CESER
RÉGION SUD PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR
CONSEIL ÉCONOMIQUE SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL RÉGIONAL

Débat public sur les Parcs éoliens flottants

CONTRIBUTION

du groupe de travail mandaté par le CESER

25 Octobre 2021

Assisté de Jean-Laurent MEFRET

Etude conduite par un groupe de travail paritaire dont les membres sont issus des trois collèges de la commission Développement Soutenable, Environnement, Energie et Climat composé de :

Monsieur Marc REVERCHON représentant le Grand Port Maritime de Marseille et Union Maritime et Fluviale Marseille-Fos (1er Collège - MEDEF)

Madame Séverine DEBRIL représentant l'Union Régionale Force Ouvrière (2ème Collège)

Monsieur Jean-Yves PETIT nommé par Monsieur le Préfet de Région en qualité de personnalité qualifiée au titre de l'Environnement (3ème Collège)

Objet de la contribution :

La contribution, dans le cadre d'un débat public organisé par la commission particulière du débat public (CPDP), porte sur le projet d'implantation de deux parcs éoliens flottants, de 250 mégawatts chacun extensibles à 750 MW, entre Fos-sur-Mer et Perpignan dont 1 sur la région **Provence-Alpes-Côte d'Azur** et 1 sur la région Occitanie.

Le développement de l'éolien en mer sur les côtes de la France est prévu par la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) afin de décarboner la production d'électricité.

Les sites possibles pressentis en Méditerranée sont quatre macro-zones qui pourraient être propices au développement de l'éolien flottant commercial. Elles sont intégrées au Document Stratégique de Façade (DSF) qui comporte une carte des vocations portant sur la planification de l'utilisation de l'espace maritime, et se situent entre la frontière espagnole et le golfe de Fos-sur-Mer, soit :

- Zone A de 669 km² : au large des Pyrénées Orientales et de l'Aude ;
- Zone B de 1.398 km² au large du Cap d'Agde ;
- Zone C de 652 km² au large de la Petite Camargue ;
- **Zone D de 635 km² au large du golfe de Fos-sur-Mer.**

A noter l'installation de fermes pilotes de 25 à 30 MW au large des côtes de Bretagne Sud, d'Occitanie (2) et de **Provence-Alpes-Côte d'Azur** qui seront mises en service en 2023, afin de valider les performances et solutions techniques, tester la fiabilité, améliorer les connaissances dans différents domaines, expérimenter et développer des solutions pour éviter – réduire les impacts sur la biodiversité avant les choix de développement à l'échelle commerciale.

S'agissant de notre région, le projet « Provence Grand Large » est porté par EDF Renouvelables, avec trois turbines Siemens-Gamesa de 8,4 MW et des flotteurs SBM, sur la zone de Faraman **à 17 km de la côte au large de Port-Saint-Louis-du Rhône**, au bord de la Zone D, avec raccordement sur le poste 63 KV de la ville. Les éoliennes sont en construction sur le site d'Eiffage métal dans le port de Fos. A noter, un recours juridique contre l'arrêté préfectoral d'autorisation qui a obligé le maître d'ouvrage à compléter son dossier avec les dérogations manquantes liées à la présence d'espèces protégées.

Au niveau régional, le SRADDET adopté courant 2019, complété par le plan climat « une COP d'avance » de décembre 2017, vise un mix énergétique diversifié pour atteindre une neutralité carbone en 2050, dont un déploiement de l'éolien flottant avec un objectif de 1 GW à horizon 2030 et 2 GW en 2050. Le groupe de travail a déjà eu l'occasion de pointer le fait que certaines hypothèses de développement lui paraissaient illusoires, du fait de leur impact trop important sur le territoire terrestre (emprises nécessaires en particulier).

- **<u>Concernant notre région avec le projet de la Zone D de 635 km² au large du golfe de Fos-sur-Mer, il conviendrait de développer les points ci-après :</u>**

Le groupe de travail ne voit pas d'objection de principe à la mise en œuvre du projet compte-tenu des ambitions de la France et de la Région Sud dans la lutte contre le réchauffement climatique.

Le manque de temporalité entre le projet expérimental et le projet commercial soulève des interrogations. Il convient d'avoir le recul nécessaire avec les résultats dont les impacts des fermes pilotes et la mise en service opérationnelle des différents parcs éoliens à vocation commerciale dont ceux des zones C et D qui, sont situées à proximité du delta du Rhône.

Le groupe de travail pense souhaitable de définir une temporalité partagée avant de lancer ces projets de parcs afin de mieux connaître l'impact que peut avoir un parc éolien flottant de ce type sur les activités économiques, la pêche, la biodiversité, les oiseaux migrateurs et marins, … ?

A noter que sur proposition du Président de la Commission Particulière en charge de l'animation du Débat Public (CPDP), une expertise complémentaire portant sur le bilan carbone de l'éolien flottant est engagée (Décision no 2021/137 du 6 octobre 2021).

Cette critique est celle qui est revenue le plus souvent dans les débats publics, et semble plutôt justifiée ; Pourquoi vouloir à tout prix prendre une décision engageante maintenant, alors que la logique est d'attendre de pouvoir intégrer les enseignements des fermes pilotes, et des parcs posés ou flottants installés dans le monde entier ?

Compte-tenu du calendrier pour les fermes commerciales, il conviendrait de pouvoir adapter plus tard la localisation précise du site d'implantation en fonction des résultats des études et analyses complémentaires.

Il y a nécessairement des "**vocations" à définir pour les différentes zones maritimes**, certaines activités **n'étant pas compatibles entre elles.** Typiquement, l'éolien en mer pourrait exclure de **nombreuses activités car un parc industriel d'éoliennes** nécessiterait que toute la zone soit interdite à la navigation (hors entretien/suivi du parc).

On ne connaît pas les effets cumulés, ni les difficultés de cohabitation/incompatibilités entre activités (même si on a une première idée avec les conflits d'usage, qui ne sont pour l'instant pas si marqués).

Le Document Stratégique de Façade (DSF) n'aborde pas non plus cette question et ne propose pas vraiment de vocation pour les zones maritimes, sans préciser quelle activité serait possible et/ou impossible sur chacune.

❖ Le site industriel de Fos avec l'énergie produite par les éoliennes de la zone D :

Le groupe de travail suggère un projet global afin q**ue le développement de l'éolien en mer puisse s'insérer dans un mix énergétique et dans la transition énergétique** (abandon des énergies fossiles, transports en chauffage, production d'hydrogène, …).

Le projet d'éolien flottant ne semble pas, contrairement à l'éolien terrestre, rencontrer une forte opposition d'une façon générale. Le grand public semble moins concerné dans la mesure où les éoliennes **seraient implantées au large**, avec peu de visibilité depuis la terre.

➢ Concernant l'impact sur les populations d'oiseaux :

L'impact est certain, c'est son ampleur qui est incertaine. Il concerne les oiseaux marins encore plus que les oiseaux migrateurs, puisqu'ils passeront de très nombreuses fois par an près des pales.

Il convient de préciser ce point, qui a été étudié en détail par le Conseil National de Protection de la Nature (CNPN).

La particularité des 4 macro-zones identifiées est qu'elles sont toutes en Natura 2000... (habitats ou oiseaux). La zone D englobe la Zone de Protection Spéciale de la Camargue.

Des solutions existent peut-être, et les projets pilotes sont justement là pour les expérimenter.
L'avancée du projet industriel intervient avant que l'on puisse disposer des résultats des projets pilotes qui ne sont pas encore installés.

