

#7.7

ENJEUX TECHNIQUES RELATIFS AU CHOIX DE LA LOCALISATION, À LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION D'UN PARC ÉOLIEN EN MER

La Manche (mer) est une zone particulièrement favorable pour l'éolien en mer posé du point de vue technique et économique. Les critères étudiés conditionnant la faisabilité technique et économique d'un parc éolien en mer sont la vitesse du vent, la bathymétrie (mesure des profondeurs et du relief de la mer), la houle (vagues générées ailleurs et qui se sont propagées), le marnage (différence de hauteur d'eau entre une pleine mer et une basse mer successives) et les vitesses des courants de marées.

La macro-zone présentée en débat public a été identifiée comme étant techniquement et économiquement favorable à l'implantation de parcs éoliens en mer au regard de chacun des critères techniques étudiés.

À l'issue du débat public, l'État lancera des études météo-océaniques (mesures du vent, de la houle, de la bathymétrie notamment), géotechniques et géophysiques (sol et sous-sol sous-marins) permettant d'avoir une connaissance fine de la ou des zones qui auront émergé du débat public. Ces études seront transmises aux candidats de la procédure de mise en concurrence. En effet, les choix techniques relatifs à la construction et à l'exploitation d'un parc éolien en mer (types de fondations, orientation des éoliennes, schéma d'implantation, etc.) étant basés sur les conditions du site, cela leur permettra de concevoir une offre la plus ajustée possible en réduisant le coût de soutien public.

Un vent adapté à des parcs éoliens en mer

La vitesse et la régularité du vent sont des critères décisifs permettant de connaître le potentiel éolien d'une zone en mer. La quantité de vent disponible sur la zone conditionne en effet très directement la quantité d'électricité qui pourra être produite par une éolienne en mer, et donc la rentabilité économique du projet.



Consultez la cartographie dynamique de l'ensemble des données disponibles à ce jour réparties par thématiques

<https://urlz.fr/aqMc>

et à partir du portail Géolittoral

<http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr>

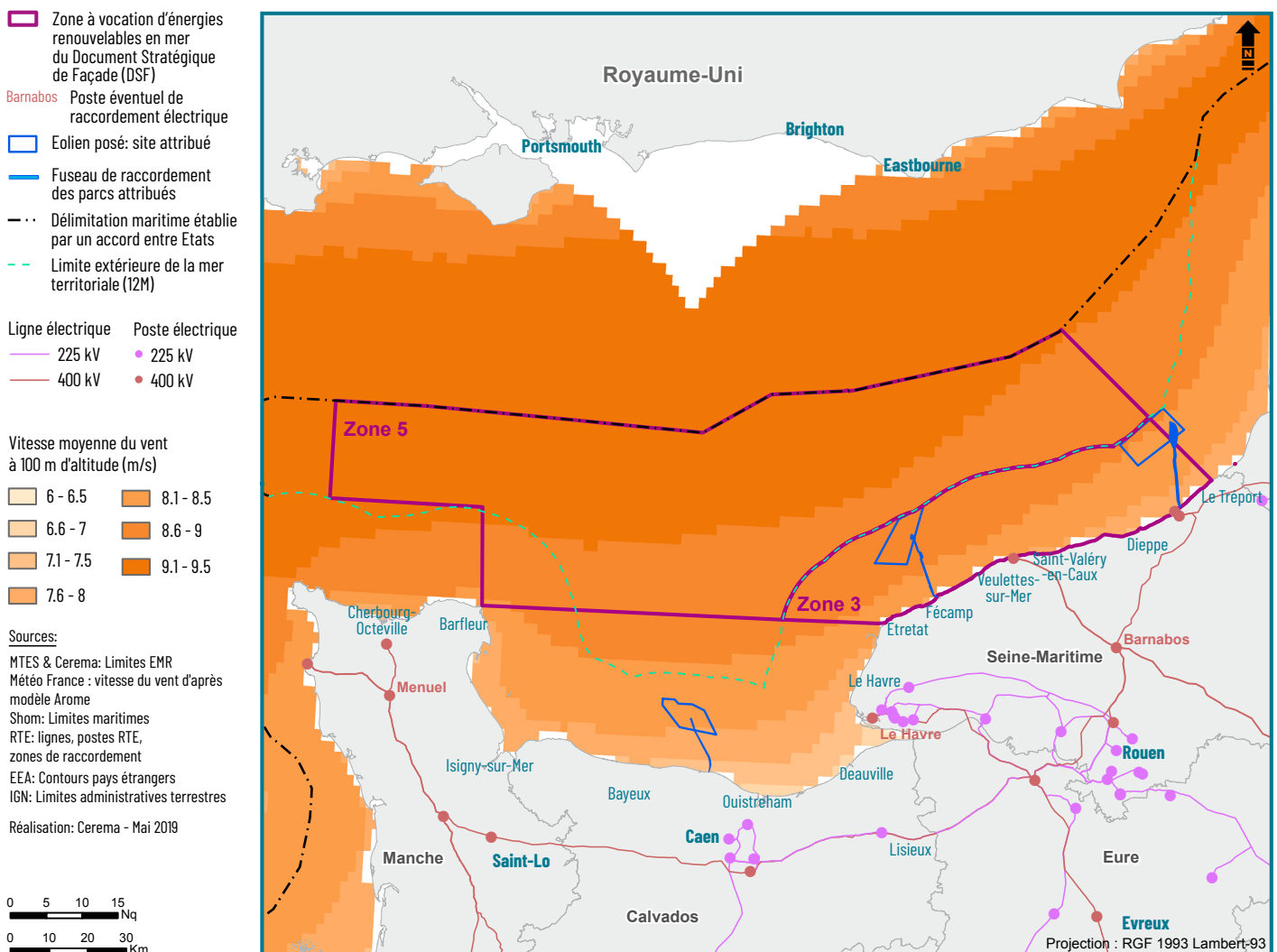
Les vents forts, de vitesses entre 10 et 15 m/s (soit entre 36 et 55 km/h environ), de secteur sud-ouest à nord-ouest, sont fréquents en hiver, en relation avec l'existence de dépressions plus nombreuses. Les vents très violents, de plus de 15 m/s (soit 55 km/h), provenant en grande majorité du nord-ouest, ouest et sud-ouest, sont relativement fréquents en hiver. Ils sont pratiquement inexistants en été. Le vent est d'autant plus fort qu'on s'éloigne du littoral.

