020 et de 2,6M€/MW en 2030 pour l'éolien flottant, de 4,7M€/MW en 2020 et de 2,6M€/MW en 2030 pour l'houlomoteur, et de 4,2M€/MW en 2020 et de 2,4M€/MW en 2030 pour l'hydrolien.

maturation des technologies, et différent selon le degré de maturité des filières. Ils ont, et continuent à évoluer dans le temps face à la mise en évidence de leurs limites et face à la croissance attendue des EMR à court et moyen termes.

FIGURE 30 : EVOLUTION DES PRINCIPAUX OUTILS PUBLICS D'AIDES ET DE FINANCEMENT SELON LA MATURITE DES FILIERES



Historiquement, il existait deux grands outils de financement :

- En phase de développement technologique (de la conception jusqu'au système pré-commercial) : la **subvention aux investissements**, aide financière directe (le plus souvent accordée par le secteur public, à l'échelle nationale voire régionale/transnationale) à destination des développeurs de technologies pour atteindre les différentes étapes du cycle de développement. Citons par exemple les fonds européens du **FEDER** (Fonds Européen de Développement Régional) dont les financements visent à corriger les déséquilibres socio-économiques régionaux, et du **NER 300** (New Entrant Reserve) dédié aux démonstrateurs de taille commerciale de captage et stockage du CO₂ (CSC) et aux démonstrateurs d'énergies renouvelables innovantes, dont les énergies marines font partie.

Le mécanisme de subvention aux investissements est un outil mature pour permettre aux systèmes innovants d'accéder aux phases industrielles et commerciales.

NB : Spécifiquement à la France, il existe un outil dédiée à l'étape de R&D, le Crédit d'Impôt Recherche (CIR) ; il permet de défiscaliser tout ou partie des dépenses de recherche fondamentale et de développement expérimental engagées par une entreprise.

- En phase commerciale : la fixation par l'Etat d'un **prix d'achat préférentiel de l'électricité**, qui oblige l'énergéticien ou l'entité compétente à racheter l'électricité produite par les systèmes au tarif défini. En France pour les EMR, il est aujourd'hui de 163€/MWh. Cet outil permet d'apporter de la visibilité aux développeurs de projets vis-à-vis de la rentabilité de leur projet industriel et de leurs coûts de production.

Le **modèle historique d'aide et d'incitations trouve aujourd'hui ses limites**, tant en ce qui concerne les outils dédiés :

- aux phases de développement : apparition de phénomènes de « **chèque en blanc** » pour la subvention aux investissements avec des effets de gaspillage limitant le rôle incitatif de ces outils ;
- que ceux dédiés à la phase commerciale : risques de **distorsions de marché** liées à la fixation d'un unique prix d'achat à l'échelle nationale, et ce sans suivi suffisant de l'évolution des coûts complets de production (pour rappel, unité d'œuvre centrale pour la fixation des prix d'achat) ayant conduit à des **effets de « rente »** tel que ça a été le cas pour le photovoltaïque en France (prix d'achat supérieur au coût complet de production moyen).

Il en résulte une **nécessaire complexification des outils disponibles**.

- En phase de développement technologique, deux principaux outils viennent compléter la subvention à l'investissement :
 - **L'avance remboursable**. Contrairement à la subvention à l'investissement, qui est définitivement acquise par son bénéficiaire, l'avance remboursable est analogue au prêt à taux zéro, et doit, comme son nom l'indique *in fine* être remboursée. Elle présente cependant l'avantage pour les développeurs d'être directement accessible (le versement de la subvention intervient généralement sur justification des dépenses acquittées) et de ne pas être imposable. Du côté public, l'avance remboursable renforce le rôle incitatif de l'aide et transfère une partie importante du risque vers les développeurs.
 - Le **tarif d'achat de l'électricité produite par les prototypes et les démonstrateurs**. Il s'agit d'une incitation forte pour les développeurs de technologies à tester des systèmes pertinents, capables de produire de l'électricité avec les performances qu'ils renseignent dans leur business plan.
- En phase commerciale : fixation d'un **prix d'achat préférentiel de l'électricité unique pour chaque appel d'offres**. Ce mécanisme plus fin que le prix d'achat

national, intègre maturité des technologies et la spécificité des sites, dont les caractéristiques ont un impact sur le coût complet de production. Il permet par ailleurs de stimuler la concurrence et la performance des développeurs de projets dans la mesure où le coût complet de production affiché par un acteur est un critère d'arbitrage dont tiennent compte les pouvoirs publics dans leur attribution des lauréats. Il s'agit de l'outil phare des actuelles politiques d'incitation au développement des EMR pour la phase commerciale.

De tels appels d'offres (et les prix d'achat associés), peuvent être lancés à l'échelle nationale pour les projets de grande envergure (parcs de plusieurs centaines de MW), mais aussi à l'échelle régionale pour les projets plus petits.

De façon spécifique à la France, on observe une **remise en cause de la CSPE** (Contribution au Service Public de l'Electricité), qui finance notamment l'achat de l'électricité des énergies renouvelables, avec la recherche d'innovations sur l'amont des projets de développement (baisse des coûts d'investissement) et sur l'aval (baisse du coût complet de production, €/MWh, grâce à par exemple par l'ingénierie financière).

De façon spécifique au **Royaume-Uni**, signalons l'existence du mécanisme de soutien à l'exploitation commerciale via le système des **ROCs** (Renewables Obligation Certificates). Il contraint les énergéticiens à accumuler un certain nombre de ROCs ; ceux-ci sont acquis pour chaque MWh d'énergie renouvelable acheté. Le nombre de ROCs fixés (jusqu'à 5 ROCs/MWh d'EMR) traduit la volonté incitative pour le développement de telle ou telle énergie. Le soutien par les ROCs est une mesure de long terme dont l'existence est assurée jusqu'en 2037 au moins (les niveaux de soutien à chaque technologie ne sont cependant pas fixes sur cette période). Il s'agit donc d'un levier efficace pour diminuer les risques financiers et instaurer la confiance pour les investisseurs du secteur privé³⁴.

A l'échelle européenne, notons la **remise en question globale du mécanisme de tarifs d'achat de l'électricité** pour les énergies renouvelables ayant atteint une certaine maturité (éolien terrestre et photovoltaïque principalement, et donc pas les EMR), filières qui seront soumises aux mêmes mécanismes de marché que les énergies conventionnelles (prix de gros), avec cependant une rémunération complémentaire (sous forme de primes) qui pourra être octroyée. *Note : il s'agit d'un sujet d'actualité qui pourrait encore évoluer dans les semaines/mois qui viennent. Ainsi nous attendons la fin de la mission pour intégrer les dernières informations en date relatives à cette question (notamment sur le mécanisme de prime).*

L'évolution des outils d'aide, dont le rôle est critique pour l'apparition, le développement et la pérennisation des filières renouvelables, répond à un double enjeu :

- Pour les développeurs de technologies et les développeurs de projets : un **accès optimisé aux aides** auxquelles ils peuvent prétendre dans le cadre de leurs montages financiers, et ce tout au long de leur cycle de développement.

³⁴<http://www.ambafrance-uk.org/Panorama-de-la-filiere-des>

- Pour les pouvoirs publics : encourager le développement de filières énergétiques émergentes jugées prioritaires dans la stratégie énergétique nationale, avec la mise en place de **mécanismes incitatifs limitant les potentiels effets pervers associés** (gaspillage, distorsions de marché, ...).

Malgré l'émergence de nouveaux outils de financement et d'incitation cherchant à réduire, voire corriger les défauts des outils historiques, les innovations en la matière reste un sujet d'actualité de premier plan. A ce titre, en décembre 2013, le ministre français de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Philippe Martin, a lancé une **consultation sur les pistes d'évolution et d'amélioration des mécanismes de soutien des énergies renouvelables** auprès de l'ensemble des acteurs impliqués dans leur développement.

1.4.4 Des innovations et évolutions sur le financement à l'échelle régionale

Sur l'amont sur le cycle de développement des filières, les **financements régionaux pour le soutien à la R&D** font aussi partie des mécanismes de soutien prisés pour les EMR :

- En France, et plus spécifiquement en Bretagne, ils sont notamment rendus possibles grâce aux nombreux :
 - **Clusters et pôles de compétitivité régionaux** : Pôle Mer Bretagne et Méditerranée (anciennement PACA), Technopôle Brest Iroise, Néopolia, ...
 - **Instituts spécialisés** : l'Institut d'Excellence France Energies Marine, Ifremer (tous deux situés à Brest)

dont l'aide au développement et à la R&D de projets innovants fait partie de leurs missions.

- Au Royaume-Uni, et plus spécifiquement en Angleterre du Sud-Ouest et en Cornouailles, les efforts de R&D et de tests de systèmes EMR peuvent s'appuyer sur :
 - le **département de recherche spécialisé dans les EMR de l'Université d'Exeter**,
 - **des infrastructures expérimentales** : FaB Test (houlomoteur), DMAc (houlomoteur, hydrolien, marémoteur), Mooring Test Facility (ancrage houlomoteur), CoastLab (Université de Plymouth - bassin de simulation des conditions marines de vagues, courants, vents, sédimentation), et en particulier sur le **WaveHub** ; ce site d'essais, initialement prévu pour l'unique test en conditions réelles d'utilisation de systèmes houlomoteur, a été sélectionné au début de l'année 2013 par le centre de recherche britannique

Energy Technologies Institute (ETI) pour l'accueil de démonstrateurs d'éoliennes flottantes dès 2015/2016.³⁵

Citons par ailleurs la récente initiative de financement de la R&D en Cornouailles (mars 2013) avec la mise en place d'un fond de 2M£ (≈2,4M€) mis à disposition par le FEDER (Fonds Européen de Développement Régional) et géré par l'agence locale de développement économique « **Invest In Cornwall** » ; il est dédié au développement de prototypes et démonstrateurs d'EMR³⁶.

En ce qui concerne le financement des coûts d'investissements (CAPEX) en phase commerciale, on voit émerger :

- de **nouveaux outils de financement à l'image du financement participatif**. Il s'agit d'un mécanisme où les citoyens sont directement sollicités afin de contribuer au financement de projets d'énergies renouvelables. Cet outil est un levier **d'amélioration de l'acceptabilité** sociale des projets énergies renouvelables (dont EMR) ; en particulier pour les technologies qui subissent le syndrome NIMBY³⁷ (éolien terrestre et maritime et hydrolien, avec les particuliers/habitants à proximité des champs et avec les usages de pêche et loisirs, ...). Par ailleurs, les avantages sont multiples :
 - La rémunération des capitaux investis (sous forme coopératif, de fonds, ...), de l'ordre de 4%/an, représente un **investissement attractif vis-à-vis des offres disponibles pour les particuliers** ; un facteur permettant de favoriser l'acceptabilité des projets (la rémunération revient directement aux citoyens locaux)
 - Il s'agit d'un **levier nouveau pour trouver les financements nécessaires**, notamment sur un périmètre régional ou local
 - Il représente enfin un moyen de **sensibilisation fort pour les populations vis-à-vis des enjeux énergétiques et climatiques, et des enjeux économiques** du secteur de l'énergie (enjeu de la juste connaissance des coûts des énergies)
 - Il s'inscrit dans le mouvement de **décentralisation énergétique**, en cours en France (Acte III voté en 2012)

En France, la Bourgogne fait partie des régions souhaitant notamment s'appuyer sur les projets et financements participatifs afin de développer les énergies renouvelables³⁸. La région pourra s'inspirer des différentes expérimentations ayant

³⁵ Notons que l'Université d'Exeter et l'Université de Plymouth ne sont pas localisées en Cornouailles, mais à sa proximité, dans le comté limitrophe du Devon, dans l'Angleterre du Sud-Ouest.

³⁶ <http://www.investincornwall.com/news/cornwall-announces-2m-fund-now-available-for-marine-renewable-device-developers/>

³⁷ Not In MyBackYard

³⁸ Orientation n°46 du SRCAE de la Bourgogne http://www.bourgogne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Microsoft_Word_-_SRCAE_Docconsolide_v11-05-2012_cle228db3.pdf

eu lieu depuis les années 2000, notamment dans le pays de Redon en Bretagne avec le projet participatif pour le développement d'éoliennes terrestres. A l'échelle européenne, ce mécanisme fait écho dans de nombreux pays, tels que le Danemark (pionnier mondial de l'éolien offshore posé), l'Autriche ou la Belgique.³⁹

Cependant, par nature le financement participatif se destine à des projets de plus petite envergure où les besoins de financement sont plus faibles. C'est potentiellement le cas des **filères de production d'énergie à plus petite échelle, dites « alternatives » (hydrolien fluvial et d'estuaire, petit marémoteur, thalassothermie), qui pourraient directement être concernées par cet outil innovant.**

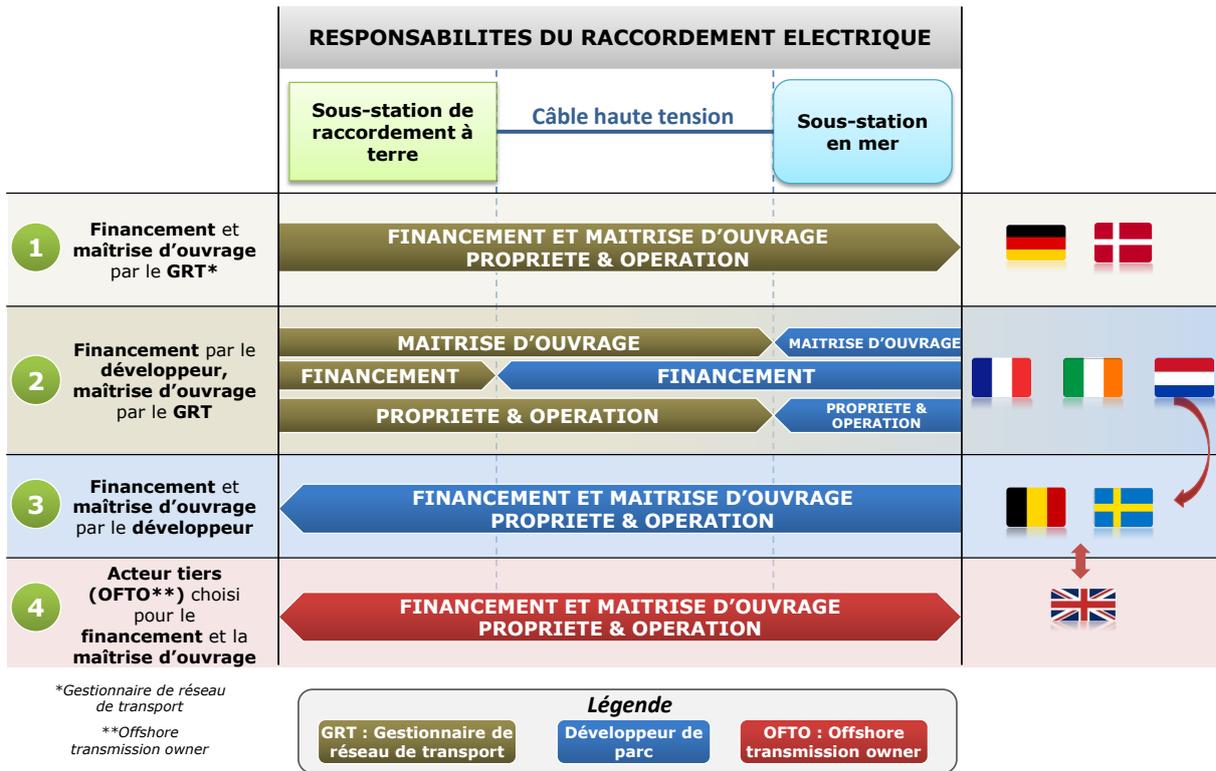
- des **d'entités privées spécifiquement dédiées au financement des énergies renouvelables à l'échelle locale**, à l'image de la société Eilañ créée fin 2011 grâce au soutien de la Région Bretagne, et qui a pour mission d'investir sur le territoire breton, dans les entreprises ayant de projets liés à la production d'énergies renouvelables. La société se focalise aujourd'hui sur l'éolien et la biomasse pour des projets de petite envergure (coût d'investissement total de 2 à 20M€). Toutefois la question de l'élargissement de ses secteurs d'intervention aux EMR (pour les filières alternatives) ou sur des projets de plus grande envergure pourrait se poser si la société venait à continuer son développement.

1.4.5 *Le financement du raccordement, question de premier plan aux réponses multiples en Europe*

Le financement du raccordement des parcs EMR en mer est une question centrale dans les projets, avec de nombreux retours d'expérience issus de l'éolien offshore posé en Europe. S'agissant d'un marché encore en structuration, différents modèles sont explorés, sans qu'aucun ne soit durablement figé aujourd'hui. Si les interconnexions entre les éoliennes et jusqu'au poste de transformation en mer sont systématiquement de la responsabilité du développeur du parc, le raccordement depuis ce poste en mer jusqu'au poste terrestre se trouve à l'intersection des intérêts du développeur et du service public assuré par le GRT (Gestionnaire de Réseau de Transport). Actuellement en Europe, **4 configurations** dominantes peuvent être observées, qui impliquent entre **trois grandes typologies d'acteurs** : les **GRT**, les **développeurs de parcs** et des **acteurs tiers spécifiques**.

³⁹ http://www.bourgogne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Projets_participatifs_rapport_final_cle2adf1f.pdf

FIGURE 31 : MODELES DE FINANCEMENT DE RACCORDEMENT SUR L'EOLIEN OFFSHORE POSE EN EUROPE



- Dans la 1^{ère} configuration, le GRT est responsable du financement et de la maîtrise d'ouvrage du raccordement, comme c'est le cas en Allemagne et au Danemark. Dans cette configuration, le développeur ne porte aucun coût ni risque lié au raccordement. Le développement de son parc est cependant soumis à autorisation, pour garantir la faisabilité de son raccordement à un coût acceptable. Ce modèle semble aujourd'hui mettre en danger le GRT Allemand TenneT (entreprise privée), qui porte l'intégralité des risques industriels et financiers pour le raccordement des parcs allemands. Les retards cumulés se comptent en années et constituent des manques à gagner conséquents pour les développeurs. TenneT a pour cela émis fin 2012 un avertissement aux autorités publiques, et a signé début 2013 un accord avec Mitsubishi, portant sur la création d'une joint-venture détenue à 49% par Mitsubishi qui a consenti à un investissement de 576M€ dans 4 projets de raccordement au réseau allemand. **Cette participation préfigure d'une diversification des modes de financement du raccordement en Allemagne.**

- Dans la 2^{nde} configuration, le GRT est maître d'ouvrage jusqu'au poste de transformation en mer (poste exclu) mais le financement du câble est assuré par le développeur : c'est le cas en France, en Irlande et aux Pays-Bas. En France, RTE est ainsi maître d'ouvrage du raccordement des parcs, et ce à partir du point de sortie du poste de transformation en mer. Le GRT est consulté par le développeur avant que celui-ci ne formule sa réponse aux appels d'offres, afin d'identifier les technologies pertinentes et d'en intégrer les coûts dans son offre.
- Dans la 3^{ème} configuration, le développeur finance et est maître d'ouvrage du raccordement. C'est le cas en Belgique et en Suède, mais c'est également la direction que semble prendre les Pays-Bas. Dans cette configuration, le développeur est responsabilisé et porte le risque industriel sur l'ensemble du chantier de raccordement.
- Enfin, dans la 4^{ème} configuration, le financement et la maîtrise d'ouvrage du raccordement sont confiés à un opérateur indépendant dédié : l' « Offshore Transmission Owner » (OFTO). Cette configuration n'a été retenue qu'au Royaume-Uni, mais trouve des échos positifs dans certains autres pays. Ces opérateurs spécialisés sont sélectionnés selon un processus d'appels à concurrence émis par les autorités de régulation, et ne peuvent être ni le GRT ni le développeur du parc. A chaque parc est ainsi attribué un opérateur indépendant, bien que ceux-ci puissent être détenus par la même maison mère (ex. Transmission Capital, qui opère 6 parcs au Royaume-Uni, et financé notamment par des fonds d'infrastructure »).

Selon ses instigateurs, cette configuration est susceptible d'apporter deux avantages de taille : une meilleure **répartition des risques** industriels et financiers entre des acteurs qualifiés dans leurs champs d'expertise respectifs, mais aussi une **stimulation de l'innovation** technologique et de service grâce à une mise en concurrence des acteurs, qui favorise l'apport de solutions économiques. En effet, l'un des éléments clés du processus porte sur le « tarif régulé » proposé par l'opérateur sur la durée de vie du parc. L'OFTO est rémunéré sur la base de ce tarif, lui garantissant une visibilité financière dans la durée sans risques de crédits, éléments davantage susceptibles de convaincre d'éventuels investisseurs.

Enfin, au niveau européen, plusieurs **pistes d'évolution** se dessinent. Les recommandations des groupes de travail sur le sujet (The NorthSeas Countries' Offshore Grid Initiative (NSCOGI), le projet THINK du programme FP7 de la commission européenne, l'ENTSO-E, etc.) s'articulent autour de 3 principes clés : la planification et la coordination du développement des réseaux au niveau européen, en vue notamment d'optimiser et de mutualiser les investissements, l'intégration d'une dimension concurrentielle pour favoriser l'émergence d'innovations technologiques et de solutions économiques, et le principe d'« utilisateur-payeur » qui vise la responsabilisation des développeurs dans le financement des chantiers de raccordement.

1.5 Fiche n°5 : Infrastructures portuaires

Le rôle des ports dans la chaîne de valeur EMR

Le développement industriel des filières associées aux EMR doit permettre de créer une activité économique conséquente à l'échelle nationale (au Royaume-Uni comme en France) en exploitant le potentiel de l'important domaine maritime dont les deux pays disposent (premier et deuxième d'Europe respectivement).

Quatre filières sont aujourd'hui particulièrement concernées :

- l'éolien offshore (en mer) d'une part posé et d'autre flottant,
- l'énergie des courants sous-marins (hydrolien),
- l'énergie des vagues,
- l'énergie thermique des mers (prototype développé par DCNS mais installations en zones tropicales),

Un premier appel d'offre a permis en 2012 d'attribuer à quatre groupements industriels les projets de développement de champs éoliens en baie de Saint-Brieuc, au large de Courseulles-sur-Mer, de Fécamp et de Guérande. Un nouvel appel d'offre organisé en 2013 complète le dispositif avec deux nouveaux champs au large des îles de Noirmoutier et Yeu et le Tréport.

Pour l'énergie des courants, le territoire breton fait figure de pionner à travers le projet hydrolien de Paimpol-Bréhat porté par EDF et à travers le développement du projet EUSSABELLA à Ouessant, porté initialement porté par la société quimperoise SABELLA et aujourd'hui GDF-SUEZ.

Un AMI sur les fermes hydroliennes pilotes est en cours en cette fin 2013. Il concerne les sites du Raz Blanchard et de Paimpol-Bréhat. Un développement est donc à attendre autour de ces zones.

Concernant l'énergie des vagues dont la filière démarre tout juste au niveau national (projet d'étude dispositif Wave Roller à Audierne porté par DCNS), et compte tenu de la ressource exceptionnelle de la Mer d'Iroise, on peut s'attendre à un développement potentiel sur la façade atlantique de la Bretagne. En Cornouailles, 2 sites d'essai sont dédiés aux systèmes houlomoteurs, le Wave Hub et FabTest (voir 1.5.1.2 Cornouailles et Iles de Scilly).

Pour permettre le fonctionnement des parcs éoliens, puis les maintenir, l'industrie doit se structurer autour de l'offre portuaire afin tout d'abord de construire les équipements de production électrique, de construire ensuite les champs de production offshore, et enfin d'en assurer la maintenance. Le port constitue donc un maillon essentiel de la chaîne logistique d'approvisionnement de l'éolien et des EMR. Il est même au cœur de celle-ci.

FIGURE 32 : OFFSHORE WIND SUPPLY CHAIN – BVA ASSOCIATES.



FIGURE 33 : LES DIFFERENTS MAILLONS DE LA CHAINE DE VALEUR EOLIEN OFFSHORE (SOURCE WIND-OFFSHORE.DE)



Le port est donc un maillon essentiel d'un projet éolien.

Les fonctions d'un port peuvent être résumées comme les suivantes :

Les usines de fabrication des composants ou d'éléments du parc. C'est le cas par exemple des turbines éoliennes. Les turbines sont, du fait de leur taille, le plus souvent transportées par voie maritime, c'est pourquoi les usines d'assemblage peuvent être éloignées des parcs mais sont toujours implantées à proximité d'un port.

La fabrication des fondations. Les compétences requises pour la construction des fondations varient en fonction de leur type. Les fondations monopieu, tripodes ou jacket font appel aux métiers de la chaudronnerie, de la soudure et de l'usinage. Il s'agit de compétences proches de celles des entreprises de la construction navale, à cette différence près que les tôles sont plus épaisses. La technologie particulière des fondations jacket est également bien maîtrisée par les acteurs de l'industrie pétrolière. Ces deux activités et compétences sont déjà présentes dans les zones portuaires en Bretagne et en Cornouailles. En revanche, les fondations gravitaires, constituées de métal et de béton, nécessitent des compétences qui relèvent davantage du BTP. Quel que soit le type de fondation retenu, la production en série représente un véritable défi pour l'entreprise qui en aura la charge, et devra déployer un outil de production spécifique. Pour le port d'accueil: celui-ci devra disposer d'espaces de stockage suffisants ainsi que d'un quai lourd, particulièrement pour les fondations gravitaires et d'un hinterland en mesure de produire et acheminer de grandes quantités de matériaux. En raison de leur poids, la mise à l'eau de ces éléments est une tâche complexe, qui fait appel à des rampes, des formes de radoub ou des barges munies de fortes capacités de levage ; pour son hinterland, qui devra être en mesure de produire et acheminer de grandes quantités de matériaux.

Hub d'assemblage et d'installation des composants. Les différents éléments des éoliennes sont assemblés ou pré-assemblés à terre (en fonction des caractéristiques du navire de pose). Cette opération nécessite des espaces portuaires importants (linéaires de quai, terre-pleins) pour le stockage, ainsi que de grandes capacités logistiques. Elle est, si possible, réalisée à proximité du parc. Le montage d'un parc s'étalant sur une, deux ou trois années, il ne s'agit pas d'une activité pérenne, à moins que le port ne soit situé à proximité de plusieurs projets de parcs.

Site d'accueil/ logistique des navires opérant sur la zone. L'installation en mer des différents éléments du parc nécessite des conditions météorologiques relativement clémentes. Il n'est donc pas toujours possible d'installer les éléments au rythme où ils sont fabriqués. En dehors du rôle d'assemblage ou pré-assemblage et de stockage temporaire évoqué ci-avant, le port logistique a un rôle de port refuge/ abri/ base de repli pour les navires en opérations sur le projet.

Accueil d'une base de maintenance (exploitation). Les équipes de maintenance utilisent des navires mesurant quinze à trente mètres, permettant de les transporter rapidement et dans de bonnes conditions même lorsque le temps est mauvais et parfois des hélicoptères. Ces navires (3-4 en général sur les parcs en exploitation) doivent également pouvoir embarquer certaines pièces des éoliennes pour procéder à leur remplacement. La base de maintenance se divise en plusieurs parties distinctes :

- une zone de bâtiments techniques et administratifs ;
- une zone de quais ;
- une zone d'apponement ;
- éventuellement une zone de dépose hélicoptère à proximité.

Cette base est en activité pendant toute la durée d'exploitation du parc (20-25 ans).

Les opérations de démantèlement des parcs. A plus long terme, c'est-à-dire en fin d'exploitation des projets, les infrastructures portuaires seront également nécessaires pour assurer le démantèlement des parcs et déconstruction des composants (transfert des composants du parc vers le port de déconstruction, opérations de déconstruction, traitement séparatif des matériaux avant transfert vers filières de recyclage (déchets BTP, métaux, composites ...). Dans certains cas, les filières de recyclage seront situées sur la zone portuaire.

Les enjeux liés aux ports

En Grande-Bretagne, les ports susceptibles d'accueillir des sites de production ou même d'assemblage d'éoliennes sont extrêmement rares sur les côtes Sud et Est, faute d'infrastructures adaptées. Cette situation est liée au statut privé des ports. Il est souvent difficile pour les propriétaires d'investir dans des projets d'infrastructures onéreux, dont la rentabilité s'évalue sur le long terme.

A contrario, les façades Manche et Atlantique de la France comptent plusieurs ports en eaux profondes qui possèdent certains atouts tels que :

- des infrastructures : quais lourds, grues, formes de radoub, etc. ;
- des espaces disponibles bord à quai, à condition parfois de déplacer certaines activités ou de réaliser des travaux d'aménagement ;
- des compétences liées à la présence d'activités de construction et de réparation navales.

Les ports français de l'Ouest comme Le Havre, Cherbourg, Nantes-Saint-Nazaire et bien évidemment le port de Brest ciblent ce nouveau secteur porteur dans leurs stratégies de développement.

Pour la Bretagne, Brest possède en effet des caractéristiques favorables à l'accueil d'activités industrielles lourdes liées aux EMR :

- une rade protégée, avec une bathymétrie suffisante pour permettre l'accès des navires spécialisés ;
- la proximité de plusieurs sites français et britanniques propices pour le développement de l'éolien posé ainsi que des sites potentiels pour l'hydrolien, le houlomoteur et l'éolien flottant (en France, au Royaume-Uni, en Irlande et en Espagne) ;
- des compétences dans la construction et la réparation navales ;
- un polder de 50 hectares, directement accessible par voie routière et ferroviaire.

Ainsi, dans le cadre du projet de développement du port de Brest, l'un des objectifs stratégiques du projet repose sur la constitution d'une filière industrielle et portuaire tournée vers les EMR.

Cette nouvelle filière reposera sur les potentiels suivants :

- dans un premier temps sur l'éolien offshore posé, c'est-à-dire avec des éoliennes fixées sur des fondations reposant sur les fonds marins ;
- dans un second temps sur l'éolien offshore flottant, c'est-à-dire reprenant le principe d'une éolienne fixée sur un élément flottant lui-même ancré sur les fonds marins ;
- enfin sur l'énergie des courants marins avec la construction d'hydroliennes sous-marines.

Le projet brestois vise à la constitution d'une offre portuaire à destination des opérateurs en charge de la construction des nouveaux parcs éoliens offshore.

Les différents opérateurs et producteurs d'énergie regroupés au sein de groupements industriels (notamment Ailes Marines SAS puisque Eolien Maritime France a récemment fait le choix du port de Saint-Nazaire ...), ont exprimé leurs souhaits d'implanter des installations industrielles bénéficiant de capacités portuaires sur le port de Brest.

Ainsi, le programme de développement industriel lié aux EMR sur le Polder de Brest est attaché directement aux choix et décisions stratégiques qui seront pris par les industriels.

A l'heure actuelle, le programme industriel retenu par la Région est le suivant :

- Phase 1 : réalisation des infrastructures portuaires et consolidation de 12 ha de terre-pleins sur le polder existant afin de permettre l'installation d'un fabricant de fondations type jackets visant un positionnement de l'ensemble de la filière de production sur Brest. Les travaux sont prévus pour 2015-2016 et l'implantation industrielle pour 2017 ;
- Phase 2 : réalisation d'une extension du polder avec les produits de dragage des accès au port de commerce (14 ha disponibles) et consolidation de 10 ha supplémentaire sur le polder existant. Cela permettra l'implantation de la présérie d'éoliennes flottantes à l'horizon 2018 ;
- Phase 3 : construction d'un quai lourd et de terre-pleins pour permettre l'industrialisation de la filière éolien flottant par l'industriel concerné, avec travaux en 2017-2019 pour une mise en service entre 2019 et 2020.

Les enjeux sont importants du point de vue de l'activité et l'économie des ports :

- Création d'emplois et de valeur ajoutée logistique et industrielle au sein des zones industrialo-portuaires.
- Création de valeur ajoutée portuaire nouvelle liée aux recettes portuaires nouvelles (concession, services aux navires, services à la marchandise, redevances portuaires) et d'emplois supplémentaires dans les activités portuaires. Cela concerne pour l'essentiel les périodes de construction des parcs (mise à disposition des terre-pleins, quais, services portuaires etc ...).
- Possibilités de reconversion ou diversification industrielle pour certains ports.

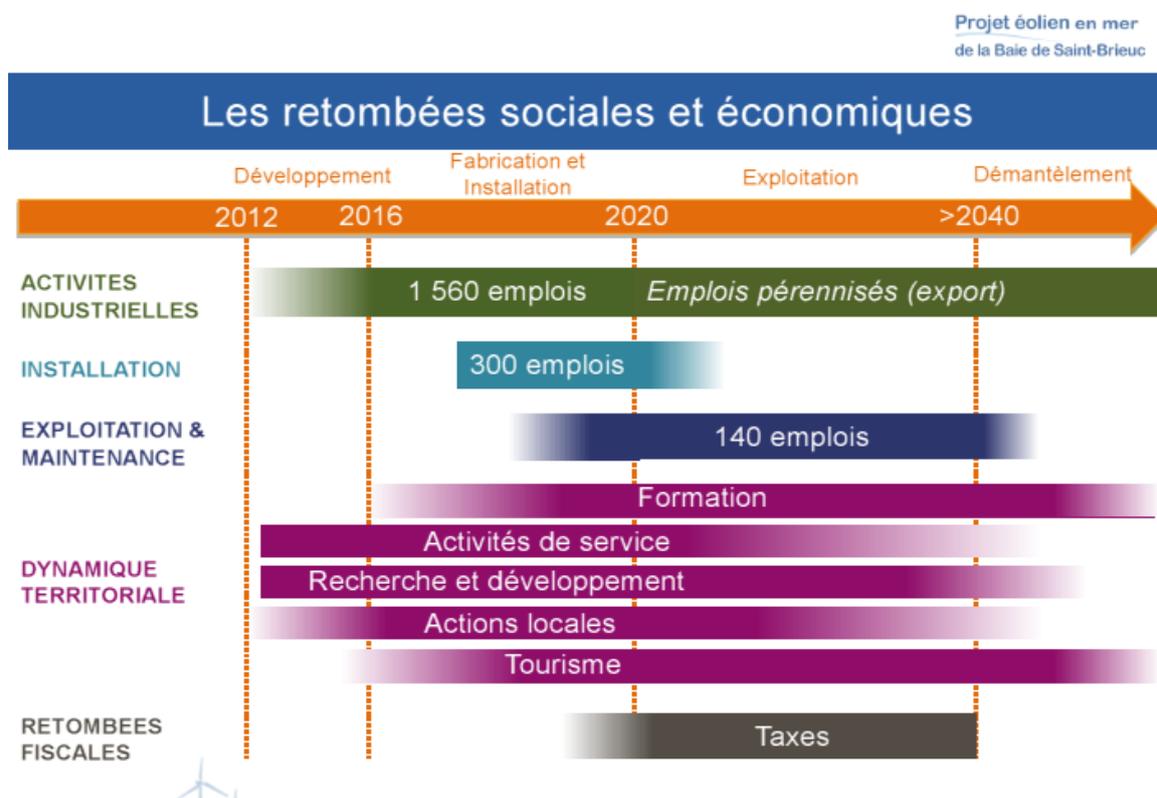
Concernant la temporalité des emplois créés, voir Figure 2 : Evolution dans le temps du nombre d'emplois générés par MW selon les différentes phases d'un projet de parc (benchmark eolien pose ; source : INDICTA).

En terme d'emplois potentiellement créés, il existe peu d'informations précises sur les potentialités réelles de créations d'emplois locaux sur ce volet portuaire.

Si l'on reprend les chiffres annoncés par le consortium Ailes Marines lors du débat public du parc éolien de Saint-Brieuc, les chiffres annoncés sont les suivants :

- 1860 emplois directs dans le Grand Ouest sur la phase construction- installation,
 - 860 pour la fabrication des éoliennes
 - 200 emplois pour la fabrication de la sous-station
 - 500 emplois pour la fabrication des fondations et des pieux
 - 300 emplois pour l'installation du parc
- 140 emplois pendant 20 ans pour le centre de maintenance

FIGURE 34 : LES RETOMBÉES ECONOMIQUES DU PARC EOLIEN EN BAIE DE SAINT-BRIEUC- SOURCE AILES MARINES



Comme évoqué précédemment, les emplois effectivement créés par ce projet ou bien le projet de Guérande et autres projets EMR dépendront des choix stratégiques réalisés par les consortiums et les ensembleurs en charge de la construction des parcs.

