



1

Hydrolienne

Les énergies marines

CO-PRÉSIDENTS :

Monsieur Hugh BAILEY, Directeur général de General Electric France

Monsieur Marc LAFOSSE, Président d'Énergie de la Lune et Président de la Commission Énergies marines du SER

RAPPORTEURE :

Madame Yaël TREILLE, Auditrice au Conseil d'État

GROUPE DE TRAVAIL n°1

Comité de prospective de la CRE

#éclairerlavenir
@CRE_Propective

www.eclairerlavenir.fr



Comité
de prospective
de la CRE

ÉCLAIRER
L'AVENIR

Juin 2021

MOT DU PRÉSIDENT

La France est un pays de pêcheurs, de marins explorateurs et d'inventeurs, tel Jules VERNES, qui chérissent l'immensité de notre mer. Cette mère nourricière fait partie de notre patrimoine. Dans les grands bouleversements que nous connaissons avec le dérèglement climatique et le besoin de mener la transition énergétique, elle est encore une fois d'un concours précieux et salvateur.

Du Finistère aux rivages de Papeete, la France et son outre-mer disposent d'une surface maritime de premier plan pour assurer la sécurité de son approvisionnement énergétique. Dotées d'une incroyable force de production et d'une meilleure régularité que d'autres énergies de sources renouvelables, les technologies de production marine sont des alliées imparables pour soutenir l'électrification des usages et plus globalement l'évolution du système énergétique.

Expérimentations audacieuses au début des années 2010, les énergies marines se sont peu à peu imposées comme un des piliers de la transition énergétique. La production d'énergie en mer et par la mer n'est plus un fantasme ! Les technologies sont là, leurs coûts diminuent ; surtout cette énergie est éminemment souhaitable pour l'avenir de nos sociétés et le maintien de notre souveraineté.

Le développement des énergies marines est résolument un projet politique et industriel de coopération européenne, capable de produire des capacités significatives pour alimenter les habitants et accompagner l'économie du Vieux Continent dans sa trajectoire bas-carbone. Évidemment, il reste encore du chemin à parcourir pour passer de l'état d'invention à des projets rentables. Certaines technologies peinent à trouver un modèle économique rentable, comme l'hydrolien, mais continuent d'avancer et d'innover. D'autres technologies, mûres et rentables comme l'éolien posé, ne délivrent pas, aujourd'hui, leur plein intérêt pour la collectivité.

En effet, au début du second millénaire, la France a lancé sa politique de l'éolien en mer. Pourtant, pas un seul parc n'est aujourd'hui opérationnel. Qu'elles qu'en soient les raisons, que cette situation résulte d'erreurs involontaires ou de sabotages critiquables, le retard accumulé nuit cruellement à l'intérêt général. Il est de notre responsabilité collective de trouver une issue. J'ai demandé au Comité de prospective de se pencher sur ces impérities. Je félicite ce groupe de travail pour avoir dressé un état des lieux technique, économique et social et proposé des recommandations pour accompagner le développement de l'ensemble des technologies : éolien posé et flottant, hydrolien, houlomoteur, énergie thermique des mers, et encore bien d'autres.

Il est impensable que nos parcs de production deviennent des musées de la mer et que nous perdions notre avantage industriel promoteur d'emplois, dont nous n'avons pas le luxe de nous passer. Il serait désolant que nous devenions le dernier pays du continent européen en termes de puissance installée, alors même que nous disposons du second gisement mondial.

Cette année, j'ai confié au groupe de travail « *bouquet énergétique* », placé sous la présidence d'Hugh BAILEY, Directeur général de General Electric France, et de Marc LAFOSSÉ, Président d'Énergie de la Lune et Président de la Commission Énergies marines du SER, la difficile mission d'éclairer l'avenir de la filière énergies marines française. Thème qui est à la croisée des fils directeurs que j'ai donné à cette saison : l'industrie française et l'appropriation citoyenne de la transition énergétique. Tout d'abord, parce que la France accueille un tiers des industries opérant dans ce secteur, ensuite et surtout, parce que nous avons redécouvert que la coexistence des usages en mer ne coulait pas de source.

Je suis convaincu de deux choses. D'une part, que le développement des énergies marines demande un travail de concertation de tous les acteurs professionnels comme de la société civile pour développer les co-usages. D'autre part, que la stratégie nationale de développement, qui en découlera, doit s'inscrire dans une programmation de long terme transparente, acceptée et mise en œuvre par tous. Il en va de notre démocratie.

Comme le dit Michel TOURNIER, « *Ce qui complique tout, c'est que ce qui n'existe pas s'acharne à faire croire le contraire* » ; cette observation s'applique à tous les détracteurs qui prennent pour fondement de leurs réquisitoires, à charge contre ces projets, de fausses informations montées en épingle.

La mer est un bien commun qui doit être préservé et il n'est pas antinomique de dire qu'elle est également une ressource stratégique, qui doit pouvoir être au service du bien-être de ceux qu'elle accueille sur son rivage.

Jean-François CARENCO

AVANT-PROPOS

Le Président de la Commission de régulation de l'énergie, Monsieur Jean-François CARENCO, a créé à l'automne 2017 un Comité de prospective qui rassemble les grands acteurs du secteur afin d'éclairer le régulateur français sur les perspectives, à moyen terme, du secteur de l'énergie en France. Plusieurs groupes de travail ont été mis en place à cette occasion, chargés de rédiger des rapports publics.

Pour la saison 3, le groupe de travail n° 1 composé de représentants des principales entreprises du secteur et d'acteurs académiques, associatifs et institutionnels, a été chargé de travailler sur les « *Énergies marines* ». Il s'est réuni environ une fois par mois, sous la coprésidence Monsieur Hugh BAILEY (Directeur général de General Electric France) et de Monsieur Marc LAFOSSE (Président d'Énergie de la Lune et Président de la Commission Énergies marines du SER). Le groupe de travail a bénéficié du concours efficace de sa rapporteure, Madame Yaël TREILLE (Auditrice au Conseil d'État) qu'il remercie en conséquence.

La composition du groupe et la liste des interventions sont présentées en annexe.

C'EST DANS CE CADRE QUE LE PRÉSENT RAPPORT – QUI N'ENGAGE PAS LA CRE – A ÉTÉ ÉTABLI ; QUELQUES GRANDS PRINCIPES ONT GUIDÉ CES TRAVAUX :

- Ce rapport, qui se veut accessible à tous les publics – y compris aux non-spécialistes du secteur de l'énergie –, a pour ambition de nourrir le débat public, en s'appuyant sur l'analyse des principaux acteurs, privés, publics et parapublics, de l'énergie en France.
- Il est rédigé sous la seule responsabilité des deux co-présidents, Hugh BAILEY et Marc LAFOSSE.
- Sans prétendre à l'exhaustivité, les co-présidents se sont efforcés de considérer dans ce rapport la diversité des approches et des sensibilités des membres du groupe de travail. Ils y exposent des prises de positions qui prennent la forme de onze propositions, partagées par l'ensemble des membres du groupe de travail.

LE MOT DES CO-PRÉSIDENTS

Le verdissement du mix énergétique mondial actuel est loin d'être atteint : ce mix repose encore pour deux tiers sur les énergies traditionnelles, charbon et gaz, bien que la part des énergies renouvelables dans la capacité installée, qui croît constamment, atteigne désormais 40 %, soit environ 3 200 GW – pour près d'un quart de la production électrique mondiale –. Elle est portée très largement par les énergies hydraulique, éolienne et photovoltaïque ; les autres sources de production d'énergie décarbonée et renouvelable sont quasiment absentes du tableau des capacités installées, et notamment les énergies marines (EMR) – éolien *off-shore* inclus – alors même que leur potentiel important est de nature à répondre rapidement aux enjeux climatiques.

L'urgence climatique, et les objectifs internationaux et unilatéraux des États pour le développement d'une énergie décarbonée, exigent de dépasser très largement cette part de production d'origine renouvelable. Le développement massif de ces énergies est indispensable pour orienter la courbe des émissions vers les trajectoires ambitionnées ; + 2 °C dans le monde selon le *World Energy Outlook*, maintenant que la trajectoire de + 1,5 °C a été jugée irréaliste. Les volumes de capacité électrique installée, toutes sources confondues, ont vocation à croître encore, d'un quart peut-être dans la décennie à venir, pour accompagner une demande énergétique croissante ; une hausse de la part des renouvelables implique d'autant plus d'investissement dans ces capacités.

Pour accompagner la hausse à venir de la production d'électricité, les choix de technologies sont essentiels, et la réflexion sur le mix énergétique doit dépasser la question de la rentabilité immédiate des différentes sources de production. Nous savons en effet, depuis que les technologies éoliennes et photovoltaïques ont atteint leurs prix de marché, que le développement de technologies non encore compétitives est un investissement pertinent sur le temps long.

Actuellement, différentes sources d'énergies renouvelables connaissent un développement ralenti, empêché par l'absence d'engagement politique en leur faveur. En France, c'est notamment le cas des EMR.

La réflexion sur les EMR provient de celle de l'exploitation des forces de la mer : plus de 70 % de la surface du globe est couverte de mers et d'océans. Les courants, les marées, les vagues, les différences de températures de l'eau, sont des sources d'énergie colossales, dont l'exploitation est un enjeu majeur pour la production d'électricité et de chaleur. Les EMR sont renouvelables, décarbonées, et correspondent à des schémas de production électrique variés, qui permettent de répondre avec pertinence aux besoins des différents territoires et modèles de consommation énergétique. Outre leur dimension environnementale, ces énergies portent des enjeux en termes d'industrie, d'emploi, de développement de l'économie à échelle nationale comme territoriale.

Ces éléments doivent susciter l'attention de la France. Ce pays est à la pointe de l'innovation ; il comporte plusieurs bastions industriels en bord de littoral, avec une partie de son industrie logiquement tournée vers la mer – rappelons que la France a la seconde façade maritime d'Europe –. Son potentiel en matière d'EMR, à l'export comme sur le marché national, est plus important encore que celui de ses voisins Européens, ceux-là même qui ont fixé des objectifs chiffrés de capacités installée d'EMR, là où la France reste encore timorée. Par ailleurs, le contexte sanitaire de 2020-2021 n'a pas restreint ni reporté les possibilités de développement des EMR. Au contraire, les plans de relance, d'une ampleur sans précédent, sont la porte ouverte à une accélération des investissements. Ce contexte particulier, parallèle à la réflexion sur la transition énergétique menée plus largement par l'Union européenne – Pacte vert pour l'Europe fin 2019, stratégie énergétique

présentée par la Commission en juillet 2020, règlement sur la taxonomie adopté en juin 2020, ... –, crée pour la France un *momentum*. Elle doit se saisir de cette opportunité de porter des investissements de long-terme, favorables à la transition énergétique comme à l'industrie, à l'emploi et plus généralement à l'économie territoriale et nationale.

Ce rapport a vocation à faire connaître, pour le lecteur néophyte, le champ des possibles en matière d'EMR en France, par l'exposé d'exemples précis en métropole comme en outre-mer ; il a vocation, pour l'expert et le décideur, à éclairer la réflexion stratégique en matière d'énergies renouvelables et de mix énergétique. Les membres de notre groupe de travail, une quarantaine d'intervenants issus du milieu de l'énergie en France, que nous saluons et remercions dès à présent, ont formulé ensemble onze propositions, fruits d'une dizaine de réunions. Ces propositions, ainsi que les réflexions qui leur sont attachées, ont été rapportées de manière limpide et efficace grâce aux services de Yaël TREILLE, Auditrice au Conseil d'État, que nous remercions chaleureusement pour ce travail de qualité. L'objectif est clair : placer en France les EMR sur la voie de la croissance, en cohérence avec les engagements à tous niveaux en matière de développement des énergies vertes (et bleues !).

Hugh BAILEY

Marc LAFOSSE

LISTE DES PARTICIPANTS

Bénédicte	GENTHON	Ademe
Vincent	GUÉNARD	Ademe
Amandine	VOLARD	Ademe
Faustine	GAYMARD	Akuo Energy
Nicolas	MACCIONI	Akuo Energy
Éric	SCOTTO	Akuo Energy
Michel	DELPON	Assemblée nationale
Delphine	METZ	Assemblée nationale
Marine	RISEC	Assemblée nationale
Martial	SADDIER	Assemblée nationale
Olivier	SERVA	Assemblée nationale
Émilie	GARCIA	BPI France
Monique	DAUBIER	C2Stratégie
Marie-Solange	TISSIER	CGE
Frédéric	GRIZAUD	Chantiers de l'Atlantique
Marie-Noëlle	TINÉ-DYÈVRE	Cluster Maritime Français
Charlotte	BATES	CRE
Natalia	BAUDRY	CRE
Aodren	MUNOZ	CRE
Audrey	NIVOLE	CRE
Roman	PICARD	CRE
Michel	CIAIS	EDF
Anne-Claire	BOUX	EDF Renouvelables
Amandine	CARRIÈRE	EDF Renouvelables
Cédric	LE BOUSSE	EDF Renouvelables
Mathieu	BOURGADE	Enedis
Dominique	MONIOT	Engie Green
Anne	BARBARIN	FNCCR

Charles-Antoine	GAUTIER	FNCCR
Lionel	GUY	FNCCR
Antoine	RABAIN	Geckosphere
Thibault	DESCLÉE de MAREDSOUS	GE Renewable Energy
François	LAMBERT	GICAN
Rodolphe	DE BEAUFORT	Gimélec
Guillaume	GRÉAU	HydroQuest
François	BERTHELEMY	Naval Énergie
Julien	MARCHAL	Naval Énergies
Fabien	MESCLIER	Naval Énergies
Alexandre	ROCCHI	Naval Énergies
Matthieu	BLANDIN	Neopolia
Mihael	KRAUTH	OPECST
Anne-Lise	MEURIER	OPECST
Sarah	TIGRINE	OPECST
Cédric	VILLANI	OPECST
Olivier	HOUVENAGEL	RTE
Jean-Christophe	ALLO	Sabella
Frédéric	PETIT	Siemens Gamesa
Hélène	DURAND	Total
Anne-Marie	MUNTZ	UNELEG
Jean-Yves	GRANDIDIER	Valorem
Florence	SIMONET	Vattenfall
Marie-Laetitia	GOURDIN	Vattenfall AB
Yara	CHAKHTOURA	Vattenfall Éolien
Vincent	BALÈS	Wpd France
Pierre	WARLOP	Wpd France

AINSI QUE LES MEMBRES DE LA CRE EN CHARGE DU COMITÉ DE PROSPECTIVE :

- Madame Catherine **EDWIGE**, Commissaire
- Monsieur Ivan **FAUCHEUX**, Commissaire référent
- Monsieur Didier **LAFFAILLE**, Secrétaire général
- Monsieur Guillaume **FOURNEL**, Chargé de mission
- Madame Maïlys **MÉTÉREAU**, Chargée de mission

LISTE DES INTERVENANTS

Paul	ELFASSI	BCTG Avocats
Ruben	DEVOGELAER	Banque européenne d'investissement
Alessandro	IZZO	Banque européenne d'investissement
François	RENELIER	Bessé
Patrick	LAFARGUE	CNPMEM
Xavier	GUILLOU	DG MARE
Izan	Le CROM	École Centrale de Nantes
Hervé	LEXTRAIT	Enedis
Alexis	GAZZO	Ernest & Young
Matthieu	MONNIER	FEE
Yann-Hervé	de ROECK	France Énergies Marines
Geoffroy	MARX	Ligue de protection oiseaux France
Yves	VERILHAC	Ligue de protection oiseaux France
Christophe	COTTA	Mairie de Saint Nazaire
Julien	TOUATI	Meridiam
Christophe	CLERGEAU	Observatoire des énergies de la mer
Thomas	JACQUIER	Hydroquest
Jean-Luc	LONGEROCHE	GEPS Techno
Jean	HOURCOURIGARAY	Airaro
Jean-Michel	LOPEZ	Région Bretagne
Hubert	DEJEAN de LA BÂTIE	Région Normandie
Régis	BOIGEGRAIN	RTE
Giles	DICKSON	WindEurope

LISTE DES PERSONNES RENCONTRÉES LORS DU DÉPLACEMENT EN LOIRE-ATLANTIQUE ET EN VENDÉE

Ion	TILLIER	Comité Régional des Pêches maritimes et des élevages marins des Pays-de-la-Loire
Steven	CURET	GE Renewable Energy
Antoine	RASQUIN	GE Renewable Energy
Mathhieu	CARRETTE	Éoliennes en Mer Iles d'Yeu et de Noirmoutier

TABLE DES MATIÈRES

MOT DU PRÉSIDENT	3
AVANT-PROPOS	5
LE MOT DES CO-PRÉSIDENTS	6
LISTE DES PARTICIPANTS	8
LISTE DES INTERVENANTS	9
LISTE DES PERSONNES RENCONTRÉES LORS DU DÉPLACEMENT EN LOIRE-ATLANTIQUE ET EN VENDÉE	9
TABLE DES MATIÈRES	10
SYNTHÈSE	11
1. LE POTENTIEL ÉLEVÉ DES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES EST MOINS EXPLOITÉ EN FRANCE QUE DANS D'AUTRES PAYS	15
1.1. Si l'éolien en mer occupe aujourd'hui une place centrale au sein des différentes énergies marines renouvelables, les autres technologies sont également prometteuses	15
1.2. Malgré des réalisations et une ambition encore limitée, la France dispose d'un potentiel naturel et industriel important pour concurrencer le développement des EMR en Europe et dans le monde	20
2. CETTE NOUVELLE FILIÈRE INDUSTRIELLE FAIT FACE À DES ENJEUX FINANCIERS, JURIDIQUES, SOCIAUX ET DE PLANIFICATION	32
2.1. Le niveau élevé de risque intrinsèque aux projets d'énergies marines renouvelables se traduit par des conditions particulières de financement et d'assurance qui seront accentuées par la future hausse des coûts de raccordement	32
2.2. En dépit d'améliorations notables au cours des dernières années, le cadre réglementaire et juridique applicable aux EMR se traduit par des délais importants de déploiement des projets	34
2.3. L'acceptabilité des énergies marines renouvelables fait encore débat notamment pour les riverains, les défenseurs de la biodiversité et les pêcheurs	38
2.4. Les acteurs de la filière énergies marines renouvelables manquent de visibilité à moyen terme	39
3. LE DÉVELOPPEMENT DES EMR EN FRANCE NÉCESSITE LA DÉFINITION D'UNE STRATÉGIE GLOBALE ASSOCIANT L'ENSEMBLE DES PARTIES PRENANTES	41
3.1 Afficher des objectifs plus ambitieux pour l'ensemble de la filière	41
3.2 Faciliter l'acceptabilité des énergies marines renouvelables en mettant en place des appels d'offre plus responsables socialement et en construisant une relation de confiance avec les riverains et les pêcheurs	46
3.3 Simplifier les procédures d'autorisations administratives	50
3.4 Mettre en place un deuxième site d'essai raccordé au réseau	51
3.5 Coupler le développement des énergies marines renouvelables et celui de l'hydrogène	52

SYNTHÈSE

« Participer au développement français et européen des Énergies Marines Renouvelables (EMR) est une occasion pour la France d'accélérer sa transition énergétique ! »

Hugh BAILEY et Marc LAFOSSE

1. Le potentiel élevé des énergies marines renouvelables est moins exploité en France que dans d'autres pays

La France possède le deuxième gisement de vent éolien marin le plus important d'Europe, ainsi que la Zone Économique Exclusive (ZEE) la plus étendue après les États-Unis. Un réel potentiel existe en ce qui concerne la production d'EMR dans le pays, bien qu'il soit aujourd'hui largement sous-exploité par rapport à ses voisins européens. S'appuyant sur ce constat, le groupe de travail n° 1 du Comité de prospective de la CRE a consacré ses travaux de 2020-2021 au développement et la dynamisation des EMR en France.