Au sein de la macro-zone, le vent moyen à 100 m d'altitude est de l'ordre de 9,3 m/s (soit environ 33km/h).

Les fréquences **de vents calmes sont faibles et généralement inférieures à 5 %**, ce qui est gage de productivité pour un parc éolien en mer.

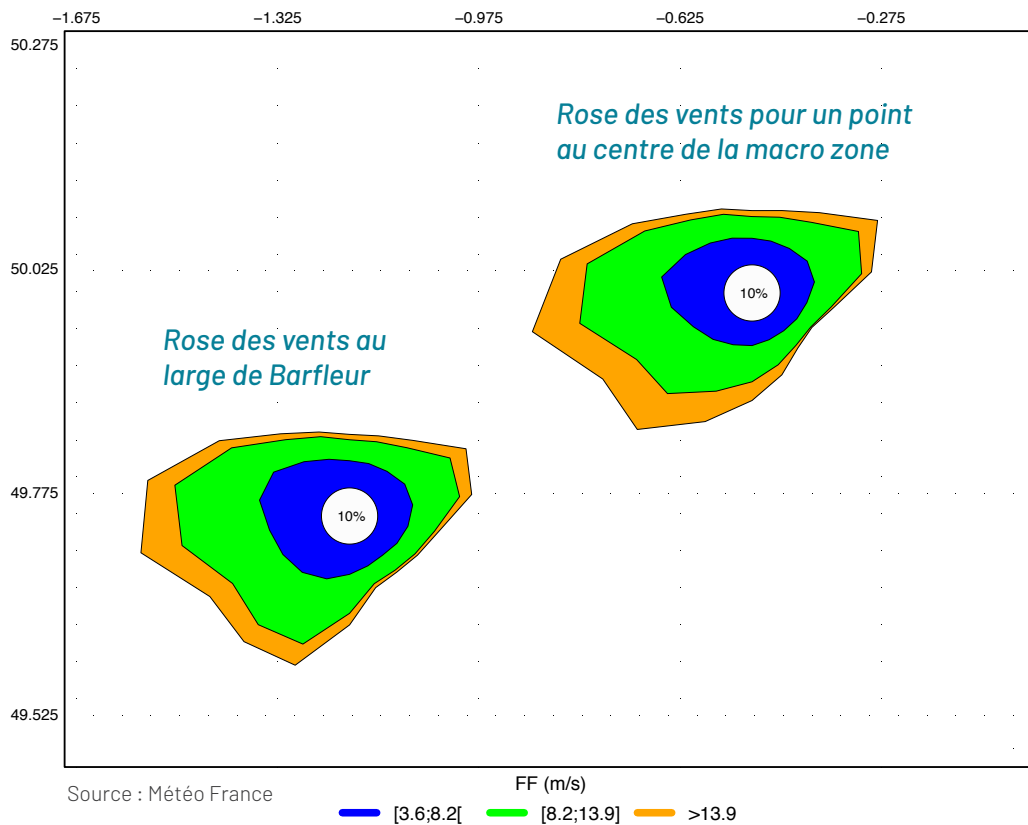
Les éoliennes bénéficient d'un système de contrôle automatisé qui leur permet de n'être en fonctionnement que lorsque le vent souffle entre 3 ou 4 m/s environ (soit 14 km/h, vitesse minimale pour que la rotation de l'éolienne permette de produire de l'électricité) et 25 m/s environ (soit 90 km/h, vitesse maximale au-delà de laquelle la force de rotation risque d'endommager l'éolienne).

