

Les ports et l'éolien offshore

Réflexions sur l'adaptation du système portuaire métropolitain au développement de l'éolien en mer (notamment flottant)

2025

DGITM

avec la contribution de la DGEC et de la DGE



© Imagine Créations - GPMLR

Sommaire

Introduction

L'éolien, un pilier de l'approvisionnement énergétique	2
Les ports sont les territoires de la décarbonation	2
L'éolien, une opportunité unique pour les ports	3
Un contexte de raréfaction attendue du foncier portuaire	3
Une accélération et un changement d'échelle nécessaires	3

Partie 1 : Quel(s) positionnement(s) pour les ports dans la chaîne de valeur de l'éolien ?

1- L'éolien flottant : une opportunité unique et des risques à lever	5
2- Hypothèses sur des mesures concrètes à adopter	7
3- Considérations sur le modèle économique portuaire	13
4- Positionnement des ports dans la chaîne de valeur de l'éolien flottant : analyse des forces et faiblesses	16

Partie 2 : Quelle(s) trajectoire(s) de développement pour l'éolien offshore en France ?

1- Projets installés, en cours de développement ou d'attribution	21
2- Une accélération du développement de l'éolien à l'horizon 2050	22
3- Illustration des besoins industriels	24
4- Une adaptation nécessaire des infrastructures portuaires	33
5- Hypothèses de développement de l'éolien flottant en Europe, risques et opportunités	34

Conclusion	38
-------------------	-----------

Introduction

L'éolien, un pilier de l'approvisionnement énergétique

L'accélération significative du développement des énergies renouvelables est nécessaire pour faire face à l'augmentation à venir de la consommation d'électricité tout en diminuant nos émissions.

La Commission européenne s'est ainsi fixée l'objectif de 42.5% d'énergies renouvelables dans le mix énergétique global en 2030.

Les énergies renouvelables sont une opportunité de relocalisation de notre production d'énergie, en valorisant les ressources locales tout en réduisant le déficit de la balance commerciale lié aux importations d'énergie notamment fossile qui pourrait ainsi diminuer de 60 % d'ici 2035.

L'étude « Futurs énergétiques 2050 » produite par RTE confirme la complémentarité des différents moyens de productions nucléaires et renouvelables et place l'éolien en mer à un niveau de déploiement qui pourrait se situer entre 22 et 62 GW. Ainsi, le projet de stratégie française énergie-climat prévoit la mise en service de 45 GW à l'horizon 2050.

Pour atteindre cet objectif, les ministres de la transition écologique, de la mer et de l'industrie ont notamment signé un pacte¹ avec la filière, prévoyant l'attribution de 2 GW d'éolien en mer par an à partir de 2025 avec un objectif intermédiaire de 18 GW en service en 2035. La filière s'est quant à elle engagée à atteindre l'objectif de 20 000 emplois éoliens en mer en 2035 et de 40 milliards d'euros d'investissement d'ici à cette même date ainsi qu'un taux de contenu local d'au-moins 50 % sur ces projets.

Les ports sont les territoires privilégiés de la décarbonation

Les ports maritimes et fluviaux ont été, à l'après-guerre, le lieu d'implantation de l'industrie lourde (raffineries, pétrochimie, sidérurgie) nécessaire à la reconstruction. Ils sont pour les années à venir des lieux privilégiés d'implantations d'activités liées aux nouvelles énergies pour la décarbonation de l'économie et des actifs essentiels au renforcement de la souveraineté énergétique et industrielle de la France.

La décarbonation des activités industrialo-portuaires constitue un changement majeur dans le modèle économique des ports.

¹ https://www.eoliennesenmer.fr/sites/eoliennesenmer/files/fichiers/2022/03/2022.03.14_pacte-eolien-mer.pdf

L'éolien représente une opportunité unique pour les ports

La France est bien positionnée sur le marché à fort potentiel de l'éolien flottant, qui représente un enjeu stratégique fort pour les ports notamment comme relais de croissance pour faire face à la baisse des trafics d'hydrocarbures.

La filière de l'éolien flottant est aujourd'hui entrée en phase commerciale avec l'attribution d'un parc éolien flottant (AO5) au Sud de la Bretagne, et plus récemment de deux en Méditerranée (AO6) et la France dispose d'un écosystème qu'il convient d'accompagner dans sa structuration en filière compétitive.

Un contexte de raréfaction attendue du foncier portuaire

L'engagement des ports dans l'éolien se fait en parallèle d'une accélération de leurs investissements dans la décarbonation sur d'autres segments de leurs activités (par exemple, l'accueil d'industries vertes ou la production de carburants alternatifs) mobilisant très fortement leur capacité d'autofinancement sur un pas de temps court.

Enfin, il convient de signaler que ces investissements doivent être réalisés dans un contexte de raréfaction du foncier industriel, notamment dans les ports, avec l'objectif du zéro artificialisation nette (ZAN) en 2050. Le foncier dédié à l'éolien représente donc un enjeu fort qu'il convient de sécuriser.

Une accélération et un changement d'échelle sont nécessaires

Le système portuaire français est organisé aujourd'hui pour des projets flottants de petites dimensions et pour de l'éolien posé mobilisant moins d'infrastructures portuaires que l'éolien flottant.

Compte tenu du changement d'échelle et de technologie nécessaire, la réponse portuaire doit s'envisager de manière robuste et globale. Un seul port ne pourra en effet répondre à lui seul à l'ensemble des besoins et les investissements doivent donc être envisagés de manière coordonnée, dans une logique de synergie, de complémentarité et de fiabilité de la réponse aux besoins industriels.

L'enjeu est de capter la plus grande partie de de la chaîne de valeur sur le territoire national et de sécuriser les chaînes d'approvisionnement.

Enfin, au-delà du marché national, des opportunités seront à saisir pour les ports français pour les parcs éoliens à venir en Europe, notamment en Méditerranée et en mer Celtique et sans doute également en Mer du Nord.

Dans ce contexte, le défi est triple pour les ports :

- être prêt dans les délais requis pour le déploiement des futurs parcs éoliens français, en avance de phase face à une potentielle concurrence étrangère, tout en préservant l'opportunité de se positionner à l'export sur le marché européen ;
- proposer une offre de services aux futurs industriels fiable, flexible et compétitive ;
- assurer la soutenabilité financière des projets portuaires, en investissement comme en exploitation.

Relever ces défis conduit à s'interroger tout d'abord sur le ou les positionnements possibles des ports dans la chaîne de valeur de l'éolien flottant, puis à les mettre en perspective au regard des trajectoires de développement de l'éolien offshore en France.

Partie 1 : Quel(s) positionnement(s) pour les ports dans la chaîne de valeur de l'éolien ?

L'éolien flottant : une opportunité unique et des risques à lever

L'éolien en mer posé comme flottant suscite un fort intérêt portuaire comme l'ont démontré les réponses de 8 ports ou consortia de ports à l'Appel à manifestation d'intérêt France 2030 (ADEME - 2022) et l'attention portée au lancement le 8 mars 2024 de l'Appel à projets pour l'adaptation des infrastructures portuaires métropolitaines pour l'industrie de l'éolien flottant dont la clôture a eu lieu le 31 janvier 2025.

La concrétisation des ambitions françaises, européennes et plus largement internationales qui nécessite une très forte accélération des opérations de déploiement des champs éoliens dans la décennie à venir est en grande partie conditionnée par la disponibilité de capacités portuaires adaptées.

On peut identifier un certain nombre de freins parmi lesquels on peut citer :

- le manque de visibilité sur la demande de la filière vis-à-vis des ports malgré des ambitions générales affirmées ;
- la difficulté à construire un modèle économique soutenable pour les ports du fait des niveaux d'investissements nécessaires à mettre en face de niveaux de revenus qui restent incertains à ce stade, potentiellement irréguliers (saisonnalité d'installation, succession des projets dans le temps, désignation des lauréats par appels d'offres sans connexion directe avec des sites portuaires pré-identifiés...) voire limités (recours à des capacités portuaires ou industrielles non locales) ;
- le risque de surinvestissement dans les capacités portuaires ou de choix technologique non pertinent (marché émergent non mature sur les technologies de flotteurs notamment) ;
- la qualité et la disponibilité des dessertes maritimes et terrestres nécessaires à l'approvisionnement des ports pour ces trafics spécifiques représente un verrou connexe à l'adaptation des infrastructures portuaires ;
- la raréfaction du foncier portuaire. En effet, la réindustrialisation verte en cours notamment dans les ports dans le contexte de la mise place du Zéro Artificialisation Net

pourrait conduire à mettre en concurrence les projets d'infrastructure pour l'éoliens avec d'autres projets portuaires potentiellement moins risqués financièrement ;

- Au-delà du foncier, il existe des enjeux sociaux et opérationnels notamment liés au maintien (coactivités) et au développement d'autres trafics ;
- Les questions d'acceptabilité, visuelle notamment, peuvent également représenter un frein au développement de cette filière.

Compte tenu des freins identifiés, un soutien financier, politique et réglementaire spécifique apparaît nécessaire.

L'enveloppe France 2030 de l'appel à projets ports alloués à l'adaptation des infrastructures portuaires ne permettra pas, à elle-seule, la mise à niveau requise du système portuaire français pour atteindre les objectifs annoncés. Elle permet néanmoins d'accélérer la mise en ordre de marche des ports et pourrait servir de fonds d'amorçage pour les projets qui démarrent ou d'aide au bouclage financier pour les projets qui sont les plus avancés.

Le soutien des autorités portuaires régionales au financement des modèles économiques et financiers des ports, la recherche de subventions complémentaires notamment européennes, le recours aux prêts bancaires ou encore la recherche de partenariats publics/privés nécessitent de disposer d'une visibilité sur les attributions des parcs à venir (géographiquement mais également du point de vue du rythme de déploiement) et le niveau de sécurisation du contenu local.

En mai 2024, le consortium Pennavel composé d'Elicio et de BayWa r.e. a été désigné lauréat de l'Appel d'offres pour le 1^{er} parc éolien flottant commercial au Sud de la Bretagne (AO5) pour une puissance de 250 MW et pour un prix fixé à 86,45 €/MWh². En décembre 2024, les consortium Ocean Winds – Banque des Territoires et EDF Renouvelables – Mapple Power ont respectivement remporté l'appel d'offres méditerranéen pour les projets de 250 MW Narbonnaise 1 et Golfe de Fos 1 (AO6), pour des prix fixés à 92,70€/MWh et 85,90€/MWh.