Dans le secteur des EMR, l'éolien en mer posé apparaît comme la technologie la plus mûre – les retours d'expérience sont nombreux et les coûts ont diminué – la rendant compétitive par rapport aux énergies conventionnelles. Cette technologie est primordiale pour la construction des mix énergétiques futurs, en cohérence avec les objectifs fixés par les États en matière d'énergies vertes et de décarbonation. Bien qu'elle soit relativement plus connue, l'éolien en mer posé n'est que l'une des technologies EMR, et de nombreuses autres ont été développées.

- La technologie éolienne flottante est en progrès constant et les perspectives sont favorables.
- La technologie hydrolienne présente également des atouts majeurs, et son développement réduira progressivement les coûts encore élevés. Les retours d'expérience se multiplient à cet égard.
- Enfin, de nombreuses technologies comme le houlomoteur ou les énergies thermiques des mers (ETM), qui sont exposées dans ce rapport, présentent des potentiels importants à exploiter.

Au vu de la diversité des technologies existantes dans les EMR, il devient évident que ce secteur mérite d'être étudié, ne serait-ce qu'en raison de sa capacité à répondre aux enjeux climatiques de réduction drastique des émissions de CO₂, mais également de sa capacité à maintenir et créer des emplois dans ces nouvelles filières industrielles. En s'emparant de ce potentiels, plusieurs États au sein de l'Union européenne se sont fixés des objectifs de développement des EMR, là où la France semble restée sur la réserve, alors même qu'elle dispose d'un potentiel bien supérieur.

2. Cette nouvelle filière industrielle fait face à des enjeux financiers, juridiques, sociaux et de planification

Cette réticence peut s'expliquer par les obstacles encore rencontrés lors du développement et de l'exploitation des parcs d'EMR, qui ne seront levés qu'avec la poursuite de la recherche et du développement (R&D) sur ces technologies. Le premier obstacle est l'aspect financier lié au développement et à l'installation de ces technologies. Seul l'éolien en mer posé est arrivé à maturité industrielle. Les autres technologies présentent encore un niveau de risque dit « *aggravé* », entraînant des coûts de financement plus importants. Un deuxième obstacle rencontré par les parties prenantes du secteur est l'aspect juridique et réglementaire du développement de ces énergies. Des progrès dans ce domaine ont été constatés ces dernières années, mais les multiples recours ainsi que les phases d'autorisation des projets restent complexes et chronophages. De plus, la dimension sociale du développement de projets EMR est souvent compliquée, en raison de la faible acceptabilité de ces infrastructures industrielles par certains. Cette acceptabilité est extrêmement variable en fonction de la technologie utilisée, et la conciliation entre acteurs du secteur des EMR, pêcheurs et défenseurs de la biodiversité reste un sujet délicat. Enfin, l'absence de planification détaillée dans le temps et l'espace concernant les nouveaux projets d'EMR empêche les différentes parties prenantes d'avoir une visibilité suffisante sur le développement de cette activité, ce qui est préjudiciable pour les investisseurs et les industriels, comme pour les chantiers navals et les différents acteurs de l'infrastructure et du raccordement.

3. Le développement des EMR en France nécessite de définir une stratégie globale associant l'ensemble des parties prenantes

C'est donc en constatant à la fois le fort potentiel de la France dans le domaine des EMR mais aussi les nombreux obstacles auxquels le développement du secteur est confronté, que **ce groupe de travail a formulé onze propositions**, afin de définir une stratégie globale favorable au développement des EMR, en associant l'ensemble des acteurs du secteur. Le premier grand objectif recommandé, est d'établir une réelle planification du développement des EMR, afin de donner aux parties prenantes de la filière une meilleure visibilité à moyen terme.

Cet enjeu de planification est ainsi illustré par les quatre premières propositions :

- **Proposition n°1** : afficher des objectifs plus ambitieux pour la filière des EMR en adoptant lors de la révision de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) en 2023 les objectifs suivants :
 - éolien en mer : 18 GW en 2035 et 50 GW en 2050 (le potentiel technique exploitable identifié par l'Ademe est de 16 GW pour le posé et 34 GW pour le flottant) ;
 - hydrolien : 0,5 GW en 2030 et 3,5 GW en 2050 ;
 - houlomoteur : 100 MW en 2030 et 3,5 GW en 2050 ;
 - SWAC/ETM : dupliquer les efforts de recherche dans le domaine de l'ETM en s'appuyant sur l'expérience acquise des SWAC Polynésiens et réviser ainsi les PPE ultra-marines.

- **Proposition n°2** : la mise en place, après un débat public national associant l'ensemble des parties prenantes, d'une planification nationale maritime engageante à horizon 2050, dont le principe serait inscrit dans la PPE. Ce portage politique pourrait être assuré par le ministère de la Mer.
- **Proposition n°3** : en lien avec la planification établie au niveau national, dimensionner les parcs en fonction de ce qui est techniquement accessible en termes de raccordement afin d'éviter les surcoûts et les installations sous-optimales.
- **Proposition n°4** : identifier les projets hybrides auxquels la France pourrait participer au niveau européen.

Le deuxième objectif majeur de ce groupe de travail afin d'accélérer le développement des EMR est l'augmentation de l'**acceptabilité** de ces technologies, passant par la construction d'une relation de confiance avec les riverains et les pêcheurs.

Les quatre propositions suivantes vont dans ce sens :

- **Proposition n°5** : introduire dans les appels d'offres un critère relatif à la création d'emplois locaux induite par le projet.
- **Proposition n°6** : capitaliser sur le retour d'expérience des travaux des parcs déployés ou en cours de déploiement au niveau français, mais aussi européen pour développer des bonnes pratiques visant, lors de la mise en place des projets d'EMR, à améliorer le cadre de vie des riverains.
- **Proposition n°7** : définir un accord global de coexistence avec les représentants des pêcheurs, dont les règles s'appliqueraient à l'ensemble des projets à venir.
- **Proposition n°8** : modifier l'arrêté du 23 avril 2018 *relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne* pour tenir davantage compte de l'impact de la couleur des éoliennes sur le paysage et sur les risques de collision avec les oiseaux tout en assurant la sécurité aérienne.

Ce groupe de travail recommande également la **simplification** des procédures d'autorisation administratives, ainsi qu'une **unification** des différents essais en mer :

- **Proposition n°9** : généraliser le modèle de l'autorisation unique mis en place pour les projets d'EMR en Zone économique exclusive (ZEE) à l'ensemble des projets, y compris ceux dans le domaine public maritime.
- **Proposition n°10** : mettre en place, en Méditerranée, un deuxième site d'essai raccordé au réseau sur le modèle du SEM-REV tout en unifiant l'ensemble des sites d'essais français *via* une Fondation de coopération scientifique (FCS) pour structurer et financer les essais en mer.

Enfin, l'ultime proposition vise à répondre à l'enjeu du stockage de la surproduction d'électricité des EMR :

- **Proposition n°11** : coupler la question du développement des EMR avec celle de l'hydrogène.

Le suivi de ces propositions doit permettre de répondre aux difficultés rencontrées actuellement dans le développement des EMR en France, et de les développer harmonieusement à hauteur de leur potentiel.

INTRODUCTION

Le lundi 26 avril 2021, le Gouvernement français a annoncé la présélection de six candidats pour le 8^{ème} parc éolien en mer posé, prévu au large du Cotentin. L'annonce d'un 8^{ème} parc peut sembler paradoxale alors que la France ne compte à cette date qu'une seule éolienne en mer en fonctionnement. Ce constat est au cœur de la problématique de développement de la filière des Énergies marines renouvelables (EMR) en France : un potentiel élevé et un retard important.

Les EMR regroupent différentes technologies, dont les principales sont l'éolien, posé et l'éolien flottant, l'hydrolien, le houlomoteur et l'énergie thermique des mers. Ces EMR font partie intégrante de la stratégie énergétique européenne visant la neutralité climatique de l'Union européenne à l'horizon 2050. Dans cette perspective, la Stratégie européenne sur les EMR, publiée en novembre 2020, propose de porter la capacité de production éolienne en mer de l'Union européenne de 12 GW actuellement à au moins 60 GW d'ici à 2030 et à 300 GW d'ici à 2050. Au niveau national, de fortes disparités apparaissent cependant en termes de déploiement entre, d'une part, les États membres ayant parié sur ces technologies depuis de nombreuses années et, d'autre part, les États membres plus en retard, dont la France, alors même que cette dernière possède le deuxième gisement de vent éolien marin le plus important en Europe, et qu'une filière industrielle est en train de se structurer autour de ces technologies.

Plusieurs obstacles¹ peuvent expliquer ce retard. Tout d'abord, les conditions de financement de ces projets risqués, à l'exception de l'éolien en mer posé, technologie la plus avancée, sont complexes et leur rentabilité sans doute moins attractive comparée à d'autres projets dans le secteur de l'énergie. Ensuite, le cadre réglementaire français s'est longtemps caractérisé par des procédures lourdes accentuant les délais de déploiement. Ces derniers ont été également allongés par les nombreux recours en justice qui accompagnent systématiquement la mise en place de ces projets dont l'acceptabilité fait encore débat. Enfin, et peut-être surtout, un manque de planification de long terme est à déplorer du côté des pouvoirs publics ne permettant pas aux industriels, acteurs portuaires et gestionnaires de réseau d'anticiper suffisamment en amont les actions à mettre en œuvre.

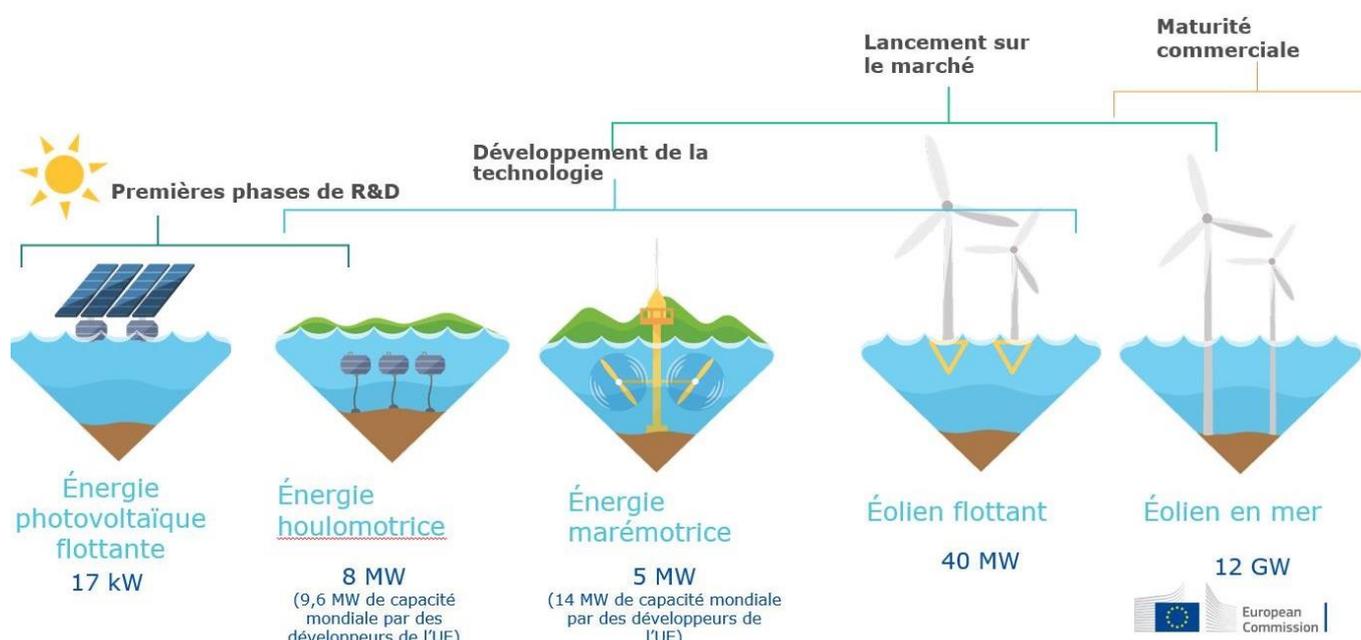
Dépasser ces blocages implique donc de mettre en place une stratégie globale associant l'ensemble des parties prenantes pour dynamiser cette filière en facilitant son déploiement et en lui donnant de la visibilité. C'est dans cette perspective que le groupe de travail, qui a associé l'ensemble des acteurs de la filière et des personnes concernées, énonce 11 propositions pour permettre à la France de rattraper son retard et faire des EMR une source majeure d'énergie propre aux retombées économiques importantes.

¹ Le groupe de travail a choisi de ne pas aborder dans ce rapport les enjeux de fiscalité, qui font l'objet d'une mission d'inspection encore en cours en juin 2021.

1. LE POTENTIEL ELEVÉ DES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES EST MOINS EXPLOITÉ EN FRANCE QUE DANS D'AUTRES PAYS

1.1. Si l'éolien en mer occupe aujourd'hui une place centrale au sein des différentes énergies marines renouvelables, les autres technologies sont également prometteuses

Les différentes technologies d'EMR sont à des stades de maturité différents, allant de la phase de recherche et développement à celle de la maturité commerciale.



Les technologies liées aux énergies renouvelables en mer

Source : Commission européenne, 2020.

1.1.1. L'éolien est la technologie d'EMR la plus avancée, avec une prédominance de la technologie posée sur la technologie flottante

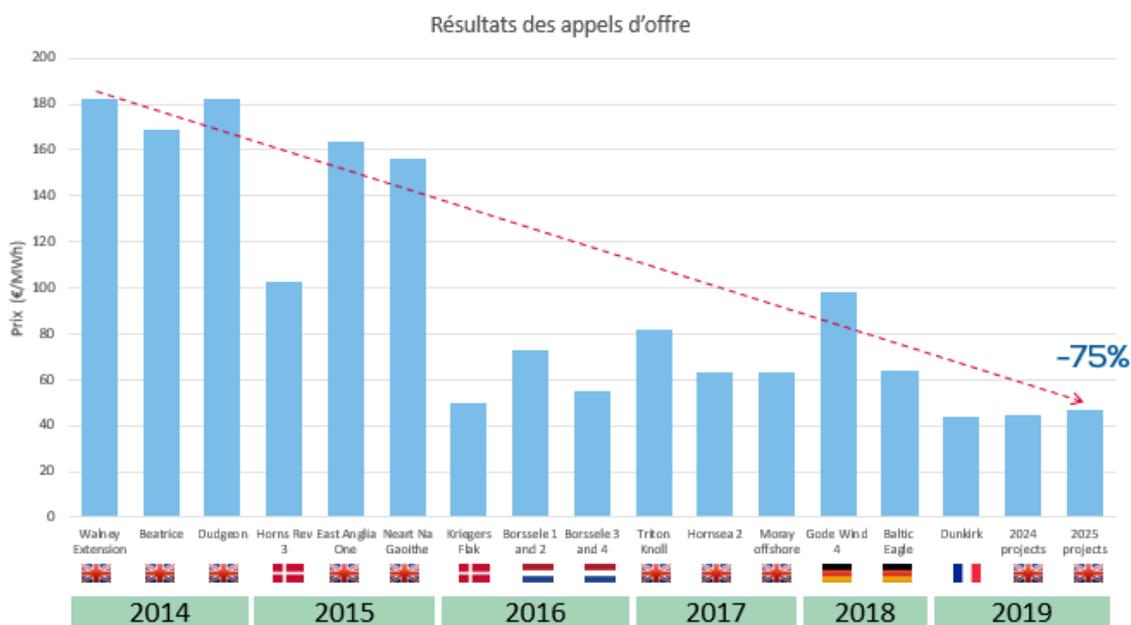
Les éoliennes en mer permettent d'exploiter l'énergie cinétique du vent, largement disponible en mer. Elles sont soit posées sur le fond marin soit fixées sur des structures flottantes maintenues par des lignes d'ancrage reliées au fond marin.

Le marché mondial de l'éolien en mer est en pleine expansion. Au niveau européen, le marché est plutôt porté par des technologies posées (80 % des exploitations sont en Mer du Nord). À l'inverse, au niveau mondial, 80 % du potentiel repose plutôt sur des technologies flottantes. Ce marché devrait croître, dans les prochaines années, de 13 % par an, ce qui représenterait 20 GW de capacités additionnelles par an, à horizon 2030².

² Source : France Énergie Éolienne.

Cette expansion repose sur une baisse des prix importante au niveau mondial, le coût de l'éolien en mer ayant globalement diminué de 75 % entre 2014 et 2019. À noter que le coût complet de production de l'énergie, LCOE³, représente l'ensemble des coûts de l'installation (investissement initial et dépenses annuelles de fonctionnement) rapportés à l'énergie produite par l'installation sur une période de temps donnée (durée du contrat ou durée de vie par exemple).

Graphique représentant la baisse du coût de l'éolien en mer en €/MWh sur les appels d'offres des États membres européens entre 2014 et 2019



Source : WindEurope, février 2020.

Le développement des EMR, et notamment de l'éolien, va également de pair avec la recherche de nouveaux débouchés par les acteurs de l'*oil and gas*. Cette activité leur permet de mobiliser leur base d'actifs traditionnels en proposant leurs services au niveau de la production des plateformes et des flotteurs, de la mise à disposition de navires d'installation en mer et de capacités de stockage portuaire.

L'éolien en mer posé est la technologie la plus aboutie et la plus compétitive. À ce stade, les pays les plus avancés sur les EMR ont axé leur développement sur les éoliennes en mer posées. Cette filière se caractérise aujourd'hui par une maturité technologique solide, une concurrence accrue, une innovation importante et continue, et une rationalisation des moyens industriels. La puissance unitaire moyenne des éoliennes en mer s'accroît d'année en année : en 2019, cette puissance était de 7,8 MW, soit 1 MW de plus qu'en 2018. L'éolienne en mer la plus puissante au monde, l'Haliade-X produite par General Electric, a désormais une puissance de 13 MW. Siemens Gamesa va tester courant 2021 une éolienne d'une puissance de 14 MW. La taille moyenne des projets éolien en mer a doublé en 10 ans pour atteindre 621 MW en 2019. Certains appels d'offre au Royaume-Uni et aux États-Unis dépassent 1 GW.

