



MINISTÈRE DES ARMÉES

## **Description sommaire de l'état de la connaissance et des caractéristiques physiques de la façade maritime Méditerranée**

*Référence – Lot 7*

Auteurs : Marie Laurent, Julie Bignon, MÉRIL MÉRINDOL, Loïc Moutoussamy, Edith Leborgne, Yann Le Faou, Thierry Garlan, Laure Avisse, Thierry Philippe, Régis Noël, Stéphanie Desmare, Thibault Delahaye, Claire Fraboul, Laurent Leballeur

**Référence** : Convention Shom/MTES [DGEC], SHOM n°79/2019, relative à la réalisation des études de reconnaissance environnementale de site en vue des appels d'offres pour l'implantation d'éoliennes en mer au large des côtes françaises.

## TABLE DES MATIERES

Introduction .....	3
1. Terminologies .....	3
2. Description de la macrozone .....	5
3. Bathymétrie .....	6
4. Sédimentologie.....	7
5. Hydrologie .....	11
6. Courantologie .....	13
7. Marée et niveaux extrêmes.....	16
8. États de mer .....	18
Annexes .....	20
1. Glossaire .....	20
2. Cartes houle.....	22

## Introduction

En vue de préparer le débat public sur les projets d'Énergies Marines Renouvelables (EMR) de la façade Méditerranée, la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) relevant du Ministère de la Transition Ecologique (MTE) a chargé le Shom d'évaluer la connaissance actuelle des caractéristiques physiques des différentes façades maritimes du territoire français. En effet, à la suite des modifications législatives issues de la loi ESSOC du 10 août 2018, le public est amené à se prononcer sur les projets éoliens en mer en amont du lancement des procédures de mise en concurrence. La synthèse des connaissances des caractéristiques physiques de la zone d'étude vise à fournir des informations essentielles pour éclairer le grand public et l'ensemble des acteurs impliqués au débat public. Ces données aideront à mieux comprendre les paramètres qui pourraient influencer la sélection de zones privilégiées pour les projets éoliens sur les façades maritimes.

Dans une première partie, les terminologies utilisées dans la présente étude seront présentées (Section 1). Une deuxième partie présentera la façade Méditerranée dans sa globalité (Section 2). Les sections suivantes présenteront une synthèse des connaissances actuelles des principales caractéristiques physiques de la zone d'étude. Ces caractéristiques comprennent la bathymétrie (Section 3), la sédimentologie (Section 4), l'hydrologie marine (Section 5), les courants (Section 6), la marée et les niveaux extrêmes (Section 7), et la houle et vagues (Section 8).

## 1. Terminologies

### 1.1 *La bathymétrie*

La bathymétrie consiste à évaluer les profondeurs et les reliefs du fond marin afin de déterminer la topographie des fonds océaniques. Les mesures bathymétriques modernes sont réalisées au moyen d'instruments acoustiques appelés sondeurs bathymétriques, pouvant être de type mono-faisceau ou multifaisceaux. Toutefois, dans de nombreuses régions à travers le monde, la bathymétrie est principalement basée sur d'anciennes mesures effectuées à l'aide d'un plomb de sonde.

### 1.2 *La sédimentologie*

En milieu marin, la sédimentologie englobe l'étude des sédiments marins, qui sont formés par des particules solides transportées et déposées par des processus marins tels que les courants, les vagues et les marées. Ces sédiments, composés d'un mélange de particules anciennes et récentes, biologiques et lithiques, terrestres, fluviatiles et marines, s'accumulent au-dessus de substrats rocheux plus anciens constituant les plateformes continentales. Les couvertures sédimentaires varient en fonction de leurs caractéristiques sédimentologiques (i.e., granularité, nature du sédiment), de la quantité de matériel disponible, de la profondeur, de la géomorphologie du substrat rocheux et des variations eustatiques au cours des temps géologiques qui peuvent faire varier l'épaisseur sédimentaire de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres. Il en résulte des structures sédimentaires de natures variées tels que des paléo-vallées (lits d'anciennes rivières partiellement ou totalement remblayées par des sédiments), des dunes ou des bancs sableux qui créent des reliefs. En fonction de leur orientation et de leur vitesse, les courants marins, qu'ils soient dus aux marées ou à la houle, peuvent mettre en mouvement ces structures sédimentaires.

L'objectif principal d'une étude sédimentologique d'une zone est de déterminer la nature des fonds marins, les processus en jeu dans la dynamique sédimentaire ainsi que l'épaisseur de sédiments concernés.

### 1.3 *La marée*

Les marées représentent les variations du niveau de la mer dues à l'action gravitationnelle des astres, en particulier la lune et le soleil. L'objectif principal de l'étude des marées est de comprendre la manière dont les océans réagissent à ces forces gravitationnelles afin de prédire avec précision les variations du niveau de la mer sur des échelles de temps allant de quelques jours à plusieurs années.

## 1.4 Les courants marins

Les courants marins correspondent au déplacement continu d'eau dans une direction spécifique en domaine marin. Deux origines distinctes peuvent être à leur origine :

- Les courants de marée, également connus sous le nom de courants gravitationnels, qui sont engendrés par l'attraction newtonienne qui génère les marées.
- Les courants radiationnels, quant à eux, trouvent leur origine dans le rayonnement solaire, responsable de phénomènes tels que les vents, les saisons, les perturbations météorologiques, ainsi que les variations spatiales de densité des océans qui peuvent entraîner des mouvements au sein des masses d'eau.

## 1.5 L'hydrologie marine

L'hydrologie marine comprend l'étude des propriétés physiques et chimiques de l'eau de mer, telle que la densité qui est étroitement liée à la salinité et à la température. La température, exprimée en degrés Celsius (°C) joue un rôle essentiel dans la variabilité des cycles biologiques, ce qui en fait une mesure cruciale pour la caractérisation des masses d'eau. De plus, elle permet le calcul d'autres paramètres tels que la salinité, la densité, la vitesse des ondes acoustiques nécessaires à la correction des mesures acoustiques de bathymétrie et la concentration en oxygène dissous. La salinité, exprimée en psu (*practical salinity units*) représente la concentration totale en sels dissous. Sa valeur moyenne est d'environ 35 psu dans les océans contre 0 psu dans l'eau douce. Par son influence sur la densité de l'eau de mer, la mesure de la salinité permet de mieux comprendre la circulation océanique (cf. circulation thermohaline), d'identifier les différentes masses et leurs origines, et de suivre les processus de mélange qui s'y produisent.

## 1.6 La houle, les vagues et l'état de mer

La **mer de vent** désigne les vagues qui se forment localement en réponse à l'effet du vent. La hauteur des vagues augmente en fonction de l'intensité et de la durée du vent. En revanche, la houle correspond à des vagues générées à distance et qui se propagent. La formation de la houle est influencée par l'étendue de la zone maritime où le vent exerce son action, ce que l'on appelle le *fetch*.

L'**état de mer** résulte de divers facteurs, notamment l'influence du vent, la bathymétrie qui peut altérer la distribution des hauteurs des vagues dans les zones peu profondes, la géomorphologie côtière ainsi que les courants générés par le vent et les marées. Généralement, il comprend les vagues dues à la mer de vent et celles liées à la houle. Les paramètres pour décrire l'état de mer sont les suivants :

- La **hauteur significative**, notée  $H_s$  et exprimée en mètres, représente la hauteur moyenne du tiers le plus élevé de toutes les vagues (mer du vent et houle) enregistrées sur une période de temps donnée.
- La **période pic**, notée  $T_p$  et exprimée en secondes, correspond à la période des pics d'énergie des vagues.

Les **roses de vagues** fournissent une représentation de la distribution des hauteurs significatives en fonction de la direction de provenance des vagues. Les **corrélogrammes**, quant à eux, fournissent une représentation graphique mettant en évidence la corrélation entre la hauteur significative et la période des vagues pour l'état de mer total, la mer de vent ou la houle.

---

### Sources

[1] Instructions nautiques – D21 – France (Côte Sud) de la frontière espagnole au cap de l'Aigle : [www.diffusion.shom.fr](http://www.diffusion.shom.fr)

[2] Projet HOMONIM – financement MTE, Shom et Météo-France

[3] Projet national Litto3D Shom-IGN pour la constitution du Référentiel Géographique du Littoral (RGL)

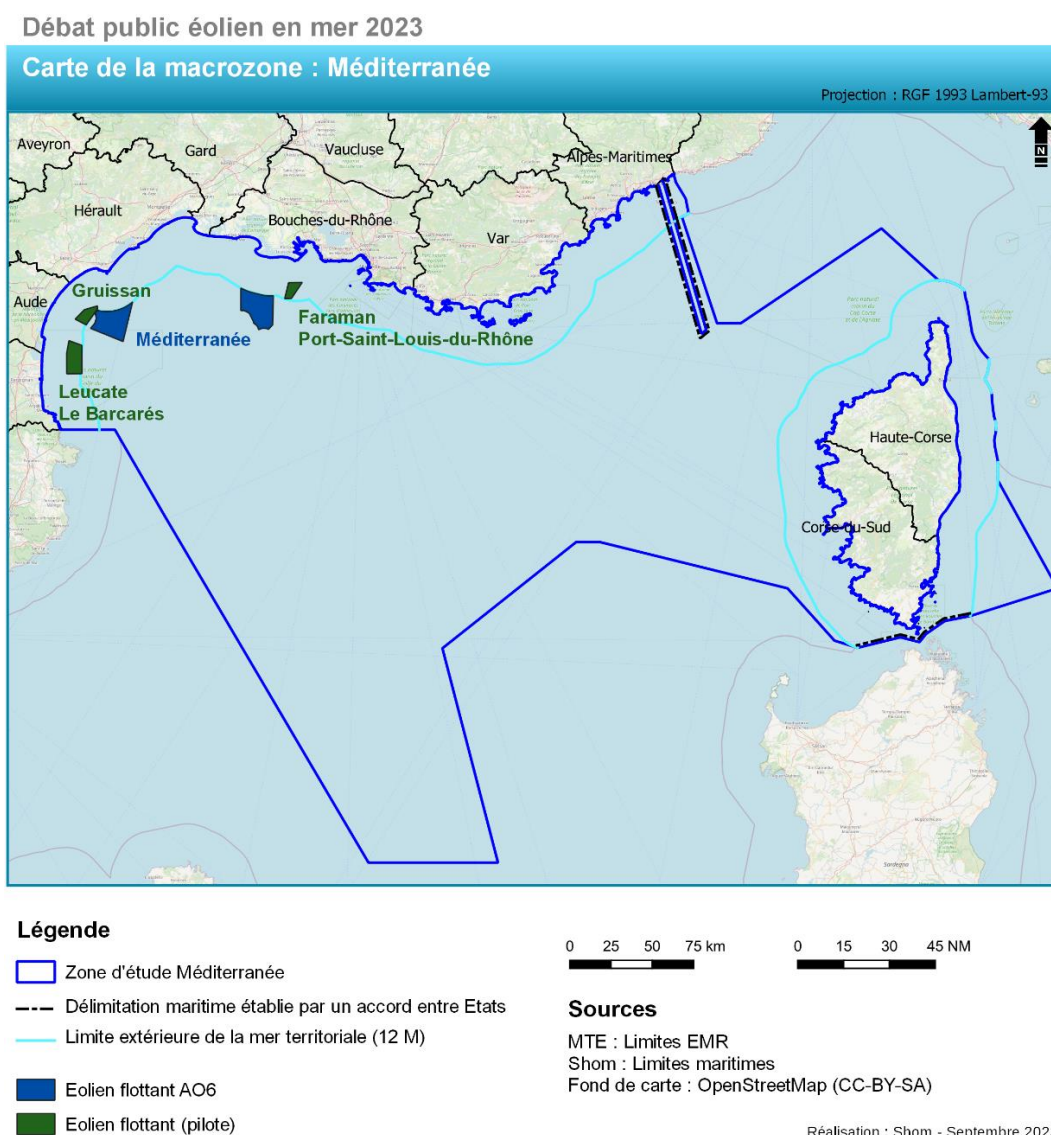
[4] Projet MARC (Ifremer) « Modélisation et Analyse pour la Recherche Côtière »

