

## LE RÔLE MOTEUR DE LA FILIÈRE ÉLECTRIQUE DANS LA RÉINDUSTRIALISATION



## POUR UNE SOUVERAINETÉ DANS LA FILIÈRE DE L'ÉOLIEN

### LES OBJECTIFS DE LA FILIÈRE ÉOLIENNE

L'énergie éolienne, tant terrestre qu'en mer, contribue à la fois à l'augmentation de l'indépendance énergétique des États ainsi qu'à jouer un rôle prépondérant dans la production mondiale d'électricité décarbonée et donc dans la lutte contre le changement climatique. **Le GIEC estime ainsi qu'il s'agit d'une des seules solutions permettant de contribuer le plus à la réduction nette des émissions de gaz à effet de serre dans le monde à moindre coût d'ici 2030<sup>1</sup>.** Afin d'atteindre la neutralité climatique à horizon 2050 et, à plus court terme, la réduction de 55 % de ses émissions d'ici 2030 par rapport à 1990, l'Union européenne (UE) vise ainsi une capacité installée de 510 GW en 2030<sup>2</sup>, c'est-à-dire une multiplication par 2,5 par rapport à 2022 (204 GW répartis entre 188 GW d'éolien terrestre et 16 GW d'éolien en mer)<sup>3</sup>. La filière de l'éolien en mer

en particulier devrait continuer de connaître une forte croissance durant plusieurs décennies pour atteindre la cible de 300 GW éolien en mer en 2050.

La France disposait quant à elle d'un parc de 20,6 GW d'éoliennes terrestres à la fin de l'année 2022<sup>4</sup>. L'objectif 2023 de 24,1 GW, fixé en 2020 par la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE), ne sera donc vraisemblablement pas atteint, pas plus que la fourchette PPE pour 2028 (de 33,2 GW à 34,7 GW) sauf si le rythme de raccordement de nouvelles installations s'accélère<sup>5</sup>. En effet, le rythme actuel de nouvelle puissance installée par an (+1,4 GW par an entre 2019 et 2022) est relativement bas en comparaison des moyennes européennes observées, alors que la France possède le premier potentiel en Europe. La filière considère que cette accélération est toutefois réalisable et que les objectifs peuvent être atteints voire dépassés grâce à la récente loi relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables<sup>6</sup> et au nombre de projets en cours.

1 IPCC, 2022: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.001

2 Initialement fixé à 453 GW en 2030 (374 GW terrestre et 79 GW en mer), l'objectif a été revu à la hausse de 57 GW dans le cadre de REPowerEU.

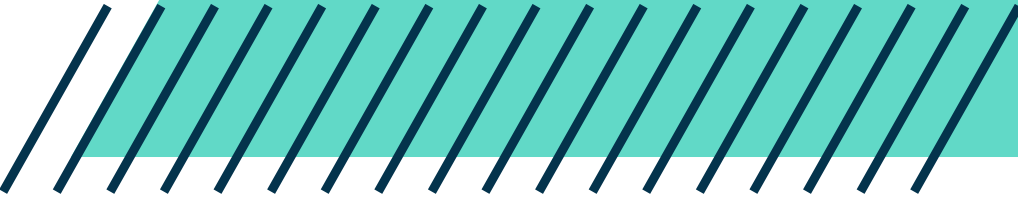
3 Wind Europe, "Wind energy in Europe", février 2023

4 RTE, Bilan électrique 2022

5 Ces objectifs seront remis à jour en 2024 dans le cadre de l'actualisation de la PPE (horizon 2033) et de la SNBC.

6 Loi n° 2023-175 du 10 mars 2023





S'agissant de l'éolien en mer, la mise en service en novembre 2022 du premier parc situé au large de Saint-Nazaire (pour une puissance de 480 MW avec un facteur de charge proche de 50 % sur ses premiers mois de fonctionnement), les futures mises en service des deux parcs de Saint-Brieuc et Fécamp en 2023 (500 MW chacun) ainsi que l'exploitation d'une éolienne flottante expérimentale de 2 MW ne permettront pas non plus d'atteindre l'objectif 2023 de 2,4 GW de la PPE. La PPE fixe également un objectif de 5,2 GW à 6,2 GW d'éolien en mer (posé et flottant) en service d'ici

fin 2028. À l'origine de 18 200 emplois en 2018 pour l'éolien terrestre et 2 000 pour l'éolien en mer, le cap fixé à cette filière serait susceptible de créer entre 15 000 et 25 000 emplois d'ici 2030<sup>7</sup>.

