

Les trois éoliennes de Provence-Grand Large sont installées au large de Fos-sur-Mer depuis octobre 2023. Le raccordement ayant été retardé, leur mise en service sera complète cette année.



Le flottant déploie ses ailes

La France tient toujours la corde sur l'éolien en mer flottant. Développeurs, industriels et ports se sont mis en ordre de marche. Ce n'est pas le moment de relâcher l'effort sur cette industrie appelée à fleurir à travers le monde.



Éolien flottant, la France tient

La filière éolienne flottante entre dans une phase de structuration inédite, entre attribution des premiers appels d'offres commerciaux en 2024 et mise en service des fermes pilotes en 2025. Dans ce contexte d'accélération, le tarif d'achat, la continuité industrielle et les infrastructures portuaires demeurent des points de vigilance pour les acteurs. PAR ELENA BLUM

Trois flotteurs titanesques ont quitté, début mai, le port de Marseille Fos pour rejoindre le quai éolien du port de Port-la-Nouvelle, dans l'Aude, où des pales, nacelles et segments de mâts attendent leur assemblage. Fin juillet, trois éoliennes flottantes d'une hauteur de 186 mètres en bout de pale devraient s'élancer en direction de leur site définitif, à 16 km au large des côtes occitanes. D'une capacité de production de 10 MW chacune, elles constituent le projet pilote Les Éoliennes flottantes du golfe du Lion, attribué



Les trois fermes pilotes flottantes seront toutes bientôt en service et trois parcs commerciaux sont en cours. La filière a pris son envol.

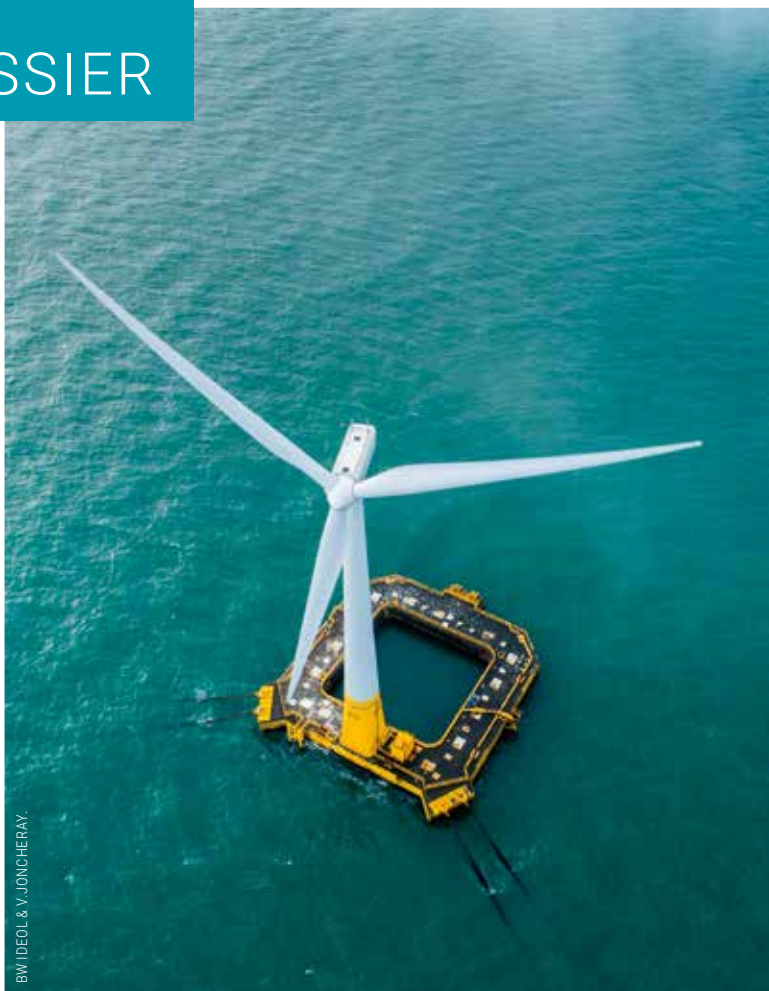
le cap industriel

en 2016 à Ocean Winds et à la Banque des territoires. Le projet pilote Eolmed, qui compte également trois éoliennes flottantes en Méditerranée, et porté par Qair Marine, et le parc flottant Provence-Grand Large, développé par EDF Renouvelables et Maple Power, devraient être mis en service dans les semaines qui viennent. La filière éolienne flottante française entre dans une phase décisive : celle de l'aboutissement de ses installations expérimentales, lancées il y a une dizaine d'années, et du passage à l'échelle commerciale, avec des attributions de sites d'une puissance

de 250 MW chacun. « À cette échelle, ces parcs flottants sont parmi les premiers au monde », estime Maëlie Benistand-Hector, responsable éolien en mer au Syndicat des énergies renouvelables.

DEUX LAURÉATS POUR L'AO 6

Après la désignation, en mai 2024, du consortium Pennavel pour la construction et l'exploitation de 13 éoliennes flottantes au large de la Bretagne, ce sont les lauréats de l'appel à projets AO 6 Éolien en mer Méditerranée, qui ont été annoncés fin décembre 2024. Ocean Winds et la Banque des territoires se sont vus attribuer le site situé dans la zone dite La Narbonnaise. « Ce projet prévoit une puissance comprise entre 230 et 280 MW », explique Jean-Mathieu Kolb, directeur de projet pour Ocean Winds. Nous visons un maximum de 19 éoliennes, en espérant que la technologie nous permette d'être



BW IDEOL & V. JONCHERAY.