## 2. Description de la macrozone

La façade Méditerranée s'étend sur 901 km de côtes, s'étirant depuis la frontière avec l'Espagne jusqu'à l'Italie et Monaco (**Figure 1**). Cette zone côtière borde les régions d'Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse et comporte l'ensemble des eaux sous juridiction française situées dans la partie occidentale de cette mer intercontinentale de 2,5 millions de km<sup>2</sup>. Cette façade appelée « Méditerranée » est dotée d'un riche patrimoine maritime, de sites variés et de paysages uniques. Elle abrite 70% de la population dans sa frange côtière, avec une économie résidentielle et touristique significative, ainsi qu'un fort potentiel pour l'énergie éolienne offshore. De plus, Marseille est le 1<sup>er</sup> port français en volume<sup>2</sup>.

Les projets éoliens dans cette façade<sup>1</sup> sont les suivants (**Figure 1**) :

- Méditerranée (2 fois 250 MW) ;
- Leucate – Le Barcarés (30 MW) ;
- Gruissan (30 MW) ;
- Faraman – Port-Saint-Louis-du-Rhône (25 MW).



**Figure 1.** Description de la macrozone de la façade Méditerranée (Shom, 2023).

### Sources

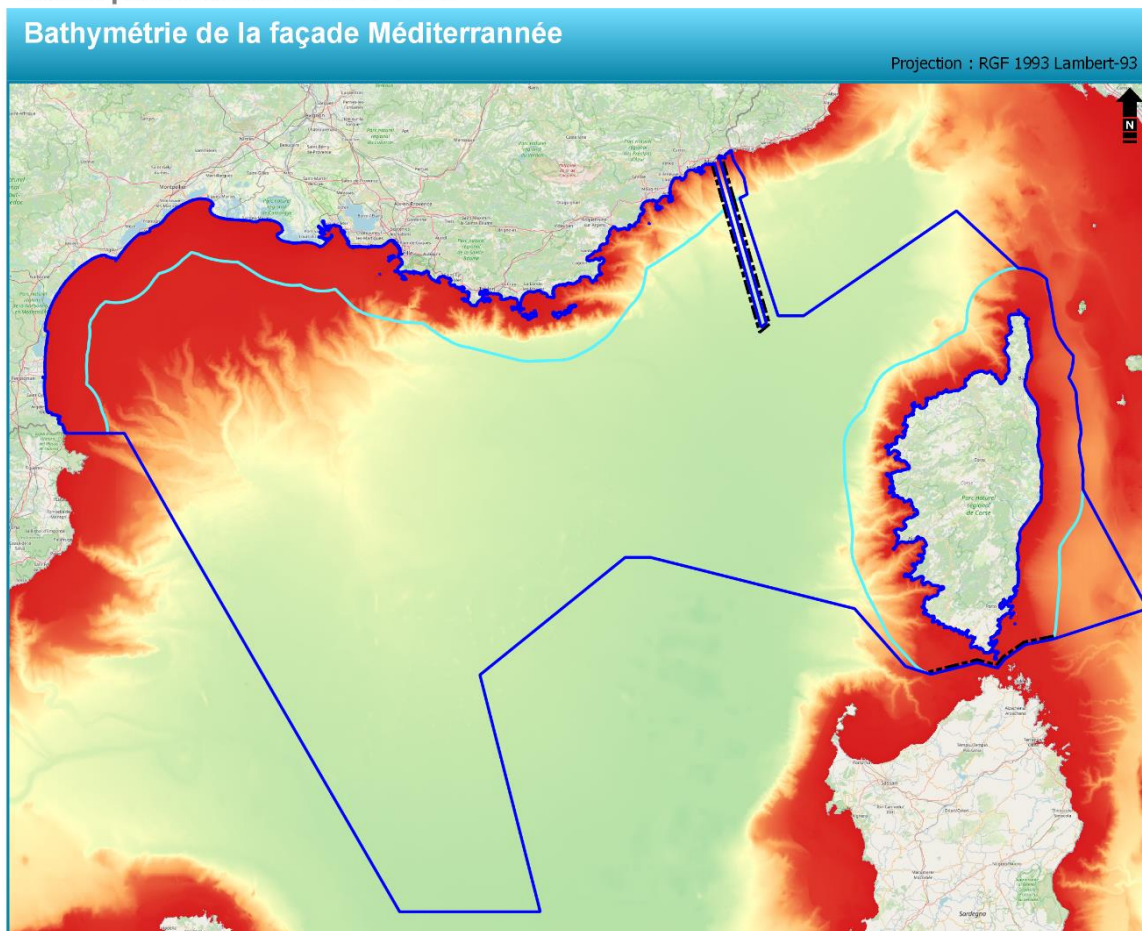
[1] <https://www.eoliennesenmer.fr/facades-maritimes-en-france/facade-mediterranee>

[2] Ministère de la Transition écologique et solidaire (2023) : document de stratégie de façade maritime

### 3. Bathymétrie

La Méditerranée s'est formée il y a environ 5,3 Ma suite à l'ouverture du détroit de Gibraltar, résultant de la séparation des plaques africaine et eurasienne. Le plateau continental s'étend sur environ 70 km vers le large dans la partie ouest de la zone d'étude (**Figure 2**). Sa pente initiale est de  $\sim 0,2^\circ$  et s'adoucit à  $\sim 0,05^\circ$ . A partir de Marseille, dans la partie est de la zone d'étude, le plateau est moins large, voire inexistant, avec des pentes plus prononcées entre  $0,6^\circ$  et  $1^\circ$ . Le talus est très escarpé, incisé par de nombreux canyons (**Figure 2**). A son pied, le bassin abyssal atteint en moyenne une profondeur de 2600 m. Dans ces profondeurs et dans le prolongement de l'embouchure du Rhône, l'accumulation importante de sédiment prend la forme d'un cône sous-marin d'une hauteur atteignant 300 m et une largeur d'environ 70km. Ce cône s'étend sur plus de 100 km au-delà du talus.

#### Débat public éolien en mer 2023



#### Légende

- Zone d'étude Façade Méditerranéenne
- Délimitation maritime établie par un accord entre Etats
- Limite extérieure de la mer territoriale (12 M)



#### Profondeur par rapport aux plus basses mers astronomiques (m)

- 4000
- 3000
- 2000
- 1000
- 0

#### Sources

MTE : Limites EMR  
 Shom : Limites maritimes  
 EMODnet : MNT bathymétrie  
 Fond de carte : OpenStreetMap (CC-BY-SA)

Réalisation : Shom - Septembre 2023

**Figure 2.** Carte bathymétrique de la façade Méditerranéenne (Shom, 2023).

## 4. Sédimentologie

### 4.1 Nature des fonds

Une analyse exhaustive des cartes de la composition des fonds marins et des données relatives aux échantillonnages sédimentaires a été entreprise dans la région Méditerranée. Plusieurs cartes ont été créées en utilisant à la fois des données anciennes et plus récentes, couvrant la période de 1986 à 2019. En 2021, la carte de nature des fonds présentée en **Figure 3** a été élaborée par le Shom en compilant les informations issues de divers organismes tels qu'EMODnet et l'Ifremer. Des levés récents ont permis d'affiner cette cartographie sans réellement remettre en question les principales tendances déjà identifiées dans les cartes précédentes.

Le Golfe du Lion s'est formé à la fin de l'Oligocène (-25 Ma BP)<sup>1</sup>. Le socle, composé de grès feldspathiques avec de petites schistosités et du calcaire dolomitisé, est daté entre le Paléozoïque et le Mésozoïque<sup>1</sup>. Il est recouvert de sédiments plus récents. En effet, la région est caractérisée par la présence de posidonies (plante aquatique de Méditerranée formant de vastes herbiers) près de la côte, derrière lesquelles se forment des bancs de sédiments mixtes et de sable fin puis graveleux jusqu'à 50 km de la côte. Cette zone de sables et graviers se localise à une profondeur entre 40 m et 100 m, où la dynamique est importante. Plus au large, la vase (sédiments argileux comportant plus de 20% de particules inférieures à 0,05 mm) alterne avec des sables vaseux (sables comportant de 5% à 20% de vases)<sup>2,3 et 4</sup> (**Figure 3**). Ce dépôt vaseux traduit un hydrodynamisme et une pente faibles, propices aux dépôts fins. Les apports de sédiments fins proviennent principalement de l'action du vent, des courants de houle (intrusions de la circulation générale) et de la production phytoplanctonique<sup>4</sup>. En revanche, la majeure partie du matériel grossier provient du produit de l'érosion des massifs continentaux transporté par les fleuves qui se jettent dans le Golfe du Lion, avec le Rhône représentant 90 % de ces apports<sup>5</sup>. La circulation générale sur le plateau, principalement influencée par les vents du nord-ouest et le Courant Nord, assure une distribution homogène des sédiments sur le plateau continental<sup>6</sup>. À la limite externe de la plateforme continentale, d'anciens récifs rocheux bordent le talus composé de vases et de sables reliques (**Figure 3**). Le talus est incisé par des canyons qui se prolongent jusqu'à plusieurs milliers de mètres de profondeur, au-delà du Golfe du Lion. Ces canyons jouent un rôle majeur dans le transport des sédiments du plateau vers le large. En effet, le principal canyon du Cap Creus représente deux tiers du flux de matière<sup>6</sup>.

À l'est de Marseille, le plateau continental devient très étroit voire absent. Par exemple, au large de Nice, sa largeur varie de 2 à 3 km avec des pentes pouvant atteindre 27° limitant ainsi l'accumulation de sédiments<sup>7</sup>. Les canyons sous-marins transportent donc directement le matériel sédimentaire vers les grandes profondeurs. Dans les canyons les sédiments sont des sables fins avec aux embouchures des fleuves, du matériel plus grossier comme au niveau du fleuve Var où des graviers ont été identifiés (**Figure 3**).

À l'ouest de la Corse, le plateau continental est moins large qu'à l'est (**Figure 3**). La couverture sédimentaire est ainsi plus importante à l'est qu'à l'ouest<sup>8</sup>. La répartition des différents faciès (sables, graviers, vases) sont influencés par divers facteurs, tels que la morphologie des fonds marins, la composition du substratum rocheux, le relief terrestre côtier, la variété des sources de sédiments (biogène ou terrigène) et les contraintes hydrodynamiques agissant autour des côtes de la Corse<sup>8</sup>.