Par exemple, concernant l'éolien posé, d'après les informations (octobre 2012) indiquées dans le rapport « Des énergies Marines en Bretagne, à vous de jouer : concrétisons la

filiale », CESER Bretagne datant d'Octobre 2012, la répartition du travail pour les parcs de Saint-Brieuc et Guérande devrait être la suivante (nota : des modifications ont eu lieu depuis cette date) :

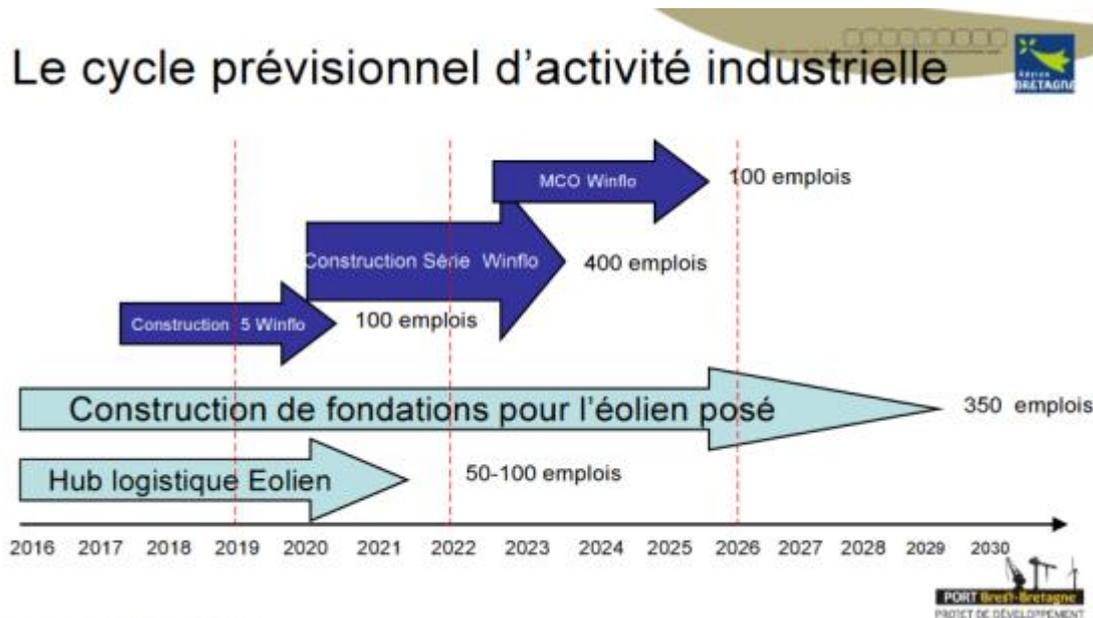
- Les fondations jacket du parc de Saint-Brieuc pourraient être fabriquées par STX Saint-Nazaire et/ou par Eiffage, qui s'installerait alors probablement à Brest ou à Cherbourg. Cette activité représenterait 500 emplois industriels sur la durée du chantier (2 à 3 ans) ;
- Les fondations monopieu du parc de Guérande pourraient être fabriquées à Brest mais aussi importées ; Nota : Le port de Saint-Nazaire a été retenu pour ce poste.
- Les mâts, les pales et les turbines seraient construits ou assemblés sur les ports de Saint-Nazaire, Cherbourg et Le Havre puis acheminés jusqu'au port logistique ;
- Areva estime à 160 les emplois qui pourraient être créés en Bretagne par les sous-traitants de sa future usine d'assemblage d'éoliennes. Il s'agit d'emplois plus pérennes que ceux liés à la construction des parcs, dans la mesure où l'usine pourrait approvisionner également les marchés britannique et polonais, etc .. ;
- Les sous-stations des deux parcs pourraient être construites par STX Saint-Nazaire ;
- STX pourrait également fournir des navires de pose, notamment pour le consortium EDF/Dong/Alstom ;
- Plusieurs chantiers bretons pourraient construire des navires pour la maintenance ;
- Des entreprises de travaux maritimes et de remorquage sont présentes dans chacune des régions. Pour le parc de Saint-Brieuc, tous les travaux en mer seraient assurés ou coordonnés par Technip, qui prévoit 300 emplois, dont 200 en Bretagne. Ces activités s'étaleraient sur deux ans ;
- Brest est le port logistique privilégié par Iberdrola (qui n'exclut pas, toutefois, de se tourner vers le port de Cherbourg). Il pourrait également servir de port logistique pour le parc de Guérande, en fonction de la disponibilité des infrastructures nazairiennes. Les activités liées à l'assemblage et l'expédition des machines pourraient représenter jusqu'à 500 emplois directs ;
- La maintenance du parc de Saint-Brieuc devrait créer 100 à 140 emplois pérennes dans les ports des Côtes d'Armor. (Nota : Depuis cette date, le port de Saint-Quay-Portrieux a été retenu).

Au final, le nombre d'emplois directement ou indirectement concernés par la filière en Bretagne reste difficile à évaluer. Le potentiel de créations d'emplois se situerait autour de 2 000 pour toute la région Bretagne.

Pour les autres EMR, du fait du démarrage de la filière, aucune donnée n'est disponible sur les emplois potentiels créés.

Pour le port de Brest, des évaluations ont été réalisées, et présentés notamment lors du débat public de Saint-Brieuc.

FIGURE 35 : LE CYCLE PREVISIONNEL D'ACTIVITE INDUSTRIELLE PORT DE BREST EMR (SOURCE REGION BRETAGNE)



1.5.1 Définition des besoins en infrastructures portuaires pour les projets d'énergie marines.

Les besoins fonctionnels en infrastructures portuaires pour les projets d'énergie marine sont assez différents selon le type d'énergie considéré et selon les phases du projet.

D'une manière générale, les exigences de la filière des énergies marines en termes d'infrastructures et d'espaces disponibles sont élevées. Par exemple, un port logistique doit permettre de stocker 25 % des éoliennes d'un parc, ce qui nécessite une surface minimale de 15hectares. Les espaces nécessaires à la construction des fondations ou des mâts sont du même ordre. Ces terrains doivent, en outre, être situés bord à quai et accessibles en permanence.

Compte tenu des tailles et poids des composants associés et de la taille des projets considérés, on peut aujourd'hui distinguer les projets éoliens (posé et dans une moindre mesure flottants) des projets hydroliens ou houlomoteurs (emprises plus limitées).

Il convient également de distinguer les phases de construction/ assemblage qui sont très consommatrices d'espaces et de moyens logistiques portuaires sur des durées limitées (2-4 ans selon projets) des phases de maintenance (emprises plus limitées mais sur toute la période d'exploitation du parc soit 20-25 ans).

Concernant l'implantation d'usines de fabrication de composants, il s'agit d'activités industrielles à long terme

Il convient de préciser que ces besoins sont également différents selon les projets, du fait notamment de la taille des composants (type de fondations par exemple), du phasage de

réalisation des opérations et des moyens nautiques utilisés (le type de navire retenu) qui peuvent avoir une incidence forte sur les besoins portuaires associés.

De nombreuses publications traitent des besoins fonctionnels portuaires. On peut citer notamment les références suivantes :

- Department of Energy and Climate Change (DECC) - UK Ports for the Offshore Wind Industry - Février 2009
- Offshore Renewable Energy Conversion platforms - Coordination Action (ORECCA) - Offshore infrastructures : Ports and Vessels - Décembre 2011
- Offshore Wind Construction & Installation Report - 2011
- Offshore Wind - A comprehensive Guide to Successful Offshore Wind Farm Installation - Kurt E. Thomsen
- Massachusetts Clean Energy Center - Port and Infrastructure Analysis for Offshore Wind Energy Development - Février 2010

Des études spécifiques ont également été menées pour le compte de la Région Bretagne sur cette thématique :

- ARTELIA - 1713015 - Etude sur les capacités portuaires de la Bretagne Nord dans le cadre d'un site d'essais sur l'hydrolien à Paimpol-Bréhat - Février 2011
- ARTELIA - 1713147 - Projet de développement du port de Brest - Benchmark sur les ports européens dédiés aux EMR - Mars 2012

A partir de ces différentes publications et du benchmark réalisé sur plusieurs projets et ports européens, une matrice des besoins a pu être élaborée.

FIGURE 36 : MATRICE DES BESOINS FONCTIONNELS EN INFRASTRUCTURES PORTUAIRES (SOURCE ARTELIA)

Matrice des besoins portuaires des différentes technologies EMR				
		Eolien posé - Eolien flottant	Hydrolien - Houloporteur	
Installation - Démantèlement	Accès maritimes	Tirant d'eau de 8.0 m (posé) et 10 m (flottant) Largeur d'environ 50 m (selon navires utilisés)	Tirant d'eau de 10 m Largeur de 40 m	
	Accès autres	Approvisionnement pièces lourdes et larges	Approvisionnement pièces larges (rotors de 15 à 20m)	
	Linéaire/Surface de quai minimum	Accueil de navires de 150 m de long et 50 m de large Zone manutention bord à quai de 2 Ha	750 m ² /machine bord à quai minimum	
	Capacité portante des quais	15t/m ²	3 t/m ²	
	Surface stockage	Fabrication des fondations	≈ 15 - 20 Ha	
		Assemblage	≈ 10 - 15 Ha	500 m ² /machine minimum
	Surface bureaux	Inclus dans la surface de stockage		
Maintenance	Accès maritimes	Chenal en permanence à -2.00 m CM Aucune contrainte d'accès (écluse, seuil, porte, ...)	Tirant d'eau permanent de 3.0m	
	Accès autres	Accès routier poids lourds Héliport		
	Poste d'amarrage permanent	Poste de 100 ml (3 navires de 30 m) en permanence à -2.50 m CM	Poste pour navire de 30 m	
	Capacité portante des quais	3.0 t/m ²	Quai léger pour chargement de petit matériel et équipe de plongeurs si pas possible au poste d'amarrage 3.0 t/m ²	
	Surface extérieure (stockage, parking, manutention,...)	≈ 2000 m ²		
	Surface bâtiments (bureaux, vestiaires, ateliers,...)	≈ 1500 m ²	100 m ² de bureaux mini Hangar ou atelier 100 m ² mini	

A titre d'exemple, les besoins suggérés pour le projet éolien offshore Atlantic Array (aujourd'hui abandonné) sont les suivants:

FIGURE 37 : MATRICE DES BESOINS, EXEMPLE DU PROJET ATLANTIC ARRAY

Construction Requirements
24 hour access
Draught of up to 6.5m
Seabed with sufficient bearing capacity near quay
Quay of at least 200m
Hard standing for a 1,000 tonne crane
Further access for smaller vessels (pontoons)
Up to 4 hectares of lay down, storage and assembly area
1,200-1,500m ³ for workshop, offices and welfare with 6m clearance
Access for heavy/oversize vehicles (principally crane delivery)
O&M Requirements
24 hour access
Draught of up to 2.5m
Quay/pontoons to accommodate up to 12 vessels 18-30m long
Capability of loading containers up to 5 tonnes
500-750m ² for covered storage with a 5m ceiling
750-1,100m ² for workshop, offices and welfare
Car parking

D'autres critères non pris en compte dans cette matrice sont également à considérer : on peut évoquer par exemple la distance aux parcs (critère fondamental pour les opérations de maintenance), les taxes portuaires et d'autres critères parfois d'ordre plus subjectif.

A noter par exemple sur ce sujet une enquête intéressante menée par l'association PD Ports et Clean Energy pipeline – « the UK offshore supply chain, Why clusters Matter » sur les infrastructures et services proposés par les ports britanniques. L'enquête a été menée auprès de 70 cadres exécutifs dans le domaine de l'éolien offshore. Les résultats ont été publiés en mai 2013.

http://www.cleanenergypipeline.com/Resources/CE/ResearchReports/UK-offshore-wind-supply-chain_why-clusters-matter.pdf

Le tableau suivant est issu de ce travail. Il indique quels sont les critères de choix préférentiels d'un port.

FIGURE 38 : RESULTATS DE L'ENQUETE PD PORTS SUR LES BESOINS PORTUAIRES

What are the most important factors to consider when choosing a location for the following facilities?

	Proximity to ports	Proximity to planned offshore wind farms	Local economic incentives (tax breaks, training grants etc)	Well trained local labour force	Good transport links	Proximity to upstream supply chain	Proximity to downstream supply chain
Offshore wind cable manufacturing facility	38%	12%	18%	8%	12%	7%	5%
Turbine blade manufacturing facility	34%	13%	15%	13%	14%	6%	6%
Gearbox manufacturing facility	14%	10%	12%	20%	19%	14%	12%
Foundations manufacturing facility	35%	20%	14%	14%	11%	5%	2%
Turbine tower manufacturing facility	38%	17%	12%	10%	10%	9%	3%
Steel fabrication works	29%	12%	15%	12%	12%	12%	10%
Port servicing the offshore wind sector	n/a	45%	17%	15%	13%	4%	6%

A noter également que les besoins fonctionnels pour les projets EMR (hors éolien) sont encore assez mal connus du fait du faible retour d'expérience et de la forte variabilité des technologies considérées.

1.5.2 *Etat de situation de chacune des régions (Bretagne et Cornouailles & Iles Scilly)*

❖ **Etat de situation en Bretagne :**

Sur la base de la matrice des besoins fonctionnels présentée ci avant et des caractéristiques de la totalité des ports situés sur la façade bretonne, un croisement des besoins fonctionnels et des infrastructures existantes a été réalisé. Il convient de préciser qu'il s'agit d'une approche préliminaire (caractéristiques des ports obtenues à partir d'ouvrages généraux).

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux dans les pages suivantes.

Le port est en capacité d'accueillir un projet éolien et/ou EMR											
Le port peut accueillir un projet EMR mais présente des contraintes et/ou nécessite des travaux ou adaptations											
Le port n'est pas en capacité d'accueillir de projet éolien et/ou EMR										Capacité à accueillir les projets EMR	
Rmq : Analyse réalisée sans prendre en considération la distance du port au parc éolien ou EMR							Eolien posé Eolien flottant		Hydrolien Houlomoteur		
Port	Cote chenal / fonds	Accès	Profondeur Bassin	Linéaire de quai	Disponibilité de terre-pleins	Vocation	Installation / Démantèlement	Maintenance	Installation / Démantèlement	Maintenance	
ILLE ET VILAINE											
Saint-Malo / Port Vauban	Chenal dragué à -1.50 m CM	Ecluse (25 m de large)	Tirant d'eau de 5.50 m à 9 m	3 193 m	Non	Commerce					
Saint-Malo / Les Sablons		Seuil submersible	Tirant d'eau de 3.00 m			Plaisance					
COTES D'ARMOR											
Saint Cast	Fonds à -2.30 m CM	Accès libre			Oui	Plaisance - Pêche					
Erquy	Accessible avec tirant d'eau de 2.50 m	Accès libre		150 m env.	Oui	Plaisance - Pêche					
Dahouët	Fonds variant de + 1.60 à + 5.50 m CM	Seuil	Tirant d'eau de 3.00 m	480 m	Non	Plaisance - Pêche					
Saint-brieuc - Le Légué	Chenal d'accès à + 4.00 m CM	Ecluse (12.8 m large)	Tirant d'eau entre 4.80 et 5.50 m	250 m	Oui	Commerce - Plaisance					
Binic	Chenal d'accès à + 5.00 m CM	Portes à flots (largeur 10 m)	Tirant d'eau de 3.00 m	406 m	Oui	Plaisance - Pêche					
Saint Quay - Portrieux	Chenal d'accès à - 4.50 m CM	Accès libre	Tirant d'eau de 2.00 à 3.50 m	325 m	Non	Plaisance - pêche					
Bréhat	Chenal d'accès à - 5.00 m CM	Accès libre		ND	Non	Plaisance					
Paimpol	Chenal d'accès à + 4.00 m CM	Ecluse (11.5 m large)	Tirant d'eau de 3.50 à 4.60 m	75 m	Non	Plaisance - Pêche					
Loguivy sur Mer	Fonds environ à + 1.00 m CM	Accès Libre		158 m	Non	Plaisance - Pêche					
Pontrieux	Chenal d'accès à + 5.00 m CM	Ecluse (12 m de large)	Tirant d'eau de 3.70 à 6.00 m	290 m	Oui	Commerce - Plaisance					
Lézardrieux	Chenal d'accès à - 5.00 m CM	Accès Libre	Tirant d'eau de 2.50 à 6.00 m	70 m	Oui	Commerce - Plaisance					
Tréguier	Chenal d'accès à - 2.00 m CM	Accès libre	Tirant d'eau de 3.70 à 6.00 m	230 m	Oui	Commerce - Plaisance					
Perros-Guirec		Ecluse	Tirant d'eau de 3.00 à 4.00 m	ND	Non	Plaisance					
FINISTERE											
Morlaix		Ecluse	Tirant d'eau de 1.50 à 3.50 m	460 m	Non	Plaisance					
Roscoff		Accès libre	Tirant d'eau de 3.10 à 7.00 m	542 m	Non	Commerce Pêche - Plaisance					
Aber Wrac'h	Dragage à -2.00 m CM	Accès libre	Dragage à -2.00 m CM		Non	Plaisance					
Aber-Ildut		Accès libre	2.00 m max Quais à sec à BM		Oui	Pêche - Plaisance					
Quessant - Le Stiff		Accès libre	0.80 à 2.10 m d'eau 3.00 à 12.00 m d'eau	Môle Ouest : 20 ml Digue Jarland : 95 ml	Non	Commerce - Passagers					
Le Conquet	Fonds entre - 3.00 et 2.00 m CM à proximité des quais	Accès libre		198 m	Non	Commerce Pêche - Plaisance					
Brest - Port de commerce	Passé Ouest : -6.50 m CM Passé Est : -5.50 m	Accès libre	Variable entre -6.50 m CM et -13.10 m CM	Environ 3900 ml au total	Non	Commerce - Pêche					
Brest - Moulin Blanc	-4.00 m CM	Accès libre	-2.00 m CM bassin N -4.50 m CM bassin S	Pontons uniquement	Non	Plaisance - Passagers					
Brest - Polder 124 (en projet)	-6.00 m CM	Accès libre	-7.00 m CM au quai EMR -13.00 m CM au quai digue	180 m au quai EMR 150 m au quai digue	Oui	Projets EMR					
Camaret sur Mer	- 10.00 m CM	Accès libre	TE de 0.60 à 7.0 m		Non	Pêche - Plaisance					
Anse de Morgat	Chenal dragué à 1.50 m	Accès libre	de 1.80 m à 4.00 m		Non	Pêche - Plaisance					
Douarnenez - Rosmeur	- 5.00 m CM	Accès libre	TE de 5.00 m	740 m	Non	Commerce					
Douarnenez - Tréboul	Accès par -5.00 m CM	Accès libre		Pontons uniquement	Non	Plaisance					
Douarnenez - Port-Rhu	Accès par -5.00 m CM	Ecluse (10 m de large)	Seuil à +1.10 m CM porte submersible à + 4.30 m CM		Non	Plaisance					
Audierne	Chenal dragué à -1.0 m CM	Accès libre (T.E. 2 m maxi)	entre - 1.5 et - 2 m CM en B.M.	quai de la criée (Est) : 136 m	Non	Plaisance - Pêche					
Saint-Guénoles	Chenal dragué à - 2.50 m CM	Accès libre	Bassin dragué à - 2.0 m CM	818 ml au total dont 380 ml à -3.0 m CM 150 ml à -4.50 m CM	Oui	Pêche (Plaisance)					
Le Guilvinec - Léchiagat		Accès libre		330 ml à - 5 m CM 775 ml à - 3 m CM	Non	Pêche (Plaisance)					
Lesconil	Chenal à -1.50 m CM	Accès libre	zones à -3.00, -1.50 et +2.00 m CM	270 m à - 1.50 m CM 130 m à - 3.0 m CM	Oui	Pêche (Plaisance)					
Loctudy	-2.00 m CM	Accès libre	entre - 1.3 et -1.8 m CM	300 m à - 3.5 m CM mini 525 m (prof inconnue)	Oui	Pêche					
	-1.00 m CM	Accès libre	principal : - 1.5 m CM second : - 1.0 m CM	70 ml à -1.0 m CM	Non	Plaisance					
Port-la-Forêt	Chenal dragué à - 1.20 m CM	Accès libre	bassin dragué à - 2 m CM		Non	Plaisance					
Concarneau	- 3 m CM	Accès libre	entre -1.2 et - 2.5 m CM		Non	Plaisance					
	- 3 m CM	Accès libre	TE de 5.70 m	souille de 260 ml et 20 m de large à - 5.0 m CM	Oui	Pêche - Commerce					

Le port est en capacité d'accueillir un projet éolien et/ou EMR												
Le port peut accueillir un projet EMR mais présente des contraintes et/ou nécessite des travaux ou adaptations												
Le port n'est pas en capacité d'accueillir de projet éolien et/ou EMR												
Rmq : Analyse réalisée sans prendre en considération la distance du port au parc éolien ou EMR							Capacité à accueillir les projets EMR					
							Eolien posé Eolien flottant		Hydrolien Houlomoteur			
Port	Cote chenal / fonds	Accès	Profondeur Bassin	Linéaire de quai	Disponibilité de terre-pleins	Vocation	Installation / Démantèlement	Maintenance	Installation / Démantèlement	Maintenance		
MORBIHAN												
Port Tudy (Ile de Groix)	Passé d'accès à - 4.0 m CM	Accès libre	entre -1 et -2.5 m CM	70 ml à -2.5 m CM	Non	Avant-Port Pêche - Plaisance						
		seuil large de 7 m	entre 1.80 et 3 m d'eau niveau d'eau : de -3.50 à -1.00 m CM		Non	Bassin à flot Plaisance						
Lorient	-9.70 m CM	Accès libre	TE compris entre 7.50 m et 13.00 m slon les postes	Supérieur à 1000 ml au total	4 ha avec accès bord à quai	Commerce						
Etel	4 m max à PM 0.60 m mini	Accès libre	darse en eau profonde ± 3.00 m à BM	180 ml	Non	Pêche - Plaisance						
Le Palais (Belle-Ile) : Avant-port	-3.50 m CM	Accès libre	-3.50 m CM		Non	Pêche - Plaisance						
Le Palais (Belle-Ile) : Bassin à flot	+1.00 m CM	Ecluse	seuil à +1.00 m CM bassin à -3.50 m CM		Non	Pêche - Plaisance						
Port Maria (Quiberon)	- 3.0 m CM	Accès libre	TE de 1.20 m		Non	Pêche						
Port Haïguen (Quiberon)	- 4.0 m CM	Accès libre	TE de 2.50 m		Non	Plaisance						
Le Crouesty	- 1.80 m CM	Accès libre	TE de 2.50 m		Non	Plaisance						

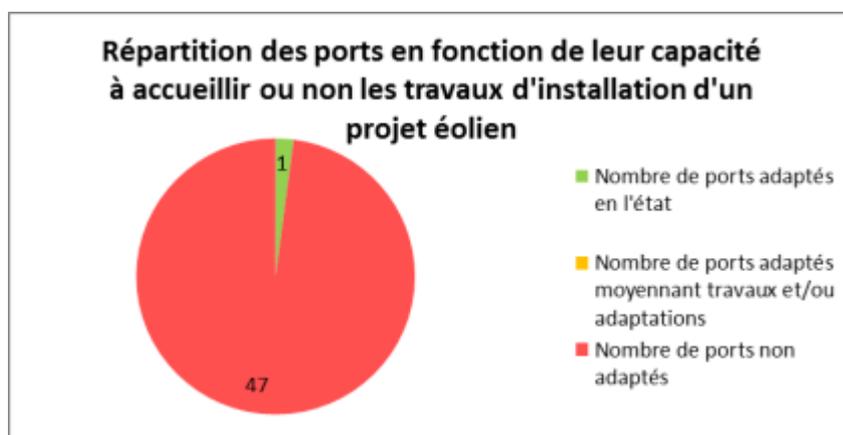
Une quarantaine de ports (ou installations portuaires) a été considérée.

Trois catégories de ports peuvent être définies.

- Les ports industriels et de commerce : Saint- Malo, Brest et Lorient et Concarneau. Ils disposent de manière générale d'accès à des navires de grand gabarit, des linéaires de quais et surfaces de terre-plein permettant de recevoir tout ou partie de projet éolien et/ou EMR.
- Les Ports mixtes pêche – plaisance qui représentent la majorité des cas. Ils peuvent présenter un intérêt du fait de leur proximité aux zones de parcs. L'activité pêche étant parfois en retrait, des espaces portuaires se libèrent, ouvrant ainsi la possibilité à une diversification d'activités. C'est le cas par exemple du port de Saint-Quay-Portrieux qui a été retenu comme base de maintenance du futur parc éolien de Saint-Brieuc.
- Les ports à vocation plaisance. Ils ont été considérés comme non adaptés (manque d'espace, conditions d'accès) quel que soit le projet EMR considéré.

Afin de mieux visualiser les capacités des ports Bretons à répondre aux exigences et besoins fonctionnels définis, des graphiques de synthèse ont été réalisés.

FIGURE 39: REPARTITION DES PORTS EN FONCTION DE LEUR CAPACITE A ACCUEILLIR OU NON LES TRAVAUX D'INSTALLATION D'UN PROJET EOLIEN



Comme cela a été expliqué précédemment, les exigences et besoins pour les phases de construction et d'installations sont forts.

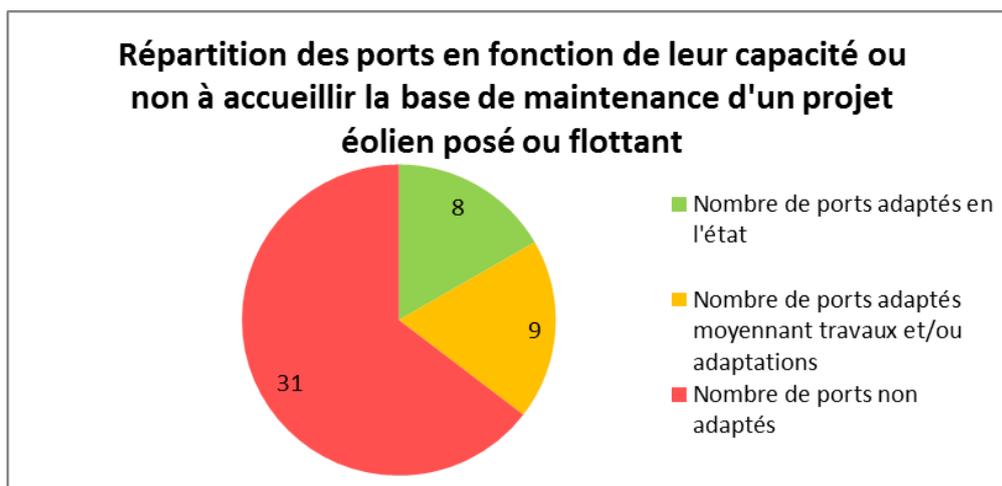
Seul le port de Brest est en capacité d'accueillir des activités de construction et d'installation d'un parc. En effet, comme cela a été évoqué précédemment, Brest possède en effet des caractéristiques favorables à l'accueil d'activités industrielles lourdes liées aux EMR :

- une rade protégée, avec une bathymétrie suffisante pour permettre l'accès des navires spécialisés ;
- un polder de 50 hectares, directement accessible par voie routière et ferroviaire.

Comme cela est précisé dans le rapport « Des énergies Marines en Bretagne, à vous de jouer : concrétisons la filière », CESER Bretagne, Octobre 2012, deux autres ports, en Bretagne, pourraient aussi servir de supports à certaines productions industrielles liées aux EMR (source CESER) :

- Lorient, où les chantiers STX ont déjà réalisé la barge destinée aux hydroliennes de Paimpol-Bréhat et pourraient produire des navires de maintenance pour les éoliennes, par exemple. Si à court terme, les espaces disponibles sont trop fragmentés pour envisager l'implantation de nouveaux sites de production liés à l'éolien offshore posé ; à plus long terme en revanche et à condition de dépasser cette difficulté, les acteurs industriels lorientais pourraient envisager de se positionner comme fournisseurs pour le consortium Winacelles ;
- Saint-Malo, où des consortiums envisagent d'effectuer certaines activités logistiques liées aux câbles des parcs éoliens.

FIGURE 40 : REPARTITION DES PORTS EN FONCTION DE LEUR CAPACITE OU NON A ACCUEILLIR LA BASE DE MAINTENANCE D'UN PROJET EOLIEN POSE OU FLOTTANT

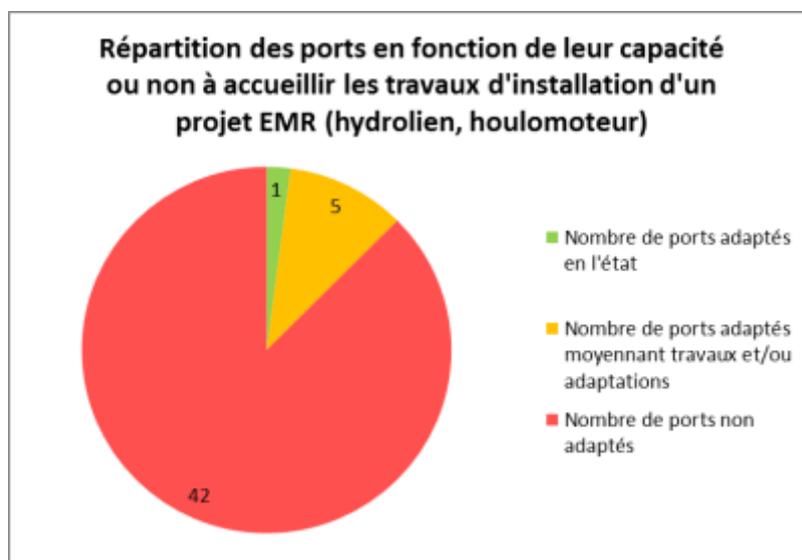


Concernant les opérations de maintenance de parcs éoliens, plusieurs ports (commerce et/ou mixte pêche-plaisance) sont adaptés en l'état ou moyennant certains travaux d'adaptation. Il convient de noter cependant que sur ce point le critère principal de choix du port de maintenance est souvent lié à la distance au parc et aux temps d'accès associés.

Pour le parc de Saint-Brieuc, c'est le port de Saint- Quay qui a été retenu face à Erquy et Saint-Cast.

Le choix de ports de maintenance de parcs éoliens dépendra donc de l'installation d'éventuels autres projets éoliens sur le territoire breton.

FIGURE 41 : REPARTITION DES PORTS EN FONCTION DE LEUR CAPACITE OU NON A ACCUEILLIR LES TRAVAUX D'INSTALLATION D'UN PROJET EMR (HYDROLIEN, HOULOMOTEUR)



Concernant les projets EMR (hors éolien), les exigences ou besoins sont moins importants et notamment en terme de surfaces nécessaires.

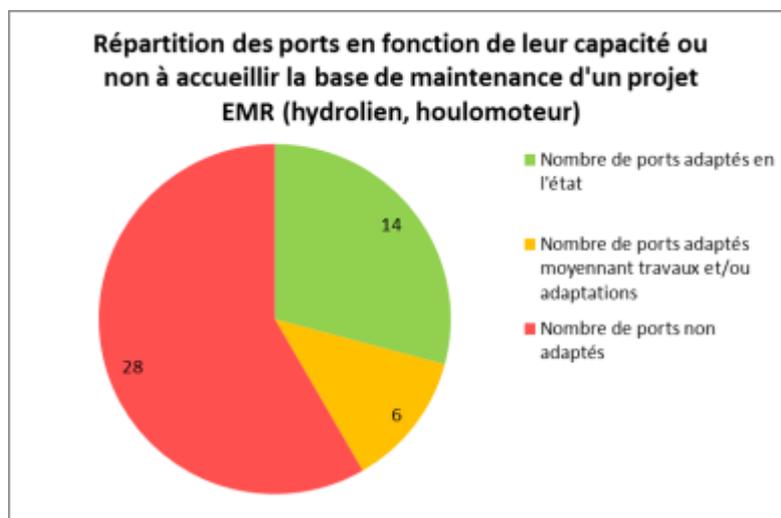
Il convient de préciser tout d'abord que dans l'état actuel des installations portuaires, seul le port de Brest répond aux exigences fixées.

Cependant, le nombre de ports pouvant répondre au besoin est plus important, moyennant des travaux d'adaptation ou de ré-organisation de l'espace portuaire (la contrainte majeure étant souvent liée à la disponibilité effective de terre-pleins et linéaires bord à quai du fait des usages existants).

A noter cependant que seront privilégiées (même si ce critère est moins fort que pour les opérations de maintenance) les distances aux zones de parcs les plus réduites et les plus sécurisées. Ainsi pour l'hydrolien, les ports seront situés à proximité des zones de ressources de Paimpol-Bréhat, du Fromveur et éventuellement du Raz de Sein.

Pour l'houlomoteur en revanche, la zone potentielle est plus vaste (Mer d'Iroise en particulier).

FIGURE 42 : REPARTITION DES PORTS EN FONCTION DE LEUR CAPACITE OU NON A ACCUEILLIR LA BASE DE MAINTENANCE D'UN PROJET EMR (HYDROLIEN, HOULOMOTEUR)



Les besoins fonctionnels pour les bases de maintenance d'un parc EMR sont assez mal connus car il n'existe pas à ce jour de parcs EMR développés à une échelle industrielle. Les exigences sont cependant moins importantes, a priori que pour un parc éolien. Le nombre de ports pouvant répondre convenablement à la demande est donc plus important.

Là encore, ces ports devront être situés au plus près des zones de production.

Perspectives

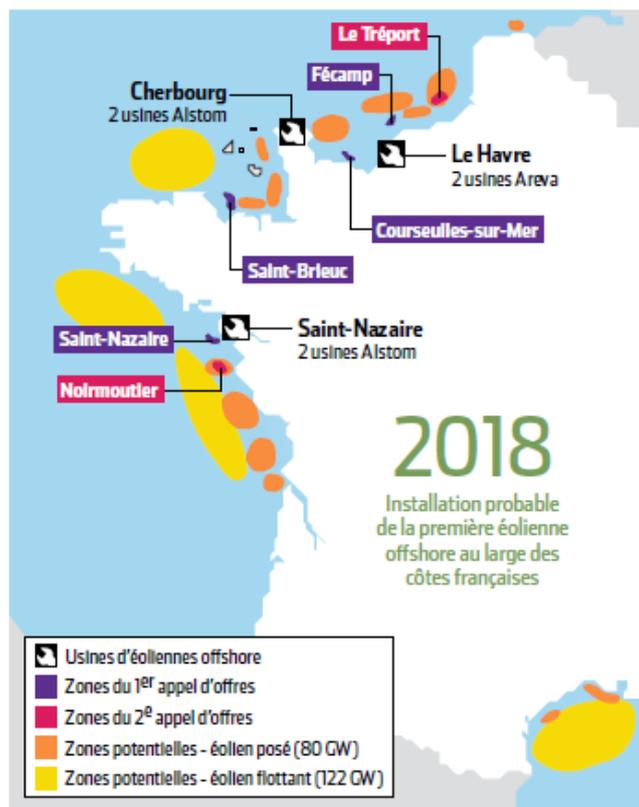
A ce jour, seul le port de Brest semble répondre aux exigences fixées pour accueillir les phases de construction et installations de parcs éoliens et EMR. Le projet de développement du port de Brest a d'ailleurs pour objectif de se préparer à ces besoins futurs.

Des projets d'extension ou d'adaptation portuaire sont également en cours ailleurs en Bretagne. On peut citer par exemple les travaux projetés dans le port du Légué (terre-plein et linéaires de quai dans l'avant-port pour 8 M€ de travaux) etc ...

Les perspectives de développement portuaire seront donc à rattacher (pour les phases de construction/ installation) au développement en mer de futures zones de production d'énergies marines.

- Eolien offshore posé si un futur appel d'offres retient de nouvelles zones de Bretagne (zone Bretagne Nord en particulier),
- Eolien offshore flottant à plus long terme (plusieurs zones identifiées),

FIGURE 43 : PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DE L'EOLIEN EN FRANCE (USINE NOUVELLE – 28 NOVEMBRE 2013)



- Hydrolien (sur les zones d'ores et déjà identifiées – Zone Bréhat et Fromveur)
- Houlomoteur (zones non déterminées mais potentiel énergétique très important en Bretagne).

❖ Etat de situation dans le Sud-Ouest britannique

Les plus grands ports britanniques, en termes de tonnages bruts, sont :⁴⁰ Grimsby & Immingham, London, Milford Haven et Southampton :

- Vrac solide - Grimsby & Immingham
- Vrac liquide - Milford Haven
- LoLo (Lift-on, lift-off / container) - Felixstowe
- RoRo (rolls-on, roll-off) – Dover

Le Sud-Ouest britannique et en particulier la Cornouailles comptent un grand nombre de ports, la plupart étant des petits ports de loisir et/ou de pêche, qui ne disposent pas de la taille ou des infrastructures suffisantes pour les besoins de l'industrie EMR. Cependant, la Cornouailles et les territoires alentours comptent un certain nombre de ports avec des capacités suffisantes, des supports en ingénierie et les infrastructures pouvant servir de

⁴⁰<https://www.gov.uk/government/publications/port-freight-statistics-2012-final-figures>

base à une offre à destination de l'industrie EMR. Certains de ces ports ont des projets de développement, notamment d'infrastructures spécifiques au développement des EMR : Falmouth (y compris Penryn à proximité), Hayle et Plymouth (qui n'est pas situé en Cornouailles mais reste très proche). D'autres plus petits ports ont été étudiés, car ils peuvent servir à d'autres activités telles que les opérations marines, les bases de maintenance et support à l'embarcation des équipages.

Les ports sont décrits brièvement en termes de capacité à satisfaire ces exigences et leurs projets d'amélioration. Des investissements significatifs pour le développement de l'industrie EMR, y compris pour les ports et les autres infrastructures, ont pu être initiés à travers un certains nombres de programmes ayant reçu des financements dont :

- l'Offshore Renewables Delivery Programme (ORDP), un partenariat de £360,000 entre Cornwall Council et l'Université de Plymouth visant à dérisquer et à mieux sourcer le développement vers la commercialisation pour les développeurs⁴¹.
- Projet Channel MOR dote de £103,895 qui devra amener le Channel MOR Group à travailler avec ses contreparties françaises
- Le Plymouth City Deal, signé dernièrement, qui inclut des projets de développement d'un Hub EMR au sein du Devonport dockyard du Port de Plymouth.