Vitesse moyenne du vent à 100 mètres d'altitude

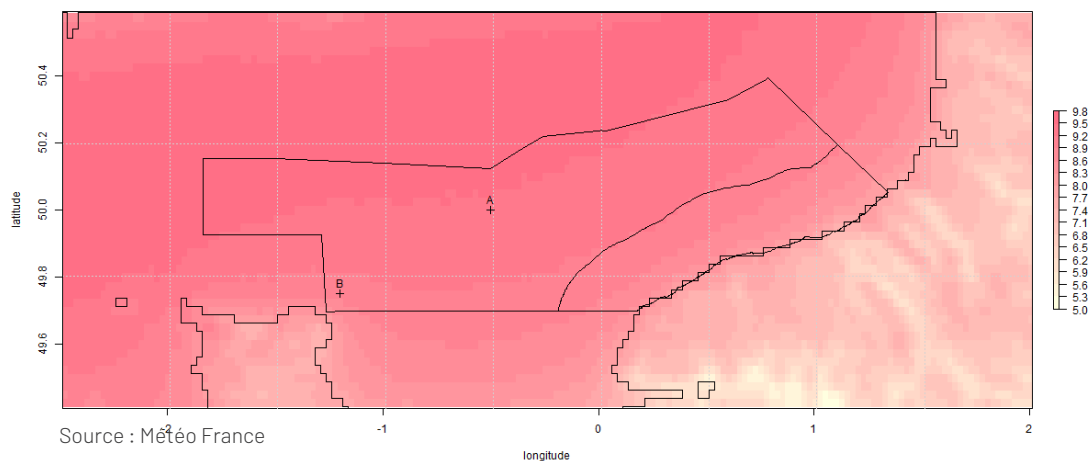


Les roses des vents permettent de connaître la répartition des directions des vents dans cette zone. Les vents à 100 m d'altitude sont généralement de secteur ouest / sud-ouest (260°) au centre de la macro-zone et à son extrême Est. Au large de Barfleur, ils sont d'ouest jusqu'à sud / sud-ouest (200°), ce qui correspond à l'impact de la côte sur le régime des vents.

Rose des vents annuelle en mer pour les points A et B (localisation sur la carte ci-dessous)



Localisation des points A et B pour les roses des vents



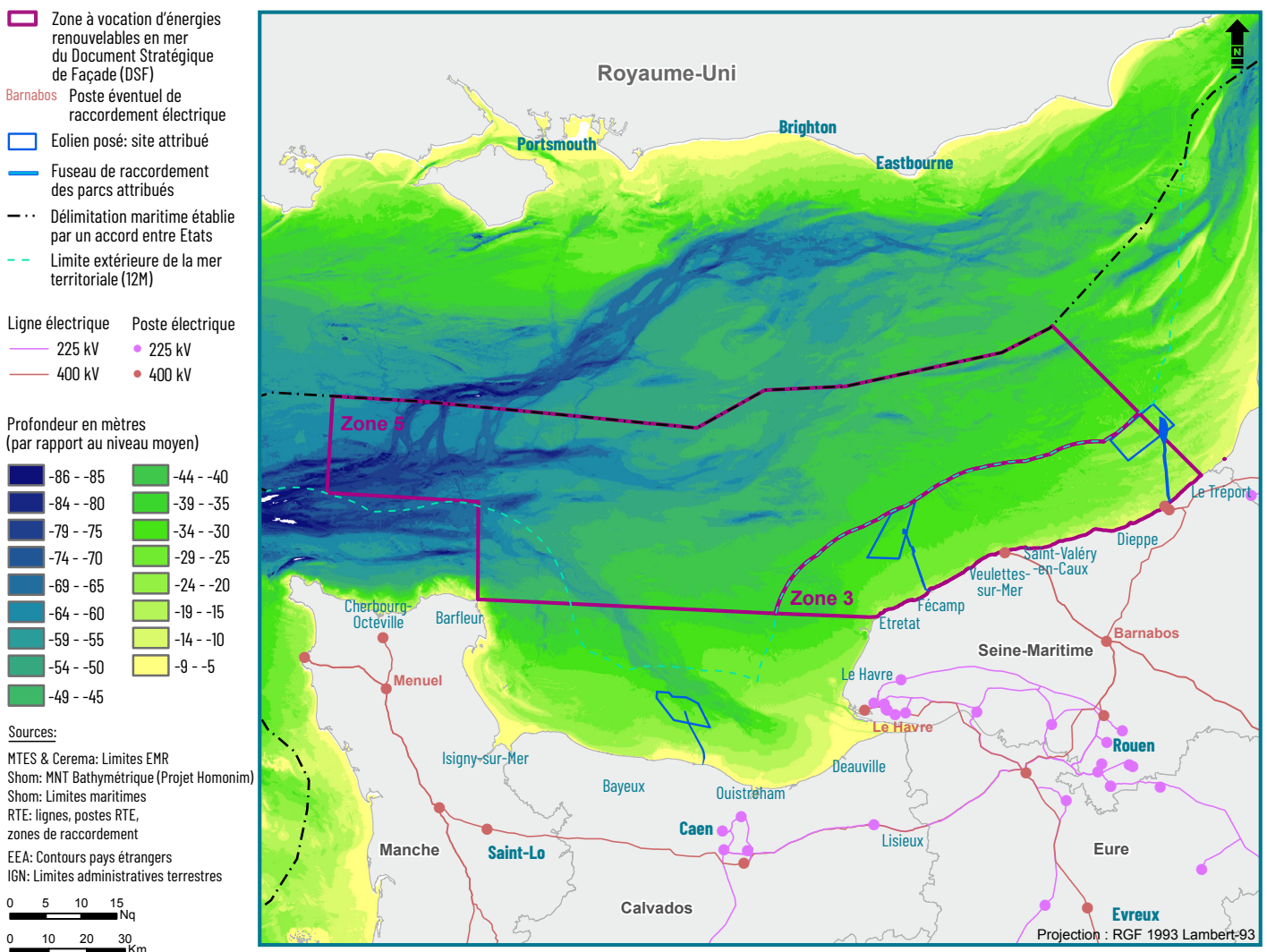
Une bathymétrie adaptée à la technique de l'éolien posé