A noter aussi la très importante étude Migralion programmée de mai 2021 à mai 2025 pour apporter des informations inédites sur la migration en mer des espèces à l'échelle du Golfe du Lion, et l'utilisation de l'espace par les oiseaux marins et chyroptères.

➢ Impact sur la pêche et la biodiversité vis-à-vis de l'éolien offshore ?

Il y aura des limitations de l'activité de pêche qui pourraient être fonction du type d'ancrage notamment (câbles tendus ou non) ; mais dans le cas de PGL (Provence Grand Large), les pêcheurs seraient autorisés à pêcher à moins de 200 m des machines et auraient le droit de traverser le parc. Les gros navires par contre n'auront probablement pas le droit de traverser. Lors du débat public, la Préfecture maritime a exprimé son intention d'interdire toute navigation (commerciale ou de plaisance) au sein des parcs, avec un périmètre d'exclusion autour du site.

On peut donc imaginer qu'en absence de pêche, les parcs aient un effet réserve, c'est à dire qu'ils deviennent un espace refuge/pépinière susceptible d'essaimer à l'extérieur de la zone. Donc impact qui serait positif pour la pêche autour des parcs.

Cet effet-réserve, si avéré, pourrait peut-être aussi être attractif pour les oiseaux marins, qui seraient alors plus susceptibles de collision avec les pales.

Rappelons cependant que le parc relatif à la zone D fait 125 km², soit 2 % du Golfe du Lion (15 000 km² : source Wikipédia) ou 20 % de la surface de la zone D.

A noter que la prudhommie de pêche de Martigues s'est exprimée en faveur du projet dans le cadre de l'enquête publique de juin dernier. Il convient de mesurer aussi l'impact bruit sur les cétacés…

L'IFREMER estime que la connaissance de la pêche et de la ressource est robuste : on observe cependant en superposant les différentes cartes que pratiquement tout l'espace est concerné par les différentes pratiques.

- **Impact sur l'activité maritime et portuaire :**

La réalisation du projet ne doit pas entraîner un allongement des routes maritimes directes avec une marge de sécurité raisonnable, ce qui conduit à ne pas retenir la bordure Est de la zone D comme zone d'implantation possible des éoliennes.

Il ne doit pas non plus perturber les opérations portuaires et la sureté des accès : ceci concerne en particulier le tracé du raccordement électrique terrestre qui ne doit pas restreindre les zones de mouillage ou de dérive des navires en attente pour le port de Fos.

On doit également prendre en compte le risque de panne majeure (blackout) sur un navire, et le temps nécessaire pour y remédier ou envoyer des remorqueurs pour reprendre le contrôle de la situation.
Pendant la construction, des quais et des terre-pleins seront nécessaires pour l'assemblage des éoliennes, en évitant les conflits avec d'autres trafics, mais aussi ultérieurement de façon pérenne pour l'entretien-réparation des équipements du parc en mer ou les liaisons avec la sous-station électrique et le stationnement des navires d'intervention. Suggérer de travailler aussi sur les impacts cumulés des différentes activités.
En termes de maintenance/entretien des futurs parcs : il faut réfléchir à des moyens permettant de limiter l'impact de cette maintenance, par exemple en utilisant la télésurveillance, en limitant les déplacements sur site, en utilisant des navires éco-conçus et le moins polluants possibles…

Enfin, il y a lieu de vérifier que la construction de parcs d'une cinquantaine de machine de très grande taille (270 mètres de hauteur) ne perturbera pas de manière préjudiciable le fonctionnement des radars des navires, des dispositifs de localisation (AIS, GPS) ou de communication (VHF).

- **Impact sur l'emploi et sur les entreprises locales dont le tourisme :**

Actuellement, la construction de 3 flotteurs pour PGL à Fos représente 18 mois d'activité pour Eiffage métal et environ 100 à 150 personnes en pointe. La maintenance des éoliennes à l'échelle d'un parc mobilise plusieurs dizaines d'emplois directs. Sur les projets de l'AO 1 (Saint-Nazaire, Fécamp, Courseulles), on estime à 2.000 le nombre d'emplois créés par projet. On pense que sur le flottant on devrait retrouver les mêmes ordres de grandeur.

Il convient de recenser si un besoin probable de compétences techniques dans divers domaines (énergie, environnement, biodiversité…) nécessite un besoin de formation à créer sur notre territoire eu égard aux profils de métiers différents.

CONTRIBUTION DU GROUPE DE TRAVAIL DU CESER

SUR LE PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES

EN MEDITERRANEE ET LEUR RACCORDEMENT

ANNEXES

Le présent rapport présente les observations et l'avis du groupe de travail sur le projet d'ÉOlienneS flottantes (dit EOS, déesse de l'Aurore dans la mythologie grecque) en Méditerranée et leur raccordement électrique au réseau terrestre, soumis à débat public du 12 juillet au 31 octobre 2021. Ce projet de grande ampleur concerne à la fois la Région Occitanie, et la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur ; seuls les enjeux relatifs à cette dernière seront examinés dans cette analyse.

1- Le cadre général dans lequel s'inscrit le projet EOS

Le projet d'installation d'éoliennes flottantes en Méditerranée s'inscrit dans les objectifs de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (2015) et de la loi énergie-climat (2019). Cohérents avec le pacte vert européen, et les engagements internationaux de la France pris dans l'Accord de Paris de 2015, ces objectifs sont les suivants :

- 40 % d'émissions de gaz à effet de serre entre 2020 et 2030 et neutralité carbone d'ici 2050 ;
- Baisse de 50 % de la consommation finale d'énergie entre 2012 et 2050 et -20 % d'ici 2030 ;
- 40 % de consommation d'énergie fossile d'ici 2030 par rapport à 2012 ;
- En 2030, +33 % de renouvelable dans la consommation finale d'énergie (40 % pour la production d'électricité ¤ 38 % pour la consommation finale de chaleur ¤ 15 % pour la consommation finale de carburant ¤ 10% pour la consommation de gaz) ;
- Réduire la part du nucléaire à 50 % dans la production d'électricité d'ici 2050.

Dans la suite, c'est la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) qui a fixé les priorités d'action dans le domaine de l'énergie pour la décennie à venir 2019-2028, laquelle a été adoptée en avril 2020 : concrètement, elle prévoit un doublement des capacités de production d'énergie renouvelable électrique (ENR) à l'horizon 2028, soit :

- Pour le solaire photovoltaïque, de passer de 9,4GW de capacité installée fin 2019, à 20,3 GW en 2023, puis à 35,1 à 44 GW en 2028, ce qui correspond à une multiplication par 4 des capacités installées ;
- Pour l'éolien terrestre, de passer de 16,6 GW à 24,1 GW en 2023, et à 33,2 à 34,7 GW en 2028, ce qui correspond à une multiplication par 2,5 des capacités installées ;
- Pour l'éolien en mer, inexistant à ce jour, d'atteindre 2,4 GW installés en 2023 et entre 5,2 et 6,2 en 2028, et de lancer entre 8,85 et 9,35 GW de nouveaux projets sur la période 2019-2028.