Le tableau ci-dessous liste les ports du sud-ouest de l'Angleterre, y compris ceux de Cornouailles et des Iles Scilly.⁴²

Port	Nom de la société	Activité principale
Appledore	Torridge District Council	Loisirs, Pêche
Axmouth	E Devon DC/Axmouth Harbour Management Ltd	Loisirs et pêche côtière
Bideford	Ownership: BidefordHarbour Board (Torridge District Council)	Loisirs, Pêche, Commerce, Terminal de ferrys
Boscastle	North Cornwall District Council	Loisirs, Pêche
Bridgwater	Sedgemoor District Council	Loisirs, Pêche
Bridport (West Bay)	West Dorset District Council	Loisirs, Pêche
Bristol (Avonmouth)	The Bristol Port Company	Commercial
Bristol City	Bristol City council	Loisirs
Brixham	Torbay District Council	Loisirs, Pêche
Bude	Bude Canal and Harbour Society	Loisirs, Pêche

⁴¹ <http://wavehub.co.uk/wp-content/uploads/kalins-pdf/singles/cornwall-and-plymouth-investing-in-their-marine-renewables-future.pdf>

⁴² South West Regional Ports Association and <http://www.ports.org.uk>

Port	Nom de la société	Activité principale
Cadgwith	Unknown	Pêche
Cattewater (Plymouth)	Cattewater Harbour Commissioners	Loisirs, Pêche, Commerce
Coverack	Coverack Harbour Co. Ltd	Loisirs, Pêche
Charlestown (St Austell)	Square SailShipyard Ltd	Loisirs, Commerce
Christchurch	Bournemouth & West Hampshire Water Company	Loisirs
Clovelly	The ClovellyEstateCompany	Loisirs, Pêche
Dartmouth-Kingswear	Dart Harbour and Navigation Authority	Autorisation pour pêche de saumons et ostréiculture, bateaux de plaisance, et un petit nombre de bateaux de croisière et navires de guerre
Devonport	HM Naval Base Devonport	NA
Exeter	Exeter River and Canal (Harbour Authority)	Maintenance et exploitation du Canal, Commerce et Loisirs (également amarrage d'hiver pour yachts)
Exmouth	Exmouth Marina Ltd (formerly Exmouth Docks Company)	Loisirs, Pêche
Falmouth	Falmouth Harbour Commissioners	Loisirs, Pêche, Commerce, Ingénierie
Fowey	Fowey Harbour Commissioners	Loisirs, Pêche, Commerce
Gloucester	Gloucester Harbour Trustees	Loisirs,
GorranHaven	Gorran Haven Harbour and Fishermen's Society Ltd	Loisirs, Pêche
Helfordriver	Helford River Boats	Ferrys, loisirs
Hayle	Hayleharbour Management Ltd.	Loisirs, Pêche, Commerce
Hope Cove	Hope Cove Harbour Commissioners	Loisirs,
Ilfracombe	North Devon District Council	Loisirs, Pêche, Terminal de ferrys
Knightstone	North Somerset Council	Loisirs,
Looe	Looe Harbour Commissioners	Loisirs, Pêche
LymeRegis	West Dorset District Council	Loisirs, Pêche
Lympstone	The Lympstone Fishery and Harbour Association	Loisirs, Pêche
Lynmouth	Lynton&LynmouthTown Council	Loisirs
Mevagissey	Mevagissey Harbour Trustees	Loisirs, Pêche
Millbay Docks (ABP Plymouth)	Associated British Ports	Commerce, Terminal de ferrys
Minehead	West Somerset District Council	Loisirs, Pêche
Mousehole	Mousehole Harbour Authority	Loisirs, Pêche
MullionCove	The National Trust	Loisirs, Pêche

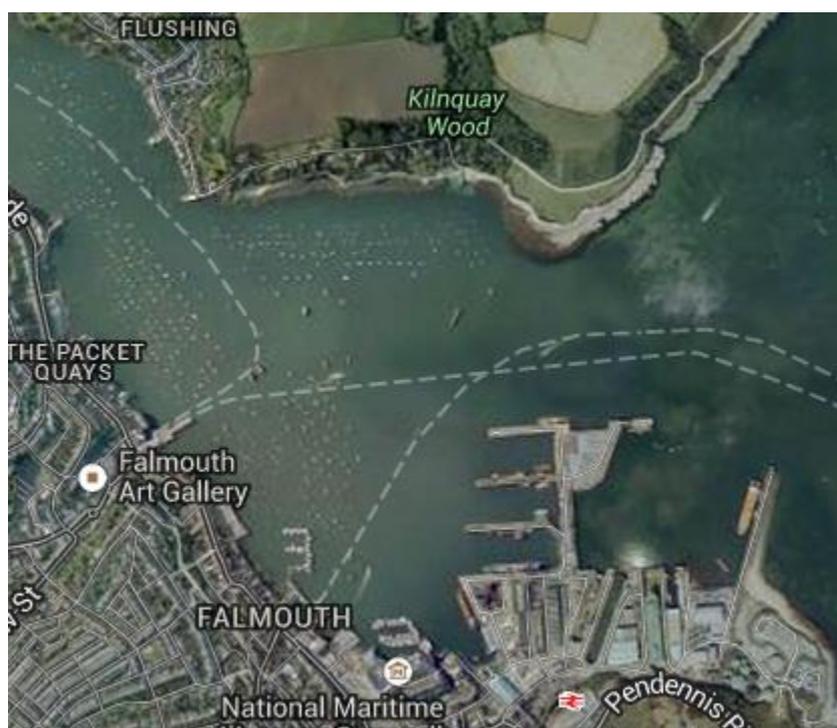
Port	Nom de la société	Activité principale
Newlyn	Newlyn Harbour Commissioners	Loisirs, Pêche
Newquay	Restormel District Council (ownership)/Newquay Harbour Office	Loisirs, Pêche
Padstow	Padstow Harbour Commissioners	Loisirs, Pêche Commerce
Paignton	Torbay District Council	Loisirs, Pêche
Par	Imerys Minerals Ltd	Commerce
Penryn	Truro Harbour Authority (part of Carrick District Council)	Loisirs, Pêche
Penzance	Penwith District Council	Loisirs, Pêche, Commerce, Terminal de ferrys
Plymouth City	Plymouth - City Council Harbour Office	Loisirs, Pêche
Polperro	Polperro Harbour Trust	Loisirs, Pêche
Polruan	Polruan Town Trust	Loisirs, Terminal de ferrys
Poole	Poole Harbour Commissioners	Loisirs, Pêche, Commerce
Port Isaac	Port Isaac Harbour Commission	Loisirs, Pêche
Porthleven	Porthleven Harbour and Dock Company	Loisirs, Pêche
Portland	Portland Harbour Authority Ltd	Loisirs, Pêche, Commerce
Portloe	Portloe Harbour Commissioners	Loisirs, Pêche
Portreath	Kerrier District Council	Loisirs, Pêche
Portwrinkle	Cornwall Council	Loisirs,
Salcombe	South Hams District Council/Salcombe Harbour authority	Loisirs, Pêche (un peu de commerce)
Sennen Cove	Sennen Cove Harbour Commissioners	Loisirs, Pêche
St Agnes	Duchy of Cornwall	Pêche, Terminal de ferrys
St Ives	Penwith District Council	Loisirs, Pêche
St Mary's (Isles of Scilly)	Duchy of Cornwall	Loisirs, Pêche, Terminal de ferrys
St Mawes	St Mawes Harbour Office, Cornwall	Loisirs,
Sutton	Sutton Harbour Company	Loisirs, Pêche
Swanage	The Swanage Pier Trust	Pêche, Terminal de ferrys
Teignmouth	Teignmouth Harbour Commissioners	Loisirs, Commerce
Teignmouth (ABP)	ABP	Commerce
Topsham	Exeter City Council	Loisirs, Pêche, Terminal de ferrys
Torquay	Torbay District Council	Loisirs, Pêche
Truro	Truro Harbour Authority (part of Carrick District Council)	Loisirs, Pêche, Commerce
Uphill	Uphill Boat Centre	Loisirs

Port	Nom de la société	Activité principale
Watchet	West Somerset District Council	Loisirs, Pêche
Watermouth Harbour	Watermouth Harbour Ltd	Loisirs, Pêche
Weymouth	Weymouth & Portland Borough Council	Loisirs, Pêche, Commerce, Terminal de ferrys
Yealm	The River Yealm Harbour Authority	Loisirs,
Yelland	Within Barnstable jurisdiction	

Les ports situés en Cornouailles vont du petit port de pêche au port plus important, porte d'entrée en Atlantique, de Falmouth. Le paragraphe ci-dessous présente les principaux ports qui pourraient, d'une certaine manière, être impliqués dans le secteur EMR.

- **Falmouth**

FIGURE 44 : FALMOUTH DOCKS



Le port de Falmouth, incluant les Carrick Roads, est connu pour être le troisième plus grand port naturel au monde. Ce port possède de vastes quais, cales sèches, d'importantes capacités de levage par grues, et concentre d'excellentes compétences en ingénierie et activités maritimes. Le schéma directeur du port de Falmouth⁴³ comprend des plans de

⁴³5284 Falmouth Masterplan 2010.pdf

développement spécifiques à la zone portuaire pour fournir des infrastructures nécessaires à l'industrie des EMR.

Le tableau ci-dessous indique les capacités d'amarrage disponibles sur les docks de Falmouth⁴⁴ qui ont une profondeur minimale d'environ 5.2m. Falmouth a déjà d'importantes capacités pour le soutien des activités industrielles de fabrication, installation, exploitation et maintenance du secteur EMR. Les projets de développement en cours devraient permettre d'augmenter ces capacités et d'affirmer Falmouth comme lieu privilégié de l'industrie du Sud-ouest de l'Angleterre et de Cornouailles.

Le site d'essai des technologies houlomotrices, le FaBTest, est situé dans la baie, au-delà du port de Falmouth.

TABLE 1 CAPACITES D'AMMARRAGE DES DOCKS DE FALMOUTH

Quais	Longueur (mètres)	Profondeur aux côtés (mètres)
EasternBreakwater	259	8
County Wharf	204	8
Duchy Wharf	240	8
Queen's Wharf	198	6.5
King's Wharf	190	6.5
Empire Wharf	150	6.5
Paul Fairweather & Co (Falmouth) Ltd. (Private)	82	3.9

Le dock de Falmouth présente actuellement la disponibilité de cale sèche suivante :

TABLE 2 CAPACITES DE CALE SECHE DES DOCKS DE FALMOUTH

Dock	Longueur (m)	Largeur (m)	Largeur d'entrée (m)	Profondeur du rebord au-dessous du niveau de référence (m)
Dock No 2	252.8	39.6	39.6	5.5
Dock No 3	220.98	28.04	26.82	3.19
Dock No 4	172.5	26.21	26.21	3.00

A & P Falmouth exploite huit grues de 7,5 à 48 tonnes de capacité.

⁴⁴http://www.falmouthport.co.uk/pdf/ports_handbook.pdf

TABLE 3 PRESTATIONS EN GRUE DES DOCK DE FALMOUTH

Situation	Capacités (tonnes)	Portée maximale (mètres)
No 2	10	25.9
No 2	48	46.8
No 2	10	30.5
No 3	30	27.3
No 3	12	38.4
No 4	15	21
County Wharf	25	42
Duchy Wharf	25	42
Queens Wharf	7.5	30

Les docks de Falmouth Docks présentent les espaces à terre suivants :

TABLE 4 SURFACES POUR LES ACTIVITES D'INGENIERIE ET ENTREPOTS A DISPOSITION DANS LES DOCKS DE FALMOUTH

Type	Surface
Atelier de fabrication (y compris tuyaux)	1,800 m ²
Atelier d'ingénierie	3,244 m ²
Atelier d'électricité et de fonderie	1,022 m ²
Entrepôt de stockage	8,370 m ²
Stockage extérieur	3 ha

Falmouth et Plymouth offrent la plus importante capacité en ingénierie du sud-ouest de l'Angleterre.

- **Penryn**

Des quais sont également disponibles à Penryn, plus en amont des docks de Falmouth.

FIGURE 45 : QUAÏ DE LA VILLE DE PENRYN



- Le Penryn Town Quay peut accueillir des navires jusqu'à 54 mètres de longueur
 - Utilisé principalement pour les navires de pêche et de plaisance
 - Le port est sec à marée basse
 - Profondeur maximale de 4.3 mètres à eaux hautes
 - Grues jusqu'à 45 tonnes de capacité
 - Stockage extérieur disponible
 - Connecté à un chenal de marée, d'une longueur d'un demi mile avec une profondeur d'entrée de 3.5 mètres.
-
- **Truro**

Le Lighterage Quay de Truro offre une capacité de quai en amont de Falmouth sur la rivière Truro.

FIGURE 46 : LIGHTERAGE QUAY, TRURO



Lighthouse Quay (Truro)

- Longueur 350 mètres, profondeur aux côtés de 4.8 mètres
- Chenal de navigation jusqu'au quai Lighthouse accessible via les eaux profondes de KeaReach avec une profondeur minimale de 5.4 mètres au-dessous du niveau de référence
- Stockage disponible pour les cargaisons en vrac
- Grues jusqu'à 100 tonnes

- Hayle

FIGURE 47: PORT DE HAYLE



Le parc d'activités en projet de Hayle fournira l'infrastructure permettant de faire de Hayle un lieu privilégié pour les industries EMR de Cornouailles, en mettant à disposition des locaux pour les entreprises ainsi que les ateliers et infrastructures portuaires d'exploitation maintenance. Le parc d'activités hébergera les équipes du Wave Hub, avec des infrastructures parfaitement situées pour fournir l'appui nécessaire en exploitation-maintenance à ce site d'essai et aux futurs occupants, à environ 20km au large de Hayle.

FIGURE 48: SECTEURS DE DEVELOPPEMENT EN PROJET DU PORT DE HAYLE (SWMEP PROSPECTUS)



Les plans pour le parc d'activités EMR de Haye comprennent la fourniture de 900m² de bureaux et de 1500m² d'unités industrielles⁴⁵.

Dans sa forme actuelle, le port de Hayle est accessible par des navires allant jusqu'à 3.5m (grandes marées), durant les 2-3h de marée haute. Avec les plans de développement futur du port, ce sera élargi avec la réintroduction de l'écluse de Carnsew Pool et des travaux de dragage. Les améliorations des accès au port pourraient également venir du dragage d'un chenal proposé par une entreprise qui envisage d'extraire des métaux précieux des sables de la baie St. Ives, avec Hayle comme débarcadère. Des plus petits navires de maintenance pour l'Atlantic Array (Nota : projet aujourd'hui abandonné), en développement dans le canal de Bristol, pourraient également utiliser le port de Hayle⁴⁶.

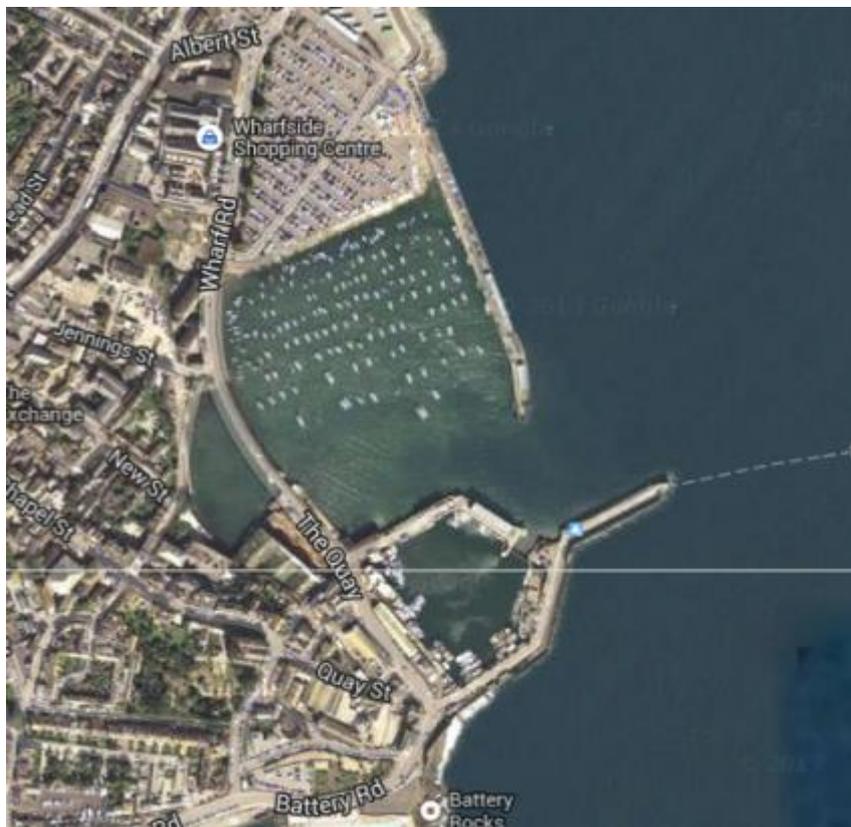
Hayle est généralement fréquenté par des navires de 10-15m de longueur, mais a reçu des navires de 30m.

⁴⁵ Cornwall Development Company

⁴⁶ Hayle Business Park - Marine Renewables.pdf

- Penzance

FIGURE 49: PORT DE PENZANCE



Le port de Penzance est équipé pour des activités d'exploitation-maintenance, avec une cale sèche et des capacités d'ingénierie marine à proximité⁴⁷. La cale sèche de Penzance est de 11.9m de large and 74.73m de longueur.

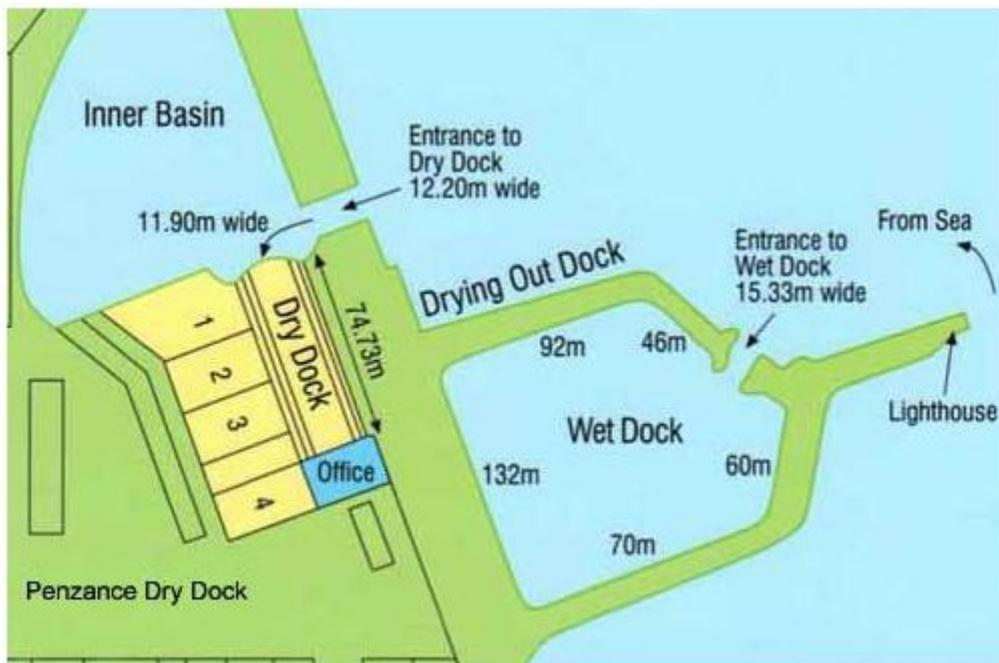
La jetée du phare est le point d'embarquement des ferrys Scillonian pour les îles de Scilly. Cette jetée pourrait être utilisée en dehors des périodes d'utilisation par les ferrys, pour des navires de 80 à 90m de longueur, de 3 à 3,5m de tirant d'eau et pour 3 à 3,5 heures avant et après la marée basse. D'autres petits navires de 60 à 70m de longueur peuvent être accueillis sur les côtés du port qui sèchent à marée basse. La darse, qui ne sèche pas, est disponible mais est en général pleinement occupée par des bateaux de plaisance ou de pêche⁴⁸. Une rampe du port peut être utilisée pour des barges de débarquement.

Les îles de Scilly sont desservies par un ferry et un bateau cargo, tous deux exploités par Penzance Harbour by the Isles of Scilly Steamship Company.

⁴⁷<http://www.penzancedrydock.com>

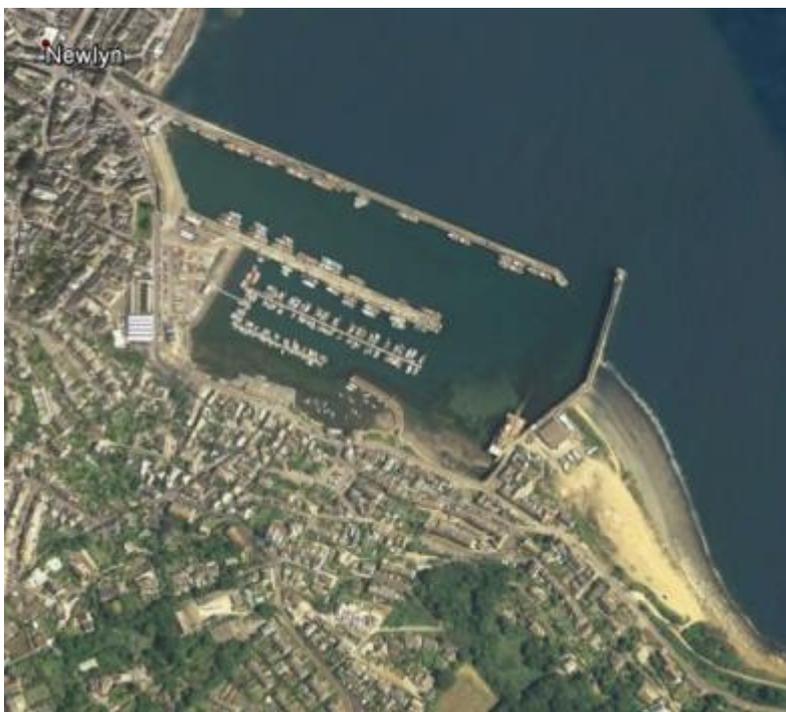
⁴⁸Penzance Harbour Master

FIGURE 50: PORT ET CALE SECHE DE PENZANCE



- **Newlyn**

FIGURE 51: PORT DE NEWLYN



Newlyn est un des ports de pêche les plus importants du sud-ouest et a un accès 24/7. Ce port pourrait offrir des capacités d'embarquement de l'équipage d'exploitation-maintenance et des capacités supplémentaires pour de possibles développements futurs.

- **Fowey**

FIGURE 52: IMERYYS PORT A FOWEY



Fowey est un port commercial en eau profonde de Cornouailles avec une capacité d'amarrage exploitée par Imerys Ltd⁴⁹, société internationale d'extraction d'argile. Le quai est presque exclusivement utilisé pour l'export (et parfois import) de marnes et granulats, mais est également fréquenté par des navires de croisière durant les mois d'été. Bien que n'étant pas actuellement utilisé à cette fin, Fowey pourrait être utilisé pour des accès exploitation-maintenance dans le cadre des développements EMR.

⁴⁹<http://www.foweyharbour.co.uk/assets/file/pdfs/Commercial-Berthing1.pdf>

- **Par**

FIGURE 53 : PORT DE PAR



Le port de Par, près de St. Austell, est également détenu par Imerys Ltd. mais a été fermé à la navigation commerciale depuis 2009. Il est prévu que le site soit réhabilité, pour continuer à inclure certaines activités maritimes (pêche, plaisance et emplois du secteur maritime) mais également des activités de loisirs, petits commerces et usages résidentiels⁵⁰. Ce port pourrait être adapté à des petites et moyennes activités d'exploitation-maintenance, mais des projets pour ce type de développement seraient en marge des plans de développement existants.

⁵⁰<http://www.foweyharbour.co.uk/assets/file/pdfs/Imerys-port1.pdf>

- **St. Mary's - Isles of Scilly**

FIGURE 54 : ST. MARY'S HARBOUR



Les îles de Scilly sont desservies par un petit port sur l'île St.Mary. Ce port est généralement utilisé par des yachts et bateaux de pêche mais il reçoit également des navires de croisière. Il comprend 230 amarres locales, 40 sécurisées en eau profonde, 108 en ligne d'exploitation, 33 en plage et 12 secs pour les yachts de passage. Le port de St. Mary est fréquenté par en moyenne 3000 yacht par an⁵¹ (la majorité de la CEE), et 35 à 40 bateaux de croisière par an⁵².

S'il a peu de chances de présenter une situation adaptée pour une activité d'ingénierie significative, St. Mary pourrait fournir des hébergements pour les équipes de maintenance et un point d'embarquement pour l'accès aux zones de développement EMR du secteur.

⁵¹ South West Regional Ports Association

⁵² <http://www.stmarys-harbour.co.uk/>

- **Plymouth**

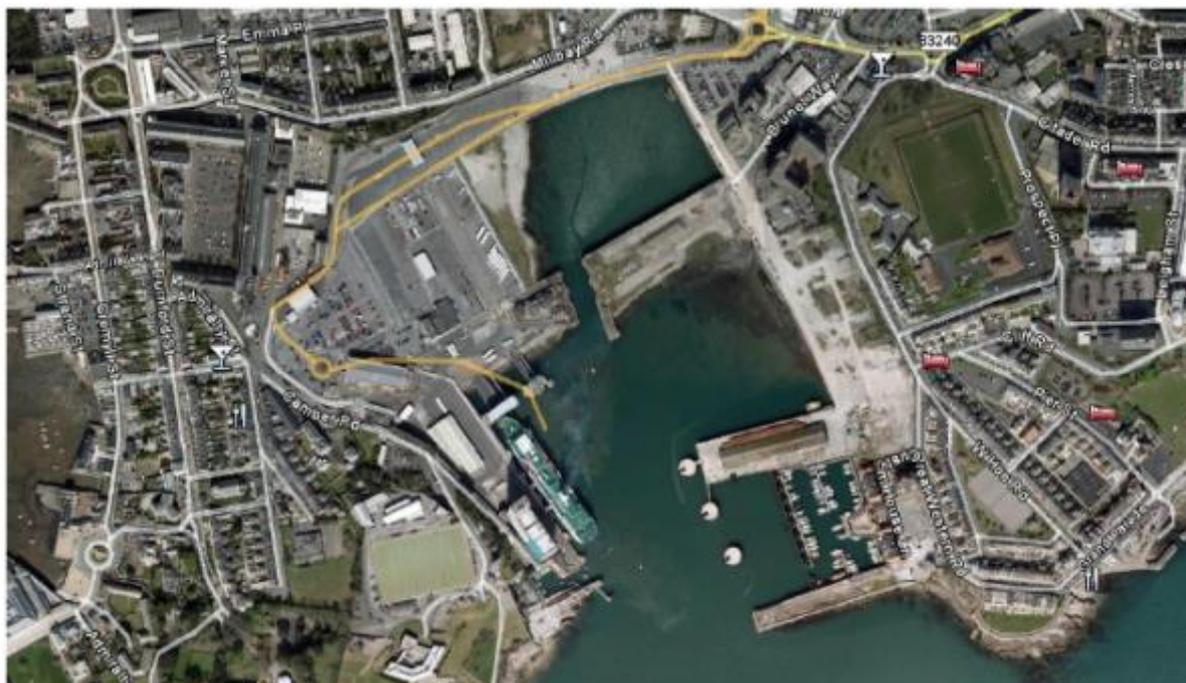
Alors que Plymouth se situe à l'extérieur du comté de Cornouailles, sa proximité et sa grande capacité font qu'il est judicieux de s'y intéresser. Au sein du port naturel de Plymouth Sound, les infrastructures Millbay Docks, Cattedown Wharves et Victoria Wharf sont disponibles.

Millbay Dock⁵³:

TABLE 5 CAPACITES DE QUAI DE MILLBAY

	Longueur de quai	Longueur	Rayon	Tirant d'eau
West Wharf Ro-roBerth	170 m	200 m	Pas de restriction	8.5 m
Trinity Pier	150 m	120 m	Pas de restriction	4.5 m
Outer Basin	Mouillage	270 m	Pas de restriction	8.5 m

FIGURE 55: MILLBAY DOCK



Le port offre jusqu'à 5420m² de stockage couvert et environ 34000m² de surface extérieure de stockage de biens ou de véhicules. Trinity Pier est utilisé pour la manutention de biens

⁵³http://www.plymouth.gov.uk/port_of_plymouth_volumn2_appendices.pdf

alors que West Wharf est utilisé pour les ferrys. West Wharf présente un taux d'occupation moyen de 25% suggérant une capacité disponible pour des activités qui s'adaptent aux visites des ferrys et bateaux de croisière.

Victoria Wharf⁵⁴

TABLE 6 CAPACITES DE QUAI DE VICTORIA WHARF

	Longueur	Rayon	Tirant d'eau
2 quais	140 m	18 m	6.8, 6.6 m

Victoria Wharf offre une vaste surface de stockage couverte et extérieure et des équipements de manutention modernes, permettant le départ rapide des navires. Le port est idéalement localisé avec des connexions au réseau autoroutier britannique et traite une large variété de produits en vrac ou conditionnés.

FIGURE 56 : VICTORIA WHARF



Cattedown Wharves⁵⁵

⁵⁴http://www.plymouth.gov.uk/port_of_plymouth_volumn2_appendices.pdf

⁵⁵http://www.plymouth.gov.uk/port_of_plymouth_volumn2_appendices.pdf

Cattedown Wharves ont en premier lieu été utilisés pour des produits pétroliers et d'alimentation animale. La majorité des pétroliers de passage sont généralement des petits navires de 5-6000 tonnes, même si un nombre croissant de navires de 16-20000 tpl sont traités. L'espace d'entrepôts est retenu par des clients actuels et présente peu de capacités pour de futurs développements.

FIGURE 57: CATTEDOWN WHARVES



Devonport South Yard

La zone de Devonport sur la rivière Tamar a longtemps été occupée par la Marine Royale et associée à l'ingénierie et industrie. Le Plymouth City Deal⁵⁶, un plan soutenu par le Gouvernement donnant à la ville pouvoirs et libertés de soutenir le développement de l'économie régionale, comprend des projets pour développer une zone de Devonport South Yard en tant que centre EMR et de fabrication de pointe. Un tel développement positionnerait Plymouth pour jouer un rôle clé dans les activités de fabrication, installation et exploitation-maintenance de l'industrie EMR du sud-ouest.

En conclusion, le tableau ci-après fournit une analyse des ports en Cornouailles et dans les Iles Scilly, présentant les capacités et développements pouvant soutenir l'industrie des EMR. Des recherches plus détaillées seront nécessaires pour confirmer la capacité des ports et préciser les développements nécessaires pour définir une stratégie de développement des infrastructures adéquates.

⁵⁶<http://www.plymouth.gov.uk/citydeal>

Port	Offshore wind		Wave and tidal	
	Installation/ Decommissioning	O&M	Installation/ Decommissioning	O&M
Boscastle				
Bude				
Cadgwith				
Cattedown Wharves (Plymouth)		At capacity		At capacity
Coverack				
Charlestown (St Austell)				
Devonport (Plymouth)				
Falmouth				
Fowey				
Gorran Haven				
Helford river				
Hayle		Assuming planned development occurs		Assuming planned development occurs
Looe				
Mevagissey				
Millbay Docks (ABP Plymouth)				
Mousehole				
Mullion Cove				
Newlyn				
Newquay				
Padstow				
Par				
Penryn				
Pentewan				
Penzance				
Polperro				
Polruan				
Port Isaac				
Porthleven				
Portloe				
Portreath				
Portwrinkle				
Sennen Cove				
St Agnes				
St Ives				
St Mary's Isles of Scilly		?		?
St Mawes				
Tresco				
Truro				
Victoria Wharf (Plymouth)				

Capability exists	
Development could provide capability	
No development possible / no capability	

Les potentiels pour les ports de Cornouailles, et en particuliers de Falmouth, Plymouth, Hayle, sont :

- En termes de proximité de la ressource EMR et sites potentiels :

- Falmouth – Falmouth et les autres ports locaux (Penryn et Truro) sont bien positionnés pour soutenir les développements de parcs houlomoteurs sur la côte sud de la Cornouailles (y compris FaBTest), et également sur la côte nord même si cela nécessiterait des transits plus longs. Falmouth pourrait également appuyer le développement de l'éolien offshore si des développements sont prévus dans les eaux plus profondes de la péninsule.
- Plymouth – de façon comparable à Falmouth, Plymouth est bien positionné pour appuyer les développements sur la côte sud, et sur la côte nord moyennant des transits plus longs.
- Hayle – Hayleest extrêmement bien positionné pour son accès au Wave Hub et les ressources de la côte nord, et pour les activités d'opérations et de maintenance de l'éolien offshore en eaux profondes.
- Capacités portuaires, y compris les zones de production industrielle / d'assemblage et de maintenance à terre :
 - Falmouth et en particulier Plymouth ont des capacités portuaires significatives pour le développement de grands équipements EMR, principalement les systèmes houlomoteurs et hydroliens. Les turbines éoliennes offshore peuvent être accueillies même si l'espace peut être un facteur limitant.
 - Hayle est un petit port avec un accès via un chenal de marée. Cela en limite probablement ses usages potentiels à un hub d'opération et de maintenance plutôt qu'un port de déploiement pour de grands équipements. Le développement d'un parc d'affaires EMR à Hayle fournira les espaces nécessaires.
- Les infrastructures locales d'ingénierie et plans de développement spécifiques:
 - Falmouth et Plymouth ont déjà des infrastructures d'ingénierie suffisante pour soutenir le développement, la production et la maintenance des équipements EMR. Le port de Falmouth abrite A&P Falmouth, qui gère une partie du port et qui possède d'importantes capacités d'ingénierie. Actuellement, les activités d'A&P sont concentrées sur la réparation navale, mais A&P est également engagé avec le Falmouth Harbour Masterplan qui inclut des plans de développement de spécialités EMR.
 - Les plans pour la construction du Marine Renewables Business Park à Hayle⁵⁷ incluent : la fourniture d'un nouveau quai, stockage à terre, des ateliers et espaces de bureau pour l'ingénierie et les services aux entreprises, principalement pour les activités d'opération & maintenance pour le Wave Hub et les futurs développements de projets EMR sur la côte nord de la Cornouailles.
- Soutien des spécialistes EMR locaux
 - Falmouth compte de nombreux spécialistes des EMR : Mojo Maritime, Fugro Seacore Falmouth Divers, Armada Hydraulics et Large Diameter Drilling⁵⁸. Le site d'essai de l'université d'Exeter, le Dynamic Marine Component Test Facility⁵⁹ (DMaC), est situé sur le port de Falmouth.
 - Plymouth, grâce à son héritage maritime et naval, possède d'excellentes capacités en ingénierie, illustrées par les capacités étendues de Babcock Marine, qui est en mesure de contribuer à la fabrication et la maintenance

⁵⁷http://www.investincornwall.com/wp-content/uploads/2012/07/InvestinCornwall_SWMEP-Renewable-Energy-Web.pdf

⁵⁸<http://www.wavehub.co.uk/wp-content/uploads/2012/02/Marine-Energy-Park-prospectus.pdf>

⁵⁹<http://emps.exeter.ac.uk/renewable-energy/research/research-interests/offshore/reliability/facilities/dynamicmarinecomponenttestfacilitydmac/>

des systèmes EMR : ingénierie maritime, construction et réparation navale, composites, etc.

- Hayle héberge les bureaux du Wave Hub et occupe ainsi une position centrale dans le développement actuel des capacités de la Cornouailles pour la filière houlomotrice.
- Tous les ports du sud-ouest et de la Cornouailles sont situés à proximité des organismes académiques tels que les universités d'Exeter et Plymouth, qui possèdent d'excellentes compétences et expériences dans le domaine maritime. Hayle par exemple a été utilisé pour le déploiement des équipements de mesures pour l'évaluation de la ressource sur la côte nord.

Au-delà des principaux ports de Falmouth, Hayle et Plymouth qui concentrent les opportunités de développement EMR, plusieurs plus petits ports tels que Newlyn et Penzance peuvent servir de base pour les navires d'opération & maintenance et de points d'embarcation pour les équipages.

1.5.3 Situation atouts / faiblesses de la Bretagne et Cornouailles & Iles Scilly

Les principaux atouts de la Région Bretagne et de la Cornouailles sur le plan des infrastructures portuaires peuvent être synthétisés comme étant les suivants :

- Le rôle majeur du port de Brest qui possède une situation et des caractéristiques favorables à l'accueil d'activités industrielles lourdes liées aux EMR :
 - une rade protégée, avec une bathymétrie suffisante pour permettre l'accès des navires spécialisés ;
 - la proximité de plusieurs sites français et britanniques propices pour le développement de l'éolien posé ainsi que des sites potentiels pour l'hydrolien, le houlomoteur et l'éolien flottant (en France, au Royaume-Uni, en Irlande et en Espagne) ;
 - des compétences dans la construction et la réparation navales ;
 - un polder de 50 hectares, directement accessible par voie routière et ferroviaire.
 - le développement du port de Brest est en phase opérationnelle, en phase avec le planning fixé.
- Un réseau très importants de ports sur la façade régionale française (contrairement à certaines régions comme l'Aquitaine par exemple) qui permet de disposer d'infrastructures portuaires soit par extension (cas de Brest) ou relocalisation d'activités existantes ; à minima pour les opérations de maintenance ; à proximité immédiate des zones de production énergétique,
- Des infrastructures portuaires de commerce ou industrielles (Brest en premier lieu, mais aussi Lorient, Saint-Malo et dans une moindre mesure Concarneau et Saint-Brieuc) qui pourraient servir de bases de construction moyennant certaines adaptations ou réorganisations,
- Plusieurs ports en Cornouailles bénéficient de la proximité des sites d'essai (Wave Hub et FabTest) et des universités en pointe sur les EMR ;

- Des développements sont prévus pour accompagner le développement de certains ports dans le domaine des EMR, par exemple à Hayle où un parc d'affaires EMR va être créé ;
- De nombreux ports de petites tailles en Cornouailles sont en capacité de servir de base aux services d'opérations et de maintenance des projets EMR, et peuvent capitaliser sur le savoir-faire en matière d'opérations marines.

Les faiblesses que l'on peut relever à ce jour sont les suivantes :

- En France :
 - Les projets éoliens en cours de développement en France se trouvent à des distances importantes du port de Brest ; ce qui se traduit par une compétition forte avec les ports les plus proches des parcs (Cherbourg ou Saint-Nazaire par exemple),
 - Une situation au cœur de la Mer d'Iroise qui se traduit par une position centrale mais également des conditions de mer difficiles en sortir de la Rade et qui peuvent être une source de méfiance pour certains porteurs de projet.
 - Concernant les autres EMR, les sites de production hydroliens sont connus. Des études ont d'ores et déjà été menées pour déterminer les ports adaptés. Pour le houlomoteur, ce travail sera à réaliser une fois les zones de production potentielles déterminées.
- En Cornouailles / Iles Scilly :
 - La plupart des ports sont des ports de petite taille, un déficit d'installations portuaires de taille suffisante pour les phases de construction notamment éolien offshore.

1.6 Fiche n°6 : Coopérations et enjeu de gouvernance

Différentes instances fédèrent les acteurs des territoires de l'étude et les coopérations entre territoires. La Bretagne et la Cornouailles britannique, bien que différentes en taille (respectivement région et département) se caractérisent par la présence de structures d'animation et une forte implication des autorités locales (collectivités et agences de développement économique) dans les activités maritimes de manière générale et des énergies marines en particulier. Ces structures s'investissent dans l'animation et la coopération d'acteurs locaux mais jouent également un rôle à l'échelle nationale et européenne.

