

FICHE
RÉSUMÉE

Synthèse cartographique sur l'environnement pour la planification de l'éolien en mer

Messages clés

Cette fiche présente les résultats de la synthèse cartographique sur l'environnement pour la planification de l'éolien en mer sur la façade Méditerranée, en particulier :

- La méthode de spatialisation des enjeux environnementaux et de leur sensibilité à l'éolien en mer,
- Les cartes de sensibilité à l'éolien en mer pour les habitats benthiques (des fonds marins), l'avifaune (oiseaux) marine, les cétacés,
- Une analyse commentée de ces cartes.

L'ensemble du rapport d'étude est accessible via le lien suivant : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2024-03/20240319_RapportMED_vF.pdf

L'État a fait appel à Créocéan, bureau d'études spécialiste du milieu marin, et Cohabys, cellule de l'Université de La Rochelle, pour réaliser une synthèse cartographique sur l'environnement pour la planification de l'éolien en mer en Méditerranée. Le rapport d'étude est accessible au lien suivant : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2024-03/20240319_RapportMED_vF.pdf. Le rapport d'étude a fait l'objet d'une relecture par les établissements publics compétents : l'Office français de la biodiversité (OFB) et le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema). La méthode de cartographie a également été présentée aux membres des conseils scientifiques de façade.

Cette étude ne constitue pas une évaluation environnementale des projets éoliens en mer en Méditerranée mais vise à présenter, à travers une série de cartes, des analyses spatialisées des enjeux environnementaux et de leur sensibilité à l'installation de projets éoliens en mer sur la façade. Elle vise à rendre public une information robuste pour permettre d'éclairer le choix des futures zones de développement de parcs éoliens en mer sur la façade.

La [fiche 41](#) présente par ailleurs les impacts génériques connus de l'éolien en mer sur l'environnement. La [fiche 42](#) présente la démarche de l'évaluation environnementale et la séquence « éviter, réduire, compenser » avec des exemples de mesures mises en œuvre sur les projets éoliens en mer pour limiter leurs impacts. Les [synthèses sur l'évaluation du bon état écologique](#) dressent un état écologique du milieu marin sur la façade.

1. Méthode globale de spatialisation

Des campagnes d'études en mer et des modélisations ont permis de recenser et de géolocaliser un nombre suffisamment important d'espèces et d'habitats en mer, permettant de réaliser une série de cartographies sur les compartiments suivants :

- Les habitats benthiques (c'est-à-dire les habitats du fond marin comme les roches et substrats durs ou les herbiers de Posidonie)
- L'avifaune marine (les oiseaux marins)
- Les cétacés (dauphins, rorquals...)
- Les tortues marines.

Les données issues de ces études en mer sont collectées et cartographiées sur l'ensemble des façades maritimes françaises pour obtenir des **cartes de distribution** des espèces et des **cartes de synthèse des habitats**

benthiques présents, selon une typologie harmonisée. À noter que l'ichtyofaune (poissons) et les méga-invertébrés (mollusques, crustacés et invertébrés benthiques) ne sont pas traités dans l'étude en raison de délais de traitement de données incompatibles avec le calendrier du débat. Ce compartiment – ainsi que les autres cités précédemment – seront toutefois bien traités dans l'EES des documents stratégiques de façade.

Des **cartes d'enjeu** sont réalisées sur la base des cartes de distribution des espèces ou de synthèse des habitats. L'enjeu traduit les préoccupations patrimoniales « intrinsèques » relatives aux espèces et habitats en présence. Les cartes d'enjeu doivent permettre de faire ressortir les secteurs sur lesquels on trouve des espèces et habitats à forte valeur patrimoniale.

Pour cela, une note d'enjeu est attribuée aux espèces et aux habitats en présence. Cette note prend notamment en compte :

- la vulnérabilité de l'espèce ou de l'habitat concerné (état de conservation évalué par l'UICN). À noter que cette évaluation est faite à différentes échelles par l'UICN (mondiale, européenne, nationale), et une espèce peut donc avoir différents statuts de conservation selon l'échelle retenue. Pour les analyses réalisées dans la présente étude, c'est systématiquement le statut le plus défavorable qui est retenu dans une approche de précaution.
- pour l'avifaune et les mammifères marins la représentativité sur la zone étudiée ; c'est-à-dire, le fait que l'espèce soit plus ou moins présente sur la zone par rapport à sa présence nationale.

Par exemple, les habitats de roche et substrats durs infralittoraux (dans la frange du littoral complètement immergée) sont considérés comme un habitat à fort enjeu auquel on attribue une note maximale en raison de leur vulnérabilité (en danger en Europe).