Remarques :

1- Attention, il s'agit des puissances installées et non de l'énergie réellement produite : en 2020, le mix de production des 500 TWh produits du bouquet électrique total (renouvelable ou non) comprend 7,5 % de thermique, 13 % d'hydraulique, 7,9 % d'éolien, 2,5% de solaire, 1,9% de bioénergies et 67,1 % de nucléaire ;

2- En 2028, la consommation en France devrait se situer vers 630 TWh, dont 5,1% d'énergies fossiles (fioul et gaz), 9,8 % d'hydraulique, 12,9 % d'éolien terrestre, 8,4 % de Photovoltaïque ; 3,3 % d'éolien en mer et énergies marines renouvelables, et 58,9 % de nucléaire ;

3- Pour être complet sur les ENR électriques, il faut rajouter aux solutions évoquées ci-dessus l'hydroélectricité (majoritaire aujourd'hui), mais qui n'offre pas de perspective de croissance forte (entre 26,4 et 26,7 GW atteints en 2028), et plus marginalement la biomasse solide, le biogaz-méthanisation, et la géothermie. L'objectif de production pour l'ensemble de ces filières s'établit à 73,5 GW en 2023 et entre 101 et 113 GW en 2028.

Au niveau régional, le SRADDET adopté courant 2019, complété par le plan climat « une COP d'avance » de décembre 2017, vise un mix énergétique diversifié pour atteindre une neutralité carbone en 2050, dont un déploiement de l'éolien flottant avec un objectif de 1 GW à horizon 2030 et 2 GW de 2050. Le groupe de travail a déjà eu l'occasion de pointer le fait que certaines hypothèses de développement lui paraissaient illusoires, du fait de leur impact trop important sur le territoire (emprises nécessaires en particulier).
La Stratégie Nationale pour la Mer et le Littoral (SNML) et sa déclinaison au niveau de la façade, le Document Stratégique de Façade (DSF), approuvé le 4 octobre 2019 par les préfets maritime et terrestre concernés, constituent la réponse nationale aux objectifs européens fixés par deux directives cadre.

La directive cadre « stratégie pour le milieu marin » (DCSMM) a pour objectif l'atteinte et le maintien du bon état écologique des eaux d'ici 2020, grâce au Plan d'action pour le milieu marin

Adopté en 2016, le deuxième cycle du PAMM est intégré au DSF.

La Directive Cadre Européenne « Planification de l'Espace Maritime » (DCPEM) fait de la planification de l'espace maritime un préalable à la croissance des économies maritimes, au développement durable des espaces maritimes et à l'utilisation durable des ressources maritimes. Elle concerne potentiellement toute activité et usage en mer, à l'exception des activités dont l'unique objet est la défense ou la sécurité nationale.

La DCPEM et la DCSMM s'appliquent aux eaux marines des États membres. Pour la façade Méditerranée, il s'agit des eaux territoriales et de la Zone Economique Exclusive (ZEE) française.

Sur ces espaces, le DSF Méditerranée entend protéger l'environnement, valoriser le potentiel de l'économie bleue et anticiper/gérer les conflits d'usages : il prévoit expressément la réalisation des projets de fermes éoliennes.

Sa commission, spécialisée éolien flottant, a initié une concertation élargie portant sur les divers enjeux en présence. Elle a abouti, en juin 2020, à une cartographie des sous-zones d'étude suivant le degré d'adhésion des parties intéressées, ce qui ne signifie pas

toutefois à ce stade très en amont qu'un degré d'adhésion élevé traduit une unanimité parmi les acteurs.

La région Sud en 2019 a consommé 37 milliards de kWh, mais cette consommation est très variable suivant l'heure et la saison ; le pic de puissance instantanée se situe en janvier avec 7.700 MW, contre 5.800 MW en été et entre 3.500 et 4.000 MW au printemps et à l'automne.

La consommation dans notre région se caractérise par une forte part de l'industrie à hauteur de 18 %, soit le triple de l'Occitanie, qui se concentre dans les zones industrielles de Fos et Lavéra.

Sans centrale nucléaire (Tricastin est juste en limite de territoire), nous ne produisons que la moitié de ce que nous consommons, soit 19,4 Milliards de kWh dont 39,6 % de thermique, 45,2 % d'hydraulique, 0,4 % d'éolien, 5 % de bioénergies et 9,8 % de solaire).

Depuis 10 ans, la part des nouveaux renouvelables s'est développée, surtout en filières solaires et bioénergie, l'éolien étant très peu présent.

A date, la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité dans la région est de 59,1 % et de 28,1 % dans la consommation.

2- Qu'est-ce qu'un projet éolien en mer ?

Une installation éolienne transforme l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. Une éolienne en mer utilise la force du vent pour produire de l'électricité. Elle peut être posée directement sur le fond marin du plateau continental (via un pieu, un lest béton ou une structure tubulaire appelée « jacket » comme les plateformes pétrolières), mais la profondeur doit être inférieure à 50 mètres environ. Elle peut aussi être installée sur un flotteur de différents types ancré au fond de la mer par des lignes d'ancrage libres ou tendues.

Une éolienne flottante de 270 mètres de hauteur totale au-dessus de la surface de l'eau se compose :

- De pales (3 en général) de 120 mètres dont la forme profilée permet de capter un maximum de vent pour faire tourner le rotor ;
- D'un moyeu sur lequel sont fixées les pales ;
- D'une nacelle qui contient la génératrice produisant l'électricité (la puissance pouvant être développée est actuellement de 13 MW mais devrait rapidement dépasser 15 MW) ;
- D'un rotor composé des pales et du moyeu pouvant atteindre 240 mètres de diamètre qui est la partie tournante de l'éolienne : il transforme l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique, transmise ensuite à la génératrice ;
- Le mât d'une hauteur de 150 mètres qui supporte la nacelle et abrite des éléments électriques importants ;
- Le flotteur maintenu par des lignes d'ancrage reliées au fond marin ;
- Les câbles électriques qui sont dynamiques pour pouvoir suivre les mouvements du flotteur et de la masse d'eau ; ils servent soit à relier les éoliennes entre elles, soit à assurer le raccordement vers le poste électrique en mer (si possible mutualisé entre plusieurs parcs compte-tenu de son coût) qui fait l'intermédiaire avec le réseau électrique terrestre.

L'annexe 1 présente la conception générale du dispositif et ses divers composants, et l'annexe 2 fait un focus sur le poste de raccordement électrique qui doit être implanté en mer.
Selon l'agence internationale de l'énergie (AIE), les éoliennes flottantes pourraient être implantées sur des fonds allant jusqu'à 2.000 mètres et à 300 kilomètres des côtes.

3- Pourquoi développer l'éolien en mer ?

L'éolien en mer est un moyen de production d'électricité qui présente de nombreux avantages et fait partie des principales filières pour atteindre 40% d'électricité d'origine renouvelable en 2030 :