1.6.1 Réseaux locaux de coopérations

Les réseaux locaux de coopérations identifiés sur les territoires représentent les différents maillons de la filière EMR (R&D et éducation, services et industries, opérations marines), notamment en Bretagne. En Cornouailles, les exemples de coopérations actuellement observées se concentrent sur la recherche et les sites d'essai avec des installations de pointe, notamment pour les systèmes houlomoteurs, et les opérations marines. Le tissu industriel semble moins développé actuellement, et il faut attendre les développements portuaires en cours pour voir se concrétiser un développement industriel sur le territoire (voir 1.5Fiche n°5 : Infrastructures portuaires ci-dessus)

Nous ne décrivons pas ici le rôle des agences de développement économique locales (BDI en Bretagne et Invest In Cornwall en Cornouailles), qui dédient dans chacune de ces structures du personnel dédié aux EMR.

1.6.1.1 Bretagne : Bretagne Pôle Naval et Technopole Brest Iroise

Bretagne Pôle Naval⁶⁰ met en réseau 120 entreprises, divisées en 3 filières : Oil & Gas, Construction Navale et Energies Marines Renouvelables. Au-delà du réseau de compétences qu'il forme, BPN est constitué de 8 commissions, dont une dédiée aux EMR et trois commissions transversales : Infrastructures industrielles et portuaires, Emploi Formation & Légal, et Promotions & Communication.

Le rôle de BPN est de regrouper et promouvoir les savoir-faire des filières locales, les compétences et les infrastructures, représenter les adhérents, et informer ses membres des questions sociales, économiques et techniques.

La filière EMR regroupe des intervenants de l'ensemble de la chaîne de valeur, de la conception à la maintenance. Cette nouvelle filière, en plein développement dans la région, peut se baser sur l'expérience et le savoir-faire des deux autres secteurs. La commission

⁶⁰<http://www.bretagnepolenaval.org/>

dédiée aux EMR, veille aux évolutions technologiques et économiques, et contribue à identifier les besoins spécifiques en compétences et en formations.

Le Technopôle Brest Iroise (TBI), est une association dédiée à l'innovation technologique. Dans cet objectif, TBI met en réseau 200 structures locales (grandes entreprises, PME / TPE, instituts de recherche, Universités, Grandes Ecoles), organise des événements pour faciliter leur mise en relation, et accompagne la création d'entreprises (incubateur, pépinières d'entreprises, promotion).

Le site d'implantation de TBI, un parc d'activité dans l'ouest de l'agglomération brestoise donnant sur une rade, regroupe 6300 personnes. 88 entreprises y sont installées (2600 emplois), ainsi que des établissements d'enseignement supérieur et de recherche (2100 étudiants, 900 enseignants-chercheurs, chercheurs, ingénieurs et techniciens, et 700 personnels administratifs).

TBI soutient l'activité des 3 pôles d'excellence brestois :

- Sciences de la mer, au sein duquel on trouve le domaine des EMR, parmi d'autres ;
- Technologies de l'Information et de la Communication ;
- Sciences du Vivant.

TBI intervient particulièrement au niveau de Brest, mais travaille en étroite collaboration avec le Technopôle Quimper et le Pays de Morlaix pour structurer les actions au niveau du département du Finistère. Des partenariats existent également à l'échelle de la Bretagne, avec les autres technopoles, professionnels, et centre d'innovation technologiques de la région.

Au-delà de ces 2 structures, deux instances de coopération axées sur la recherche et l'innovation, de portée nationale, sont basées en Bretagne : France Energies Marines et Pôle Mer Bretagne.

En matière de planification, la Conférence Régionale de la Mer et du Littoral (CRML) est un lieu privilégié de dialogue et de prise de décisions, entre les différents acteurs de la mer.

1.6.1.2 Cornouailles : des coopérations axées autour de la recherche et des opérations marines

La Cornouailles héberge un large panel d'organisations, impliquées dans le développement de l'industrie locale et nationale des EMR.

Ces éléments étant présentés dans le rapport de la phase 1, dans la partie 1.5.1.2, on renvoie à ce document pour plus de précisions.

On rappelle qu'un des deux Marine Energy Park (MEP) du Royaume-Uni est ainsi implanté en Cornouailles : le **South West Marine Energy Park (SW MEP)**.

Cette structure se caractérise par une zone géographique dédiée à l'implantation de prototypes, et une dynamique de partenariats entre politiques locales et nationales,

développeurs de technologie, monde académique et industriel. Le SW MEP est devenu en 2012 le premier MEP du Royaume Uni.

Il comprend en particulier le site **Wave Hub** qui est plus grand site de test au monde pour les technologies EMR houlomotrices, au large du Port de Hayle.

Sous l'impulsion du projet de Wave Hub, le port de Hayle connaît un grand programme d'investissement pour en faire un véritable parc d'affaires dédié aux EMR. Ce programme ambitieux consiste en de gros investissements en infrastructures et routes pour permettre la création d'un emplacement futur pour le développement commercial de la filière EMR et sécuriser la chaîne d'approvisionnement, en connexion avec l'emplacement du Wave Hub.

Le Conseil de Cornouailles, Wave Hub et des partenaires du secteur public ont ainsi investi jusqu'à présent 16.2 millions de £ pour la première phase de travaux sur les infrastructures portuaires. La seconde phase inclut la construction de 900m² de bureaux et de 1520m² d'unités industrielles⁶¹.

Par ailleurs, une organisation importante de la chaîne d'approvisionnement de la filière EMR en Cornouailles est le **Marine Offshore Renewables (MOR Group)**⁶². Formé depuis 2012, ce réseau d'entreprises vise à unifier la voix des entreprises impliquées dans la filière industrielle EMR et à encourager le développement de la filière sur son territoire.

Il s'agit d'un sous-groupe du réseau Cornwall Marine Network et a été constitué par des entreprises locales, comme A&P Group, Mojo Maritime, Keynvor Morlift, qui sont amenées à fournir des services à l'industrie des EMR au Royaume-Uni et à l'international.

L'adhésion au réseau se fait par une participation annuelle de £200. Elle offre aux entreprises l'opportunité de participer à des événements favorisant échanges de bonnes pratiques et partenariats, de bénéficier d'une image de marque de qualité et d'expérience et d'augmenter la visibilité des entreprises au Royaume-Uni et à l'international.

1.6.2 Coopérations interrégionales

La Bretagne et la Cornouailles se caractérisent toutes deux par leur implication dans les programmes de coopérations interrégionales dans le domaine des EMR et des activités maritimes de manière plus générales, notamment dans le cadre de programmes de coopération européens, qui sont décrits :

- Dans les livrables MERIFIC suivants :
 - o Livrable 3.4.2. « Cross border laboratory and field test procedures » sur la coopération en matière de sites d'essai et laboratoires
 - o Livrable 4.2.5 « Combined policy application report » concernant les aspects politiques et réglementaires

⁶¹http://www.investincornwall.com/wp-content/uploads/1841_IIC_HayleBizPark.pdf

⁶²<http://www.morenewables.co.uk>

- Atlantic Power Cluster : La Bretagne via BDI participe également à l'Atlantic Power Cluster (voir 2.4.4ci-dessous), un projet européen dont les objectifs sont de :
 - o Créer une stratégie EMR transnationale dans l'Espace Atlantique ;
 - o Créer un environnement politique et social adéquat pour les EMR ;
 - o Renforcer les capacités d'innovation et de compétitivité des industries dans les régions de l'Arc Atlantique.

1.6.3 Situation atouts/faiblesses de la Bretagne et Cornouailles britanniques

Dans la plupart des pays où les filières EMR se sont structurées, leur développement a été soutenu par les compétences confirmées des filières matures : Oil&Gas et Construction navale / opérations marines notamment. Ces filières sont également présentes et structurées en Bretagne et Cornouailles et la gouvernance assurée par des instances reconnues, au moins à l'échelle nationale.

De plus, la création d'infrastructures dédiées aux EMR (exemple du terminal portuaire à Bremerhaven) est un facteur d'attractivité pour les entreprises (industrie, services). Les développements actuels (ports de Brest et de Hayle) vont dans ce sens.

Les partenariats entre entreprises associent quasi-systématiquement les instituts de recherche et académiques, qui joueront un rôle important à court et moyen termes pour améliorer les connaissances techniques (démonstration des technologies EMR et observation de l'environnement). En Bretagne et en Cornouailles, des établissements d'enseignement supérieurs proposent des formations supérieures et professionnelles pointues et spécifiques à la filière (voir 1.3Fiche n°3 : Education et formation ci-dessus).

Les instances de coopérations locales jouent également un rôle important de représentation de la filière vis-à-vis des entreprises extérieures, à l'échelle internationale (salons, visites etc.), et des autorités politiques. Entre l'Allemagne et le Danemark, deux pays engagés historiquement dans le développement de l'éolien offshore posé, les instances de coopération permettent aussi la collaboration à une échelle internationale (projet German and Danish Offshore Wind par exemple) pour mettre en commun les ressources, les infrastructures, les travaux de recherche.

Dans certains pays (UK et Danemark), des projets peuvent être portés par des initiatives communautaires incluant une participation (y compris financière) des collectivités locales et des citoyens, ce qui renforcent la volonté du territoire à développer la filière.

Cependant, les réseaux de coopération se sont structurés autour d'acteurs historiques ou existants et le challenge dans les années à venir va être d'attirer de nouvelles compétences et entreprises.

De plus, la multiplication des réseaux et des programmes de coopération, peut être un signe de dynamisme de la filière et accroître la compétitivité, mais risque aussi de disperser les moyens disponibles, et créer de possibles recouvrements et concurrences entre les territoires. Enfin, les programmes de coopération, à la différence des réseaux d'acteurs, doivent s'inscrire dans la durée pour ne pas voir les efforts retomber à l'issue des programmes compte tenu des délais associés aux prises de décisions des acteurs publics ou privés.

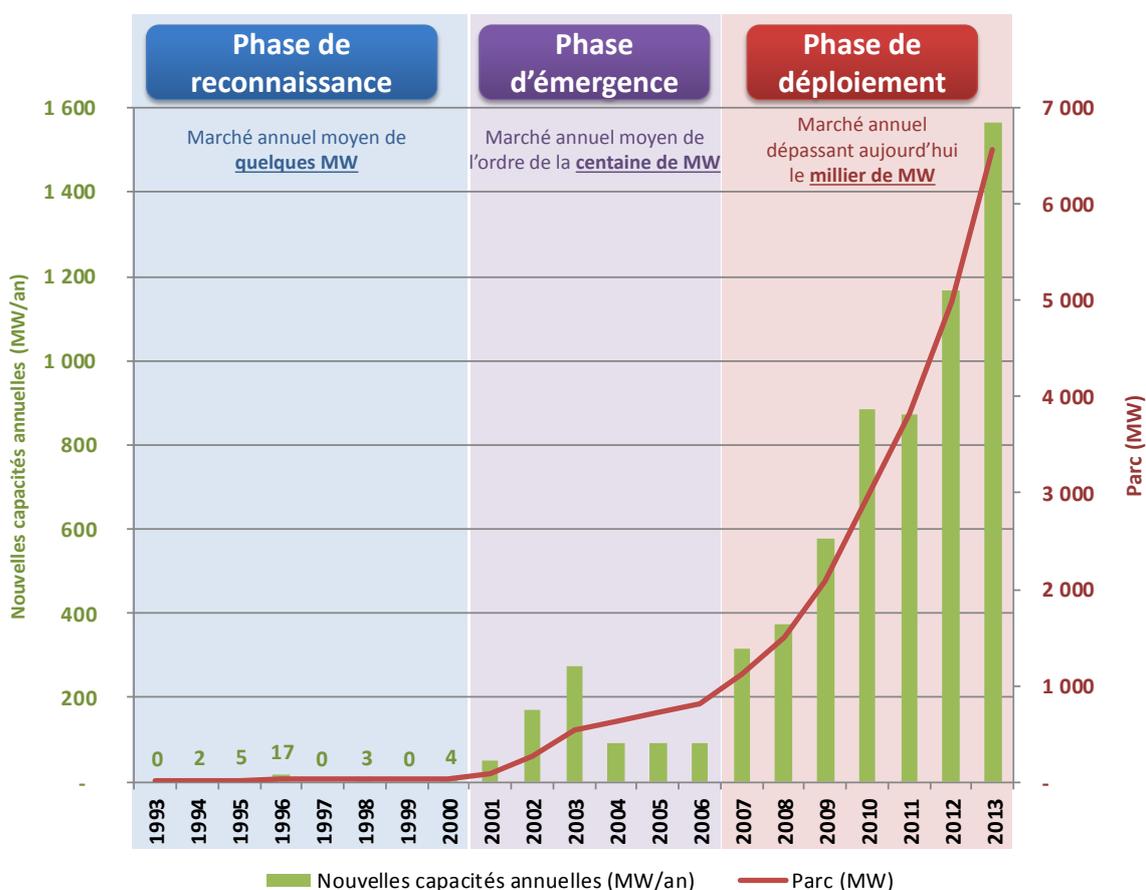
2 ANNEXE N°2 DE L'ETAPE 2 : BENCHMARKS

2.1 Retour d'expérience de la filière Eolien Offshore Posé

2.1.1 *Historique* : un démarrage dans les années 90 en Mer du Nord, avec une course à la puissance, tant sur les systèmes que sur les projets

- **Déploiement du marché et croissance soutenue depuis environ 5 ans face à près de 15 ans de flottement**

FIGURE 58 : HISTORIQUE DE CROISSANCE DE L'EOLIEN OFFSHORE POSE EN EUROPE (SOURCE : EWEA)



Marché mondial de l'éolien offshore posé quasi-exclusivement concentré en **Europe** (et surtout au Royaume-Uni), et ce depuis les débuts de la filière, jusqu'à encore aujourd'hui (92% du parc mondial en 2012).

Filière qui a **20 ans d'existence**, mais qui a eu **besoin de temps pour décoller** afin d'apporter les preuves de sa **viabilité technique et technologique** (production effective d'électricité dans les conditions définies), notamment pour les contraintes liées aux assurances, et qui connaît depuis les 5 dernières années une **accélération**.

Croissance du marché de l'éolien posé depuis sa naissance, il y a environ 20 ans, en trois grandes phases :

- **Phase de reconnaissance** :
 - Au cours des **années 90**, pendant environ **10ans** (de 1993 à 2000) ;
 - Naissance au **Danemark**, pays pionnier (mais aujourd'hui en perte de vitesse) ;
 - Marché annuel moyen de **quelques MW**.

 - **Phase d'émergence** :
 - Pendant la première **moitié des années 2000**, pendant environ **5ans** (de 2001 à 2006) ;
 - Mise en service des **premiers grands parcs au Danemark** (HornsRev, Nysted, ...) et entrée dans la course de nouveau pays européens, en particulier du **Royaume-Uni**, actuel leader mondial du marché ;
 - Marché annuel moyen de l'ordre de la **centaine de MW**.

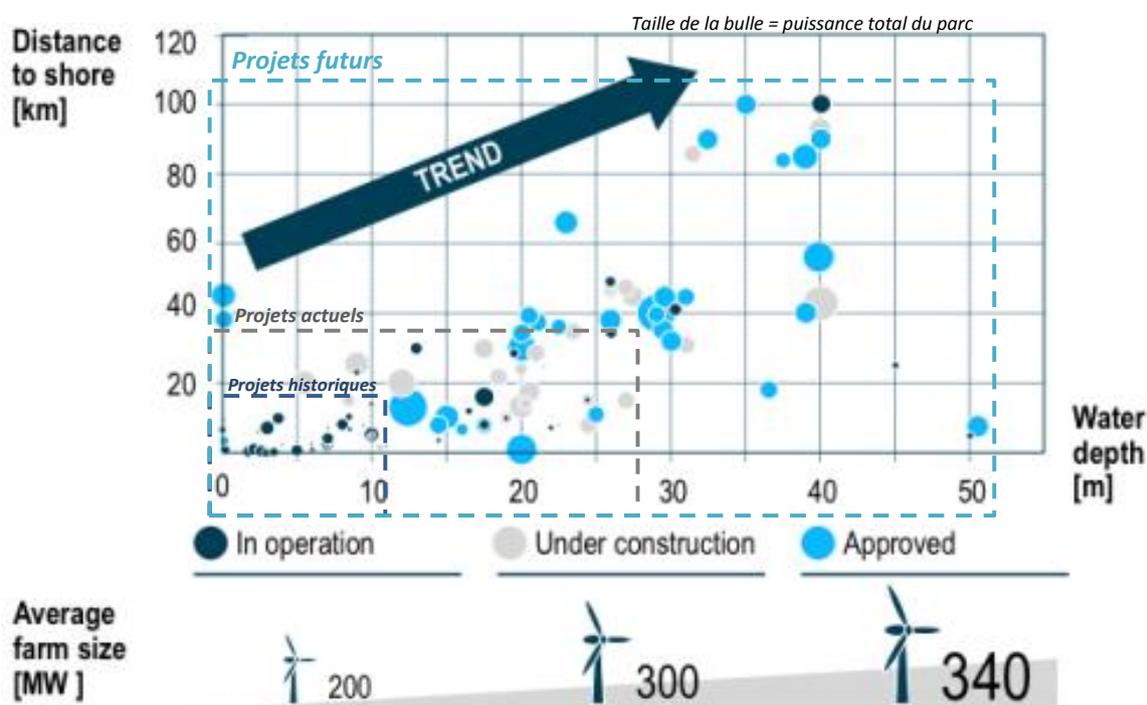
 - **Phase de déploiement** :
 - **Seconde moitié des années 2000 jusqu'à aujourd'hui** ;
 - **Explosion du marché britannique** (2/3 des nouvelles installations en 2012) ;
 - Marché annuel de **plusieurs centaines, jusqu'à plus d'un millier de MW** depuis 2012.
- **Course à la puissance, tant pour les systèmes que pour les parcs, dont les conditions d'installations se complexifient (plus loin et plus profond)**

Course à la puissance illustrée par l'augmentation de la puissance unitaire des éoliennes offshore (historiquement de l'ordre d'1MW, contre 4 à 5 MW aujourd'hui, et 6 à 8MW pour les développements en cours d'Alstom ou d'Areva) avec notamment pour objectifs :

- Une meilleure **densité énergétique** des parcs, permettant de limiter l'espace marin occupé (contre un champ de puissance égale doté de turbines moins puissantes), critère d'importance dans les conflits d'usage ;
- La **réduction des coûts d'installation et de maintenance** compte tenu du nombre réduits de mâts (à champ de puissance égale). La mobilisation potentielle de moyens nautiques « hors normes » pour des systèmes toujours plus grands conduit toutefois à nuancer ce point.

Il s'agit d'une tendance aussi observée sur l'éolien flottant, filière qui vise des systèmes de l'ordre de 10MW.

FIGURE 59 : EVOLUTION DES PARCS EOLIENS OFFSHORE EN FONCTION DE LEUR PROFONDEUR ET DISTANCE D'INSTALLATION (SOURCE PRINCIPALE : EWEA)



A l'échelle des projets, on observe aussi une évolution de ceux-ci dans le temps, avec trois grandes tendances :

- **de plus en plus profond**, historiquement pour la plupart à moins de 10m de profondeur, jusqu'à plusieurs dizaines de mètres, voire aujourd'hui autour des **50mètres**, limite de pertinence technico-économique de la filière, pour les projets à venir (en construction ou déjà validés).
- **de plus en plus loin des côtes**, historiquement à moins de 20 km, contre jusqu'à une **centaine de kilomètres** pour les projets à venir. Cette tendance a pour effet de conduire à la modification des usages conventionnels dans les technologies de raccordement, avec la montée en puissance attendue du courant continu haute tension dit « HVDC » (à la place du courant alternatif haute tension dit « HVAC ») permettant de réduire les pertes sur de fortes distances.
- de **puissance de plus en plus importante**, passant d'une moyenne de 200 MW par projet pour les parcs aujourd'hui en fonctionnement à **300MW et plus** pour les futurs projets à venir.

Dans l'ensemble, ces évolutions dans les projets d'éolien offshore conduisent à une **augmentation des coûts d'investissements** associés, chacune de ces évolutions y contribuant, notamment sur les coûts d'installation et de raccordement. Ceci a pour conséquence d'augmenter la criticité de l'accès aux financements.

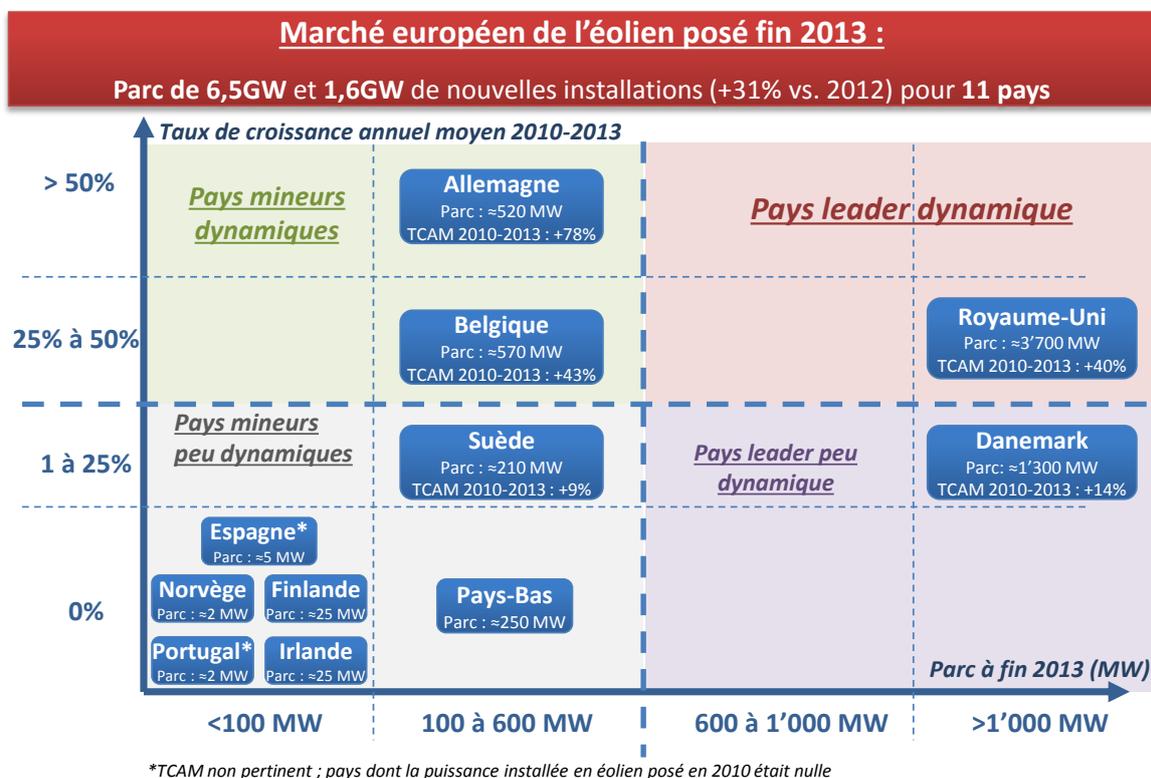
Lors de son développement, l'éolien offshore posé a pu bénéficier de la croissance et du développement passé et en cours de la filière terrestre, notamment d'un point de vue technologique (fonctionnement, fiabilité, ...). La **rupture de milieu** du passage en mer des systèmes a toutefois ralenti la croissance de la filière compte tenu des adaptations, notamment **technologiques, logistiques, de raccordement, réglementaires**, qu'il a été nécessaire de mettre en place, et qui expliquent en partie les nombreuses années de reconnaissance et d'émergence qu'a connu l'éolien posé avant d'entrer en phase de déploiement.

Les EMR émergentes (éolien flottant, hydrolien, ...) arrivent à un stade où l'éolien offshore posé a déjà « ouvert la voie » et levé de nombreuses barrières liées à leur développement. Ceci permet de préfigurer un **développement accéléré** de ces filières par rapport à l'historique de l'éolien posé. Toutefois, les **spécificités** de chacune de ces filières (notamment d'un point de vue technologique) limiteront le potentiel de valorisation du retour d'expérience de l'éolien posé.

2.1.2 *Situation* : un marché dynamique où le Royaume-Uni fait figure de grand leader et mené par des industriels et énergéticiens européens

➤ **Un marché dynamique où le Royaume-Uni fait figure de grand leader**

FIGURE 60 : CARTOGRAPHIE DES PAYS EUROPEENS DE L'EOLIEN POSE EN FONCTION DU PARC ET DES NOUVELLES INSTALLATIONS A FIN 2013 (SOURCE : EWEA)



Chiffres clés du marché européen de l'éolien posé à fin 2013 :

- Parc d'environ **6,5GW**, principalement en Europe (92% du parc mondial en 2012), le reste étant principalement détenu par la Chine (390MW en 2012).
- **Marché en forte croissance** : environ **1,6GW** de nouvelles puissances installées entre 2012 et 2013 (soit +32% ; +31% en croissance annuelle moyenne entre 2010 et 2013).

Leadership et dynamisme des pays européens, avec le **Royaume-Uni en tête** :

- Royaume-Uni : **actuel leader et pays le plus dynamique** (+40% de croissance annuelle moyenne entre 2010 et 2013). Le pays concentre 56% du parc européen ($\approx 3,7$ GW) et près de la moitié des nouvelles installations ($\approx +730$ MW en 2013).
- Danemark : **pays pionnier mais en perte de vitesse**. Le pays possède un parc d'environ 1'300MW fin 2013 mais avec une croissance annuelle moyenne du parc de seulement +14% entre 2010 et 2013 (contre +31% en Europe), notamment compte tenu des limites de ses ressources en vents marins.
- Allemagne et Belgique : **pays aujourd'hui de second rang** (chacun <10% du parc européen) mais **dynamiques** (croissance du parc de respectivement +78% et +43% entre 2010 et 2013).
- Finlande, Irlande, Norvège, Portugal et Suède, et dans une moindre mesure Suède et Pays-Bas : pays **mineurs** globalement en **stagnation** (aucune capacité installée en 2013, sauf la Suède). Ce groupe de pays compte dorénavant l'Espagne, avec 5MW installé en 2013.

Notons **l'absence de la France dans ce paysage**, qui va entrer sur le marché de façon retardée (avec de premières mises en service commerciales à partir de 2017/2018). Le pays pourrait néanmoins bénéficier des retours d'expérience européens afin de connaître un développement accéléré.

➤ **Un marché mené par des industriels et énergéticiens européens**

FIGURE 61 : PART DE MARCHÉ EN VOLUME (% DU PARC EN MW) DES TURBINIERS EN EUROPE FIN 2012 (SOURCE : EWEA)

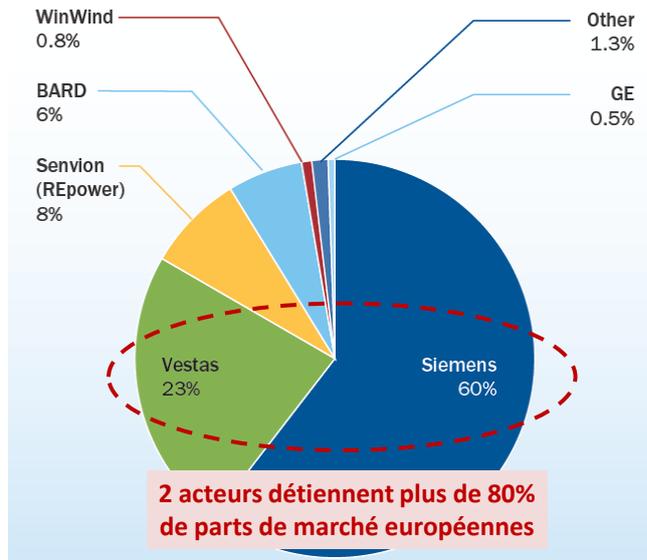
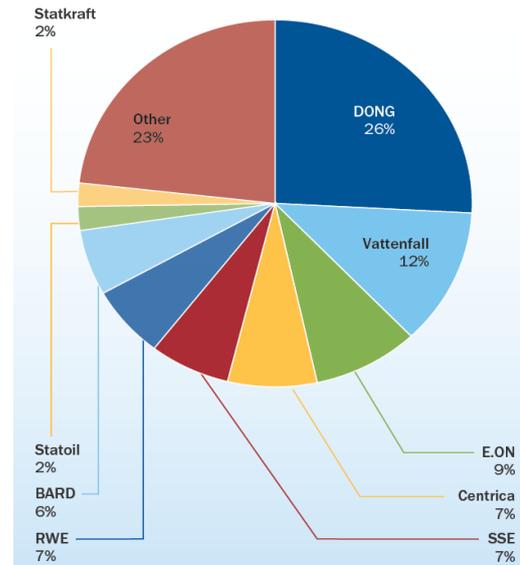


FIGURE 62 : PART DE MARCHÉ EN VOLUME (% DU PARC EN MW) DES DEVELOPPEURS DE PROJETS EN EUROPE FIN 2012 (SOURCE : EWEA)



Marché des turbines **concentré**, mené par des acteurs européens, avec **deux grands leaders qui détiennent plus de 80% des parts de marchés en volume en Europe à fin 2013** :

- l'allemand **Siemens** avec 60% de parts de marché, et dont la position hégémonique pourra continuer à profiter au développement du marché de l'éolien posé en Allemagne (malgré le caractère plus limité de son potentiel éolien offshore) ;
- le danois **Vestas** 23% de parts de marché, dont la position de deuxième est le fruit de l'accompagnement du positionnement pionnier du Danemark.

Notons l'absence de turbineurs britanniques parmi les leaders du marché. La croissance du marché de l'éolien posé au Royaume-Uni ayant profité aux turbineurs étrangers.

Marché du développement de projets **plus éclaté**, dont émergent **4 leaders énergéticiens** :

- le danois **Dong Energy**, qui revendique position dominante avec plus d'1/4 de parts de marché en volume en Europe, malgré le ralentissement d'activité au Danemark, grâce à l'internationalisation de ses activités ;
- le suédois **Vattenfall**, second avec 12% de parts de marché en volume en Europe ;

Les deux premiers énergéticiens britanniques, SSE et Centrica, disposent de chacun de 7% de parts de marché en Europe. Ce sont des acteurs de second rang, positionnés depuis peu sur le marché (depuis la fin des années 2000 pour SSE et depuis 2012 pour Centrica).

Compte tenu de l'**effet d'entraînement** qui existe entre le développement de l'éolien offshore posé et celui des EMR émergentes, les pays déjà positionnés sur l'éolien offshore posé pourront en tirer parti dans le cadre de leur développement sur les autres EMR. C'est en particulier le cas du Royaume-Uni, pionnier et actuel leader sur les EMR, qui pourra notamment s'appuyer sur son expérience de l'éolien posé, et sur une politique énergétique volontariste (bien que celle-ci tend aujourd'hui à plutôt être remise en cause). L'Allemagne pourrait aussi en bénéficier grâce au leadership de ses acteurs, tant industriels (Siemens, par ailleurs déjà positionné sur l'hydrolien) qu'énergéticiens (E.on et RWE), dans un contexte de remise en cause du nucléaire.

Enfin, le profil **globalement duopolistique du marché de la vente de turbines**, schéma qui pourrait se reproduire sur les autres segments d'EMR (c'est déjà le cas sur l'ETM avec DCNS et Lockheed Martin, mais pour des raisons notamment liées au caractère capitaliste des systèmes) renforce l'importance pour les industriels de se positionner rapidement au démarrage des nouveaux marchés, en particulier sur l'hydrolien où la **prime aux premiers entrants** sera d'autant plus importante que la ressource est localisée et limitée (PTE mondial aujourd'hui évalué à 100GW tout au plus).

2.1.3 *Prospective : un marché qui se mondialise, avec une croissance soutenue d'ici à 2030 malgré les révisions à la baisse des objectifs annoncés*

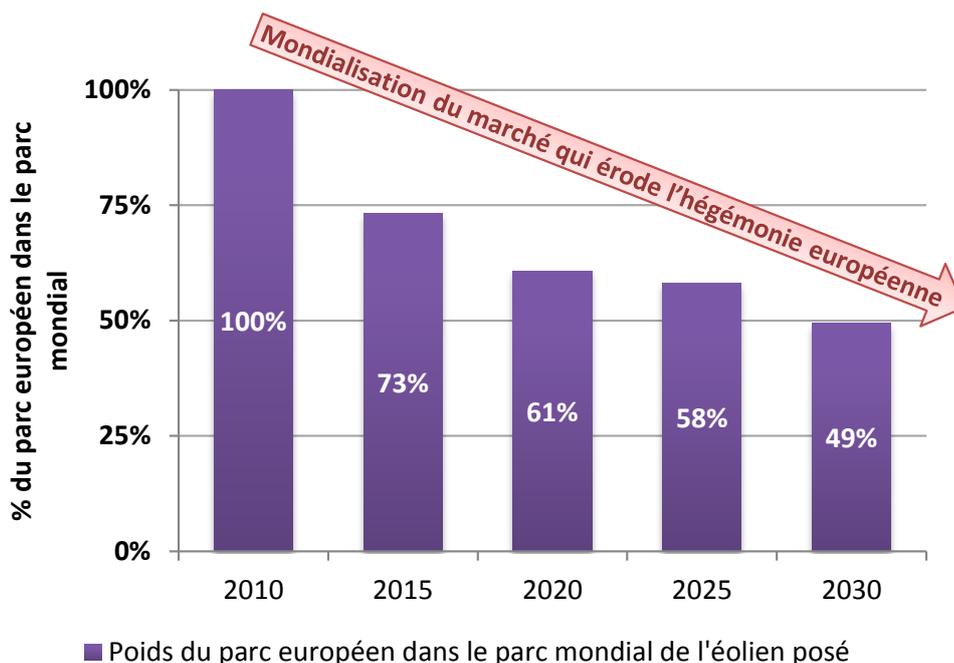
➤ **Une mondialisation du marché avec en priorité les pays asiatiques et les Etats-Unis**

On observe depuis quelques années une volonté affichée de montée en puissance des pays asiatiques et des Etats-Unis, avec :

- La Chine, qui dispose d'un parc d'environ 390MW fin 2012 (+48% vs. 2011) avec des objectifs annoncés de **5GW à 2015** et de **30GW à 2020** ;
- Les Etats-Unis, avec un objectif de **10GW à 2020** ;
- La Corée du Sud, avec un objectif de **2,5GW à 2019** ;
- Taiwan, avec un objectif de **3GW à 2020**.

A eux quatre, ces pays visent un parc total de plus de 45GW à 2020, soit près de 10 fois plus que le parc actuel. Il s'agit cependant **d'objectifs jugés inatteignables en l'état** compte tenu de l'état de situation et de la dynamique engagée, mais traduisant l'intérêt de ces pays pour l'éolien posé et la mondialisation attendue du marché.

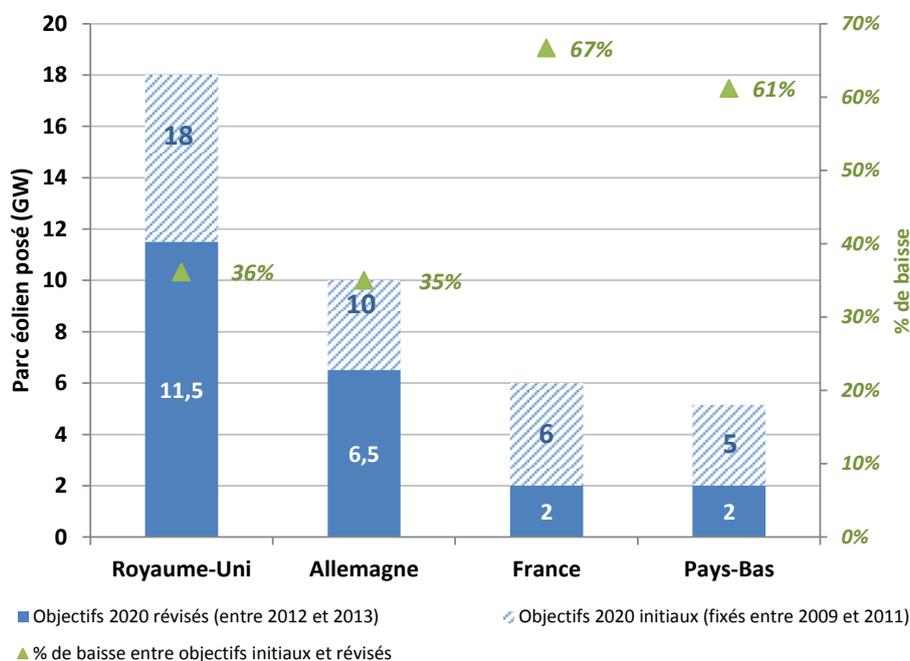
FIGURE 63 : EVOLUTION DU POIDS DU PARC EUROPEEN DE L'EOLIEN POSE PAR RAPPORT AU MONDE D'ICI A 2030 (PARC) (SOURCE : INDICTA)



D'ici à 2030, selon les travaux prospectifs d'INDICTA, la montée en puissance de ces pays va tendre à progressivement éroder l'hégémonie européenne. **D'ici à 2030 l'Europe pourrait ne représenter plus que la moitié du parc mondial**, au détriment de l'Asie (avec en première ligne la Chine) et des Etats-Unis.

➤ **Des objectifs revus à la baisse dans les principaux pays européens**

FIGURE 64 : EVOLUTION DES OBJECTIFS 2020 DE PARC EOLIEN OFFSHORE POSE DES PRINCIPAUX PAYS EUROPEENS (SOURCES : OBJECTIFS PAR PAYS)



Après l'annonce d'objectifs ambitieux entre 2009 et 2011, l'Europe fait aujourd'hui face à une **révision à la baisse de l'ensemble des objectifs de parc à 2020 des principaux pays européens de l'éolien posé de près de la moitié (-44%), passant de 39GW à 22GW.**

Ceci s'explique en premier lieu par :

- Le **manque de visibilité pour l'ensemble des acteurs du marché** (développeurs, industriels, financeurs, ...) **sur les politiques incitatives nationales et européennes** (tarifs de rachat, ...).
- La **difficulté d'accès aux financements** pour les développeurs de projets face à des banques qui privilégient des investissements jugés plus sûrs et plus rentables.