³ LCOE: *Levelized Cost of Energy*.

Ces différents facteurs expliquent une forte baisse des coûts. L'éolien en mer posé peut désormais être considéré comme une source de production d'énergie compétitive sans soutien public, comme l'atteste la mise en service au Pays-Bas d'un premier parc sans dispositif de soutien public. En 2019, l'appel d'offres pour le parc éolien en mer de Dunkerque a marqué un tournant dans la maturité du marché français avec un niveau de prix très compétitif de 44 €/MWh sur 20 ans (hors raccordement et plate-forme en mer), soit quatre fois moins que les deux appels d'offres précédents.

L'éolien en mer flottant est en pleine expansion, mais pose encore certaines questions. Le premier parc d'éoliennes flottantes en mer, le projet Hywind, a été inauguré en Ecosse en 2017 par les sociétés Statoil et Masdar. Sa capacité de production est de 30 MW. Un autre parc éolien flottant, WindFloat Atlantic, a été mis en service fin juillet 2020 au Portugal. Ses trois éoliennes sont composées des plus grandes turbines au monde sur plate-forme flottante, et ont une capacité installée totale de 25 MW. Elles reposent sur une technologie d'amarrage permettant l'installation dans des eaux de plus de 100 mètres de profondeur, avancée technologique majeure alors que 80 % des ressources européennes en vent se situent dans des eaux dont la profondeur atteint 60 mètres et plus, limite maximale à partir de laquelle il n'est plus envisageable, économiquement, d'utiliser des éoliennes posées.

Le potentiel techniquement exploitable dans le monde par l'éolien en mer flottant est de 3 500 GW, ce qui fait de cette technologie le premier gisement d'EMR commercialement exploitable. En termes de stratégie industrielle, le développement de l'éolien flottant est complémentaire de celui de l'éolien posé, de nombreux composants étant similaires, ce qui permet d'accroître le marché global et les débouchés. L'éolien en mer flottant pose cependant certaines questions spécifiques, notamment en ce qui concerne la fourniture des accessoires, des équipements et des systèmes mécaniques pour le système d'ancrage, le flotteur (dont le poids atteint environ 3 500 tonnes) et l'adaptation des infrastructures portuaires utilisées pour l'assemblage des aérogénérateurs et flotteurs. Les technologies de flotteurs ne sont pas encore complètement abouties et le coût de ces derniers restent aussi élevés que les éoliennes qu'ils supportent. Au total, les prix restent encore nettement plus élevés que pour l'éolien en mer posé. La Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)⁴ publiée en avril 2020 fixe un objectif de l'ordre de 150 €/MWh pour les premiers projets commerciaux mis en service à l'horizon 2028 et une convergence du tarif entre l'éolien en mer posé et flottant à moyen terme.

1.1.2. Si les autres technologies d'EMR sont moins matures, elles sont également prometteuses

L'hydrolien est une technologie qui dispose de nombreux atouts à des coûts qui devraient être rapidement compétitifs. Il permet d'exploiter l'énergie cinétique contenue dans les courants associés au déplacement des masses d'eau qui accompagne le phénomène de marée.

Les principaux atouts de l'hydrolien sont, d'une part, sa forte acceptabilité sociale, les machines étant invisibles, et, d'autre part, sa prédictibilité, les marées pouvant être prévues des années à l'avance. Par ailleurs, en termes de développement, cette technologie s'appuie sur des outils industriels déjà existants soit dans la filière de l'éolien en mer

⁴ Outil mis en place par la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 *relative à la transition énergétique pour la croissance verte*.

(génératrices *direct drive* à aimants permanents, connecteurs subaquatiques) soit dans les chantiers navals (convertisseurs, composants électro-techniques, sous-ensemble des embases gravitaires, etc.) ce qui lui permet une phase d'industrialisation rapide et la construction d'usines de dimensions raisonnables à la portée de PME ou d'ETI.

En France, les principaux acteurs dans ce domaine sont Hydroquest et Sabella. Hydroquest bénéficie du soutien industriel et financier des Constructions mécaniques de Normandie (CMN) et de leur chantier naval de Cherbourg parfaitement adapté en termes de taille (chantier pour des bateaux de 30 à 60 m) et d'implantation géographique. La mise en place d'une ferme pilote au cœur du Raz Blanchard devrait être une étape essentielle vers le développement commercial de cette technologie. L'objectif est de mettre en place sept machines de 2,5 MW, soit un total d'environ 17,5 MW pour un productible net moyen annuel de 41 GWh/an (consommation de 8 200 foyers). La construction est prévue en 2023-2024 et la mise en service en 2025 pour 20 ans d'exploitation. Sabella base actuellement son développement sur la réalisation deux fermes en Bretagne, l'une au passage du Fromveur à proximité de Ouessant (projet PHARES), le second exploitant le courant de la Jument du Golfe du Morbihan (projet TIGER). D'un point de vue industriel, l'entreprise Quimpéroise prévoit la construction d'une usine de fabrication et d'assemblage sur le polder de Brest durant les prochaines années.

Le déploiement en phase commerciale, implique que la filière hydrolienne réussisse à baisser ses coûts. Sur les dix dernières années, on observe déjà une baisse de 30 % de ces coûts. Les acteurs de la filière se fixent une cible comprise entre 50 et 100 €/MWh produit dès les premiers 1 000 MW installés. Cette baisse de prix s'appuiera sur des leviers similaires à ceux mis en œuvre par la filière éolienne en mer :

- industrialisation ;
- augmentation massive de la puissance des machines (au-delà de 5 MW) ;
- amélioration continue du design pour gagner en fiabilité, baisser les coûts d'assurance et réduire davantage les dépenses d'exploitation (OPEX) même si ces dernières sont désormais à peu près équivalentes à celles de l'éolien en mer et que l'effort le plus important porte sur les dépenses d'investissement (CAPEX) ;
- amélioration des couts de développement (DEVEX) ;
- augmentation et adaptabilité de la flotte de moyens maritimes à proximité du marché ;
- augmentation des volumes de production et effets d'échelle ;
- un complément de rémunération probable par la vente d'un électron prédictible (service au réseau).

Les courbes d'apprentissage sont encourageantes et permettent d'appréhender cette trajectoire de baisse de coûts avec confiance. Ce constat est partagé par la Commission européenne qui enregistre des baisses de coûts significatives des projets qu'elle soutient depuis 2014, notamment *via* son Plan stratégique pour les technologies énergétiques (SET-Plan).

Le houlomoteur, technologie encore coûteuse, présente un intérêt particulièrement pour des solutions hors réseau (*off grid*). Il permet d'exploiter l'énergie potentielle liée au déplacement vertical des particules d'eau, ainsi que l'énergie cinétique liée à la vitesse des particules d'eau des vagues et de la houle.

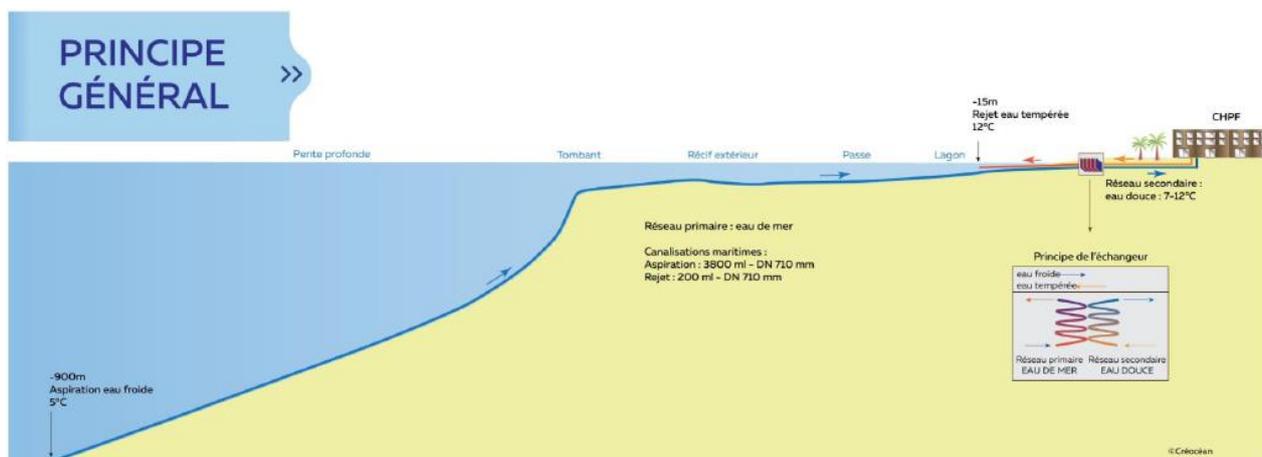
Malgré des progrès technologiques récents, le prix du houlomoteur est encore élevé. Plusieurs concepts coexistent en fonction de la proximité des côtes. D'un point de vue technologique, l'Europe est la plus avancée au monde. L'usine houlomotrice à la côte de Mutriku (300 kW), au Pays basque espagnol, est la première usine commerciale à exploiter cette technologie *via* la mise en place d'un système de récupération par colonnes d'eau oscillantes. Après l'échec de Pelamis en Ecosse, d'importants efforts ont été faits en termes d'innovation. L'Union européenne investit environ 100 millions d'euros par an sur le houlomoteur. Cette technologie est cependant encore 50 % plus coûteuse que l'hydrolien. Les dernières estimations permettent d'évaluer le coût de cette technologie entre 220 et 250 €/MWh avec un contrat d'achat d'électricité sur 25 ans. Des avancées en termes de R&D sont encore nécessaires dans ce domaine, comme en témoigne les efforts de recherche communs entre GEPS Techno et l'IFREMER.

L'un des usages actuels du houlomoteur est d'offrir des solutions *off grid*. L'analyse du marché montre que les entreprises qui utilisent cette technologie pour alimenter le réseau doivent faire face à des investissements très lourds pour un succès limité. Aucun projet n'en est au stade de la ferme pilote. À l'inverse, les entreprises qui utilisent le houlomoteur pour des solutions *off grid* connaissent plus de réussite. On recense 6 entreprises mondiales sur ce modèle. Seul GEPS Techno a actuellement des machines à l'eau. Par ailleurs, la technologie houlomotrice intéresse de plus en plus le secteur de l'*Oil and gas* qui cherche non seulement à verdir son image mais aussi à améliorer sa rentabilité en allant chercher des têtes de puits loin des plateformes tout en évitant de tirer des câbles. À partir d'une distance de 15 kilomètres, cette solution apparaît en effet plus performante que la mise en place d'un câble. Le houlomoteur pourrait également être utilisé comme groupe de secours pour les parcs d'éoliennes en mer. L'utilisation de la technologie houlomotrice comme service annexe de l'*Oil and gas* ou de l'éolien en mer *off-shore* permet d'éprouver ces systèmes et, à terme, de faire baisser le coût actualisé de l'énergie (LCOE).

L'Énergie thermique des mers (ETM), en partie appliquée *via* les systèmes de SWAC (Sea Water Air Cooling), doit encore faire l'objet d'optimisation industrielle. Elle produit de l'énergie par échange thermique entre l'eau froide et l'eau chaude des océans.

Les systèmes de SWAC ne produisent pas d'énergie, mais se substituent à des systèmes de climatisation classiques très énergivores par un puisage d'eau océanique à 900 mètres de profondeur (5 °C environ). Ils correspondent à la partie froide du cycle de l'ETM.

Les principes généraux du fonctionnement d'une installation de climatisation par eau de mer (SWAC)



Source : Airaro, présentation au groupe de travail n°1, 2021.

Les systèmes de SWAC présentent de nombreux avantages, notamment en zones insulaires. Eprouvés industriellement depuis 15 ans en Polynésie pour des besoins calorifiques raisonnables, ils permettent de se substituer intégralement aux systèmes d'eau glacée contrairement aux systèmes de thalassothermie. Leur coefficient de performance est supérieur à 100 contre 3 pour les systèmes classiques : pour 1 W d'électricité injecté dans le système primaire des pompes, il est possible de récupérer 160 W de froid, ce qui correspond à plus de 100 W distribués. Les SWAC permettent de diviser par 30 les besoins énergétiques sur la climatisation, qui représente 40 % des besoins énergétiques en milieu insulaire. Ces systèmes sont particulièrement adaptés à des clients gros consommateurs d'énergie (hôpital, hôtels, etc.) à proximité directe de la côte dans des sites marins disposant de grandes profondeurs près de ces côtes. Il y aurait ainsi environ 10 installations potentielles en outre-mer.

La maîtrise de la technologie SWAC permettra d'aller vers l'ETM qui nécessite encore des optimisations industrielles sur la partie chaude du cycle avec un renforcement nécessaire de la performance de l'évaporateur et de la liquéfaction, des techniques permettant de s'assurer de l'absence de *biofouling*⁵ dans cet évaporateur et une amélioration de la turbine en aval de l'évaporateur. Cette technologie, intéressante par son impact environnemental faible et sa disponibilité reste toutefois compliquée à installer dans des zones cycloniques. De plus, son coût reste aujourd'hui élevé (400 €/MWh).

1.2. Malgré des réalisations et une ambition encore limitée, la France dispose d'un potentiel naturel et industriel important pour concurrencer le développement des EMR en Europe et dans le monde

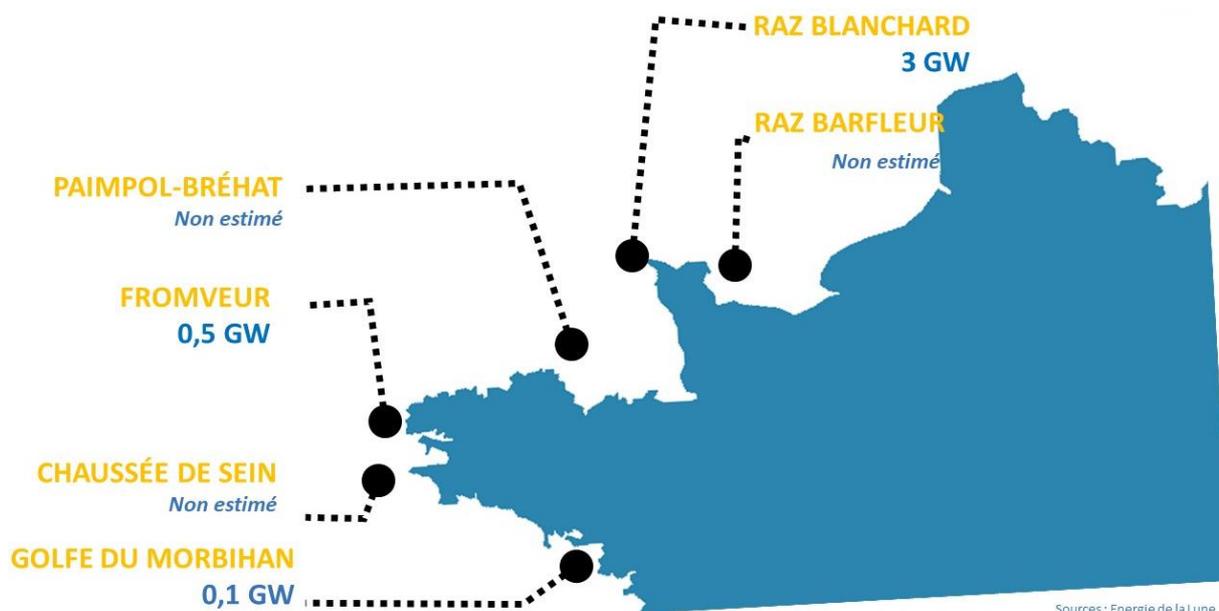
1.2.1. Les EMR en France : un potentiel qui tarde à se réaliser

La France dispose d'atouts naturels importants, en métropole et en outre-mer, pour le développement des EMR. En métropole, les 3 500 km de côtes et les 330 000 km² d'espace maritime donnent à la France le deuxième gisement de vent éolien marin en Europe, derrière le Royaume-Uni et devant l'Allemagne.

⁵ Encrassement par fixation d'organismes aquatiques.

La PPE retient, sur la base des estimations de l'Ademe, un Potentiel technique exploitable (PTE) de 90 GW pour l'éolien posé dont 16 GW seraient accessibles du fait de la nécessaire conciliation avec les autres usagers de la mer et un PTE de 155 GW pour l'éolien flottant dont 33 GW seraient accessibles. La France dispose du deuxième potentiel hydrolien européen avec au minimum 3,6 GW (potentiel de 100 GW au niveau mondial et de 16 GW au niveau européen). Ce potentiel hydrolien français représente environ un tiers de la production éolienne terrestre sur l'ensemble du territoire national, soit la production prévisionnelle d'un EPR. Sur les 3,6 GW, 3 GW se situent au Raz Blanchard sur 50 km², ce qui en fait un des meilleurs sites au monde pour le développement de cette technologie.

Le potentiel de l'hydrolien en France



Source : *Énergie de la Lune*.

Les régions ultramarines, par leurs spécificités géographiques et énergétiques sont des territoires propices au développement de petites fermes éoliennes en mer flottantes. Ces régions sont également appropriées à l'exploitation de l'ETM. La Polynésie est notamment un des meilleurs sites au monde pour cette technologie : eaux profondes proches des côtes, moindre occurrence cyclonique, coût de l'électricité proche de 300 €/MWh.

Une filière industrielle française, génératrice d'emplois, émerge dans le secteur des EMR. Alors que la France n'a pas encore de parcs éoliens en mer en service, elle possède déjà un tiers des capacités européennes de production d'éoliennes en mer, avec les usines de General Electric à Saint-Nazaire (nacelles) et à Cherbourg (pales) et de Siemens Gamesa au Havre (nacelles et pales). General Electric réalise aujourd'hui les travaux d'extension de son site de Montoir-de-Bretagne pour accueillir la production de l'Haliade-X de 13 MW (turbine éolienne la plus puissante au monde actuellement) dès la fin 2021. La nacelle sera produite à Montoir-de-Bretagne, les pales à Cherbourg, et le mât en Espagne. Ce redimensionnement représente un investissement d'environ 130 millions d'euros pour General Electric en France (400 millions d'euros pour le projet global).

À côté de ces usines dédiées, l'industrie plus généraliste participe également à l'activité de cette filière, notamment *via* la production de sous-stations électriques par les Chantiers de l'Atlantique ou de câbles dans les usines de Prysmian. Au-delà des usines positionnées sur le littoral, des entreprises présentes sur l'ensemble du territoire sont mobilisées, entraînant des retombées importantes en termes d'emplois.