- Une importante production d'électricité : le vent est plus fort et plus régulier qu'à terre, d'autant plus que l'on s'éloigne du rivage (8 à 10 m/s à 100 mètres d'altitude dans le Golfe du Lion). Le facteur de charge (rapport entre le nombre d'heures de fonctionnement en équivalent pleine puissance et le nombre d'heures dans l'année, soit 8.760 heures) a été retenu à 50% pour le projet flottant en méditerranée, c'est-à-dire le double d'un parc éolien terrestre à puissance installée équivalente ;
- Les espaces en mer permettent d'installer un plus grand nombre d'éoliennes, de plus grande taille, avec un impact paysager plus limité qu'à terre. L'ADEME estime que les zones théoriquement exploitables avec les technologies actuelles ont un potentiel énergétique de 66 GW (46 en flottant, 20 GW en posé) à moduler en fonction des contraintes d'environnement et conflits d'usage ;
- Pouvant fonctionner également la nuit, à la différence du photovoltaïque, il rend le bouquet énergétique français plus résilient et robuste ;
- Une électricité décarbonée : l'éolien en mer émet très peu de gaz à effet de serre tout au long de son cycle de vie, de sa construction à son démantèlement ; les émissions d'un parc éolien en mer posé varient de 14 à 18 équivalant CO_2 par kWh produit. Il n'y a pas de référence pour l'éolien flottant puisqu'aucune ferme commerciale n'est encore en service dans le monde ; l'objectif pour les fermes pilotes varie de 24 à 52 g éqCO_2/kWh produit, soit moins que la production moyenne actuelle en France (72 g éqCO_2/kWh produit) ;
- Une électricité de plus en plus compétitive, car l'éolien en mer posé affiche des coûts de production à la baisse et des prix inférieurs à ceux du marché actuel de l'électricité (44 euros /MWh à Dunkerque, Parc offshore de Kriegers Flak au Danemark de 152 km² pour 72 éoliennes inauguré le 6 septembre 2021 à 49 euros/MWh) ;
- Une technologie mature avec un important retour d'expérience et la France qui ambitionne de développer une filière industrielle de pointe, notamment dans l'éolien flottant : elle dispose du deuxième gisement de vent pour l'éolien en mer après la Grande-Bretagne, et avant l'Allemagne ;
- Les éoliennes flottantes peuvent être assemblées plus facilement dans les ports, puis remorquées sur leur site d'ancrage en mer, ou revenir au port pour une intervention de maintenance ou de réparation lourde ;
- Siemens Gamesa vient d'annoncer la mise au point de pales recyclables et vise pour 2030 des éoliennes entièrement recyclables.

Les parcs projetés : plusieurs appels d'offres ont été lancés par l'État à partir de 2010, et les lots concernés attribués progressivement et d'autres seront prochainement lancés. En voici la liste, avec successivement le lieu d'implantation et le type, la date

d'attribution, le lauréat, la puissance installée et la date de mise en service, et le prix du MWh cible si connu :

Courseulles-sur-Mer posé – 2012 – EDF - (450 MW) - 2024
Fécamp posé – 2012 – EDF – (500 MW) - 2023
Saint-Nazaire posé – 2012 – EDF – (480 MW : 80 éoliennes de 6 MW) – 2022, le premier parc qui sera en service
Saint-Brieuc posé – 2012 – Iberdrola – (500 MW) - 2023
Yeu-Noirmoutier posé – 2014 – Engie- (500 MW) - 2023
Dieppe-Le Tréport posé – 2014 – Engie- (500 MW) - 2023
Dunkerque posé – 2019 – EDF Renouvelables, Innogy, Enbridge – (600 MW) – 2026 – 44 €/MWh
Manche Est/Mer du Nord posé – lancé 2020 – (1.000 MW) – 2027 – 60 €/MWh
Bretagne Sud flottant – lancé 2021 – (250 MW) – 2028 – 120 €/MWh
Méditerranée flottant – à lancer 2022 – (2*250 MW) – 2028/2029 – 110 €/MWh, objet du débat public
Sud Atlantique posé – à lancer 2022 – (500 à 1.000 MW) – 2028/2029 – 60 €/MWh

A partir de 2023, 1.000 MW posé et/ou flottant par an, selon les prix et le gisement, avec des tarifs cibles convergeant vers le prix de marché du posé.
Il faut retenir que la surface nécessaire pour une vingtaine d'éoliennes est de 50 km² ou 2,5 km² par éolienne, soit une distance moyenne entre elles de 1.500 mètres environ : les machines ne sont toutefois pas placées strictement de façon géométrique régulière afin d'éviter les interférences aérologiques entre elles.
Au total, l'Europe dispose de 25 GW de puissance installée dans 12 pays.
Les fermes pilotes : la technologie de l'éolien flottant est en phase de maturation grâce au lancement de 4 fermes pilotes de 25 à 30 MW au large des côtes de Bretagne Sud, d'Occitanie (2) et de Provence-Alpes-Côte d'Azur qui seront mises en service en 2023, afin de valider les performances et solutions techniques, tester la fiabilité, et améliorer les connaissances dans différents domaines, avant les choix de développement à l'échelle commerciale.
Le projet « Provence Grand Large » porté par EDF Renouvelables, avec trois turbines Siemens-Gamesa de 8,4 MW et des flotteurs SBM, sur la zone de Faraman à 17 km de la côte au large de Port-Saint-Louis-du Rhône avec raccordement sur le poste 63 KV de la ville. Les éoliennes sont en construction. A noter, un recours de l'association Nacicca contre l'arrêté préfectoral d'autorisation qui oblige le maître d'ouvrage à compléter son dossier avec les dérogations manquantes liées à la présence d'espèces protégées.
Le projet « Les éoliennes flottantes du Golfe » porté par Engie/EDPR/CDC avec trois turbines MHI Vestas de 10 MW et des flotteurs Eiffage/PPI, sur la zone de Leucate à 16 km du rivage et raccordé au poste 63 KV de Salanques.
Le projet « EolMed » porté par Qair à Gruissan qui se compose de trois éoliennes MHI Vestas de 10 MW et de flotteurs Bouygues Travaux publics/ideol, à 18 km de la côte et raccordé au poste 63 KV de Port-la-Nouvelle.
Le projet « Eoliennes flottantes de Groix et Belle-île » (EFGBI) porté par EOLFI/CGN en Bretagne, avec trois éoliennes MHI Vestas de 9,5 MW et de flotteurs de conception Naval Energies.
La France a également construit deux démonstrateurs, « Floatgen » sur le site d'essai de l'Ecole centrale de Nantes au large du Croisic et « Eolink » avec une éolienne

flottante de 12 MW à l'échelle 1/10° sur le site de l'Ifremer en Bretagne ; ce sont les deux seules éoliennes qui injectent de l'électricité sur le réseau de transport national.

Une filière industrielle qui génère des opportunités économiques : la concrétisation des sept premiers parcs éoliens a permis de déclencher le développement d'une filière industrielle de l'éolien en mer en France.

On peut citer l'usine de production de nacelles à Saint-Nazaire et de pales à Cherbourg, ou encore des Chantiers de l'Atlantique pour la sous-station électrique pour le parc de Saint-Nazaire. Ou d'autres moyens de production à l'instar de ceux de Siemens Gamesa au Havre pour la production de nacelles ou de pales, ou les aménagements en cours des ports de Saint-Nazaire, du Havre, de La Rochelle, de Port-la-Nouvelle ou encore de Fos.

Les retombées économiques et sociales ne sont pas très importantes à ce jour, mais augmentent rapidement : en 2020, 212 emplois ETP (20.200 emplois directs et indirects en France à fin 2019), un chiffre d'affaires de 54 millions et 53 millions d'investissements dans notre région.

Le coût de chaque parc de 750 MW peut être estimé entre 1,2 et 1,6 milliard d'euros, et celui de chaque raccordement électrique dans un intervalle de 450 à 850 M€. Leur durée de vie jusqu'à leur démantèlement complet peut être estimé entre 25 et 30 ans.

Le modèle économique : Pour favoriser le développement des énergies renouvelables, l'État apporte une aide sous forme d'un complément de rémunération qui complète la rémunération perçue par le producteur quand il vend son électricité sur le marché, pour atteindre le tarif négocié lors de mise en concurrence, selon un mécanisme symétrique, à la hausse ou à la baisse. Par exemple, avec un contrat de 20 ans pour un parc de 250 MW, avec un tarif de 110 €/MWh, un taux de charge des éoliennes de 50% et un prix de marché de 40 €/MWh, le soutien public serait de 1,5 milliard d'euros, soit environ 75 millions par an.