Parallèlement le groupe asiatique *Blue Ocean Wind* (BOW) vient d'annoncer un investissement d'un milliard de dollars dans l'éolien flottant pour construire six navires

² A titre de comparaison, l'appel d'offre n°6 AR6 au UK a été attribué début septembre 2024 à un tarif de 229€/MWh raccordement compris

transporteurs de flotteurs acier permettant de servir le marché mondial et en particulier européen³.

Cette concurrence directe fait peser un risque sur le marché européen et français de l'éolien flottant.

Face à ses freins et ses risques, une cohérence d'ensemble est nécessaire via notamment une triple planification de l'éolien en mer :

- planification géographique et temporelle ;
- planification de l'adaptation des infrastructures portuaires ;
- planification des infrastructures électriques de raccordement.

Parallèlement, l'ambition de création de valeur en France nécessite d'une part, un soutien à la création d'une offre industrielle française, via des dispositifs comme le crédit d'impôt investissements industrie verte et à travers la prise en compte de considérations environnementales, de cybersécurité et de résilience dans les appels d'offres et d'autre part, le développement de la formation et des compétences

Les besoins des industriels rejoignent ceux des ports avec des enjeux de visibilité en volume et en rythme, de simplification administrative et de niveau de financement.

Hypothèses sur des mesures concrètes à adopter

Définir un plan de financement adapté

La recherche d'un modèle économique soutenable sur les segments portuaires dédiés à l'éolien flottant encore peu matures (filière émergente devant encore gagner en maturité technologique et soumise à des risques forts), conduit à rechercher des modèles de financement nouveaux permettant au système portuaire d'être au rendez-vous du rythme annoncé pour le déploiement des futurs parcs.

Compte tenu du changement d'échelle et de technologie nécessaire à l'atteinte des objectifs de déploiement, la réponse portuaire doit s'envisager de manière robuste et globale.

³ <https://www.rechargenews.com/wind/chinese-group-targets-global-floating-wind-with-billion-dollar-vessel-investment/2-1-1644241>

L'enjeu est de capter la plus grande partie possible de la chaîne de valeur sur le territoire national et de sécuriser les chaînes d'approvisionnement.

Enfin, au-delà du marché français, des opportunités pourraient être saisies par les ports français pour les parcs éoliens à venir en Europe, notamment en Méditerranée (zones propices au développement de l'éolien flottant identifiées au large de la Catalogne et des îles Baléares, nombreux projets en développement en Italie) et en mer Celtique (l'Irlande et le Royaume-Uni ont des objectifs ambitieux d'éolien flottant dans cette zone) par exemple.

Il est aussi important de noter que les ports de la façade Atlantique-Manche seront mobilisés sur de nombreux projets posés entre 2031 et 2040 et qu'il est important de bien dimensionner l'offre portuaire dans son ensemble pour que des adaptations des ports pour l'éolien flottant ne mettent pas en péril les projets posés.

Des critères multiples sont à prendre en compte quant à l'identification des ports dont l'adaptation est requise pour atteindre le premier objectif de 18GW en service en 2035 :

- géographique : par rapport au positionnement attendu des champs et des capacités RTE de connexion au réseau ;
- temporel : les capacités des ports de la Manche pourraient être saturées sur le déploiement de projets d'éoliennes posées sur la décennie 2030 et peut-être même au-delà de 2040.
- environnementale : la capacité des ports à mener les premiers investissements nécessaires pour répondre aux besoins des premiers parcs flottants est fortement dépendante de la maturité environnementale des projets (débat public, attribution, instruction de l'autorisation, enquête publique, délivrance autorisation environnementale et éventuel recours administratif...) ;
- industrielle : stratégie par façade avec complémentarité des projets avec l'écosystème industriel en place ou pressenti ;
- ressources en main d'œuvre et en compétences ;
- crédibilité : ports ayant acquis une compétence sur le posé ou les démonstrateurs flottants ;

Des investissements conséquents ont déjà été réalisés dans certains ports⁴. Cependant, en prenant en compte les cartes des zones prioritaires et les objectifs aux horizons 10 ans et 2050, il reste un besoin de financement massif pour adapter le système portuaire métropolitain.

Visibilité et planification

La décision interministérielle actant les zones prioritaires pour le développement de l'éolien en mer à horizon 10 ans et 2050 a été signée le 17 octobre 2024. Le consortium lauréat de l'AO5 a d'ores et déjà annoncé publiquement que le projet Pennavel serait développé en concertation avec la chaîne de valeur industrielle et notamment les ports de la façade, afin de maximiser l'impact économique et les emplois locaux.

Dans le cahier des charges de l'AO6, une date butoir de choix des ports pour l'assemblage final et l'intégration est imposée au lauréat, sous peine de pénalités (la plus tardive des deux dates : 42 mois après la notification du lauréat ou 6 mois après l'autorisation accordée au producteur).

Le volume des appels d'offres et l'échelonnement dans le temps de leur mise en œuvre est un point clé pour les investissements portuaires. En effet, et notamment pour l'éolien flottant, le montant des CAPEX à engager nécessiterait probablement de prévoir un cadencement des mises en service associées à chaque port, afin de sécuriser à la fois les investissements du projet, le volet autorisations et la rentabilisation des investissements portuaires qui pourraient ainsi être étalés de manière sécurisée sur une dizaine d'années.

S'il existe un risque clair de défaut de coordination entre ports d'une même façade, il est également nécessaire de prendre en compte les temporalités propres à chaque façade.

En effet, la temporalité des projets posés en Manche semble renvoyer à un horizon post-2040 la contribution des ports de cette façade à l'éolien flottant. Or la décennie 2030 verra probablement la filière s'organiser sur l'Atlantique et sur la Méditerranée. Dans ces conditions, l'émergence d'un nouveau pôle éolien flottant en Manche ne semble pas acquise malgré des atouts avérés (existence d'une filière pour l'éolien offshore, zone de chalandise des zones prioritaires identifiées en sortie du débat public, positionnement

⁴ Notamment plusieurs ports décentralisés avec le soutien de leurs régions respectives. Ces ports ont anticipé les besoins de l'éolien flottant. C'est par exemple le cas de Brest, pour lequel la Région Bretagne a décidé d'investir dès 2013 dans le cadre d'un plan de développement tourné vers les énergies marines renouvelables. C'est également le cas de Port La Nouvelle qui a investi massivement dans les EMR ou encore de Cherbourg.

des champs en Bretagne Nord, proximité pour les opportunités de marchés dans le nord de l'Europe...).

Sécurisation du contenu local

Si les règles européennes interdisent aujourd'hui l'utilisation de critère discriminant sur le plan géographique, le *Net Zero Industry Act* européen (adopté le 27 mai 2024) représente une opportunité pour la mise en place de critère hors-prix plus ambitieux. Ce règlement vise d'une part à rendre plus homogène la prise en compte des considérations de durabilité, de cybersécurité et de normes sociales dans les dispositifs de soutien public au déploiement des EnR au sein de l'Union européenne et, d'autre part, à renforcer la résilience de la filière européenne de l'éolien en mer.

Les cahiers des charges des procédures de mise en concurrence viseront à faciliter l'intégration socio-économique des projets. Les procédures de mise en concurrence intégreront, lorsque cela est jugé pertinent, les possibilités ouvertes par le NZIA, notamment en matière de résilience des approvisionnements, de cybersécurité, de normes sociales ou encore d'impact environnemental.

D'une manière générale, l'intégration de critères hors-prix est à rechercher autant que possible et en conformité avec le droit européen afin de mettre en valeur les avantages de l'industrie française et soutenir le développement de la filière industrielle.

Sécurisation du foncier portuaire

Dans la chaîne de valeur de l'éolien flottant c'est la fabrication, l'assemblage et le stockage des flotteurs qui semble particulièrement dimensionnant pour la mise à niveau des infrastructures portuaires. Le besoin de linéaire de quai pour réaliser des opérations d'intégration est également à sécuriser ainsi que des zones de stockage de flotteurs (maintien des cadences), d'éoliennes intégrées et les accès nautiques correspondants.

Une cartographie et une planification de la vocation du foncier portuaire disponible, prenant en compte et identifiant les ressources nécessaires à l'éolien flottant aux horizons 2035 et 2050 (en cohérence avec la planification énergétique) pourrait être réalisée afin de donner une visibilité aux développeurs dans le contexte de la réindustrialisation verte et du ZAN.

Dans ce contexte, la sécurisation de foncier portuaire pour les activités liées à l'éolien en mer revêt un enjeu particulier pour les ports.

Besoins en main d'œuvre

Des besoins en main d'œuvre sont également identifiés dans les régions qui accueilleront des activités portuaires et industrielles nécessaires au développement de l'éolien flottant.

L'appel à manifestation d'intérêt Compétences et métiers d'avenir (AMI CMA), déjà adapté pour les filières industrielles des énergies renouvelables, pourrait servir de vecteur pour les acteurs portuaires qui souhaitent ouvrir des dispositifs de formation dédiés.

En ce qui concerne l'AO5, le projet éolien commercial est prévu pour 4,5 millions d'heures de travail pendant la phase de construction et plus de 30 emplois permanents (maintenance) durant l'exploitation du champ.

Incitations financières :

Le crédit d'impôt investissements dans l'industrie verte (C3IV), introduit dans la loi de finances 2024, permet d'accompagner les investissements des industriels en complément de ceux des ports. Il permet de couvrir une partie de l'investissement (CAPEX) des acteurs industriels, notamment pour la mise en place d'usine d'assemblages de flotteurs ou de fabrication de sous-composants dédiés.

D'autres voies de cofinancements seraient à explorer, par exemple en recherchant la mise en œuvre d'un dispositif pluriannuel, d'un système d'avances remboursables, d'une garantie de l'Etat ou encore par exemple l'utilisation de fonds européens comme *le Fonds pour l'Innovation* ou le Fonds de développement régional (FEDER).

Raccordement au réseau électrique

La planification des futurs parcs éoliens en mer conduit RTE à définir des priorités de disponibilités de raccordement et les aménagements du réseau à prévoir. La cohérence entre le site d'atterrissage, la capacité de raccordement et la position du champ éolien est un prérequis nécessaire à l'installation des futurs champs éoliens.

Selon son Schéma décennal de développement du réseau, RTE consacre plus de 10% de son budget d'investissement en 2024 à la réalisation des raccordements pour les parcs éoliens en mer, soit 258,3 millions d'euros.

RTE, les Chantiers de l'Atlantique et Hitachi Energy ont annoncé un contrat de 4,5 milliards d'euros pour construire des sous-stations électriques destinées à équiper les futurs parcs éoliens de Normandie (Centre Manche 1 & 2) et d'Oléron.