JULIEN GOLDSTEIN

Le raccordement électrique des trois fermes pilotes, via des câbles dynamiques, représente un investissement de 120 millions d'euros pour RTE.

en deçà. » Depuis l'introduction du permis enveloppe par la loi Essoc, en 2018, le cahier des charges fixe un cadre tout en laissant aux lauréats une large flexibilité dans les choix industriels et technologiques, jusqu'à plusieurs années après l'attribution. « Le projet AO6 nous impose une limite de 250 MW en injection au poste électrique en mer, détaille Jean-Mathieu Kolb. Mais nous envisageons de surdimensionner légèrement les installations, pour maximiser la production en conditions moyennes. Cela supposera de légèrement brider les installations lorsque les conditions l'imposeront. »

Le deuxième volet de l'appel à projets AO6 a été confié à EDF Renouvelables et à son partenaire canadien Maple Power. Les deux entreprises développent des projets éoliens posés depuis une dizaine d'années, notamment ceux de Fécamp et de Saint-Nazaire. Le parc éolien flottant, qui s'étendra sur une surface de 52 km², avec un ancrage à une profondeur de 90 à 110 mètres, et à plus de 25 km des côtes, aura une puissance totale d'environ 270 MW. La phase de développement devrait s'achever en 2028, suivie de la construction entre 2029 et 2031.

TARIFS D'ACHAT TROP BAS ?

Le tarif d'achat soumis par Ocean Winds et la Banque des territoires s'élève à 92,7 €/MWh. « Le prix que nous avons proposé nous semble être un juste équilibre entre la compétitivité et la volonté de travailler avec des acteurs locaux, français, européens », estime Magali Parrenin, responsable de la filière Éolien en mer à la Banque des territoires. Le consortium constitué d'EDF Renouvelables et de Maple Power propose un tarif encore plus bas, à 85,90 €/MWh. « Nous avons signé une charte avec les clusters régionaux de l'éolien en mer afin de favoriser le recours aux entreprises locales et les retombées économiques pour les territoires », précise Benoîte Chenut, directrice du projet.

La filière redoute les creux d'activité dus aux délais de lancement des appels d'offres.

Pourtant, face à ces prix compétitifs, les industriels s'alarment : « Nous avons étudié les coûts et il va être extrêmement difficile de fabriquer des composants en Europe, dans les budgets imposés par les développeurs », estime Vincent Ladougue, directeur commercial de Ponticelli, entreprise française qui intervient sur les flotteurs d'Eolmed. D'autant que les deux consortiums de l'AO6 ont pris les engagements d'investissement maximum prévus par le cahier des charges pour les aspects biodiversité, territoire et social : 25 millions d'euros pour le fonds biodiversité, 10 % des prestations confiées à des PME, 400 000 heures à destination de personnes éloignées de l'emploi, etc. Des engagements qui ne sont pas obligatoires, mais garantissent davantage de points aux lauréats lors du processus de sélection. Le Syndicat des énergies renouvelables souhaite que les futurs appels à projets fixent ces budgets, sans en faire un paramètre d'attribution.

EN ATTENDANT L'AO 9

À peine l'AO6 attribué, la filière regarde déjà vers les prochains appels d'offres, AO9 et 10. Le premier concerne quatre nouveaux sites flottants au large de la Bretagne Sud, d'Oléron, et en mer Méditerranée pour un total de 2,5 GW. Le cahier des charges, initialement attendu pour avril, pourrait être publié avant



OCEAN WINDS



ECOCEAN

Des « biobuts » ont été installés sur l'un des trois flotteurs du parc pilote Éoliennes flottantes du golfe du Lion. Ils visent à offrir un refuge aux jeunes poissons et à favoriser la biodiversité.

l'été, permettant aux 12 candidats retenus lors du dialogue concurrentiel d'élaborer leurs offres. L'AO 10, pour sa part, était en débat public jusqu'à fin 2024. Il prévoit à lui seul entre 8 et 10 GW supplémentaires, dont 60 % en flottant. L'ambition de l'État est claire : atteindre 45 GW en mer d'ici 2050. Pour l'AO 10, l'État envisage un appel d'offres simple, similaire à ceux des autres filières d'énergies renouvelables, sans présélection des candidats. Cela permettra d'ouvrir les discussions sur le cahier des charges à tous les acteurs de la filière, et non plus seulement aux candidats triés sur le volet. « Avec l'AO 10, la filière attend surtout des pouvoirs publics une limitation des "trous d'air", ces périodes de creux économiques, en donnant de la visibilité à toute la chaîne de valeur », indique Maëlie Benistand-Hector. « Lorsqu'un industriel s'adapte aux besoins des développeurs, il doit passer des

certifications et monter en compétences, voire adapter son outil industriel, pointe Jean-Mathieu Kolb. Cela représente des investissements que les périodes creuses rendent difficilement amortissables. »