**Dans son discours de Belfort en 2022, le Président de la République a fixé pour objectifs d'ici 2050 une capacité de production de 37 GW avec des éoliennes terrestres et de 40 GW avec des éoliennes en mer, soit une cinquantaine de parcs.**

7 EDEC filière électrique, 2020

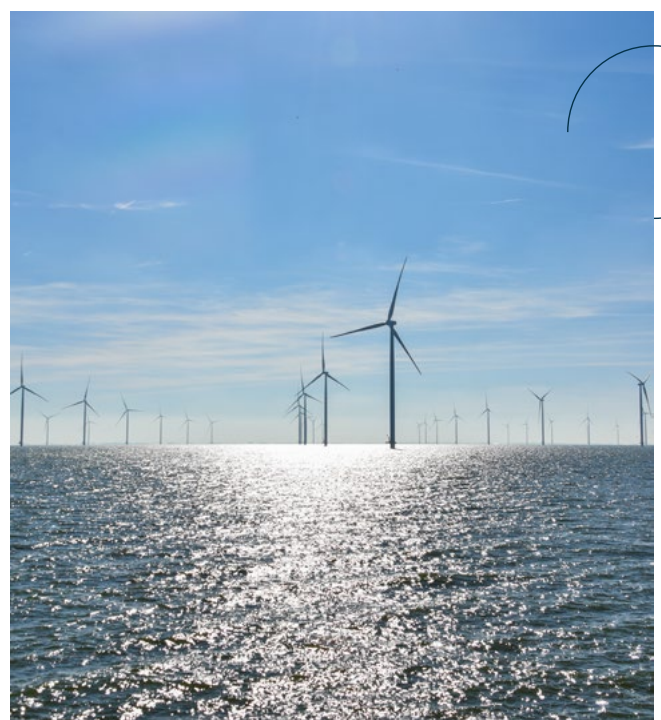
## LES PRINCIPAUX RISQUES ET OPPORTUNITÉS

### Un manque de visibilité associé à des lenteurs réglementaires et industrielles...

**Le développement de l'éolien terrestre est fortement lié à l'évolution du contexte politique, en particulier à l'Assemblée nationale, pouvant mener à un ralentissement du rythme d'installation pour les prochaines décennies.** De son côté la filière estime que les objectifs de la PPE sont atteignables et peuvent être dépassés. **Les objectifs pour l'éolien en mer sont quant à eux clairs et cohérents à moyen terme mais le plan de charge de la filière est instable**, avec des périodes de creux importantes à court terme, notamment lié à l'attente de la mise en œuvre de mesures d'urgence et aux retards pris sur l'ensemble des appels d'offres de la PPE 2 (2020-2024). Cette instabilité est liée à une planification spatiale maritime imprécise, qui permettrait la réalisation dans les délais de l'objectif fixé en volume. Sans cette planification géographique exhaustive, les investissements dans les infrastructures ne peuvent pas être anticipés par les acteurs de la filière, affaiblissant de fait la crédibilité de l'objectif de capacité à installer. De plus, les délais de développement des projets de parcs éoliens terrestres, et dans une moindre mesure pour les parcs en mer, sont particulièrement longs, notamment du fait de nombreux recours juridiques et administratifs ainsi que de l'attente de la délivrance d'autorisations par les préfets.

**Ce manque de visibilité associé à certaines contraintes techniques ne permet pas à la filière de pouvoir déployer les dernières évolutions technologiques qui pourraient pourtant permettre d'accélérer la transition énergétique.** Ainsi, les servitudes aéronautiques et radars freinent pour l'heure

l'adoption d'éoliennes terrestres de puissance pouvant aller jusqu'à 6 à 7 MW. Cette course à l'innovation et à l'augmentation de puissance des turbines concerne tout particulièrement l'éolien en mer. Cependant, ce phénomène crée une incertitude supplémentaire sur le dimensionnement des capacités industrielles et les réseaux de fournisseurs, et est susceptible d'aggraver les difficultés économiques des industriels (les coûts de développement d'une plateforme de turbines étant très élevés). Ainsi, l'absence générale de visibilité sur les plans de charge ne permet pas d'accompagner pleinement cette augmentation de puissance des génératrices.