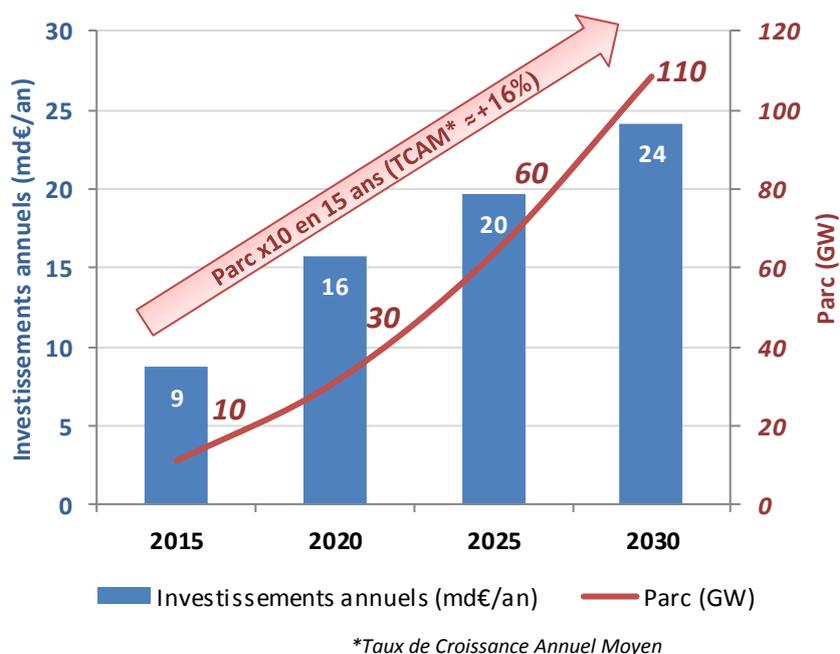
Mais aussi par :

- Les **contraintes de raccordement**, pour des considérations réglementaires, techniques, mais aussi économiques, qui tendent à retarder les calendriers initiaux, rendant ainsi plus incertains l'atteinte des objectifs prévus.
- Les **contraintes et la spécificité des fonds marins**. Plusieurs projets d'éolien offshore posé ont récemment été abandonnés pour des considérations technico-économiques liées à l'installation des systèmes dans des sols difficiles. C'est notamment le cas du projet britannique « Atlantic Array » porté par RWE qui prévoyait l'installation de 240 éoliennes. De telles contraintes pourraient profiter au développement de l'éolien

offshore flottant, moins dépendant de la profondeur et de la nature des fonds marins.

- **Une croissance dynamique d'ici à 2030 malgré les révisions à la baisse attendues ou déjà annoncées**

FIGURE 65 : PERSPECTIVES DE CROISSANCE DE L'EOLIEN POSE EN EUROPE D'ICI A 2030 (SOURCE : INDICTA)



Malgré la révision à la baisse des objectifs des principaux pays européens, nous préfigurons une croissance soutenue du marché de l'éolien posé en Europe d'ici à 2030, avec une **multiplication du parc par près de 10 en 15 ans** (entre 2015 et 2030) et des **investissements annuels multipliés par plus de 2 sur la période**, pour atteindre environ **24md€/an** en 2030.

Ces perspectives de croissance restent néanmoins encore soumises à conditions, avec notamment :

- Les **niveaux d'investissements** engagés et à venir pour soutenir le développement technologique puis le déploiement des parcs et des infrastructures. Ils sont de l'ordre de 9md€ en 2015, avec environ +1md€ tous les ans. Les capacités de financement des investissements et la disponibilité des capitaux apparaissent ainsi comme un élément critique pour assurer le développement de l'éolien posé ;
- la **visibilité sur les perspectives de réduction des coûts de production des systèmes** (€/MWh), critère essentiel dans l'évaluation de l'attractivité relative de l'éolien posé vis-à-vis des autres sources de production d'électricité ;
- aux niveaux des **politiques d'incitation** accordées par les Etats et autres institutions supranationales ou locales.

La réunion des **conditions de réalisation** des scénarios prospectifs sur l'éolien posé, filière « étandard » des EMR, pourrait rejaillir sur le développement des EMR émergentes en Europe, région hégémonique sur ces marchés à court et moyen termes.

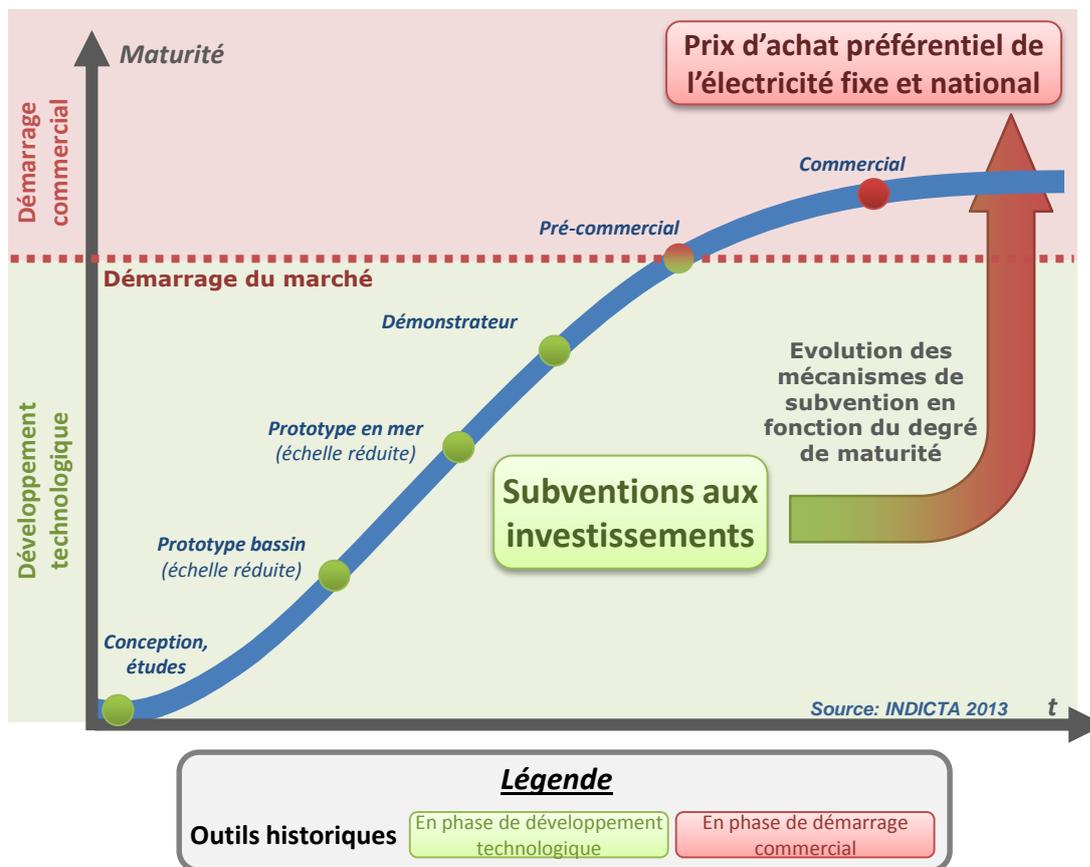
D'ici à 2030, le phénomène **d'internationalisation du marché** de l'éolien posé va tendre à s'intensifier, avec la montée en puissance des pays asiatiques et des Etats-Unis, dont les ambitions sur les autres EMR est elle aussi affichée, facteur **d'accroissement de la pression concurrentielle** sur les EMR dans leur ensemble.

2.2 Financement des énergies renouvelables

2.2.1 Des outils d'aide et d'incitation ayant fait leurs preuves

- **Un environnement de soutien et d'incitation historiquement structuré autour de deux grands outils publics : la subvention aux investissements et le prix d'achat préférentiel de l'électricité**

FIGURE 66 : OUTILS HISTORIQUES D'AIDES ET D'INCITATIONS FINANCIERES POUR LE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES EN FONCTION DE LEUR MATURITE



Existence de deux grands outils historiques d'aide et d'incitation en fonction de la maturité des filières :

- En phase de développement technologique (de la conception jusqu'au système pré-commercial) : la **subvention aux investissements**, aide financière directe (le plus souvent accordée par le secteur public, à l'échelle nationale voire régionale/transnationale) à destination des développeurs de technologies pour mener à bien les différentes étapes du cycle de développement. Citons par exemple les fonds européens du **FEDER** (Fonds Européen de Développement Régional) dont les financements visent à corriger les déséquilibres socio-économiques régionaux et du **NER 300** (New Entrant Reserve) dédié aux démonstrateurs de taille commerciale de captage et stockage du CO₂ (CSC) et de démonstrateurs d'énergies renouvelables innovantes.

Le mécanisme de subvention aux investissements est central pour permettre aux systèmes innovants de pouvoir accéder aux phases industrielles et commerciales.

Spécifiquement à la France, signalons l'existence d'un outil dédié à l'étape de R&D, **le Crédit d'Impôt Recherche (CIR)** ; il permet de défiscaliser tout ou partie des dépenses de recherche fondamentale et de développement expérimental engagées par une entreprise.

- En phase commerciale : la fixation par l'état d'un **prix d'achat préférentiel de l'électricité**, qui oblige l'énergéticien à racheter l'électricité produite par les systèmes au tarif défini. Cet outil permet d'apporter de la visibilité aux développeurs de projets et aux investisseurs vis-à-vis de la rentabilité et de la viabilité du projet.

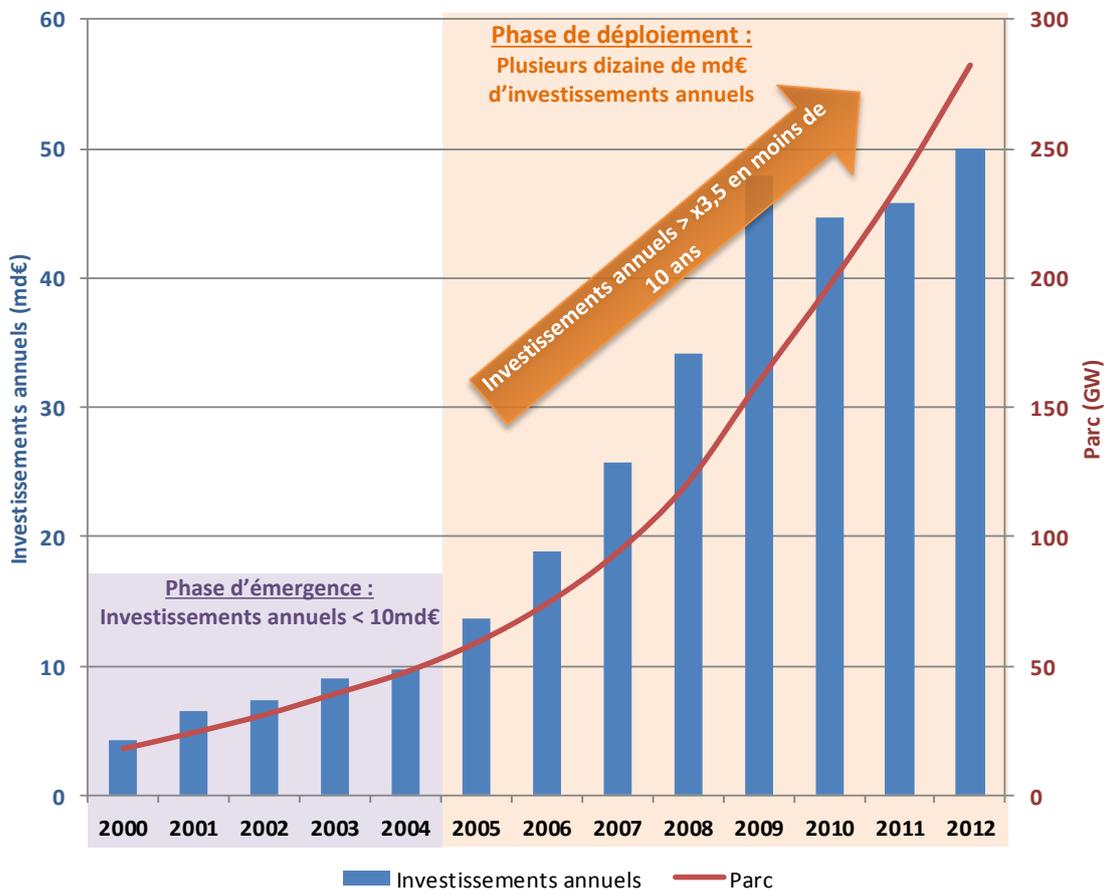
- **Deux filières clés des énergies renouvelables ayant bénéficié des outils historiques d'aide et de financement pour connaître une croissance significative : l'éolien terrestre et le solaire photovoltaïque**

L'éolien terrestre et le solaire photovoltaïque sont les filières qui concentrent la **majorité des investissements mondiaux dans les énergies renouvelables depuis le milieu des années 2000** : 2/3 des investissements annuels en 2004 et près de 90% en 2012 (=170md€)⁶³.

⁶³Source principale : Global Energy Trends in Renewable Energy Investment 2013 - UNEP

Eolien terrestre

FIGURE 67: HISTORIQUE DE CROISSANCE DES INVESTISSEMENTS MONDIAUX DANS L'EOLIEN TERRESTRE DEPUIS 2000 (SOURCES PRINCIPALES : EWEA, WWEA)

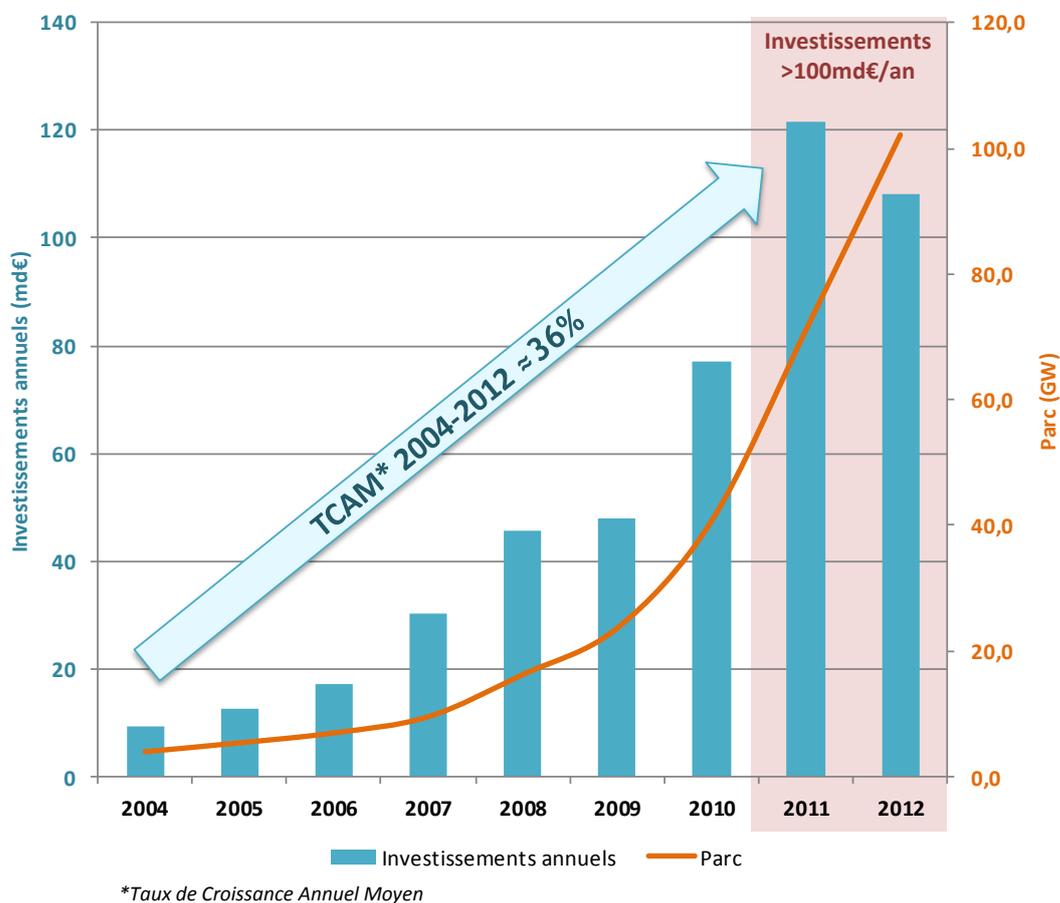


En phase d'émergence, et jusqu'en 2004, la filière de l'éolien terrestre a fait appel à des besoins de financement **inférieurs à une dizaine de milliards d'Euros**.

A partir de 2005, le marché est entré en phase de déploiement et a connu une accélération de sa croissance (+35% annuel en moyenne pour le parc mondial entre 2005 et 2009) se traduisant par des besoins de financement **dépassant la dizaine de md€ par an**, pour atteindre environ **50md€/an en 2012**.

Solaire photovoltaïque

FIGURE 68 : HISTORIQUE DE CROISSANCE DES INVESTISSEMENTS MONDIAUX DANS LE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE DEPUIS 2004 (SOURCES PRINCIPALES : EPIA, UNEP)



Le solaire photovoltaïque, autre grand marché des nouvelles énergies renouvelables, a lui aussi connu une croissance soutenue faisant appel à des besoins de financements toujours plus importants, avec des investissements annuels :

- De l'ordre de la **dizaine de md€ jusqu'en 2006** ;
- De **plusieurs dizaines de md€ entre 2007 et 2010** ;
- Dépassant la barre symbolique des **100md€ à partir de 2011**.

En moins de 10 ans, les investissements annuels dans le solaire photovoltaïque ont ainsi cru en moyenne de 36% par an, soit une multiplication par plus de 10 entre 2004 et 2012.

La croissance soutenue qu'ont connu l'éolien terrestre et le solaire photovoltaïque depuis une dizaine d'années (respectivement +25% et +50% en croissance annuelle moyenne du parc entre 2004 et 2012) et le montant des investissements associés (plusieurs dizaines à plus de 100 md€/an pour le solaire depuis 2011) témoignent de l'**efficacité des outils d'aides et de financement mis en place jusqu'alors**.

Les nouveaux projets d'énergies renouvelables et le développement des EMR en Europe et dans le monde s'inscrivent toutefois dans un **contexte de remise en question de ces outils compte tenu de leurs limites et effets contre-incitatifs**.

2.2.2 Une nécessaire complexification du modèle historique d'aide et de financement pour les développements actuels et futurs des énergies renouvelables

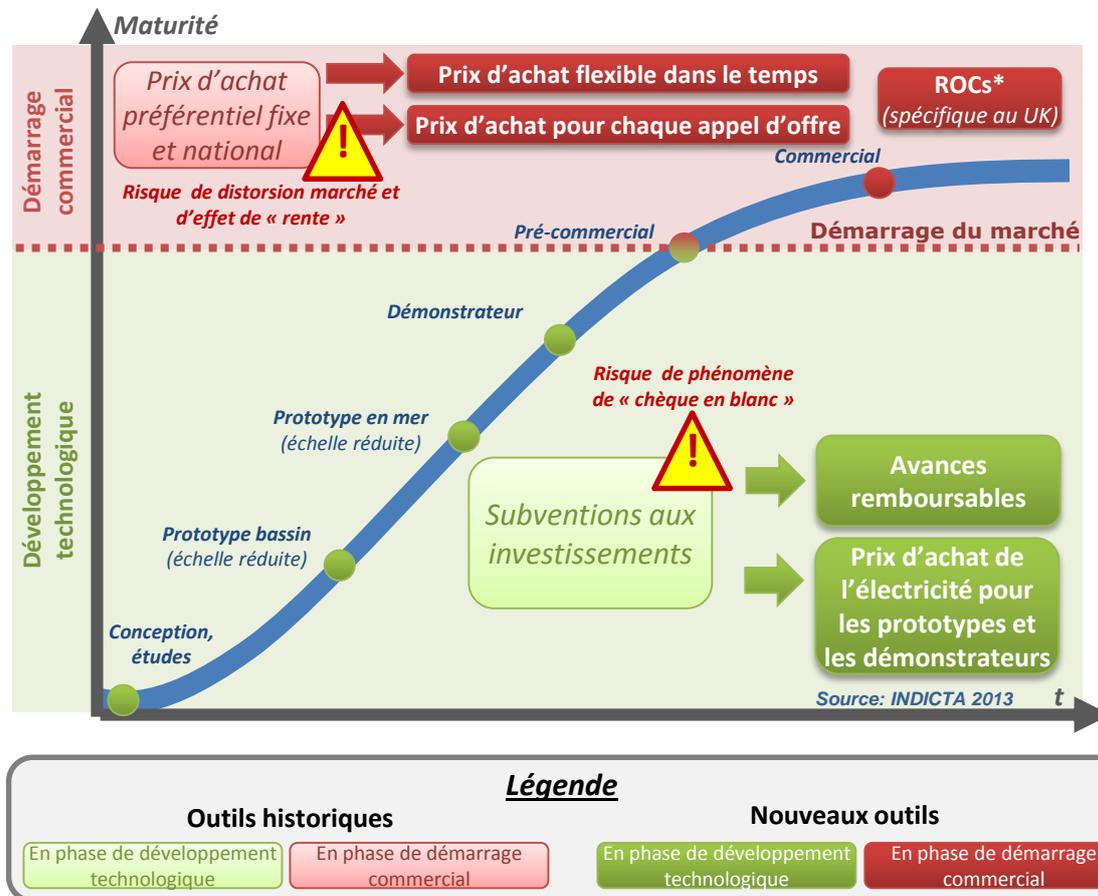
- **De nouveaux outils de soutien et d'incitation pour faire face aux limites du modèle historique**

Le **modèle historique d'aide et d'incitations trouve aujourd'hui ses limites**, tant en ce qui concerne les outils dédiés :

- aux phases de développement : apparition de phénomènes de « **chèque en blanc** » pour la subvention aux investissements avec des effets de gaspillage limitant le rôle incitatif de ces outils ;
- que ceux dédiés à la phase commerciale : risques de **distorsions de marché** liées à la fixation d'un unique prix d'achat à l'échelle nationale, et ce sans suivi suffisant de l'évolution des coûts complets de production (pour rappel, unité d'œuvre centrale pour la fixation des prix d'achat) ayant conduit à des **effets de « rente »** tel que ça a été le cas pour la filière du solaire photovoltaïque en France (prix d'achat supérieur au coût complet de production moyen).

Il en résulte aujourd'hui une **nécessaire complexification des outils disponibles**.

FIGURE 69 : NOUVEAUX OUTILS PUBLICS DE FINANCEMENT DES EMR EN FONCTION DE LEUR MATURITE



- En phase de développement technologique, deux grands outils viennent compléter la subvention à l'investissement :
 - **L'avance remboursable.** Contrairement à la subvention à l'investissement, qui est définitivement acquise par son bénéficiaire, l'avance remboursable est analogue au prêt à taux zéro, et doit, comme son nom l'indique *in fine* être remboursée. Elle présente cependant l'avantage pour les développeurs d'être directement accessible (le versement de la subvention intervient généralement sur justification des dépenses acquittées) et de ne pas être imposable. Du côté public, l'avance remboursable renforce le rôle incitatif de l'aide et transfère une partie importante du risque vers les développeurs.
 - Le **tarif d'achat de l'électricité produite par les prototypes et les démonstrateurs.** Il s'agit d'une incitation forte pour les développeurs de technologies à tester des systèmes pertinents, capables de produire de l'électricité avec les performances qu'ils renseignent dans leur business plan.

- En phase commerciale : Fixation d'un **prix d'achat préférentiel de l'électricité pour chaque appel d'offre** (par exemple 220€/MWh pour le premier appel français sur l'éolien offshore posé). Ce mécanisme plus fin que le prix d'achat national, intègre la **spécificité des sites**, dont les caractéristiques ont un impact sur le coût complet de production. Il permet de stimuler la concurrence dans la mesure où le coût complet de production affiché par un acteur est un critère d'arbitrage dont tiennent compte les pouvoirs publics dans leur attribution des lauréats.

De façon spécifique à la **France**, on observe une **remise en cause de la CSPE** (Contribution au Service Public de l'Electricité), qui finance notamment l'achat de l'électricité des énergies renouvelables, avec la recherche d'innovations sur l'amont des projets de développement (baisse des coûts d'investissement) et sur l'aval (baisse du coût complet de production, €/MWh, grâce à l'amélioration des rendements systèmes).

De façon spécifique au **Royaume-Uni**, signalons l'existence du mécanisme de soutien à l'exploitation commerciale via le système des **ROCs** (Renewable Obligation Certificates). Il incite les énergéticiens à accumuler un certain nombre de ROCs ; ceux-ci sont acquis pour chaque MWh d'énergie renouvelable acheté. Le nombre de ROCs fixé par l'Etat britannique (jusqu'à 5 ROCs/MWh d'EMR) traduit la volonté incitative pour le développement de telle ou telle énergie. Le soutien par les ROCs est une mesure de long terme dont l'existence est assurée jusqu'en 2037 au moins (les niveaux de soutien à chaque technologie ne sont cependant pas fixes sur cette période). Il s'agit donc d'un levier efficace pour diminuer les risques financiers et instaurer la confiance pour les investisseurs du secteur privé⁶⁴.

A l'échelle européenne, notons la **remise en question globale du mécanisme de tarifs d'achat de l'électricité** pour les énergies renouvelables ayant atteint une certaine maturité (éolien terrestre et photovoltaïque principalement), filières qui seront soumises aux mêmes mécanismes de marché que les énergies conventionnelles (prix de gros), avec cependant une rémunération complémentaire (sous forme de primes) qui pourra être octroyée. *Note : il s'agit d'un sujet d'actualité qui pourrait encore évoluer dans les semaines/mois qui viennent. Ainsi nous attendons la fin de la mission pour intégrer les dernières informations en date relatives à cette question (notamment sur le mécanisme de prime).*

L'évolution des outils d'aide, dont le rôle est critique pour l'apparition, le développement et la pérennisation des filières énergies renouvelables, répond à un double enjeu :

- Pour les développeurs de technologies et les développeurs de projets : un **accès facilité aux aides** auxquelles ils peuvent prétendre dans le cadre de leurs montages financiers, et ce tout au long de leur cycle de développement, dans un contexte de raréfaction des sources de financement.
- Pour les pouvoirs publics : un **encouragement efficace** au développement de filières émergentes jugées prioritaires dans la stratégie énergétique nationale, avec la mise en place de **mécanismes incitatifs limitant les potentiels effets pervers associés** (gaspillage, distorsions de marché, ...).

⁶⁴<http://www.ambafrance-uk.org/Panorama-de-la-filiere-des>

➤ **Une évolution des montages financiers avec l'apparition de nouveaux acteurs et outils de financement**

En ce qui concerne le financement des coûts d'investissement (CAPEX), la croissance soutenue du secteur des énergies renouvelables, et l'augmentation de l'envergure des projets nécessite de repenser les montages financiers, notamment pour des projets se chiffrant en centaines de millions d'Euros et pouvant parfois atteindre le milliard d'Euros à l'image des plus grands parcs éoliens terrestres (projet de Fântânele-Cogealac en Roumanie - 600MW).

On observe à ce titre :

- Le **développement des « green bonds »** (« obligations vertes »), instruments innovants qui permettent à leurs émetteurs de diversifier leurs sources de financement en attirant des investisseurs désireux de communiquer sur leurs engagements en matière d'investissement responsable. Leurs émetteurs sont aujourd'hui principalement des banques publiques d'investissement, mais de nouveaux acteurs commencent à s'y intéresser, à l'image des acteurs privés (EDF a lancé fin 2013 une obligation verte pour financer des projets d'énergies renouvelables de sa filiale EDF EN) ou des **collectivités locales** (350M€ émis par la région Ile de France en 2012)⁶⁵. Leur volume a explosé en 2010, pour atteindre près de 6md€ dans le monde (contre un peu plus d'un demi-milliard d'Euros l'année précédente), pour s'élever à environ 3md€ en moyenne depuis 2011⁶⁶.
- Une **montée en puissance des banques publiques d'investissements** (à l'image de la banque allemande KfW) dont les taux d'intérêt sont plus avantageux que ceux des banques privées, ce qui facilite d'autant l'accès à ces fonds pour les développeurs de projets. Elles ont ainsi financé pour environ 50md€ de projets d'énergies renouvelables dans le monde en 2012, soit 4 fois plus qu'en 2007 (un peu plus de 12md€)⁶⁷.
- La **généralisation des consortia et joint-ventures entre développeurs de projets** (principalement des énergéticiens et des développeurs spécialisés) afin de partager les coûts d'investissements, mais aussi le risque du projet. Ceci s'observe de façon marquée sur le marché de l'éolien offshore posé en Europe.

⁶⁵ Source : Les obligations environnementales et sociales, un instrument financier prometteur - Novethic

⁶⁶Source principale : Global Energy Trends in Renewable Energy Investment 2013 - UNEP

Notons par ailleurs la transposition du concept de **financement participatif** aux projets d'énergies renouvelables (solicitation des citoyens pour le financement de projets renouvelables). Par nature cet outil se destine à des projets de plus petite envergure où les besoins de financement sont plus faibles. A titre d'exemple, le parc danois d'éoliennes offshore de Middelgrunden (40MW) a été financé pour moitié par des citoyens locaux⁶⁸.

La **croissance** attendue des énergies renouvelables dans le monde ($\approx 1'200$ GW supplémentaires d'ici à 2030, hors hydraulique et biomasse, soit 4 fois plus qu'aujourd'hui⁶⁹) et l'augmentation de la **taille** des projets (en particulier dans les énergies marines, avec des projets qui pourraient atteindre le GW) va **renforcer l'importance du recours à des outils incitatifs et des modes de financement innovants pour en faciliter le développement** (avances remboursables, tarifs d'achat flexibles et par appel d'offre, ...)

⁶⁸Source : http://www.bourgogne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Projets_participatifs_rapport_final_cle2adf1f.pdf

⁶⁹World Energy Outlook 2013 – New Policies Scenario - IEA

2.3 Innovation technologique

Ce benchmark reprend, à partir d'un constat sur l'avancement des différentes filières EMR, les différentes voies de développement en matière d'innovation que prennent aujourd'hui les industriels des EMR. L'objectif est double : faire face aux verrous technologiques et non-technologiques pour les technologies émergentes et assurer voire augmenter la rentabilité de l'éolien offshore fixe, seule filière mature à ce stade.

2.3.1 Les axes innovation par filière

2.3.1.1 Eolien offshore fixe

L'éolien en mer sur support fixe est la seule filière de production d'électricité qui soit mature et industrielle parmi les énergies marines. En revanche, malgré un démarrage datant de 1991 au Danemark, la filière fait face à un accroissement de coût de production de l'électricité dû à l'augmentation des prix de construction et d'installation liés à la complexité des derniers projets : éloignement de la côte, profondeur de plus en plus importante. L'objectif à l'échelle Européenne est d'amener le coût de production vers une cible de 100 € / MWh. Pour ce faire, les acteurs de la filière ont mis en place des programmes de recherche et d'innovation à différents niveaux.

Pour faire face à ce défi de maîtrise des coûts de production, plusieurs actions sont actuellement menées et une répartition par composant livre la synthèse suivante :

- Turbines :

- Développement de turbines de plus grande puissance allant jusqu'à 10 MW dans le court terme et 20 MW dans le long terme : Projet Européen dans le cadre du FP7 Innwind ;
- Utilisation de nouveaux procédés de renvoi d'effort : exemple *Pure Torque Haliade 150 d'ALSTOM* ;
- Génératrices directes et systèmes de contrôle dédiés permettant une meilleure plage de fonctionnement et une maintenance réduite.

- Sous-ensembles :

- Prises en compte des interactions fortes entre fondations et turbines visant à une optimisation des dimensionnements structurels ;
- Industrialisation des processus de fabrication : plusieurs actions de ce type sont en cours en Allemagne, au Danemark ou au Royaume-Uni, la production des fondations étant une production en série, il s'agit de réaliser des gains de productivité sur la fabrication et sur la qualité des ouvrages construits pour l'offshore ;

- Installation et opération en mer :

- Gestion globale des opérations d'installation ;
- Appréhension des contraintes d'aléas météorologiques et des fenêtres d'exécution de travaux ;

- Optimisation de l'opérabilité de la flotte d'installation en mer : Travaux d'assemblage, levage, navires supports.
- Opération et Exploitation des parcs : La gestion des parcs pour une extraction d'énergie maximale et une indisponibilité des machines réduite au minimum requiert une optimisation des interventions opérées sur les machines et donc des postes de coûts.

Plusieurs programmes de Recherche, Développement et Innovation existent dans le monde pour la filière éolienne en mer, comme l'indiquent les trois exemples récents au Royaume-Uni, aux Etats-Unis et en France :

- *Royaume-Uni* : Technology Strategy Board, Agence de l'innovation nationale – financement de R&D destiné à l'éolien en mer pour l'augmentation de la rentabilité des parcs éoliens en mer (montant : £ 7 M, lancement décembre 2013) ;
- *USA* : Novembre 2013, soutien aux industriels de l'éolien en mer : 7 groupements reçoivent \$ 4 M chacun, ensuite \$ 47 M entre 3 industriels.
- *France* : Appel à Manifestation d'Intérêt pour les Energies Renouvelables comprenant l'éolien offshore fixe : développement de turbines de grande puissance pour l'éolien offshore.

2.3.1.2 Houlomoteur

Les systèmes houlomoteurs sont des technologies ayant connu les premiers développements majeurs lors des années 1980 et les premières démonstrations lors des années 1990 en Norvège, en Ecosse, ou encore aux Açores. Les projets Tapchan, Islay ou Pico Plant ont été respectivement installés comme des prototypes de première génération. La seconde génération de technologies a connu des développements majeurs lors des années 1990 et 2000 et a vu émerger un foisonnement fort de concepts de flotteurs et de systèmes articulés, à l'image des bouées OPT ou du serpent de mer Pelamis. A ce stade, ces technologies ont prouvé la faisabilité de la production d'énergie mais n'ont toujours pas effectué une production sur une durée d'exploitation significative.

Le développement des houlomoteurs vise toujours le même objectif double, à savoir : la production d'énergie électrique à partir de cette source oscillatoire et la tenue mécanique des systèmes et ouvrages associés. En parallèle, des actions de développement de systèmes innovants de troisième génération ont vu le jour avec l'émergence de technologies inspirées du bio-mimétisme ou faisant appel à des matériaux innovants.

A l'échelle mondiale, des actions de démonstration et de prototypage des nouveaux concepts ont lieu sur les principaux sites d'expérimentation : EMEC en Ecosse, Wavehub en Cornouailles, SEM-REV en France, BIMEP en Espagne. Ces actions de démonstration et d'essais mutualisées permettent de gagner en expérience quant aux différents postes techniques : installation, raccordement au réseau, opération et maintenance, démantèlement. Les sites d'expérimentation contribuent finalement à l'accélération de l'émergence de nouvelles technologies houlomotrices malgré les barrières techniques encore nombreuses.

Il reste à noter que les initiatives au Royaume-Uni, aux Etats-Unis ou encore en France sont nombreuses : programmes de financement pour amorçage technologique, fonds démonstrateurs, projets d'harmonisation des procédures - de la conception à l'installation - à l'échelle de l'Europe et du Monde.

2.3.1.3 Hydrolien

Les concepts technologiques hydroliens sont moins nombreux que dans le cas des systèmes houlomoteurs. En revanche, le développement de ces technologies d'extraction d'énergie des courants marins est rapide malgré les difficultés techniques que doivent affronter ces turbines. De ce fait, les industriels de la filière hydrolienne travaillent avec une démarche d'innovation continue qui vise à augmenter la robustesse des systèmes tout en y associant une production d'énergie convenable.

Malgré une grande présence de technologies à trois pâles, de nombreux systèmes et concepts différents parviennent aux expérimentations in-situ et grandeur nature. Les sites d'expérimentation et de démonstration comme en France, Paimpol-Bréhat, ou en Ecosse, EMEC, permettent aux industriels de profiter d'une infrastructure de raccordement électrique installée sur des emplacements à courants forts mais pas extrêmes. L'innovation mise en place pour le domaine de l'hydrolien couvre plusieurs thématiques. Pour commencer l'objectif de la filière est de concevoir et d'optimiser chaque hydrolienne pour maximiser le productible dans des courants forts et turbulents. Au-delà, l'intérêt porte sur les opérations et postes de coûts : installation, raccordement, maintenance, récupération et démantèlement.

Par ailleurs, les actions de recherche visent également à optimiser les processus de fabrication en simplifiant les turbines, tout cela étant d'abord testé sur les premiers prototypes. L'objectif premier étant de réduire l'investissement de départ et d'assurer un productible satisfaisant.

Dans les pays disposant de gisement à fort courants marins les programmes de Recherche, Développement et Innovation soutiennent déjà le développement et l'expérimentation de parcs pilotes :

- *France* : Appel à Manifestation d'Intérêt de l'ADEME pour les fermes pilotes hydroliennes, visant deux zones : Raz Blanchard et Fromvoeur ;
- *Canada* : Appel à projets pour une démonstration de prototype et un développement de fermes pilotes par la suite dans la Baie de Fundy.

Au delà des programmes de démonstration et de prototypage, les verrous technologiques et non-technologiques sont un frein pour cette filière. Bon nombre de projets s'intéressent aux matériaux, aux thématiques de biosalissures, à l'usure et à la fatigue des équipements et à la tenue thermique des équipements en milieu sous-marins par exemple. Cette liste de verrous a été dressée également dans le cadre de la feuille de route de l'Appel à Manifestation d'Intérêt de l'ADEME pour les briques technologiques.

2.3.1.4 Eolien offshore flottant

En ce qui concerne l'éolien flottant, les développements actuels se situent encore au stade des pilotes. Son industrialisation, notamment pour des localisations éloignées des côtes reste conditionnée à la capacité de rapatriement à terre de l'énergie produite. Jusqu'à présent, des démonstrations ont prouvé la faisabilité et la fiabilité des projets pilotes. Des sites d'expérimentations ainsi que les premières fermes pilotes voient le jour un peu partout en Europe. Les éoliennes flottantes font l'objet d'investissements de R&D importants et justifiés. La préparation de la capacité à produire de l'énergie en parcs exploitables se situe encore dans le moyen terme (10 ans).