Des **cartes de sensibilité** à l'éolien en mer sont ensuite réalisées à partir des cartes d'enjeu. La sensibilité traduit le risque de perdre ou de dégrader les espèces et les habitats présents de manière temporaire ou permanente, si l'on développe un parc éolien en mer et des ouvrages de raccordement en mer. La sensibilité prend en compte la résistance et la résilience des espèces ou des habitats aux pressions. Pour chaque compartiment, on identifie les principales pressions générées par l'éolien en mer et les raccordements, et on évalue la sensibilité de chaque espèce et de chaque habitat à chacune des pressions auxquelles il peut être soumis. Les cartes de sensibilité permettent de mettre en avant les secteurs sur lesquels on trouve des espèces ou des habitats susceptibles d'être plus fortement impactés par des éoliennes en mer et/ou leur raccordement. Pour cela, une note de sensibilité est attribuée aux espèces et habitats dans les cartes. Par exemple les plongeurs (famille d'oiseaux marins) sont considérés comme fortement sensibles à l'éolien (note de 5 sur 5). C'est en effet une espèce particulièrement sensible au dérangement et à la perte d'habitat qui peuvent être générés par un parc éolien en mer.

On agrège les sensibilités aux différentes pressions pour chaque espèce ou habitat afin d'obtenir une carte unique de sensibilité à l'ensemble des pressions. Pour ce faire, on retient, pour chaque espèce ou habitat, la valeur maximale de la sensibilité dans une approche de précaution. Ainsi, si un habitat est plus sensible à l'abrasion (usure par frottement généré par l'installation d'éoliennes en mer et de leur raccordement) qu'aux autres pressions de l'éolien en mer, c'est la valeur de sensibilité à l'abrasion qui sera retenue pour la carte agrégée.

À noter :

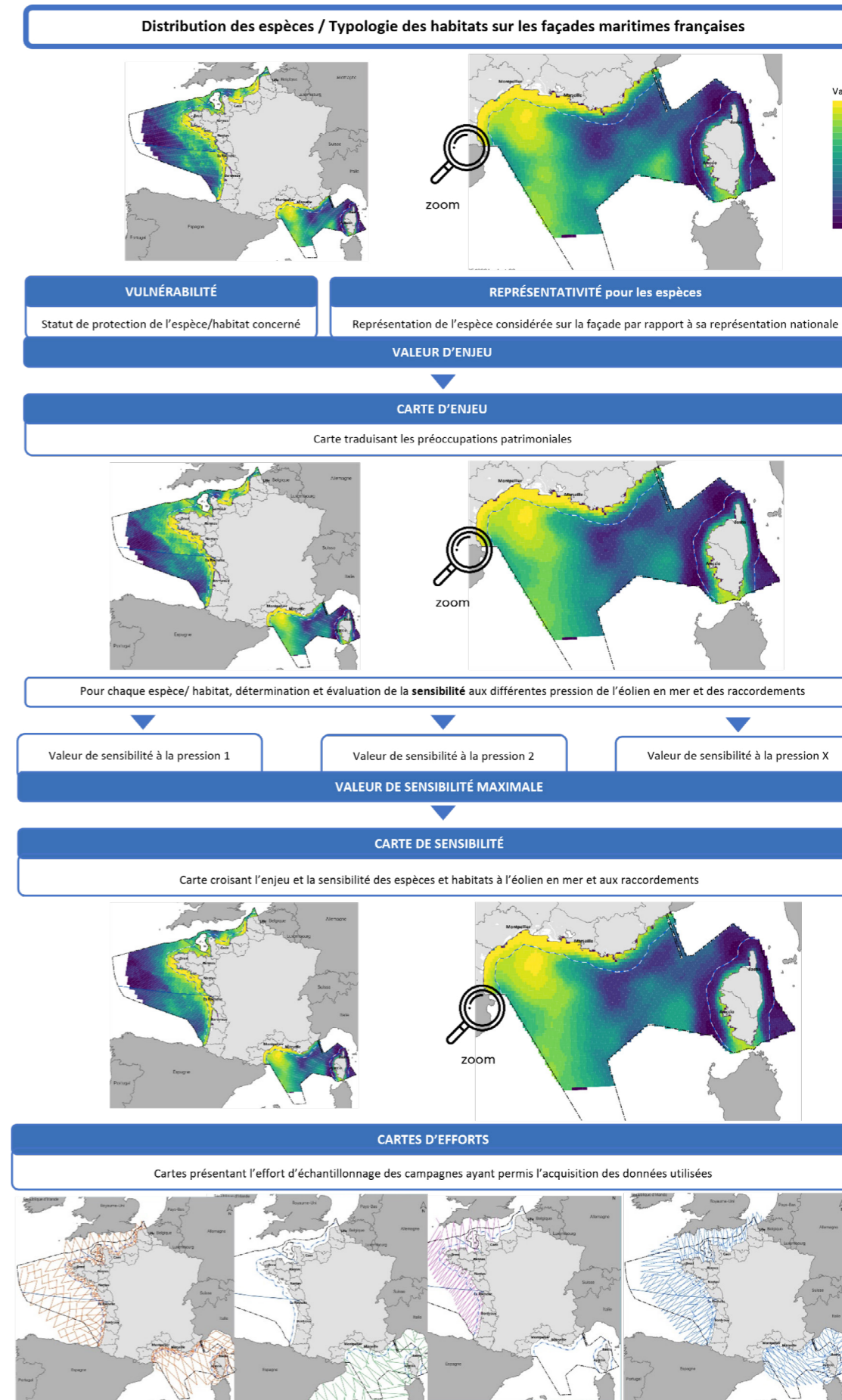
Les cartes produites reposent sur une représentation relative, c'est-à-dire du plus faible au plus fort, selon un gradient de couleurs. Ces cartes n'ont donc pas d'unité. Les valeurs maximales ou minimales nous informent sur un risque relatif en comparaison de l'ensemble de la zone d'étude, mais ce ne sont pas des valeurs absolues.