## ... pour une filière française dynamique

La France dispose d'atouts propices au développement de l'énergie éolienne. D'une part, du fait de sa géographie, elle bénéficie de plusieurs régimes de vents ainsi que de larges espaces maritimes pour installer les éoliennes en mer qui présentent des facteurs de charge plus élevés que les éoliennes terrestres, également indispensables pour notre transition énergétique. En effet, le territoire métropolitain dispose d'une très large façade maritime et, plus largement, la France possède le deuxième plus grand domaine maritime mondial en incluant les territoires d'outre-mer. D'autre part, **le tissu industriel français consacré à la filière offshore est important malgré le faible nombre de parcs installés**. La filière est ainsi structurée en cinq grands pôles industriels : à Cherbourg pour la fabrication de pales (General Electric Renewable Energy), au Havre pour la fabrication de pales, nacelles et génératrices (Siemens Gamesa Renewable Energy), Montoir-de-Bretagne pour l'assemblage de nacelles et de génératrices (General Electric Renewable Energy) et enfin à Saint-Nazaire pour la fabrication des sous-stations électriques (les Chantiers de l'Atlantique). Ces sites représentent un tiers des usines du segment en Europe, que ce soit pour les éoliennes en mer et les sous-stations électriques. Enfin, la France peut s'appuyer sur des acteurs leaders au niveau mondial dans le domaine de l'énergie, avec une forte expertise dans le développement de projets éoliens ainsi que dans son intégration au système électrique, expertise qui intègre le recyclage et la capacité à renouveler les parcs existants avec des machines plus performantes.

### **Dans le peloton de tête mondial sur l'éolien flottant, la France dispose d'acteurs de haut niveau dans la recherche, le développement et l'innovation.**

Les premiers appels d'offres commerciaux seront attribués fin 2023 et début 2024, tandis que trois fermes pilotes de 24-30 MW chacune en Méditerranée servant de démonstrateurs seront mises en service sur ce même calendrier. L'éolien en mer, notamment flottant, fait partie des trois secteurs prioritaires identifiés par la stratégie Technologies avancées pour les systèmes énergétiques du Secrétariat général pour l'investissement. Via le projet de loi Industrie Verte, les ambitions industrielles du gouvernement pour la filière de l'éolien flottant sont claires :

- Disposer de 2 GW de capacité annuelle de production, d'assemblage et d'intégration d'éoliennes flottantes,
- Pérenniser et attirer des hubs industriels

rassemblant des usines de fabrication de composants et d'assemblage de flotteurs, éléments centraux de la chaîne de valeur, et faire de la France une nation clé pour la production de flotteurs.

**L'éolien en mer est partie prenante de la souveraineté énergétique et industrielle française à court et à moyen terme.** En s'appuyant sur un programme volontariste, bien cadencé et réalisé dans les délais, les capacités mises en service d'ici 2035 peuvent dépasser les 18 GW de puissance installée et créer plus de 20 000 emplois en France à cet horizon<sup>8</sup>. Une simplification accrue du cadre réglementaire et administratif associée à une planification précise et ambitieuse pourrait même permettre d'atteindre la cible de 40 GW en 2040, soit dix ans plus tôt que prévu.



<sup>8</sup> FEE & SER, « Éolien en mer : 50 GW en 2050. Accélérer dès maintenant pour le climat » et Pacte éolien en mer entre l'Etat et la filière, signé le 14 mars 2022





## LES RECOMMANDATIONS DE L'UFE

**✘ Renforcer le groupement d'industriels français** afin de pouvoir accroître leur poids à l'international, à l'image des industriels danois ou espagnols.