En terme d'innovation, l'éolien flottant s'inspire beaucoup des orientations de l'éolien fondé pour la performance et le productible des turbines. Il s'agit de développer des turbines plus innovantes, plus légères et plus robustes tout en étant plus de plus grande puissance. Par ailleurs, les axes innovants portent sur la capacité à installer ces technologies à l'aide de flotteurs économiquement viables. Plusieurs projets s'intéressent à des matériaux innovants ou composites pour la fabrication et l'industrialisation de ces sous-ensembles supports. Les ancrages et les liaisons fonds-surface, câbles électriques et lignes d'ancrages, sont également des sujets d'intérêt où les innovations futures pourront apporter un gain de compétitivité.

2.3.2 Les enjeux transverses

Les EMR partagent des enjeux transverses sur lesquels travaillent les acteurs de la filière. Ces enjeux constituent des verrous technologiques et non-technologiques et pourraient être des leviers de consolidation de la filière :

- Raccordement électrique : la mutualisation des productions électriques des différents parcs EMR est un enjeu majeur. Des projets de recherche visent à créer des lignes de transport et de distribution électriques qui pourraient permettre d'exporter l'énergie produite par les différents parcs sur un même réseau partagé entre plusieurs pays ;
- Synergies entre technologies : plusieurs actions de recherche visent à mutualiser les postes de coûts, de la conception à l'opération, pour des technologies visant la mer comme milieu d'exploitation ;
- Stockage de l'énergie : les EMR restent des technologies intermittentes et peuvent se compléter pour une production moins fluctuante. Les technologies de stockage de l'énergie, par exemple le Power to Gas, permettraient d'améliorer l'intégration future des EMR aux réseaux électriques.

Les démarches de recherche et développement sont en place pour développer des technologies EMR **performantes** et **économiquement viables**. Ces démarches profitent d'une dynamique d'**innovation** qui est en route à l'**échelle mondiale** et qui permet la démonstration et le prototypage des nouvelles technologies. L'innovation de rupture est nécessaire pour faire émerger des technologies toujours plus performantes et de nouvelle génération. L'innovation industrielle permet d'asseoir certains secteurs plus matures tels l'éolien offshore sur support fixe, où l'optimisation des processus de fabrication est un point majeur pour le soutien de la filière.

2.4 Initiatives européennes de coopération dans le domaine des EMR

Ce benchmark a pour but d'analyser plusieurs expériences de coopérations d'entreprises en Europe afin d'en tirer les points forts / points faibles et reproductibilité à l'échelle de la Bretagne et de la Cornouailles, en termes d'organisation et de gouvernance.

Bremerhaven (Allemagne)
Les Marine EnergyParks et autres réseaux d'entreprises britanniques (UK)
Offshore Energy DK (Danemark)
L'Atlantic Power Cluster (Europe)

2.4.1 Bremerhaven (Allemagne)

Contexte : Bremerhaven, ville portuaire sur la côte de Mer du Nord et rattachée au Bundesland Brême (constitué exclusivement de ces deux villes), s'est développé comme un point d'ancrage de première importance pour la filière de l'éolien offshore.

BIS (Bremerhavener Gesellschaft für Investitions förderung und Stadtentwicklung, littéralement : *Société pour l'investissement et le développement de la ville de Bremerhaven*) agit depuis le début des années 2000 pour structurer la filière offshore⁷⁰ et créer un pôle de compétences attractif. Créé en 2002, le cluster WAB (Windagentur Bremerhaven Bremene.V.) met aujourd'hui en réseau plus de 350 acteurs locaux, couvrant l'ensemble de la chaîne de développement, de la planification à la maintenance, en passant par la production et l'installation. Bremerhaven abrite notamment des sites de production de grands fabricants (Areva, REpowerSystems, PowerBlades etc.), mais aussi des groupes spécialisés dans la logistique, la planification, des fournisseurs et d'autres entreprises impliquées⁷¹.

La R&D est également présente, avec l'implantation de l'institut de recherche Fraunhofer IWES, spécialisé dans l'énergie éolienne et les technologies d'intégration d'énergies renouvelables, ainsi que les équipements de soufflerie du centre de recherche WindGuard. L'institut fk-wind, également spécialisé dans les technologies éoliennes, est un exemple de l'étroite collaboration entre formation, recherche et industrie. Rattaché à l'université de Bremerhaven, en particulier à ses 2 cursus spécialisés dans les technologies maritimes et l'énergie éolienne, ses programmes de recherche sont ciblés sur les besoins de la filière, et l'institut anime des colloques et s'implique dans des formations initiales et continues.

Le développement de la filière éolienne profite des infrastructures portuaires et terrestres (autoroutier et fluvial) existantes, et de nouvelles sont créées spécifiquement pour répondre aux besoins nouveaux. Areva et REpowerSystems exploitent des sites de tests pour leurs machines 5 MW, et un terminal portuaire dédié à la filière va être construit en 2014/2015 pour rassembler toutes les activités liées à la filière.

⁷⁰<http://www.bis-bremerhaven.de/wirtschaftsstandort-bremerhaven/branchen.56819.html>

⁷¹<http://offshore-windport.de/de/who-is-who/unternehmen.html>

Le rôle de WAB : La coopération entre les divers acteurs est organisée par l'association WAB⁷², dont le réseau s'étend au-delà de la ville de Bremerhaven à toute la région Nord-Ouest. C'est aujourd'hui le premier réseau allemand spécialisé dans l'éolien, son périmètre d'intervention couvrant le Nord-Ouest pour l'éolien terrestre et l'ensemble du territoire national pour l'éolien offshore.

Son objectif est de favoriser le développement des filières éoliennes en structurant le réseau des acteurs impliqués et en facilitant la prise de contact entre les différentes entreprises ainsi que la collaboration entre les entreprises et les organismes de recherche. WAB travaille aussi à définir et développer les besoins en compétences spécifiques à la branche, et joue un rôle de représentant des intérêts au niveau national et international, vis-à-vis des décideurs politiques comme des intervenants étrangers.

WAB organise des conférences, séminaires et groupes de travail pour réunir ses membres et faciliter l'intégration de nouveaux acteurs. La visibilité et la mise en réseau des compétences passent aussi par la participation à des conférences et salons internationaux. En termes de formation, WAB a mis en place des cursus de formation supérieure sur les thèmes des technologies et de la gestion de l'énergie éolienne, dont un cursus spécifique à la filière offshore. Comme évoqué précédemment, l'Université de Bremerhaven propose également 2 cursus spécialisés, et nombre de filières classiques proposent des spécialisations dans le domaine.

WAB intervient également sur les marchés de l'emploi. L'agence regroupe et publie directement sur son site les offres d'emploi que lui transmettent les entreprises du réseau. Elle s'implique également sur des salons de l'emploi ciblés sur les marchés des énergies renouvelables.

L'association, dont l'administration est issue des entreprises membres, est financée par des subventions nationales et européennes (environ 3m€ sur la période 2002-2013, dont 2155m€ d'aides nationales et 855000€ d'aides européennes⁷³). Aujourd'hui ces subventions couvrent environ 1/3 des coûts de fonctionnement, le reste provenant des frais d'adhésion annuels de ses membres⁷⁴.

2.4.2 *Marine EnergyParks et autres réseaux britanniques*

Le Royaume-Uni compte aujourd'hui deux majeurs Marine Energy Park, qui ont signé un accord de collaboration en février 2013⁷⁵ :

- le **South West Marine Energy Park (SW MEP)**⁷⁶ implanté en Cornouailles et incluant le Wave Hub et FaB Test,

⁷²<http://www.wab.net/>

⁷³<http://www.umwelt.bremen.de/sixcms/media.php/13/Windenergieagentur%20WAB.pdf>

⁷⁴http://www.wab.net/index.php?option=com_content&view=article&id=326&Itemid=95&lang=de

⁷⁵<http://www.hi-energy.org.uk/pentland-firth-and-orkney-waters-leadership-forum.htm>

⁷⁶<http://www.regensw.co.uk/projects/offshore-renewables/marine-energy-parks>

- le **Pentland Firth and Orkney waters Marine Energy Park**⁷⁷ au nord de l'Ecosse et exploité par the **European Marine Energy Centre (EMEC)**.

Ces Marine Energy Parks sont emblématiques de la coopération multi-acteurs à l'échelle d'un territoire puisqu'ils mobilisent des gouvernements locaux et nationaux, entreprises locales, chercheurs du monde académique et industriels développeurs de technologie. Ils offrent aux entreprises un environnement favorable pour la coopération, dans le but d'attirer les investissements et accélérer le développement commercial du secteur.

L'EMEC et SW MEP sont deux structures similaires qui tendent à développer deux régions différentes du Royaume-Uni présentant des potentiels géographiques et physiques intéressants pour les EMR.

Le SW MEP étant présenté dans le rapport de la phase 1, dans la partie 1.5.1.2, on renvoie à ce document pour plus de précisions.

Quant à l'EMEC, il a été le premier site à grande échelle à être créé en 2004, grâce aux subventions à hauteur de 15 million de livres du gouvernement écossais, Highlands & Islands Enterprise (HIE, l'agence de développement économique écossaise), Carbon Trust, gouvernement britannique, Scottish Enterprise, Union Européenne et Orkney Islands Council. Il comporte deux sites permettant de tester des prototypes avec les équipements de connexion au réseau et des conditions de vague et courant idéales : Billa Croo pour les technologies houlomotrices et Fall of Warness pour les technologies hydroliennes. Le site de Stromness accueille également les infrastructures de bureaux et analyse des données. Depuis sa création, il a attiré 11 développeurs de technologie, dont Pelamis Wave Power, Aquamarine Power, OpenHydro et Tidal Generation Limited⁷⁸.

Par ailleurs, la coopération entre entreprises du secteur privé dans l'intérêt commun du développement d'une filière technologique se manifeste aussi par d'autres réseaux régionaux organisés pour défendre le développement du tissu d'activités au sein de territoires spécifiques. Ces réseaux sont par exemple :

- **Northern Ireland Renewables Industry Group (NIRIG)**⁷⁹ : basé en Irlande du Nord et initialement formé en 2011 par the « Irish Wind Energy Association » et « Renewable UK », le groupe a été établi pour représenter les intérêts de l'industrie des énergies renouvelables de la région, via des partages de connaissances, identification de consensus sur les bonnes pratiques et le développement des politiques de soutien. Il compte maintenant plus de 30 membres. Il présente 4 groupes de travail spécifiques, dont un est axé sur les énergies marines.

⁷⁷<http://www.hi-energy.org.uk/Downloads/Marine%20Park/Hi-marine%20Energy%20Park%20Brochure.pdf>

⁷⁸<http://www.hie.co.uk/about-hie/projects/archive/european-marine-energy-centre--emec.html>

⁷⁹<http://www.ni-rig.org>

- **Atlantic Ocean Energy Alliance (AOEA)**⁸⁰ : union d'entreprises privées et organismes publics qui vise à maximiser les avantages économiques et sociaux du développement des énergies marines sur la côte ouest de l'Irlande. Etablie depuis 2011, cette union rassemble des compétences d'ingénierie, transport maritime et logistique, services portuaires, business développement et autres services support.

Le secteur académique britannique fournit également un réel soutien au développement des filières industrielles via des partenariats organisés autour de structures notoires :

- **PRIMaRE (Peninsula Research Institute for Marine Renewable Energy)** : voir présentation dans le rapport phase 1, paragraphe 1.5.1.2.,
- **LCRI Marine (Low Carbon Research Institute Marine)**⁸¹ : centre de recherches qui soutient le développement du secteur des énergies marines au Pays de Galles.

Un autre forme de coopération particulièrement active en Ecosse, qui sort un peu du champ classique de la coopération entre entreprises mais qui joue un rôle certain dans le développement d'une filière, sont les projets communautaires, en particulier appuyés par **Community Energy Scotland (CES)**.

Ces projets communautaires peuvent être définis comme des projets s'inscrivant dans une démarche d'action citoyenne pour réduire la consommation, acheter et produire de l'énergie et réduire une empreinte carbone à l'échelle d'une communauté. Ce type d'initiatives met l'accent sur l'engagement, la prise de décision et le contrôle à l'échelle locale, et la prise en compte de l'intérêt collectif.

Lancée en 2008, CES est un organisme de bienfaisance qui a pour but de favoriser le développement de ce type de projets avec des activités de conseil et d'aide à la recherche de fonds. Il a ainsi été impliqué dans environ 1400 projets d'énergie renouvelable communautaires. Community Energy Scotland Trading, est sa filiale commerciale, qui propose des services commerciaux de conseil et accompagnement de projets.

Si pour l'instant aucun projet d'énergie marine renouvelable ne s'est mis en place sous cette forme d'initiative communautaire, CES est aujourd'hui en train de travailler avec Highlands & Islands Enterprise Energy (HIE) sur le premier projet communautaire d'énergie hydrolienne, qui devrait être déployé à Bluemull Sound dans les îles de Shetland, pour une puissance de 30kW⁸². La turbine est construite par l'entreprise Nova Innovation et le choix de localisation de ce projet a été encouragé par un partenariat réussi avec une entreprise locale, Shetland Composites, qui fabrique des pâles. Ce projet a reçu des subventions à hauteur de £168,000 du CES, HIE Shetland et Shetland Islands Council⁸³.

⁸⁰<http://www.aoea.ie>

⁸¹<http://www.lcrimarine.org.uk>

⁸²<http://www.hie.co.uk/community-support/community-energy-default.html>

⁸³<http://www.scotsrenewables.com/blog/tidalpower/worlds-first-community-tidal-turbine-for-shetland/>

2.4.3 Offshore Energy DK (Danemark)

L'agence nationale Offshoreenergy.dk⁸⁴ est le centre officiel des compétences et de l'innovation de la filière offshore danoise. Cette association de professionnels est divisée en deux secteurs d'égale importance, l'Oil&Gas et les énergies marines renouvelables.

Ce dernier secteur, Offshore energy Renewables, couvre principalement la filière de l'éolien offshore, particulièrement développée au Danemark, mais soutient également l'émergence de l'énergie des vagues, ainsi que les technologies maritimes en rapport avec ces filières énergétiques.

Son rôle est de développer et soutenir le savoir-faire de la filière EMR danoise, et promouvoir la coopération entre les différents acteurs (industrie, consultants, formation, politiques) :

- Faciliter la collaboration inter-entreprises, et entre entreprises et instituts de recherche ;
- Gestion de projets de développement techniques et industriels ;
- Faciliter le partage des connaissances et du savoir-faire (conférences, séminaires...);
- Promouvoir la filière EMR danoise à l'international.

Plus de **270 entreprises et instituts** font partie de l'association Offshoreenergy.dk.

Outre la coordination de la filière à l'échelle nationale, Offshoreenergy.dk intervient également dans le développement des coopérations à une échelle européenne, en s'impliquant notamment dans les deux projets suivants :

- Le projet German and Danish Offshore Wind (GADOW) vise à développer la collaboration entre les filières allemande et danoise de l'éolien offshore, très actives en Mer du Nord. L'objectif est la création d'un réseau transfrontalier, avec une collaboration tant au niveau des compétences que de l'accès aux équipements et infrastructures. Le projet veut également mettre en place une meilleure transparence des projets et résultats en R&D, pour favoriser la transmission des connaissances et la coopération à ce niveau. Les formations supérieures dans la région sont également recensées et analysées au regard des besoins de la filière, le but étant à terme de disposer d'une offre de formation locale complète et adaptée.
- A l'échelle européenne, le projet ECOWindS soutient l'innovation du sous-secteur OWS (Offshore Wind Servicing, englobe l'assemblage, installation, opération et maintenance des machines). Associant les clusters du Danemark, de l'est de l'Angleterre, du Nord-ouest de l'Allemagne et de Norvège, les objectifs du projet sont d'améliorer les liens entre les acteurs politiques, R&D et entrepreneurs locaux des différentes régions, de coordonner les efforts d'innovation et d'impliquer les investisseurs.

Par ailleurs, au Danemark, le développement des parcs éoliens coopératifs, c'est-à-dire des parcs décidés, financés et possédés par des communautés citoyennes, a joué un rôle

⁸⁴<http://www.offshoreenergy.dk/renewables/renewables.aspx>

majeur dans l'atteinte des ambitions du Danemark en termes de mix énergétique renouvelable. Parmi ces projets, un particulièrement remarquable est celui du parc éolien offshore de Middelgrunden, qui lors de sa construction en 2000, représentait le plus grand parc éolien offshore du monde, avec 20 turbines pour une capacité totale de 40MW, soit environ 4% de l'approvisionnement électrique de Copenhague. Le parc est possédé à 50% par une communauté de 10 000 investisseurs, et à 50% par l'entreprise de service public municipale.

2.4.4 Atlantic Power Cluster (Europe)

L'Espace Atlantique (Interreg IVB)⁸⁵ est un programme européen de coopération territoriale, associant tous les pays du front atlantique de l'Europe, avec le Portugal, l'Espagne, la France, le Royaume-Uni et l'Irlande. Son action se répartit parmi 4 domaines : les réseaux d'entreprises et d'innovation, l'environnement maritime et les EMR, l'accessibilité et les transports, et enfin le développement urbain.

L'Atlantic Power Cluster⁸⁶ est l'un des projets rattachés au domaine « Environnement maritime et EMR ». Lancé en mars 2012, il doit permettre d'élaborer une stratégie transnationale de développement des énergies marines, à l'échelle de cet Espace Atlantique. Pour concrétiser la stratégie, l'Atlantic Power Cluster vise également à créer un environnement propice, par la collaboration politique et industrielle, et la définition de programmes de formation adaptés aux besoins spécifique de la filière EMR.

L'Atlantic Power Cluster ⁸⁷ compte 17 partenaires dans 5 pays de la façade atlantique (Irlande, Royaume-Uni, France, Espagne, Portugal) représentant :

- les collectivités locales : Galway County Council (Irlande), CR Aquitaine (France), CR Basse Normandie (France)
- le monde académique, des études et de la recherche : FUAC (Espagne), Cork Institute of Technology (Irlande), Plymouth University (UK), INEGI (Portugal), SpanishEnvironmentEnergyResearch Centre (Espagne), AsturiasEnergy Agency (Espagne), Basque GovernmentEnergy Agency (Espagne), Scottish European Green Energy Centre (UK),
- des agences de développement économique et les agences de l'énergie : SODERCAN (Espagne), BDI (France), Société Publique Régionale des Pays de la Loire (France),
- des structures de coopération fédérant des acteurs économiques, institutionnels et académiques : la Commission de l'Arc Atlantique (France), WaveEnergy Center (Portugal), Pôle des EcoIndustries de Poitou Charentes (France),

⁸⁵<http://atlanticprojects.ccdr-n.pt/>

⁸⁶<http://atlantic-power-cluster.eu/>

⁸⁷<http://atlantic-power-cluster.eu/index.php/fr/les-partenaires/21-francais/les-partenaires/35-inegi>

Les enjeux du développement des EMR sont étudiés au sein de 7 groupes de travail, portés par des partenaires du projet :

1. La gestion de projet et la coordination (Sodercan)
2. Etude régionale sur les EMR (CPMR)
3. La sensibilisation et l'acceptabilité sociale (Galway County Council)
4. Le développement économique (BDI)
5. Adaptation de la main-d'œuvre (Cork Institute of Technology)
6. Création d'un Cluster EMR (Scottish European Green Energy Centre)
7. Communication et diffusion (Conseil Régional de Basse-Normandie)

3 ANNEXE N°1 DE L'ETAPE 3 : SYNTHESE DES ATELIERS DE TRAVAIL

Mise en œuvre de la stratégie économique de développement des Energies Marines Renouvelables en Bretagne – Bretagne Développement Innovation

4 février 2014 au Quartz, Brest

LE CONTEXTE

LE PROJET MERIFIC

Le projet MERIFIC « Energies marines dans les territoires insulaires et périphériques » a été retenu dans le programme européen de coopération transfrontalière INTERREG IV A France (Manche)-Angleterre, cofinancé par le FEDER. Il a démarré en septembre 2011 et se poursuivra jusqu'en juin 2014.

Le projet MERIFIC dont Bretagne Développement Innovation est partenaire a pour objectif de développer les énergies marines sur les deux territoires de Cornouaille britannique et du Finistère, avec les communautés insulaires du Parc Marin d'Iroise et des Iles Scilly. Les partenaires du projet* vont développer des outils d'aide à la décision pour minimiser les risques et améliorer la confiance du secteur des énergies marines : évaluation/zonage des ressources en énergie marine, politiques publiques et barrières potentielles au développement de ces énergies, opportunités commerciales et industrielles, implication des populations et partenaires avec des groupes-clés : pêcheurs, développeurs et investisseurs.

Bretagne Développement Innovation facilitera notamment la définition des stratégies régionales en matière d'énergies marines et développera les échanges avec le Cornwall Council et autres partenaires de MERIFIC.

*Partenaires du projet : Cornwall Council : coordinateur, Conseil Général du Finistère, Parc Marin d'Iroise, Ifremer, Pôle Mer Bretagne, Technopôle Brest Iroise, University of Exeter, University of Plymouth, Regen SW, Bretagne Développement Innovation.

A vos agendas !

L'évènement de clôture, point d'orgue du projet MERIFIC, se tiendra à **Bruxelles durant la Semaine européenne de l'énergie durable (EUSEW), les 23 et 24 juin 2014**. Un programme immanquable vous attend : intervenants de premier ordre, débat dynamique et ateliers participatifs axés sur les résultats de recherche du projet, ses guides de politiques et outils économiques. De plus amples détails seront communiqués ultérieurement mais vous pouvez d'ores et déjà manifester votre intérêt par courrier à info@merific.eu.

L'ETUDE SEEM

L'objectif de l'étude est d'analyser les enjeux stratégiques et économiques induits par le développement des énergies marines renouvelables (EMR) en Bretagne et Cornouaille britannique, à partir d'études déjà réalisées et en mobilisant l'expertise des acteurs pertinents institutionnels, économiques et industriels.

Pour cela, l'étude analyse de façon transversale et prospective, à court et moyen termes, l'ensemble des enjeux concernés par le développement de ces nouvelles technologies afin de mieux cerner les atouts, faiblesses, opportunités et menaces du territoire en fonction de ses potentialités (techniques, industrielles, organisationnelles, économiques, en matière d'innovation, de formation, de gouvernance et de coopération).

Cette étude visera en outre à formuler des éléments de stratégie associés à des recommandations de long terme, ainsi que des pistes d'actions à court et moyen termes adaptées aux potentialités du territoire et favorisant notamment la coopération franco-britannique (dans le cadre du projet MERIFIC).

PRESENTATION DE LA MATINEE

INTRODUCTION

Alain TERPANT (BDI), Introduction générale sur les EMR en Bretagne (atouts et forces en présence) / SRDEII Bretagne

Claire LE BRAS (BDI), Projet MERIFIC

L'ETUDE SEEM : STRATEGIES ECONOMIQUES ENERGIES MARINES

Midori MILLION (ARTELIA), Méthodologie étude SEEM

Antoine RABAIN (INDICTA), 1^{er} résultats étude SEEM – 5 filières stratégiques à l'échelle mondiale

Midori MILLION (ARTELIA), 1^{er} résultats étude SEEM – Acteurs, objectifs et projets en Bretagne

Antoine RABAIN (INDICTA), 7 enjeux de la SRDEII

PRESENTATION DES ATELIERS DE TRAVAIL DE L'APRES-MIDI

David CHOTARD (ARTELIA), Introduction à l'atelier « Défis énergétiques, technologiques et de R&D »

Antoine RABAIN (INDICTA), Introduction à l'atelier « Développement économique et industriel »

Hakim MOUSLIM (INNOSEA), Introduction à l'atelier « Education-Formation-Emplois »

QUESTIONS & REPONSES

Marc Bœuf (FEM): va-t-on traiter les questions de coopération interrégionale ? va-t-on initier sur chaque thématique une démarche interrégionale / internationale ? REX FEM : siège à Brest mais pas un seul projet (sur les 12) qui ne soit interrégional

➔ : Oui ce point sera abordé dans chacun des 3 ateliers

Guy Jourden (CGT) : soulève la question de la temporalité des objectifs (1000 MW à 2020) mais aujourd'hui 500 MW à venir à St Brieuc mais où seront les 500 autres MW ? St Nazaire ou un autre projet breton à venir ?

➔ L'objectif de 1000 MW à 2020 ne peut effectivement être pris de façon rigoureuse : s'il ne sera pas atteint en 2020, il s'agira de l'atteindre rapidement dans les années suivantes.

Gilles L'Haridon (GDF SUEZ) : rappelle que les acteurs ont des attentes vis-à-vis de l'Etat qui décide de la feuille de route et de la planification, législation/réglementation/autorisation ?

➔ A Terpent, BDI : c'est aussi le rôle de la Région de centraliser les demandes des industriels et de les faire remonter au niveau national (éventuellement dans une démarche interrégionale)

➔ H Vente, CG29 : dans le cadre MERIFIC, il y a eu un atelier de travail concernant ces attentes dans le cadre de ce même programme MERIFIC (doc de synthèse pourra être valorisé dans l'étude)

Jean-Louis Piquemal (STX France) : quels sont les chiffres qui permettraient de quantifier les courbes présentées ce matin ? (à l'échelle régionale et aussi nationale/internationale)

➔ Il n'y a pas d'étude de potentiel donnant un potentiel technico-économique sur la région Bretagne. Un travail du CETMEF est en cours sur ce sujet (les cartes pourront être présentées dans l'atelier 3)

Jean-Jacques Le Norment (Conseil Régional de Bretagne) : adresse-t-on la performance économique des solutions EMR ? (notamment sur la partie financement) de l'acceptabilité sociale (bonne appréhension par la population et des non-initiés des enjeux) et du modèle économique ?

→ Oui dans l'atelier 2.

Didier Grosdemange (In Vivo) : va-t-on faire une analyse de risque (en cas de non réalisation) ?

→ D'une certaine façon oui, même si partiellement, car le travail de scénarisation incluent l'identification des « conditions de réalisation » : certaines de ces conditions seront là pour lever les risques.

SYNTHESE DES ATELIERS

DEFIS ENERGETIQUES, TECHNOLOGIQUES ET DE R&D

Animateurs : David CHOTARD, Midori MILLION (ARTELIA)

RAPPEL DE L'OBJECTIF DE L'ATELIER

Dans le cadre de la mission stratégique relative au développement des énergies marines en Bretagne et en Cornouailles réalisée pour BDI (Bretagne Développement Innovation), un atelier de travail a été organisé sur la thématique « Défis énergétiques, technologiques et de R&D » dont les objectifs étaient :

- **De prioriser les objectifs et enjeux stratégiques pour la Bretagne sur le plan énergétique**
- **D'identifier les pistes de développement dans une optique à long terme**
- **De formuler des recommandations pour l'action publique régionale**

LISTE DES PARTICIPANTS

Organisme	Nom
BDI	Sébastien CHABLE Claire LE BRAS Christophe LE VISAGE (Stratégies Mer et Littoral SAS)
CG29	Hélène VENTE
CEREMA	Bertrand MICHARD
CR Bretagne	Michel BOUTET
ECN	Christian BERHAULT
France Energies Marines	Marc BŒUF
GDF SUEZ FE	Agathe GREVELLEC
GICAN	Roland MESTRE
In Vivo Environnement	Didier GROSDMANGE
Juriste, consultant	Olivier LOZACHMEUR
Neoen Marine	Lucile FORGET
OGP	Bernard VANHEULE
Parc Naturel Marin d'Iroise	Chloé SOTTA
Pôle Mer Bretagne	Philippe MONBET
RTE Ouest	Frédérique JOUMIER

DOCUMENTS JOINTS

- Support de présentation tel que présenté et complété en séance – voir document joint
- Fiche « levier d'action » : possible de compléter les fiches existantes ou de proposer de nouvelles fiches (avant le 24 février 2014)

SYNTHESE DES LEVIERS D'ACTION

Les participants ont soulevé un grand nombre de questions et d'enjeux pertinents pour cet atelier (voir Support de présentation, Tour de table slides 15 à 20).

Le travail en groupe s'est concentré sur les enjeux qui ont été cités le plus souvent, à savoir :

1 – Comment assurer la visibilité nécessaire aux acteurs de la filière ? Quel horizon temporel ?

- Planification / visibilité régionale (et lien avec l'Etat)
- Raccordement / différence d'horizon temporel entre acteurs

2 – Comment maintenir une R&D compétitive et pérenne ?

- Assurer la compétitivité de la R&D dans tous les domaines (dans un contexte de concurrence internationale)
- Quel(s) financement(s) de la R&D ?
- Améliorer la viabilité des TPE/PME innovantes

3 – Quelles EMR dans le contexte insulaire et péninsulaire breton ?

- Quelle feuille de route énergétique pour les territoires insulaires ?
- Quel intérêt à produire de l'énergie en Bretagne ?

Le travail en groupe a permis d'identifier plusieurs pistes d'actions (voir fiches ci-jointes) :

1 – Comment assurer la visibilité nécessaire aux acteurs de la filière ? Quel horizon temporel ?

- **Action 1 : Partager des objectifs communs**
Créer une passerelle entre la Conférence Bretonne de l'Energie et la Conférence Régionale de la Mer et du Littoral
- **Action 2 : Simplifier les procédures**
Travailler à l'échelle des régions (Bretagne, Aquitaine...) et faire remonter au niveau national
- **Action 3 : veiller à ce que la planification ait une force juridique adaptée**
Attention au mythe de la planification (si elle n'a pas de valeur juridique)

2 – Comment maintenir une R&D compétitive et pérenne ?

- **Action 4 : Privilégier les financements européens (Horizon 2020, Interreg) via soutien régional**
Les financements nationaux sont/seront de plus en plus limités
- **Action 5 : Stratégie de projets structurants**
Instaurer un mécanisme d'offres permettant l'expérimentation
- **Action 6 : Soutien régional aux TPE/PME pour développer de petits projets innovants**

- **Action 7 : Fédérer les équipes de recherche EMR**
Compte tenu du nombre de chercheurs, fédérer et mutualiser les équipes de recherche (au-delà de l'échelle régionale)

3 – Quelles EMR dans le contexte insulaire et péninsulaire breton ?

- **Action 8 : Elaborer une stratégie énergétique (et non électrique) couvrant la production et la consommation d'énergie**
Sur le modèle de la CRML et de la CBE, Pacte Electrique breton.
- **Action 9 : Réflexion globale sur les réseaux énergétiques (pas seulement électriques) via un observatoire régionale**
A l'image de l'OREGES
- **Action 10 : Créer une filière locale d'exportation de petits systèmes énergie**
Production d'énergie (toutes ENR) /stockage/ eau chaude / eau douce

DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE ET INDUSTRIEL

RAPPEL DE L'OBJECTIF DE L'ATELIER

Dans le cadre de la mission stratégique relative au développement des énergies marines en Bretagne et en Cornouailles réalisée pour BDI (Bretagne Développement Innovation), Antoine RABAIN et Hadi FARHOUD du cabinet de conseil INDICTA ont animé un atelier de travail sur la thématique « **Quelle stratégie économique de développement des EMR en Bretagne ?** ».

Le sous-jacent portait sur les objectifs de développement industriel et économique en Bretagne dans les EMR, présentés en matinée lors de la séance plénière.

→ **L'objectif principal de cet atelier portait sur l'identification de leviers d'actions prioritaires accessibles à l'échelle régionale pour répondre précisément à ces objectifs.**

DOCUMENTS JOINTS

Support de présentation tel que présenté et complété en séance – voir document joint

PARTICIPANTS ET ORGANISATION : **16 PARTICIPANTS REGROUPES EN 4 GROUPES DE TRAVAIL**

L'atelier a rassemblé **16 participants** représentant des entités publiques et privées de natures différentes et complémentaires :

- **Grands groupes industriels** (AREVA, DCNS, ...)
- **PME** (Altim Défense)
- **Groupements professionnels** (BPN, GICAN, ...)
- **Acteurs publics et institutionnels** (BDI, CCI, ...)

16 Participants à l'atelier « développement économique et industriel »

Organisme	Nom	Fonction
Ailes Marines - IBERDROLA	Bertrand GUIDEZ	Coordinateur équipe projet de territoire
ALTIM Défense	Bernard DEPARDON	Chargé d'affaires Marine - Energies
AREVA Renewables	Anne TRAN	Responsable des achats
BDI	Alain TERPANT	Directeur de filières
	Pierre SERVEL	Responsable Entreprise Europe Ouest (EEN)
	Eric AUBRY	Chargé de filière EMR
BPN - Bretagne Pôle Naval	Anne-Marie CUESTA	Déléguée générale
CCI 22	Philippe DECLEY	Responsable pôle Industrie
CCI Brest	Jean-Hervé LACROIX	Responsable Département Industrie Services International
Comité Régional CGT Bretagne	Guy JOURDEN	Représentant CGT
Conseil Général Finistère	Grégory HOAREAU	Chargé de mission Coopération Territoriale Européenne
CR Bretagne - Direction de la mobilité et des transports	Jean-Jacques Le NORMENT	Chef de projet développement du port de Brest
DCNS	Jean-François FAVE	Directeur de programme éolien flottant
GDF Suez	Gilles L'HARIDON	Responsable développement EMR
STX France	Jean-Louis PIQUEMAL	Responsable du développement industriel
Technopôle Brest Iroise	Eric VANDENBROUCKE	Directeur adjoint Développement des pôles de compétences / Ingénierie de l'innovation

Les participants ont été regroupés en **4 groupes de travail** équilibrés mêlant ces différentes entités, avec pour chacun de ces groupes un « référent » (en gras dans le tableau), qui a présenté en séance les points de vue de son groupe :

4 groupes de travail

Groupe A	Groupe C
_ Bernard DEPARDON - ALTIM Défense _ Alain TERPANT - BDI _ Jean-Hervé LACROIX - CCI Brest _ Gilles L'HARIDON - GDF Suez	_ Eric AUBRY - BDI _ Anne-Marie CUESTA - BPN _ Guy JOURDEN - Comité Régional CGT Bretagne _ Jean-François FAVE - DCNS
Groupe B	Groupe D
_ Bertrand GUIDEZ - Ailes Marines _ Anne TRAN - AREVA Renewables _ Pierre SERVEL - BDI _ Grégory HOAREAU - Conseil Général Finistère	_ Philippe DECLEY - CCI 22 _ Jean-Jacques le NORMENT - CR BRETAGNE _ Jean-Louis PIQUEMAL - STX France _ Eric VANDENBROUCKE - Technopôle Brest Iroise

DEROULEMENT : PROPOSITION DE 12 ENJEUX POUR LESQUELLES DEFINIR DES ACTIONS

Chacun de ces groupes a été sollicité afin de définir une **série d'action** répondant aux **7 enjeux définis par BDI** dans la SRDEII (Stratégie Régionale de Développement Economique, d'Innovation et d'Internationalisation), ainsi qu'aux **5 enjeux définis par INDICTA** (et interagissant avec ces derniers), résultat de l'analyse du contexte industriel et économique de la Bretagne en regard avec le développement des EMR :

1. Maximiser la **charge industrielle** pour les entreprises bretonnes.
2. Disposer de **main-d'œuvre et de compétences adéquates** sur l'ensemble de la chaîne de valeur des EMR.
3. Tirer parti de l'émergence de **grands projets** EMR en Bretagne (Ailes Marines, Winflo, ...).
4. Elargir l'offre bretonne via l'implantation de **nouveaux moyens** afin, notamment, d'aussi couvrir les phases de développement amont des filières (sites d'essais, sites pilotes, ...).
5. Améliorer la **visibilité, la clarté et la lisibilité de l'offre Bretonne** à l'échelle nationale et internationale.
6. Valoriser les **compétences, moyens industriels et infrastructures existantes**.
7. **Planifier les ressources EMR** intégrant notamment les caractéristiques physiques et environnementales des sites, ainsi que les contraintes technico-économiques des porteurs de projet.
8. Renforcer la **compétitivité internationale et l'export** pour les acteurs locaux.
9. Favoriser le développement **d'innovations transverses** : stockage, smart grids, chaîne électrotechnique offshore et ses impacts sur les modèles économiques.
10. Développement de **nouveaux outils innovants de financement** (pour la R&D, les CAPEX, ...) des projets EMR.
11. Accompagner le développement des **filières alternatives** (petit marémoteur, hydrolien fluvial, ...) à fort potentiel régional.
12. Mener des actions de **coopérations et d'alliances stratégiques** entre régions, en France, par exemple avec les régions Normandie, mais aussi à l'étranger en particulier avec les Cornouailles / îles Scilly qui souffrent d'un déficit de tissu industriel suffisant pour les EMR.

Soit au total **12 enjeux et objectifs**.

RESULTATS : 3 GRANDS ENJEUX ET 6 GROUPES D' ACTIONS

A l'issue des travaux par groupe, **25 actions** ont été proposées afin de répondre à l'un ou plusieurs de ces enjeux et objectifs (matrice détaillée en annexe de ce document). L'analyse volumétrique (nombre d'actions répondant à un enjeu) fait ressortir **trois grands enjeux**:

- **COOPERATION & INTERNATIONAL** : La **coopération** et les **alliances** stratégiques ainsi que la **visibilité** et la **compétitivité de la filière**, tant sur le plan **inter-régional** qu'**international**.
- **BESOINS DU MARCHÉ et OFFRE** : Les **potentiels de marchés**, le **financement des infrastructures**, la structuration d'une **offre industrielle complète**, pour les **grands projets** structurants, mais aussi pour les **petits projets** et les **filières alternatives**.
- **MOYENS et SOUTIEN AU DEVELOPPEMENT** : Les **moyens**, tant **humains** (disponibilité, compétence, savoir-faire) que les **infrastructures** et les **innovations transverses** (stockage, raccordement, ...), pour assurer et soutenir le développement des EMR.