Ces plateformes (courant continu) permettront de transporter l'électricité sur de plus grandes distances qu'en courant alternatif. Les pertes électriques seront réduites ainsi que le linéaire de câbles requis. Les Chantiers de l'Atlantique vont doubler leur capacité de production et investir plus de 100 millions d'euros⁵ dans ce projet.

Il est à noter que les infrastructures portuaires pourront également s'avérer indispensables pour fiabiliser la fabrication des sous-stations électriques.

Simplification des procédures

Les délais pour l'obtention des autorisations et la complexité des procédures administratives peuvent entraîner des retards et des surcoûts dans le déploiement des parcs éolien en mer.

Plusieurs évolutions réglementaires ont déjà eu lieu pour réduire notamment les délais de contentieux sur les projets éoliens et pour les infrastructures portuaires nécessaires au déploiement de l'éolien en mer.

Une évolution de droit visant à raccourcir les délais de recours des projets d'infrastructures portuaires liées à l'éolien en mer pourraient constituer un levier potentiellement intéressant à expertiser.

Enjeux militaires, aéronautiques et paysagers

Les contraintes liées à la présence d'un port militaire sont à prendre en considération dans le développement de la filière. Un travail est à construire sur ce point. Un rapprochement et une coopération pourraient s'avérer nécessaires afin de permettre la réalisation de projets éoliens dans certaines zones maritimes stratégiques. Certains ports comme Toulon, Brest ou Cherbourg sont des ports clés pour l'expérimentation et l'évaluation des impacts potentiels du développement de la filière sur les activités militaires.

Les servitudes aéronautiques semblent quant à elles particulièrement critiques en phase d'intégration des éoliennes du fait de la très grande hauteur de ces structures. Un travail est à approfondir avec la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) sur le sujet.

⁵ <https://www.lejournaldesentreprises.com/article/eolien-en-mer-un-contrat-45-milliards-deuros-entre-rte-les-chantiers-de-latlantique-et-hitachi-2095325>

Enfin, les ports devront prendre en compte les particularités paysagères de ces nouvelles activités portuaires.

Un ensemble de freins et d'hypothèses sont à prendre en compte afin d'abaisser le niveau de risques pesant sur les ports et sécuriser ainsi leurs décisions d'investissements dans l'adaptation des infrastructures portuaires pour l'éolien flottant. La définition d'un niveau de risque acceptable est essentielle pour que les ports puissent concevoir un modèle économique soutenable.

Considérations sur le modèle économique portuaire

L'accueil de ces activités nouvelles, dont les paramètres techniques et les critères de performance ont peu en commun avec les activités traditionnelles de manutention de marchandises par les terminaux des ports de commerce, peut répondre à plusieurs objectifs économiques cumulatifs, tels que :

- Le développement d'une activité et d'un revenu de substitution, total ou partiel, à la diminution voire à la disparition des activités liées à l'importation d'énergies fossiles ;
- La mise en place d'une filière territorialisée attractive en termes de création de valeur et d'emplois qualifiés en rapport avec la mer ;
- Le renforcement d'un écosystème industriel préexistant et/ou l'accueil de ses mutations.

Au-delà de l'affirmation qu'il s'agit de développer des « relais de croissance », l'annonce par les ports d'objectifs économiques précis conditionne la structuration du modèle économique qui pourra être proposé pour chacun d'entre eux.

Sans entrer dans le détail de l'élaboration précise de tel ou tel modèle économique particulier, les facteurs qui suivent devraient avoir chacun une incidence structurante pour la construction d'un projet portuaire soutenable économiquement :

- Les hypothèses sur la demande future pour l'énergie éolienne posée et flottante, et le volume attendu de projets qui seront développés dans la région desservie par le port ;
- Les hypothèses sur la possibilité d'établir des collaborations et des partenariats avec les autres ports, avec les développeurs de parcs éoliens, les fabricants de

turbines et de fondations, et d'autres acteurs de l'industrie pour maximiser l'utilisation du port ;

- Les hypothèses sur les capacités techniques du port à développer des infrastructures spécifiques pour l'éolien flottant ou posé, notamment des espaces de stockage des composants, des quais adaptés aux navires spécialisés, aux flotteurs de divers gabarits ou aux navires de transport de colis lourds et des zones d'intégration de turbines ou d'assemblage de flotteurs, en prenant en compte les possibilités d'évolution de ces installations qui pourront nécessiter des modernisations ;
- Les hypothèses sur les investissements initiaux nécessaires pour adapter le port aux besoins de l'éolien flottant ou posé, incluant les coûts de construction et/ou de modernisation des installations préexistantes ;
- Les hypothèses sur la disponibilité de subventions, d'incitations fiscales ou d'autres formes de soutien public visant à développer les activités portuaires liées à l'éolien flottant ou posé (comme les crédits d'impôts sur les investissements industriels), qui créeront ou renforceront des capacités de production sur les sites portuaires ;
- Les hypothèses sur les coûts d'exploitation et de maintenance associés aux activités portuaires liées à l'éolien flottant ou posé, y compris les coûts liés à la manutention, au stockage des composants et à l'activité de maintenance des champs ;
- Les capacités du port à facturer les services portuaires, tant pour l'accueil des navires que des flotteurs (nus ou intégrés) mais également pour celui des activités industrielles de stockage, de production, d'assemblage, d'intégration et tous les services logistiques associés.

Les pratiques de tarification observées sur l'éolien posé restent essentiellement fondées sur les deux piliers classiques que constituent les droits de port et les revenus domaniaux. Néanmoins, dans certains ports où les terminaux éoliens sont opérés en régie, des recettes d'outillage sont également perçues et sont nécessaires à l'amortissement des moyens de levage mis en œuvre.

La gestion du domaine public portuaire, qui pourrait être adaptée (par exemple, par l'expérimentation d'AOT courtes⁶, à définir en fonction du séquençage et de la

⁶ En prenant en compte l'amortissement des investissements

succession des projets incluant les phases de mobilisation et démobilitation des chantiers successifs), sera possiblement l'un des piliers du modèle économique de l'éolien flottant.

Il n'en reste pas moins qu'une visibilité de long terme est nécessaire pour assurer un taux d'utilisation optimum des infrastructures portuaires. La visibilité sur le choix des ports envisagés par les développeurs ainsi que leur durée d'utilisation devraient être acquises dès les réponses aux appels d'offres ou très rapidement après la désignation du lauréat.

La raréfaction du foncier portuaire devrait en renchérir mécaniquement le coût, générant ainsi des gains permettant de soutenir les investissements d'adaptation des infrastructures portuaires à condition qu'il n'atteigne pas un niveau qui constituerait de fait un frein à l'installation des industriels par rapport à la concurrence étrangère.

Une discussion sur le niveau de redevance domaniale au niveau national pourrait être envisagée, de même que sur l'avenir des équipements déployés (restent-ils sur le port ou sont-ils à démanteler à l'issue de chaque chantier ?) ou sur la présence ultérieure de services de maintenance. Ces travaux pourraient permettre de donner une visibilité supplémentaire aux ports sur les recettes, donc sur la capacité à investir pour accueillir l'activité.

S'agissant d'activités industrielles nouvelles, dont les paramètres de performance sont bien différents de ceux de la manutention portuaire classique, de nouvelles approches pourraient également être envisagées.

Dans des conditions encadrées par le code des transports, les ports peuvent prendre des participations dans des entités de droit privé dont les activités concourent notamment au développement des activités portuaires, ce qui est le cas de l'éolien en mer.

Le périmètre d'un tel partenariat public – privé peut représenter un « paquet » de services logistiques et portuaires relativement standardisé, reproductible, afin de donner de la visibilité aux acteurs de la filière et notamment aux développeurs qui devraient utiliser les ressources portuaires à tour de rôle, au fur et à mesure des attributions de champs éoliens suite aux appels d'offres.

Cette approche est génératrice de gains mais entrainerait également un transfert de risques sur le port, tout en engageant directement sa crédibilité (contexte social, capacité à tenir les délais, enjeu de compétence).

Dans la recherche d'un modèle économique soutenable, les choix d'investissements des ports devront pouvoir s'appuyer pour l'éolien sur des taux de rentabilité interne (TRI) et de valeur nette actualisée (VAN) dont les niveaux seraient comparables aux autres projets industriels candidats à l'implantation sur le domaine portuaire.

Dans le même temps, de nouveaux dispositifs publics ont vocation à accompagner les industriels de l'éolien flottant qui s'installeront dans les ports pour la conduite de différentes activités : assemblage des flotteurs, intégration des turbines sur fondations

flottantes notamment grâce au mécanisme du crédit d'impôt investissements dans l'industrie verte (C3IV), créé en 2024, qui permettra d'accompagner les investissements complémentaires à ceux réalisés par les ports.

Des montages financiers permettant le cas échéant de trouver des partenaires privés avec un partage de la valeur, tout en sécurisant l'équilibre financier pour le port peuvent être recherchés.

Cependant, les projets d'adaptation des ports ne concernent pas que des infrastructures et le développeur lui-même devra également réaliser des investissements.

Tout montage avec co-financement privé lié au développeur entraînerait toutefois une diminution des revenus du port issus des redevances domaniales.

Il est nécessaire de prendre également en considération les options qui s'offrent au développeur. Se positionner sur un projet unique de champ revient à faire supporter à sa seule offre le coût des travaux d'adaptation des infrastructures, ce qui n'est pas nécessairement soutenable.

Une seconde stratégie pourrait consister, pour le développeur, à s'implanter sur le port pour un temps plus long misant sur l'avantage que lui confèrerait cette présence pour remporter de futurs appels d'offres (AO) de proximité.

Quel que soit finalement le ou les modèles que les ports choisiront, l'enjeu est d'emporter à la fois l'adhésion de leurs organes de gouvernance, l'approbation de leurs actionnaires publics ou privés le cas échéant, et de convaincre les établissements financiers prêteurs sans perdre de vue la nécessaire acceptabilité sociétale liée au développement des ports.

Positionnement des ports dans la chaîne de valeur de l'éolien flottant : analyse des forces et faiblesses

Le port constructeur de flotteurs :

Il s'agit d'un port se spécialisant sur la brique de la construction et/ou de l'assemblage des flotteurs (acier ou béton).

Les atouts : ce type d'activité requiert un foncier moins étendu qu'un positionnement sur la totalité de la chaîne de valeur (autour de 30 à 40 hectares pour 500 MW/annuel) mais nécessite néanmoins des infrastructures maritimes dédiées (linéaire de quai, souille de mise en flottaison ou outil de mise à l'eau). Le port constructeur n'est pas tenu de se trouver à proximité immédiate des champs à installer car sa zone de chalandise est

importante (jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres). Les opportunités à l'export peuvent donc être envisagées.