La filière EMR compte désormais près de 5 000 emplois⁶ en France. La hausse du nombre d'emplois, Équivalents temps plein (ETP), constatée en 2020 (+ 1 794 ETP, + 59 %) se concentre principalement dans la catégorie des prestataires et fournisseurs de la chaîne de valeur (+ 1 669 ETP soit 92 % de l'augmentation globale) et dans une moindre mesure chez les développeurs-exploitants (+ 139 ETP). Comptant près de 4 000 emplois, les prestataires et fournisseurs de la chaîne de valeur représentent désormais 82 % de l'emploi total de la filière (contre 70 % en 2018), témoignant de l'accentuation du caractère industriel de celle-ci au cours des dernières années et de son implantation dans les territoires. Pour l'hydrolien, Hydroquest qui développe une technologie 100 % française (R&D dans des laboratoires à Grenoble, réalisation à Cherbourg de la structure des hydroliennes, entreprises françaises pour les rotors en composite et les fondations gravitaires (FMGC), travaux de raccordement locaux, maintenance des machines réalisées à Cherbourg) anticipe, à terme, des charges en ETP par an supérieur à 800 ETP.

Depuis 2007, 3,6 milliards d'euros d'investissements ont été réalisés La construction des trois premiers parcs éoliens en mer français et de leur raccordement expliquent essentiellement la hausse des investissements en 2020. En effet, les montants engagés par les développeurs-exploitants dépassent pour la première fois le milliard d'euros (+ 938 millions d'euros d'investissements effectivement réalisés sur un an). Ces acteurs représentent désormais 84 % des investissements de la filière (contre 36 % en 2018), témoignant du déploiement effectif de l'éolien en mer au large des côtes françaises. L'augmentation des investissements concerne principalement l'éolien en mer posé (+ 350 % en un an).

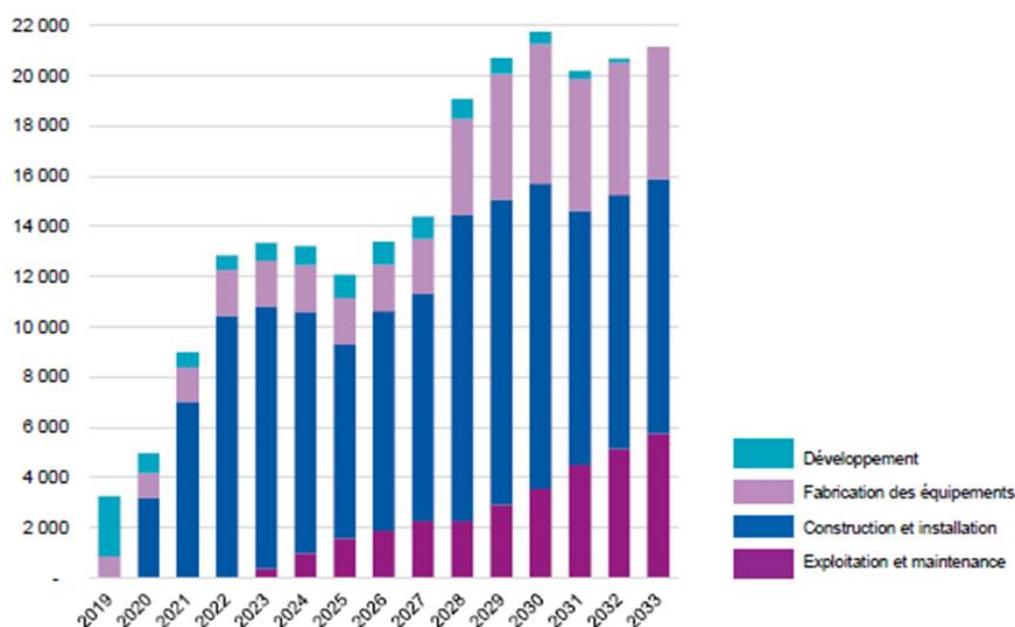
Les retombées en emplois de la filière énergies marines renouvelables

	R&D	Développeurs Exploitants	Chaîne de valeur industrielle	Institutionnels	TOTAL
ETP EMR	233 (-9%)	576 (+32%)	3 992 (+72%)	58 (+22%)	4 859 (+59%)
CA 2020 k€	11 660 (+21%)	8 955 (+4 378%)	806 474 (+174%)	6 448 (+268%)	833 537 (+173%)
Investissements 2020 k€	4 314 (+60%)	1 228 052 (+324%)	153 481 (+87%)	71 523 (-3%)	1 457 370 (+69%)
Répondants	23 (-28%)	20 (+33%)	217 (+6%)	30 (-23%)	290 (=)

Source : Observatoire des énergies de la mer, chiffres clés 2020.

⁶ Les chiffres indiqués dans cette partie sont issus du rapport 2020 de l'Observatoire des énergies de la mer.

Les ETP directs et indirects de la filière



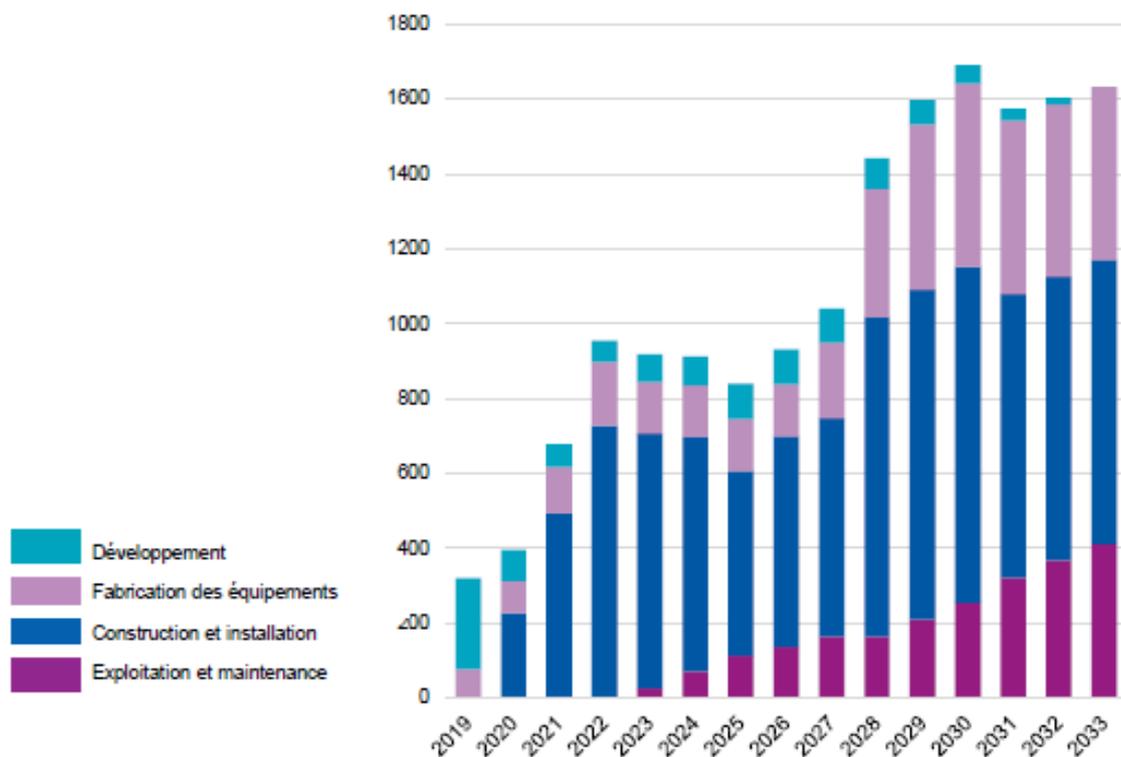
Source : *Évaluation et analyse de la contribution des énergies renouvelables à l'économie de la France et de ses territoires*, SER et EY, juin 2020.

Le développement de la filière des EMR s'appuie sur l'implication des autorités portuaires. En 2020, ces derniers ont investi environ 55 millions d'euros pour adapter les infrastructures portuaires à la production des EMR (notamment, à La Rochelle, Nantes, Brest et au Havre).

Enfin, en amont, les EMR bénéficient des travaux des organismes publics de recherche et de formation avec 93 laboratoires français travaillant en lien avec les EMR. Une part de cette recherche est également coordonnée et structurée au niveau national par un Institut de la transition énergétique, France Énergies Marines, par l'intermédiaire des projets qu'il opère. Le laboratoire de recherche en hydrodynamique, énergétique et environnement atmosphérique (LHEEA) de l'École Centrale de Nantes joue, dans ce cadre, un rôle particulier puisqu'il est en charge de la gestion du SEM-REV, premier site européen d'essais en mer multi-technologies connecté au réseau permettant de faire des tests à l'échelle réelle. L'École Centrale Nantes porte également, avec l'IFREMER et d'autres gestionnaires de sites d'essais (EDF, VALECO et SEENEOH) un projet de Fondation de coopération scientifique pour opérer en commun ces sites et porter plus facilement les coûts des essais en mer.

Les retombées économiques des EMR pourraient, à terme, être importantes. Le Syndicat des énergies renouvelables (SER) a publié en juin 2020, avec le cabinet EY une étude sur la contribution des énergies renouvelables à l'économie de la France et de ses territoires. En retenant des hypothèses de 6,5 GW d'éolien en mer posé et de 1,5 GW d'éolien en mer flottant en 2033, cette étude prévoit une multiplication par 6 des emplois et une multiplication par 10 de la valeur ajoutée associés à la filière des EMR. Au-delà du marché national, ces éléments reposent sur une captation importante des marchés à l'étranger par les entreprises françaises.

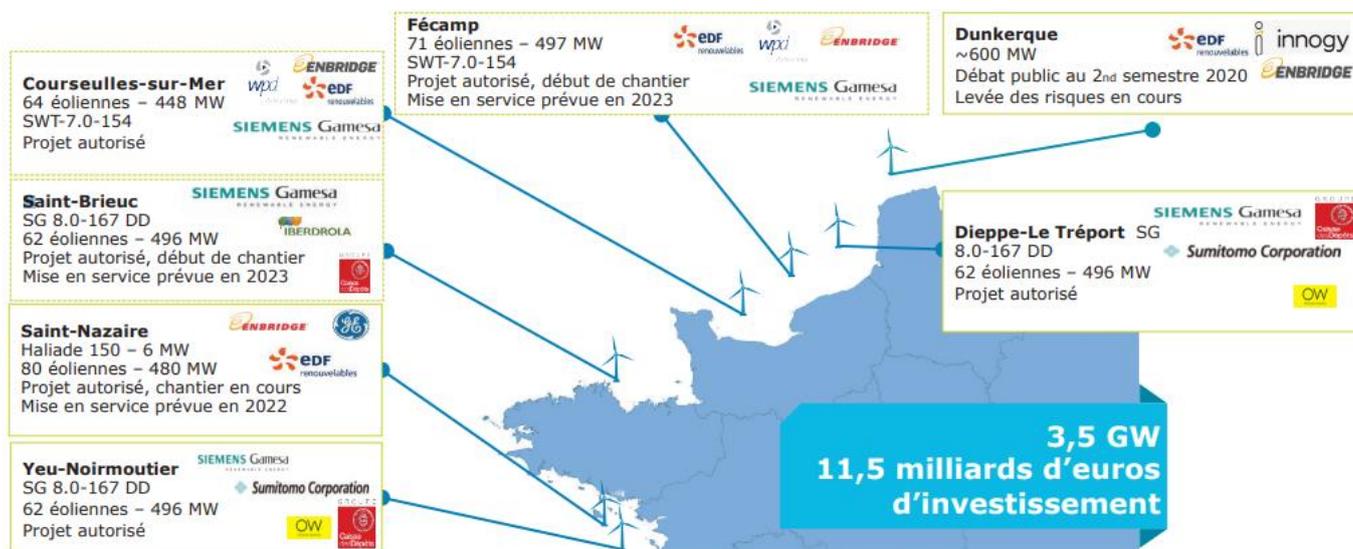
Les retombées en valeur ajoutée des énergies marines renouvelables (en millions d'euros)



Source : *Évaluation et analyse de la contribution des énergies renouvelables à l'économie de la France et de ses territoires, SER et EY, juin 2020*

Malgré cet écosystème dynamique, les projets français tardent cependant à se concrétiser : aucun parc éolien en mer n'est encore en fonctionnement. Il n'y a actuellement en France, qu'une seule éolienne en mer en fonctionnement, celle du projet FLOATGEN sur le site d'essais du SEM-REV, d'une capacité de 2 MW, mise en service en septembre 2018. On recense aujourd'hui, en France, 7 parcs éoliens en mer posés (3 sont en construction, 3 sont autorisés et 1 est en cours d'autorisation).

Les projets de parcs éoliens en mer posés et lauréats des appels d'offres associés, en France en 2020



Source : Observatoire de l'éolien 2020, France Energie Éolienne.

La construction d'un huitième parc a été décidée le 20 décembre 2020 au large de la Normandie dans le cadre du 4^{ème} appel d'offres. S'y ajoutent 4 parcs pilotes éoliens en mer flottants, dont trois sont situés en mer Méditerranée.

Concernant les technologies autres que l'éolien, les principaux projets français en cours sont encore, pour la plupart, au stade de démonstrateurs :

- une hydrolienne, d'une puissance de 1 MW, a été installée et connectée avec succès sur le site d'essais de Paimpol-Bréhat en avril 2019 par Hydroquest. Des machines de nouvelle génération qui atteindront une puissance nominale de 2,5 MW et seront ainsi les hydroliennes les plus puissantes au monde, sont, dans ce cadre, en cours de développement ;
- sur l'île d'Ouessant, deux projets sont en cours de développement. D'une part, la turbine de l'hydrolienne de Sabella qui a été remise à l'eau à l'été 2020 après une refonte du système de connectique électrique. Prototype de démonstration de fabrication 100 % française, de 10 mètres de diamètre (D10) et de 1 MW de puissance, l'hydrolienne devrait fournir, à terme, environ 10 % des besoins en électricité de l'île. D'autre part, le projet PHARES, développé par Akuo Energy, associé à Sabella qui repose sur un modèle énergétique insulaire hybride mutualisant trois énergies renouvelables. Il se traduira par la mise en service, à l'été 2023 de deux hydroliennes Sabella de 15 mètres de diamètre d'une puissance de 500 kW unitaire, d'une éolienne de 0,9 MW, d'un parc solaire photovoltaïque de 480 kW et d'un système de stockage d'énergie apporté par EDF SEI. Sabella, PME quimperoise fondée en 2008, en rachetant en janvier 2021 l'ensemble des actifs hydroliens de GE Renewable Energy reprend ainsi les technologies développées depuis 2003 par la filiale de General Electric dans le domaine hydrolien mais aussi par les sociétés issues du rachat des actifs énergie d'Alstom en 2015 (TGL, Rolls Royce, Alstom) ;
- le projet Interreg France-Manche-Angleterre TIGER, lancé en juillet 2019, a pour objectif de développer, d'ici juin 2023, une capacité hydrolienne allant jusqu'à 8,8 MW. Dans ce cadre, plusieurs études et projets sont en cours de conception

notamment sur les sites de Paimpol-Bréhat, du Golfe du Morbihan et du Raz-Blanchard. Sur ce dernier site, les deux fermes pilotes ont été reprises en 2020.

La concession d'Engie a été reprise par Normandie Hydrolienne qui associe Simec Atlantis Energy et l'agence économique de la Région Normandie (JV Normandie Hydrolienne). Il est prévu de mettre en service fin 2024, début 2025, 4 turbines de 3 MW chacune. La concession d'EDF Renouvelables a été reprise par CMN et Hydroquest qui prévoient d'exploiter entre 2025 et 2044, 7 machines de 2,5 MW chacune, fabriquées par CMN à Cherbourg ;

- l'entreprise GEPS Techno recense 20 systèmes houlomoteurs à l'eau (en phase de R&D ou en phase commerciale). L'ensemble de ces systèmes permet de collecter de nombreuses données utiles pour continuer à développer de nouveaux systèmes. Elle a également développé en 2014 un système hybride (éolien, solaire, houlomoteur et hydrolien) mais dont le succès a été limité notamment à cause de difficultés liées à l'intégration de l'hydrolienne. Un nouvel essai hybride aura lieu en 2022 sur la plateforme en test au Croisic qui sera couplée avec 2 éoliennes et un système de production d'hydrogène. GEPS Techno collabore aussi avec la société de BTP Legendre sur des projets de digues énergisées : l'énergie mécanique de la houle qui arrive sur la digue sera exploitée à l'aide de volets battants dont l'oscillation actionnera un circuit hydraulique couplé à un générateur d'électricité. Un premier prototype sera mis à l'eau à l'été 2021 et un tronçon de digue énergisée devrait être déployé en Bretagne courant 2022. La Région Bretagne souhaite développer des navires à l'hydrogène et produire cet hydrogène à partir de telles digues ;
- un prototype houlomoteur SBM Offshore, en partenariat avec l'École Centrale Nantes, l'IFP Énergies nouvelles et l'Ademe, sera testé pour la première fois en mer entre 2021 et 2022. Les fermes commerciales pourraient être mises en place entre 2025 et 2026 :

Les phases de développement du prototype houlomoteur



Source : Syndicat des énergies renouvelables.

- les trois seuls SWAC en fonctionnement au monde sont installés en France ultramarine et conçus par des entreprises françaises. Ils se situent à Bora-Bora (installation de 2,4 km d'une puissance de 1,65 MW de froid), à Tetiaroa (installation de 2,6 km d'une puissance de 2,4 MW de froid) et à Tahiti (installation de 3,8 kilomètres d'une puissance de 6 MW de froid – opérationnel en octobre 2021).

Les objectifs français nationaux sont moins ambitieux que ceux affichés par d'autres pays européens. La PPE prévoit d'attribuer, à partir de 2023, 1 GW par an, posé et/ou flottant pour atteindre un objectif de 5,2 à 6,2 GW en 2028. Aucun objectif n'est fixé au niveau national concernant les autres technologies d'EMR, l'État semblant moins volontariste sur le sujet que certaines régions, notamment la Bretagne ou la Normandie. Cette dernière affiche, par exemple, concernant l'hydrolien, dans son Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) un objectif de 1 400 GWh/an en 2030⁷.

En Allemagne, un amendement à la loi sur le soutien et le développement des projets éoliens en mer (*WindSeeG*), entré en vigueur en décembre 2020, fixe l'objectif d'une capacité installée de 20 GW à l'horizon 2030. De son côté, le Royaume-Uni entend multiplier par quatre la puissance du parc éolien *off-shore* actuel pour atteindre une puissance totale de 40 GW en 2030, le Premier ministre, Boris JOHNSON, ayant même déclaré en octobre 2020 que « *ce que l'Arabie Saoudite est au pétrole, le Royaume-Uni l'est à l'éolien. [...] d'ici à 10 ans, l'éolien off-shore alimentera en énergie chaque foyer* »⁸.