La carte de nature des fonds de la façade Méditerranée repose généralement sur peu de données. Le manque de données récentes et d'une normalisation de la classification pour les cartes à petite échelle, engendre des incertitudes sur la répartition des sédiments. Il est donc essentiel d'adopter une échelle plus locale afin de mieux définir la variabilité spatiale des fonds marins et d'observer leur évolution au fil du temps.

---

#### Sources

- [1] Guennoc, P., Gorini, C., & Mauffret, A. (2000). Histoire géologique du Golfe du Lion et cartographie du rift oligo-aquitainien et de la surface messinienne. *Géologie de la France*, (3), 67-97.
- [2] Aloisi, J. C., Monaco, A., Planchais, N., Thommeret, J., & Thommeret, Y. (1978). The Holocene transgression in the Golfe du Lion, southwestern France: paleogeographic and paleobotanical evolution. *Géographie physique et Quaternaire*, 32(2), 145-162.
- [3] Monaco, A., & Aloisi, J. C. (2000). Carte de la nature des fonds du Golfe du Lion. CNRS-CEFREM.
- [4] de Madron, X. D., Abassi, A., Heussner, S., Monaco, A., Aloisi, J. C., Radakovitch, O., ... & Kerherve, P. (2000). Particulate matter and organic carbon budgets for the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *Oceanologica acta*, 23(6), 717-730.
- [6] Caroline Ulses. Dynamique océanique et transport de la matière particulaire dans le Golfe du Lion : Crue, tempête et période hivernale. *Océan, Atmosphère*. Université Paul Sabatier, Toulouse III, 2005.

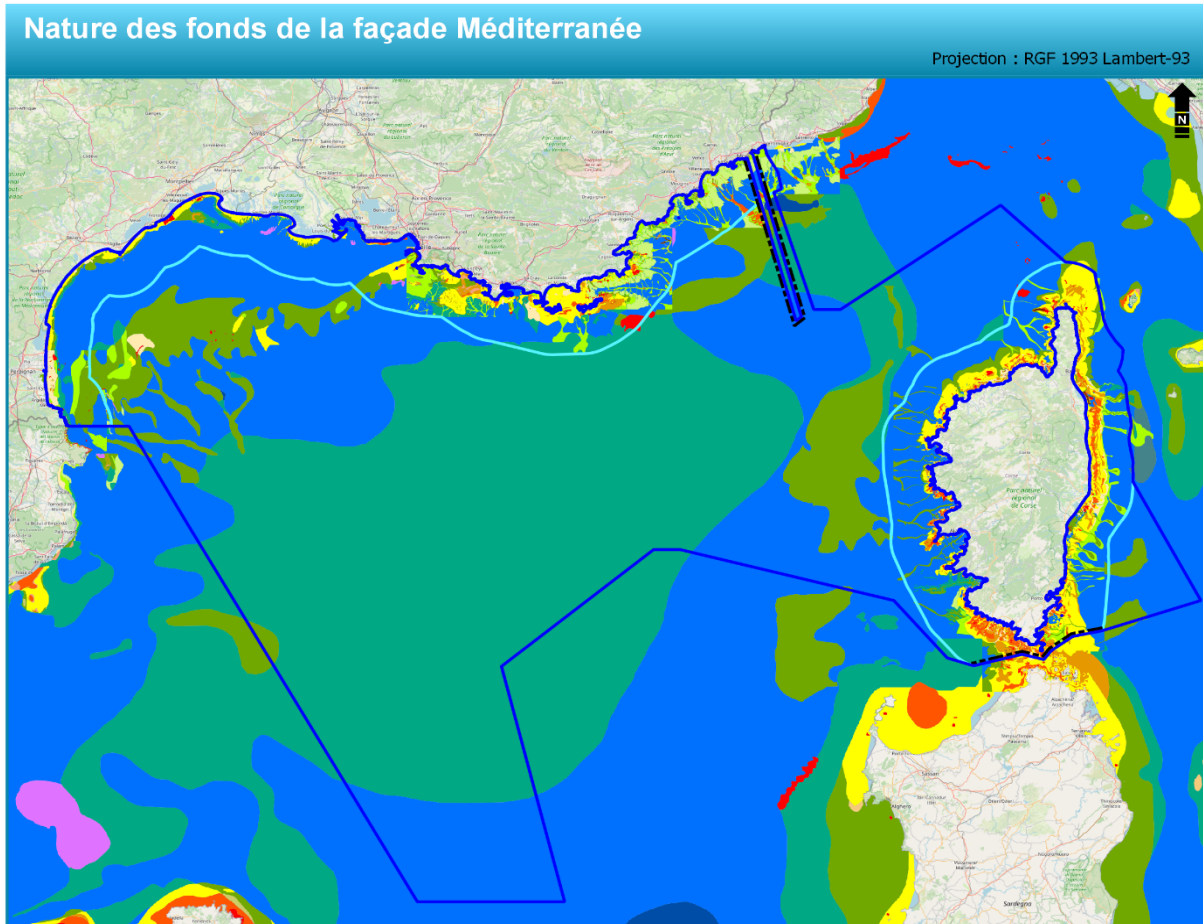
[7] Monaco, A., Courp, T., Heussner, S., Carbonne, J., Fowler, S. W., & Deniaux, B. (1990). Seasonality and composition of particulate fluxes during ECOMARGE—I, western Gulf of Lions. *Continental Shelf Research*, 10(9-11), 959-987.

[8] Dan, G., Sultan, N., & Savoye, B. (2007). The 1979 Nice harbour catastrophe revisited: trigger mechanism inferred from geotechnical measurements and numerical modelling. *Marine Geology*, 245(1-4), 40-64.

[9] Fabrice Pluquet. *Évolution récente et sédimentation des plates-formes continentales de la Corse*. Minéralogie. Université Pascal Paoli, 2006.

### Débat public éolien en mer 2023

#### Nature des fonds de la façade Méditerranée



Projection : RGF 1993 Lambert-93

#### Légende

- Zone d'étude Façade Méditerranée
- Délimitation maritime établie par un accord entre Etats
- Limite extérieure de la mer territoriale (12 M)

#### Sources

MTE : Limites EMR  
 Shom : Limites maritimes, cartographie des fonds marins  
 Fond de carte : OpenStreetMap (CC-BY-SA)

#### Faciès sédimentaires

<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> Roche</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: brown; margin-right: 5px;"></span> Cailloutis</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkbrown; margin-right: 5px;"></span> Cailloutis et graviers</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> Cailloutis et sables</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: olive; margin-right: 5px;"></span> Cailloutis et vases</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: orange; margin-right: 5px;"></span> Graviers</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkorange; margin-right: 5px;"></span> Graviers et cailloutis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightcoral; margin-right: 5px;"></span> Graviers et sables</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellowgreen; margin-right: 5px;"></span> Graviers et vases</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> Sables</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: gold; margin-right: 5px;"></span> Sables et cailloutis</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: orange; margin-right: 5px;"></span> Sables et graviers</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: olive; margin-right: 5px;"></span> Sables, graviers et vases</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> Sables et vases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: tan; margin-right: 5px;"></span> Sables et silts</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightyellow; margin-right: 5px;"></span> Sables fins</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; margin-right: 5px;"></span> Sables fins et cailloutis</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> Sables fins et vases</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightyellow; margin-right: 5px;"></span> Sables fins et silts</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></span> Vases</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> Vases et cailloutis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> Vases et graviers</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: teal; margin-right: 5px;"></span> Vases et sables</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; margin-right: 5px;"></span> Vases et sables fins</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightblue; margin-right: 5px;"></span> Silts</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgrey; margin-right: 5px;"></span> Silts argileux</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkgrey; margin-right: 5px;"></span> Argiles silteuses</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkblue; margin-right: 5px;"></span> Argiles</li> </ul>
---	---	---	--

Réalisation : Shom - Septembre 2023

Figure 3. Carte de nature des fonds de la façade Méditerranée (Shom, 2023).



## 4.2 Épaisseur de sédiments de la façade Méditerranée

Les sédiments du Golfe du Lion sont organisés selon une succession de couches superposées, avec les plus anciennes datant l'époque pré-Messinienne (~6 Ma). Ces couches sédimentaires peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Ainsi, il est probable que les épaisseurs post-Messinien cartographiées en **Figure 4** contiennent des sédiments indurés.

Dans la zone d'étude EMR, les épaisseurs des sédiments plio-quadernaires<sup>1</sup> augmentent en allant du nord au sud de la zone d'étude, variant de 0 mètre au nord à 22 mètres au sud, indiquant ainsi un épaississement des sédiments en direction du large. À l'est de la façade Méditerranée, les épaisseurs des sédiments sont généralement plus faibles, notamment autour de la Corse, où elles varient entre 0 et 10 mètres.

Les recherches portant sur les systèmes turbiditiques quadernaires du Golfe du Lion, telles que celles menées par Droz *et al.* en 2006<sup>2</sup> et Dennielou *et al.* en 2019<sup>3</sup>, ont mis en évidence l'existence de nombreux canyons sous-marins qui incisent le talus continental. Ils transportent d'importants volumes de sédiments depuis la côte jusqu'à la plaine abyssale, ce qui accroît significativement l'épaisseur des dépôts sédimentaires au-delà du plateau continental méditerranéen.

En Corse, le plateau continental oriental est plus large qu'à l'ouest de l'île (**Figure 4**) favorisant l'accumulation de matériel sédimentaire à l'est de la Corse. Les épaisseurs sédimentaires sont donc plus importantes à l'est de l'île.

Bien que la zone d'étude soit entièrement couverte par des données d'épaisseur des sédiments, l'échelle au millionième de la carte d'épaisseur des sédiments plio-quadernaires de Méditerranée (**Figure 4**), ne s'avère pas suffisante pour les décisions relatives à l'implantation d'éoliennes offshore. Ainsi, il est essentiel de réaliser des levés géophysiques complémentaires afin d'obtenir une analyse plus détaillée des dépôts sédimentaires au sein de la zone d'étude, incluant la caractérisation des structures internes et de la stratification des dépôts.