L'essor de l'éolien flottant repose aussi sur la capacité des ports à accueillir les opérations industrielles liées à la construction et à l'assemblage des flotteurs, turbines et mâts (lire p. 28). « Ce type de projet déplace les enjeux logistiques de la pleine mer à la zone portuaire, résume Jean-Mathieu Kolb. Il faut des grues massives, des terrains stabilisés, des infrastructures adaptées. » Plusieurs ports ont déjà engagé des transformations majeures. Port-la-Nouvelle a par exemple bénéficié d'un financement de 340 millions d'euros pour sa rénovation et son adaptation à l'éolien flottant. Mais tous les sites ne sont pas encore prêts. « Les premiers projets pilotes ont souvent dû composer avec des installations inadaptées ou partagées avec d'autres activités », explique Benoîte Chenut. Ces expérimentations ont permis d'identifier les besoins de la filière, tels que des linéaires de quais adaptés et des zones de stockage sécurisées. L'Ademe a lancé, en 2022, un appel à manifestation d'intérêt pour le développement des infrastructures portuaires pour l'éolien flottant, et l'État devrait soutenir ces investissements, via un appel à projets France 2030 dont les lauréats seront connus au second semestre 2025. ■

L'industrie des flotteurs,

L'attribution des appels d'offres pour les premiers parcs éoliens flottants commerciaux suscite l'intérêt de la part de nombreux industriels, qui voient la filière émergente comme une réelle opportunité. De grands noms français ou des *pure players* se lancent notamment dans l'industrie du flotteur, pour laquelle rien n'est encore joué.

PAR ELENA BLUM

Acier ou béton ? Triangle ou pyramide ? Barge, semi-submersible, ou ancrage à lignes tendues ? Derrière ces choix techniques se cache une bataille entre industriels : celle du flotteur idéal pour soutenir les éoliennes qui flotteront au large des côtes françaises. Pour l'heure, aucun standard ne s'est imposé, contrairement à l'éolien posé, secteur qui existe depuis des décennies. « *Nous en sommes à la naissance d'une filière*, confirme Bertrand Alessandrini, directeur général de la fondation Open-C, qui fédère les acteurs des énergies marines. *Le jeu reste ouvert, à l'échelle nationale et mondiale.* » Car même si la filière avance – avec trois fermes pilotes proches de la finalisation et l'attribution des lauréats des appels d'offres AO 5 et AO 6 en 2024 –, les décisions finales d'investissement sont encore lointaines. « *Le prochain jalon, c'est le dépôt des demandes administratives, en octobre 2026. Les choix technologiques et industriels définitifs seront fait à l'horizon 2029 pour une mise en service en 2032 au plus tôt* », résume Jean-Mathieu Kolb, directeur du projet EFGL chez Ocean Winds, l'un des lauréats de l'appel d'offres AO 6.

UN FUTUR MARCHÉ COLOSSAL

Autrement dit, la partie ne fait que commencer. Et nombreux sont les industriels à vouloir se faire une place dans ce futur marché estimé à plusieurs dizaines de milliards d'euros, et pour lequel la France fait office de potentiel leader. D'ici 2050, l'État vise 45 GW d'éolien offshore, dont 10 GW seront bientôt lancés via les appels d'offres AO 9 et AO 10. Une perspective d'investissements massifs et de création de milliers d'emplois pour les entreprises du secteur.

De grands noms du BTP ont déjà commencé à se positionner. Bouygues Travaux publics a acquis le brevet d'un flotteur norvégien, l'OO-Star. Eiffage Métal a participé à la fabrication des flotteurs conçus par l'Américain Principle Power pour un projet pilote. Ponticelli Frères et Matière, deux acteurs de la construction métallique, ont uni leurs forces dans la joint-venture MP Archimed, autour de la ferme pilote Eolmed en Méditerranée. Tissot Industrie, spécialiste du métal lourd, a remporté un financement public via un appel à manifestation d'intérêt pour élaborer une offre commerciale de fabrication de sous-composants en acier. Aux côtés de ces grands groupes émergent aussi des entreprises plus spécialisées. BW Ideol, créée en 2010, a conçu les flotteurs de l'unité expérimentale Floatgen (2 MW au large du Croisic) et de la ferme Eolmed, composée de trois éoliennes de 10 MW, qui devraient être



Les grandes entreprises de travaux publics se positionnent sur la fabrication des flotteurs, comme Eiffage Metal qui a assemblé ceux de la ferme pilote Provence-Grand Large.

SBM OFFSHORE

encore entre deux eaux





Assemblage des fondations des trois fermes pilotes flottantes en Méditerranée : Éoliennes flottantes du golfe du Lion (en haut à gauche), Provence-Grand Large (en haut à droite) et Eolmed (ci-contre).

QAIR - FRÉDÉRIC HÉDELIN

prises en service d'ici la fin de l'année. La société est également le partenaire technologique de Maple Power et EDF Renouvelables sur l'AO 6 (lire p. 20). Quant à Eolink, la start-up brestoise mise sur une architecture en forme de pyramide, censée réduire de 45 % la masse d'acier par rapport aux modèles classiques. L'entreprise dispose pour l'instant d'un prototype à échelle réduite, installé dans la rade de Brest, et prévoit la mise à l'eau d'un démonstrateur de 5 MW en 2025.