S'agissant de RTE, le coût du raccordement est financé par le tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE) payé par les consommateurs et qui représente environ un tiers de la facture des ménages.

L'installation d'éoliennes en mer sur le domaine public des 12 miles (le cas de la ZEE suscite des débats en cours) fait l'objet d'une fiscalité spécifique au bénéfice des collectivités locales, aux comités des pêches, à la SNSM et à l'Office français de la biodiversité (OFB) : pour un parc éolien en mer de 250 MW, le montant annuel de la taxe acquittée par l'exploitant serait de l'ordre de 4 millions d'euros.

4- Présentation du projet

Comme indiqué précédemment, la France s'est fixée comme objectif de porter à 40 % la part d'énergie renouvelable dans la production d'électricité à l'horizon 2030 (20 % en 2019). La contribution de l'éolien en mer (posé ou flottant) à ces objectifs fait partie de la stratégie planifiée par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE).

L'éolien flottant est considéré par l'Etat comme une technologie de production d'électricité, faiblement émettrice de CO_2 et dont la filière est innovante et créatrice d'emplois. La PPE prévoit ainsi d'attribuer, en 2022, dans le cadre d'une procédure de mise en concurrence, deux parcs éoliens flottants de 250 MW chacun en Méditerranée, ainsi que, éventuellement, des extensions de 500 MW chacune, à partir de 2024.

Du fait de la profondeur des fonds dans les zones d'étude, la technologie de l'éolien flottant a été préférée pour ces projets. Les raccordements de chaque premier parc ont vocation à être mutualisés avec leurs extensions éventuelles, afin de limiter leurs impacts environnementaux et leurs coûts.

Le projet soumis au débat public est conduit sous la double maîtrise d'ouvrage de l'État ministère de la Transition écologique et solidaire et Réseau de Transport d'Électricité (RTE) pour le volet raccordement. Chacune des régions concernes, Occitanie et région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, est associée à ce projet.
Les premiers parcs, un dans chaque région, pourraient comporter chacun une vingtaine d'éoliennes flottantes de 13 MW, leurs systèmes d'ancrage, un poste électrique en mer et le raccordement au réseau ; leur extension pourrait représenter un peu plus d'une trentaine d'éoliennes de 15 MW sur une surface totale de 150 km² par parc.
Plusieurs phases de concertation des acteurs ou parties prenantes ont été conduites depuis début 2018 au sein de la commission spécialisée « éolien flottant » du Conseil Maritime de Façade (CMF) de Méditerranée ; elles ont pris en compte les contraintes techniques, réglementaires et de défense, ainsi que les enjeux liés à la pêche, à l'environnement, au transport maritime, à la plaisance et à la filière de l'éolien.
Elles ont permis l'identification de quatre macro-zones qui pourraient être propices au développement de l'éolien flottant commercial. Elles sont intégrées au Document Stratégique de Façade (DSF) qui comporte une carte des vocations portant sur la planification de l'utilisation de l'espace maritime, et se situent entre la frontière espagnole et le golfe de Fos-sur-Mer, soit (Annexe 3) :

- Zone A de 669 km² : au large des Pyrénées Orientales et de l'Aude ;
- Zone B de 1.398 km² au large du Cap d'Agde ;
- Zone C de 652 km² au large de la Petite Camargue ;
- Zone D de 635 km² au large du golfe de Fos-sur-Mer.

Et quatre zones d'études associées pour le raccordement électrique, en mer et à terre
Notre région n'est concernée que par la zone D.
Le dossier du projet analyse les enjeux économiques et sociaux : aujourd'hui, près de 310 entreprises en région Sud, souvent des PME et TPE, peuvent se positionner sur la chaîne de valeur de ces projets éoliens en mer :

- Développement de projets (études environnementales, océano-météo, etc.) ;
- Fabrication d'éléments (structures métalliques, mécanosoudés, pièces composites, équipements électriques, etc. ;
- Installation/logistique (logistique portuaire, services maritimes, génie côtier, etc.) ;
- Génie civil pour la construction des postes électriques à terre et la réalisation des liaisons souterraines ;
- Exploitation et maintenance (instrumentation, maintenance en mer, transport maritime, navires, etc.).

Pour nombre d'entre elles, le secteur des énergies marines renouvelables représente un relais de croissance par rapport à leur activité historique dans la construction navale ou les hydrocarbures. D'autres entreprises ont développé des produits et des services qu'elles exportent déjà sur des projets éoliens en mer à l'international. De plus, la spécificité des supports flottants va générer des besoins en ingénierie de recherche et développement, en maintenance, ainsi qu'en formation.
A terme, on estime que la filière pourrait créer 15.000 emplois sur le territoire national.
Il se penche aussi sur les enjeux pour les usagers de la mer : la pêche, l'aquaculture, le trafic et la sécurité maritime (les points principaux étant d'éviter tout rallongement des routes maritimes importantes, et l'absence de passage du raccordement électrique au travers des zones de mouillage des navires au niveau du port de Fos), les activités industrielles et maritimes, le tourisme, la plaisance et les loisirs nautiques, la pêche

maritime récréative, et le monde agricole (au niveau des raccordements électriques terrestres.
Mais la question la plus délicate et complexe se situe bien entendu au niveau des enjeux d'insertion dans l'environnement, avec des connaissances scientifiques faisant parfois quasiment totalement défaut, et de la mise en œuvre de la séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC), outil de l'évaluation environnementale.
L'analyse a porté, cartes fournies à l'appui, sur les impacts des parcs et de leur raccordement sur la biodiversité (turbidité des eaux, modification des habitats et remobilisation de substances polluantes présentes dans les sédiments, bruit des travaux), les impacts sur les espèces volantes (chauve-souris, oiseaux marins), le ragage des câbles dynamiques, les effets dits « de récif ou de réserve », les mammifères marins, les poissons, les mollusques, les crustacés et les invertébrés benthiques, la prise en compte des enjeux patrimoniaux et paysagers.
Dans l'avis qu'elle a donné sur le DSF, l'Autorité Environnementale a salué la qualité des travaux menés, tout en déplorant la lacune des données, et invitant l'Etat, les promoteurs de projet, et les scientifiques à les combler rapidement.
En annexe 4, on trouvera la carte de synthèse du document de planification sur le développement de l'éolien flottant en Méditerranée (juin 2018).

5- Le débat public et ses suites

Lorsque le ministère de la Transition écologique souhaite lancer un projet de parc éolien en mer et son raccordement, il doit légalement saisir très en amont la commission nationale du débat public (CNDP), qui détermine les modalités de la participation du public en étant la défenseure des droits constitutionnels de chaque citoyen à être informé et participer aux décisions ayant de fort enjeux socioéconomiques ou environnementaux.
En l'espèce, la CNDP a prescrit la tenue d'un débat public le 29 juillet 2020 et a désigné les 6 membres, ayant des profils de compétences variés, de la commission particulière du débat public (CPDP) chargée de l'organiser en respectant les principes fondateurs de cette instance :

- L'indépendance vis-à-vis du gouvernement, du maître d'ouvrage et des parties prenantes ;
- La neutralité, s'interdisant de prendre position sur le fond du dossier ou les avis exprimés, se contentant de formuler des recommandations sur l'association du public ;
- La transparence de l'information tout au long du processus, sa complétude et la mise à disposition des études disponibles ;
- L'équivalence du traitement de la parole de chacun, quel que soit son statut ;
- L'argumentation en veillant à ce que les prises de position soient argumentées, tout comme les réponses de la part du maître d'ouvrage ;
- L'inclusion en œuvrant pour que les personnes les plus éloignées de la décision puissent participer.

