



## FICHE N°3

### Quel serait l'impact si le projet ne se faisait pas ? Quelles sont les variantes et alternatives ?

#### LES PRINCIPAUX POINTS ABORDÉS

Cette fiche aborde les différentes alternatives et variantes possibles si le projet de parcs d'éoliennes flottantes en mer n'était pas réalisé.

Ainsi, elle présente plusieurs hypothèses :

- ~ la non-réalisation des nouveaux parcs éoliens en mer présentés au public et ses conséquences sur l'atteinte des objectifs français de développement des énergies renouvelables ;
- ~ le développement d'autres énergies renouvelables comme l'éolien terrestre, le solaire photovoltaïque ou la biomasse ;
- ~ le développement d'autres énergies renouvelables en mer notamment l'énergie hydrolienne, houlomotrice ou marémotrice ;
- ~ l'installation d'éoliennes posées plutôt que flottantes ;
- ~ la construction de parcs éoliens flottants ailleurs qu'en Méditerranée.

La démarche présentée en débat public est le fruit de nombreux échanges avec le public et les acteurs, au niveau national et sur la façade méditerranéenne. Le débat public est un prolongement de ces échanges. Il vise notamment à déterminer au moins trois zones préférentielles au sein des quatre macro-zones identifiées dans le Document stratégique de façade (DSF). Au moins une zone préférentielle devra être située en Provence-Alpes-Côte d'Azur et au moins une en Occitanie. Chaque zone préférentielle sélectionnée devra pouvoir accueillir un parc éolien flottant de 250 MW dans un premier temps, puis son extension de 500 MW dans un second temps. Plus globalement, le débat public permettra à l'État d'affiner les principales caractéristiques des projets de parcs de 250 MW, qui seront les premiers à faire l'objet d'une procédure de mise en concurrence. La question de la réalisation même de plusieurs parcs éoliens en mer flottants dans le golfe du Lion peut cependant également se poser. Autrement dit, que se passerait-il si tout ou partie du projet n'était pas réalisé ?

#### NE RÉALISER AUCUN NOUVEAU PARC ÉOLIEN EN MER ?

Si la France ne poursuivait pas le développement de nouveaux parcs éoliens en mer, posés ou flottants, il serait plus difficile d'atteindre les objectifs de transition énergétique que la France et l'Europe se sont fixés. Cela ralentirait aussi le développement des énergies renouvelables et la diversification des sources d'approvisionnement électrique.

Si le projet ne se faisait pas, ou si un seul des deux parcs était construit, il y aurait, en outre, des impacts négatifs sur les filières de l'éolien en mer en France,



avec des pertes d'emplois et des fermetures d'usines. Les investissements conséquents réalisés par la région Occitanie pour le développement du port de Port-la-Nouvelle ne permettront pas les créations d'emploi et d'activité économique attendues dans le secteur des énergies marines renouvelables et devront être réorientés vers des activités traditionnelles.

Les potentiels impacts négatifs liés à la construction et à l'exploitation des parcs et de leurs raccordements, tels que les impacts potentiels sur l'environnement ou sur les usages existants, seraient cependant évités.

## DÉVELOPPER D'AUTRES ÉNERGIES RENOUVELABLES COMME L'ÉOLIEN TERRESTRE, LE PHOTOVOLTAÏQUE OU LA BIOMASSE ?

La Programmation pluriannuelle de l'énergie prévoit un développement équilibré des différentes filières d'énergie renouvelable, y compris l'éolien terrestre et le photovoltaïque, qui ont également vocation à se développer en régions Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur. Ces régions disposent également d'un potentiel particulièrement favorable pour l'éolien en mer flottant.

En mer, le vent étant plus fort et plus régulier qu'à terre, les éoliennes fonctionnent en moyenne deux fois plus de temps qu'à terre. De plus, les éoliennes en mer sont deux à quatre fois plus puissantes que les éoliennes terrestres, ce qui permet d'installer des parcs de grande puissance et de produire plus d'électricité par éolienne et par parc.

Pour obtenir la même production d'électricité que deux parcs éoliens flottants de 250 MW, il faudrait développer environ 800 MW d'éolien terrestre, soit environ 300 éoliennes terrestres (contre un peu moins d'une quarantaine d'éoliennes en mer), ou environ 1,7 GW de photovoltaïque, correspondant à environ 1 700 ha de foncier.