CONSTRUCTION DES OFFRES COMMERCIALES

Si les ambitions françaises en matière d'éolien flottant font rêver, leur traduction reste en suspens, en raison notamment de l'incertitude qui entoure les décisions d'investissements. « Nous avons été consultés par tous les développeurs en phase d'appel d'offres, pointe Vincent Ladougue, directeur du développement de Ponticelli. Nous devons proposer des offres d'assemblage de flotteurs divers et variés, avec des technologies propres à chacun. Nous attendons l'obtention des permis définitifs, dans plusieurs années, pour proposer nos services, mais en attendant, nous ne pouvons pas anticiper quelle sera l'inflation, l'état de la supply chain, les prix de l'acier, les tarifs de douane. »

« L'un des principaux freins est l'absence de

L'industrie des flotteurs est suspendue aux décisions finales d'investissement.

projet en phase de construction. Mais si on nous demandait de livrer des flotteurs pour 3 GW dans les 18 mois, on saurait le faire », abonde Paul de La Guérvivière, directeur général de BW Ideol. L'entreprise prévoit la construction d'une ligne de fabrication de flotteurs en béton sur le port de Marseille-Fos d'ici 2029, afin d'être opérationnelle pour la phase de construction de l'AO 6. Capacité visée : 30 unités par an, soit environ 500 MW. « Il est clair que nos investissements sur ces usines dépendent de l'avancement des appels à projets, et du chiffre d'affaires que l'on pourra anticiper », ajoute-t-il. La stratégie de l'entreprise consiste à produire le même type de fondations standardisées, pouvant être livrées sur différents projets, en France mais aussi à l'international. L'usine de Fos sera destinée au marché méditerranéen, tandis qu'un second outil de production, situé dans le Nord de l'Europe, visera l'Écosse et la Norvège.

BÉTON OU ACIER ?

Et derrière le flou du calendrier, une bataille plus technique se joue : celle des matériaux. Flotteurs en béton d'un côté, en acier de l'autre. « *Il sera difficile de fabriquer des composants en acier, en Europe, pour des dizaines de flotteurs allant de 15 à 25 MW et ce, avec les tarifs annoncés par les développeurs* », reconnaît Vincent Ladougue. Les tarifs d'achat de l'électricité fixés par les lauréats des AO 5 et AO 6 sont compris entre 85,90 € et 92,70 € le MWh. Des prix estimés bas par les industriels, et par le Syndicat des énergies renouvelables (SER). « *Annoncer un tarif trop bas met la pression sur l'ensemble des acteurs, et n'est pas viable pour développer une chaîne de valeur européenne* », estime Maëlie Benistand-Hector, responsable Éolien en mer au SER. « *Ce qui se dessine, c'est que nous importerons des composants en acier de très grande taille, en une pièce, depuis l'Asie*, explique Vincent Ladougue. *L'espoir, pour notre industrie, c'est de pouvoir faire sur site portuaire l'assemblage final des flotteurs et l'intégration des éoliennes, voire la*

fabrication et le montage des équipements secondaires, d'aménagement des ponts, de manutention et de ballastage, de réseaux pour l'électricité et l'instrumentation, de balisage et d'accastillage. »

Si BW Ideol a fait le choix du béton, c'est justement parce que ce matériau est estimé plus compétitif, et moins soumis à la concurrence internationale. Un point de vue partagé par Benoîte Chenut, directrice du parc éolien en mer flottant Méditerranée Grand Large chez EDF Renouvelables : « *Le flotteur en béton élaboré par notre partenaire technologique présente l'avantage de pouvoir être construit à 100 % en local. Lorsque la fondation est en béton, il est plus facile d'aller chercher des composants secondaires en acier de plus petite taille dans des usines proches.* » « *Il ne faut pas s'attendre à ce qu'on maîtrise complètement la chaîne au niveau national et européen, ça n'est pas possible* », estime Bertrand Alessandrini, qui rappelle par comparaison que la moitié des composants nécessaires à la fabrication d'un Airbus proviennent de l'extérieur de l'Europe. « *La France peut se positionner sur la propriété intellectuelle associée au flotteur, et sur les composants à forte valeur ajoutée* », soutient-il. La technologie pourrait aussi être dictée par l'éloignement progressif des côtes. Les technologies d'ancrage pourraient être très variées, entre une profondeur de 90 mètres et une profondeur de 1 000 mètres. Mais pour pouvoir imaginer les flotteurs de demain, investir et se structurer, la jeune filière a besoin de visibilité. « *L'absence de cadence claire est un vrai frein* », alerte Paul de la Guérivière, qui espère un lancement rapide de l'AO 10. ■



**VOTRE EXPERT
EN BALISAGE
AÉRIEN**

www.obsta.com



**Contrôle à distance
de votre parc de balisage**



INTERNET

SITE WEB OBSTA



OFD | Bi-couleur
Moyenne
Intensité

Rencontrez-nous Stand E18



seanergy
17-18 June, 2025
Paris • France

An aerial photograph of a port facility. In the foreground, a large cargo ship is docked, its deck filled with numerous long, white and brown cylindrical components, likely wind turbine parts. The ship's name 'BLUE MARI' is visible on its side. In the background, the port area includes several yellow storage tanks, various industrial buildings, and a paved area with more equipment. The water is calm, and the sky is clear.