D'autres part, les chantiers de constructions de flotteurs, en particulier s'il s'agit de flotteurs béton, génèrent sur du foncier portuaire une activité industrielle pérenne et créatrice de valeur. Cette activité devrait permettre de promouvoir l'emploi localement et d'assurer une continuité de revenus stables pour le port.

Cependant, certains de ces atouts sont également des faiblesses.

Les faiblesses : le port constructeur est soumis à la potentielle concurrence des ports situés au sein de sa zone de chalandise (notamment en Europe, l'Espagne ou la Turquie par exemple) ainsi qu'à la concurrence asiatique notamment sur la technologie des flotteurs en acier (via transport maritime depuis l'Asie).

Le port constructeur est également dépendant de la technologie choisie par le développeur qui, d'un projet à l'autre, pourrait imposer des contraintes substantiellement différentes aux infrastructures portuaires et à la logistique. Il est donc essentiel que le port constructeur fasse preuve d'une adaptabilité, d'une interopérabilité et d'une flexibilité importantes.

Les verrous : le port assembleur doit disposer de capacités de stockage tampon à flot suffisamment importantes pour alimenter les sites d'intégration dans les fenêtres de temps attendues. Enfin, la question des compétences et des ressources humaines disponibles localement est une donnée clé.

Le port intégrateur :

Il s'agit d'un port se spécialisant sur la brique de l'intégration des turbines sur les flotteurs.

Les atouts : ce type d'activité requiert un foncier moins étendu qu'un positionnement sur la totalité de la chaîne de valeur ou uniquement sur la brique d'assemblage (autour de 20 hectares) mais nécessite néanmoins des infrastructures maritimes dédiées (quai d'approvisionnement, quai d'intégration, postes de commissioning...).

Cette brique de la chaîne de valeur positionne le port en bonne place pour assurer la maintenance lourde des éoliennes ce qui assure une activité relais une fois les champs déployés.

La zone de chalandise des éoliennes intégrées est plus faible que celle concernant les flotteurs (probablement autour de quelques centaines de kilomètres), ce qui restreint la

concurrence potentielle d'autres ports intégrateurs pour un même champ. En l'absence de ports de proximité, on ne peut pas exclure la possibilité de remorquer une éolienne intégrée sur une plus longue distance⁷.

Cependant, certains de ces atouts sont également des faiblesses.

Les faiblesses : Le port intégrateur est très dépendant du positionnement des champs. L'activité est saisonnière (même si en Méditerranée⁸, cette saisonnalité est moins affirmée que sur la façade Atlantique-Manche) et les infrastructures portuaires doivent pouvoir être réemployées lorsque la saison d'intégration est terminée. La conception des infrastructures portuaires doit intégrer ce besoin de flexibilité. Du fait de la saisonnalité, la création de valeur locale et d'emplois pérennes est à questionner.

Le port intégrateur est fortement dépendant d'un ou d'autres ports pour la fabrication et l'approvisionnement des composants.

Cette activité est la plus consommatrice de CAPEX dans un projet portuaire d'infrastructures pour l'éolien flottant (portance des quais sous les engins de levage, flexibilité...). Cet aspect doit être mis en rapport avec les risques pesant sur cette brique de la chaîne.

Les verrous : la disponibilité d'engins de levage adaptés est une donnée clé. L'activité étant saisonnière par nature, le port intégrateur doit disposer de capacités de stockage d'éléments stratégiques (2 mois de composants environ) pour alimenter la chaîne d'intégration en continu.

L'exigence de fiabilité est aussi un point critique (disponibilités des ressources RH par exemple ou contexte social).

Le tirant d'air est un verrou important également (ouvrages, servitudes aériennes...) de même que la question spécifique des autorisations de stationnement en mer.

Le port multi-spécialiste (pouvant tout faire à la fois) :

Il s'agit d'un port se positionnant sur la totalité de la chaîne de valeur, il combine les forces et faiblesses de ports intégrateur et constructeur.

⁷ Exemple du parc éolien de Kincardine en Ecosse

⁸ La période d'intégration en Méditerranée peut être estimée autour de 25 à 30 semaines. En faisant l'hypothèse d'une turbine de 18MW et d'une durée d'intégration comprise entre 3 et 7 jours, un port disposant d'une zone d'intégration unique associé à un poste de « commissioning » pourrait en théorie produire entre 25 et 55 éoliennes par an soit 450 MW à 1GW/an sans tenir compte des aléas météorologiques et/ou opérationnels.

Les atouts : positionnement sur des activités industrielles pérennes sur le foncier portuaire. Ces activités créatrices de valeur permettent de promouvoir l'emploi localement et d'assurer une continuité de revenus stables pour le port.

La bricole intégration positionne le port sur la maintenance lourde des éoliennes, ce qui lui assure une activité relais complémentaire une fois les champs déployés.

Au sein d'une même façade maritime, les synergies établies avec d'autres ports positionnés sur la chaîne de valeur de l'éolien flottant peuvent permettre de créer des pôles de référence dotés d'une forte crédibilité et d'une grande flexibilité. Ces pôles sont des atouts pour le captage des marchés, notamment à l'export.

Cependant, certains de ces atouts sont également des faiblesses.

Les faiblesses : le foncier portuaire à mobiliser est très vaste (entre 60 et 80 hectares pour 500 MW/an ainsi que des capacités de stockage tampon à flot).

Les investissements requis sont très importants. Ils doivent être mis en rapport avec les risques liés à une filière émergente dont les technologies ne sont pas complètement matures et dépourvues de visibilité sur le marché au-delà de 2030.

Les verrous : la concurrence avec les autres activités et trafics du port est un point clé. La présence d'un écosystème local industriel et humain robuste est une condition de succès.

Le port généraliste (pouvant tout faire mais pas tout à la fois) :

Il s'agit d'un port se positionnant potentiellement sur la totalité de la chaîne de valeur mais en des temps différents en fonction des projets. C'est un port dont le foncier disponible pour l'éolien est limité.

Les atouts : Il s'agit d'un positionnement opportuniste sur tout élément de la chaîne de valeur en soutien d'autres ports. La spécialisation du port peut intervenir dans un second temps.

Cependant, ce positionnement opportuniste est générateur de faiblesses.

Les faiblesses : la création de valeur locale et d'emplois pérennes est à questionner ainsi que la soutenabilité du modèle économique. En effet, la difficulté à industrialiser et à massifier peut générer des pertes de compétitivité et dégrader la fiabilité (risque de tenue de planning notamment).

Les verrous : la maturité environnementale et l'interopérabilité des infrastructures sont deux points clés pour un positionnement opportuniste du port.

Les Appels à Manifestation d'Intérêt (*sourcing*) réalisés par certains ports leur permettent de mieux appréhender la demande industrielle, d'affiner leurs positionnements envisageables et les schémas contractuels possibles.

Il est donc important que les ports, dont la composante publique est majeure, recherchent des modèles économiques prenant en compte les incertitudes inhérentes à ces multiples hypothèses, tout en intégrant des flexibilités pour faire face aux évolutions technologiques et commerciales liées à la constitution d'une filière émergente.

Le niveau de risque liés aux investissements portuaires spécifiques liés à l'éolien flottant (renforcements très lourds, zone de stockage à flot, souille de mise en flottaison...) est très supérieur à celui d'infrastructures plus traditionnelles (quai/terre-plein) et plus aisément réemployables.

Il est donc important qu'une visibilité suffisante soit donnée aux ports par l'ensemble des parties prenantes (Etat, régions, industriels, développeurs...) pour que les ports puissent sécuriser les investissements dans une temporalité compatible avec les objectifs de déploiement.

Au-delà des ports dont le positionnement est stratégique sur les briques production, assemblage ou intégration, certaines places portuaires ont un rôle important à jouer comme pôle de recherche et de développement sur différentes briques technologiques de la filière grâce aux écosystèmes portuaires et maritimes en place.

Le positionnement des ports et la définition d'un modèle économique soutenable repose sur les trajectoires attendues ou anticipées de déploiement de l'éolien offshore en France.

Partie 2 : Quelle(s) trajectoire(s) de développement de l'éolien en mer en France d'ici 2050

Projets installés, en cours de développement ou d'attribution

Depuis le premier appel d'offres (AO) conclu en avril 2012, l'éolien en mer se développe en France. En novembre 2024 et en prenant en compte les projets des AO1 à 9 et sans compter l'AO10, la France dispose en effet de 17 projets de taille commerciale, dont 6 flottants, et de 3 projets pilotes d'éoliennes en mer flottantes, qu'ils soient déjà installés, attribués et en développement, ou encore en cours d'attribution. Cela représente entre 7,2 et 8,4⁹ GW pour l'éolien en mer posé et entre 2,3 et 3,5¹⁰ GW pour l'éolien en mer flottant.

S'agissant de la façade Atlantique, entre 40 et 110 flotteurs sont à produire et intégrer d'ici à 2034¹¹, avec :

- Sud Bretagne 1 (250 MW) : premier parc commercial avec tarif d'achat attribué à un tarif de 86,45 €/MWh ;
- Sud Bretagne 2 (500 MW) : extension du parc Sud-Bretagne 1
- Oléron 2 (1200 MW) : extension du parc Oléron 1, technologie non arrêtée à date (flottante ou posée)

S'agissant de la façade Méditerranée, près de 85 flotteurs sont à produire et intégrer d'ici 2034¹², avec :

- Narbonnaise 1 (tarif d'achat de 92,70€/MWh) et 2 (250 MW et son extension de 500MW)
- Golfe de Fos 1 (tarif d'achat de 85,90€/MWh) et 2 (250 MW et son extension de 500MW)

⁹ La technologie pour l'extension du parc Sud-Atlantique n'est pas encore arrêtée.