La bathymétrie est la mesure des profondeurs et du relief de l'océan. Globalement, les fonds de la macro-zone ne dépassent pas les 40 à 50 mètres de profondeur, sauf, au sein du secteur 5, au Nord du Cotentin (du cap de la Hague à Saint Vaast-la-Hougue). Les fonds y plongent alors de manière plus importante, la profondeur maximale observée étant d'environ 110 mètres de profondeur. En dehors de cette zone, la profondeur des fonds est adaptée à la technique de l'éolien en mer posé.

La macro-zone peut être découpée en trois parties :

- la partie Est avec la présence de dunes,
- la partie centrale avec la présence d'affleurements de roche, particulièrement visibles au-delà de 30 mètres de profondeur,
- la partie Ouest avec l'extrémité de l'embouchure de la Seine, ainsi que par le résultat de l'incision de la rivière Vire dans des fonds potentiellement meubles (type vase).

Couverture bathymétrique générale de la macro-zone



D'OÙ VIENT LA CONNAISSANCE BATHYMÉTRIQUE ?

La connaissance bathymétrique de la macro-zone est basée sur des levés réalisés entre 1833 et aujourd'hui. Les techniques utilisées pour ces levés sont multiples : sondages acoustiques, c'est-à-dire que la profondeur est déduite de la mesure du temps de trajet d'un signal acoustique réfléchi par le fond ; mesures au plomb de sonde ; cotations directes à la perche ou par un plongeur. Ces mesures ont permis d'élaborer un modèle numérique de terrain de la façade Manche-Atlantique, c'est-à-dire une représentation de la profondeur et du relief du fond de la mer.

Sédimentologie

La sédimentologie comprend la caractérisation de la nature des fonds et l'étude de la dynamique sédimentaire¹. Le type de structure sédimentaire influence le choix des fondations des éoliennes en mer : posées sur le fond marin (gravitaire) ou plantées par un ou des pieux (monopieu ou fondation jacket).

Dans le cas de la macro-zone en mer, on trouve trois principaux types de structures sédimentaires : le fond sédimentaire, qui forme une sorte de plaine océanique, les paléovallées, qui sont des dépressions, des creux, et enfin les bancs et les dunes, qui forment des buttes, ou des collines.

Aux abords du Cotentin, les sédiments sont grossiers, avec une prédominance des cailloutis. La partie centrale présente une plus grande importance des graviers, plus fins que les cailloutis. À l'Est de Fécamp les sédiments s'affinent, avec une frange littorale de 20 km de large où s'observent des sables et sables fins. Le domaine du large est plus grossier avec une part importante de graviers mélangés ou non avec des sables.

D'OÙ VIENT LA CONNAISSANCE EN SÉDIMENTOLOGIE ?

La carte sédimentaire de la région repose essentiellement sur des prélèvements anciens et très anciens, réalisés entre 1820 et les années 1980. Ces prélèvements sont réalisés grâce à des bennes à sédiments trainées au fond de l'eau.