**✘ Renforcer la recherche et le développement :**

- Dans le domaine des pales, afin d'en concevoir des plus légères et plus résistantes tout en allant progressivement vers un recyclage à 100 %.
- Dans le domaine des supraconducteurs, afin de limiter la dépendance aux terres rares et notamment au néodyme nécessaire à la fabrication des aimants permanents aujourd'hui utilisés dans les génératrices d'éoliennes en mer (environ 600 kilogrammes par machine<sup>9</sup>) et très majoritairement fabriqués en Chine<sup>10</sup>. Des améliorations incrémentales permettent également de réduire l'usage de terbium et de dysprosium, qui sont les terres rares les plus rares et chères dans la conception des aimants permanents<sup>11</sup>.
- Poursuivre les efforts de recherche et développement sur les enjeux identifiés pour la filière des énergies marines renouvelables, notamment à l'appui de sites d'essai, au sein d'une entité telle que la Fondation Open-C<sup>12</sup>.

**✘ Soutenir la relocalisation sur le territoire français d'une chaîne de valeur pour les aimants permanents**, en particulier en sécurisant le gisement des aimants usagés pour son recyclage<sup>13</sup>.

**✘ Soutenir les initiatives et investissements industriels relatifs au recyclage des installations éoliennes, terrestres et en mer.**

### Éolien terrestre

**✘ Évaluer l'impact de la nouvelle cible de 37 GW de puissance installée en 2050 sur le rythme annuel d'installation et en tirer les enseignements.** En effet, cet objectif pourrait engendrer un ralentissement du rythme actuel d'installation. Une révision à la hausse de l'objectif pourrait permettre d'accélérer d'autant la sortie des énergies fossiles ou l'électrification des usages là où des contraintes de ressources peuvent être prégnantes<sup>14</sup>. Enfin, dans le cadre de ses travaux relatifs à l'élaboration de son prochain bilan prévisionnel à horizon 2035, RTE souligne que l'éolien terrestre est une filière essentielle à la sécurité d'approvisionnement et à la décarbonation du mix dans un contexte de croissance des besoins en électricité, et propose d'étudier une trajectoire de poursuite du rythme d'installation historique à horizon 10-15 ans<sup>15</sup>.

9 Sénat, Audition de M. Philippe Varin en commission des affaires économiques, février 2022

10 Plus de 85 % des capacités mondiales de raffinage puis de production d'aimants permanents sont situées en Chine. MTE, « L'éolien et les moteurs pour véhicules électriques : choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles », juillet 2022

11 MTE, « L'éolien et les moteurs pour véhicules électriques : choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles », juillet 2022

12 Fédération de sites d'essai sur les énergies marines récemment constituée ayant vocation à accompagner le déploiement massif de l'éolien en mer

13 La France n'a pas de potentiel minier pour les terres rares mais bénéficie d'autres atouts puisque plusieurs entreprises françaises développent de nouveaux procédés de recyclage d'aimants permanents qui réduisent les impacts environnementaux des traitements. Ces entreprises s'appuient sur les compétences des entreprises françaises qui ont dominé la métallurgie des terres rares dans les années 1970 et 1980. MTE, « L'éolien et les moteurs pour véhicules électriques : choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles », juillet 2022

14 Ressources en biomasse par exemple

15 RTE, Commission Perspectives Système et Réseau, avril 2023. Éléments et résultats préliminaires visant à alimenter la concertation avec de premiers ordres de grandeur



- ✘ **Préciser la place du repowering pour l'éolien terrestre dans la planification écologique** et le cadre qui lui est applicable afin de faciliter le renouvellement des installations là où il est pertinent.
- ✘ **Promouvoir la méthodologie de planification du déploiement des énergies renouvelables et les dispositifs de partage de la valeur introduits par la loi d'accélération de la production d'énergies renouvelables** afin de renforcer l'appropriation des projets éoliens terrestres et favoriser un développement partagé par l'ensemble des parties prenantes.