¹⁰ *Ibid*

¹¹ Hypothèse d'une puissance unitaire de 18 MW

¹² *Ibid*

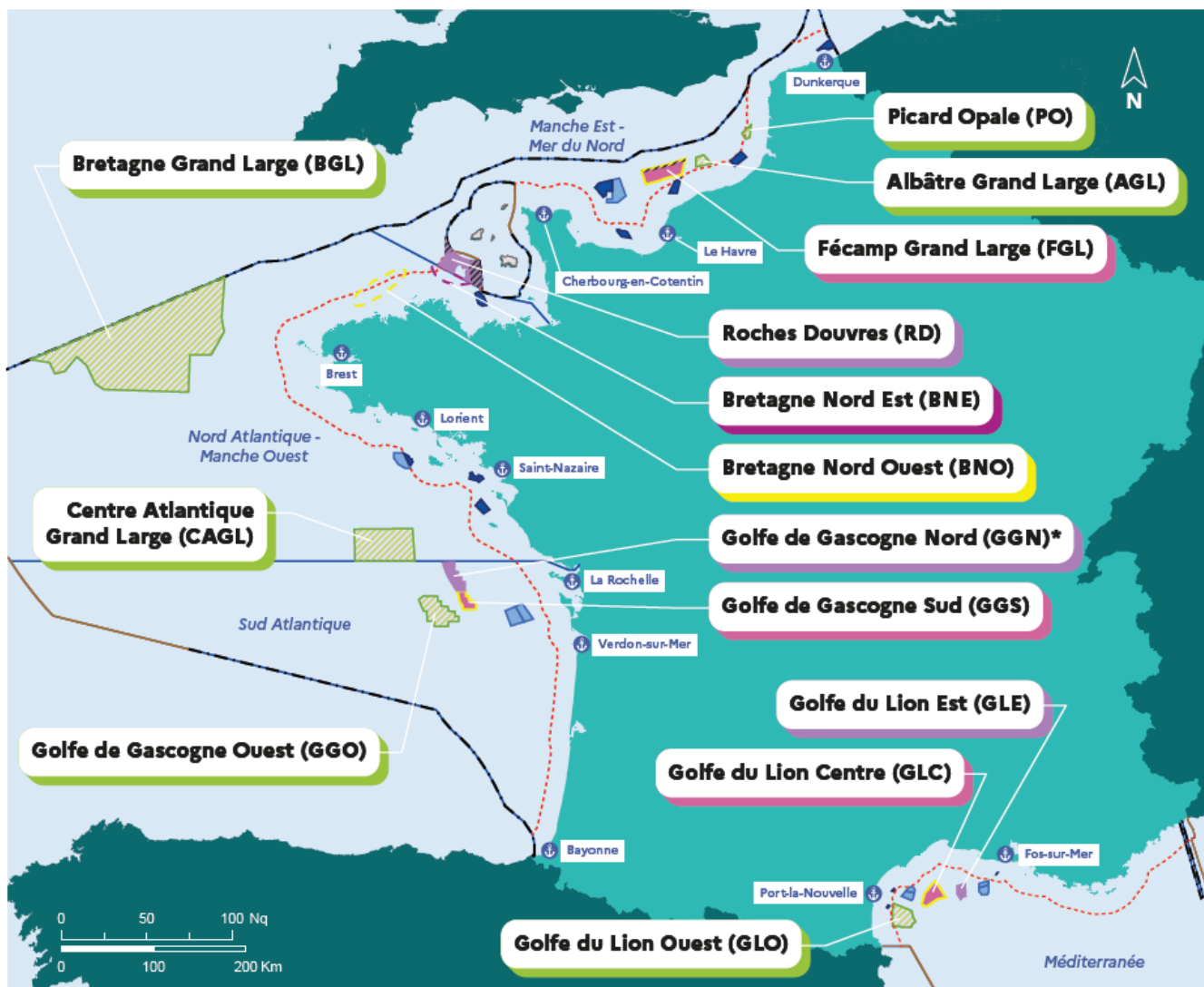
Une accélération du développement de l'éolien aux horizons 2035 et 2050

Sur saisine de l'État et de RTE, la Commission nationale du débat public (CNDP) a organisé le débat public « la Mer en débat », sur chacune des quatre façades maritimes en simultané du 20 novembre 2023 au 26 avril 2024. Il a porté sur la planification spatiale maritime et le développement de l'éolien en mer dans le cadre de la mise à jour des Documents stratégiques de façades (DSF), déclinaisons par façade maritime de la Stratégie nationale mer et littoral (SNML) adoptée par décret du 10 juin 2023.

Cet exercice de planification a débouché le 17 octobre 2024 sur l'adoption par décision ministérielle de cartographies des zones prioritaires de développement de l'éolien en mer à horizon 10 ans et 2050, au sein des zones propices soumises préalablement au débat public. Les volumes identifiés devront permettre d'atteindre l'objectif de 18 GW en service en 2035 et de 45 GW en 2050. Ces parcs sont en grande majorité flottant, notamment à partir de 2040.

La cartographie à horizon 10 ans correspond aux zones prioritaires à attribuer dans les 10 prochaines années, autrement dit à mettre en service d'ici 2040. Un appel d'offres (AO10) entre 8 et 10 GW devrait être lancé prochainement pour une attribution d'ici fin 2026, pour permettre d'atteindre ce premier objectif de 18 GW mis en service à horizon 2035.

Les zones prioritaires à horizon 2050 seront précisées ou révisées lors de concertations ultérieures. Néanmoins elles devraient conduire à identifier près de 20 GW supplémentaires pour atteindre l'objectif de 2050. Ces parcs seront quasi-exclusivement flottants et implantés sur la façade Atlantique.



Parcs éoliens en mer en service ou en développement

- Zones déjà attribuées
- Zones en cours d'appels d'offres
- ⚓ Principaux ports

Développement de l'éolien en mer à l'horizon 10 ans

- Zones prioritaires retenues pour la procédure de mise en concurrence - AO10
- Zone indicative de poursuite de la concertation, retenue pour la procédure de mise en concurrence - AO10
- ▨ Zones nécessitant des études complémentaires
- Autres zones prioritaires pour le développement de l'éolien en mer à l'horizon 10 ans
- ▨ Autre zone indicative de poursuite de la concertation, qui pourra intégrer des zones complémentaires limitrophes

Développement de l'éolien en mer à l'horizon 2050

- ▨ Zones prioritaires pour le développement de l'éolien en mer à l'horizon 2050 (ces zones pourront être précisées et revues ultérieurement lors de la révision de la cartographie, à l'issue de nouvelles concertations et au regard de l'évolution des enjeux et des technologies)

Délimitations maritimes

- - - Limite extérieure de la mer territoriale (12 Nq)
- - - Délimitation maritime avec accord entre États
- Limites des eaux sous souveraineté ou juridiction revendiquée par la France sans avoir fait l'objet d'un accord de délimitation avec un autre État

* Cette zone fera l'objet de concertations spécifiques complémentaires de façon à réduire son périmètre de moitié

Sources : RTE, IGN, SHOM, EMODnet, Gouvernement
 Projection : WGS84 pseudo Mercator (EPSG : 3857)
 Réalisation : Cerema Normandie - Centre, Dicom MTEECPR, Octobre 2024

S'agissant de la façade Atlantique, entre 3,6 et 4,4 GW d'éolien flottant ont été identifiés pour attribution dans les 10 prochaines années, soit entre 200 et 250 flotteurs supplémentaires à produire et turbines à intégrer d'ici 2040¹³. En Manche, la faible bathymétrie permet de développer des parcs exclusivement posés, autrement dit avec une technologie plus mature et moins coûteuse.

Concernant la façade Méditerranée, 3,2 GW d'éolien flottant ont été identifiés pour attribution dans les 10 prochaines années, soit près de 175 flotteurs supplémentaires à produire et turbines à intégrer d'ici 2040¹⁴.

Illustration des besoins industriels

Méthode

Afin d'illustrer les besoins industriels relatifs à l'éolien flottant des hypothèses de rythme d'installation des capacités correspondant aux fourchettes basses et hautes fixées ont été établies pour chaque façade (en GW/an) sur la base de projets de 1,2 (1,1 en Méditerranée) à 2 GW.

Après 2040, le calendrier, les volumes et la localisation proposés des projets relèvent de projections élaborées afin de nourrir l'exercice théorique qui suit. Il est néanmoins cohérent avec le potentiel identifié sur chaque façade maritime lors de l'exercice de planification mené en 2023-2024.

Les hypothèses de mises en service annuelles ont été converties en nombre de flotteurs à produire et nombre de turbines à intégrer par année, en considérant l'hypothèse d'une taille de turbine moyenne de 18 MW et d'un schéma industriel au stade commercial réparti sur deux ans comme suit :

Année N-1												Année N (mise en service)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Production des composants (dont flotteurs)																							
												Assemblage des flotteurs											
												Intégration des turbines											
												Installation											

S'agissant des parcs posés, une hypothèse d'éoliennes de 8 MW a été prise pour les parcs installés et en travaux, et une hypothèse maximaliste de 23 MW pour celles post-AO4.

¹³ Hypothèse d'une turbine de 18 MW.

¹⁴ *Ibid*

Cet exercice ne prend pas en compte la maintenance lourde et le retour à quai des éoliennes intégrées estimé approximativement tous les dix ans pour chaque éolienne. Ce volume devra s'ajouter au volume de flotteurs nus et intégrés stockés à quai.

Façade Manche

En Manche et dans le golfe normand-breton, au regard des volumes identifiés jusqu'à 2040, les ports ont vocation à se consacrer essentiellement au développement des parcs éoliens en mer posés. L'installation des près de 350 éoliennes¹⁵ des 8 GW de parcs identifiés pour des mises en service autour de 2035 et 2040 devrait mobiliser les ports sur le long terme.

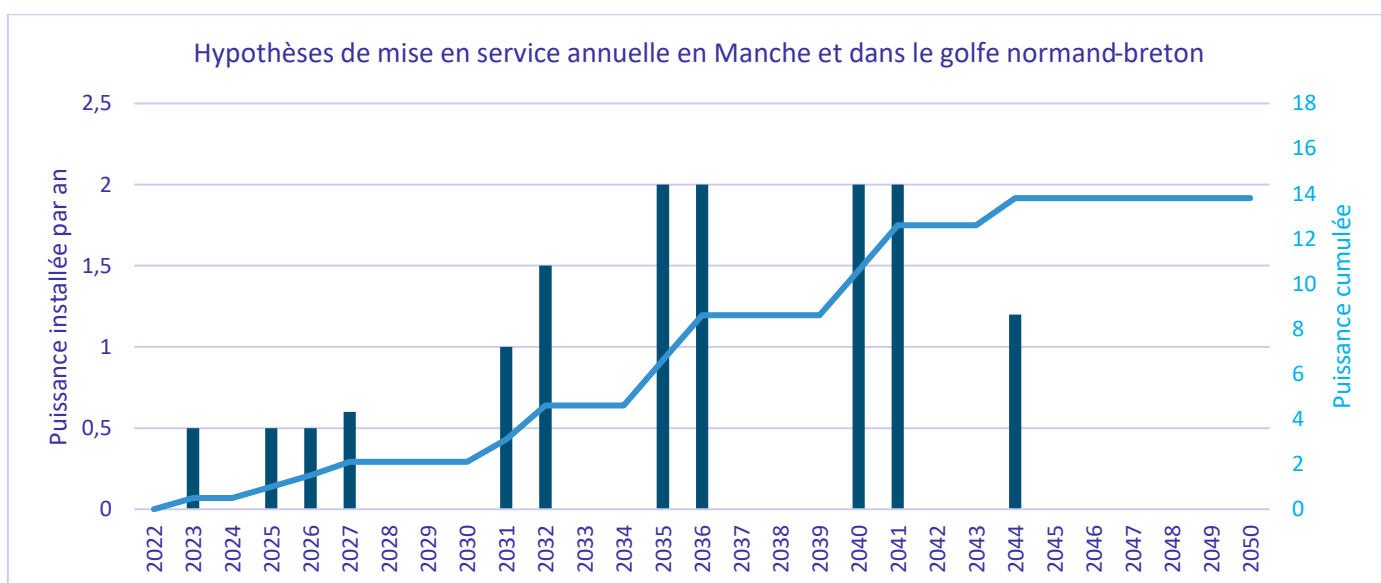
La quasi-totalité des parcs à mettre en service après 2040 seront localisés en Atlantique et seront flottants (près de 20 GW). Les ports pourront alors être amenés à appuyer le développement de ces futurs parcs Atlantique après cette échéance.