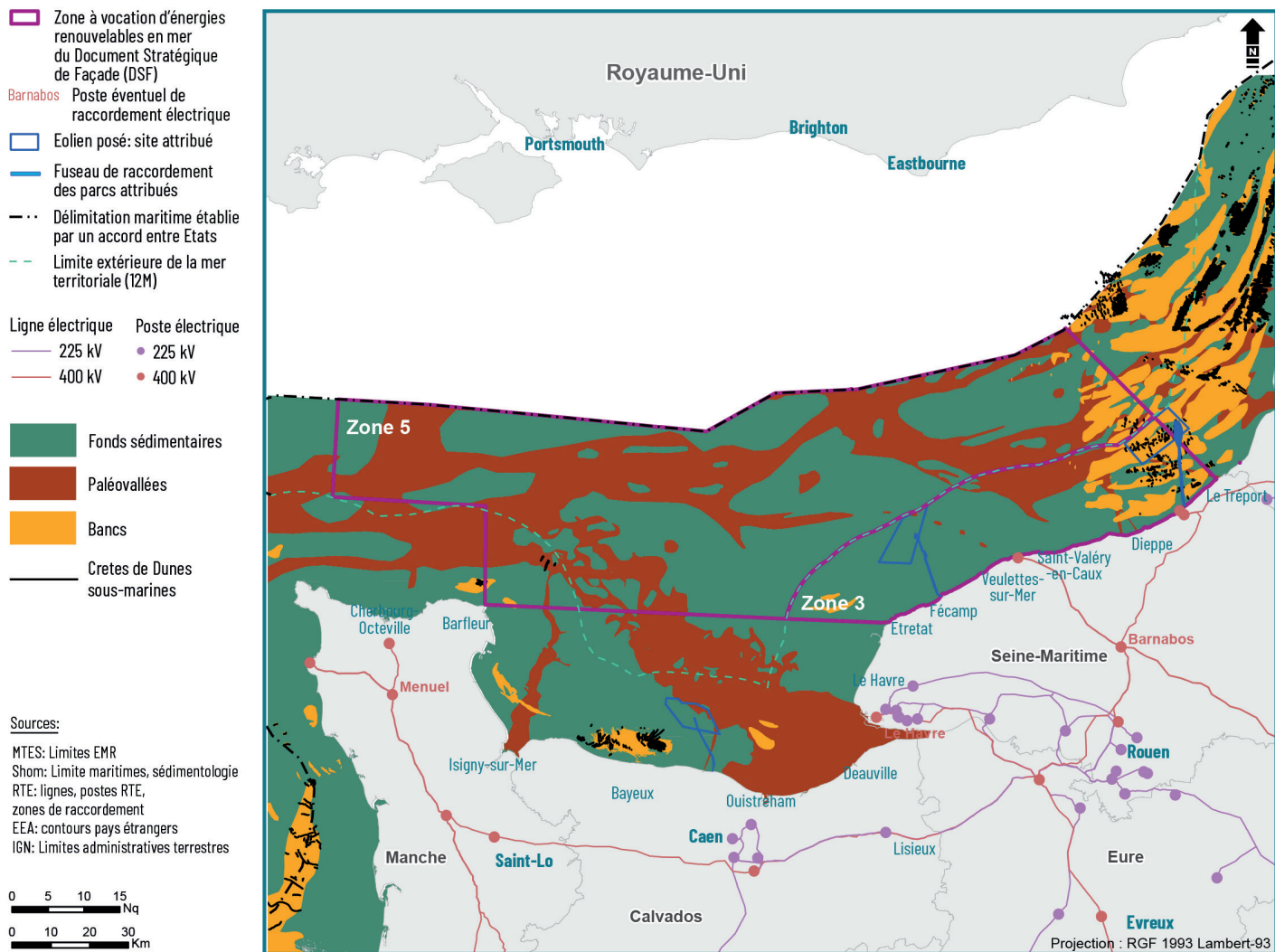
Sur la macro-zone, l'épaisseur de sédiments varie fortement : des bancs et des dunes de sables graveleux peuvent atteindre une quinzaine de mètres de hauteur, tandis que des paléovallées en dépression, plus ou moins remplies de couches sédimentaires, peuvent atteindre localement 140 m d'épaisseur.

Les dunes et bancs apparaissent au niveau du Tréport pour se poursuivre jusque sur les côtes du Danemark. Ils demeurent ici limités à une frange côtière de 20 km de la partie à l'extrême Est de la macro-zone.

Le phénomène important du reste de cette macro-zone est lié aux paléovallées. La profondeur et le contenu de ces paléovallées varient d'un secteur à l'autre et pourraient entraîner des variations importantes de l'épaisseur de sédiments. Cette connaissance, très parcellaire et qualitative, nécessitera d'être quantifiée par des levés sédimentologiques ciblés pour éclairer les choix industriels pour l'implantation d'éoliennes en mer.

1. La dynamique sédimentaire est un processus dans lequel des particules de matière cessent progressivement de se déplacer et se réunissent en couches, formant ainsi des structures sédimentaires.

Epaisseurs de Sédiments



Carte sédimentologique générale

- Zone à vocation d'énergies renouvelables en mer du Document Stratégique de Façade (DSF)
- Barnabos Poste éventuel de raccordement électrique
- Eolien posé: site attribué
- Fuseau de raccordement des parcs attribués
- Délimitation maritime établie par un accord entre Etats
- Limite extérieure de la mer territoriale (12M)