Selon le code de l'environnement, le débat public doit permettre « *de débattre de l'opportunité, des objectifs et des caractéristiques principales du projet (…), des enjeux socioéconomiques qui s'y attachent ainsi que de leurs impacts significatifs sur l'environnement et l'aménagement du territoire Ce débat permet, le cas échéant, de débattre de solutions alternatives, y compris, pour un projet, de son absence de mise en œuvre* ».

A partir d'une centaine de rencontres d'acteurs et l'exploitation d'un questionnaire, la commission a identifié 5 thèmes majeurs :

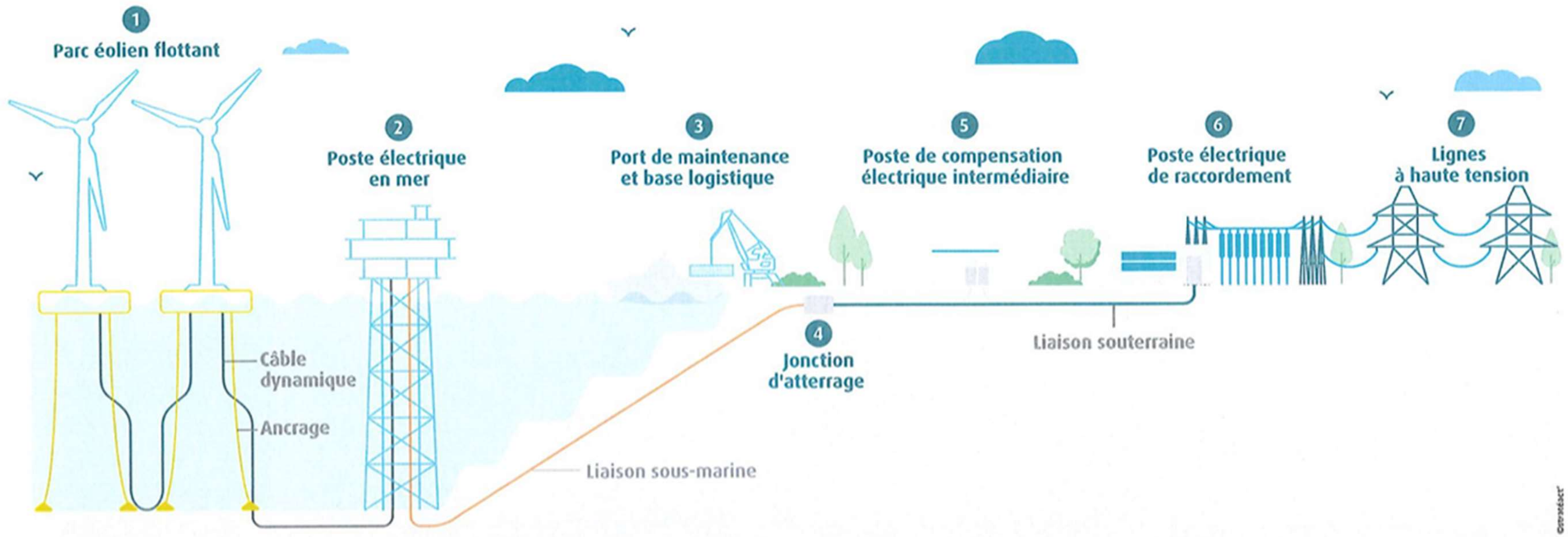
- L'environnement et écosystème marin ;
- Les politiques énergétiques nationales et locales ;
- Les usages et paysages de la mer ;
- Le processus de décision ;
- Les technologies de l'éolien flottant.

Pour approfondir les sujets et controverses, la commission organise des rencontres dans le territoire, des ateliers, tables rondes ou conférences-débats en présentiel ou en ligne, des visites sur le terrain, des participations à des évènements locaux.
La commission administre un site Internet eos.debatpublic.fr où l'on retrouve les différents documents d'information et d'aide à la décision mis à la disposition du public par État, à savoir le dossier du maître d'ouvrage complété par des fiches thématiques (une trentaine) pour approfondir certains sujets, une présentation synthétique (vidéo pédagogique, dépliant, livret technique, atlas cartographique), des outils de visualisation des impacts paysagers, des rapports spécifiques (enjeux environnementaux, pêche), un outil cartographique s'appuyant sur le site Geolittoral, les documents de planification importants pour la compréhension du contexte.
Il est possible de poser des questions, de prendre connaissance des réponses apportées, et de poster des cahiers d'acteur suivant un format prédéfini pour développer ses arguments et les faire connaître aux parties intéressées.
Enfin, le site contient les comptes rendus détaillés de toutes les réunions et manifestations et les supports de présentation utilisés par les participants.
Dans les deux mois suivant la clôture du débat public, deux documents seront publiés sur site Internet de la CNDP :

- Un compte-rendu rédigé par le Président de la CPDP ;
- Un bilan, dressé par la Présidente de la CNDP.

L'Etat, en association avec RTE, dispose ensuite d'un délai de trois pour rendre publique sa décision relative au projet, en précisant notamment sa position sur la poursuite du projet ainsi que les zones préférentielles pour les deux parcs, leurs extensions et les corridors de raccordement correspondants.
A cette occasion, ils présenteront les enseignements qu'ils tirent du débat public et la façon dont ils seront pris en compte pour les suites du projet.
En cas de continuation, la concertation se poursuivra sous l'égide d'un ou plusieurs garant(s) désigné(s) par la CNDP jusqu'à l'ouverture de l'enquête publique portant sur les autorisations administratives.
L'État et RTE poursuivront la conception détaillée, les études techniques et environnementales (en particulier pour l'avifaune), avant de nouer un dialogue concurrentiel avec les candidats à l'exploitation, de désigner un lauréat qui déposera les demandes d'obtention des autorisations nécessaires après enquête publique et concertation dite « Fontaine » (pour RTE).
Suivra la décision d'investissement, la contractualisation avec les prestataires et sous-traitants, la construction et la mise en service, l'exploitation et la maintenance, et pour finir le démantèlement et la valorisation des composants démontés.

ANNEXE 1



COMMENT L'ÉLECTRICITÉ PRODUITE EN MER EST-ELLE AMENÉE À TERRE ?

L'énergie électrique produite par (1) le parc éolien flottant est acheminée vers les lieux de consommation sur la terre au moyen d'ouvrages électriques de raccordement.

Le raccordement est donc constitué d'une partie en mer et d'une partie à terre.

Le raccordement d'un parc éolien en mer en réalité virtuelle

(2) Le poste électrique en mer permet de stabiliser et d'élever la tension de l'énergie produite par les éoliennes, afin de limiter les pertes électriques et de réduire le nombre de câbles nécessaires pour acheminer l'énergie jusqu'à la côte. À l'image d'une multiprise électrique, plusieurs parcs éoliens peuvent être raccordés au même poste électrique en mer.

Le port de maintenance et la base logistique (3) assurent les opérations logistiques liées aux systèmes d'ancrage et aux câbles sous-marins, ainsi que les activités d'exploitation et de maintenance du parc éolien en mer.