1.2.2. Grâce à certains États membres pionniers en la matière, l'Union européenne est un acteur central du marché mondial des EMR

Certains États membres se sont tournés depuis de nombreuses années vers les EMR. C'est notamment le cas des pays bordant la Mer du Nord et la Mer Baltique, qui bénéficient d'eaux peu profondes, favorables au développement de l'éolien posé. Le Danemark a installé le premier parc d'éoliennes en mer au monde en 1991, à Vindeby. La coopération régionale européenne a récemment été renforcée avec la mise en place, en 2016, d'un cadre de coopération énergétique des mers du Nord (NSEC). Fin 2020, l'Allemagne comptait 1 501 éoliennes en mer, soit une capacité de 7,8 GW⁹. En 2020, sur les 2 435 MW supplémentaires de puissance éolienne en mer raccordées, 1 493 MW l'ont été par les Pays-Bas, qui se positionnent ainsi devant la Belgique (706 MW) et l'Allemagne (219 MW). Certains pays de l'Europe du Sud s'engagent également de plus en plus dans ce secteur. C'est notamment le cas de l'Espagne, où l'opérateur Iberdrola a annoncé investir plus d'un milliard d'euros dans ce qui deviendra le premier parc éolien flottant commercial espagnol au large des Canaries.

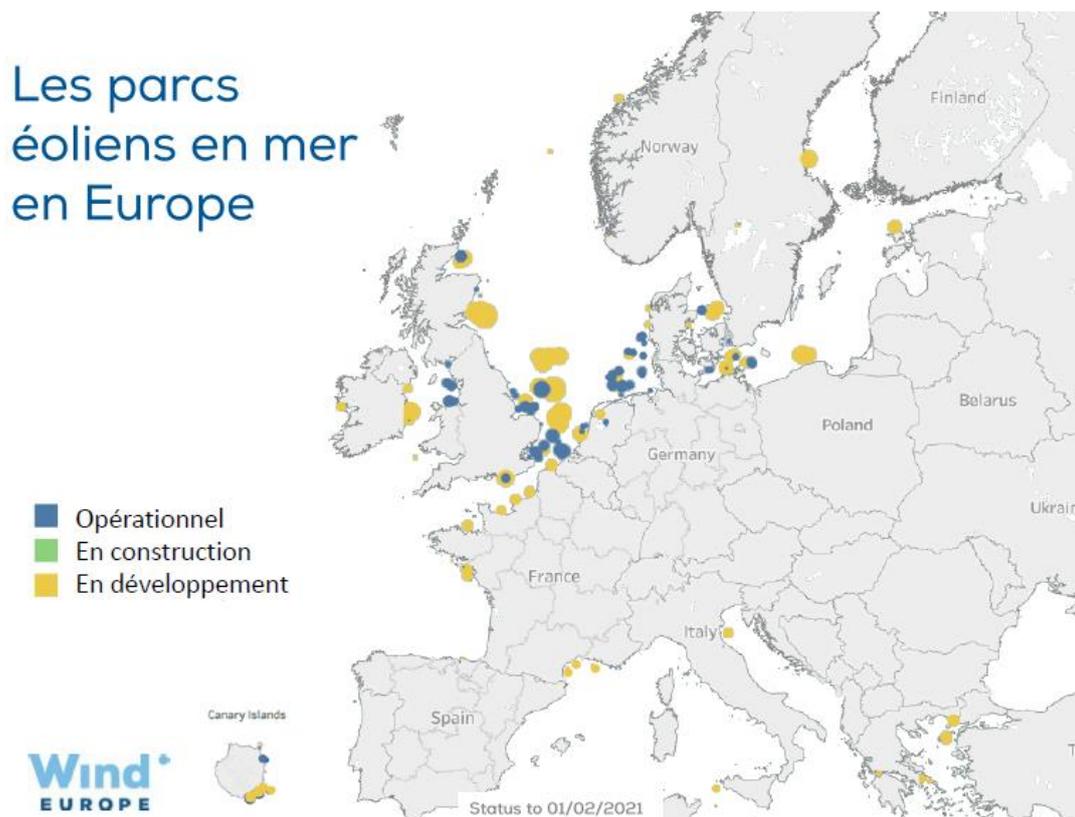
⁷ Source :

<https://cloud.normandie.fr/index.php/s/5gdgACYwNj9Mwtz?path=%2F1%20RAPPORT%20%26%20CARTE%20DE%20SYNTHESE%20DES%20OBJECTIFS%20DU%20SRADDET#pdfviewer>.

⁸ Source : <https://www.bbc.com/news/uk-politics-54421489>.

⁹ Source : <https://allemagne-energies.com/tag/objectif-de-leolien-terrestre-a-lhorizon-de-2030/>.

L'état d'avancement des projets de parcs éoliens en mer en Europe en 2021



Source : WindEurope, présentation au groupe de travail n°1, 2021.

Avec un potentiel important et une ambition renouvelée, l'Union européenne s'affirme comme un acteur central sur le marché mondial des EMR. Disposant du plus grand espace maritime au monde, chaque bassin européen (Mer du Nord, Mer Baltique, Océan Atlantique, Mer Méditerranée, Mer Noire, îles) dispose d'un potentiel pour le développement des EMR. Cette prise de conscience a débouché sur l'adoption de la Stratégie européenne pour les EMR¹⁰ en novembre 2020 qui vise à faire de l'ensemble de ces technologies (éolien flottant et posé, hydrolien, houlomoteur), les premières sources d'énergie d'ici 2050.

En décembre 2020, le Conseil de l'Union européenne a également adopté des conclusions¹¹ allant dans le même sens. Les objectifs affichés sont ambitieux et impliquent un changement d'échelle massif pour augmenter la capacité européenne installée des éoliennes en mer posées de 12 GW actuellement à 60 GW d'ici 2030 et 300 GW d'ici 2050. Pour les éoliennes en mer flottantes, un objectif de 150 MW pour 2024 est affirmé. L'hydrolien et le houlomoteur devraient représenter 100 MW en 2025 et au moins 1 GW en 2030 et 40 GW en 2050.

La réalisation de ces objectifs nécessitera 800 milliards d'euros d'investissements d'ici 2050 alors même que l'Union européenne n'a investi que 3 à 4 milliards d'euros depuis 10 ans sur ces technologies. Elle impliquera aussi de conforter la place qu'occupe actuellement l'Union européenne sur le marché européen et mondial. Selon la Commission européenne, 93 % de la capacité en mer installée européenne en 2019 ont été produits en Europe et les entreprises européennes sont des acteurs essentiels sur le marché mondial de l'éolien en mer.

¹⁰ Source : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0741&from=EN>.

¹¹ Source : <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2020/12/11/offshore-and-other-renewable-energies-council-adopts-conclusions/>.

1.2.3. L'Union européenne doit cependant faire face à une concurrence croissante de la part des États-Unis et des pays asiatiques

Les États-Unis renforcent leurs ambitions en matière d'EMR. La nouvelle Secrétaire d'État à l'énergie, Jennifer GRANHOLM, a annoncé le 29 mars 2021 que les États-Unis déploieraient 30 GW d'éolien en mer d'ici 2030, puis 110 GW en 2050. La réalisation de ces objectifs reposera sur 12 milliards de dollars d'investissement sur les deux côtes américaines, créant 77 000 emplois direct et indirects dans le secteur d'ici 2030¹². 50 projets sont actuellement en cours, à différents stades de maturité, selon le *Bureau of ocean energy management* (BOEM) :

L'état d'avancement des projets EMR accompagnés par le BOEM en 2021

Programme du BOEM pour les énergies renouvelables, en chiffres	
Attributions concurrentielles de concessions clôturées	8
Délivrance de concessions offshore actives	16
Approbation des plans d'évaluation des sites	10
Plans généraux d'activités approuvés	1
Plans de construction et d'exploitation	
En cours d'examen	11
Prévu dans les 12 prochains mois	4
Orientation	10

Source : Services de la CRE, présentation au groupe de travail n°1, 2021.

La gestion des EMR aux États-Unis

Le *Bureau of ocean energy management* (BOEM) intervient dans la gestion des activités de production énergétique en mer : *oil&gas*, éolien *off-shore* et EMR, et la gestion des minéraux marins. Le BOEM est une agence rattachée au département de l'intérieur avec des pouvoirs de régulation propres d'encadrement des activités de production d'énergie sur plateformes en mer (énergies marines et *oil&gas*). Il travaille avec la FERC (régulateur de l'énergie fédéral américain) dans le cadre de la réalisation des études d'impacts.

Ses missions consistent à administrer le développement des ressources énergétiques et minérales du plateau continental américain (Pacifique, Alaska, Atlantique et Golfe du Mexique) pour accompagner le développement économique des zones, tout en préservant l'environnement. Ainsi, le BOEM évalue les projets, planifie les zones d'accueil des projets et alloue les espaces et les ressources marines.

Aux États-Unis, l'État s'autosaisit pour délimiter et attribuer les zones à projets *via* le BOEM qui délivre ensuite les autorisations d'occupation du domaine maritime *via* des permis d'exclusivité. Le dialogue concurrentiel intervient au moment de la délimitation des zones à projets et non, comme en France, dans le cadre de l'obtention des contrats d'achat d'électricité.

¹² Source : <https://www.energy.gov/articles/energy-secretary-granhholm-announces-ambitious-new-30gw-offshore-wind-deployment-target>.

Le montant des permis d'exclusivité peut atteindre des dizaines de millions de dollars, créant ainsi une incitation à « *aller vite* » pour le développeur, au risque de perdre son investissement.

Le dialogue concurrentiel intervenant en amont de la délimitation des zones à projets permet de diligenter en amont de l'attribution de l'appel d'offres les études de levées des risques par l'État et les obtentions d'autorisations purgées de tout recours, *via* la présentation par le ministère en charge de l'énergie d'un projet type.

La contractualisation se fait donc en deux étapes :

- une première étape pour l'obtention du droit exclusif de développer un projet d'énergie marine renouvelable sur une zone donnée, à l'issue d'un appel d'offres organisé par le BOEM.

La participation à cet appel d'offres n'est pas exclusivement réservée aux acteurs privés, par exemple l'État de New York a souhaité se positionner pour pouvoir ensuite revendre son droit exclusif dans le cadre de ses propres négociations pour de la fourniture d'énergie – finalement, c'est un acteur privé qui a obtenu la concession –. Mais le positionnement de l'État de New York dans l'appel d'offre a fortement fait augmenter les prix ;

- une seconde étape avec un fournisseur local d'électricité (souvent public) dans le cas d'une négociation de gré à gré.

Le processus d'autorisation du BOEM

Planification & analyse	Concession	Evaluation du site	Construction & Exploitation
~ 2 ANS	~ 1 – 2 ANS	Jusqu'à 5 ANS	~ 2 ANS (+25)
<ul style="list-style-type: none"> Task force intergouvernementales dans les Etats ayant exprimé l'intérêt de développer des ENR offshore (collecte et partage d'informations) BOEM publie un Appel à informations et à candidatures Identification des zones prioritaires pour l'éolien en mer Evaluations environnementales pour la délivrance des concessions et les activités d'évaluation des sites 	<ul style="list-style-type: none"> Publication des avis de concession S'il existe des intérêts concurrentiels, le BOEM mène des enchères S'il n'existe pas d'intérêts concurrentiels, le BOEM négocie les conditions de concession Délivrance des concessions 	<ul style="list-style-type: none"> Caractérisation du site (études menées par le concessionnaire) Plan d'évaluation du site (par le concessionnaire) BOEM : examens environnementaux et techniques de ce plan: approbation, approbation avec modification ou refus. Si approuvé, le concessionnaire évalue le site. 	<ul style="list-style-type: none"> Plan de construction & d'exploitation Le BOEM procède à des examens environnementaux et techniques du Plan de construction & d'exploitation et doit donner son accord ou son refus. Si approuvé, le concessionnaire peut construire l'installation éolienne Démantèlement

Source : Services de la CRE, présentation en groupe de travail n°1, 2021.

Les pays asiatiques se positionnent de plus en plus dans le secteur des EMR. La Chine se place en troisième position sur le marché mondial de l'éolien en mer concernant la capacité installée cumulée (6,8 GW), derrière l'Union européenne à 27 (12 GW) et le Royaume-Uni (9,7 GW)¹³. C'est le pays qui a installé le plus de capacité additionnelle en 2019 avec 2,4 GW supplémentaires. La capacité éolienne en mer de l'Asie devrait atteindre 95 GW d'ici 2030 pour une capacité globale mondiale de 234 GW¹⁴.

En Corée du Sud, le gouvernement a dévoilé un plan industriel pour passer de 124 MW d'éolien en mer actuellement à 12 GW d'ici 2030. Si l'émergence de ces nouveaux marchés peut offrir des débouchés commerciaux pour les entreprises françaises, cela annonce aussi une concurrence accrue dans ce secteur.

¹³ Commission européenne – novembre 2020.

¹⁴ Conseil mondial de l'énergie éolienne (GWEC), *Global Offshore Wind Report*, août 2020.

2. CETTE NOUVELLE FILIÈRE INDUSTRIELLE FAIT FACE À DES ENJEUX FINANCIERS, JURIDIQUES, SOCIAUX ET DE PLANIFICATION

2.1. Le niveau élevé de risque intrinsèque aux projets d'énergies marines renouvelables se traduit par des conditions particulières de financement et d'assurance qui seront accentuées par la future hausse des coûts de raccordement

Trois principales raisons expliquent le niveau élevé de risque des projets d'EMR :

- à l'exception de l'éolien en mer posé, le niveau de maturité des différentes technologies n'est pas encore optimal, ce qui se traduit à la fois par des incertitudes sur la réussite des projets et par des coûts de production élevés (malgré un coût en baisse pour l'éolien notamment posé) ;
- tous les types de projets ont été touchés par des sinistres importants ;
- le retour sur expérience est encore faible ce qui limite les possibilités de modélisation et se traduit par la prise de marges plus importantes par les financeurs et les assureurs.

L'équilibre financier des projets d'EMR suppose l'intervention d'acteurs publics et privés dont la combinaison diffère en fonction du stade de développement des technologies.

Pour les EMR qui sont encore au stade du développement (hydrolien, houlomoteur, etc.) :

les investisseurs doivent être capables d'absorber un risque très élevé. Le financement se fait donc surtout *via* des fonds propres et des subventions publiques.

Pour les EMR qui en sont à un stade transitoire entre développement et commercialisation (éolien flottant) :

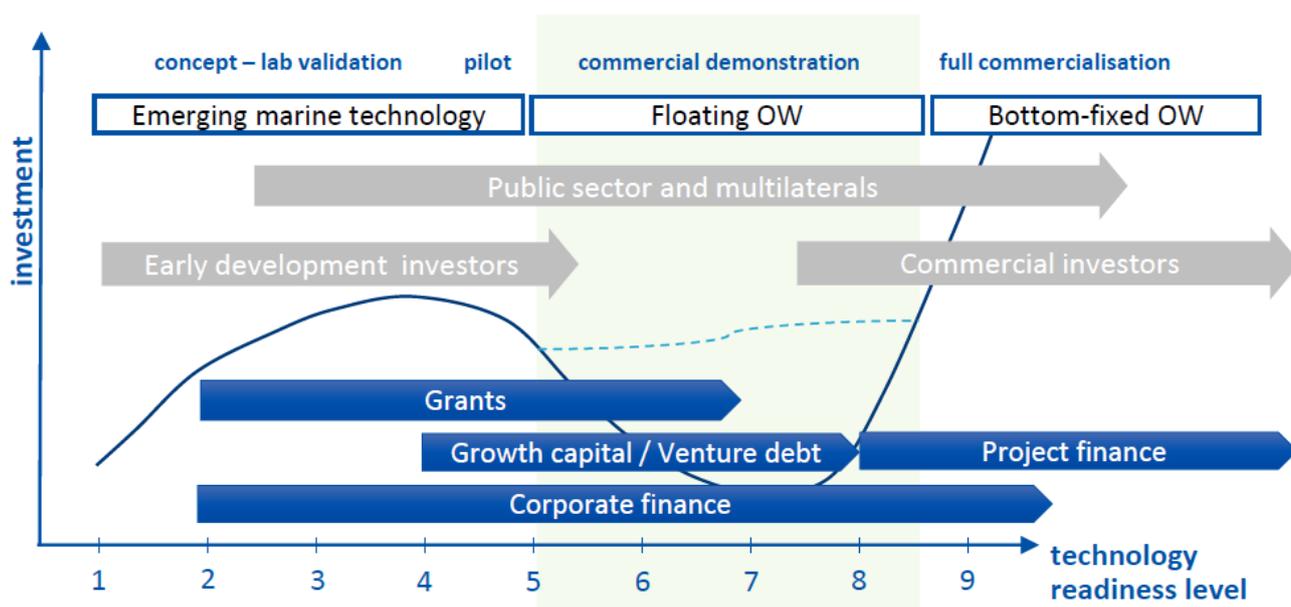
des instruments publics, notamment européens (Banque européenne d'investissement, Commission européenne) sont adaptés à la couverture de ces risques spécifiques (segment de *venture debt*, outils ciblés sur l'innovation technologique). Leur mobilisation permet de limiter le risque global et conduit des établissements privés à prendre ensuite le relais via de la dette senior.

Pour les EMR qui sont en phase de commercialisation (éolien posé) :

les structures de financement de marché comme les fonds d'investissement (en fonds propres) et les outils de financement de projet sans recours¹⁵ sont capables d'absorber le risque technologique et le risque de construction à des conditions abordables. Pour cette catégorie de projets, le rôle des pouvoirs publics est de mettre en œuvre des mesures permettant de limiter les risques d'interconnexion et les risques sur les revenus afin de faire baisser les primes de risque exigées par le secteur privé.

¹⁵ Les apports de fonds sont entièrement rémunérés par les *cash-flows* générés par le projet.

Les différentes approches en matière de financement technologique selon le stade de développement : véhicules financiers et types d'investisseurs



Source : Banque européenne d'investissement, présentation au groupe de travail n°1, 2021.

Les assureurs considèrent les projets d'EMR comme des projets à « risques aggravés », même si l'accès à la ressource est relativement garanti et que le prix de vente est sécurisé. Ces conditions particulières d'assurance sont rendues encore plus compliquées dans le contexte actuel du marché de l'assurance. D'une part, au regard des coûts des sinistres, il serait nécessaire de mettre en place une mutualisation du risque mais la taille du marché ne le permet pas. D'autre part, le marché de l'assurance, cyclique, est aujourd'hui dans une phase de pénurie qui risque de limiter les capacités disponibles des assureurs et de se traduire par un durcissement des conditions d'assurance. Le poste financier que représente l'assurance est non négligeable pour ces projets (1 % des investissements en capital (CAPEX) et plus de 1 % des dépenses d'exploitation (OPEX)).