---

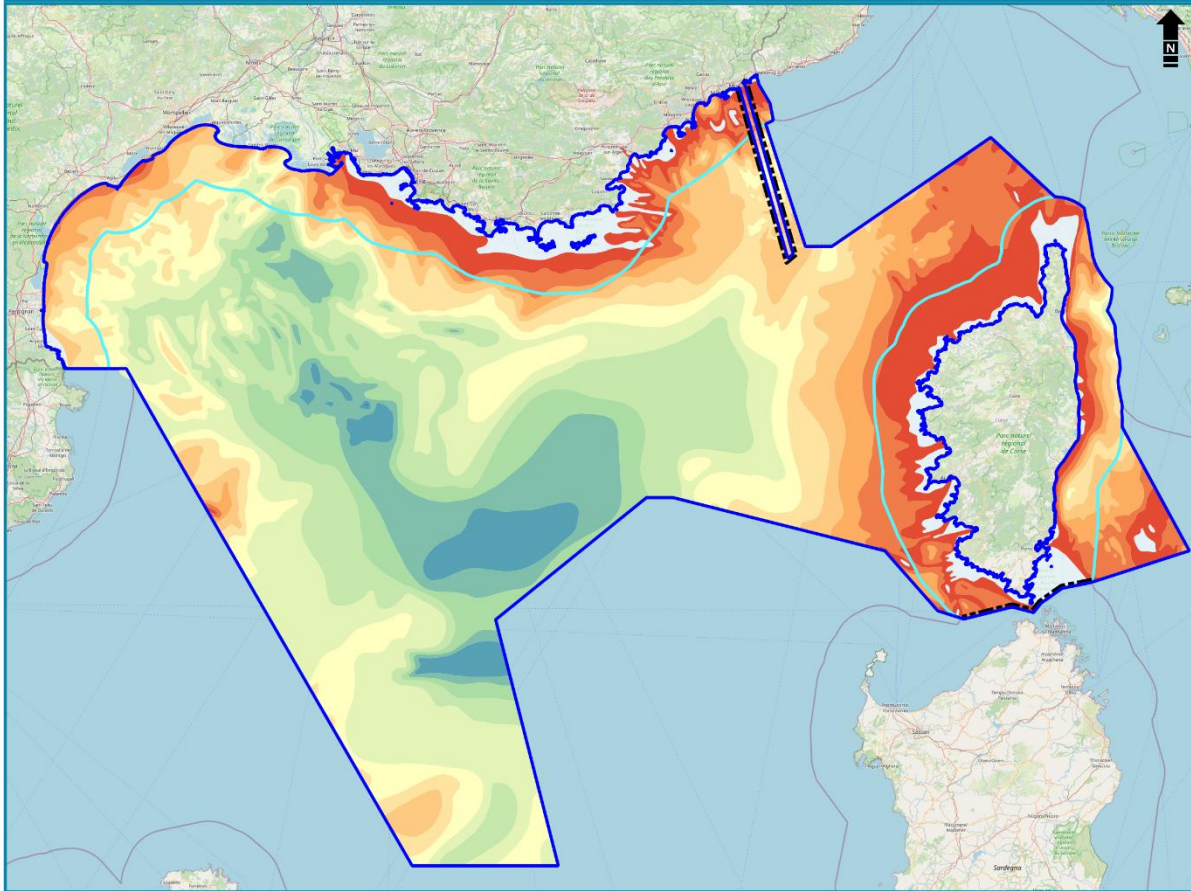
### Sources

- [1] Genesseeaux M. et Winnock E. (1993). Epaisseur des sédiments plio-quadernaires de Méditerranée. Commission océanographique intergouvernementale (UNESCO). IBCM Séries Glob-Géoph. Echelle 1 : 1.000.000. 10 feuilles. St Pétersbourg.
- [2] Droz, L., dos Reis, A.T., Rabineau, M. et al (2006). Quaternary turbidite systems on the northern margins of the Balearic Basin (Western Mediterranean): a synthesis. *Geo-Mar Lett* 26, 347–359.
- [3] Dennielou B., Jegou I., Droz L., Jouet G., Cattaneo A., Berné S., Aslanian D., Loubrieu B., Rabineau M., Bermell S. (2019). Major modification of sediment routing by a large Mass Transport Deposit in the Gulf of Lions (Western Mediterranean). *Marine Geology*, 411, 1-20.

## Débat public éolien en mer 2023

### Épaisseur sédimentaire de la façade Méditerranée

Projection : RGF 1993 Lambert-93



#### Légende

- Zone d'étude Façade Méditerranée
- Délimitation maritime établie par un accord entre Etats
- Limite extérieure de la mer territoriale (12 M)

0 25 50 75 km

0 15 30 45 NM

#### Épaisseurs sédimentaires (en dixièmes de seconde)

<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 0</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: orange; margin-right: 5px;"></span> 0 - 2</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f4a460; margin-right: 5px;"></span> 2 - 4</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f0c880; margin-right: 5px;"></span> 4 - 6</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f0e680; margin-right: 5px;"></span> 6 - 8</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff00; margin-right: 5px;"></span> 8 - 10</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #d4edda; margin-right: 5px;"></span> 10 - 12</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #c6e0b4; margin-right: 5px;"></span> 12 - 14</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #a6d89c; margin-right: 5px;"></span> 14 - 16</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #82c9a1; margin-right: 5px;"></span> 16 - 18</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #66c2da; margin-right: 5px;"></span> 18 - 20</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #41ab8d; margin-right: 5px;"></span> 20 - 22</li> </ul>
--	--

#### Sources

MTE : Limites EMR  
 Shom : Limites maritimes  
 UNESCO : Épaisseurs des sédiments plio-  
 quaternaires (Genesseaux L., Winnock E., 1993)  
 Fond de carte : OpenStreetMap (CC-BY-SA)

Réalisation : Shom - Septembre 2023

**Figure 4.** Carte des épaisseurs sédimentaires de la façade Méditerranée (Shom, 2023).

## 5. Hydrologie

La connaissance de l'hydrologie marine de la région repose sur l'analyse des données de température et de salinité de l'eau de mer, de la surface jusqu'au fond marin, collectées *in situ* par des navires océanographiques. Pour cette étude, les statistiques hydrologiques mondiales du GDEM (*Generalized Digital Environmental Model*) du NAVOCEANO (*Naval Oceanographic Office - USA*), ont été sélectionnées. Ces données font partie de la base de données NSODB V7.0 (NSODB : NATO Standard Oceanographic Data Base), une base de données de l'OTAN. Ces données sont présentées sous la forme de cartes montrant les isolignes de température et/ou de salinité pour les mois de février, mai, août et novembre, qui sont considérés comme représentatifs des saisons d'hiver, de printemps, d'été et d'automne. La carte présentée en **Figure 5**, fournit un exemple des isolignes de température en surface pour le mois de février à partir des données GDEM.

Le tableau ci-dessous (**Tableau 1**) synthétise les gammes de variations de la température et salinité, observées aux immersions caractéristiques 0, 20 et 80 m dans la zone d'étude pour les saisons d'hiver, de printemps, d'été et d'automne.

**Tableau 1.** Variations saisonnières de la température et de la salinité à la surface, 30 m et 80 m de profondeur.

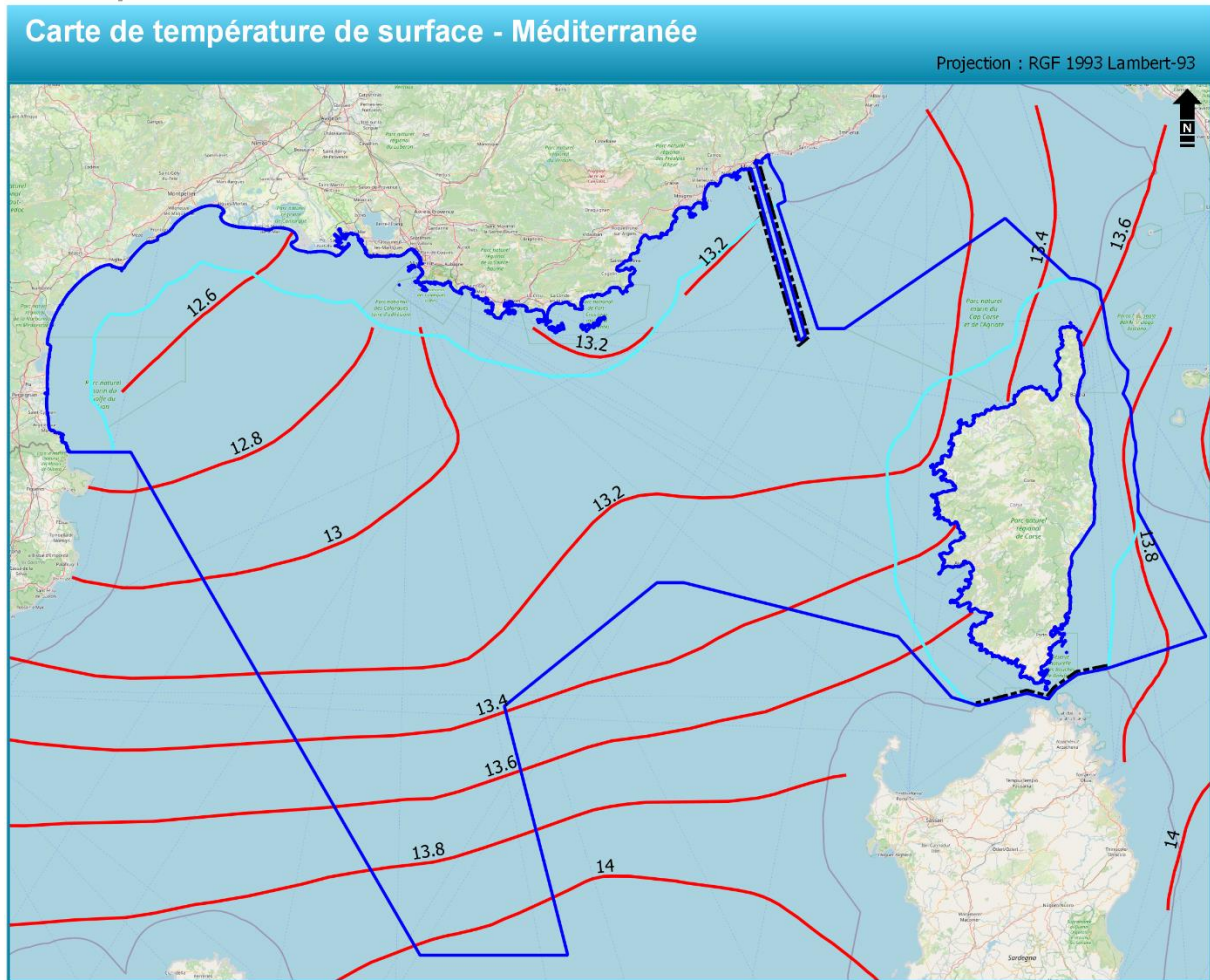
	Hiver - Février -	Printemps - Mai -	Été - Août -	Automne - Novembre -
Température de surface (°C)	13,12 – 13,17	16,78 – 16,88	21,68 – 22,38	17,00 – 17,06
Température à - 30 m (°C)	13,11 – 13,13	15,28 – 15,80	19,80 – 20,93	16,78 – 16,90
Température à - 80 m (°C)	13,07 – 13,10	13,30 – 13,32	13,39 – 13,86	13,80 – 14,07
Salinité de surface (psu)	38,17	37,96 – 38,10	37,83 – 38,10	37,91 – 38,03
Salinité à - 30 m (psu)	38,18 – 38,19	38,01 – 38,08	37,87 – 38,06	37,93 – 38,04
Salinité à - 80 m (psu)	38,28 – 38,30	38,19 – 38,20	38,16 – 38,20	38,13 – 38,22

De manière générale, les températures affichent des variations horizontales dans la zone d'étude, allant de 0,10 à 1,13°C. Si elles sont plutôt homogènes sur la colonne d'eau en hiver, des amplitudes de température assez importantes peuvent être observées sous l'effet du réchauffement de la couche de surface, particulièrement en été (variation de ~8°C entre la surface et 80 m de profondeur) et dans une moindre mesure en automne et au printemps (~3°C) (**Tableau 1**).