Parcs	Puissance	Technologie	AO	Date indicative de mise en service	Statut
Fécamp	496 MW	Posé	AO1	2024	Installé
Courseulles-sur-Mer	450 MW	Posé	AO1	2025	En travaux
Dieppe-le Tréport	496 MW	Posé	AO2	2025	En travaux
Dunkerque	600 MW	Posé	AO3	2028	Attribué
Centre-Manche 1	1050 MW	Posé	AO4	2031	Attribué

¹⁵ Hypothèse de 23 MW pour les éoliennes posées.

Centre-Manche 2	1500 MW	Posé	AO8	2032	Mise en concurrence
Fécamp Grand Large (FGL)	2x2 GW	Posé	AO10	2035	Identifié
Roches-Douvres (RD)	2 GW	Posé	AO11	2040	Identifié
Bretagne-Nord-Est (BNE)*	2 GW	Posé	AO11	2040	Identifié

* Zone située en façade NAMO mais en contiguïté de Roches-Douvres (RD), zone située en MEMN dans la golfe normand-breton. Il apparaît pertinent de traiter BNE et RD de façon indissociée.



Façade Atlantique

S'agissant de la façade Atlantique (hors golfe normand-breton), la mise en service des derniers parcs posés devrait intervenir au début de la décennie 2030 avec les parcs Oléron 1 et 2 (environ 2034 si Oléron 2 est en technologie posée). Après cela, tous les parcs à mettre en service sur la façade seront flottants. Sont identifiables : un pic autour de 2035 avec la mise en service prévisionnelle de BNO¹⁶ et GGS¹⁷, puis un léger creux

¹⁶ Bretagne Nord-Ouest

¹⁷ Golfe de Gascogne Sud

jusqu'en 2040 avec la mise en service prévisionnelle de GGN¹⁸, enfin les mises en service des parcs qui seront identifiés pour atteindre l'objectif 2050 (soit près de 20 GW).

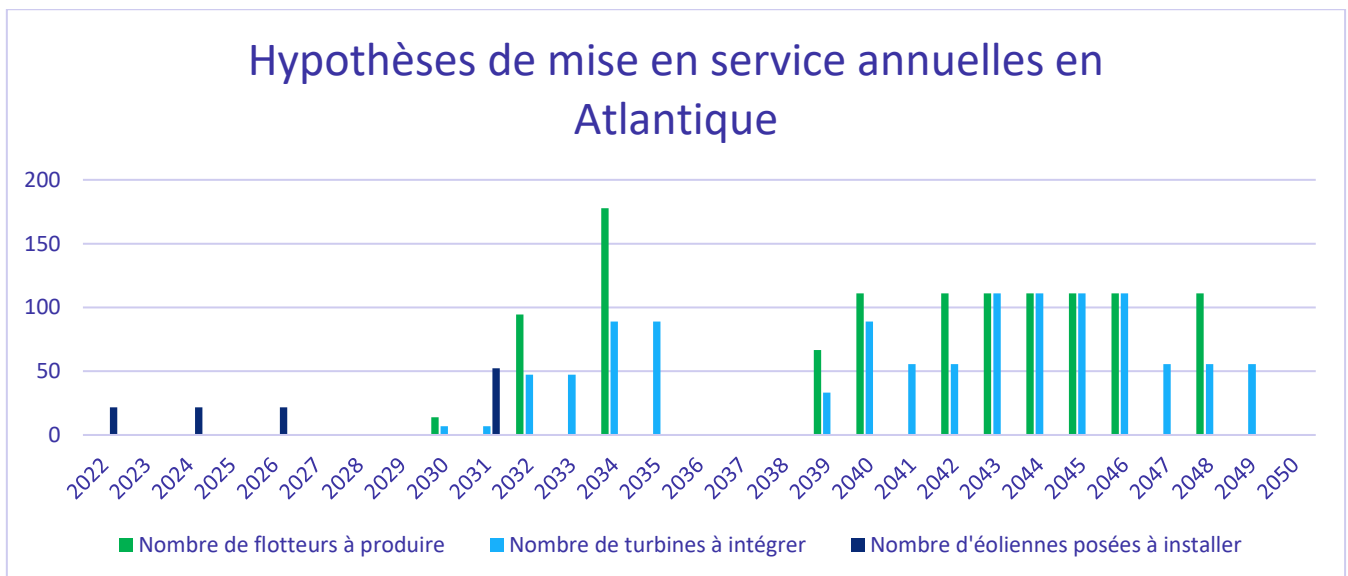
La mise en service théorique de près de 20 GW entre 2040 et 2050 sur la façade Atlantique nécessite la production théorique de 2GW/an, ce qui doublerait les besoins de production par rapport à la décennie 2030-2040.

Parc	Puissance	Technologie	AO	Date indicative de mise en service	Statut
Saint-Nazaire	480 MW	Posé	AO1	2022	Installé
Saint-Brieuc	496 MW	Posé	AO1	2024	Installé
Yeu-Noirmoutier	496 MW	Posé	AO2	2025	En travaux
Sud-Bretagne	250 MW	Flottant	AO5	2031	Attribué
Sud-Atlantique	1200 MW	Posé	AO7	2032	Mise en concurrence
Extension de Sud-Bretagne	500 MW	Flottant	AO9	2032-2034	Mise en concurrence
Extension de Sud-Atlantique	1200 MW	Posé ou Flottant	AO9	2032-2034	Mise en concurrence
Bretagne Nord-Ouest (BNO)	2 GW (ou 1,2 GW)	Flottant	AO10	2035	Identifié

¹⁸ Golfe de Gascogne Nord

Golfe de Gascogne Sud (GGS)	1,2 GW	Flottant	AO10	2035	Identifié
Golfe de Gascogne Nord (GGN)	1,2 GW	Flottant	AO11	2040	Identifié
Bretagne-Nord-Est (BNE)*	2 GW	Posé	AO11	2040	Identifié

* Façade NAMO mais en contiguïté de Roches-Douvres (RD) en MEMN dans la golfe normand-breton : non comptabilisé dans le graphique ci-dessous.

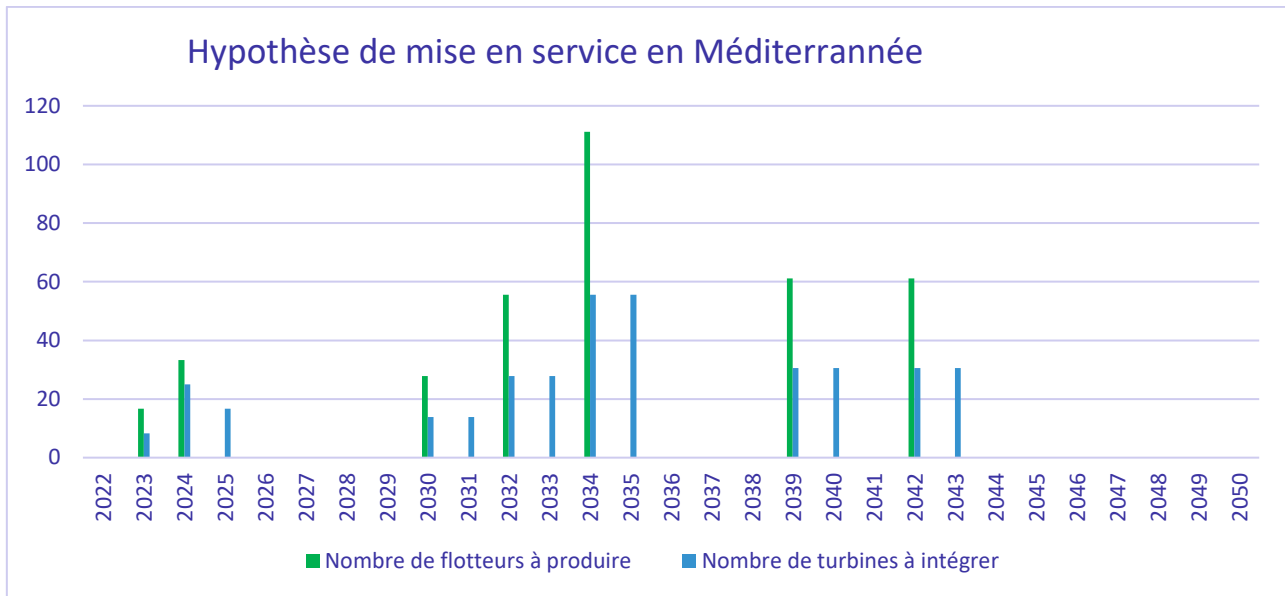


Façade Méditerranée

En Méditerranée, la décennie 2030 sera rythmée par les mises en service successives des AO6, 9, 10, 11. Il s'agira d'être particulièrement vigilant au calendrier pour éviter une saturation des infrastructures portuaires au regard du volume croissant et des dates de mise en service prévisionnelles particulièrement rapprochées.

A l'horizon 2050, seule une zone prioritaire pour un futur parc de 1,1 GW a été identifiée, mais la poursuite des recherches sur la faisabilité d'installer à terme des parcs au-delà des canyons pourrait ouvrir de nouvelles opportunités pour les ports français.