Les ports de l'Atlantique sur la bonne vague

De Cherbourg à Bayonne, les ports répondent aux incitations de l'État pour se positionner sur la construction des premiers parcs éoliens flottants commerciaux dès 2031. Une coopération entre ports, inédite, s'organise pour faire de cette nouvelle filière un relais de croissance alors que leur activité traditionnelle autour des énergies fossiles est en baisse. PAR FRANCK TURLAN

Le compte à rebours est enclenché. Fin 2031, la France devrait inaugurer son premier parc éolien flottant commercial : le consortium Pennavel mettra alors en service treize machines, représentant 250 à 270 MW, au large de Lorient et de Belle-Île-en-Mer. Pour la façade atlantique et Manche sud, ce n'est qu'un début : 6,4 GW d'éolien flottant doivent y être attribués par appel d'offres, dans l'optique d'une connexion au réseau entre 2033 et 2040... Ce chiffre, déjà honorable, s'avère pourtant très inférieur à la contribution attendue sur la décennie suivante, avec des parcs flottants situés à plus de 100 km des côtes, depuis la Bretagne jusqu'à l'estuaire de la Garonne. Pour les infrastructures portuaires situées à proximité, maillon essentiel dans le stockage et l'assemblage des composants, notamment les flotteurs, la filière représente un sacré défi logistique, mais surtout une formidable opportunité. « *L'éolien en mer, pour nos ports, c'est la traduction concrète de la transition énergétique et de la décarbonation de notre économie*, souligne-t-on à la Direction générale des infrastructures, des transports et

des mobilités (DGTIM). *C'est un relais de croissance majeur, alors que leur activité autour des énergies fossiles est sur le déclin.* »

SYNERGIES PORTUAIRES

Or, 2031, c'est déjà demain ! Pour aider les ports à être au rendez-vous, une mission d'un an a été confiée à l'ancien directeur du port de Nantes-Saint-Nazaire afin de mobiliser et concerter cet écosystème. En outre, l'État leur a proposé une série d'outils financiers pour aider leur adaptation à l'éolien flottant : un appel à manifestation d'intérêt (AMI) en 2023, pour financer des études de faisabilité, suivi en 2025 d'un appel à projets pour les travaux. La moitié des coûts sont subventionnés. L'AMI a



La Rochelle a déjà investi dans la création d'un polder de 35 ha, utilisé pour la construction des fondations des parcs posés de Saint-Nazaire puis de Noirmoutier.

IMAGINE CRÉATIONS

Unis dans un consortium, les ports de Nouvelle-Aquitaine adaptent leurs infrastructures.

de la région Nouvelle-Aquitaine. « On a l'habitude de travailler chacun de son côté sur ses filières industrielles. Mais là, l'enjeu nous amène à raisonner différemment : on ne peut pas répondre séparément sur un seul segment. Il faut pouvoir proposer une offre globale aux développeurs. » L'étude de faisabilité démontre ainsi que les flotteurs pourront être fabriqués sur Bordeaux et intégrés à La Rochelle. Six zones sont identifiées pour leur stockage provisoire en mer...

« L'idée est d'avoir un projet économe, s'adaptant au mieux à l'existant. À La Rochelle, nous avons déjà créé pour l'éolien un polder de 35 ha. Nous y aménagerons une plateforme de 26 ha, avec une résistance de 10 tonnes/m², comme le souhaitent les industriels. Après un investissement modéré dans la création d'une digue, inférieur à 10 millions d'euros, on devrait investir autour de 40 millions dans l'aménagement de la plateforme. Les études géotechniques sont prêtes, on devrait pouvoir mettre le premier coup de pelle dans un an. » Une autre plateforme d'une trentaine d'hectares doit être aménagée pour l'éolien sur le port de Verdon-sur-Mer (Bordeaux). Pour la phase travaux, le consortium a candidaté à l'appel à projets lancé par l'État, clôturé en janvier dernier, auxquels tous les lauréats de l'AMI ont répondu. Les résultats de cet appel à projets sont attendus dans le courant de l'été. Le ministère annonce un « changement d'échelle » pour les ports français, qui devraient « investir massivement » pour l'éolien flottant. La somme de 200 millions d'euros de subventions étatiques, un temps annoncée et vue comme insuffisante par la filière de l'éolien en mer, n'a pas été confirmée.

PRÉPARER L'APRÈS

Concernant La Rochelle, l'objectif du consortium de Nouvelle-Aquitaine est d'avoir ici une infrastructure prête en 2029 pour recevoir les composants du parc éolien posé en mer d'Oléron (1 GW), dont la mise en service est prévue en 2032. La vague du flottant doit arriver rapidement derrière, avec la promesse par l'État d'attribuer annuellement 2 GW, en grande partie vers l'Atlantique et la Manche sud, sur des « zones prioritaires » très éloignées des côtes.

Les ports de l'Atlantique peuvent-ils échouer à capter cette promesse de valeur ajoutée ? Dans un document publié début 2025, la DGTIM relevait leur « difficulté à construire un modèle économique soutenable » du fait « des investissements nécessaires à mettre en face de niveaux de revenus qui restent incertains à ce stade, potentiellement irréguliers, voire limités (recours à des capacités portuaires ou industrielles non locales) ». Sur ce dernier point, elle alertait : « le groupe asiatique Blue Ocean Wind vient d'annoncer un investissement d'un milliard de dollars dans l'éolien flottant pour construire six navires transporteurs de flotteurs acier permettant de servir le marché mondial, en particulier européen. » Signal faible d'un risque réel ou chiffon rouge fantasmé ? Nicolas Menard, lui, se dit confiant : « on est en relation au quotidien avec les services de l'État, il y a une dynamique qu'il ne faut pas rompre... » Les ports, comme les développeurs éoliens, y croient d'autant plus depuis l'annonce en octobre dernier de la planification maritime, qui « déroule » pour les quinze ans à venir la localisation des parcs éoliens et la puissance attendue sur chaque zone. « Cette visibilité donne davantage de sérénité au moment de se lancer dans d'importants investissements », souligne-t-on du côté de la DGTIM, qui tempère son alerte sur le risque de vague chinoise sur l'éolien flottant : « la proximité géographique prévaudra car le remorquage des flotteurs en acier ne sera couvert par les assurances que sur quelques jours de navigation. » Et les ports de l'Atlantique sont ici idéalement placés pour servir les projets annoncés au large de la Grande-Bretagne. ■