Les différentes énergies renouvelables électriques (éolien en mer et à terre, photovoltaïque, hydroélectricité, etc.) sont complémentaires entre elles et ne doivent pas être opposées : chacune apporte une contribution spécifique au fonctionnement du système électrique, elles ne présentent pas les mêmes coûts, ni les mêmes impacts environnementaux ou d'emprise au sol. Il est nécessaire d'avoir une diversité de sources de production électrique. La complémentarité de l'éolien terrestre et de l'éolien en mer (où les régimes de vents sont différents) ou celle de l'éolien et du photovoltaïque (complémentarité entre les régimes de vent et les cycles du soleil) permettent d'obtenir une production électrique plus régulière. Le développement d'une seule filière, par exemple de la filière solaire, aurait pour conséquence de générer des coûts massifs pour le système électrique (coûts réseaux, coûts de stockage, etc.).

Au contraire, le foisonnement grâce aux réseaux de productions variées, utilisant plusieurs technologies, permet d'assurer la sécurité d'approvisionnement.

La région Occitanie a adopté la trajectoire Région à énergie positive (REPOS) qui vise à compenser sa consommation d'énergie sur son territoire par une production d'origine renouvelable. Depuis 2017, elle développe et améliore un scénario ambitieux de transition énergétique pour son territoire : devenir en 2050 une « région à énergie positive » (REPOS V2).

Plus précisément, le coefficient REPOS évalué dans ce scénario est de 106 %, c'est-à-dire que les productions en énergies renouvelables en région Occitanie (81 TWh) seront en 2050 supérieures de 6 % à l'ensemble des consommations énergétiques du territoire (77 TWh).

Le plan d'investissement relatif au volet de production d'énergies renouvelables en Occitanie se concentre sur le biogaz et les énergies électriques :

- ~ **Le biogaz** : dans le scénario REPOS V2, la production par méthanisation atteindra 9,4 TWh en 2050. Elle sera assurée à 20 % par des installations de « biogaz à la ferme » avec utilisation locale en cogénération, et à 80 % par des unités qui injectent et/ou stockent sur des réseaux existants. Le potentiel de transformation par pyrogazéification est, quant à lui, estimé à 3,7 TWh en 2050.
- ~ **L'éolien terrestre** : REPOS V2 confirme les objectifs de déploiement de l'éolien terrestre de 3 600 MW en 2030 et 5 500 MW en 2050 (pour 1 500 MW en 2018).
- ~ **Le photovoltaïque** : REPOS V2 envisage une forte augmentation de cette puissance installée, à hauteur de 7 000 MW en 2030 et de 15 070 MW en 2050 (pour 1 800 MW en 2018).
- ~ **L'éolien en mer flottant** : la puissance raccordée en éolien en mer flottant sera de 800 MW en 2030 et 3 000 MW en 2050, pour une production estimée respectivement à 3 TWh et 12,35 TWh.

Si les objectifs pour l'éolien en mer flottant n'étaient pas atteints, et afin de conserver les objectifs REPOS initiaux, les objectifs d'installation d'autres énergies renouvelables et de baisse de la consommation devront être revus à la hausse alors même que ces trajectoires atteignent déjà leurs seuils en termes d'acceptabilité et de possibilités foncière et technique.

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur souffre d'un déficit chronique en matière de production d'électricité. L'ensemble des capacités actuelles (hydraulique historique, renouvelables et production thermique) ne représente qu'environ 10 % de sa consommation. L'objectif du Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) est de permettre, en application de l'Accord de Paris sur le climat, de faire de Provence-Alpes-Côte d'Azur une région neutre en carbone à l'horizon 2050, en mobilisant 100 %

des énergies renouvelables disponibles. C'est également l'un des principaux objectifs du Plan Climat régional « Une Cop d'avance » voté en décembre 2017.

L'objectif pour ce qui concerne l'éolien en mer flottant est de 2 GW de puissance installée à l'horizon 2050, soit environ 130 éoliennes de 15 MW de puissance unitaire.

Si cet objectif ne devait pas pouvoir être atteint, et afin de conserver l'ambition affichée d'une production par les énergies renouvelables équivalente à la consommation en région en 2050, cela se traduirait obligatoirement par une révision à la hausse des objectifs déjà conséquents de baisse des consommations d'énergie primaire (-50 %). À terme, il y aurait des répercussions potentiellement significatives sur les usages.

En effet, peu de marges subsistent pour développer l'hydroélectricité au-delà des aménagements déjà conséquents de la Durance et du Verdon achevés dans les années 1980. L'objectif affiché dans le SRADET pour le volume d'éolien terrestre est de 1,3 GW à l'horizon 2050. Celui-ci sera difficile à atteindre, le manque d'acceptabilité sociale étant un frein majeur à son déploiement dans la région.