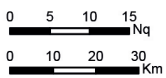
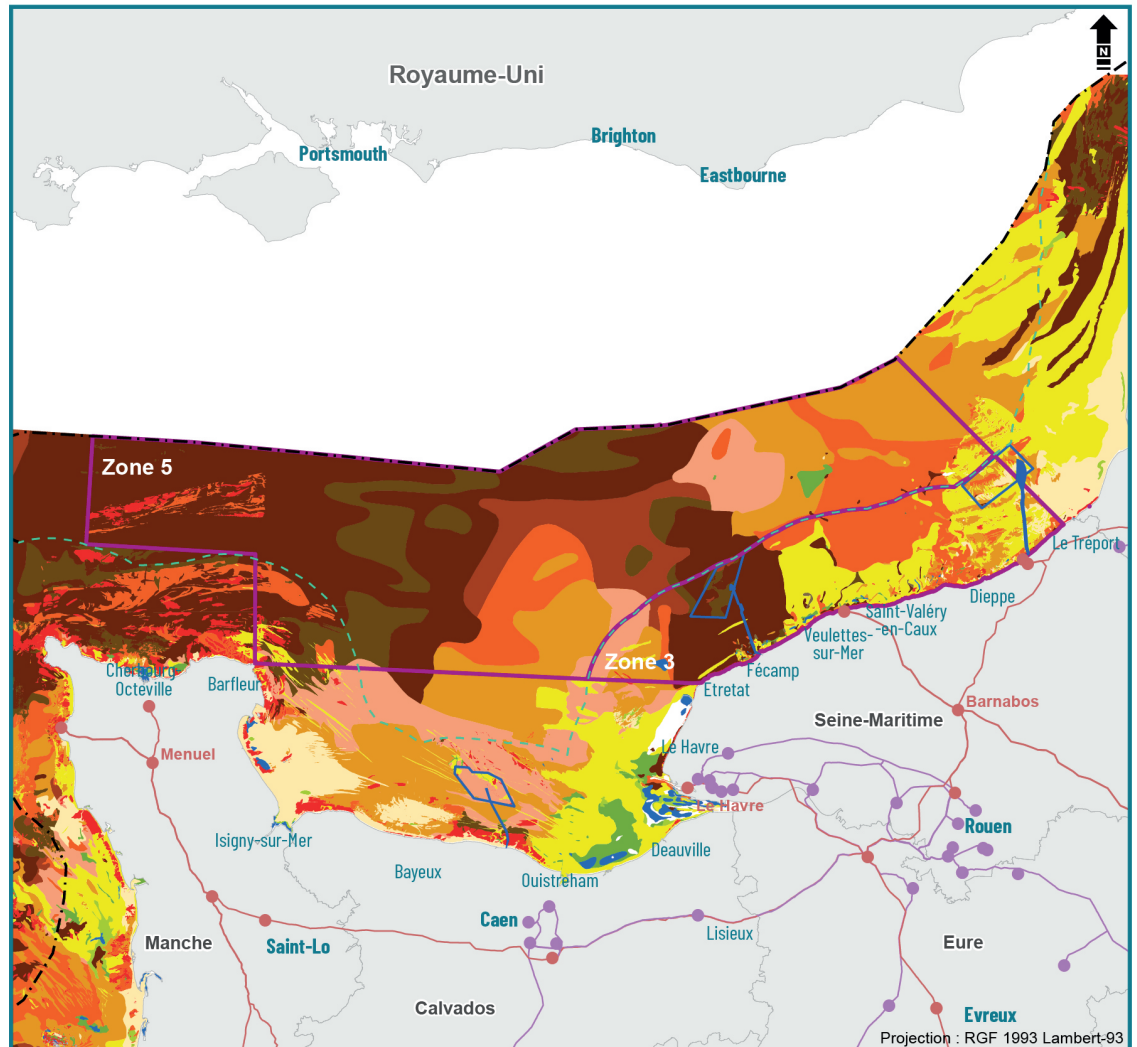
- | | |
|--|---|
| Ligne électrique | Poste électrique |
| 225 kV | ● 225 kV |
| 400 kV | ● 400 kV |

Carte sédimentaire de la zone EMR Manche Est (Shom 2019)

- Roche
- Cailloutis
- Cailloutis - Gravier
- Cailloutis - Sables
- Gravier - Cailloutis
- Gravier
- Gravier - Sables
- Sables - Gravier
- Sables
- Sables fins
- Sables fins vaseux
- Sables vaseux
- Vases

Sources:

- MTES: Limites EMR
- Shom: Limite maritimes, sédimentologie
- RTE: lignes, postes RTE, zones de raccordement
- EEA: contours pays étrangers
- IGN: Limites administratives terrestres