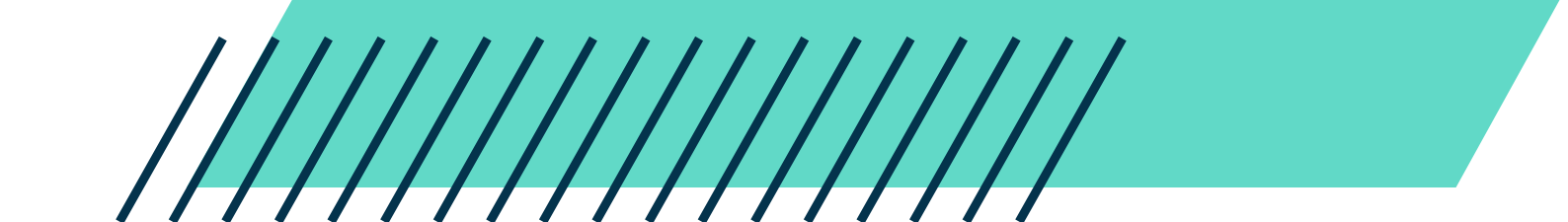


## Éolien en mer

- ✘ **Offrir au plus vite une vision globale stable et régulière du déploiement de la filière de l'éolien en mer** en mettant en œuvre la planification dans les délais impartis (telle que votée dans le cadre de la loi d'accélération de la production d'énergies renouvelables), c'est-à-dire d'ici 2024, s'agissant du développement temporel et spatial de la capacité de 40 GW annoncée à horizon 2050, pour permettre aux industriels de dimensionner leurs installations dans la durée et éviter les à-coups.
- ✘ **En complément d'une planification exhaustive et rigoureuse, accélérer les procédures d'instruction, de délivrance des permis et d'instruction des recours et les encadrer dans le temps pour diviser par deux la durée entre attribution et mise en service d'un parc éolien en mer.**
- ✘ **Accroître la taille des zones portuaires** pour créer des espaces de stockage suffisant pour les différents composants des éoliennes en mer et en particulier pour les flotteurs.
- ✘ **Se doter de navires d'installation spécifiques** pour les fondations monopiles de l'éolien en mer posé (« jackups ») d'une part et pour l'éolien flottant (« thrusters ») d'autre part. Le démarrage de la filière de l'éolien en mer aux Etats-Unis pourrait accroître les tensions sur la disponibilité de ces types de bateaux, créer un goulot d'étranglement, et ainsi décaler les calendriers de mise en service des parcs en France<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Les jackups sont des navires capables de prendre appui sur le fond marin pour se stabiliser le temps de l'installation de l'éolienne et de ses fondations. Les thrusters sont des bateaux qui peuvent opérer par grands fonds grâce à des propulseurs qui permettent la stabilisation. MTE, « L'éolien et les moteurs pour véhicules électriques : choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles », juillet 2022





S'agissant spécifiquement du raccordement des parcs d'éoliennes en mer au réseau électrique, qui sont des nœuds de réseau électrique d'importance stratégique (jusqu'à 2 GW de puissance transmise) :

✘ **Soutenir l'implantation d'une usine spécialisée dans la fabrication de câbles électriques sous-marins sur le territoire national.** Cela permettra d'accroître la souveraineté française sur toute la chaîne de valeur et d'accueillir sereinement la cinquantaine de parc d'éoliennes en mer prévue à l'horizon 2050<sup>17</sup>.

✘ **S'agissant de la fabrication des sous-stations électriques, soutenir la croissance d'acteur(s) français ou *a minima* européens sur l'ensemble de la chaîne de valeur,** par exemple dans la production des transformateurs électriques et dans la fabrication, le transport et l'installation des fondations des sous-stations, mais aussi le tissu de PME qui contribuent à ces projets.

✘ **Faire fonctionner la concurrence sur les sous-stations électriques entre acteurs européens uniquement (« level playing field »),** en reconnaissant le caractère stratégique de ces nœuds de réseau électrique.

✘ **Investir dans la conception de stations à haut voltage en courant continu,** qui représenteront la majeure partie du marché au-delà de 2030, tout d'abord fixes, puis flottantes. En particulier, investir dans le développement de câbles de transmission « dynamiques » en courant continu, de composants électriques tolérant les mouvements de plateforme, de sous-stations électriques flottantes et des éléments de service associés.



<sup>17</sup> À titre d'illustration, le câble permettant le raccordement du parc d'éoliennes en mer de Saint-Nazaire a été fabriqué en Italie et en Finlande