En outre, il n'y a quasiment pas de marge de manœuvre pour augmenter la production électrique par une autre source d'énergie renouvelable. En effet, les objectifs affichés sur le photovoltaïque tablent déjà sur un équipement de 100 % des toitures et du foncier disponible en région. Ces objectifs ne peuvent pas être augmentés (à titre indicatif, la surface de panneaux solaires nécessaire pour produire l'équivalent de ces 2 GW d'éolien flottant est de plus de 50 millions de m<sup>2</sup> soit 10 000 terrains de football, ou encore 10 terrains sur chacune des communes que comprend la région Provence-Alpes-Côte d'Azur).

Le développement de toutes les filières renouvelables, y compris les énergies non électriques comme la méthanisation ou le bois, est donc nécessaire pour atteindre les objectifs ambitieux que la France s'est fixés en matière de développement des énergies renouvelables et de diversification du mix électrique. Plus largement, et au-delà des questions du mix énergétique, la stratégie française énergétique a également pour objectif de réaliser des efforts en faveur des économies d'énergie et de l'efficacité énergétique.

## DÉVELOPPER D'AUTRES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN MER ?

Les autres énergies renouvelables en mer (hydrolien, houlomoteur, marémoteur) sont à un stade de développement moins avancé que l'éolien en mer. Leur gisement

ne permet pas une production électrique en quantité similaire à celle issue de l'éolien en mer, posé et flottant.

### Hydrolien

Disposant des courants parmi les plus forts au monde, la France présente un potentiel technique hydrolien (avant prise en compte des contraintes des autres usages et environnementales) estimé à 3 GW environ en France métropolitaine soit 30 % de la ressource européenne. La majeure partie du potentiel hydrolien français est situé au raz Blanchard en Normandie et au passage du Fromveur en Bretagne. Plusieurs projets<sup>1</sup> de démonstrateurs d'hydrolienne marine ont été immergés et connectés au réseau électrique avec succès. Un appel à projets de l'ADEME pour des fermes pilotes d'hydroliennes pré-commerciales a également été lancé dans le raz Blanchard, avec deux projets lauréats. Les zones propices à l'installation d'hydroliennes de grandes dimensions (bathymétrie adaptée et forts courants) sont cependant rares. Le potentiel technique limité à l'échelle de la planète et les coûts relativement élevés font de l'hydrolien une technologie de niche.

### Houlomoteur

Concernant l'énergie houlomotrice, l'ADEME évalue la capacité théorique du littoral français à 400 TWh avec l'objectif d'exploiter 10 % de ce potentiel, principalement sur la façade atlantique.

Cette technologie n'est cependant qu'au stade de la recherche et du développement. Actuellement, le site d'essais en mer de l'École centrale de Nantes (SEM REV du Croisic) est le seul site accueillant une expérimentation de cette technologie.

### L'énergie thermique des mers

Pour la production d'électricité, cette technologie a un potentiel dans les zones tropicales, mais pas en France métropolitaine. Plusieurs entreprises ligériennes (et notamment Naval Énergies à Indret) travaillent sur ce sujet et se positionnent sur des chantiers à l'étranger. Plusieurs démonstrateurs ont été financés dans les Outre-mer, mais cette technologie n'est pas adaptée aux caractéristiques des façades maritimes de France métropolitaine : la profondeur de la mer et les différences de température entre la surface et le fond ne sont pas assez importantes pour produire de l'électricité. Cependant, la façade méditerranéenne possède des caractéristiques propices à la production de chaleur ou de froid (avec par exemple un projet de géothermie marine à Marseille)<sup>2</sup>.

### Autres

L'énergie osmotique (exploitation des différences de salinité), la biomasse marine et l'énergie marémotrice sont

<sup>1</sup> Hydrolienne Sabella de 1 MW immergée à Ouessant en octobre 2018, hydrolienne Guinard Énergies de 250 kW immergée à Étrel en février 2019, hydrolienne OceanQuest de 1 MW immergée à Paimpol-Bréhat en avril 2019.

<sup>2</sup> Pour en savoir plus, détail du projet Thassalia sur le site du porteur de projet : <https://www.engie.com/activites/electricite/geothermie-marine/>



## DÉBAT PUBLIC PROJET D'ÉOLIENNES FLOTTANTES EN MÉDITERRANÉE ET LEUR RACCORDEMENT

également des énergies renouvelables, mais encore en cours de développement.