L'analyse des actions répondant à ces enjeux fait émerger **6 grandes catégories d'actions** :

- I) **Planification spatiale** du développement des EMR : l'évaluation fine du potentiel de marché pour chacune des technologies (y compris les filières alternatives), ainsi que la sélection de zones adéquates pour l'implantation de fermes commerciales, représentent pour l'ensemble des groupes de travail une première étape indispensable et de base pour la mise en œuvre d'actions efficaces, et en particulier :
 - a. **Cartographier l'offre industrielle** et de services en Bretagne à proximité des sites disposant de ressources marines stratégiques (prime avec le facteur de localisation, en particulier pour l'éolien).
 - b. Mettre en place des **AMI (Appel à Manifestations d'Intérêt) à l'échelle régionale** et par filière.
 - c. Décliner le potentiel de croissance à 10 ans dans les EMR (usuellement exprimé en MW) en **unités d'œuvre pertinentes et opérationnelles** pour les acteurs de la filière (heures d'études, tonnes d'acier, jours d'opérations en mer, ...).

NB : Sans omettre la difficulté à coordonner ce type d'actions, certains intervenants ont souligné la nécessité de lancer ce type de planification à un niveau plus étendue que la seule Région bretonne.

II) **Visibilité et compétitivité de l'offre bretonne** :

- a. **Identifier les briques manquantes sur la chaîne de valeur des EMR à l'échelle bretonne** et le cas échéant, définir une stratégie afin de les acquérir (développement « en propre » ou coopération extra-régionale voire extra-nationale). Nécessité d'approcher la question par un ensemble de briques pertinent permettant de proposer une **solution complète**.
- b. Identifier et valoriser les briques où la Bretagne peut afficher sa **distinctivité** (ingénierie marine, océanographie, ...).

III) **Grands projets structurants et acteurs**, en partant du constat de l'absence de grands maîtres d'œuvre en Bretagne (à l'exception de DCNS) et de l'importance d'accentuer le soutien au développement des TPE / PME :

- a. Rassembler les **TPE et PME au sein de clusters** afin de leur permettre de répondre de façon crédible et compétitive à des lots complets de grands projets (parcs de plusieurs centaines de MW).
- b. Orienter les TPE et PME vers les **filières alternatives** des EMR (petit marémoteur, hydrolien fluvial), en phase avec leurs moyens industriels et financiers.
- c. **Evaluer de façon fine les emplois EMR potentiels dans une démarche « bottom-up »** à partir de l'examen capacitaire des entreprises bretonnes.

IV) **Coopération stratégique** :

- a. Favoriser la **coopération publique et privée** à l'échelle régionale en France, mais aussi à l'échelle internationale.
- b. Favoriser la coopération entre acteurs **dès l'amont des programmes de R&D** afin de garantir des relations durables en prévision des phases industrielles où les besoins de qualification et de référencement sont forts.

V) **Financement**, facteur d'attractivité économique de la région pour les pépites technologiques et les investisseurs :

- a. **Référencer l'ensemble des outils de financement** (notamment pour la R&D) disponibles sur le territoire breton, ainsi que leurs conditions d'éligibilité.
- b. Mettre en place un **guichet unique** centralisant l'ensemble des outils de financement identifiés.
- c. Développer **l'ingénierie financière pour les grands projets EMR** : levier de baisse des coûts complets de production important et immédiat.

- VI) **Filières transverses** : avec en priorité la nécessité de promouvoir le développement des filières de **stockage** (gaz, STEP marines, ...) face à l'intermittence des EMR et à la volonté de réduction de la dépendance énergétique de la Bretagne.
- a. A court terme : des applications directes pour **l'autonomie énergétique des îles** via les solutions EMR complète.
 - b. A plus long terme : évaluer les **synergies avec l'éco-mobilité** et les nouveaux usages de l'électricité (véhicules électriques).

La plupart de ces actions devront être directement menées par la **Région Bretagne**, dans un délai en phase avec le « time to market » des différentes filières EMR, et donc en priorité sur les filières **éolien offshore flottant et hydrolien**, prochaines « grandes filières » qui entreront en phase commerciale **d'ici à 2020**. Mais aussi sur les **filières alternatives** (petit marémoteur, hydrolien fluvial, ...) sur lesquelles le niveau de maturité et de connaissance des acteurs est plus faible, mais qui sont directement porteuses d'activités industrielles et économiques pour la région, en particulier pour les TPE et PME, dont les moyens industriels et financiers sont plus en phase avec les exigences de ces marchés.

Les réponses aux questions liées au **financement** (« combien ? ») à la **mise en œuvre** (« comment ? ») de ces actions et à la **mesure** de leur réponse aux objectifs fixés restent encore à définir.

EDUCATION, FORMATION, EMPLOIS

RAPPEL DE L'OBJECTIF DE L'ATELIER

Le troisième atelier portant sur l'enjeu Education, Formation et Emploi a été animé par Hakim MOUSLIM du cabinet d'ingénierie INNOSEA. L'objectif de cet atelier est d'évaluer l'appareil de formation sur le territoire et son adéquation par rapport aux emplois demandés par la filière EMR.

Les éléments d'introduction à cet atelier ont été présentés lors de la séance plénière et dressent un résumé des parcours d'éducation – formation préexistants sur le territoire Breton ainsi qu'une première évaluation de leur adéquation vis à vis des métiers de la chaîne de valeur des Energies Marines Renouvelables.

→ **L'objectif principal de cet atelier est d'identifier à échelle régionale les moyens d'action nécessaire pour une adéquation optimale entre Emplois de la filière EMR, Eolien offshore fixe et technologies EMR émergentes, et l'association entre les parcours de formations aux actions d'insertion professionnelle**

PARTICIPANTS ET ORGANISATION : **10 PARTICIPANTS REGROUPES EN UN SEUL GROUPE DE TRAVAIL**

L'atelier a rassemblé **10 participants** représentant des entités publiques et privées de natures différentes et complémentaires :

- **Grandes instances institutionnelles** (Conseil Régional de Bretagne, Rectorat)
- **Organismes publics d'insertion professionnelle** (Pôle Emploi)
- **Organisme de portage salarial professionnelle** (Talorig)
- **Groupements professionnels et pôle de compétitivité** (UIMM, Pôle Mer Bretagne)
- **Organismes de formation initiale et supérieure** (Lycée Vauban, ENSTA Bretagne)

10 Participants à l'atelier « Education, Formation et Emploi »

Organisme	Nom
BDI	Emilie FAUCHEUX
CR Bretagne	Frédérique DIAMANT
CR Bretagne	Audrey JEAN-PHILIPPE
CR Bretagne	Karine CHAUCHAT
Pôle Emploi	Pascal AUTRET
Pôle Mer Bretagne France Energies Marines	Phil MONBET
Lycée Vauban GRETA RECTORAT	Bernard LE GAL
TALORIG	Georges DELAUNAY
ENSTA Bretagne	Jean-Yves PRADILLON
Observatoire de la Métallurgie en Bretagne	Carole GILLES

Les participants ont constitué un seul groupe de travail mêlant les différentes entités. En introduction à la séance de travail, il a été proposé de travailler en deux temps en fonction de la maturité industrielle de la filière EMR : éolien offshore dans un premier temps et technologies émergentes d'énergies marines dans un second temps.

DEROULEMENT : **ORDRE DU JOUR DE L'ATELIER**

- 1/ Tour de table des participants
- 2/ Retours des participants en 2 temps : éolien offshore fixe, technologies EMR émergentes
- 3/ Expression des besoins en 2 temps : éolien offshore fixe, technologies EMR émergentes
- 4/ Propositions stratégiques des participants

EXPRESSION DES BESOINS DES PARTICIPANTS :

Organisme	Recueil des retours sur l'enjeu et besoins exprimés
Pôle Emploi	<ul style="list-style-type: none">- Le Pôle Emploi dispose d'une bonne base de données de profils mobilisables et en adéquation partielle par rapport à la demande- Les besoins en emplois EMR font souvent appel à des doubles compétences- Le critère important est le timing entre le besoin en emploi et le démarrage effectif du poste (Exemple : fenêtre des besoins Eolien offshore : 2015 – 2020)- Il est constaté une faible transversalité des profils d'un secteur industriel déjà en place (automobile, naval, etc...) aux EMR. Ce qui induit une faible mobilité inter-métiers qui reste à développer pour l'avenir.- Besoins exprimés :<ul style="list-style-type: none">* création d'un référentiel de compétences en Bretagne* mise en place de formations nécessaires à l'obtention d'habilitations / qualifications nécessaires au travail en mer (Sécurité en mer, Environnement Haute Tension, Domaines techniques : travail en hauteur, etc...)* préparation de la mise à jour des habilitations* formations EMR également pour les éducateurs / formateurs* importance du lieu d'implantation des bassins d'emplois* préparation d'un contexte favorable à l'attractivité des métiers EMR : salaire, image, mobilité

Organisme	Recueil des retours sur l'enjeu et besoins exprimés
CR Bretagne	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'un GT auquel participent les Académiques, le Rectorat, les établissements d'Enseignement maritime autour de la préparation de l'appareil de formation à la filière EMR - Constat : le nombre d'emplois créés sur le projet Ailes Marines est réduit sauf si une industrialisation locale a lieu (usine pour les fondations par exemple) - Existence de plusieurs métiers mobilisables par les EMR, pas de mise en place de formations de rupture - Moyens de financements des formations existants si les besoins des industriels sont confirmés - Montage de deux types d'offres : structurelle pour avoir un vivier formé sur le long terme, ou conjoncturelle pour répondre à une hausse de charge - Besoins exprimés : <ul style="list-style-type: none"> * création d'un référentiel de compétences en Bretagne * éclairage sur le schéma industriel des développeurs de projets et industriels impliqués dans le développement des projets * faire concorder le montage de projets (phase de préparation puis phase de construction) avec les besoins en emplois afin d'anticiper l'offre de formation à mettre en place * favoriser l'export pour les sociétés intéressées par le domaine
Observatoire de la Métallurgie en Bretagne	<ul style="list-style-type: none"> - La région Bretagne est la 1^{ère} région pour la conception / construction / maintenance navale - Diversification des industriels actuels sur le secteur des EMR car les compétences industrielles sont transposables - Nécessité d'obtenir les habilitations / qualifications nécessaires au travail en mer (ex. système de qualification clair mis en place par AREVA). Les marchés des EMR sont fortement réglementés et les exigences qualité-sécurité sont hautes (comme dans la navale, l'aéronautique). Il est important pour les personnels des entreprises de disposer des qualifications et certifications professionnelles nécessaires. - Besoins exprimés : <ul style="list-style-type: none"> * manque d'informations sur les profils nécessaires et sur le référentiel de compétences * création d'un référentiel de compétences en Bretagne * accompagnement à la certification et à la qualification des professionnels pour pouvoir travailler sur les marchés EMR * formation continue des salariés à adapter en fonction des besoins * formation à la langue anglaise * attractivité du vivier industriel <p>Depuis 2010, les industriels bretons qui ont des projets de diversification vers les marchés des EMR, sont accompagnés par l'Etat et l'Adefim Bretagne (Opca de la branche Métallurgie), dans le cadre d'un Engagement de développement de l'emploi et des compétences (Edec Métallurgie), signé entre l'Uimm Bretagne et l'Etat, et validé par les partenaires sociaux de la métallurgie bretonne.</p> <p>Cet Edec vise à favoriser l'acquisition, dans les domaines techniques, de savoir-faire pointus et à haute valeur ajoutée, ainsi que l'acquisition de certifications et d'habilitations, souvent condition sine qua non pour intervenir sur ces marchés fortement réglementés. La sécurité et la formation des personnels à l'anglais technique constituent également des axes importants de l'Edec.</p> <p>Les résultats de l'Edec sont très positifs : l'effort de formation porte principalement sur les personnels intervenant en production, ouvriers, techniciens et agents de maîtrise, issus de petites et moyennes entreprises. En lien avec la mise en œuvre d'un axe sur le tutorat et le transfert des savoirs, les professionnels âgés de 45 ans et plus sont particulièrement accompagnés.</p> <p>Les actions initiées dans le cadre de l'Edec sont reconduites en 2014 afin de former et qualifier les personnels, et les adapter au contexte de travail des EMR. En complément de l'Edec, l'ensemble des dispositifs et des financements de la formation professionnelle continue sont mobilisés afin d'optimiser la prise en</p>

Organisme	Recueil des retours sur l'enjeu et besoins exprimés
	charge des actions de formation et qualification, sur l'ensemble des domaines visés.
Lycée Vauban GRETA RECTORAT	<ul style="list-style-type: none"> - Fortes différences locales entre les formations proposées au sein de la même région - Evolution notée sur les dernières années : 70% des Bac PRO poursuivent en BTS - Filière EMR : image de technologies du futur positive et favorable - Adaptation des qualifications à préparer - Positionnement semblable sur la formation continue et souhaité avec les entreprises qui recrutent pour mieux comprendre leur schéma industriel - Besoins exprimés : <ul style="list-style-type: none"> * Préparer des profils de BTS qui arriveront à temps pour les embauches et qui auront une culture EMR * travail de communication à faire pour inculquer une culture EMR * mariniser les profils très tôt et leurs enseignants * travail à faire sur l'attractivité de la filière industrielle des niveaux de formation initiale jusqu'au supérieur * rendre visible l'offre de formation sur le territoire * mettre en place des pré-formations sectorielles (notamment pour les jeunes sortis du système scolaire) pour la découverte des métiers liés à la mer
BDI	<ul style="list-style-type: none"> - réalisation d'un annuaire des compétences / formations - collaboration dans le cadre de MERIFIC : base de données des formations pour les EMR
Pôle Mer Bretagne France Energies Marines	<ul style="list-style-type: none"> - Plusieurs études ont été réalisées sur le sujet des EMR - Documents transmis au Consultant pour analyse
TALORIG	<ul style="list-style-type: none"> - Travail spécifique avec les hauts profils spécialisés dans les EMR - Besoins exprimés : <ul style="list-style-type: none"> * Visibilité et Timing des besoins en postes / emplois
ENSTA Bretagne	<ul style="list-style-type: none"> - une première formation supérieure de haut niveau spécialisée sur le secteur EMR : mastère spécialisé ENSTA Bretagne, 31 diplômés sur le marché, 90% des profils diplômés en poste - filière EMR dynamique - embauches locales principalement (Grand Ouest) - impact fort des décisions politiques et des calendriers des appels d'offres sur la confirmation des emplois EMR - structuration de la filière en lien avec la politique du secteur - complexité pour comprendre les schémas industriels liés à la confidentialité élevée du secteur - Besoins exprimés : <ul style="list-style-type: none"> * communication coordonnée en région et concertation entre le tissu d'acteurs * réalisation d'un catalogue / référentiel de compétences * complémentarité à trouver par rapport aux autres régions concurrentes

ANALYSE SWOT

L'échange entre participants a permis d'identifier les points forts/faibles du territoire sur l'enjeu concerné et de dresser un état des lieux.

FORCES

1. Présence industrielle en région Bretagne des compétences dans les domaines: Conception / Construction / Opération et Maintenance

2. Dynamisme de la filière emplois EMR qui est démontrée par la récente mutabilité des profils observée entre entreprises sur le même territoire
3. Capacité de réaction de la Région pour développer des offres structurelle ou conjoncturelle de formation qui répondent aux besoins en emploi d'une filière en cours de développement
4. Complémentarité avec les régions voisines
5. Incitation à l'export

FAIBLESSES

1. Synchronisation entre les besoins en emplois pour les EMR et la disponibilité des profils adéquats
2. Manque de visibilité des acteurs de Formation – Emploi sur les schémas industriels des EMR
3. Culture EMR à développer auprès des formateurs comme au sein des parcours de formation
4. Visibilité et communication unifiée des actions

OPPORTUNITES

1. Présence des deux marchés à deux vitesses : éolien offshore fixe et EMR émergentes
2. Appareil d'éducation complet couvrant les besoins de la formation initiale à l'enseignement supérieur
3. Présence locale des organismes de formation pour les compléments
4. Existence sur le territoire de formations aux habilitations et qualifications nécessaires au travail dans le secteur EMR

MENACES

1. Accès à la langue Anglaise pour toutes les formations
2. Démarrage des besoins en emplois du secteur éolien offshore en progression entre 2015 et 2020
3. Coïncidence des besoins en emplois de l'éolien avec les autres parcs en construction
4. Attractivité faible des filières industrielles marines auprès des jeunes en formation (notamment la Chaudronnerie et l'Usinage)
5. Schéma industriels des EMR et notamment des filières émergentes (hydrolien, éolien flottant, ETM, énergie des vagues)
6. Fortes disparités locales entre régions / départements sur le même territoire

QUESTIONS & REPONSES :

→ Précisions JJ Le Norment : planification spatiale à l'échelle européenne

DISCOURS DE CLOTURE ALAIN TERPANT (BDI)

COORDONNEES DES INTERVENANTS



Claire LE BRAS – c.lebras@bdi.fr
Alain TERPANT – a.terpant@bdi.fr
Tel : 02 99 84 53 00



David CHOTARD – david.chotard@arteliagroup.com
Midori MILLION – midori.million@arteliagroup.com
Tel : 01 48 78 37 42



Hadi FARHOUD – hadi.farhoud@indicta.com
Antoine RABAIN - antoine.rabain@indicta.com
Tel : 0155570900



Hakim MOUSLIM – hakim.mouslim@innosea.fr
Tel : 02 40 37 68 96



4 ANNEXE N°2 DE L'ETAPE 3 : PROSPECTIVES MARCHES ET EVALUATION DES BENEFICES INDUSTRIELS ET SOCIO-ECONOMIQUES ASSOCIES

4.1 Objectifs, périmètre de marché et approche méthodologique

Objectif : évaluer les bénéfices industriels et socio-économiques en Bretagne et en Cornouailles issus du développement des EMR d'ici à 2030

- Unités d'œuvres clés, sortant du modèle d'évaluation :

- **Production industrielle** (nombre de systèmes et puissances)
- **Investissements** dans les infrastructures et **chiffre d'affaires** global généré par les acteurs industriels et les sociétés de services au niveau local
- **Emplois** directs et indirects

Remarque : des projections sur le parc multi-EMR des deux régions (scénarii haut et bas) constitueront l'un des socles principaux de nos évaluations : par exemple pour justifier nos hypothèses en matière de bases industrielles (qui nourriront dans un premier temps les projets des deux régions avant de viser l'export afin de pérenniser les emplois créés), ou encore d'emplois locaux et non délocalisables relatifs à la maintenance des fermes en opération.

- Périmètre filières :

- Cinq « grandes » filières EMR :
 - **Eolien offshore posé**
 - **Eolien offshore flottant**
 - **Grand hydrolien**
 - **Houlomoteur**
 - **ETM**
- Trois filières « alternatives » :
 - **Thalassothermie**
 - **Petit marémoteur**
 - **Petit hydrolien maritime et fluvial / d'estuaire**

Remarque : Compte tenu du manque de données à date sur la filière du stockage, cette dernière n'a pas été traitée dans cette modélisation, ce qui n'enlève en rien le poids stratégique de ces technologies dans la montée en puissance des EMR en Bretagne et Cornouailles (cf. recommandation de stratégie n°5).

- Méthodologie de type « bottom-up » déployée en trois grandes étapes :

1) Décomposition de la chaîne de valeur des projets EMR en 4 briques structurantes :



Remarque : Compte tenu du manque de retours d'expérience sur le démantèlement et le recyclage, les bénéfices industriels et socio-économiques de cette dernière étape de la chaîne de valeur n'ont pas été quantifiés dans l'exercice prospectif. Cette brique reste toutefois importante et fait l'objet d'une recommandation spécifique autour de l'expertise et des offres qui pourraient être développées à l'avenir en Bretagne et en Cornouailles.

2) Evaluation dans le temps et par filière du nombre de sites associés à chacune de ces briques :

- Etudes amont : nombre de centres d'ingénierie (exemple : centre de R&D d'Alstom à Nantes pour les EMR, pouvant regrouper des activités liées à plusieurs filières).
- Production : nombre de bases industrielles (ensemble des usines nécessaires pour la production complète d'un système énergétique).
- Assemblage & Installation : nombre de ports d'assemblage et d'installation.
- Opérations et maintenance : nombre de sites d'opérations et de maintenance.

3) Traduction, par filière et par région, du nombre de sites en fonction des unités d'œuvre de la prospective marchés selon deux scénarii bas et haut (production en volume (MW), investissements pour la mise en place des outils industriels, chiffres d'affaires et emplois générés par les activités au niveau local ; par exemple, un site d'O&M pour l'éolien offshore posé ≈140 emplois directs⁸⁸, ...).

Remarque : Le modèle prospectif se concentre d'abord sur l'évaluation de l'ensemble des activités industrielles et socio-économiques issues des grands donneurs privés (acteurs de « rang 1 » sur la chaîne de valeur technique, à l'image d'Alstom ou de DCNS). Le potentiel de création d'emplois fait ainsi référence aux « emplois directs » tels que définis par l'INSEE. Toutefois la méthodologie intègre aussi la création potentielle d'emplois indirects liés à la filière de sous-traitance (acteurs de « rang 2 et 3 »), en soutien direct pour approvisionner les bases industrielles de production des grands donneurs d'ordre.

⁸⁸Hypothèse fondée sur le parc de St-Brieuc

4.2 Fondamentaux, hypothèses et scénarii

4.2.1 Pour la dynamique de filières par région

FIGURE 70 : HYPOTHESES DE DEMARRAGE DE MARCHE ET DE NOMBRE DE PROJETS PAR FILIERE ET PAR REGION D'ICI A 2030

	BRETAGNE	CORNOUAILLES
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Date de démarrage</i> • <i>Nbre. de projets commerciaux d'ici à 2030</i> 		
Eolien posé	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Date de démarrage commercial : 2018/2020</i> (St-Brieuc) • <i>Nombre de projets commerciaux d'ici à 2030 : 1 à 2 projets</i> (après 2020, en fonction du 3^{ème} AO français) de 500MW unitaire 	<i>Aucun parc local</i> (bathymétrie défavorable)
Eolien flottant	<ul style="list-style-type: none"> • Entre 2020 et 2025 • 1 à 3 projets de plusieurs centaines de MW unitaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Entre 2020 et 2025 • 1 à 2 projets de plusieurs centaines de MW unitaire
Grand hydrolien	<ul style="list-style-type: none"> • Autour de 2020 • 1 à 4 projets (ex : Fromveur, Paimpol, ...) de quelques dizaines à une centaine de MW unitaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Horizon 2025 (courants faibles, zones de 2nd rang) • 1 à 2 projets de plusieurs dizaines de MW
Houlomoteur	<ul style="list-style-type: none"> • Horizon 2025 • De 1 projet (ex : Baie d'Audiernne) d'une centaine de MW à 4 projets commerciaux à horizon 2030 	<ul style="list-style-type: none"> • Horizon 2020 • De 2 à 5 projets d'une centaine de MW unitaire à horizon 2030
ETM	Services amont pour export (dès aujourd'hui)	<i>Aucun projet</i>
Thalassothermie	<ul style="list-style-type: none"> • Premiers projets d'ici à 2020 • Jusqu'à 5 projets (plus de la moitié des 8 principales villes côtières >15'000 habitants) de plusieurs MWc (chaud) unitaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Premiers projets d'ici à 2020 • Jusqu'à 4 projets (plus de la moitié des 6 principales villes côtières) de plusieurs MWc (chaud) unitaire
Petit marémoteur	<ul style="list-style-type: none"> • Premiers projets d'ici à 2020 • 1 à 5 projets de quelques MW unitaire (ports à définir) 	<ul style="list-style-type: none"> • Premiers projets d'ici à 2020 • 1 à 4 projets de quelques MW unitaire (ports à définir)
Petit hydrolien maritime et fluvial / estuaire	<ul style="list-style-type: none"> • Premiers projets d'ici à 2020 • 1 à 5 projets de quelques centaines de kW unitaire (zones à définir) 	<ul style="list-style-type: none"> • Premiers projets d'ici à 2020 • 1 à 4 projets de quelques centaines de kW unitaire (zones à définir) sur le petit hydrolien maritime seulement (bathymétrie défavorable pour le fluvial)

En ce qui concerne les « grandes » filières EMR :

- Eolien posé : **parcs en Bretagne uniquement** (au moins un à St-Brieuc autour de 2020 dans le cadre du 1^{er} appel d'offre français et potentiellement dans une hypothèse haute un second dans le cadre d'un autre AO). Le contexte bathymétrique défavorable en Cornouailles (profondeur globalement >50m) ne permet pas d'envisager l'installation d'un parc éolien posé d'ici à 2030.

- Eolien flottant : démarrage de marché attendu globalement **au même moment dans les deux régions, entre 2020 et 2025**, avec le port de Brest comme base industrielle et de pré-assemblage commune aux deux régions (cf. recommandations de stratégie n°3). La Cornouailles pourra en outre bénéficier de l'effervescence issue du **WaveHub** pour accueillir des projets d'éolien flottant au large de ses côtes.
- Grand hydrolien : en Bretagne, de premiers projets commerciaux d'une dizaine de MW pourraient émerger **autour de 2020** (par exemple au Fromveur ou à Paimpol). En Cornouailles, le démarrage commercial aura lieu **plus tard** (après 2025) compte tenu de la nature de la ressource hydrolienne locale (courants faibles, au mieux $\approx 2\text{m/s}$) qui fait des sites associés des zones de second rang, qui seront plutôt investies lorsque la ressource la plus attractive en Angleterre (et au Royaume-Uni de façon plus générale) aura déjà été exploitée. Dans une visée de décentralisation énergétique et de renforcer l'autonomie énergétique de la Cornouailles, l'exploitation de ces sites pourrait avoir lieu, dans un scénario haut, de façon anticipée.
- Houlomoteur : la localisation du **Wave Hub** en Cornouailles et ses capacités d'accueil (4 sites, pour une puissance totale de raccordement de 20MW) renforcent significativement l'attractivité de la région sur cette filière, où nous préfigurons un démarrage commercial à **l'horizon 2020**, avec **deux à cinq projets commerciaux d'une centaine de MW unitaire d'ici à 2030**. En Bretagne, ce démarrage aura lieu **plus tard** (horizon 2025), avec un premier projet commercial d'une centaine de MW, par exemple en Baie d'Audierne) compte tenu principalement des incertitudes sur le potentiel de la ressource en houle. Une évaluation à court terme de la ressource bretonne et la valorisation des infrastructures voisines (par exemple le SEM-REV au Croisic, en Loire-Atlantique, ou outre-Manche sur le Wave Hub) permettrait d'accélérer ce développement et de viser jusqu'à quatre projets commerciaux à horizon 2030 (scénario haut).
- Pour l'ETM, la localisation des projets en zone intertropicale (notamment dans les DOM-COM) sollicitera dans le meilleur des cas une activité locale en Bretagne pour des services amont uniquement (études, ingénierie, voire centre R&D).

Pour les filières alternatives, toutes pourraient émerger d'ici à 2020, en particulier la thalassothermie et le petit marémoteur, filières faisant appel à des systèmes disponibles « sur étagère ». Ceci est conditionné par une volonté politique locale de développer ces filières.

- Thalassothermie : filière déjà au stade commercial avec des projets en fonctionnement ou en cours en France (Cherbourg, Seyne sur Mer, ...) permettant de préfigurer **plusieurs projets commerciaux de quelques MW d'ici à 2030** ; jusqu'à **cinq en Bretagne**, soit dans plus de la moitié des huit principales villes côtières de plus de 15'000 habitants et jusqu'à **quatre en Cornouailles**, soit dans plus de la moitié des six principales villes côtières (scénario haut).

- Petit marémoteur : nous préfigurons **au total un à quatre voire cinq projets commerciaux dans chaque région d'ici à 2030**, dans des ports qui resteraient encore à définir à l'issue d'études amont à mener.
- Petit hydrolien maritime et fluvial / estuaire :
 - **Le petit hydrolien maritime** représente une filière particulièrement appropriée au contexte insulaire des deux régions (y compris dans des perspectives d'autonomie énergétique en le couplant avec des technologies de stockage) : nous préfigurons ainsi **un à quatre projets** de ce type d'ici à 2030 pour **chacune des deux régions**.
 - **Pour le fluvial : en Bretagne uniquement** (présence de fleuves en Cornouailles avec des conditions bathymétriques défavorables ; profondeur de l'ordre de 5m) avec **un à deux projets locaux d'une centaine de kW unitaire** d'ici à 2030, dans des zones restant encore à définir à l'issue d'études amont à mener.

4.2.2 *Pour le nombre de sites (R&D et ingénierie, production, assemblage, O&M) par filière et par région sur l'ensemble des grandes briques la chaîne de valeur d'ici à 2030*

- *Sites de R&D et d'ingénierie*

> **En Bretagne :**

Un site de R&D, déjà existant, matérialisé par l'Incubateur de DCNS à Brest, avec des activités sur l'éolien flottant, l'hydrolien, l'houlomoteur, et potentiellement l'ETM, sous l'hypothèse d'un regroupement des activités ETM du groupe à Brest.

A côté de ce site stratégique s'ajoutent les **bureaux d'ingénierie** contribuant à l'ensemble des études nécessaires aux développements des projets locaux et à l'export

On identifie en outre un besoin de mettre en place dans les toutes prochaines années **un site de R&D et d'ingénierie** dédié au petit hydrolien (maritime et fluvial/estuaire), nécessaire à l'émergence d'une filière locale.

> **En Cornouailles :**

Compte tenu du manque de visibilité sur d'éventuels donneurs d'ordres en Cornouailles, nous avons considéré un centre de R&D et d'ingénierie par filière où nous pouvons préfigurer une filière industrielle locale, en l'occurrence le **houlomoteur** dans les toutes prochaines années (autour du WaveHub notamment), et **éventuellement aussi le petit hydrolien**, même si la Bretagne possède un avantage comparatif en couplant la R&D du petit hydrolien maritime avec l'hydrolien fluvial et d'estuaire, où l'on observe une proximité technologique (avec pour rappel un potentiel pressenti comme important en Bretagne sur le fluvial, alors que faible voire nul en Cornouailles).

- Bases industrielles de production

Définition de deux scénarii sur la localisation, le nombre et la date d'implantation de bases industrielles de production de systèmes énergétiques :

FIGURE 71 : NOMBRE DE BASES INDUSTRIELLES DE PRODUCTION PAR FILIERE EN BRETAGNE D'ICI A 2030 EN FONCTION DES DEUX SCENARII

Bases industrielles de PRODUCTION (nbre) scénario BAS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Eolien posé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eolien flottant	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Grand hydrolien	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Houlomoteur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
ETM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petit marémoteur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Thalassothermie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bases industrielles de PRODUCTION (nbre) scénario HAUT	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Eolien posé	-	-	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
Eolien flottant	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Grand hydrolien	-	-	-	-	12/7	12/7	12/7	12/7	12/7	12/7	12/7	12/7	12/7	12/7	12/7	12/7
Houlomoteur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	2	2
ETM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petit marémoteur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	-	-	-	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
Thalassothermie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Remarque : Le « 1/6^{ème} » pour l'éolien posé et le « 2/7^{ème} » pour le grand hydrolien font références à des usines de construction de fondations et non de systèmes complets (1/6^{ème} de la valeur du CAPEX total dans l'éolien posé et 2/7^{ème} pour l'hydrolien).

>Pour la Bretagne, le scénario haut sur les bases industrielles de production fait l'hypothèse de deux **usines de production de fondations à Brest** (en cours d'exploration pour l'éolien posé et le grand hydrolien), et d'au moins une **base industrielle pour chaque filière amenée à se structurer localement** : éolien flottant, grand hydrolien, houlomoteur et petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire.

>Pour la Cornouailles, nous faisons l'hypothèse d'**au moins une base industrielle de houlomoteur autour de 2020** (scénario bas) et potentiellement d'**une seconde base autour de 2025** (scénario haut).

- *Sites d'assemblage et d'installation*

Pour les « grandes » filières (éolien offshore posé et flottant, et grand hydrolien), le **port de Brest** sera la principale base pour l'assemblage et l'installation des systèmes (ou fondations uniquement pour l'éolien posé et le grand hydrolien), tant pour la Bretagne que pour la Cornouailles.

Pour le houlomoteur, d'autres infrastructures bretonnes et celles de la Cornouailles pourraient être sollicitées, au niveau local et à proximité des projets commerciaux.

Pour les filières alternatives (thalassothermie, petit marémoteur, petit hydrolien maritime et fluvial /estuaire), on entrevoit des sites d'assemblage et d'installation de petite taille pour chacun des projets, avec une forte dimension locale.

- *Sites d'O&M et parcs locaux*

Le nombre de sites d'O&M dépend fondamentalement du nombre de parcs EMR qui verront le jour en Bretagne et Cornouailles d'ici à 2030. L'estimation du nombre de centres de maintenance des fermes doit ainsi être mise en regard de la prospective de marchés. Nous avons retenu pour cela deux trajectoires fondées sur des ambitions locales différenciées.

4.3 Définition de deux scénarii haut et bas

Scénario BAS : scénario conservateur, avec une forte probabilité de réalisation **sans modification majeure** des tendances actuelles.

FIGURE 72 : PROSPECTIVE EN BRETAGNE D'ICI A 2030 – SCENARIO BAS

PARCS scénario BAS (MW)	2020	2030
Eolien posé	500	500
Eolien flottant	-	500
Grand hydrolien	10	200
Houlomoteur	-	100
ETM	-	-
Petit marémoteur	2	8
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	0,5	0,5
Thalassothermie	5	10
TOTAL scénario BAS	518	1 319

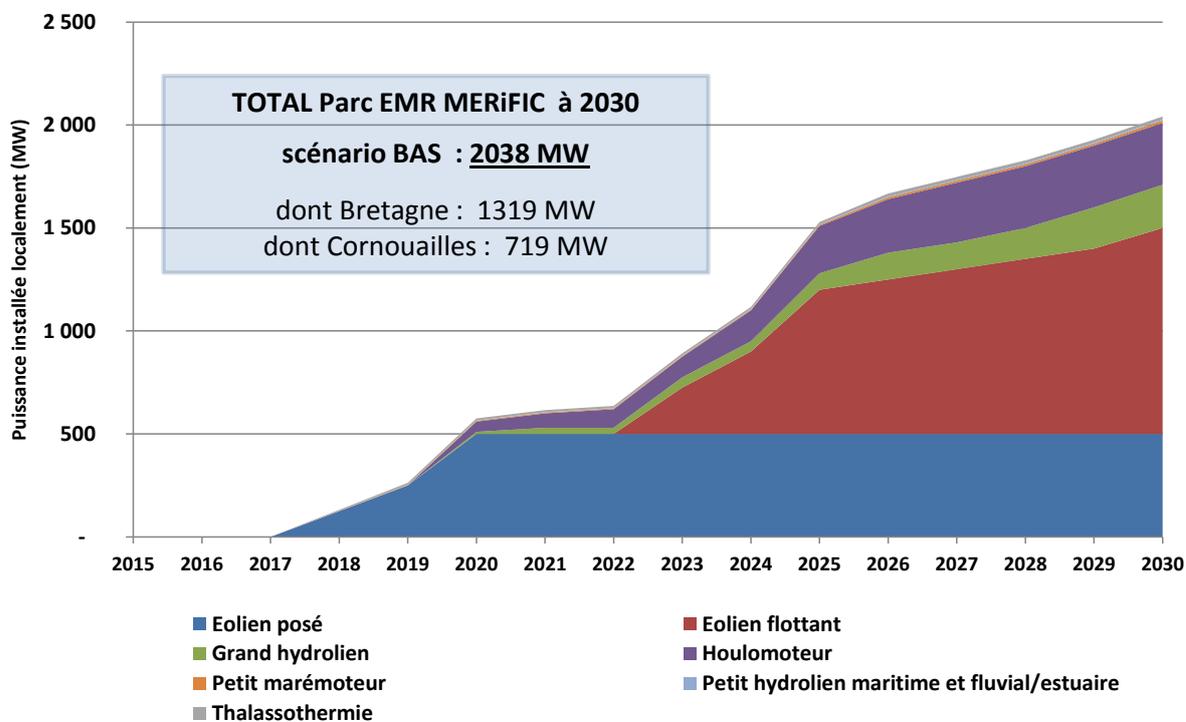
- Dans le scénario BAS, en 2030, la production électrique bretonne issue de l'ensemble des EMR atteindrait près de 4'500 GWh, soit plus de 20% de la consommation électrique actuelle de la région (21'100GWh en 2012).
- Considérant les perspectives de croissance de la demande électrique en Bretagne (entre 1.5%/an et 2,5%/an d'ici à 2030), **le poids des EMR dans le mix électrique breton atteindrait dans ce scénario BAS environ 15% en 2030.**

FIGURE 73 : PROSPECTIVE EN CORNOUAILLES D'ICI A 2030 – SCENARIO BAS

PARCS scénario BAS (MW)	2020	2030
Eolien posé	-	-
Eolien flottant	-	500
Grand hydrolien	-	10
Houlomoteur	50	200
ETM	-	-
Petit marémoteur	2	4
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	-	-
Thalassothermie	5	5
TOTAL scénario BAS	57	719

→ **Synthèse pour les deux régions sur le scénario bas :**

FIGURE 74 : PROSPECTIVE DE LA PUISSANCE INSTALLEE TOTALE EN BRETAGNE ET CORNOUAILLES (« ZONE MERiFIC ») D'ICI A 2030 PAR FILIERE – SCENARIO BAS



- Plus de **2'000MW** de puissance installée EMR d'ici à 2030 en Bretagne et Cornouailles, toutes filières confondues
- **Démarrage avec l'éolien posé** d'ici à 2020 et **relais de croissance stratégique avec le flottant** entre 2020 et 2030
- **Déploiement du grand hydrolien limité et de l'houlomoteur autour de 2025** (et dès 2020 pour la Cornouailles)
- **Stagnation de l'éolien posé** en raison d'absence de ressource locale attractive

- **Dans le scénario BAS, d'ici à 2030, l'éolien offshore en premier lieu puis le houlomoteur, seront les principaux contributeurs à la production énergétique locale, toutes filières EMR confondues.**
- **Au total, nous évaluons le potentiel de production EMR sur le périmètre MERiFIC à 2030 à plus de 2GW, confirmant le statut incontournable des EMR dans la politique énergétique de ces deux régions, et ceci dès le scénario bas.**

Scénario HAUT : scénario volontariste sous conditions de réalisation accessibles aux deux régions (incitations politiques et planification, accès aux financements, notamment locaux et innovants, ...).