Une carte présentant le niveau de robustesse des données utilisées (incertitude/effort d'échantillonnage) est également produite pour chaque compartiment et présentée dans l'étude. Cette carte permet de montrer la robustesse des données utilisées pour réaliser les spatialisations précédentes au regard de divers paramètres (ancienneté des données, couverture/densité des études en mer, nombre de données, sources...).

L'ensemble des cartographies sont produites à l'échelle nationale puis, pour une meilleure lisibilité, un zoom sur la façade Méditerranée est présenté dans l'étude.

Cette méthodologie est schématisée ci-contre :

Schéma synthétisant la méthode de spatialisation



2. Analyses spatialisées sur les habitats benthiques

2.1 Méthode détaillée de spatialisation pour les habitats benthiques

La carte de synthèse EUSeaMap constitue la carte la plus exhaustive existante des habitats benthiques sub-tidaux (zone en deçà des variations du niveau de la mer liées aux marées) à l'échelle des façades maritimes européennes. Elle s'appuie sur un modèle prédictif mis en œuvre par le Réseau européen de données et d'observations marines (EMODNET) reposant sur un large nombre de données en matière de géologie/sédimentologie, température, luminosité, facteurs hydrodynamiques, salinité ou encore d'oxygène dissous. Cette carte constitue la base cartographique pour l'évaluation des enjeux et sensibilités. Elle est complétée par d'autres sources ciblant les habitats remarquables, résultant d'une agrégation de jeux de données récents produits en partie par le projet Life Marha coordonné par l'OFB et en partie par l'Institut français pour la recherche et l'exploitation de la mer (Ifremer).

L'analyse spatiale d'enjeu et de sensibilité s'appuie sur la base de la typologie des habitats la plus précise possible disponible dans le produit cartographique EUSeaMap. Par souci de lisibilité, il a été décidé de présenter ici une carte des habitats avec une précision moindre. Par exemple, les habitats A5.33 Vase sableuse infralittorale et A5.34 Vase fine infralittorale sont regroupés tous les deux dans l'habitat supérieur A5.3 Vase subtidale.

Pour réaliser les cartes d'enjeu sur les habitats benthiques, une note est affectée à chaque habitat selon le statut de conservation défini par l'UICN à l'échelle européenne. Certains habitats benthiques particuliers sont concernés par un objectif de zéro perte nette dans les objectifs environnementaux des documents stratégiques de façade. Ils sont mis en avant dans les cartes à travers une symbologie particulière (aplats noirs).

Pour réaliser les cartes de sensibilité, une note est affectée à chaque habitat selon la sensibilité aux principales pressions physiques générées par les éoliennes en mer et/ou leur raccordement sur les habitats benthiques :

- 1. L'abrasion ; lié au frottement généré par certains ouvrages ou outils sur les habitats,
- 2. La remise en suspension des particules ; les travaux en mer sont en effet susceptibles de générer une remise en suspension, dans la colonne d'eau, des particules du fond marin,
- 3. La sédimentation ; liée à un apport plus ou moins important de matériel (sédiments) sur les fonds marins après la remise en suspension de particules générées par les travaux,
- 4. La modification de l'hydrodynamisme locale ; la présence d'ouvrages (fondations, enrochements...) peut modifier localement l'hydrodynamisme.