L'atterrage désigne le lieu sur la côte où les câbles sous-marins sont raccordés aux câbles souterrains dans un ouvrage appelé jonction d'atterrage (4).

Lorsque la longueur totale du raccordement est importante, la construction d'un poste de compensation électrique intermédiaire (5) est nécessaire entre l'atterrage (4) et le poste électrique de raccordement (6).

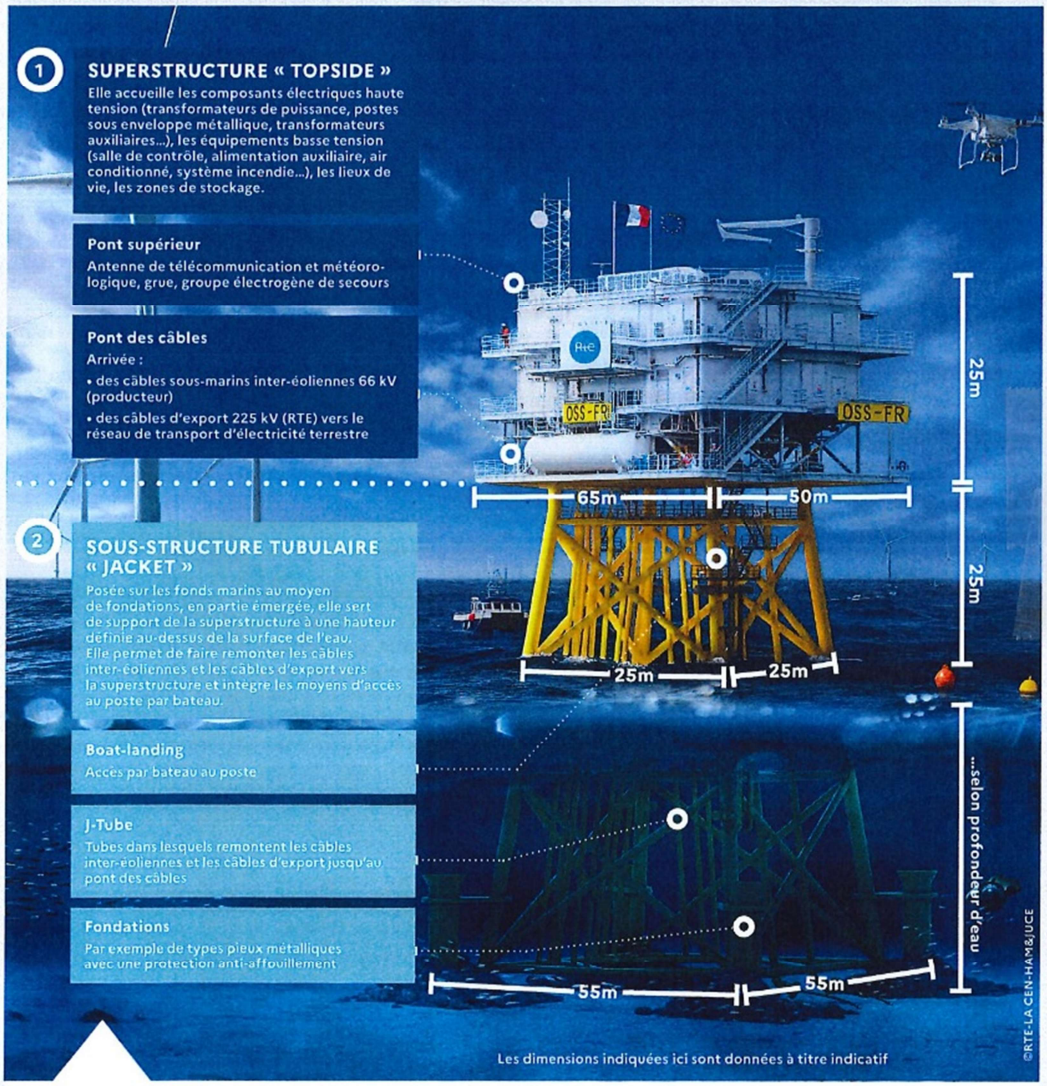
Ce poste électrique de raccordement (6), qui peut être situé à plusieurs dizaines de kilomètres à l'intérieur des terres, sert à la réception de l'énergie produite par les éoliennes en mer et à sa répartition sur le réseau électrique existant (7).

Il est relié au poste électrique en mer (2) par des liaisons souterraines et sous-marines à 225 000 volts (1 liaison pour un parc de 250 MW, 3 liaisons à terme pour un parc de 750 MW).

ANNEXE 2

Les ouvrages du raccordement électrique

La réalisation du projet des parcs éoliens et de leurs raccordements nécessite la réalisation d'équipements destinés à assurer l'acheminement de l'électricité des éoliennes qui la produisent aux consommateurs.