Les salinités suivent les mêmes tendances avec une variabilité horizontale jusqu'à 0,27 psu. Sur la verticale, les variations observées sont de ~0.16 psu en automne et hiver à ~0.19 psu en printemps et été (**Tableau 1**).

### Débat public éolien en mer 2023

### Carte de température de surface - Méditerranée



#### Légende

- Zone d'étude Façade Méditerranée
- Délimitation maritime établie par un accord entre Etats
- Limite extérieure de la mer territoriale (12 M)
- Température de surface (°C)

#### Sources

- MTE : Limites EMR
- Shom : Limites maritimes, isolignes des température des surface
- Fond de carte : OpenStreetMap (CC-BY-SA)



Réalisation : Shom - Septembre 2023

**Figure 5.** Carte des isolignes de température de surface pour le mois de février issues des données GDEM (Shom, 2023).

## 6. Courantologie

La façade maritime Méditerranée est sous l'influence d'un régime de courants généraux fortement influencé par les saisons et les conditions météorologiques changeantes (**Figure 6**).

### 6.1 Circulation générale et variabilité saisonnière

La Méditerranée est un bassin d'évaporation, dont le déficit est comblé par un afflux d'eaux en provenance de l'Atlantique qui s'engouffrent par le détroit de Gibraltar. Ces eaux relativement moins salées et donc moins denses que les eaux de la Méditerranée, circulent en surface dans le sens cyclonique du fait de la force de Coriolis dans les grands bassins. Cette circulation dans le bassin occidental est appelée le Courant Nord (CN) (**Figure 6** et **Figure 7**).

De la côte d'Azur au Golfe du Lion, le CN est guidé par la bathymétrie. En effet, il longe le talus continental d'est en ouest, de la mer Ligure à la mer Catalane en passant par le Golfe du Lion. La circulation générale autour des bassins ne suit pas exactement le profil du rivage, mais plutôt de cap en cap, ce qui génère des boucles de recirculation dans les baies et, par conséquent, des contre-courants. Le débit du CN varie au fil des saisons, oscillant entre 1 et 2 Sverdrup (Sv). En hiver, il crée une couche d'eau entre la surface et 400 m de profondeur et large de 30 km qui peut atteindre une vitesse de 1,6 nd le long du talus continental du Golfe du Lion. En été, la thermocline remonte et cette couche d'eau n'est plus que de 200 m de profondeur mais elle s'étend sur une largeur de 50 km. Sa vitesse se réduit et atteint son maximum de 1 nd près de la côte provençale où il n'y a pas de plateau continental ni de vents à cette saison pour pousser le CN vers le large. Lorsque les vents soufflent depuis la terre vers la mer, ils ont tendance à élargir le courant côtier vers le large et à réduire sa vitesse. En revanche, lorsque les vents soufflent depuis le large vers la terre, ils ont tendance à resserrer le courant côtier vers la côte et à augmenter sa vitesse. En hivers, la forte activité à méso échelle dans la zone forme des méandres ou des tourbillons de plusieurs kilomètres de rayon. Bien que le CN suive le talus continental du Golfe du Lion (**Figure 6**), il y a des intrusions nettes d'eau drainée par ce courant sur le plateau continental en trois emplacements spécifiques : à l'est, au centre et au sud-ouest, en fonction des vents ou des turbulences, souvent hivernales (**Figure 7**). Ces intrusions forment des courants entre 0,1 et 1,4 nd soit jusqu'à 30 % du flux du CN. En hiver, les convections induites par le Mistral et le Tramontane renforcent le CN et génèrent un courant de fond horizontal pouvant atteindre 1 nd à 2000 m de profondeur. De plus, La circulation est influencée par les apports fluviaux, notamment dans le Golfe du Lion, où le débit moyen du Rhône est de  $1\,700\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ , mais peut dépasser  $10\,000\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  lors de crues exceptionnelles. Par vent faible, les eaux moins denses s'écoulent en surface et forment un panache dirigé vers l'ouest par l'action de la force de Coriolis. A la limite du plateau continental, les courants de dérives peuvent évoluer en tourbillons. Le Mistral et la Tramontane provoquent une circulation anticyclonique au nord et une circulation cyclonique à l'ouest du plateau, avec des tourbillons atteignant quelques dizaines de kilomètres de diamètre (**Figure 7**). L'été, un tourbillon anticyclonique se développe dans la partie Ouest du golfe sur plusieurs semaines, associés aux coups de vents de Mistral, tandis que de plus petits tourbillons anticycloniques, d'une durée de vie de quelques heures à quelques jours, se forment à l'est du plateau, avec un diamètre de 10 à 40 km.

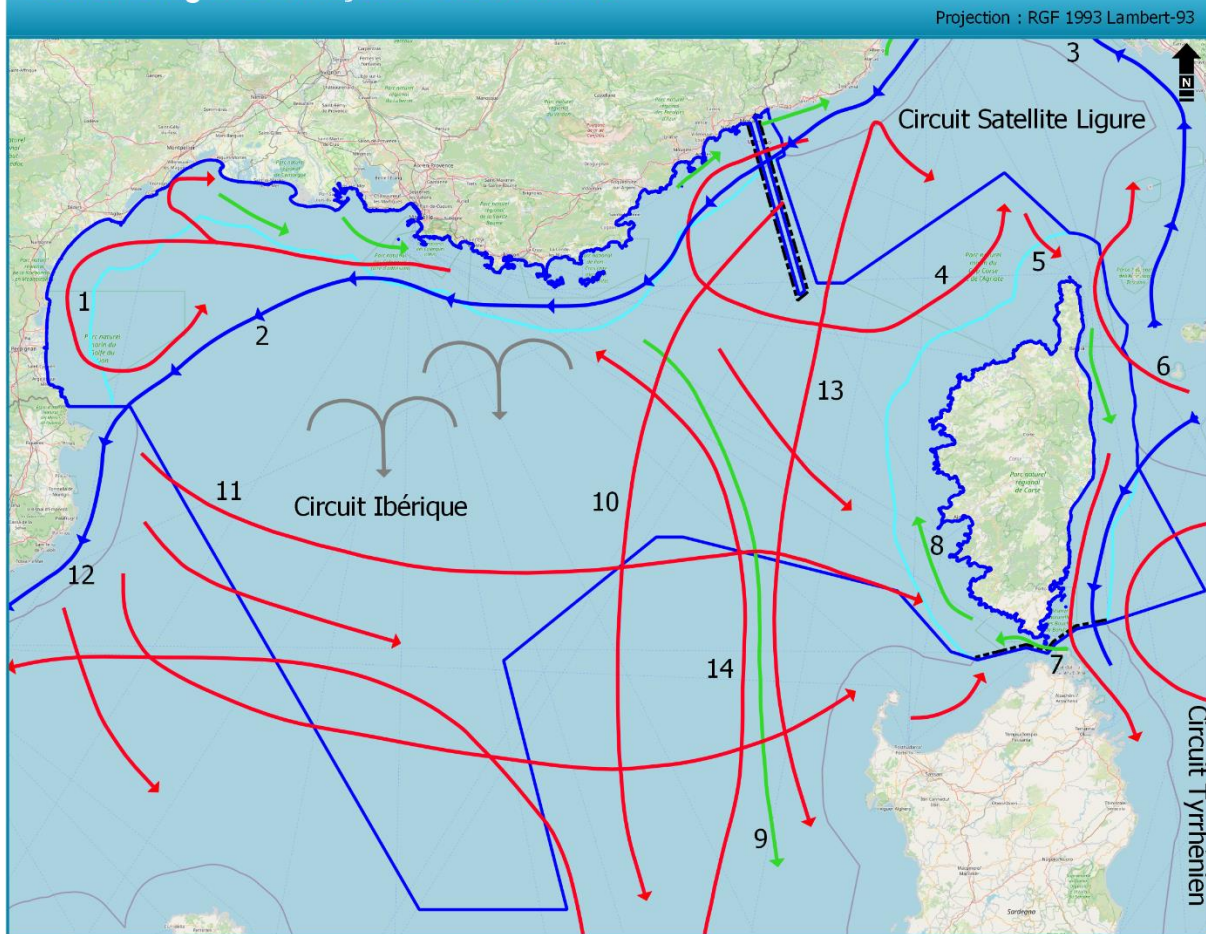
Au niveau de la Corse, le CN se dirige en moyenne vers le nord, avec un débit moyen de 0,5 Sverdrup. Son débit est maximal en hiver et minimal en été. Au large de la côte sud-est, les eaux levantines intermédiaires (LIW) s'écoulent vers le sud en profondeur tandis qu'en surface, un contre-courant longe la côte vers le sud (**Figure 6**). A l'est du détroit de Bonifacio, les vents d'ouest sont canalisés et intensifiés. Ils induisent une circulation cyclonique au nord en formant une zone d'eau plus froide et productive. Au nord de l'île, la jonction des courants d'est et d'ouest de la Corse donne naissance au Courant Nord – Liguro-Provençal qui s'accompagne d'instabilités pouvant générer localement des tourbillons.

### 6.2 Les courants de marée

Les courants associés à la marée astronomique sont généralement faibles et insignifiants par rapport aux courants de dérive générés par le vent, en raison de la faible connexion de la Méditerranée à l'Atlantique et de la largeur réduite des plateaux continentaux. Ils peuvent néanmoins atteindre des vitesses importantes dans les détroits, les zones peu profondes et les canaux, tel que dans le canal Caronte et ses chenaux d'accès où la vitesse du courant de marée peut atteindre 3 nds. D'autres configurations côtières peuvent exacerber ces courants, comme lors de la vidange de l'Étang de Thau qui génère un courant pouvant atteindre des vitesses de 1 à 4 nds.

Débat public éolien en mer 2023

Courantologie de la façade Méditerranée



Légende

- Zone d'étude Façade Méditerranée
- Délimitation maritime établie par un accord entre Etats
- Limite extérieure de la mer territoriale (12 M)

Courants

- Courants de dérive dépressionnaires
- Courants de dérive anticycloniques
- ↔ Courants de densité permanents
- Zone de convection hivernale

0 25 50 75 km 0 15 30 45 NM

Sources

MTE : Limites EMR  
 Shom : Limites maritimes, courants  
 Fond de carte : OpenStreetMap (CC-BY-SA)

- 1 - Courant de dérive par vent de nord-est (hiver), 24-28 M par jour.
- 2 - Courant permanent, 36 M par jour ; 48 M par jour par vent d'est.
- 3 - Courant permanent 24 M par jour ; 48 à 60 M par vent d'est.
- 4 - Courant de dérive par vent de nord-ouest (printemps et automne), 7,2 à 36 M par jour.
- 5 - Courant de dérive par vent de nord, 48 M par jour.
- 6 - Courant de dérive par vent de sud-ouest (hiver), 14,5 à 19 M par jour.
- 7 - Courant de dérive par vent de nord-est, 5 à 14,5 M par jour.
- 8 - Courant de dérive par vent de nord-ouest, 48 M par jour (portant à l'est) ; par vent d'est, 60 à 72 M par jour (portant à l'ouest) ; par vent d'ouest, 96 M par jour (portant à l'est).
- 9 - Courant de dérive par vent de nord-est, 2,5 à 12 M par jour (été et automne).
- 10 - Courant de dérive par vent de nord (automne et hiver), 5 à 19 M par jour.
- 11 - Courant de dérive par vent de nord-ouest (hiver et printemps), 10 à 14,5 M par jour.
- 12 - Courant permanent, 18M par jour.
- 13 - Courant de dérive par vent de nord-est (automne et hiver), 48 à 60 M par jour.
- 14 - Courant de dérive par vent de sud-ouest (automne et hiver).