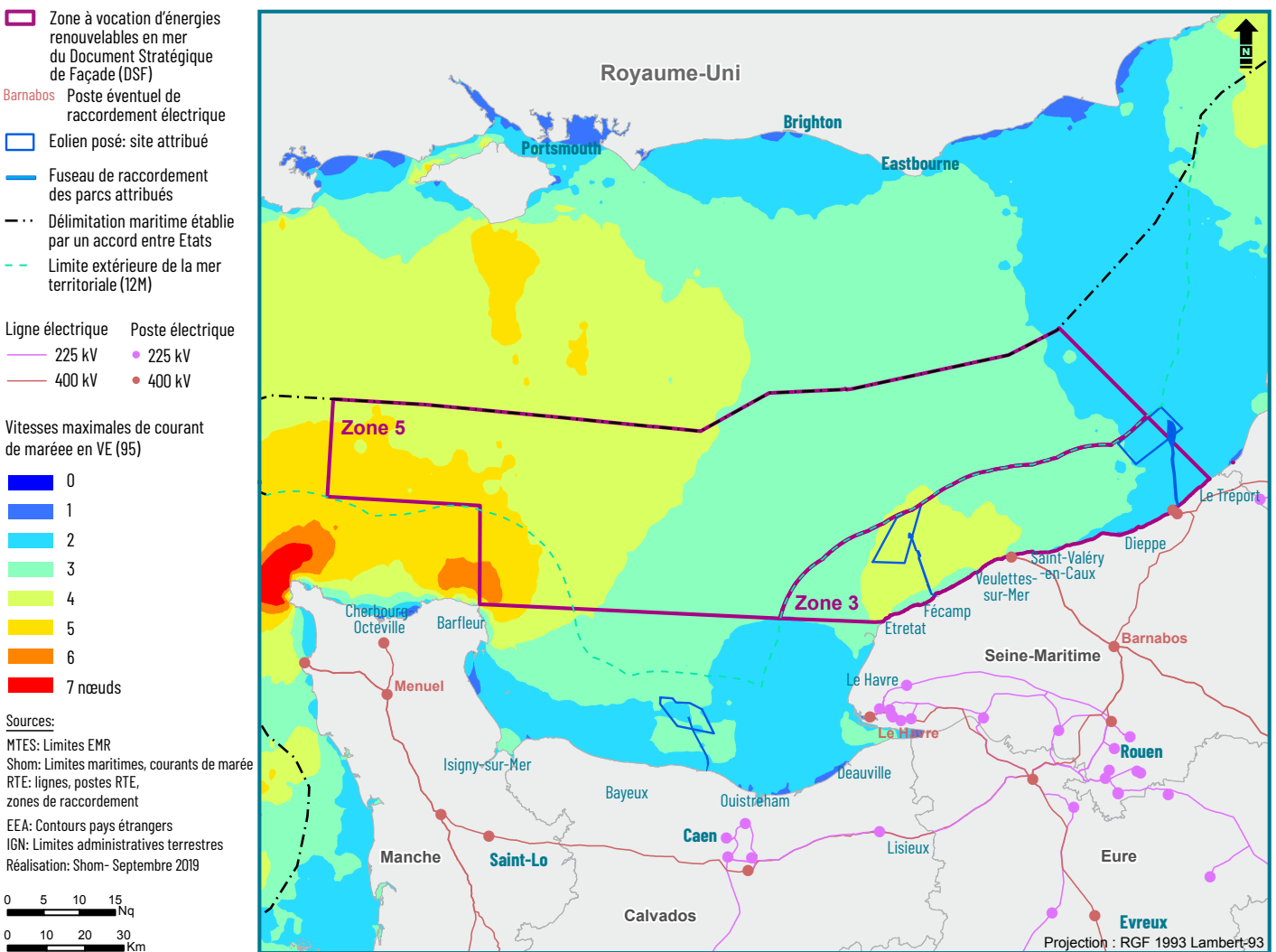


Marée et courants

La marée est la variation du niveau de la mer due à l'action de la lune et du soleil, ce qui permet de prédire à long terme ces variations. En Manche, le phénomène de la marée est le principal moteur des courants qui s'y produisent. Les atlas de courants de marée en donnent donc une assez bonne représentation.

Les courants exercent une force contre les fondations des éoliennes, et doivent donc être pris en compte lors de la conception des installations.

Intensité maximum du courant de marée en vive-eau moyenne (coefficient 95)



Houle, vagues et état de mer

La mer de vent correspond aux vagues générées localement sous l'effet de l'action du vent, et la hauteur des vagues croît avec l'intensité du vent et la durée de son action.