La part du raccordement dans le coût complet des projets éoliens en mer va augmenter. Aujourd'hui, concernant le raccordement, le volume d'investissements en portefeuille en phase de réalisation s'élève à 1,2 milliards d'euros, montant équivalent à celui du volume d'investissements en portefeuille en phase de développement. À l'avenir, les projets vont changer d'échelle et passer d'une moyenne de 500 à 600 MW à 1 GW. Par ailleurs, les parcs éoliens en mer ont tendance à s'éloigner de plus en plus des côtes. La zone maritime retenue pour le 4^{ème} appel d'offres se situe à 70 kilomètres des côtes alors que pour les projets précédents elle était plutôt à 30 kilomètres¹⁶. La combinaison de ces deux éléments entraînera une hausse du coût du raccordement. Actuellement, le raccordement représente entre 15 et 20 % du coût d'un parc. Les premiers raccordements sur le 1^{er} et le 2nd appel d'offres coûtent un peu moins de 550 k€/MW, sans la plateforme et près de 800 k€/MW avec la plateforme. Pour le 4^{ème} appel d'offres, le coût du raccordement

¹⁶ Longueur du câble pour le raccordement.

s'élèvera à environ 1 milliards d'euros et le renforcement terrestre nécessaire représentera entre 50 et 100 milliards d'euros¹⁷.

2.2. En dépit d'améliorations notables au cours des dernières années, le cadre réglementaire et juridique applicable aux EMR se traduit par des délais importants de déploiement des projets

Les lois ESSOC et ASAP ont simplifié les procédures administrative et juridictionnelle applicables lors de l'installation d'EMR.

La loi du 10 août 2018 *pour un État au service d'une société de confiance* (dite loi « ESSOC ») et son décret d'application du 21 décembre 2018 *relatif aux procédures d'autorisations des installations de production d'énergie renouvelable en mer* mettent en place le dispositif suivant :

- la saisine, en amont du lancement de la procédure, de la Commission nationale du débat public (CNDP) pour déterminer les conditions de la participation du public au processus de décision, y compris sur la localisation de la zone d'implantation du projet. Ce débat public préalable a pour effet de dispenser les lauréats de saisir à leur tour la CNDP (article L. 121-8-1 du code de l'environnement) ;
- la réalisation par l'État de tout ou partie de l'étude d'impact, qui sera mise à la disposition du maître d'ouvrage (1° du I de l'article L. 181-28-1 du même code) ;
- la création d'un « *permis enveloppe* » prévoyant que les diverses autorisations requises pour le porteur de projet (autorisation environnementale unique, concession d'utilisation du domaine public maritime, autorisation prévue dans la zone économique exclusive ou sur le plateau continental et autorisation d'exploiter une installation de production d'électricité) fixent et tiennent compte des caractéristiques variables dans lesquelles les projets pourront évoluer (2° à 4° du I de l'article L. 181-28-1).

Cette nouvelle procédure doit permettre de réduire le délai d'installation de production d'EMR d'environ trois années par rapport aux procédures antérieures. La mise en œuvre du permis enveloppe est unanimement saluée par les acteurs de la filière des EMR, ce dernier apportant de la souplesse dans la définition du projet dont les caractéristiques techniques (puissance unitaire, nombre d'éoliennes, etc.) et technologiques peuvent évoluer et une réduction des délais administratifs et des risques contentieux en évitant la demande d'une nouvelle autorisation modificative.

L'article 55 de la loi du 7 décembre 2020 *d'accélération et de simplification de l'action publique* (dite loi « ASAP ») :

- permet au ministre chargé de l'énergie de faire porter la participation du public sur plusieurs procédures de mise en concurrence qu'il envisage de lancer sur une même façade maritime. Le public est notamment consulté sur le choix de la localisation de la ou des zones potentielles d'implantation des installations envisagées (article L. 121-8-1 du code de l'environnement) ;

¹⁷ Source : RTE, Présentation au groupe de travail n°1, 2021.

- autorise le ministre chargé de l'énergie à lancer la procédure de mise en concurrence avant la fin du débat public ou de la concertation préalable. Cette disposition a été mise en œuvre pour le parc éolien de Dunkerque en 2019.

La phase de dialogue concurrentiel ne peut démarrer avant la communication du bilan de la participation du public (article L. 121-8-1 du code de l'environnement).

Concernant la procédure juridictionnelle, les recours intentés contre les projets d'éolien en mer sont nombreux et chronophages. Depuis 2015, les juridictions administratives ont rendu 37 décisions pour 6 projets, validant, dans la grande majorité des cas, la légalité des autorisations. Les annulations prononcées n'ont pas été substantielles et ont essentiellement porté sur des vices de légalité externe (signature, compétence, etc.) régularisables (arrêté d'approbation de la concession du projet de Saint-Brieuc, etc.).

La cour administrative d'appel de Nantes, compétente en premier et dernier ressort jusqu'à récemment, a développé une jurisprudence pragmatique en faisant application de la jurisprudence *Danthy*¹⁸ selon laquelle si les actes administratifs doivent être pris selon les formes et conformément aux procédures prévues par les lois et règlements, un vice affectant le déroulement d'une procédure administrative préalable, suivie à titre obligatoire ou facultatif, n'est de nature à entacher d'illégalité la décision prise, que s'il ressort des pièces du dossier qu'il a été susceptible d'exercer, en l'espèce, une influence sur le sens de la décision prise ou qu'il a privé les intéressés d'une garantie. Par ailleurs, elle a également fait usage de l'article L. 181-18 du code de l'environnement qui lui permet de sursoir à statuer lorsque le vice entraînant l'illégalité de l'acte attaqué est susceptible d'être régularisé par une autorisation modificative (application par exemple dans le cadre du recours contre le parc éolien en mer de Provence Grand Large¹⁹).

Le Conseil d'État, saisi plusieurs fois de pourvois en cassation contre les décisions de la cour administrative d'appel de Nantes, a largement confirmé les solutions de cette dernière à une exception notable s'agissant de la reconnaissance de l'intérêt pour agir des associations de protection de l'environnement à l'encontre de l'autorisation d'exploiter une installation de production d'électricité (Conseil d'État, 24 juillet 2019, *Association Gardez les Caps*, n°418846, T).

La loi ASAP donne désormais compétence au Conseil d'État pour connaître en premier et dernier ressort des recours juridictionnels formés contre les décisions relatives aux installations de production d'énergie renouvelable en mer, ainsi qu'à leurs ouvrages connexes, aux ouvrages des réseaux publics d'électricité afférents et aux infrastructures portuaires rendues nécessaires pour la construction, le stockage, le pré-assemblage, l'exploitation et la maintenance de ces installations et ouvrages (article L. 311-13 du code de justice administrative). Le décret d'application de ces dispositions a été publié le 14 mars 2021²⁰.

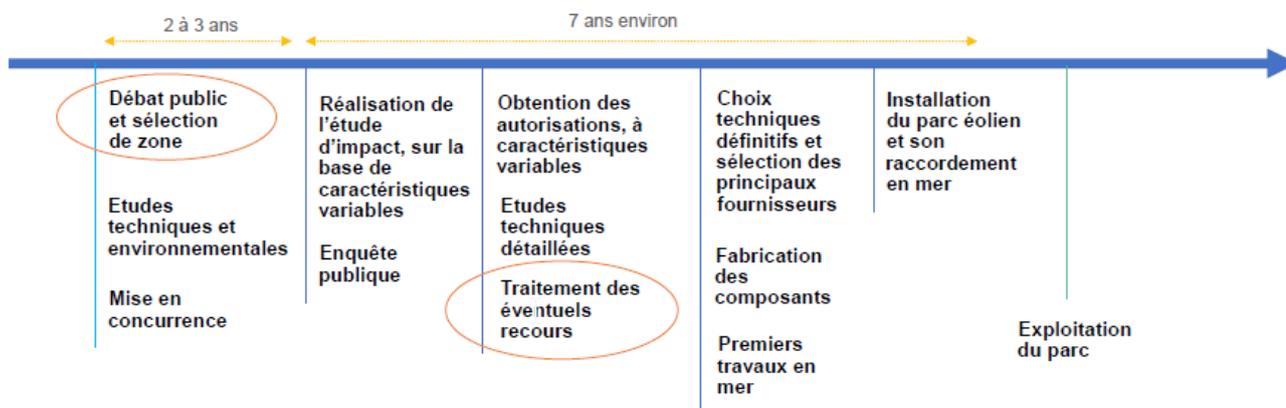
¹⁸ Conseil d'État, 23 décembre 2011, *Danthy*, n° 335477.

¹⁹ Cour administrative d'appel de Nantes, 6 octobre 2020, n° 19NT02389.

²⁰ Décret n° 2021-282 du 12 mars 2021 *portant application de l'article L. 311-13 du code de justice administrative*.

Ces avancées procédurales devraient avoir un nouvel impact positif sur les délais de déploiement des projets qui se situent, actuellement, entre 8 à 10 ans.

Le planning de déploiement des projets éoliens en mer en France actuellement : depuis le lancement du dialogue concurrentiel à l'exploitation du parc



Source : Syndicat des énergies renouvelables, septembre 2020.

La phase d'autorisation des projets reste cependant encore très complexe. Les projets restent soumis à plusieurs autorisations distinctes, pour le parc éolien en mer, les installations de raccordement électrique et les installations portuaires associées.

La gestion administrative des projets EMR au Danemark

Le Danemark a mis en place un guichet unique « *One stop shop* » pour la gestion des projets de production d'énergie marine. Une seule autorité, l'Agence danoise de l'énergie (DEA), est responsable d'octroyer l'ensemble des permis nécessaires à la mise en service des parcs de production en mer.

La DEA coordonne le développement de l'éolien en faisant office de guichet unique pour la réalisation et l'obtention des autorisations administratives et la réalisation des études visant l'obtention des permis d'exploitation.

Au niveau de l'appel d'offre, elle coordonne et publie toutes les questions reçues en amont. Ces questions participent à co-construire l'appel d'offres avec les parties prenantes industrielles notamment.

Au niveau du dialogue concurrentiel, la DEA est chargée d'identifier une offre indicative faisant référence afin d'ajuster l'appel d'offre pour sélectionner le lauréat.

Au niveau de la sélection du lauréat, la DEA accompagne le porteur de projet dans la réalisation de l'études d'impact environnementale, et lui délivre les permis nécessaires à l'exploitation des parcs : permis de réalisation des études, permis de construction des unités de production et le permis de production d'électricité d'une durée de 25 ans qui détermine les capacités qui seront intégrées au réseau national.

La gestion des projets EMR au Royaume-Uni

En 2019, le Royaume-Uni se classe deuxième en termes d'installation de nouvelles capacités offshore (29 % du total mondial soit environ 2 GW) derrière la Chine (39 % du total mondial), avec 33 % des capacités mondiales installées, le Royaume-Uni possède plus de 10 GW de capacité de production éoliennes *off-shore*. Aussi, 32 TWh d'électricité ont été produits par ces parcs en 2019, soit environ 10 % de la demande totale au Royaume-Uni.

Le Royaume-Uni dispose d'une planification de ses façades maritimes de long terme qui est intégrée à sa politique industrielle *via* le *Department for Business, Energy and Industrial Strategy* (BEIS).

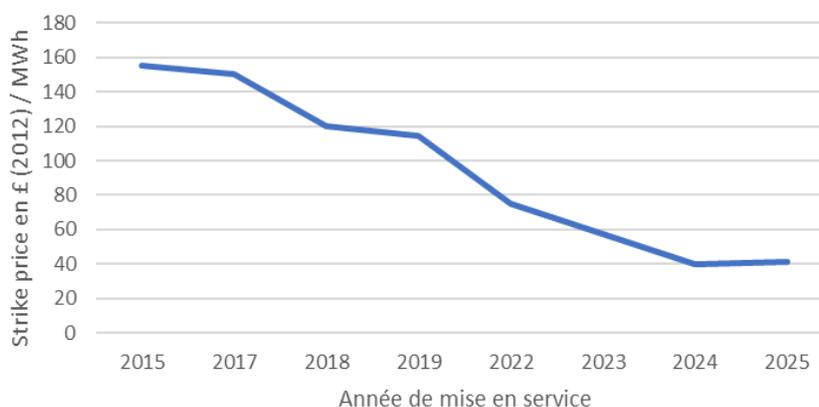
L'une des spécificités de la politique de développement de l'éolien *off-shore* au Royaume-Uni réside dans la mise en concurrence des porteurs de projets à toutes les étapes, par un processus de sélection et d'évaluation pour s'assurer de la minimisation des coûts et de la rapidité de déploiement des éoliennes.

Le *Crown Estate* ayant autorité sur les eaux territoriales britanniques et le *Crown Estate Scotland* en Ecosse, sélectionnent et attribuent les champs et en Ecosse.

Le BEIS gère l'attribution des *Contracts for Difference* (CfD), mécanisme de tarif de rachat garanti.

Au total, 9,8 GW ont été attribués aux enchères au cours des 3 premiers rounds de CfD. Le 4^{ème} round est prévu pour 2021. Le délai de mise en service pour des fermes éoliennes britanniques est de 3 à 6 ans.

Le graphique ci-dessous résume l'évolution des tarifs de rachat au cours des différentes enchères²¹ :



La concurrence entre porteurs de projets éolien est aujourd'hui importante au Royaume-Uni ce qui permet de différencier l'attribution d'un droit de concession pour réaliser les études nécessaires à la réalisation d'un projet (*option fee*) pour obtenir les autorisations d'occupation du domaine maritime et d'exploitation du champ, de l'obtention d'un complément de rémunération (CfD) dans un second temps une fois le parc pouvant être exploité.

²¹ Source : services de la CRE.

L'*option fee* est un droit d'exclusivité accordé à un lauréat pour qu'il puisse réaliser toutes les études d'impacts qui une fois réalisées donnent accès à un droit d'occupation du domaine maritime et d'exploitation des champs. Une fois la construction démarrée, les producteurs ne payent plus l'*option fee* et doivent s'acquitter d'un droit d'occupation par MWh de production minimale attendue qui diminue après la mise en service du parc.

Le complément de rémunération n'est pas associé au droit de concession et fait l'objet d'une participation du porteur de projet à une seconde enchère spécifique sur le dispositif. Ce système s'apparente à ce qui était en vigueur pour les concessions pétrolières.

2.3. L'acceptabilité des énergies marines renouvelables fait encore débat notamment pour les riverains, les défenseurs de la biodiversité et les pêcheurs

L'analyse de l'acceptabilité des EMR fait émerger trois grandes questions : quel regard ont les citoyens en lien direct avec les projets mis en œuvre ? Quel est l'impact de ces projets sur la biodiversité ? Comment concilier les EMR et les activités de pêche ?

Concernant les citoyens, notamment les riverains des projets, l'acceptabilité dépend de l'impact des EMR sur leur qualité de vie. Il faut tout d'abord distinguer entre les différentes technologies celles qui ont une emprise forte sur le paysage et celles qui n'en ont pas. Les machines immergées comme les hydroliennes et les systèmes houlomoteurs présentent sur ce point un avantage certain puisqu'invisibles en surface. Il est d'ailleurs intéressant de noter qu'aucun recours n'a été introduit à l'issue des enquêtes publiques concernant les deux fermes pilotes d'hydroliennes au raz Blanchard en 2017. Les inquiétudes se concentrent donc essentiellement pour les riverains sur les éoliennes et les travaux qui accompagnent la mise en place de ces projets. Chaque débat public met en lumière les inquiétudes très fortes des habitants sur leur cadre de vie et le paysage, ces derniers qualifiant fréquemment les éoliennes marines de « *pollution visuelle* » dans le cadre des débats publics.

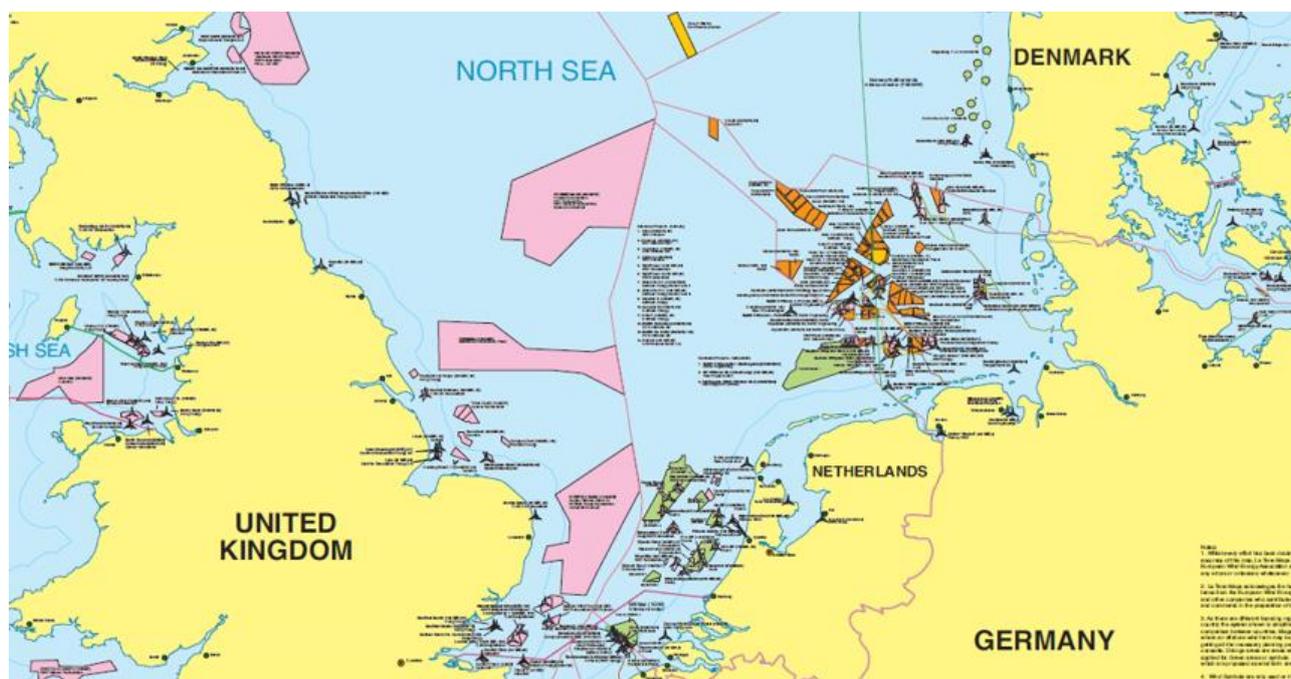
Les défenseurs de la biodiversité restent sceptiques face aux projets d'éoliennes en mer. Ils estiment que le développement des énergies renouvelables se fait souvent au détriment de la préservation de la biodiversité. La Ligue de protection des oiseaux (LPO) déplore notamment l'installation de parcs éoliens en mer dans des zones Natura 2000 alors que ce n'est pas le cas dans les autres pays européens, à l'exception d'un parc allemand installé avant la labellisation Natura 2000 du site. Cette question a été au cœur du débat public à Dunkerque, de nombreuses associations déplorant l'installation de ce projet dans une zone Natura 2000 qui constitue un couloir migratoire majeur pour les oiseaux. Au-delà des parcs, les impacts écologiques des projets d'aménagement portuaires font également débat. Plusieurs particuliers, élus et associations ont ainsi adressé le 4 février 2021 un recours gracieux à la Présidente de la Région Occitanie pour contester la mise en place d'une Société d'économie mixte à opération unique (SEMOP) qui vise à l'agrandissement de Port-la-Nouvelle *via* un nouveau quai permettant d'assembler les flotteurs des éoliennes en mer qui seront installées dans les fermes pilotes de Leucate et du Barcarès. Les opposants dénoncent notamment la construction de digues et le dragage de 1 million de mètres cubes de fonds marins, perturbant les courants entre la mer et l'étang de Bages-Sigean qui pourrait s'asphyxier.