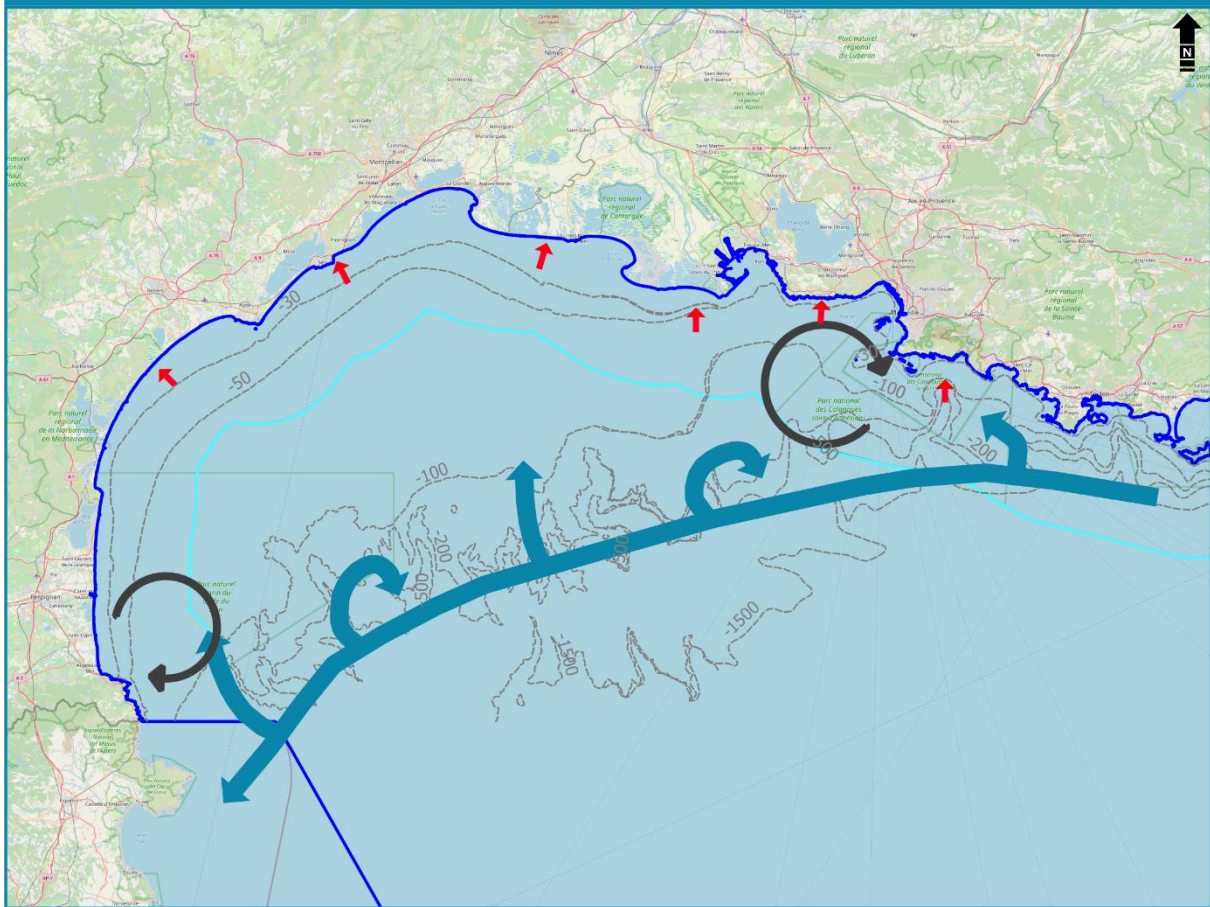
Réalisation : Shom - Septembre 2023

Figure 6. Carte de la circulation générale de la façade Méditerranée et de sa variabilité saisonnière (Shom, 2023).

## Débat public éolien en mer 2023

### Courantologie dans le golfe du Lion - Méditerranée

Projection : RGF 1993 Lambert-93



#### Légende

- Zone d'étude Façade Méditerranée
- Délimitation maritime établie par un accord entre Etats
- Limite extérieure de la mer territoriale (12 M)
- Isobathes

#### Courants

- Courant Nord et intrusions
- Structures tourbillonnaires temporaires
- Zones d'upwelling

0 25 50 75 km

0 15 30 45 NM

#### Sources

MTE : Limites EMR  
 Shom : Limites maritimes, isobathes, courants  
 Fond de carte : OpenStreetMap (CC-BY-SA)

Réalisation : Shom - Septembre 2023

**Figure 7.** Cartes des courant d'intrusions, des structure tourbillonnaires temporaires et des zones d'upwelling dans le Golfe du Lion (Shom, 2023).

Les prévisions de courants générées par le modèle HYCOM3D (Hybrid Coordinate Ocean Model), développé par le Shom, sont disponibles quotidiennement via le site [www.data.shom.fr](http://www.data.shom.fr).

## 7. Marée et niveaux extrêmes

En Méditerranée, les marées astronomiques sont de type diurne à inégalité diurne mais restent faibles avec un marnage de dépassant pas 0,3 m. Pour cette façade maritime, les effets de la marée météorologique prédominent, en particulier lors des périodes de morte-eau, au point de souvent masquer la marée astronomique. Près de la côte, la mer monte en cas de vent soufflant du sud-est et descend en cas de vent venant du nord-ouest. Cette marée météorologique est amplifiée lorsque le plateau continental est large. Lors de tempêtes violentes provenant du sud-est, la surélévation des eaux au-dessus du niveau moyen peut dépasser 1 m, et exceptionnellement atteindre 1,5 m, entraînant des risques d'inondations des zones portuaires. À l'inverse, par vent de nord-ouest, l'abaissement des eaux peut atteindre jusqu'à 0,5 mètre en dessous du niveau moyen.

L'analyse statistique des surcotes et des décotes permet de déterminer les niveaux extrêmes atteints par la mer, en les associant à une période de retour. Pour une période de retour de 100 ans, la **Figure 8 (A)** présente les niveaux extrêmes de pleine mer pour la façade Méditerranée calculés selon le modèle statistique se basant sur la loi de Pareto Généralisée (GPD) et la **Figure 8 (B)** ceux calculés selon le modèle statistique se basant sur une loi exponentielle (EXP). Elle se base sur des mesures marégraphiques réalisées dans les ports de Port-Vendres, Sète, Fos-sur-Mer, Marseille, Toulon, La Figueirette, Nice, Monaco, Ajaccio, Centuri et Solenzara. Ces données sont issues d'un partenariat Shom/Cerema et sont disponibles en ligne<sup>1</sup>. Le Shom met également à disposition du public ses prévisions de surcotes et des décotes modélisées dans le cadre de la vigilance vagues/submersion en partenariat avec Météo-France<sup>2</sup>.

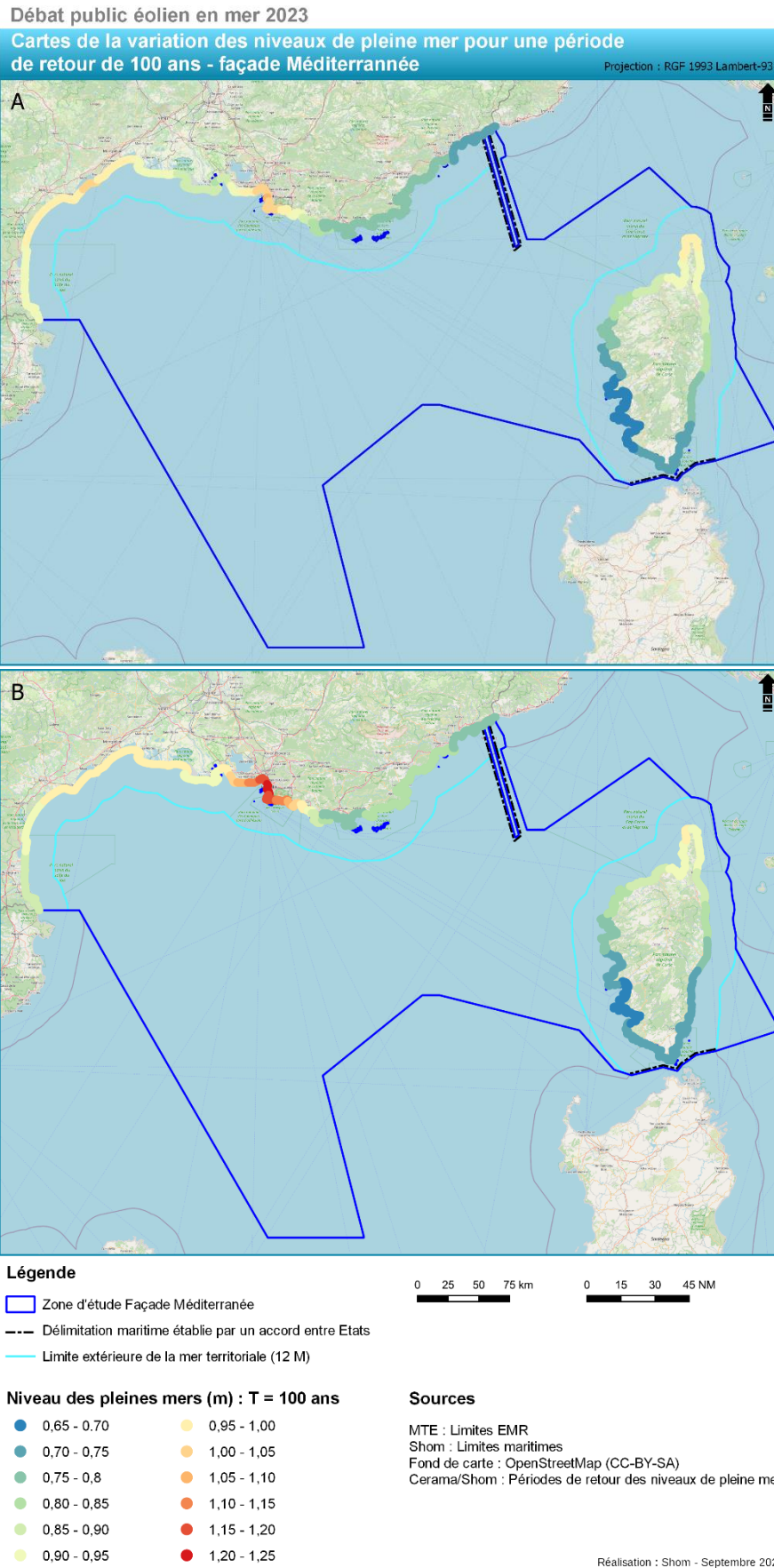
---

### Sources

[1] <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/593562/estimation-des-valeurs-extremes-de-niveau-d-eau-littoral-metropolitain> (Shom/Cerema).