L'usine marémotrice de la Rance de 240 MW est déjà en service, mais utilise l'énergie du barrage sur la rivière plus que l'énergie de la marée.

La poursuite du développement des énergies renouvelables en mer nécessite une politique industrielle engagée, volontariste et incitative. À ce titre, la France dispose de nombreux acteurs, laboratoires et organismes scientifiques et industriels qui possèdent les compétences et l'expertise pour créer une filière industrielle française compétitive pour gagner de nouveaux marchés en Europe et dans le monde. Le développement des énergies renouvelables en mer se poursuit dans le cadre d'une gestion intégrée de l'environnement en concertation avec les différents acteurs et en cohérence avec les autres énergies renouvelables.

Si de nombreux projets de recherche et développement permettront d'identifier les potentiels énergétiques et économiques des technologies d'énergies renouvelables en mer, ils ne constituent pas des alternatives à l'éolien en mer, posé ou flottant, pour les prochaines années.

### INSTALLER DES ÉOLIENNES POSÉES ?

L'éolien posé est privilégié dans des mers où la profondeur des fonds est au maximum de 50 m environ ; au-delà, le coût des fondations et du mât devient très élevé. L'éolien flottant peut être installé au-delà d'une profondeur de 50 m environ, et jusqu'à plus de 1 000 m de profondeur. Dans le golfe du Lion, les fonds sont principalement supérieurs à 50 m, ce qui en fait un terrain propice à l'éolien flottant.

À ce jour, l'éolien posé est une filière techniquement plus mature et économiquement plus compétitive que l'éolien flottant. Cependant, la technologie flottante est en plein développement et effectue actuellement sa transition vers le stade commercial grâce à la planification de volumes importants, notamment à travers les projets de parcs éoliens flottants en Méditerranée et en Bretagne sud, et la prise en compte des enseignements des fermes pilotes installées et en développement. Les deux parcs de 250 MW en Méditerranée seront parmi les premiers parcs éoliens flottants commerciaux à l'échelle mondiale. Les coûts de l'éolien flottant sont pour le moment deux à trois fois supérieurs à ceux de l'éolien posé, mais il est attendu une disparition de cet écart d'ici dix ans environ<sup>3</sup>.

### DÉVELOPPER DES PARCS ÉOLIENS EN MER AILLEURS QUE DANS LE GOLFE DU LION ?

Le golfe du Lion est une zone particulièrement favorable à l'éolien flottant sur le plan technico-économique, du fait des vents forts et réguliers au large et de la profondeur des fonds marins. Elle n'est cependant pas la seule : d'après une étude réalisée par le Cerema en 2014 et actualisée en 2018, prenant notamment en compte le critère vent et la profondeur des fonds, les secteurs propices à l'éolien flottant sont principalement situés en Méditerranée<sup>4</sup>, au large de la Bretagne et des Pays de la Loire.

La Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028 (PPE) prévoit que les premiers parcs éoliens en mer flottants soient attribués au sud de la Bretagne et en Méditerranée : un débat public portant sur un projet de 250 MW au sud de la Bretagne, à attribuer en 2021, s'est terminé fin 2020, le débat public en cours porte sur deux fois 250 MW en Méditerranée, à attribuer en 2022.

Les projets suivants seront en priorité des extensions des parcs éoliens attribués précédemment, puis la création de nouveaux parcs sur d'autres zones encore non définies sera envisagée en fonction des prix et des gisements éoliens.

Au vu des critères technico-économiques et de la PPE, la Bretagne et la Méditerranée sont donc les deux zones au sein desquelles l'éolien flottant est appelé à se développer dans les prochaines années.

Enfin, le développement de l'éolien posé est en cours depuis plusieurs années sur la façade nord-Atlantique – Manche ouest et au large des Pays de la Loire, et va se poursuivre dans les années à venir. Les trois premières procédures de mise en concurrence ont permis d'attribuer en 2012, 2014 et 2019, sept projets de parcs éoliens posés de 500 à 600 MW chacun, qui en sont à des stades d'avancement différents. La PPE prévoit le lancement de la procédure de mise en concurrence pour un nouveau parc éolien posé au large de la Normandie d'ici fin 2021, et au large de la façade Sud-Atlantique en 2021-2022.

La PPE prévoit ainsi le développement de parcs éoliens posés et flottants sur l'ensemble des façades maritimes de France métropolitaine.

<sup>3</sup> Étude de BVG Associates et d'Innosea pour le compte de l'ADEME : <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/innovations-dans-l-eolien-rapport-final.pdf>

<sup>4</sup> <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/energie-eolienne-mer>