reçu huit candidats... pour huit lauréats à l'arrivée, représentant douze ports, dont neuf sur la façade atlantique. « L'État n'a pas eu besoin de forcer cette synergie entre les ports, nous indique la DGTIM. La nécessité d'une coopération est déjà orientée par le marché, avec les demandes des développeurs. Et elle s'imposera encore plus à l'avenir. Quand on voit la puissance attendue sur le golfe de Gascogne, aucun port n'est en capacité de répondre seul. La construction d'un flotteur, c'est un terrain de foot sur lequel on installe une tour Eiffel : il faut énormément de foncier pour cette activité. Certains ports en ont peu, mais disposent en revanche d'un excellent accès nautique, et peuvent donc se positionner sur la phase d'intégration de l'éolienne au flotteur, ou encore du stockage provisoire des flotteurs en mer. »

Exemple emblématique de cette coopération : la candidature groupée à cet AMI des ports de La Rochelle, Bordeaux (Verdon-sur-Mer), Bayonne et Charente-Atlantique (Rochefort), à travers un consortium. « C'est inédit pour les ports français », reconnaît Nicolas Menard, directeur des infrastructures du port de La Rochelle, lequel a coordonné cette candidature unique à l'échelle

Coopération portuaire en Méditerranée

Le nombre d'éoliennes flottantes attendu en Méditerranée exigera une forte industrialisation de leur assemblage. Deux ports ne seront pas de trop. Entretien croisé avec Philippe Bion, directeur des Infrastructures maritimes et de l'Ingénierie du Grand Port maritime de Marseille (photo du haut) et Hans Kerstens, directeur général de la Semop de Port-la-Nouvelle. PROPOS RECUEILLIS PAR VINCENT BOULANGER



PORT DE MARSEILLE FOS



HANS KERSTENS

Comme pour vos homologues de la façade Atlantique, vos deux ports ont décidé de collaborer sur l'éolien flottant. Qu'est-ce qui vous y a incité? Quelle forme prend votre coopération?

Philippe Bion : Nous avons rapidement vu que les parcs prévus par la planification de l'éolien en mer française [lire *Le Journal de l'Éolien* n° 56, ndlr] vont nécessiter la capacité des deux ports pour répondre dans les délais. À l'échéance 2035, environ 200 éoliennes sont à construire et à assembler pour la Méditerranée. C'est un vrai défi, même à deux ports. Il est en outre intéressant pour les développeurs de disposer de deux ports, pour avoir le choix de trouver chez l'un ou l'autre ce dont ils ont besoin. Et puis notre complémentarité nous permet de nous prémunir de la concurrence étrangère. Si les ports français sont en mesure de construire et d'assembler, cela stimulera l'émergence d'une industrie européenne des composants. Ce qui a guidé notre action en commun, est aussi le souci d'éviter de surdimensionner les ports par rapport aux besoins, ce qui risquerait de compliquer l'amortissement de nos investissements. Nous ne voulions pas d'une course entre nous, mais souhaitions répondre au plus juste à la demande.

Hans Kerstens : Concernant la forme que prend la coopération, les deux ports font pour l'instant la même chose. La construction des flotteurs, l'installation des éoliennes est possible dans les deux. Ceci dit, pour notre dossier de candidature à l'appel à projets France 2030¹, nous avons discuté des besoins de chacun et avons participé ensemble aux réunions avec l'État. Chaque port a déposé un dossier, mais ils ont été préparés en commun. Je veux souligner, qu'il ne s'agit pas uniquement de répondre aux besoins du marché en termes de capacité, mais aussi en qualité de service. À Port-la-Nouvelle par exemple, nous avons discuté avec tous les développeurs avant de décider de la façon d'organiser notre terminal portuaire, afin de permettre des opérations les plus efficaces et d'être capable de sortir le plus grand nombre possible de flotteurs par an.

Quels enseignements vous ont apporté la construction des trois fermes pilotes sur l'organisation des chantiers et la conception des infrastructures portuaires?

P. B. : Le retour d'expérience est intéressant, et c'était le but des fermes pilotes, mais il faut surtout se figurer que nous allons devoir changer d'échelle. La construction des flotteurs des fermes pilotes a pris plusieurs mois, mais la conception même des flotteurs des parcs commerciaux sera complètement différente. Il va falloir standardiser les processus pour que les cadences soient tenues.

H. K. : Notre port devient en quelque sorte une usine à ciel ouvert, qui doit être standardisée pour être plus efficace.

P. B. : Pour donner des ordres de grandeur. Nous devons être capables de produire 30 éoliennes sur leur flotteur par an, soit une toutes les deux semaines. Le flotteur seul est un ouvrage de 8 000 tonnes s'il est en métal et de 20 000 tonnes s'il est en béton. Or il faut à peu près 20 semaines pour en construire un. Pour qu'une unité sorte toutes les deux semaines, il faut donc multiplier les postes et produire dans une logique industrielle, ce qui n'était pas le cas des fermes pilotes.