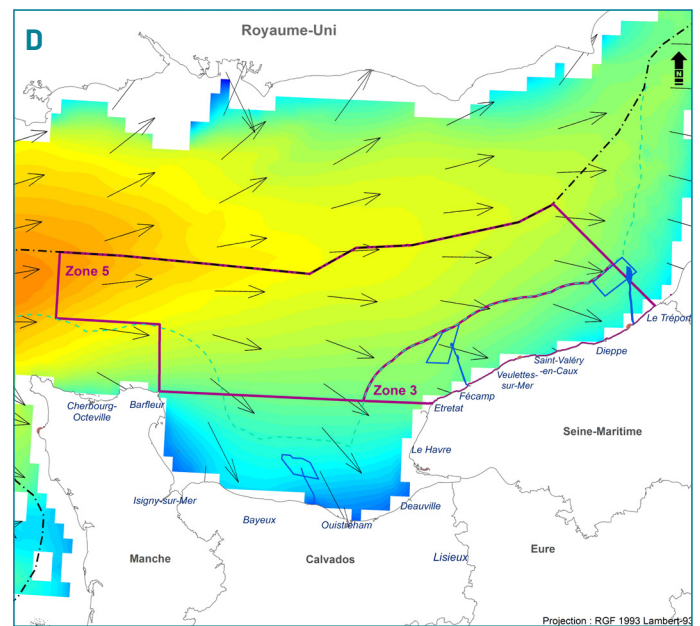
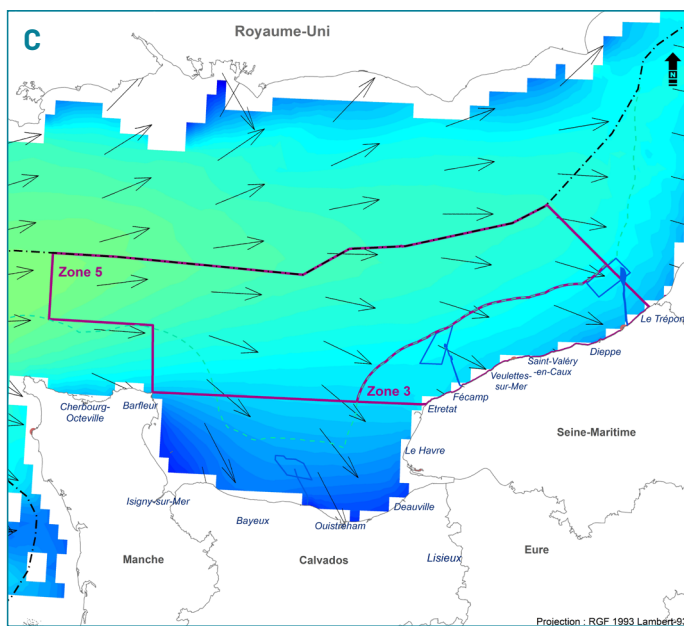
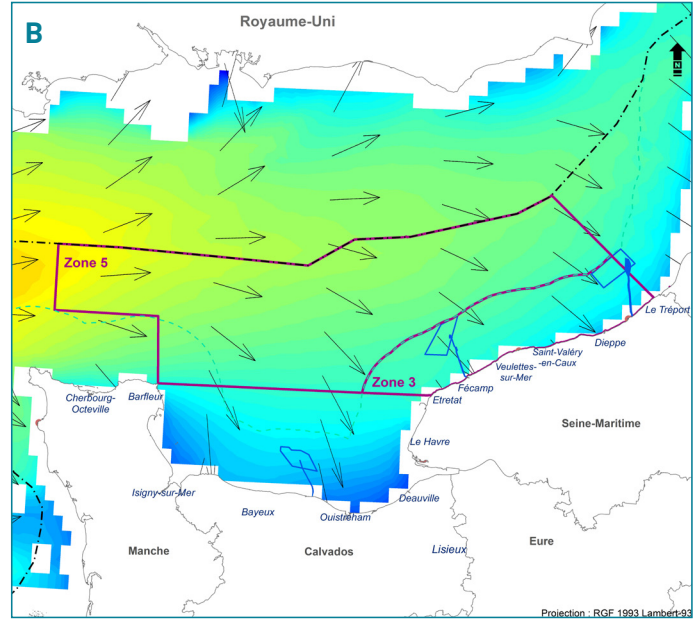
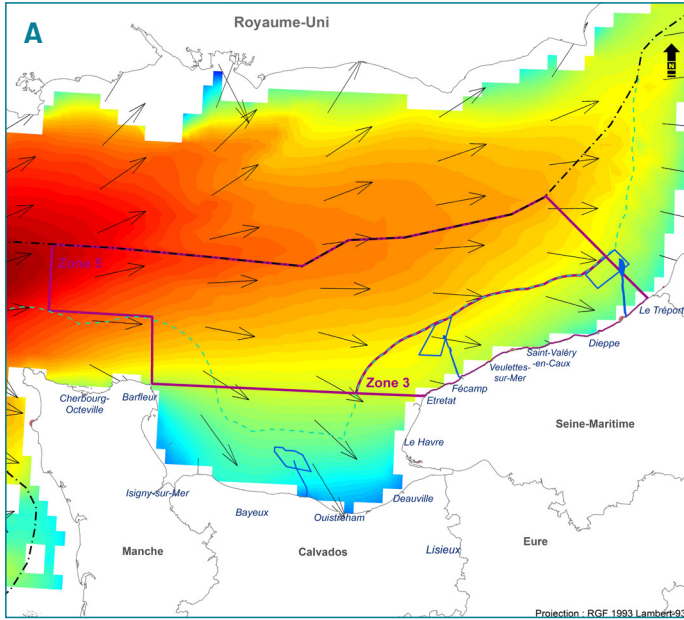
La houle correspond à des vagues générées ailleurs et qui se sont propagées. Elle dépend du « fetch » (taille de l'aire maritime sur laquelle souffle le vent).

L'état de la mer est le résultat de plusieurs facteurs : action du vent sur la mer, bathymétrie (en zones de petits fonds, elle modifie la répartition spatiale des hauteurs de vagues), relief côtier, courants dus au vent, à la marée... En général, il se compose des vagues liées à la mer de vent et celles liées à la houle. Comme pour les courants, la houle et la mer de vent exercent une force contre les fondations des éoliennes, et doivent donc être prises en compte lors de la conception des installations.

De par sa localisation, la macro-zone est protégée des importantes houles provenant de l'Atlantique, ainsi que des houles provenant de la mer du Nord. Les états de mer sur la zone sont donc principalement dus au vent local. Les « fetchs » (distance sur laquelle le vent est susceptible de faire croître les vagues) sont relativement courts dans l'ensemble des directions. La côte française empêche le développement de vagues importantes provenant du sud, du sud-ouest et du sud-est, même en cas de fort coup de vent provenant de ces directions. Seuls les vents d'ouest-nord-ouest, de nord et de nord-est permettent le développement d'état de mer relativement énergétiques.

Comme il existe peu d'observations et de mesures de vagues sur la macro-zone, un modèle a été réalisé. La hauteur moyenne des vagues est inférieure à 2 mètres sur l'ensemble de la zone. Les vagues viennent préférentiellement de l'ouest et l'ouest-nord-ouest. Les hauteurs maximales modélisées sur la zone dépassent les 6 mètres pour la partie de la zone la plus au large, mais dépendent fortement des saisons. En général, on observe une décroissance de la taille des vagues avec la diminution de la profondeur, liée principalement à la dissipation des vagues par frottement sur le fond, puis par déferlement en eau très peu profonde.

Hauteurs significatives en mètres (couleurs) et directions moyennes (flèches) modélisées en moyenne sur la période 2000-2017 avec le modèle MANGAS en hiver (A), au printemps (B), en été (C) et en automne (D).



Source: SHOM