Parc	Puissance	Technologie	AO	Date indicative de mise en service	Statut
Provence Grand Large (PGL)	25 MW	Flottant	Pilote	2024	Installé
Golfe du Lion (EFGL)	30 MW	Flottant	Pilote	2025	En travaux
EolMed	30 MW	Flottant	Pilote	2025	En travaux
Narbonnaise	250 MW	Flottant	AO6	2031	Attribué
Golfe de Fos	250 MW	Flottant	AO6	2031	Attribué
Extension de Narbonnaise	500 MW	Flottant	AO9	2032-2034	Mise en concurrence
Extension de Golfe de Fos	500 MW	Flottant	AO9	2032-2034	Mise en concurrence
Golfe du Lion Centre (GLC)	2 GW	Flottant	AO10	2035	Identifié
Golfe du Lion Est (GLE)	1,1 GW	Flottant	AO11	2040	Identifié



Etats des lieux de la filière industrielle de l'éolien flottant

La filière de l'éolien en mer, et plus spécifiquement de l'éolien flottant, est en cours de construction en France. La première ferme pilote (Provence Grand Large) est actuellement mise en service, et deux autres projets EOLMED et EFGL sont en cours de construction. Pour soutenir cette filière stratégique, l'État a mis en place une série d'initiatives visant à renforcer l'offre française, assurer une demande lisible et fléchée, et moderniser les infrastructures portuaires.

1. Besoins industriels

Les besoins industriels pour structurer efficacement la filière de l'éolien flottant en France se concentrent autour de plusieurs axes clés : visibilité et soutien à long terme, structuration des projets industriels, financement et incitations fiscales, et infrastructures portuaires.

- **Structuration des projets industriels**

Les premiers projets industriels commencent à être identifiés, et appellent à être structurés. Deux appels à manifestation d'intérêt (AMI) France 2030, pilotés par l'ADEME, ont été lancés pour structurer les projets industriels :

- Le premier, destiné aux industriels, concerne la structuration des projets d'usines de composants, les chantiers d'assemblage de flotteurs et les équipements pour l'intégration turbine-flotteur ;
- Le deuxième, destiné aux ports, vise à étudier leur mise à niveau pour accueillir les activités industrielles liées à l'éolien flottant.

Le bilan des lauréats de l'AMI Industries est le suivant :

Projet	Bénéficiaires	Description
EUROPORTS	EUROPORTS France GENIR WIND MARINE SAS SEALOGIS FREIGHT FORWARDING	Conception d'une structure flottante permettant à la fois la mise à l'eau des flotteurs en acier et en béton
EXTENSION EIFFAGE METAL	EIFFAGE METAL	Etudes pour extension du site de Fos-sur-Mer avec pour objectif l'assemblage en parallèle des flotteurs
PRODUCTION FLOTTEURS BETON BYTP	BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS	Etudes en vue de la production à grande échelle de flotteurs d'éoliennes flottantes
FOS 3F	BW IDEOL	Etudes industrielles et d'optimisation relatives à la production de flotteurs en série
CAMERON FRANCE	CAMERON FRANCE	Etudes de l'industrialisation des composants ou de sous-ensembles nécessaires à la fourniture d'éolienne flottante en mer
TISSOT INDUSTRIES	TISSOT INDUSTRIES	Etudes de faisabilité dans la perspective du positionnement de TISSOT dans la fabrication de flotteurs acier

○ **Dispositifs de soutien à la filière (offre et demande)**

Si la planification sur le long terme est essentielle pour donner de la visibilité aux industriels de la filière, pour laquelle l'Etat a annoncé ses plans de déploiement à différentes échéances (18GW en 2035 et 45GW en 2050), d'autres mécanismes sont aujourd'hui activés pour soutenir la filière :

- Soutien à l'offre : le crédit d'impôt "Investissement Industrie Verte" (C3IV) est crucial pour le soutien financier de la filière. Il permet de financer des projets avec un crédit d'impôt pouvant atteindre 200 millions d'euros sur certaines activités de

la chaîne de valeur jugées essentielles, et en assurant la mise à niveau technologique des outils productifs existants dans la perspective d'agrandissements des turbines et de la puissance des parcs ;

- Soutien à la demande : l'objectif est d'inclure dans les futurs appels d'offres de nouveaux critères destinés à renforcer la compétitivité de l'offre française et européenne. Ces critères, soutenus par le Net Zero Industry Act de la Commission Européenne, pourront notamment mettre l'accent sur la résilience et les aspects environnementaux, favorisant ainsi les chaînes d'approvisionnement européennes et françaises pour l'éolien en mer.

- **Infrastructures portuaires**

Dès lors, la mise à niveau des infrastructures portuaires est impérative pour accueillir les activités industrielles liées à l'éolien flottant. Un appel à projet France 2030 « Adaptation des infrastructures portuaires pour l'éolien flottant » a été lancé pour adapter les ports français. L'objectif est de construire des pôles portuaires capables de soutenir une capacité de fabrication et d'assemblage d'au moins 1 GW par an sur les façades Atlantique-Manche et Méditerranée.

Dans la mesure où le déploiement de la filière de l'éolien flottant s'inscrit sur un temps long (horizon 2050) et à l'échelle de plusieurs façades maritimes, l'État a un rôle essentiel à jouer dans la sécurisation des décisions qui seront prises par les ports : études prospectives, soutien au développement de la filière industrielle, liens avec les représentants de la filière EMR afin de permettre aux ports de calibrer la profondeur de leurs investissements et le juste niveau de spécialisation ou de polyvalence qui est attendu par la filière et nécessaire à la soutenabilité du modèle économique portuaire.

2. Identification des risques

Il subsiste encore plusieurs défis pouvant mettre en danger l'émergence d'une filière industrielle de l'éolien flottant dans les ports en France :

- Le défaut de coordination et de complémentarités entre les ports d'une même façade ;
- La concurrence des activités industrielles étrangères ;
- Le retard dans la préparation du tissu industriel ;
- L'absence de normalisation sur le design du flotteur ;
- La coexistence sur la façade Atlantique de technologies posées et flottantes ;

-
- Un déficit de compétences.

Pour y répondre, des initiatives sont aujourd’hui lancées pour faire émerger des synergies par façade maritime, afin de coordonner l’implantation des industriels, et de rendre l’écosystème industriel et portuaire compétitif dans une perspective d’export.

Les premières fermes pilotes ont aussi permis des retours d’expérience indispensables pour les ports et industriels y ayant participé, en les aidant à dimensionner leurs usines et moyens logistiques, dans la perspective de se positionner sur les premiers appels d’offres éolien flottant à échelle commerciale (AO5 et AO6).

L’appel à manifestation d’intérêt France 2030 « compétences et métiers d’avenir » (AMI CMA) est un outil mobilisable à destination des filières industrielles des énergies renouvelables.

Une adaptation nécessaire des infrastructures portuaires

Les gisements spécifiquement accessibles à l’éolien flottant sur les côtes françaises atlantiques et méditerranéennes sont très importants du fait de la taille de l’espace maritime métropolitain et des profondeurs de fond considérées. L’éolien flottant est donc appelé à se développer rapidement et massivement en France, contribuant ainsi à assurer l’indépendance énergétique de la France, tout en préservant de manière pérenne un système électrique décarboné. La quasi-totalité des zones identifiées sur la période 2040-2050 sont par ailleurs flottantes : elles seront raccordées une fois la technologie de sous-station électrique flottante HVDC disponible (à compter de 2040 selon les estimations actuelles).

L’aménagement des infrastructures portuaires est dès lors un prérequis indispensable pour le développement de la filière de l’éolien flottant en France.

Les volumes de production potentiels identifiés nécessitent une adaptation rapide et substantielle des ports français des façades Atlantique et Méditerranée.

Lors des Assises de l’économie de la mer fin 2023, le Président de la République a annoncé la publication de l’Appel à projets Ports France 2030 (AAP Ports), destiné à soutenir le financement des infrastructures portuaires nécessaires à l’accueil des activités industrielles liées à l’éolien flottant dont les lauréats seront connus en 2025.

La date de clôture de l'AAP Ports en était fixée au 31 janvier 2025, pour permettre aux ports de prendre en compte les résultats de l'exercice de planification de l'éolien en mer ainsi que les premiers résultats des études de faisabilité pour la structuration des ports vers les activités industrielles liées à l'éolien flottant, lancés dans le cadre de l'Appel à manifestation d'intérêt Ports France 2030 (AMI Ports) de 2022.

Plusieurs maillons de la chaîne de valeur sont susceptibles d'être assurés dans les ports : fabrication ou stockage de flotteurs, intégration de turbines sur les flotteurs, assemblage des sous-stations électriques, opérations de maintenance sur les éoliennes flottantes, qui nécessitent de grands espaces à terre et en mer.

- La construction de composants et l'assemblage des flotteurs. Le stockage des flotteurs et des éléments des turbines nécessite à la fois de l'espace à terre mais également du stockage à flot pour les flotteurs nus ou les éoliennes intégrées : ancrage, échouage, amarrage sur duc d'albe.
- L'intégration des turbines sur les flotteurs est une opération réalisée à quai contrairement à l'éolien posé où cette opération est réalisée en pleine mer. Cela nécessite environ 200 à 800 m¹⁹ de quai avec des zones renforcées pour l'accueil des grues de levage ainsi qu'un tirant d'eau compris entre 10 et 16 mètres.

Des zones de stockage tampon des éoliennes intégrées et de flotteurs en attente d'intégration sont nécessaires avant le remorquage sur le champ mais aussi en cas d'aléas météo.

- Des zones de stockage à quai pour assurer des opérations de maintenance lourde.

Hypothèses de développement de l'éolien flottant en Europe, risques et opportunités pour le marché français

Sur les façades Méditerranée et Atlantique-Manche, les ports français pourront compléter leurs programmes industriels par de l'export, sur la base des objectifs de déploiement et des projets identifiés chez nos voisins européens et ainsi saisir l'opportunité de massifier les flux.

¹⁹ Cela dépend notamment d'une gestion des approvisionnements en composants (quai dédié ou non) et des possibilités de réalisation des opérations de commissioning à flot.

La zone de chalandise associée à l'export de flotteurs est extrêmement large, au regard du coût et de la facilité technique à transporter des flotteurs sur des centaines de kilomètres. Sur des zones de projets européens plus proches, l'intégration des turbines ou la maintenance lourde pourraient également être réalisées par des ports français.

L'ambition du Royaume-Uni est de déployer en moyenne 2.5 GW par an d'éolien flottant, entre 2030 et 2040. Treize ports écossais ont formé une alliance (SOWPA) dont l'objectif affiché est de maximiser les retombées de l'éolien en mer pour ces ports.

Selon les rythmes définitifs qui seront adoptés pour le déploiement de l'éolien flottant, il est estimé qu'il faudrait entre 2 et 5 ports d'intégration en Ecosse pour atteindre les ambitions nationales.