Aurez-vous la place sur vos ports pour multiplier les postes et mettre en place ces lignes industrielles? Comment allez-vous vous répartir le travail?

H. K. : Nous avons la place, bien sûr, c'est prévu. Nous avons 7 ha pour les fermes pilotes et aurons environ 30 ha de plus pour les fermes commerciales. Nous aurons aussi besoin d'un stockage en eau pour finaliser l'assemblage avant le remorquage en mer. Ce sera très important pour une intégration rapide des éoliennes sur les flotteurs. Ensuite, les flotteurs peuvent être assemblés dans les deux ports, ou passer de l'un à l'autre pour l'intégration de certains composants. Nos deux ports sont capables d'effectuer tous les travaux.

P. B. : La répartition du travail n'est pas de notre ressort. Chaque développeur décidera le moment venu où il souhaite localiser les chantiers en fonction de ses critères. Nous,

nous devons simplement être en mesure de répondre à leur demande. Nous n'avons pas choisi de nous spécialiser, comme le font les ports de l'Atlantique (lire p. 28). Nous sommes vraiment tous les deux polyvalents. La fiabilité de nos prestations sera déterminante. D'après les développeurs, des délais ou des indisponibilités sur la chaîne de production engendrent des coûts d'immobilisation importants, à quoi peuvent s'ajouter les pénalités prévues par l'État en cas de retard de mise en service des parcs. Pour être compétitif et performant, nous devons avoir une offre la moins risquée possible. La redondance est un moyen de faire face au moindre aléa.

Est-ce que vous pourriez construire des éoliennes flottantes pour des projets d'autres pays méditerranéens, comme l'Italie ?

P. B. : Il y a effectivement un fort potentiel au large de la Sardaigne et de la Sicile, et les ports italiens qui seraient en capacité de servir ces projets éoliens sont plutôt dans le sud de l'Italie, soit plus loin que Marseille-Fos ou Port-la-Nouvelle pour certaines zones. Les ports italiens ne pourront en outre pas tout faire, donc une partie de ce marché nous intéressera, naturellement.

L'appel à projet Ports qui s'est clos en janvier est doté d'une enveloppe de 190 millions d'euros pour l'ensemble des ports métropolitains. Ce qui paraît peu. Qu'est-ce qu'il va permettre de financer ?

H. K. : Pour Port-la-Nouvelle, la majorité de l'investissement a déjà été réalisée. Nous avons investi dans un quai lourd pour l'éolien mais aussi dans un quai pour le vrac liquide et un autre pour le vrac sec. Nous avons construit le port autour de trois axes pour mitiger le risque en cas de

« L'ambition pour les ports relève d'un arbitrage politique national », Philippe Bion, Grand Port maritime de Marseille.

baisse d'activité sur un secteur. Nous avons besoin de financement pour finir quelques détails, comme la création du stockage en eau par exemple.

P. B. : Chacun a remis son dossier en espérant obtenir le plus possible, mais l'État décidera de la répartition en fonction des offres. L'investissement dans les infrastructures portuaires peut être porté majoritairement par le privé et le public, mais tout ce qui n'est pas financé par l'État devra l'être par le coût d'utilisation des ports, et donc en définitive par la filière de l'éolien flottant. On peut faire des économies sur les ports, mais qu'est-ce que cela coûtera demain à la filière ? Est-ce qu'on ne risque pas de retarder les projets ? Il faut avoir sur le sujet une réflexion globale. À Marseille, le projet que nous portons nécessite environ 600 millions. On peut le ramener à 400 ou 450 millions d'euros, mais on risque de se trouver en sous-capacité pour la construction des parcs français, et de voir le marché se développer ailleurs. L'ambition pour les ports relève d'un arbitrage politique national. ■

1. Dans le cadre de France 2030, l'État a lancé un appel à projets « Infrastructures portuaires métropolitaines pour l'industrie de l'éolien flottant », doté d'une enveloppe de 190 millions d'euros, qui s'est clos le 31 janvier 2025.



L'essentiel des investissements a été réalisé à Port-la-Nouvelle. Reste à aménager notamment le stockage en eau des flotteurs.

PORT-LA-NOUVELLE_THOMAS-SANANES



EQUINOR

La maintenance lourde de l'éolien flottant

Mis en service en 2017, le parc éolien flottant Hywind Scotland a nécessité une maintenance majeure sur ses cinq turbines. Equinor, son exploitant, a dû pour cela remorquer les éoliennes dans un port adapté, en Norvège. Ce type d'opération est trop complexe à réaliser en mer. PAR ARNAUD WYART

Situé à environ 25 kilomètres au large de Peterhead, en Écosse et exploité par Equinor, Hywind Scotland est le premier parc éolien offshore flottant au monde. Doté de cinq turbines et affichant une puissance de 30 MW, il fait encore office de plateforme de test pour les futurs projets. À ce titre, Equinor a identifié en 2023 un problème technique nécessitant une première maintenance lourde des éoliennes. « *Il s'agissait de remplacer certaines pièces, d'en entretenir d'autres et d'en profiter pour effectuer des activités d'entretien régulières* », indique un expert d'Equinor. Cette opération a représenté un véritable challenge pour l'entreprise, d'autant qu'il est très difficile de la réaliser en mer. Contraire-

ment aux opérations de maintenance régulières, la maintenance lourde requiert en effet la descente et le levage de composants lourds et imposants (pales, boîte de vitesses, génératrice, etc.). En mer, la seule possibilité consiste actuellement à utiliser une barge de maintenance suffisamment grande et équipée d'une grue pesant plusieurs milliers de tonnes, mais cela engendrerait des coûts trop importants (mobilisation des équipes techniques, du matériel, etc.). En outre,