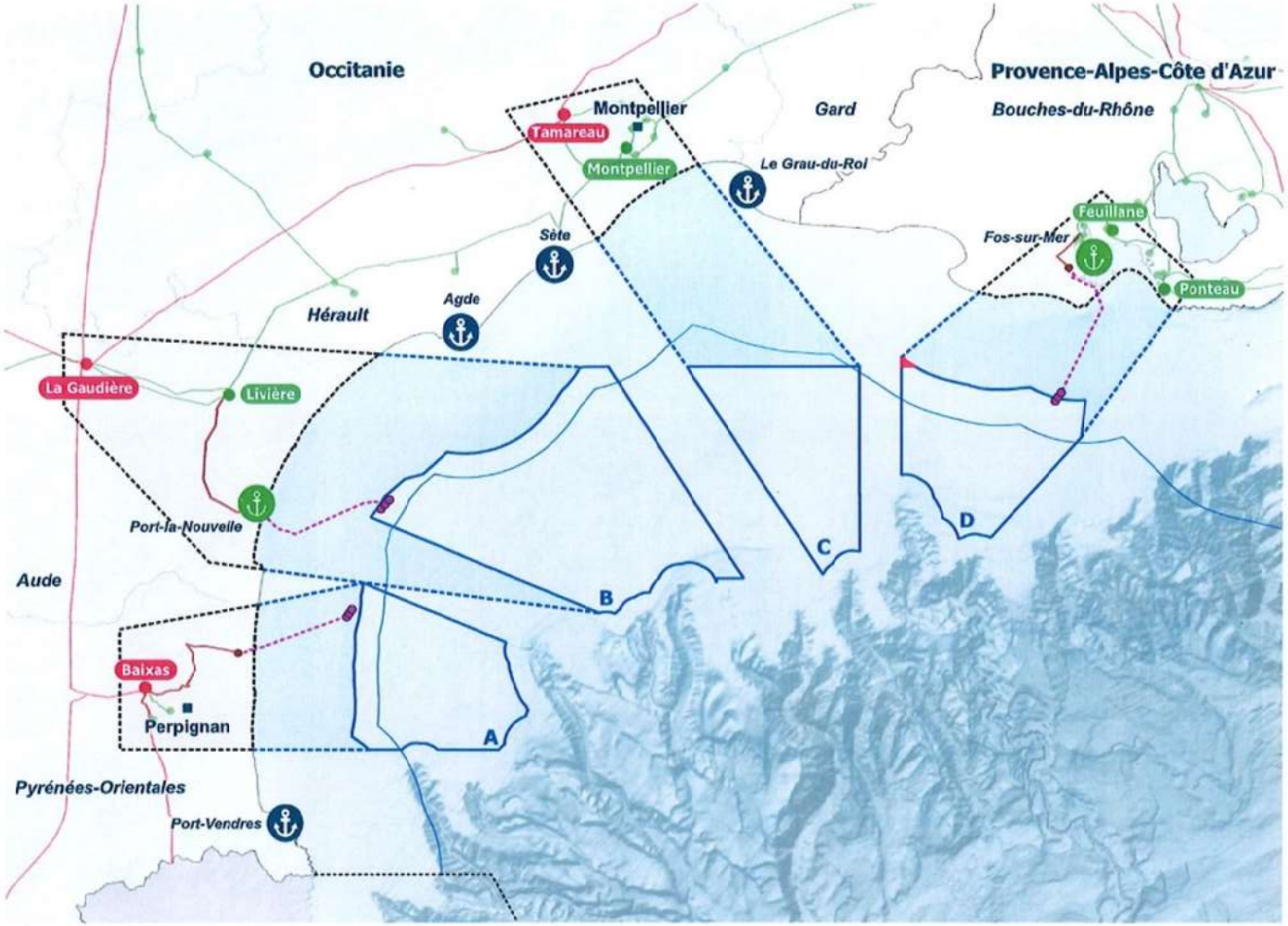


Le poste électrique en mer

Ce poste comprend les équipements de transformation permettant d'élever le niveau de tension du courant, de protection, et de comptage de l'énergie.

ZONES D'ETUDE

Zones d'étude du projet pour les parcs éoliens et leur raccordement



Eolien flottant - Projets pilotes

- Projets éoliens pilotes
- Raccordement des projets éoliens pilotes

Eolien flottant - Projets commerciaux

- Zones d'étude en mer
  Macro-zones à potentiel pour le développement de l'éolien commercial issues de la concertation de 2018
- Zones d'étude pour le raccordement en mer
- Zones d'étude pour le raccordement à terre
- Zone rédhibitoire - Enjeux Défense
- Ports susceptibles d'être mobilisés / à mobiliser pour la construction des parcs éoliens flottants commerciaux

Réseau RTE existant

Postes : 400 kV · 225 kV · 63 kV
Lignes : 400 kV · 225 kV · 63 kV

Limites administratives et toponymie

- Limite de région
- Limite de département
- Préfecture
- Principaux ports

Délimitations maritimes

- Limite extérieure des eaux territoriales (12 milles)
- Limite des eaux sous souveraineté ou juridiction revendiquée par la France n'ayant pas fait l'objet d'un accord de délimitation avec un autre Etat

Sources
Ministère de la transition écologique - Ministère de la Mer
Zones d'étude : DIRM Méditerranée - RTE
Réseau existant : RTE
Limites administratives : IGN / Délimitations maritimes : Shom
Fonds bathymétrique : EMODnet

0 20 40 km
0 10 20 Nq

Système de coordonnées : EPSG 3857 (pseudo-mercator)

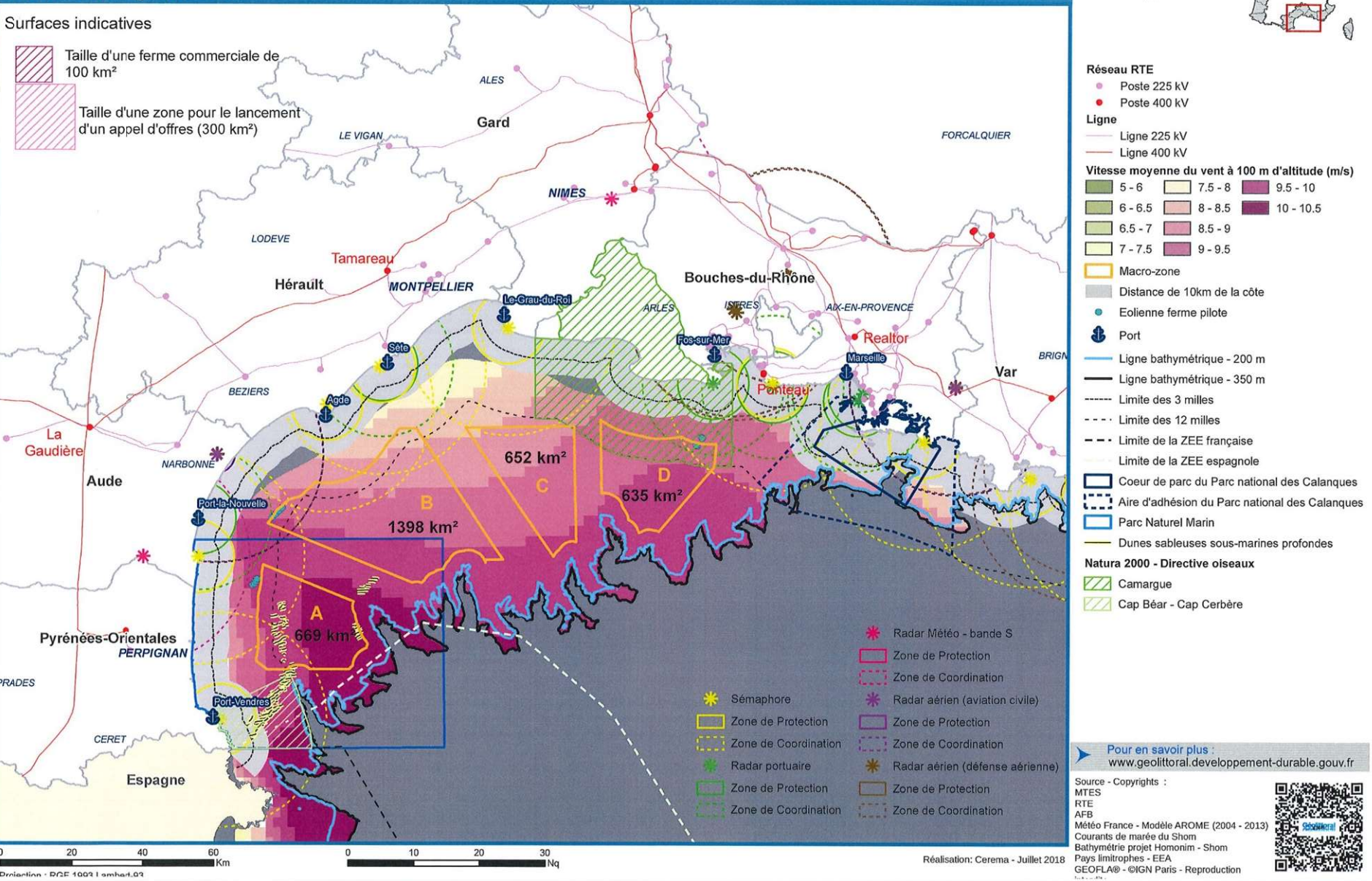
Réalisation : Cerema - Mai 2021

ANNEXE 3

Le développement de l'éolien flottant en Méditerranée

Annexe III du document de planification (juin 2018)

Carte de synthèse



Pour en savoir plus :
www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr

Source - Copyrights :
MTES
RTE
AFB
Météo France - Modèle AROME (2004 - 2013)
Courants de marée du Shom
Bathymétrie projet Homonim - Shom
Pays limitrophes - EEA
GEOFLA® - ©IGN Paris - Reproduction

ANNEXE 4

27, Place Jules Guesde - CS 80255 - 13235 Marseille Cedex 02
Téléphone : 04 91 57 53 00
e.mail : ceser@maregionsud.fr
Site web: www.ceserpaca.fr
Site Newsletter : ceser@regionpaca.com