[2] [www.data.shom.fr](http://www.data.shom.fr) – Projet HOMONIM.





**Figure 8.** Cartes de la variation des niveaux des pleines mers pour une période de retour (T) de 100 ans, le long du littoral selon les modèles statistiques GPD (A) et EXP (B) (Cerema/Shom, 2023).

## 8. États de mer

La topographie distinctive du sud de la France génère régulièrement des accélérations de vents terrestres intenses et localisés, tels que la Tramontane (provenant du nord-ouest, longeant les Pyrénées et le sud du Massif Central) et le Mistral (venant du Nord, s'engouffrant dans la vallée du Rhône, entre les Alpes et le Massif Central). Ces vents peuvent atteindre des vitesses considérables, avec des rafales pouvant aller jusqu'à  $60 \text{ m.s}^{-1}$ . Dans la façade Méditerranée, ces vents de terre favorisent la formation de mers de vent énergétiques en provenance des secteurs ouest à nord. Ces mers de vent sont relativement jeunes en raison d'un fetch court. La façade maritime est également occasionnellement affectée par de violentes tempêtes hivernales provenant du large (secteur du sud à l'est) qui s'accompagnent de fortes vagues. De plus, en raison de son emplacement géographique, la zone est exposée à de faibles houles en provenance de la Méditerranée (secteur est à sud-ouest).

Cette étude se limite à l'analyse de la connaissance préalable en utilisant les résultats préexistants d'un modèle numérique, issu du Lot 5 de l'AO6 (T5.H1). Le rejeu d'état de mer couvre une période de 20 ans (2003-2020), avec des résultats horaires. Il repose sur un modèle spectral d'état de la mer, le WAVEWATCH III® version 6.07.1 (Tolman and the WAVEWATCHIII® Development Group, 2019), et utilise une grille de calcul non structurée. Cette grille présente une résolution spatiale qui varie de 10 km aux limites du domaine et s'affine progressivement pour atteindre environ 200 m de résolution près de la côte. Ce modèle, incluant des caractéristiques telles que la bathymétrie, les données de vent, de marée, de courants, ainsi que des paramètres physiques et numériques, a été validé en utilisant des données altimétriques et des bouées houlographes. Les détails complets sont fournis dans le rapport d'étude T5.H1 de l'Appel d'Offre AO6.

Les cartes présentées dans cette section et en **Annexe II** utilisent les données modélisées qui offrent l'avantage de décrire le spectre directionnel des vagues uniformément et sur une période suffisamment longue pour caractériser les conditions maximales, moyennes et saisonnières de l'état de la mer de la façade Méditerranée.

La **Figure 9** illustre les hauteurs significatives des vagues et leurs directions moyennes sur la période 2003-2022 pour les conditions d'états de mer prises dans leur ensemble. La hauteur significative moyenne des vagues présente une variation spatiale décroissante du nord vers le sud, c'est-à-dire du large vers la côte. La provenance moyenne des vagues est le nord-ouest (**Figure 9**).

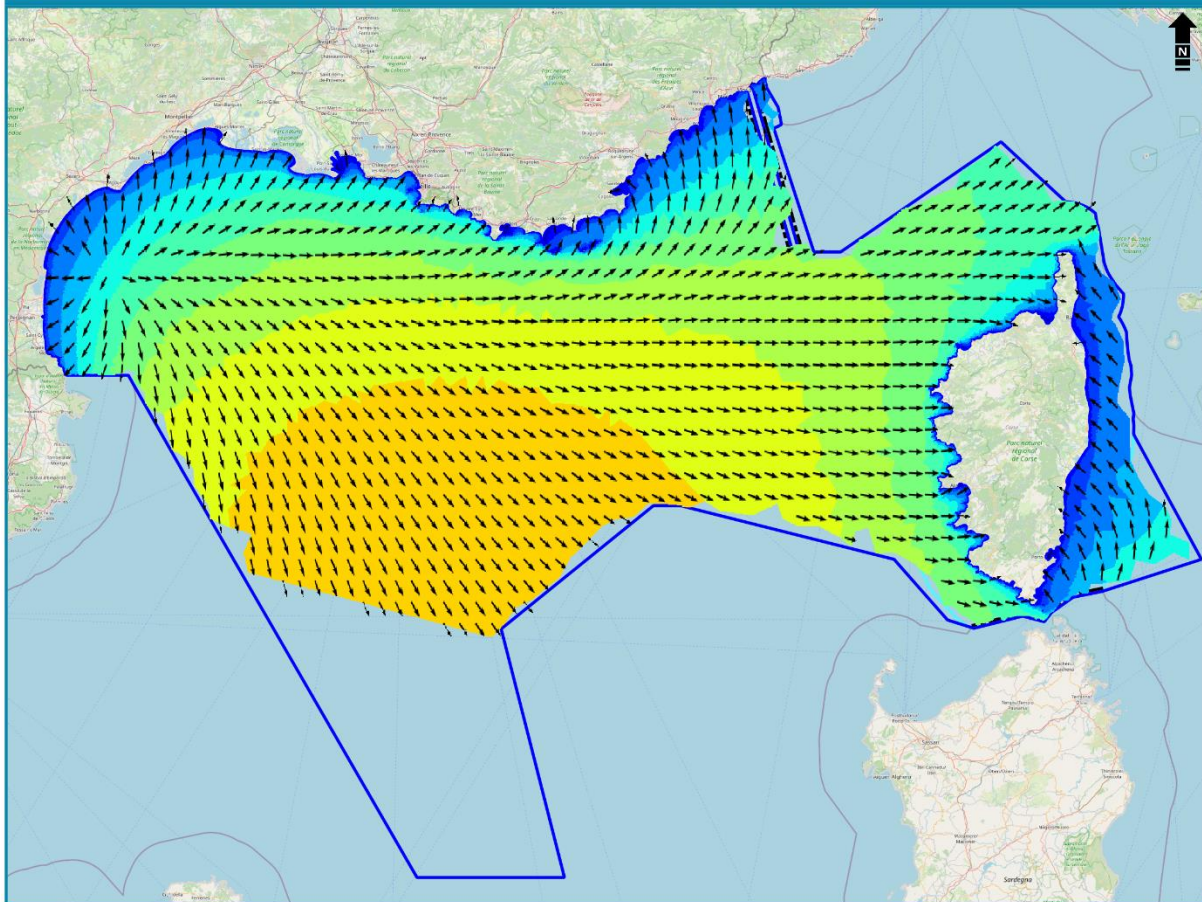
La **Figure 10** présentées en **Annexe II** met en évidence un cycle saisonnier marqué, caractérisé par des hauteurs significatives plus faibles pendant l'été et plus élevées en hiver. La **Figure 11 (Annexe II)** montre les hauteurs significatives maximales atteintes entre 2003 et 2022 (~11 m).

Dans l'ensemble, la taille des vagues diminue à mesure que la profondeur diminue. Cette diminution est principalement due à la dissipation des vagues par frottement sur le fond et par le déferlement en eau peu profonde. La réfraction bathymétrique constitue également un processus affectant les états de mer en zone côtière pouvant concentrer l'énergie des vagues autour des caps ou la disperser dans les baies. La marée affecte également les états de mer car les variations du niveau d'eau peuvent influencer la hauteur et la période des vagues, tandis que les zones à forts courants de marée peuvent modifier les propriétés des vagues.

### Débat public éolien en mer 2023

#### Hauteurs significatives et directions moyennes des vagues modélisées sur la période 2003 - 2022

Projection : RGF 1993 Lambert-93



#### Légende

- Zone d'étude façade Méditerranée
- Délimitation maritime établie par un accord entre Etats
- Limite extérieure de la mer territoriale (12 M)

#### Hauteur significative moyenne (m)



#### Sources

MTE : Limites EMR  
 Shom : Limites maritimes, hauteur significative et direction des vagues  
 Fond de carte : OpenStreetMap (CC-BY-SA)

Réalisation : Shom - Septembre 2023

Figure 9. Hauteurs significatives et directions moyennes des vagues modélisées sur la période 1979-2022 (Shom, 2023).

## Annexes

### 1. Glossaire

**Amplitude du courant** : vitesse maximum au cours d'un cycle de marée.

**Circulation thermohaline** : appelée aussi circulation océanique profonde, est la circulation océanique engendrée par les différences de densité de l'eau de mer, à l'origine de courants marins de profondeur. Ces différences de densité proviennent des écarts de température et de salinité des masses d'eau. À l'échelle de la planète, la circulation océanique de surface et la circulation océanique profonde forment une immense boucle de circulation que l'on nomme boucle thermohaline à l'origine d'un grand cycle qui brasse les eaux et convoie la chaleur à l'échelle de chaque hémisphère du globe.

**Courant de dérive** : courant généré par le vent.

**Courant de flot ou flot** : courant accompagnant la marée montante.

**Courant de jusant ou jusant** : courant accompagnant la marée descendante.

**Courant de marée** : composante horizontale de l'action gravitationnelle de la lune et du soleil.

**Courant de marée alternatif** : le flot a, pendant toute sa durée, une direction à peu près constante qui est à l'opposé du jusant. Dans les zones de courants forts, le courant de marée est majoritairement alternatif, de ce fait le courant le plus fort est celui de la mi-marée.

**Courant de marée giratoire** : la direction du courant change progressivement tout au long de la marée tout en variant en force.

**Courant de pente** : courant généré par la pente de la surface libre, hors de l'action de la marée.

**Courants radiationnels** : (anglicisme) par opposition aux courants gravitationnels, eux sont issus de l'action radiationnelle du soleil.

**Courant sagittal** : aussi appelé courant d'arrachement, il s'agit d'un fort courant de retour qui entraîne en direction du large les eaux apportées par les grosses vagues qui se brisent sur les plages (par exemple les barres-bâines. Ce courant peut être accentué par la marée descendante

**Cycle de vives eaux/mortes eaux** : la morte-eau se dit d'une marée de faible amplitude. Morte-eau s'oppose à vive-eau. Les mortes eaux ont lieu lorsque les positions de la Lune, la Terre et le soleil forment un angle droit (90°). Dans ce cas, les effets de l'attraction gravitationnelle lunaire et solaire est contrecarrée et la marée haute est plus faible en hauteur que d'habitude. La vive-eau est une période d'une marée de forte amplitude. Au cours des vives eaux, après une période de revif, le marnage et les courants de marée sont plus importants. Ce cycle a une période d'environ 14 jours.

**Dérive de Stokes** : la dérive de Stokes est le mouvement de transport de matière associé à la propagation d'une onde dans un milieu matériel. Point de vue Lagrangien : « une particule d'eau sur la crête d'une vague se déplace un peu plus rapidement et en sens opposé que lorsqu'elle se retrouve dans un creux quelques secondes plus tard. En suivant les particules au cours ce déplacement oscillant, on observe donc un déplacement moyen dans le sens de propagation. »

**Dérive littorale** : courant créé dans l'eau en bordure immédiate du trait de côte par l'apport d'eau des vagues obliques.