FIGURE 75 : PROSPECTIVE DE PARC EN BRETAGNE D'ICI A 2030 – SCENARIO HAUT

PARCS scénario HAUT (MW)	2020	2030
Eolien posé	500	1 000
Eolien flottant	-	1 500
Grand hydrolien	10	500
Houlomoteur	-	400
ETM	-	-
Petit marémoteur	4	20
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	1,0	2,5
Thalassothermie	10	25
TOTAL scénario HAUT	525	3 448

- Dans le scénario HAUT, en 2030, la production électrique bretonne issue de l'ensemble des EMR atteindrait près de 12'000 GWh, soit plus de la moitié de la consommation électrique actuelle de la région (21'100GWh en 2012).
- Considérant les perspectives de croissance de la demande électrique en Bretagne (entre 1.5%/an et 2,5%/an d'ici à 2030), le poids des EMR dans le mix électrique breton dépasserait dans ce scénario HAUT 35% en 2030, et pourrait atteindre près de 45%.

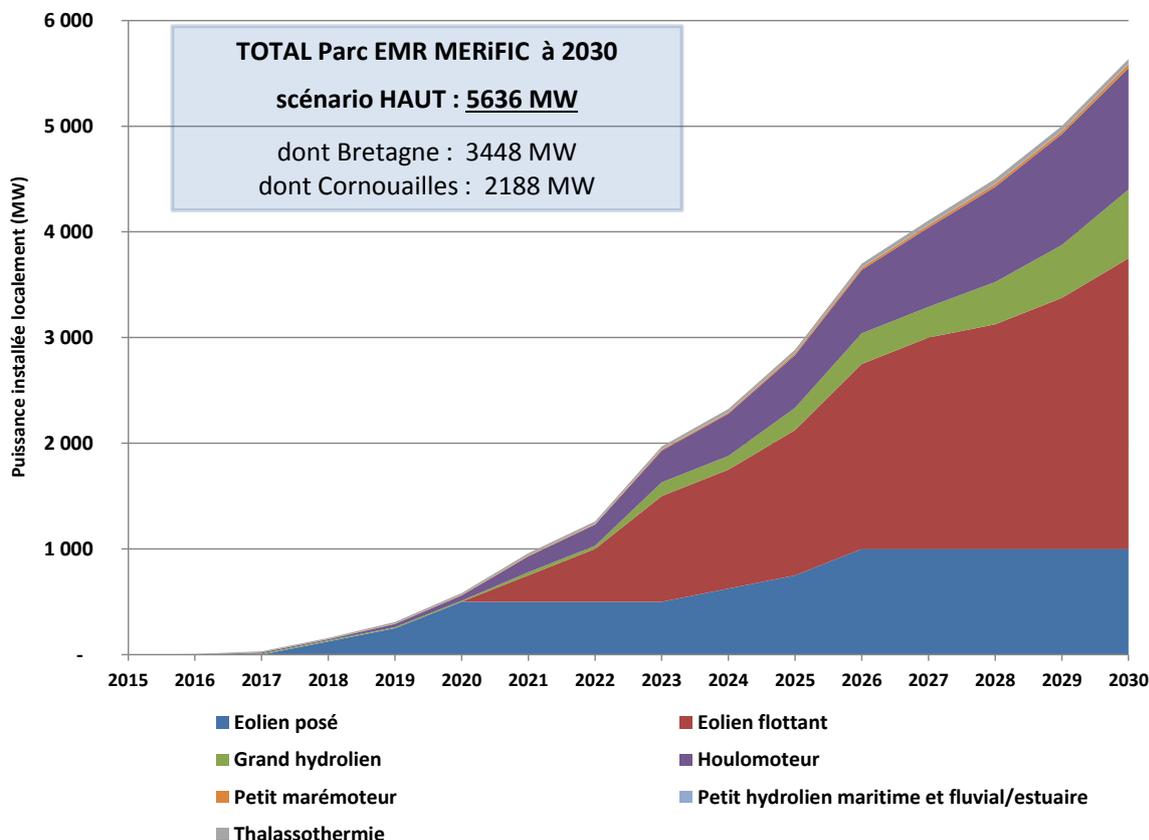
FIGURE 76 : PROSPECTIVE DE PARC EN CORNOUAILLES D'ICI A 2030 – SCENARIO HAUT

PARCS scénario HAUT (MW)	2020	2030
Eolien posé	-	-
Eolien flottant	-	1 250
Grand hydrolien	-	150
Houlomoteur	50	750
ETM	-	-
Petit marémoteur	2	16
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	0,5	2,0
Thalassothermie	5	20
TOTAL scénario HAUT	58	2 188

NB : Nos projections pour le scénario haut de la Cornouailles sont **compatibles** avec les objectifs qui ont été formulés en 2010 dans le cadre du **projet ORRAD** (pour rappel un total de 2'770MW a été identifié en termes de puissances installées et planifiées) : en 2030, ce serait donc près de 2'200MW qui seraient en opération, et plus de 500MW de projets planifiés et financés.

➔ **Synthèse pour les deux régions sur le scénario haut :**

FIGURE 77 : PROSPECTIVE DE LA PUISSANCE INSTALLEE TOTALE EN BRETAGNE ET CORNOUAILLES (« ZONE MERIFIC ») D'ICI A 2030 PAR FILIERE – SCENARIO HAUT



- Plus de **5'500MW** de puissance installée EMR d'ici à 2030 en Bretagne et Cornouailles, toutes filières confondues
- **Démarrage avec l'éolien posé** d'ici à 2020, avec en parallèle le développement de l'houlomoteur, et **relais de croissance stratégique avec le flottant** peu après 2020
- **Déploiement du grand hydrolien maritime** jusqu'à 500MW en Bretagne et 150MW en Cornouailles
- **Développement limité de l'éolien posé** en raison d'absence de ressource locale attractive (1 seul parc en plus de Saint-Brieuc entre 2020 et 2030)

- ➔ **Comme dans le scénario BAS, d'ici à 2030, le scénario HAUT montre que l'éolien offshore (et en particulier le flottant) ainsi que le houlomoteur (et dans une moindre mesure le grand hydrolien maritime) seront les principaux contributeurs à la production énergétique locale, toutes filières EMR confondues.**
- ➔ **Au total, nous évaluons le potentiel de production EMR sur le périmètre MERiFIC à 2030 jusqu'à plus de 5,5GW, confirmant le statut incontournable des EMR dans la politique énergétique de ces deux régions.**

L'analyse d'impact de ces scénarii aura surtout un effet sur les volumes **d'emplois locaux et la génération de chiffre d'affaires sur les opérations et la maintenance (O&M)**, en fonction du nombre et de la puissance des parcs dans chacune de deux régions.

4.4 Evaluation des impacts et bénéfices socio-économiques associés

4.4.1 Définition des hypothèses de base

- *Investissements dans les infrastructures*

FIGURE 78 : HYPOTHESES SUR LES INVESTISSEMENTS NECESSAIRES POUR L'IMPLANTATION DES DIFFERENTS TYPES D'INFRASTRUCTURES EMR

	Etudes amont	Production et pré-assemblage à terre	Assemblage & Installation en mer	O&M
Ensemble des EMR	Quelques M€ pour un centre R&D et ingénierie d'une centaine de personnes	Une centaine de M€ pour une base industrielle de production d'une centaine de systèmes par an (éolien posé)	Plusieurs dizaines de M€ pour l'aménagement portuaire	Au cas par cas, en fonction des capacités des ports concernés

SOURCES PRINCIPALES: INDICTA à partir des annonces d'Alstom et d'Areva et du port de Brest.

Caractère capitalistique des bases industrielles de production par rapport aux autres infrastructures. Les investissements dans les aménagements portuaires ne restent toutefois pas à négliger, et peuvent constituer un frein au développement industriel local face à l'ampleur des travaux à mener pour les sites peu adaptés.

- *Génération de chiffre d'affaires :*

FIGURE 79 : HYPOTHESES SUR LES COÛTS D'INVESTISSEMENT ET LES COÛTS D'OPERATION ET MAINTENANCE PAR FILIERE EMR

Fondamentaux économiques en Europe d'ici à 2030	Coûts d'investissements moyens (CAPEX – M€/MW)	Coûts annuels moyens d'opération et maintenance (OPEX – % du CAPEX)
Eolien posé	3 à 4 M€/MW (dont ≈16% pour la fondation)	5%
Eolien flottant	3,5 à 4,5 M€/MW (dont ≈65% pour le flotteur et la turbine)	6%
Hydrolien	4 à 5 M€/MW	8%
Houlomoteur	4,5 à 5,5 M€/MW* (dont ≈25% pour le système de production*)	8%
Thalassothermie	0,8 à 1 M€/MW	>5%**
Petit marémoteur	13 à 20 M€/MW	1,5%
Hydrolien fluvial / d'estuaire	4 à 6 M€/MW	5%

* Forte variabilité en fonction de la technologie

** Variabilité en fonction du coût local de l'électricité

SOURCES PRINCIPALES: modélisation INDICTA et ARTELIA

- *Production industrielle :*

Trois « gammes » de systèmes :

- Eolien offshore (posé et flottant) : **systèmes multi-MW**
- Hydrolien et Houlomoteur : **systèmes de l'ordre du MW**
- Petit marémoteur et hydrolien fluvial/d'estuaire : **systèmes <1MW, voire <100kW**

FIGURE 80 : HYPOTHESES TECHICO-INDUSTRIELLES PAR FILIERE

	Puissance unitaire moyenne des systèmes d'ici à 2030 (MW)	Production annuelle moyenne d'une base industrielle d'ici à 2030 (systèmes)	Production annuelle moyenne d'une base industrielle d'ici à 2030 (MW)
Eolien posé	5 à 8 MW	50 à 100 systèmes	250 à 800 MW
Eolien flottant	5 à 8 MW	50 à 100 systèmes	250 à 800 MW
Grand hydrolien	1 à 1,5 MW	50 à 100 systèmes	50 à 100 MW
Houlomoteur	0,5 à 1 MW	50 à 100 systèmes	25 à 100 MW
Petit marémoteur	0,4 à 0,7 MW	50 à 100 systèmes	20 à 70 MW
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	0,03 MW à 0,06 MW	50 à 200 systèmes	1,5 à 12 MW

SOURCES PRINCIPALES : INDICTA, ARTELIA et annonces d'AREVA et d'ALSTOM en France et de RER Hydro au Canada

- *Création d'emplois directs et indirects :*

FIGURE 81 : HYPOTHESES DE CREATION D'EMPLOIS EN FONCTION DU CYCLE DE VIE DES PROJETS ET PAR FILIERE

	Etudes amont	Production et pré-assemblage à terre	Assemblage & installation en mer	O&M
Grandes filières EMR	Entre 50 et 200 (hyp : 0,3 emplois directs/MW)	Entre 350 et 1700 selon les filières (taille des systèmes, ...) (hyp : 3,4 emplois directs/MW)	Environ 300 (hyp : 0,6 emplois directs/MW)	Entre 100 et 150 (hyp : 0,3 emplois directs/MW)

+ création moyenne de 3 emplois indirects par emploi direct pour cette phase industrielle

SOURCES PRINCIPALES : INDICTA, ARTELIA et annonces d'AREVA et d'ALSTOM en France et de RER Hydro au Canada

Fort potentiel de création d'emplois en phase de production (notamment grâce aux emplois indirects liés aux filières de sous-traitance), mais dont la pérennité doit être assurée via la **planification** ordonnée des projets locaux puis **l'export**.

En outre, il existe de forte disparité entre les filières, en particulier dans les phases industrielles, où la dimension des systèmes impactent significativement le nombre d'intervenants, soit en direct dans les usines soit aux alentours.

Nous avons donc évalué filière par filière le potentiel de création d'emplois pour chacune de ces briques, en passant par des ratios d'**ETP/MW**.

4.4.2 Principaux résultats de la modélisation

- Sur la production industrielle :

FIGURE 82 : PRODUCTION INDUSTRIELLE ANNUELLE PAR FILIERE DES BASES INDUSTRIELLES BRETONNES D'ICI A 2030 – SCENARII BAS ET HAUT

PRODUCTION INDUSTRIELLE ANNUELLE (nbre de machines / an) scénario BAS	2020	2030	PRODUCTION INDUSTRIELLE ANNUELLE (MW/an) scénario BAS	2020	2030
Eolien posé*	-	-	Eolien posé*	-	-
Eolien flottant	-	70	Eolien flottant	-	490
Grand hydrolien*	-	-	Grand hydrolien*	-	-
Houlomoteur	-	100	Houlomoteur	-	100
ETM	-	-	ETM	-	-
Petit marémoteur	-	-	Petit marémoteur	-	-
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	100	200	Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	4	12
Thalassothermie	-	-	Thalassothermie	-	-
TOTAL	100	370	TOTAL	4	602
PRODUCTION INDUSTRIELLE (nbre de machines / an) scénario HAUT	2020	2030	PRODUCTION INDUSTRIELLE ANNUELLE (MW/an) scénario HAUT	2020	2030
Eolien posé*	60	80	Eolien posé*	-	-
Eolien flottant	-	80	Eolien flottant	-	560
Grand hydrolien	60	100	Grand hydrolien	60	100
Houlomoteur	-	200	Houlomoteur	-	200
ETM	-	-	ETM	-	-
Petit marémoteur	-	-	Petit marémoteur	-	-
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	100	600	Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	4	36
Thalassothermie	-	-	Thalassothermie	-	-
TOTAL	220	1 060	TOTAL	64	896

*production de fondations uniquement

Les écarts entre les deux scénarii bas et haut pour la Bretagne se fondent sur :

- Le potentiel de captation à Brest d'activités industrielles autour des fondations d'éoliennes offshore posées et d'hydroliennes ;
- Le nombre de bases industrielles en 2030 sur le houlomoteur (1 ou 2) et sur le petit hydrolien (1 ou 3) ;

- Et enfin, mais dans une moindre mesure, les cadences de production (70 systèmes/an contre 80 pour l'éolien flottant).
 - **Soulignons ici que dans les deux scénarii on ne retient qu'une seule base industrielle d'éoliennes flottantes en Bretagne.**

En ce qui concerne la Cornouailles, où nous préfigurons une (scénario bas) à deux bases industrielles de production (scénario haut) pour le houlomoteur, celles-ci produiraient de **une centaine de machines par an d'ici à 2030**, soit une production annuelle globale de l'ordre de **100 à 200MW** (hypothèses de système de puissance unitaire d'1MW).

- *Sur les investissements dans les infrastructures :*

D'ici à 2030, les investissements à mener pour la construction des différentes infrastructures requises (centres de R&D, bases industrielles, ...) s'élèvent en Bretagne entre près de **300M€** (scénario bas) et plus de **500M€** (principalement pour les bases industrielles de l'éolien offshore flottant, du grand hydrolien maritime puis du houlomoteur), et de **100 à 150M€ en Cornouailles principalement pour le houlomoteur.**

NB : Ces évaluation comprennent la part des investissements dans les infrastructures portuaires qui ont d'ores et déjà été actés, en l'occurrence pour le **port de Brest** (plus de 100M€, dont une partie liée au développement des EMR), principal port industriel pour les deux régions.

- *Sur la génération de chiffre d'affaires :*

Remarques : Le chiffre d'affaires potentiel sur l'ETM réalisé par DCNS pour ses études d'ingénierie (dans l'éventualité d'une concentration de ses activités à Brest, à l'incubateur) n'a pas été modélisé.

FIGURE 83 : GENERATION DE CHIFFRE D'AFFAIRES ANNUEL PAR FILIERE POUR LA FILIERE BRETONNE (ACTEURS DE RANG 1) D'ICI A 2030

CA ANNUEL (M€) scénario BAS	2020	2030
Eolien posé	185	58
Eolien flottant	-	916
Grand hydrolien	13	61
Houlomoteur	-	167
ETM	-	-
Petit marémoteur	2	5
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	14	31
Thalassothermie	0,2	0,4
TOTAL CA ANNUEL (M€) scénario BAS	213	1 239
CA ANNUEL (M€) scénario HAUT	2020	2030
Eolien posé	330	251
Eolien flottant	-	1 242
Grand hydrolien	124	255
Houlomoteur	-	392
ETM	-	-
Petit marémoteur	14	31
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	14	94
Thalassothermie	0,4	0,9
TOTAL CA ANNUEL (M€) scénario HAUT	482	2 265

→ Nos évaluations sur la génération globale de chiffre d'affaires annuel pour les acteurs locaux en Bretagne (industriels et sociétés de service de rang 1 sur la chaîne de valeur) varient de **1,2md€ (scénario bas) à plus de 2,2md€ (scénario haut) à 2030**, principalement liée à la production industrielle et à l'exportation de systèmes éoliens flottants.

A noter que seuls les chiffres 2020 pour l'éolien posé sont plus élevés qu'en 2030 : ils correspondent à l'activité économique qui pourrait être générée à court terme (installation du parc de St-Brieuc en particulier), sans pour autant la pérenniser sur le long terme (relais rapide vers l'éolien flottant).

FIGURE 84 : GENERATION DE CHIFFRE D'AFFAIRES ANNUEL PAR FILIERE POUR LA FILIERE CORNOUAILLES (ACTEURS DE RANG 1) D'ICI A 2030

CA ANNUEL (M€) scénario BAS	2020	2030
Eolien posé	-	-
Eolien flottant	-	97
Grand hydrolien	-	8
Houlomoteur	118	186
ETM	-	-
Petit marémoteur	7	6
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	-	-
Thalassothermie	0,2	0,2
TOTAL CA ANNUEL (M€) scénario BAS	125	298
CA ANNUEL (M€) scénario HAUT	2020	2030
Eolien posé	-	-
Eolien flottant	-	216
Grand hydrolien	-	53
Houlomoteur	244	461
ETM	-	-
Petit marémoteur	1,7	10
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	0,04	0,12
Thalassothermie	0,2	0,8
TOTAL CA ANNUEL (M€) scénario HAUT	246	741

L'activité économique générée par le développement des EMR en Cornouailles sera surtout liée aux **activités industrielles centrées sur le houlomoteur, ainsi que sur les activités de services**, avec un enjeu fort d'attraction de projets à l'échelle locale pour maximiser le chiffre d'affaires réalisé par les acteurs des services maritimes d'installation et des services d'O&M (variation du chiffre d'affaires d'un facteur 2 entre les deux scénarii de puissance installée localement d'ici à 2030). Selon des hypothèses favorables, **le chiffre d'affaire global et multi-filière atteint plus de 700M€ à horizon 2030.**

- Sur la création d'emplois :

FIGURE 85 : POTENTIEL DE CREATION D'EMPLOIS DIRECTS EN BRETAGNE D'ICI A 2030

EMPLOIS CUMULES TOTAUX (directs) scénario BAS	2020	2030
Eolien posé	490	190
Eolien flottant	150	1 600
Grand hydrolien	95	110
Houlomoteur	150	600
ETM	20	30
Petit marémoteur	17	18
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	155	225
Thalassothermie	17	18
TOTAL EMPLOIS CUMULES DIRECTS scénario BAS	1 094	2 790
EMPLOIS CUMULES TOTAUX (directs) scénario HAUT	2020	2030
Eolien posé	990	830
Eolien flottant	150	1 880
Grand hydrolien	680	920
Houlomoteur	150	1 080
ETM	20	30
Petit marémoteur	17	18
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	155	525
Thalassothermie	17	18
TOTAL EMPLOIS CUMULES DIRECTS scénario HAUT	2 179	5 300

Parmi les 3'000 à 5'000 emplois directs potentiellement créés dans les EMR d'ici à 2030 en Bretagne, l'éolien flottant sera la première filière (avec plus de 1'500 emplois directs pour les deux scénarii) ; il s'agit principalement d'emplois industriels de production. Ceux-ci font par ailleurs appel à des emplois indirects pour la filière de sous-traitance, évalués à plus de 4'500 emplois (scénario bas) et jusqu'à près de 10'000 emplois (scénario haut) pour l'ensemble des EMR, dont une part significative pourrait être captée par la filière industrielle locale bretonne, la Cornouailles, ainsi que les régions limitrophes comme le Pays de la Loire, la Basse et Haute Normandie, ou encore le Devon.

FIGURE 86 : POTENTIEL DE CREATION D'EMPLOIS DIRECTS EN CORNOUAILLES D'ICI A 2030

EMPLOIS CUMULES TOTAUX (directs) scénario BAS	2020	2030
Eolien posé	-	-
Eolien flottant	150	605
Grand hydrolien	-	40
Houlomoteur	267	780
ETM	-	-
Petit marémoteur	16	18
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	30	30
Thalassothermie	17	18
TOTAL EMPLOIS CUMULES DIRECTS scénario BAS	480	1 490
EMPLOIS CUMULES TOTAUX (directs) scénario HAUT	2020	2030
Eolien posé	-	-
Eolien flottant	150	810
Grand hydrolien	-	135
Houlomoteur	330	1 220
ETM	-	-
Petit marémoteur	18	18
Petit hydrolien maritime et fluvial/estuaire	35	35
Thalassothermie	17	18
TOTAL EMPLOIS CUMULES DIRECTS scénario HAUT	550	2 235

La plupart des 1'500 à plus de 2'000 emplois directs qui pourraient être créés en Cornouailles d'ici à 2030 sur l'ensemble des marchés EMR, fait référence :

- à des emplois industriels dans le houlomoteur, pour plus de la moitié ;
- à des emplois d'assemblage et d'installation en mer (jusqu'à près de la moitié des emplois directs totaux, en particulier dans l'éolien flottant) ;
- à des emplois de services de maintenance, pérennes et localisés à proximité des parcs.

➔ Plus globalement, une part significative de ces emplois directs ne pourra être pérennisée qu'avec **l'export**, confirmant la nécessité pour le Bretagne et la Cornouailles d'identifier des opportunités de partenariat afin de renforcer la compétitivité globale de la filière MERiFIC au niveau européen voire mondial.

5 ANNEXE N°3 DE L'ETAPE 3 : ACTIONS IDENTIFIEES AU NIVEAU REGIONAL

5.1 Tableau de synthèse des 25 actions identifiées

La première liste d'actions a émergé suites aux ateliers de travail organisés avec des acteurs de la filière le 4 février 2014 à Brest⁸⁹. Cette liste a ensuite été complétée afin de couvrir les différents enjeux et recommandations identifiés dans cette étude.

N°	Action	I) Planification interrégionale sur l'ensemble des filières EMR	II) Financements innovants locaux	III) Stockage et autonomie énergétique	IV) Vision globale sur 2 filières stratégiques : éolien flottant et houlomoteur	V) Valorisation des opportunités des autres filières (éolien posé/hydrolien + filières alternatives)
1	Adopter un « Pacte des énergies marines renouvelables » – document de planification définissant des objectifs régionaux aux horizons 2020/2030	1				
2	Réaliser une étude technico-économique sur les sites à potentiel – identification des sites présentant un intérêt en lien avec la feuille de route issue de l'action n°1	1				
3	Mettre en place un observatoire de l'emploi spécifique au secteur EMR	1				
4	Mettre en place un Appel à Manifestations d'Intérêt (AMI) dédié aux systèmes innovants, aux technologies alternatives et aux territoires insulaires		1	1		1
5	Organiser des rencontres entre entreprises de Bretagne et Cornouailles et développer une offre commune de services amont	1			1	
6	Mutualiser les efforts de R&D sur les filières stratégiques – favoriser la coopération et fédérer les équipes de recherche, notamment autour des sites d'essais			1	1	1
7	Mener des actions de lobbying pour inscrire les filières EMR dans les politiques nationales	1				
8	Harmoniser et rendre cohérent la communication en matière de métiers liés aux EMR (et formations professionnelles associées) à l'échelle régionale	1				
9	Améliorer l'interactivité du guide EMR pour rendre plus lisible les compétences existantes / manquantes Assurer l'animation du guide EMR et veiller à sa MAJ Focus sur le tissu pertinent pour éolien posé et hydrolien	1				
10	Evaluer la possibilité de mettre en place de nouveaux outils de soutien public orientés charges industrielle		1			
11	Communiquer auprès des banques régionales sur le financement de projets EMR, y compris le financement participatif		1			
12	Structurer et localiser les bases industrielles de chaque filière en favorisant la coopération pour les marchés Bretagne/Cornouailles			1	1	1
13	Développer des partenariats à l'export (pour assurer la charge des acteurs bretons) / accords commerciaux sur des filières spécifiques			1	1	1
14	Créer une passerelle entre la Conférence Bretonne de l'Energie et la Conférence Régionale de la Mer et du Littoral Redéfinir la force juridique des décisions de la CRML (en révisant les statuts)	1				
15	Proposer une aide au montage pour les projets structurants via le Guichet Unique régional (aides financières, techniques et institutionnelles, services)		1			
16	Doter les ports en personnels qualifiés (opérations marines, services)	1				
17	Evaluer les investissements nécessaires dans les petits ports pour les infrastructures de maintenance				1	1
18	Soutien régional aux TPE/PME pour développer de petits projets innovants et les filières alternatives (petit marémoteur, hydrolien fluvial, ...)		1			1
19	Mettre en place un groupement d'achats pour les TPE/PME		1			

⁸⁹ Voir Synthèse des trois ateliers thématiques (enjeux énergétiques et R&D, développement économique et industriel, éducation-formation-emplois) et liste complète des actions proposées en Annexe N°1 de l'Etape 3.

N°	Action	I) Planification interrégionale sur l'ensemble des filières EMR	II) Financements innovants locaux	III) Stockage et autonomie énergétique	IV) Vision globale sur 2 filières stratégiques : éolien flottant et houlomoteur	V) Valorisation des opportunités des autres filières (éolien posé/hydrolien + filières alternatives)
20	Apporter un appui promotionnel et commercial pour une filière locale d'exportation de petits systèmes intégrés			1	1	1
21	Développer des partenariats à l'export (pour assurer la charge des acteurs bretons) / poursuite ou engagement de nouveaux programmes européens	1				
22	Communiquer sur les potentiels de reconversion / diversification auprès d'autres secteurs industriels : automobile, métallurgie, construction et réparation navales, NTIC (smart grids)...	1				
23	Mettre en place un fond d'investissement local dédié aux EMR (ou robustifier un fond global ENR du type EILAN)					
24	Réfléchir à l'opportunité de mettre en place une task force ENR ou EMR/véhicules électriques pour identifier un modèle de financement aval couplé EMR/VE					
25	Elargir le périmètre de l'observatoire de l'énergie et des gaz à effet de serre en Bretagne pour inclure les données concernant les réseaux énergétiques (électricité, gaz, chaleur et froid)					

5.2 Fiches détaillées des 7 actions prioritaires

Sur les 25 actions, sept actions ont été retenues comme prioritaires. Pour ces sept actions, une proposition de mise en œuvre (acteurs pilotes et partenaires, planning, estimation budgétaire...), à la fois pour la Bretagne et la Cornouaille, est décrite à titre indicatif.

Nous précisons que les actions ne nécessitent pas d'être mises en œuvre en même temps en Bretagne et en Cornouailles, mises à part les actions de coopération (actions N° 5 et 6), mais nous soulignons l'importance des échanges entre acteurs pour mutualiser les bonnes pratiques et retours d'expérience.

5.2.1 Fiche action n°1

<p>Intitulé et description de l'action :</p> <p>Adopter un « Plan régional des énergies marines renouvelables » – document de planification définissant des objectifs régionaux aux horizons 2020/2030</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réaliser des études des potentiels technico-économiques de toutes les filières EMR et tous les vecteurs énergétiques • Stratégie de raccordement des parcs en mer en intégrant les contraintes de raccordement et les possibilités offertes par le choix de différents vecteurs énergétiques 	
<p>Objectifs / résultats visés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adopter un document de planification pour chaque territoire (Bretagne et Cornouailles), base de la vision stratégique et coordonnée du développement des EMR, ceci afin d'anticiper judicieusement les besoins en infrastructures et le raccordement au réseau des parcs de production. • Présenter une planification spatiale par filière, issue d'une concertation avec l'ensemble des parties prenantes (filières EMR, co-activités, population) prenant en compte l'acceptabilité socio-économique des projets EMR et plus généralement tous les enjeux maritimes et côtiers potentiellement concernés. • Identifier et valoriser les briques technologiques distinctives pertinentes pour nos territoires et la ressource locale (systèmes insulaires par exemple). 	
<p>Organisme pilote :</p> <p>Conseil Régional de Bretagne / BDI</p> <p>Cornwall Council</p> <p>Partenaires :</p> <p>Conférence Régionale de la Mer et du Littoral, Conférence Bretonne de l'Energie, DREAL, RTE/ErDF, GrDF, ports,</p> <p>South West Marine Energy Park, ORDP, Western Power distribution</p>	<p>Echéance / terme :</p> <p>Lancement 2014 - Adoption 2015</p> <p>Estimation des coûts :</p> <p>200 k€</p>

5.2.2 Fiche action n°2

Intitulé et description de l'action :	
Réaliser une étude technico-économique sur les sites à potentiel – identification des sites présentant un intérêt en lien avec la feuille de route issue de l'action n°1	
Objectif / résultat visé	
<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser les études technico-économiques qui permettront de qualifier les 5 à 6 sites appropriés à l'implantation des différentes technologies en lien avec l'action n°1. • Evaluer la ressource disponible et les coûts d'accès pour les développeurs (y compris de raccordement), ceci afin d'identifier les différentes zones où la rentabilité est possible suivant les contraintes propres à chaque technologie. • Mettre l'accent sur l'éolien flottant (en définissant le positionnement régional, en prévision de l'appel d'offres à venir en fin d'année) 	
Organisme pilote :	Echéance / terme :
Conseil Régional de Bretagne / BDI	Avant fin 2014 pour l'éolien flottant
South West Marine Energy Park	
Partenaires:	Coûts :
DREAL, ADEME, RTE/ErDF	50 k€ pour 5 à 10 sites environ
Universités d'Exeter& Plymouth, MOR group	
Prérequis :	
Pour réaliser cette action N°2 avant la fin 2014, mutualiser avec les études des potentiels technico-économiques toutes filières de l'action N°1	

5.2.3 Fiche action n°3

<p>Intitulé et description de l'action :</p> <p>Mettre en place un observatoire de l'emploi spécifique au secteur EMR (via une structure existante à définir ou à créer <i>ex nihilo</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mutualisation des connaissances et des initiatives en place • Suivi qualitatif et quantitatif de l'emploi EMR • Zoom sur le potentiel à l'export • Harmonisation des messages et actions de communication à l'échelle régionale 	
<p>Objectif / résultat visé</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mettre en place un suivi via des indicateurs quantitatifs et qualitatifs des emplois générés par le développement de la filière EMR pour permettre l'anticipation des besoins de formation / reconversion et à la montée en puissance de l'ensemble de la filière, en lien avec les observatoires ou suivis déjà en place à l'échelle régionale. • Rendre attractifs les métiers de l'ensemble de la filière EMR (sur tous les maillons de la chaîne de valeur). • Suivre le potentiel à l'export des compétences générées sur les territoires (formations académiques ou professionnelles, certifications et normes, langues, etc.), éléments clés de l'attractivité des territoires. 	
<p>Organisme pilote :</p> <p>Conseil Régional de Bretagne</p> <p>ORDP (Cornwall Development Company) – SW MEP</p> <p>Partenaires</p> <p>UIMM, Pôle emploi, Réseau des CCI de Bretagne, Bretagne Pôle Naval, Pôle Mer ...</p> <p>LEP Cornwall & IOS, Cornwall Council skills, Cornwall Marine Network, universités</p>	<p>Echéance / terme :</p> <p>Lancement des travaux préparatoires en 2014 puis pérennisation de l'observatoire</p> <p>Coûts :</p> <p>Mise en œuvre : 0,5 Equivalent Temps Plein la première année</p> <p>Suivi, mise à jour et animation : 0,1 Equivalent Temps Plein</p>
<p>Prérequis :</p> <p>Capitalisation des travaux déjà engagés mais également sur l'association avec de nouveaux partenaires pour une actualisation continue des données.</p>	

5.2.4 Fiche action n°4

Intitulé et description de l'action :	
Mettre en place un Appel à Manifestations d'Intérêt (AMI) régional dédié aux systèmes innovants, aux technologies alternatives et aux territoires insulaires	
Objectif / résultat visé	
<ul style="list-style-type: none"> • Instaurer des mécanismes permettant l'expérimentation effective de solutions innovantes - technologies EMR alternatives, solutions technologiques de stockage insulaires -, et de lever l'écueil du financement de ces prototypes et nouveaux systèmes ; • Mettre en place des AMI pour orienter les mécanismes de soutien vers les moyens industriels, et non plus seulement sur la production énergétique ; • Cibler l'AMI pour permettre de développer des solutions stratégiques dans une visée d'export pour les marchés mondiaux (adaptabilité à des contextes géographiques différents pour l'atterrage par exemple) dans le but de générer des bénéfices socio-économiques à court terme. 	
Organisme pilote :	Echéance / terme :
Conseil Régional Bretagne	Travail préparatoire : 2014
South West Marine Energy Park / ORDP	Lancement de l'AMI : 2015, après l'action N°1
Partenaires financiers : ADEME, financements européens	Coûts :
Possibilité d'associer des financeurs privés et des banques	De 1 à 10 M€ (fonction du nombre de projets – parts et typologies des financements publics et privés à déterminer)
Prérequis : identifier les entreprises et solutions innovantes pouvant prétendre cet AMI (en lien avec les représentants de la filière EMR) pour cibler l'AMI	
Se rapprocher des régions ayant expérimenté cette démarche (Poitou-Charentes, Basse-Normandie, Pays de la Loire par exemple) ou ayant des problématiques communes (Aquitaine par exemple).	

5.2.5 Fiche action n°5

<p>Intitulé et description de l'action :</p> <p>Mutualiser les efforts de R&D sur les filières stratégiques – favoriser la coopération et fédérer les équipes de recherche, notamment autour des sites d'essais</p>	
<p>Objectif / résultats visés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Renforcer les partenariats entre Bretagne et Cornouailles pour une exploitation optimale des sites d'essai en fonction de leurs potentialités propres, dans l'intérêt des deux régions. La coopération s'organisera en particulier autour du Wave Hub pour les technologies houlomotrices, mais aussi d'autres sites d'essais et fermes pilotes comme le site de Groix pour l'éolien flottant. • Accord de coopération pluriannuel (2015-2020) <p>NB : Les sites d'essai présentent un levier d'attractivité clé auprès des développeurs de technologies et investisseurs, et ainsi participent aux facteurs de succès de l'émergence d'une filière industrielle locale, à fort potentiel d'exportation.</p>	
<p>Organisme porteur</p> <p>Conseil Régional Bretagne & Cornwall Council</p>	<p>Echéance / terme</p> <p>Signature de l'accord de coopération : 2014</p>
<p>Partenaires</p> <p>En priorité : France Energies Marines & South West Marine Energy Park</p>	<p>Coûts : les coûts de fonctionnement associés à cette action peuvent potentiellement s'intégrer dans les missions actuelles du Conseil Régional.</p> <p>En première estimation : 0,1 Equivalent Temps Plein</p>

5.2.6 Fiche action n°6

Intitulé et description de l'action :	
Organiser des rencontres entre entreprises de Bretagne et Cornouailles et développer une offre commune de services amont	
Objectif / résultat visé	
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcer les liens entre entreprises afin de développer une offre commune de services amont à haute valeur ajoutée (design des systèmes, ingénierie de champs, études météo-océaniques, etc.) ; • Inscrire ces rencontres B2B dans le cadre de rencontres entre institutionnels bretons et de Cornouailles (collectivités, établissements publics, agences de développement économique...) • Créer des synergies pour optimiser les coûts de développement des projets locaux ; accroître ainsi leur compétitivité, sur les marchés locaux et à l'export ; • Rendre effectifs les transferts de compétences. 	
Organismespilote :	Echéance / terme
BDI (avec BCI et EEN) & South West Marine Energy Park / ORDP	Dès 2014, rencontres à réitérer.
Partenaires	Coûts
CCI, BPN, Pôle Mer, TBI, FEM, GICAN, SER, etc.	~ 20 k€ selon modalités (frais logistiques, ...) ; voire un objectifs de coût nul avec des recettes adaptées issues des frais d'inscription.
Invest in Cornwall / Cornwall Development Company, LEP , MOR Group, Cornwall Marine Network, UK Trade & Investment	
Prérequis :	
Mener au préalable une campagne de communication, et s'assurer qu'il y ait suffisamment d'entreprises intéressées dans chaque territoire.	
Envisager les mutualisations possibles avec d'autres projets européens (ex : CHAIN 2)	

5.2.7 Fiche action n°7

Intitulé et description de l'action :	
Mener des actions de lobbying pour inscrire les filières EMR dans les politiques nationales	
Objectif / résultat visé	
<ul style="list-style-type: none"> • Inscrire les filières EMR dans le projet de loi sur la transition énergétique et la Stratégie Nationale de la Mer et du Littoral en France pour accroître la visibilité et le soutien politique aux filières EMR. (En Cornouailles, des actions de lobbying politique pourraient s'avérer nécessaires à l'issue du Offshore Renewable Delivery Programme dans 2 ans) ; • Mobiliser les différents leviers d'actions possibles en informant les élus locaux (dont les députés), les représentants des filières ; • Une action coordonnée (Bretagne et Cornouailles) peut être envisagée pour renforcer les messages, notamment à l'échelle européenne. 	
Organisme pilote :	Echéance / terme :
Conseil régional de Bretagne	1 ^{er} semestre 2014 (France)
South West Marine Energy Park/ LEP	
Partenaires	Coûts :
Autres collectivités et élus locaux (dont les syndicats départementaux), fédérations professionnelles et représentants des industriels, représentation à Bruxelles	En première estimation : 0,5 Equivalent Temps Plein d'ici le vote de la loi de Transition Energétique + synergies issues du réseau régional (politiques, fédérations, ...)
Commentaire	
En l'absence de l'inscription d'ambitions fortes en matière d'EMR, il s'agira de s'assurer que les réglementations européennes et nationales n'entravent pas le développement local de projets et de filières EMR.	