Les pêcheurs, s'inquiètent de la conciliation entre les projets d'EMR et leurs activités. Les représentants des pêcheurs s'interrogent sur les conditions (pêche autorisée ou non autour et dans les parcs, risques d'accidentologie en mer) dans lesquelles ils pourront continuer à exercer leur activité dans ces zones. Ils s'inquiètent également des impacts sur la bonne santé du milieu marin et la qualité de la ressource halieutique. Ils dénoncent aussi, et peut-être même surtout, des difficultés de dialogue et regrettent de ne pas être plus associés en amont au développement des projets.

2.4. Les acteurs de la filière énergies marines renouvelables manquent de visibilité à moyen terme

La France ne dispose pas d'une planification détaillée, dans le temps et dans l'espace, des projets d'EMR. La PPE donne à la filière une visibilité sur 5 ans, la programmation adoptée en avril 2020 couvrant les périodes de 2019 à 2023 et de 2024 à 2028. En matière d'EMR, elle ne définit d'objectifs chiffrés que pour l'éolien et ne s'accompagne d'aucune planification détaillée des façades maritimes. À l'inverse, certains pays ont, dès 2010 mis en place une planification spatiale de l'implantation des projets d'EMR, notamment en mer du Nord.

La planification des projets éoliens en mer mise en place en 20210 en Mer du Nord



Source : La Tene Maps²².

Il manque donc à la filière française une visibilité de moyen terme, d'autant plus nécessaire que le délai de déploiement des projets est d'une dizaine d'années, mais également une visibilité spatiale, rien n'étant précisé dans la PPE sur la localisation des projets qui permettront d'atteindre les objectifs retenus. Dans les faits, la politique publique en matière d'EMR se construit donc par à-coups, projet par projet, sans stratégie globale au niveau national.

²² Source : <http://latenemaps.com/>.

Ce manque de visibilité est préjudiciable à plusieurs égards. Tout d'abord, il ne permet pas à la filière d'anticiper suffisamment en amont les investissements à réaliser pour répondre aux appels d'offres. Ce constat est renforcé par le fait que sans engagement à moyen terme, l'État est parfois revenu sur le calendrier annoncé comme en 2018 et 2019 en décidant une renégociation des tarifs d'achat. Le décalage des appels d'offres a été extrêmement pénalisant pour l'ensemble de la filière, comme l'a notamment montré l'effondrement du chiffre d'affaire domestique mais aussi à l'export en 2019. En effet, les industriels français ayant réservé leur capacité de production pour répondre aux appels d'offres annoncés, lorsque ces derniers ont été décalés il était déjà trop tard pour se retourner vers le marché international.

Ensuite, l'absence de visibilité ne permet pas d'anticiper les travaux d'infrastructures portuaires et de raccordement nécessaires. D'une part, les chantiers navals ont des programmes de développement sur 10 ans qui prennent mal en compte à ce stade les projets d'EMR. D'autre part, les mutualisations possibles en ce qui concerne le raccordement et l'implantation des sous-stations électriques en mer ne peuvent pas être assez exploitées alors qu'elles permettraient de réaliser des économies d'échelle comme le montrent les exemples allemand et britannique. Enfin, cette logique de petits pas conduit à revenir souvent vers les territoires pour engager des débats projet par projet, ce qui est préjudiciable en termes de projection et d'acceptabilité pour les citoyens.

3. LE DÉVELOPPEMENT DES EMR EN FRANCE NÉCESSITE LA DÉFINITION D'UNE STRATÉGIE GLOBALE ASSOCIANT L'ENSEMBLE DES PARTIES PRENANTES

3.1 Afficher des objectifs plus ambitieux pour l'ensemble de la filière

Afin de dynamiser la filière, les objectifs nationaux de capacités installées devraient être revus à la hausse pour l'éolien en mer et clairement affichés pour les autres EMR.

Sur l'éolien en mer, la France devrait revoir ses ambitions à la hausse pour se mettre au niveau de la Stratégie européenne et des ambitions affichées par les autres États membres :

	France PPE 2028	Allemagne 2030	Royaume-Uni 2030	Stratégie européenne 2030	Stratégie européenne 2050
Eolien en mer	5,2 - 6,2 GW	20 GW	40 GW	60 GW	300 GW

Source : Groupe de travail.

Lors du Comité interministériel de la mer (CIMER) de janvier 2021, le ministère de la mer a indiqué que sur les 300 GW affichés dans la Stratégie européenne pour 2050, la France disposait « d'un potentiel de 49 à 57 GW et devait se préparer pour atteindre cet objectif », ce qui correspond à environ 16,5 % du potentiel européen. Il est proposé de retenir, à horizon 2050, cet objectif de 50 GW de capacités installées et de le décliner en un objectif intermédiaire de 18 GW en 2035.

Concernant l'hydrolien, il est proposé d'atteindre le potentiel français connu d'ici 2050, soit 3,5 GW avec une cible intermédiaire de 0,5 GW en 2030. L'inscription de cet objectif de capacités installées dans la PPE impliquera la mise en place d'un tarif de rachat pour l'hydrolien commercial. Au-delà de cette cible française, le marché asiatique et américain représentant des débouchés majeurs, une réflexion sur les aides à l'export devrait être approfondie.

Concernant le houlomoteur, il est proposé de fixer la cible de 2030 à 100 MW et celle de 2050 à 3,5 GW.

Proposition 1 :

Retenir, lors de la révision de la PPE en 2023, les objectifs suivants :

- éolien en mer : 18 GW en 2035 et 50 GW en 2050 (le potentiel technique exploitable identifié par l'Ademe est de 16 GW pour le posé et 34 GW pour le flottant)
- hydrolien : 0,5 GW en 2030 et 3,5 GW en 2050
- houlomoteur : 100 MW en 2030 et 3,5 GW en 2050
- SWAC/ETM : dupliquer les efforts de recherche dans le domaine de l'ETM en s'appuyant sur l'expérience acquise des SWAC Polynésiens et réviser dans cette perspective les PPE ultra-marines.

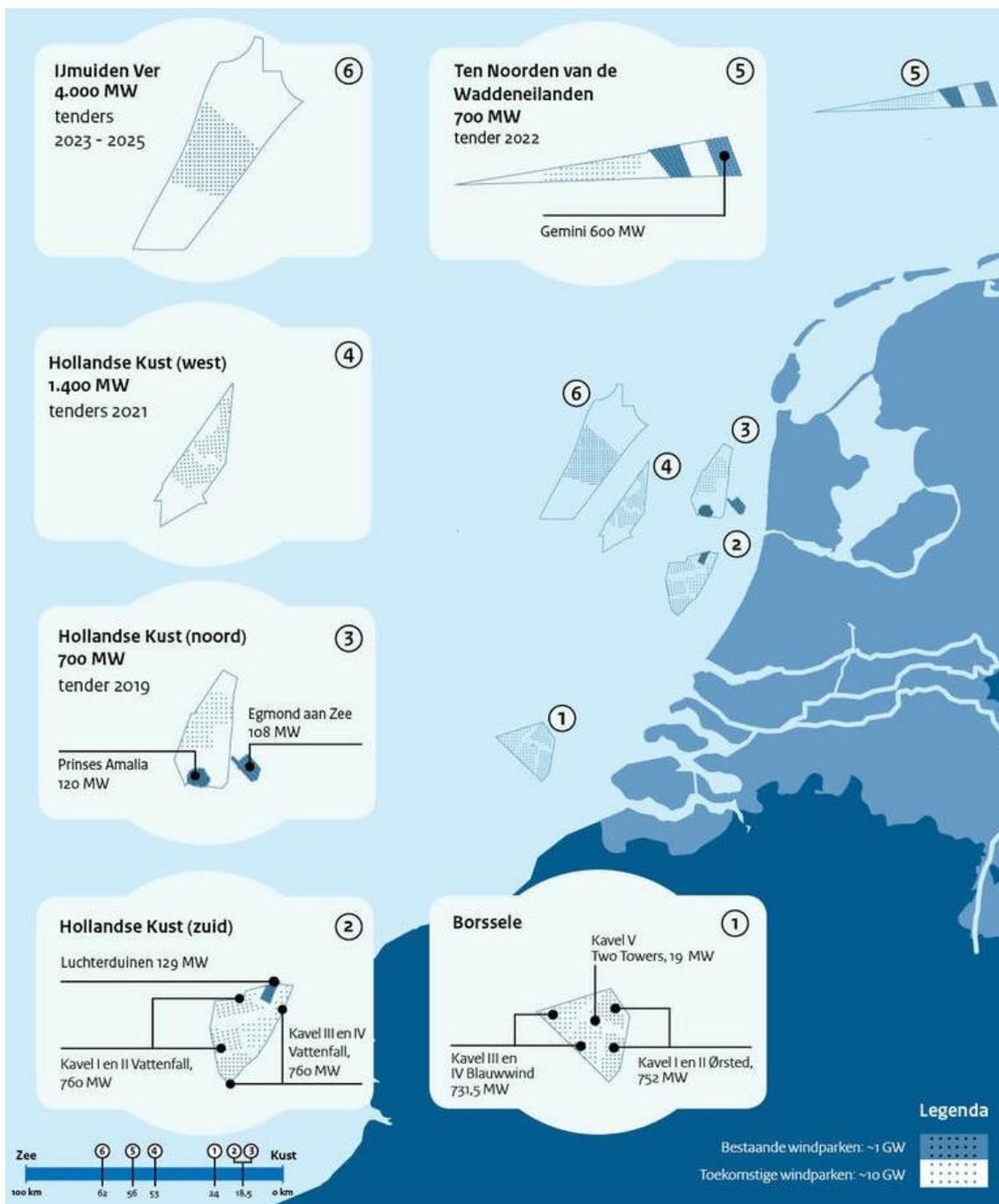
Mettre en place une planification nationale maritime engageante de long terme et anticiper ses conséquences sur le raccordement et les infrastructures portuaires.

Pour décliner concrètement ces objectifs sur le territoire, il est nécessaire de mettre en place une planification maritime de long terme. Le gouvernement a annoncé lors du CIMER de janvier 2021 son intention d'instaurer une planification de l'éolien en mer à moyen et long terme, en appui de la PPE, par façade maritime. Pour donner de la visibilité à la filière et traduire les objectifs affichés en actions concrètes, cette étape est indispensable et devrait avoir lieu le plus rapidement possible afin d'identifier les zones potentielles de déploiement des projets. Cette définition des zones devrait associer l'ensemble des parties prenantes dans le cadre d'un débat public national, pour une période de 30 ans, en cohérence avec la cible 2050, avec une procédure de révision tous les 5 à 10 ans. Pour qu'elle soit engageante, le principe de cette planification devrait être inscrit dans la PPE en modifiant le décret du 21 avril 2020 *relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie*. Cette planification entrerait alors dans le champ des plans et programmes devant faire l'objet d'une autorisation de l'autorité environnementale²³. Si cette procédure allongerait dans un premier temps les délais d'adoption, elle permettrait cependant *in fine* de gagner du temps dans le déploiement de chaque projet. Cette planification pourrait ensuite être déclinée localement avec une intégration dans les SRADDET comme c'est le cas en Normandie.

Cet exercice pourrait utilement s'inspirer de ce qui est fait, par exemple, aux Pays-Bas : l'*Offshore Wind Energy Roadmap 2030* précise la localisation des futurs parcs et prévoit un calendrier pour l'attribution des projets. Une évaluation d'impact environnemental et une participation du public sont prévues.

²³ Articles L. 122-4 et R. 122-17 du code de l'environnement.

La planification des futurs parcs éoliens en mer aux Pays-Bas à l'horizon 2030



Source : Gouvernement des Pays-Bas²⁴.

Proposition 2 :

Mettre en place, après un débat public national associant l'ensemble des parties prenantes, une planification nationale maritime engageante à horizon 2050, dont le principe serait inscrit dans la PPE. Ce portage politique pourrait être assuré par le ministère de la Mer.

²⁴ Source : <https://www.government.nl/topics/renewable-energy/offshore-wind-energy>.

Cette planification permettrait ensuite d'adapter le développement des infrastructures portuaires et les travaux de raccordement nécessaires.

Sur la base de cette planification, les ports pourront adapter leurs capacités d'accueil, comme cela se pratique au Royaume-Uni où la planification des projets d'EMR fait partie intégrante de la stratégie de revitalisation des ports. Cela permettra d'éviter de délocaliser des activités de sous-traitance à l'étranger pour des questions d'occupation d'espace portuaire.

Concernant le raccordement, la PPE indique déjà que les projets attribués à partir de 2024 porteront notamment sur des extensions des parcs éoliens en mer précédents, avec un raccordement mutualisé. RTE étudie actuellement deux formes de mutualisation des infrastructures.

L'option de la planification :

mutualisation de l'architecture du réseau avec un seul point d'atterrissage et une seule plateforme pour plusieurs projets à proximité. Cette option est en cours d'étude pour les deux parcs en Normandie.

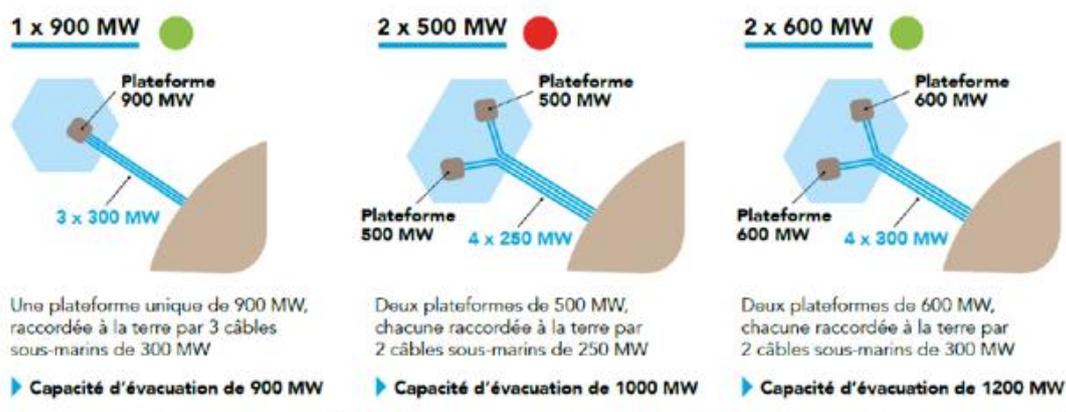
L'option du développement modulaire :

la structure d'accueil est dimensionnée immédiatement à la cible puis les équipements électriques sont installés progressivement en fonction des projets. Cette option est prévue pour les parcs éoliens en mer flottants qui seront attribués en Sud Bretagne et en Méditerranée (objectif affiché de 250 MW avec une extension possible jusqu'à 500 MW supplémentaires).

Dans les deux cas, ces leviers ne pourront être déployés de façon systématique que dans le cadre d'une planification engageante des pouvoirs publics sur les volumes de production, les zones géographiques et le calendrier des appels d'offres, pour éviter des coûts échoués. Dans le cadre de la planification, il est notamment important de tenir compte de l'effet du dimensionnement des parcs sur les coûts de raccordement et leur empreinte environnementale. Il est donc recommandé de dimensionner la puissance des parcs en fonction de ce qui est techniquement accessible en termes de raccordement pour éviter des franchissements de seuil non pertinents.

Actuellement, la puissance unitaire des câbles est de 300 MW. Le 4^{ème} appel d'offre en Normandie, d'une puissance installée de 1 GW, devra ainsi conduire à tirer 4 câbles de 250 MW et installer 2 plateformes de 500 MW, ce qui n'est pas optimal. Une réduction à 900 MW aurait permis un schéma plus simple reposant sur 3 câbles de 300 MW et une plateforme de 900 MW. Il aurait aussi été pertinent de pousser jusqu'à 1 200 MW (4 x 300 MW). Au-delà de chaque appel d'offres, la problématique d'optimisation pourrait être analysée également à plus grande échelle en prenant en compte toute la zone à raccorder.

L'optimisation de la puissance des parcs



Source : RTE, Présentation au groupe de travail n°1, 2021.

Proposition 3 :

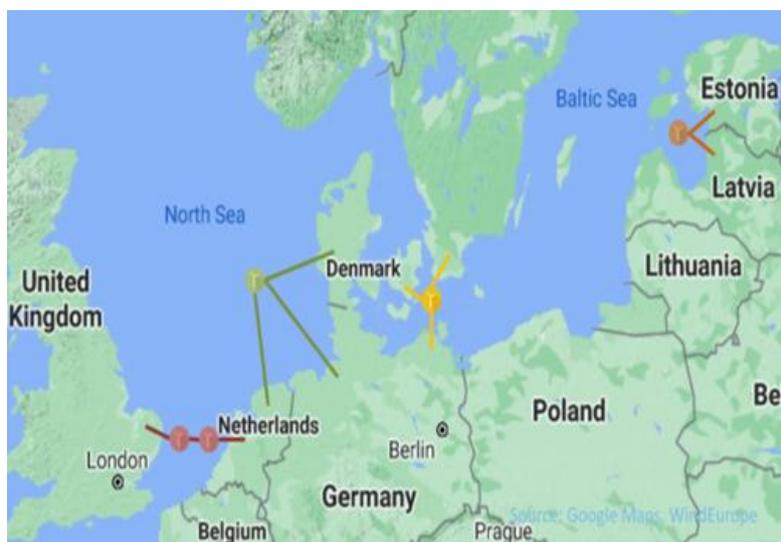
En lien avec la planification établie au niveau national, dimensionner les parcs en fonction de ce qui est techniquement accessible en termes de raccordement pour éviter des surcoûts et des installations sous-optimales.

Cette planification pourrait également intégrer une dimension européenne en identifiant les projets hybrides auxquels la France pourrait participer.

L'éolien en mer permet de développer des projets dits « hybrides », articulés production et interconnexion des réseaux et des marchés à destination de plusieurs pays européens. Depuis 2010, des travaux ont été menés par les États de la Mer du Nord (Belgique, Danemark, Allemagne, Irlande, Luxembourg, Pays-Bas, Norvège, Suède et Royaume-Uni) pour analyser les potentiels de développement de tels projets et les conditions pouvant favoriser une mise en œuvre optimale d'un point de vue économique et environnemental.