**Dérive Nord Atlantique** : courant océanique chaud et puissant qui prolonge le Gulf Stream vers le nord-est. Elle se sépare en deux à l'ouest de l'Irlande. Une des branches (le courant des Canaries) va vers le sud tandis que l'autre continue le long des côtes du nord-ouest de l'Europe où il a une influence considérable sur le climat en le réchauffant. D'autres branches incluent le courant d'Irminger et le courant norvégien. À

l'origine, c'est une extension du Gulf Stream qui va encore plus loin vers le nord et se jette dans l'Océan Arctique.

**Etale ou renverse** : instant durant lequel le courant est nul car la marée s'inverse.

**Fetch** : étendue de la zone maritime où le vent exerce son action pour générer des vagues.

**Gulf Stream** : courant océanique chaud de surface qui prend sa source entre la Floride et les Bahamas, le long de la côte est des États-Unis et se disperse dans l'océan Atlantique quelque part au large de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve tout en se prolongeant par d'autres courants marins. Il constitue une portion du gyre de l'Atlantique Nord.

**Jet côtier** : courant rapide, confiné le long de la côte et généré par le vent.

**Marée semi-diurne** : 2 marées haute et 2 marées basses en 24 heures. Il est expliqué par le passage de la Lune au méridien du lieu puis à opposition, les composantes diurnes sont négligeables.

**Marnage** : différence de hauteur d'eau entre une pleine mer et une basse mer consécutive.

**Plomb de sonde** : désigne une masse utilisée dans les systèmes de mesure de profondeur en milieu aquatique. Il est souvent attaché à un câble ou à une ligne de mesure et est plongé dans l'eau pour déterminer la profondeur.

**Résiduel de marée** : composante permanente des courants de marée, liée à la dérive de Stokes provoquée par les frottements sur le fond générés lors de la propagation de l'onde de marée.

**Surcote/décote** : désigne la différence entre le niveau marin observé et le niveau marin qui existerait en tenant compte uniquement de la marée astronomique seule (hauteur prédite). Lorsque cet écart est positif, on parle de surcote, tandis que s'il est négatif, on parle de décote.

**Sverdrup** : Le sverdrup (de symbole Sv ou plus rarement S) est une unité de débit volumique. Un sverdrup représente un million de mètres cubes par seconde, ou encore un hectomètre cube par seconde. Autrement dit, 1 Sv vaut  $10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

**Vent d'afflux** : vent entraînant les eaux vers la côte et pouvant donc engendrer une surcote.

**Upwelling** : phénomène océanographique qui se produit lorsque de forts vents marins (généralement des vents saisonniers) poussent l'eau de surface des océans, laissant ainsi un vide où peuvent remonter les eaux de fond et avec elles une quantité importante de nutriments.

## 2. Cartes houle

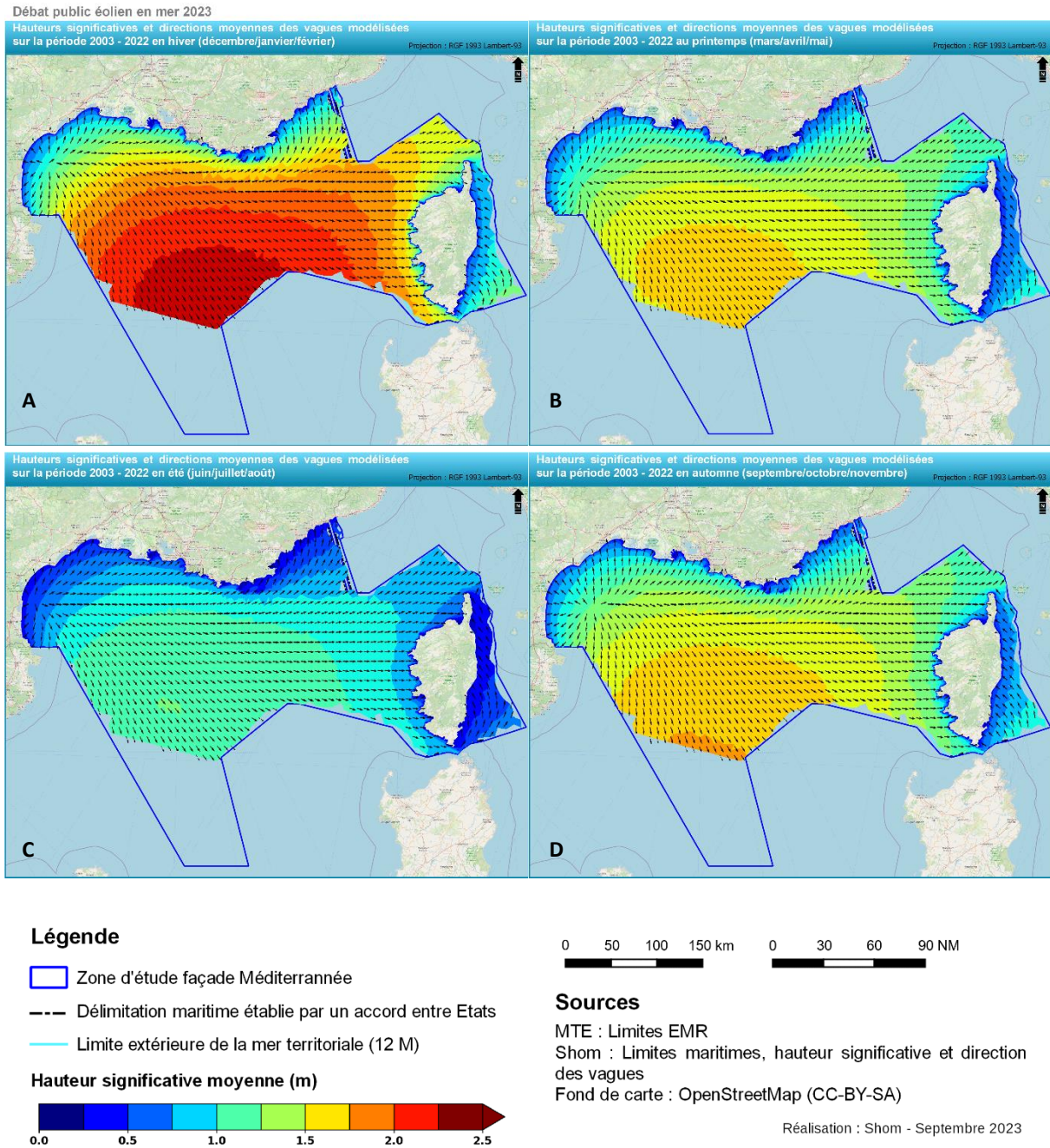
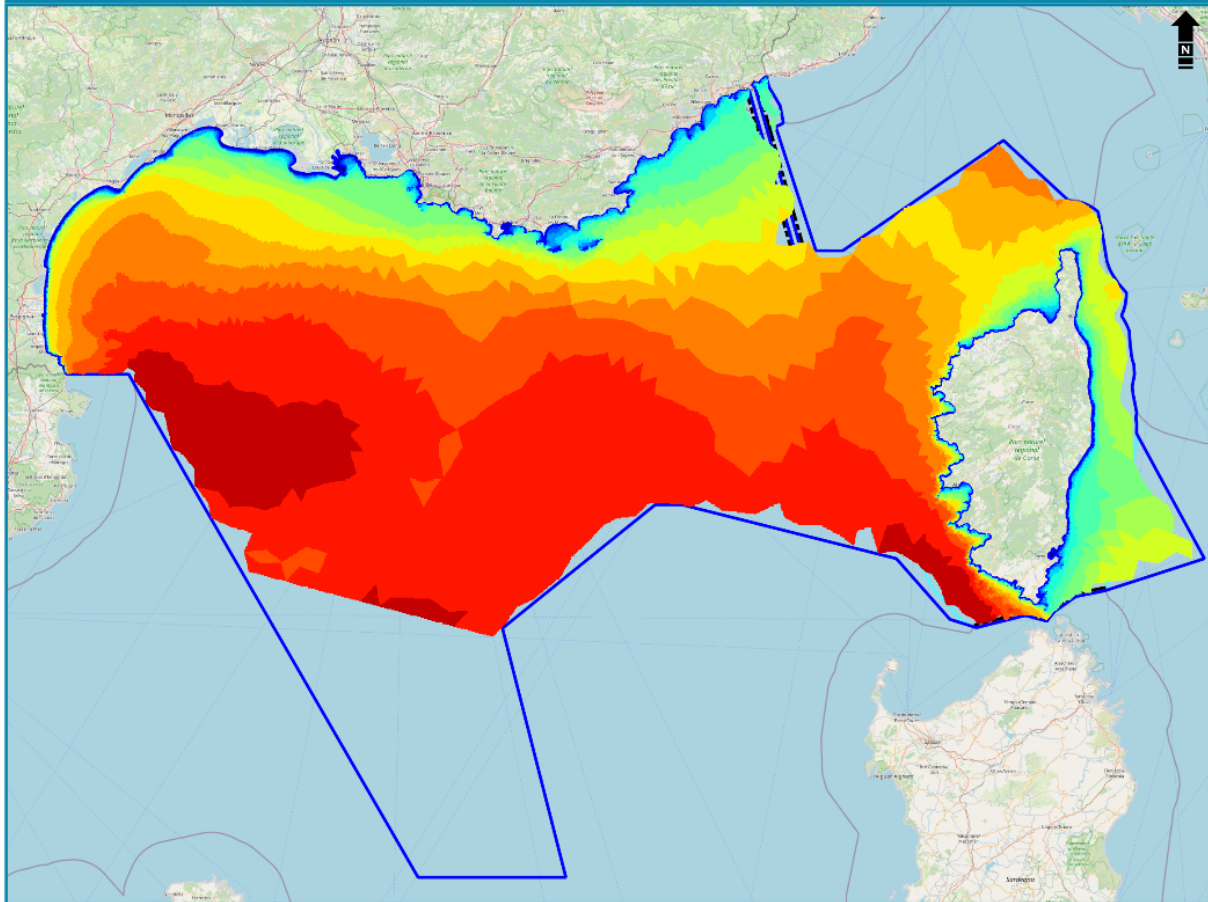


Figure 10. Hauteurs significatives et directions moyennes des vagues modélisées sur la période 1979-2022 en hiver (A), au printemps (B), en été (C) et en automne (D) (Shom, 2023).

### Débat public éolien en mer 2023

Hauteurs significatives maximales des vagues modélisées sur la période 2003 - 2022

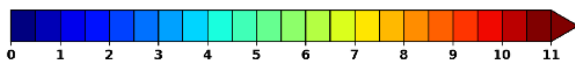
Projection : RGF 1993 Lambert-93



#### Légende

- Zone d'étude façade Méditerranée
- Délimitation maritime établie par un accord entre Etats
- Limite extérieure de la mer territoriale (12 M)

#### Hauteurs significatives maximales (m)



0 25 50 75 km      0 15 30 45 NM

#### Sources

MTE : Limites EMR  
 Shom : Limites maritimes, hauteur significative  
 Fond de carte : OpenStreetMap (CC-BY-SA)

Réalisation : Shom - Septembre 2023

Figure 11. Hauteurs significatives maximales des vagues modélisées sur la période 1979-2022 (Shom, 2023).