*Le remorquage de l'Écosse jusqu'en Norvège
était la solution la moins onéreuse et
la plus sûre pour la révision des turbines.*

une telle procédure présente des risques d'accident et de casse en raison du mouvement combiné des flotteurs et de la barge. Pour répondre à cet enjeu, des solutions innovantes sont en développement, par exemple pour attacher directement une grue télescopique sur les flotteurs des éoliennes, mais aucune n'est encore disponible (lire l'article « Quelle maintenance pour le flottant ? », dans le *Journal de l'Éolien* n° 47). En conséquence, Equinor a opté pour un rapatriement des turbines jusqu'au port de Wergeland à Gulen, en Norvège, à plus de 500 km à vol d'oiseau du site de Hywind Scotland. « Pour assurer la maintenance des parcs éoliens offshore conventionnels, nous intervenons sur site sans problème. Concernant Hywind Scotland, nous avons dû remorquer les turbines jusqu'à la côte. C'est aujourd'hui la méthode la plus sûre, la plus efficace et la plus éprouvée pour effectuer une maintenance aussi importante sur des turbines flottantes. » Le port de Wergeland a quant à lui été choisi car il s'agit de l'infrastructure la plus proche disposant de l'expertise et de la profondeur d'eau nécessaire au levage lourd, car la partie immergée des éoliennes descend à 78 mètres sous l'eau.

QUATRE MOIS D'ARRÊT

Global Maritime, un cabinet de conseil spécialisé dans les projets offshore, a été mandaté pour mener l'étude de conception technique d'avant-projet. Lancée en août 2023, celle-ci a permis d'évaluer la faisabilité et les méthodes permettant la maintenance des turbines lors d'une seule et unique campagne de trois ou quatre mois. Equinor souhaitait également que la campagne soit réalisée pendant l'été, des conditions météorologiques plus favorables étant indispensables pour respecter les délais. Fin 2023, après les résultats de l'étude, Global Maritime a été chargé de la gestion du projet, de l'ingénierie et des opérations en mer. Le contrat portait notamment sur la déconnexion et la reconnexion des câbles inter-éoliennes et des câbles d'exportation, la déconnexion et le remorquage des éoliennes, la coordination du site d'assemblage, le levage des pales et des nacelles, le retour sur site, etc. Après une phase préparatoire, les opérations ont commencé en mai 2024 avec la descente du premier câble inter-éoliennes. La première turbine, elle, a été amarrée à Wergeland fin mai 2024. L'entreprise



EQUINOR

Sarens a assuré le transport des nacelles, des pales, des composants et des turbines dans l'atelier grâce à des remorques automotrices et un système de patinage. Pour les opérations de descente et de levage, Sarens a aussi fait appel à une grue sur chenille de Liebherr (charge de 2 500 t), qui avait déjà été utilisée pour assembler le parc éolien Baltic Eagle, au large des côtes allemandes. Celle-ci était essentielle pour répondre aux contraintes de calendrier. « La grue était équipée de quatre treuils à câble pour assurer des opérations de levage sécurisées et efficaces. En outre, une poutre d'écartement légère et conçue sur mesure a été utilisée pour faciliter le transport des pales de 75 mètres de long et de 26,5 tonnes », explique-t-on chez Sarens. La première turbine a été ramenée sur site en juillet et les opérations de maintenance ont été achevées fin septembre, après la reconnexion de la dernière turbine. Au total, le parc a nécessité entre autres 18 démontages et remontages de câbles, 30 déconnexions et reconnexions d'amarres, ainsi que 10 remorquages pour une distance parcourue combinée de plus de 5 500 km.

LIMITER LES BESOINS DE REMORQUAGE

Pour Equinor, la campagne de maintenance a été un succès. Elle a permis aux différents acteurs d'acquérir de l'expérience et des connaissances pour améliorer la sécurité des opérations et optimiser les process. En outre, la campagne n'a pas duré plus de quatre mois, comme prévu, ce qui a permis à Equinor de limiter la perte de productible. Selon l'exploitant, celle-ci n'a pas impacté le réseau –Hywind Scotland étant un projet pilote –, mais les résultats devraient intéresser les développeurs et les investisseurs vis-à-vis des futurs parcs flottants commerciaux. Selon Equinor, une maintenance lourde, nécessitant un retour sur la côte d'une ou plusieurs turbines flottantes, devrait d'ailleurs être relativement rare. Dans le cas de Hywind Scotland, elle a dû être réalisée au bout de sept ans, mais l'entreprise travaille avec ses fournisseurs afin de limiter au maximum le risque de panne ou de dysfonctionnement majeur. « Ce projet va nous offrir la possibilité d'améliorer les futurs parcs offshore flottants et de baisser les coûts de maintenance, indique l'expert d'Equinor. Nous avons d'ores et déjà mis en place des initiatives visant à réduire les échanges de composants majeurs et à proposer davantage de solutions de réparation sur site. Des initiatives sont également en développement pour simplifier les opérations de déconnexion et de remorquage à terre au cas où celles-ci seraient nécessaires. » ■