Plusieurs projets hybrides sont en développement aujourd'hui :

Les projets hybrides en cours de développement aux frontières européennes



Source : Wind Europe, 2020.

Les projets hybrides pourraient nécessiter d'adapter les règles de partage des recettes d'interconnexions afin de refléter la spécificité de ces projets alliant transport et production de grandes puissances nécessitant d'avoir dans des structures de réseaux partagées. De plus, leur développement dépendra également de la capacité technique des États membres à absorber ces flux importants. En parallèle de la révision, en cours, du règlement européen RTE-E qui porte cette question, une réflexion pourrait être menée en France concernant la mise en place de tels projets.

Proposition 4 :

Identifier les projets hybrides auxquels la France pourrait participer au niveau européen.

3.2 Faciliter l'acceptabilité des énergies marines renouvelables en mettant en place des appels d'offre plus responsables socialement et en construisant une relation de confiance avec les riverains et les pêcheurs

Les appels d'offre pourraient être davantage responsables socialement en tenant notamment compte des impacts économiques locaux. Au-delà de l'enjeu d'acceptabilité, ce sujet, majeur pour la filière, est crucial dans un contexte où le rôle moteur de l'export risque de conduire à un développement des capacités industrielles en dehors du territoire national. Par ailleurs, la sous-traitance ne pourra se développer de manière durable en France qu'avec des volumes d'activité importants permettant aux entreprises d'atteindre la taille critique suffisante pour être compétitives.

En préalable à toute réflexion sur ce point, il convient de rappeler que toute proposition sur ce sujet doit évidemment être compatible avec le cadre juridique européen et national. Les appels d'offres en matière de production d'électricité sont régis par les dispositions du code de l'énergie²⁵ qui organisent une procédure particulière qui déroge au code des marchés publics. Aux termes de l'article L. 311-10-1 du code l'énergie, cette procédure de mise en concurrence est conduite dans le respect des principes de transparence et d'égalité de traitement des candidats. Pour désigner le ou les candidats retenus, l'autorité administrative se fonde sur le critère du prix, dont la pondération représente plus de la moitié de celle de l'ensemble des critères, ainsi que, le cas échéant, sur d'autres critères objectifs, non discriminatoires et liés à l'objet de la procédure de mise en concurrence, tels que la qualité de l'offre, la rentabilité du projet, la sécurité d'approvisionnement et, dans une mesure limitée, la part du capital détenue par les habitants résidant à proximité. Les conditions d'exécution peuvent prendre en compte des considérations à caractère social ou environnemental et poursuivre des objectifs de développement durable conciliant développement économique, protection et mise en valeur de l'environnement et progrès social. Ces conditions d'exécution ne peuvent pas avoir d'effet discriminatoire entre les candidats potentiels. Elles sont mentionnées dans le cahier des charges. Dans ce cadre, il n'est donc pas possible de prévoir des critères de sélection favorisant les entreprises implantées sur le territoire national.

Dans le respect de ce cadre juridique, le groupe de travail souhaite faire des propositions de deux ordres :

Tout d'abord, les outils de mobilisation du tissu économique local pourraient être davantage mis en œuvre. D'une part, une information plus poussée pourrait être communiquée aux PME sur les enjeux industriels locaux liés à la filière des EMR par les

²⁵ CAA Bordeaux, 27 octobre 2016, *Sté Caribéenne d'Eolienne*, n°16BX00728.

chambres de commerces et d'industrie, notamment sur les normes et standards attendus sur ce marché.

D'autre part, des formations professionnelles pourraient être dispensés sur les enjeux des EMR par les Régions, qui sont compétentes en la matière, notamment *via* le plan régional de développement des formations et de l'orientation professionnelles.

Ensuite, de façon plus normative, les appels d'offre pourraient, à la suite de la jurisprudence récente du Conseil d'État, tenir compte d'un critère relatif au nombre d'emplois. S'il n'est évidemment pas privilégié les entreprises nationales ou locales, la jurisprudence comme la politique de l'Union européenne « *favorisent désormais l'achat « responsable » dans le cadre de la politique de l'environnement et sociale* »²⁶. Avec son arrêt *Commission c/ Pays-Bas*²⁷ du 10 mai 2012, la Cour de justice de l'Union européenne a élargi la notion d'objet du marché : il est possible de prévoir des critères sociaux pour l'attribution d'un marché dès lors qu'ils sont relatifs aux salariés employés pour l'exécution du marché et non à la politique générale de l'entreprise.

De son côté, dans une décision du 20 décembre 2019, *Société EDEIS*²⁸, concernant la gestion et l'exploitation d'un port, le Conseil d'État a jugé qu'un critère ou un sous-critère relatif au nombre d'emplois locaux, qui n'implique pas, par lui-même, de favoriser des entreprises locales, devait être regardé comme en lien direct avec les conditions d'exécution du contrat de délégation de la gestion de ce port et, pourvu qu'il soit non discriminatoire, comme permettant de contribuer au choix de l'offre présentant un avantage économique global pour l'autorité concédante. Dans ses conclusions sur cette affaire, la rapporteure publique indique que « *les apports d'une offre en termes d'emplois locaux induits par l'activité objet du marché peuvent [...] constituer un critère légal. Ils sont bien sûr distincts de la question de l'impact sur les entreprises locales, qui reviendrait à une condition de localisme, non autorisée, et correspondant à une autre logique, à même de fausser la concurrence* ». Développée en matière de délégation de service public, cette logique pourrait être transposée aux appels d'offres des projets d'EMR pour lesquels le législateur a bien prévu que les conditions d'exécution puissent prendre en compte des considérations à caractère social. Il pourrait éventuellement également être envisagé de l'étendre aux emplois non seulement créés mais mobilisés.

Cette responsabilité sociale est à coupler avec une responsabilité écologique : les critères concernant les émissions de CO₂ devraient être systématiquement pris en compte dans les appels d'offre des projets d'EMR.

Proposition 5 :

Mobiliser davantage les outils d'information et de formation à destination des PME avec l'appui des CCI et des Régions et introduire dans les appels d'offres, à la suite de la jurisprudence récente du Conseil d'État en la matière, un critère relatif à la création d'emplois locaux induite par le projet.

²⁶ Droit des contrats administratifs, LGDJ.

²⁷ CJUE, 10 mai 2012, *Commission c/ Pays-Bas*, n° 368/10, affaire dite *Max Havelaar et société Eko*.

²⁸ Conseil d'État 20 décembre 2020, *Société EDEIS*, n°428290, T.

L'acceptabilité par les citoyens implique de créer une relation de confiance avec les riverains. À Saint-Nazaire, pendant les travaux d'installation du raccordement au parc éolien en mer, la Ville et RTE ont associé étroitement les riverains au développement du projet. La localisation du site d'atterrage où les câbles sous-marins rejoignent les câbles terrestres a été une des questions centrales et a été fortement débattue : le centre-ville a finalement été considéré comme trop près du chenal (passage de cargos). Le site a donc été décalé à l'extrémité Ouest de la ville sur la plage de la Courance. Les habitants se sont inquiétés de cette décision.

Il a été extrêmement important de discuter avec RTE pour pouvoir apporter aux habitants des garanties concernant les travaux (préservation de l'espace naturel, limitation au maximum des nuisances pour les riverains, pas de remise en cause des travaux prévus par la ville par ailleurs, limitation des gênes en ce qui concerne la circulation, *etc.*).

Les engagements négociés avec RTE ont été tenus :

- information transparente et continue, avant et pendant les travaux (nombreuses réunions publiques avec les riverains et les associations de quartier), notamment sur la question des ondes électromagnétiques. Les deux sujets les plus sensibles étant le lieu d'atterrage et les travaux souterrains sous la plage ;
- pas de travaux de mai à septembre pour ne pas impacter le camping ;
- un point de contact unique chez RTE pour les riverains ;
- prise en compte du développement durable pendant les travaux : limitation de l'impact sur les espaces naturels (dunes, espaces végétalisés, *etc.*). Une étude d'impact a été menée par RTE et l'association Bretagne Vivante pour faire un état des lieux de la biodiversité et trouver des compensations. Une grande attention a également été portée à la préservation des espaces végétaux de la ville en s'assurant que l'abatage de chaque arbre était indispensable et en mettant en place une compensation quasiment à l'arbre près.

Tout au long des travaux, la Ville et RTE ont porté une attention particulière à l'amélioration du cadre de vie des habitants : les rues dégradées par le tracé ont été remises en état rapidement, des aménagements cyclistes et piétons ont été développés, *etc.* Aujourd'hui, les habitants se déclarent, en grande majorité, favorables au projet.

Dans la logique des travaux en cours de déploiement par l'Ademe et en élargissant la réflexion au niveau européen, il est essentiel à l'avenir de pouvoir disposer d'une base de retours d'expérience concernant les bonnes pratiques identifiées lors de la mise en place des projets d'EMR.

Proposition 6 :

Capitaliser sur le retour d'expérience des travaux des parcs déployés ou en cours de déploiement au niveau français mais aussi européen pour développer des bonnes pratiques visant, lors de la mise en place des projets d'EMR, à améliorer le cadre de vie des riverains.

Concernant les pêcheurs, un cadre général de coexistence pourrait être défini en s’inspirant de ce qui a été fait dans d’autres pays européens. Le Royaume-Uni et le Danemark autorisent de façon générale la pêche dans les parcs éoliens en mer. De leur côté, les Pays-Bas ont réuni les représentants des différentes parties prenantes pendant 3 jours pour trouver un accord global sur le développement de l’éolien en mer au niveau national. Dans ce cadre, des investissements importants ont été consentis pour le développement de l’aquaculture. La Belgique a expérimenté, avec succès, l’installation de parcs de moules sur les éoliennes en mer dans le parc de C-Power au large de Zeebrugge. L’expérience pourrait être étendue à d’autres crustacés.

La commission PECH du Parlement européen a publié en octobre 2020 une étude sur l’impact de l’exploitation de l’énergie éolienne en mer et des autres énergies marines renouvelables sur les pêcheries européennes²⁹. Elle identifie les bonnes pratiques mises en œuvre pour réduire les incidences négatives des EMR sur les activités de pêche, retenant, notamment une consultation précoce des acteurs concernés, l’intervention de tiers indépendants pour gérer les négociations et la mise en place d’indemnités compensatoires. Pour rassurer la profession, il semble nécessaire à ce stade de sortir du cas par cas et de définir, en amont des projets, des règles générales de coexistence et des mécanismes de conciliation. Cet exercice permettrait aussi de faire le point sur les co-usages envisageables en faisant des infrastructures en mer des lieux modulaires (installation sur les éoliennes de station d’observation de la faune et de la flore marines par exemple). Il serait opportun, à cette occasion, d’associer les représentants des pêcheurs au niveau national mais aussi local pour éviter des dissensions.

Proposition 7 :

Définir un accord global de coexistence avec les représentants des pêcheurs, dont les règles s’appliqueraient à l’ensemble des projets à venir.

La question de la couleur des éoliennes, si elle peut sembler à première vue anecdotique, mérite une réflexion. Lors du débat public sur le projet de Dunkerque, ce point a été soulevé par les professionnels du tourisme qui ont indiqué que la couleur grise utilisée par la Belgique permettait d’atténuer l’impact visuel. Par ailleurs, une étude du *Norwegian institute for nature research*³⁰, publiée en juillet 2020, montre, après dix années d’observation, que les collisions des oiseaux avec les éoliennes peintes en noir diminuent de 70 % par rapport aux éoliennes blanches. Ces considérations doivent cependant être articulées avec la nécessité que les éoliennes soient visibles des avions et des bateaux et il pourrait être opportun dans cette perspective de s’inspirer du balisage dynamique mis en place dans les parcs allemands (allumage uniquement à l’approche des avions ou des aéronefs).

²⁹ Source: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652212/IPOL_STU\(2020\)652212\(SU_M01\)_FR.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652212/IPOL_STU(2020)652212(SU_M01)_FR.pdf).

³⁰ Source : <https://tethys.pnnl.gov/publications/paint-it-black-efficacy-increased-wind-turbine-rotor-blade-visibility-reduce-avian>.

En France, la couleur des éoliennes est régie par l'arrêté du 23 avril 2018 *relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne*³¹. L'annexe II de cet arrêté définit les quantités colorimétriques des éoliennes implantées en mer en les limitant aux domaines du blanc, du gris, de l'orange et du rouge.

Proposition 8 :

Modifier l'arrêté du 23 avril 2018 *relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne* pour tenir davantage compte de l'impact de la couleur des éoliennes sur le paysage et sur les risques de collision avec les oiseaux tout en assurant la sécurité aérienne.

3.3 Simplifier les procédures d'autorisations administratives

Concernant les procédures juridictionnelles, si certains membres du groupe de travail ont souhaité que l'intérêt à agir soit plus encadré, il n'est pas proposé de suivre cette piste. Politiquement, les recours sont formés par des associations de défense de l'environnement, des concurrents ou des riverains qui sont légitimes pour exercer un recours malgré les effets négatifs que ce dernier peut avoir sur le développement des projets. Juridiquement, il faut rappeler que la définition de l'intérêt à agir revient traditionnellement au juge administratif qui l'apprécie en tenant compte de conditions définies par la jurisprudence (intérêt personnel, légitime, pertinent, suffisamment direct et certain). Si le législateur est intervenu pour encadrer l'intérêt à agir dans certaines matières spécifiques, notamment en matière d'urbanisme, il l'a fait essentiellement pour codifier des règles jurisprudentielles et leur donner une plus grande lisibilité afin d'éviter des recours irrecevables (article L. 600-1-2 du code de l'urbanisme par exemple).

Concernant le cadre réglementaire, les procédures d'autorisations administratives pourraient être simplifiées. L'article 20 de l'ordonnance du 8 décembre 2016 *relative aux espaces maritimes relevant de la souveraineté ou de la juridiction de la République française* prévoit pour les parcs éoliens en mer mis en place en Zone économique exclusive (ZEE) une autorisation unique qui tient lieu des autorisations, déclarations, approbations et dérogations nécessaires pour la construction, l'exploitation et l'utilisation d'îles artificielles, d'installations, d'ouvrages et de leurs installations connexes. Le futur parc éolien en mer du 4^{ème} appel d'offre en Normandie sera situé en ZEE, à plus de 12 miles nautiques (23 kilomètres) des côtes, et d'autres pourraient également l'être. Tous les parcs précédents sont situés dans le domaine public maritime, à moins de 12 miles nautiques. Il est proposé de retenir ce modèle de l'autorisation unique pour l'ensemble des projets d'EMR. Une mission des inspections générales des ministères concernés est en cours pour étudier ce sujet et un amendement au projet de loi « *Climat et Résilience* » a été déposé en ce sens.

Sur les autres éléments du cadre réglementaire, la filière estime globalement avoir besoin de stabilité et être arrivée à un équilibre satisfaisant avec la mise en place du permis enveloppe et la parallélisation de la participation du public avec la procédure d'appel d'offres (loi ASAP).

³¹ Source : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000036869497/>.

Proposition 9 :

Généraliser le modèle de l'autorisation unique mis en place pour les projets d'EMR en ZEE à l'ensemble des projets, y compris ceux dans le domaine public maritime.

3.4 Mettre en place un deuxième site d'essai raccordé au réseau

Le modèle du SEM-REV pourrait être dupliqué. Le SEM-REV, premier site européen d'essais en mer multi-technologies connecté au réseau, accueille la première éolienne en mer en fonctionnement sur le territoire français et un démonstrateur houlomoteur. Ce site à échelle réelle, permettant de tester des solutions grandeur nature, raccordé au réseau de distribution, a été pensé sur la base du permis-enveloppe avec une autorisation large lui permettant de tester toutes les technologies et d'évoluer de manière flexible. Il accompagne la démonstration en pleine mer sur des designs innovants, aide la filière à réduire les coûts (essais à échelle réduite, procédures d'installation, etc.) et met en place un suivi environnemental pour comprendre les interfaces entre les EMR et l'environnement marin. Sa feuille de route initiale a été complétée pour augmenter sa capacité d'accueil (machines de 5 MW et plus), étudier des solutions de stockage pour permettre la diversité des productions et structurer les moyens d'essais à l'échelle nationale par la création d'une Fondation de Coopération Scientifique (FCS). Ce modèle pourrait être dupliqué, en Méditerranée, pour accroître les possibilités de recherche et de développement de la filière, ce qui nécessiterait un fort soutien public.

Concernant la FCS, cette dernière qui constituerait le plus grand pôle européen de recherches scientifiques en mer dans le cadre du soutien au déploiement des EMR, regrouperait les actifs et les compétences des cinq sites d'essais. Elle aurait pour objectifs d'optimiser, structurer et coordonner la stratégie opérationnelle et d'investissement des sites, sur la base d'un modèle économique robuste et pérenne en :

- portant une stratégie scientifique et technologique collective ;
- proposant une offre plus complète sur toutes les façades maritimes et pour toutes les technologies ;
- poursuivant les investissements sur chacun des sites existants, porter des projets de futurs sites d'essais ;
- mutualisant les compétences et capitaliser les expériences, Mettant en œuvre les projets de recherche et d'essais de prototypes et briques technologiques ;
- structurant et coordonnant les ressources nécessaires à la réalisation des essais ;
- favorisant les investissements sur les projets, en activant les leviers du mécénat et de la défiscalisation ;
- positionnant la France comme leader européen des essais en mer dans le domaine des EMR.

Proposition 10 :

Mettre en place, en Méditerranée, un deuxième site d'essai raccordé au réseau sur le modèle du SEM-REV tout en unifiant l'ensemble des sites d'essais français *via* une Fondation de coopération scientifique pour structurer et financer les essais en mer.

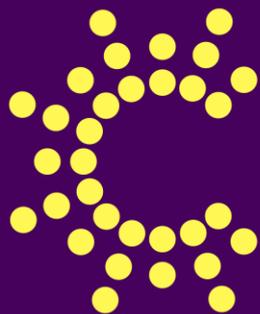
3.5 Coupler le développement des énergies marines renouvelables et celui de l'hydrogène

D'une part, l'hydrogène pourrait être utilisé pour stocker les surplus dans le cadre des giga projets hybrides qui produiront probablement plus que ce qui leur est permis de faire transiter sur les réseaux électriques européens.

D'autre part, les exemples étrangers montrent que l'énergie éolienne en mer peut être utilisée pour produire de l'hydrogène renouvelable. Le projet danois H2RES, en cours, produira ainsi, à partir d'éoliennes en mer, jusqu'à environ 1 000 kilogrammes d'hydrogène renouvelable par jour, utilisé ensuite comme source de carburant pour les véhicules dans la région de Copenhague.

Proposition 11 :

Coupler la question du développement des EMR avec celle de de l'hydrogène.



Comité
de prospective
de la CRE

**ÉCLAIRER
L'AVENIR**

#éclairerlavenir
@CRE_Prospective

www.eclairerlavenir.com

Juin 2021