Qu'il s'agisse de déploiement de projets éoliens posés ou flottants, les ports du Royaume-Uni doivent être adaptés et le gouvernement britannique a mis en œuvre depuis 2023 un dispositif *Floating Offshore Wind Manufacturing Investment Scheme* (FLOWMIS) de soutien aux investissements portuaires doté de 160 M€. Les ports de Port Talbot au Pays de Galles et de Cromarty Firth en Ecosse sont d'ores et déjà lauréats.

Le Round 5, projet de déploiement de 4.5 GW d'éolien flottant en Mer Celtique (par lots de 1.5 GW maximum) constitue une opportunité intéressante pour les ports français de la zone de chalandise.

L'Irlande s'est doté d'un objectif de 7 GW d'éolien en mer installés en 2030, 20 GW en 2040 et de 37 GW pour 2050 confirmés en mai 2024 « Future Framework for Offshore Renewable Energy – May 2024 ».

Des appels d'offres par tranche « Offshore Renewable Electricity Support Scheme » sont lancés (ORESS 1, ORESS 2, ...).

En termes de capacités portuaires, Belfast dispose d'ores et déjà des capacités requises pour l'installation de champs posés, tandis que Rosslare et Cork, au sud-est de l'Irlande, et Shannon Foynes à l'ouest, proposent des plans de développement de leurs capacités. Un investissement minimum de 1 milliard d'euros serait nécessaire pour adapter les capacités et ressources portuaires selon une étude du Royal Haskoning.

Précisément, le projet de Rosslare porte un projet (> 200M€) dont la faisabilité technique pourrait répondre aux besoins de l'éolien posé. Le port de Cork pourrait aussi développer un projet (>120M€) en plusieurs sites, répondant potentiellement aux besoins de l'éolien posé voire de l'éolien flottant.

Enfin les ports situés dans l'estuaire de Shannon Foynes disposent de qualités naturelles permettant de créer des capacités d'accueil pour l'éolien flottant, dont l'investissement serait supérieur à 500 M€.

En Manche, les capacités portuaires devraient être intensément sollicitées entre 2030 et 2040. Cherbourg appuyé par Haropa Ports tout comme Brest ont clairement l'opportunité de servir des projets situés en Mer Celtique ou en Manche côté Royaume-Uni, et sont d'ailleurs d'ores et déjà approchés à ces fins, notamment dans le cadre du Round 5 britannique qui prévoit 4.5 GW d'éolien flottant d'ici à 2035.

A ce jour, ni l'Espagne ni l'Italie n'ont attribué des champs éoliens flottants commerciaux. Cependant les potentiels que représentent les projets dans ces pays est à la fois une opportunité et un risque pour les capacités portuaires françaises.

L'Espagne s'est dotée d'une feuille de route nationale pour le développement de l'éolien offshore avec l'objectif d'atteindre jusqu'à 3 GW d'éolien flottant en 2030.

Une consultation du public sur un projet de décret visant à encadrer la production d'énergie à partir d'éoliennes flottantes a été lancé en mars 2024. Le décret prévoit un processus de mise en concurrence pour l'accès aux zones de production, un régime économique ainsi qu'un cadre réglementaire des concessions d'utilisation du domaine public. Une phase de dialogue public-privé est envisagée.

L'Italie, qui a le seul parc éolien offshore actuellement en service (Beleolico – 30MW), en Méditerranée, a revu son objectif de capacité installée pour l'éolien offshore à 2,1 GW d'ici 2030. 64 manifestations d'intérêt pour développer des projets d'éolien flottant ont été formulées, provenant de groupes comme Copenhagen Infrastructure Partners (CIP), RWE et Vestas, principalement au large des côtes des Pouilles, de la Sicile et de la Sardaigne.

Le processus réglementaire doit encore être précisé ainsi que les processus d'autorisation et les subventions envisagées.

L'Italie ambitionne de créer une chaîne d'approvisionnement nationale pour l'éolien flottant. Dans ce cadre, un appel à manifestation d'intérêt visant à identifier au moins deux ports dans le Sud de l'Italie à adapter pour permettre le développement de l'éolien flottant a vu les ports de Tarente, Brindisi et Augusta se positionner.

D'autre part, le projet éolien offshore flottant 7SeasMed de 250 MW a obtenu l'approbation de son évaluation d'impact environnemental par le ministère italien de l'Environnement et de la Sécurité énergétique. Copenhagen Offshore Partners (COP), qui est le développeur principal du projet, est détenu par un consortium comprenant GreenIT

(une coentreprise entre Plenitude (Eni) et CDP Equity) et Copenhagen Infrastructure Partners (CIP). 7SeasMed serait situé à environ 35 kilomètres au large des côtes de Marsala, en Sicile.

7SeasMed fait partie d'un portefeuille éolien offshore de 3 GW en Italie, détenu par le partenariat GreenIT et CIP, pour lequel COP est le partenaire de développement principal. Ce portefeuille, inclut également les projets Ichnusa (504 MW, Sardaigne), Tyrrhenian (500 MW, Latium), Nurax (500 MW, Sardaigne) et Poseidon (1000 MW, Sardaigne).

Un nombre croissant de projets de parcs éoliens flottants voit ainsi le jour dans les pays voisins et dans la zone de chalandise des ports français. Constatant le manque de capacités portuaires adaptées dans ces pays, les ports français qui ont acquis une expérience et une crédibilité dans les projets posés et les démonstrateurs flottants ont une opportunité unique de se positionner comme premier entrant dans cette filière émergente de l'éolien flottant.

Conclusion

Sur l'objectif de 45 GW d'éolien en mer en 2050, la puissance éolienne en mer installée en France est à ce jour d'environ 1,5 GW : les parcs de Saint-Nazaire (480 MW), Fécamp (497 MW) et Saint-Brieuc (496 MW) sont raccordés au réseau. La cadence de déploiement va donc connaître une forte accélération.

Un sous-dimensionnement de l'offre portuaire serait synonyme de surcoûts pour le déploiement des parcs et d'une perte globale de captation de valeur pour les territoires au profit de pays tiers et de ports concurrents.

Or les leviers d'adaptation des ports aux objectifs de développement de la filière sont de diverses natures.

Ils demandent tout d'abord une **plus grande visibilité quant à la localisation des futurs parcs et leur calendrier de déploiement** en grande partie remplie avec l'annonce à l'automne de la décision du 17 octobre 2024 incluant les zones prioritaires pour le développement de l'éolien en mer à l'horizon de 10 ans et 2050.

Ils nécessitent en deuxième lieu que soit poursuivie la **dynamique de simplification des procédures d'instructions** engagée jusqu'à présent. La tenue des délais d'instruction et la **sécurisation des projets dans ses dimensions financière et environnementale** conditionnera fortement la capacité des ports et des industriels à répondre à un rythme satisfaisant aux différentes étapes de la chaîne de valeur. Il convient ainsi d'identifier les évolutions éventuelles du cadre réglementaire permettant de faciliter l'implantation durable de la filière sur le domaine portuaire (statut des flotteurs, partage de responsabilité entre les ports, les développeurs, l'Etat quant à la sécurisation du plan d'eau, partage de responsabilité entre les ports et l'autorité maritime lorsque les zones de stockage à flot sont situées en dehors des limites administratives des ports, servitude aéronautiques...)

S'agissant d'une filière nouvelle en France et en Europe, **l'adaptation des infrastructures portuaires à l'éolien flottant devra s'accommoder de certaines incertitudes résiduelles**. L'enjeu pour les ports comme pour l'ensemble des acteurs industriels intervenant dans la chaîne de valeur sera de définir de la manière la plus objective possible le niveau de risque acceptable pour chacun d'entre eux.

Pour les ports, la définition fine de ces niveaux de risque doit pouvoir s'opérer aux termes d'un **examen de modèle économique qui reste à mener dans chaque port**. Les efforts de convergence réalisés sur chaque façade sont un cadre permettant, sur la base d'une planification claire des déploiements éoliens, de construire un système portuaire (multiports) efficace, sans redondances excessives et couvrant au mieux les segments

clefs de la chaîne de valeur. Par ailleurs, le modèle économique, la maturité, la capacité de lever des fonds est indissociable du modèle de gouvernance de chaque port. Le modèle économique reste ainsi à consolider dans chaque port sur la base d'une analyse capacitaire commune, assurant une juste adéquation entre l'offre et la demande.

La poursuite d'un dialogue pérenne par façade regroupant les ports décentralisés, les Grands Ports Maritimes, les régions et les acteurs concernés est susceptible d'accompagner efficacement le déploiement de la filière. Le niveau de maturité de l'éolien flottant entraîne une incertitude sur les technologies susceptibles d'être déployées dans les projets commerciaux à compter de 2030, ce qui complexifie les investissements portuaires. Des échanges réguliers avec la filière EMR, notamment, mais aussi avec les filières industrielles présentes sur le territoire français et européen permettraient d'affiner l'analyse pour anticiper le type de technologie le mieux adapté ou susceptible d'être mise en œuvre en fonction de la zone géographique.

Face, d'une part, à la difficulté d'avoir une pleine maîtrise du rythme de déploiement des projets, des technologies et schémas industriels, et d'autre part dans l'objectif de bâtir une filière industrielle française, créatrice d'emplois et d'activités pérennes dans les ports, quelques opportunités sont à saisir nationalement, notamment pour tenir compte des forces et faiblesses actuelles des ports et de leur tissu économique local :

- **Consolider les grandes bases industrialo-navales préexistantes** : les actifs et savoir-faire industriels sont en place dans certains ports et offrent la possibilité de renforcer l'ancrage des futurs emplois créés par le nouveau segment de l'éolien flottant en faisant émerger des pôles de rang européen. Leur capacité à se déployer à l'échelle des façades maritimes, mais également à l'international, offre de la flexibilité industrielle face aux risques liés aux incertitudes de localisation et de rythme de déploiement des futurs champs éoliens locaux. La diversification des activités au sein de ces bases industrielles, la polyvalence de leurs installations, et la mutualisation des moyens industrialo-portuaires qu'elles permettent, offrent également des éléments de robustesses face aux différents verrous identifiés notamment ceux liés à la saisonnalité et la cyclicité des projets, aux besoins de formation et de main d'œuvre qualifiée.

- **Accompagner les ports vers des activités de substitution des trafics énergétiques fossiles** : l'émergence de la nouvelle filière de l'éolien flottant, génératrice de nouveaux trafics portuaires à forte valeur ajoutée, doit permettre d'accompagner socialement et économiquement les places portuaires qui sont dans leur majorité exposées à la baisse programmée des trafics liés aux énergies fossiles.

Aussi, le présent document a vocation à être actualisé en fonction des travaux qui seront menés sur les différentes façades, notamment après l'annonce des futurs appels d'offre.