Parmi les autres pressions générées par les éoliennes en mer et/ou leur raccordement et non intégrées à l'analyse spatiale globale en raison de lacune de connaissance ou d'impossibilité à discriminer ensuite des secteurs plus sensibles que d'autres, on peut citer :

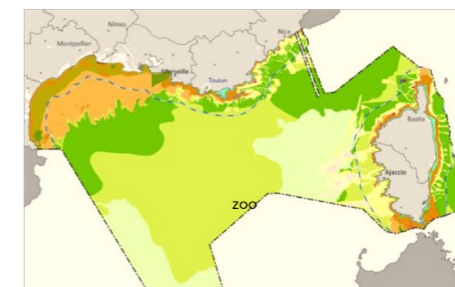
- L'enrichissement en matière organique ; les ouvrages immergés (fondations, lignes d'ancrage, câbles...) sont susceptibles d'être colonisés et de provoquer un enrichissement local en matière organique, résultant de la dégradation des organismes morts, de la production de fèces (résidus de digestion excrétés).
- La destruction locale d'habitats ; il convient d'identifier les habitats à forts enjeux (voir cartes d'enjeux) pour éviter de les détruire.
- Le relargage de contaminants métalliques provenant des anodes sacrificielles (dispositifs anti-corrosion pouvant être installés sur les fondations des éoliennes et des postes électriques en mer).
- Le bruit sous-marin ; les travaux d'installation des éoliennes et des ouvrages de raccordement génèrent en effet un bruit susceptible de perturber la faune inféodée au fond marin.
- L'électromagnétisme et l'augmentation locale de la température due aux câbles sous-marins.

Cette méthodologie est schématisée ci-contre :

Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour les habitats benthiques

Données sources : Carte de modèles d'habitats prédictifs EUSeaMap et habitats particuliers OFB Life MARHA et Ifremer

Carte de synthèse des habitats présents sur les façades maritimes françaises



VULNÉRABILITÉ

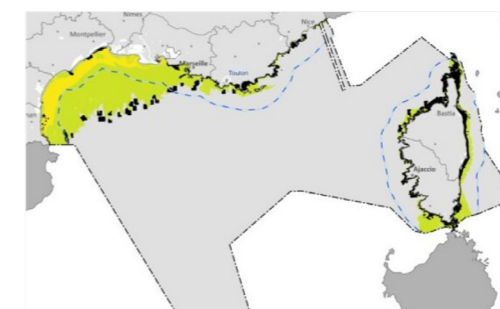
Statut de conservation (UICN)

OBJECTIF DE ZERO PERTE NETTE

Mise en avant des habitats visés par un objectif de zéro perte nette

CARTE D'ENJEU

Carte traduisant les préoccupations patrimoniales



Détermination et évaluation de la sensibilité aux différentes pressions de l'éolien en mer et des raccordements

Valeur de sensibilité à l'abrasion

Valeur de sensibilité à la remise en suspension

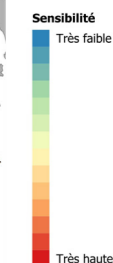
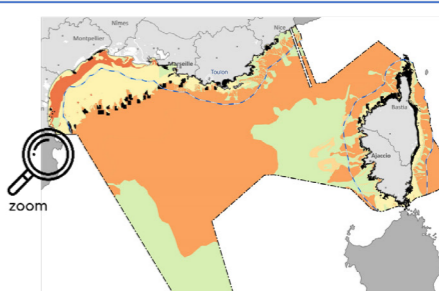
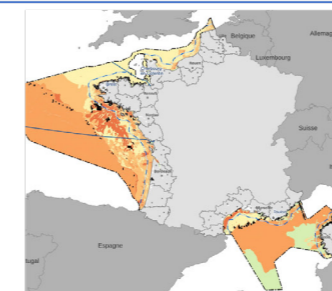
Valeur de sensibilité à la sédimentation

Valeur de sensibilité à la modification de l'hydrodynamisme locale

VALEUR DE SENSIBILITÉ MAXIMALE

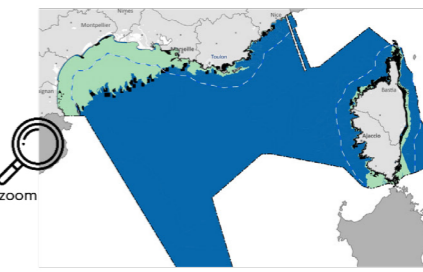
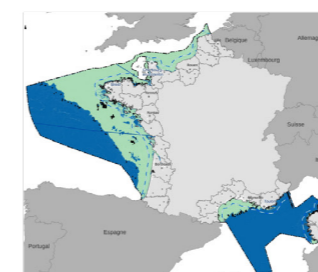
CARTE DE SENSIBILITÉ

Carte croisant l'enjeu et la sensibilité à l'éolien en mer et aux raccordements



CARTE D'INCERTITUDE

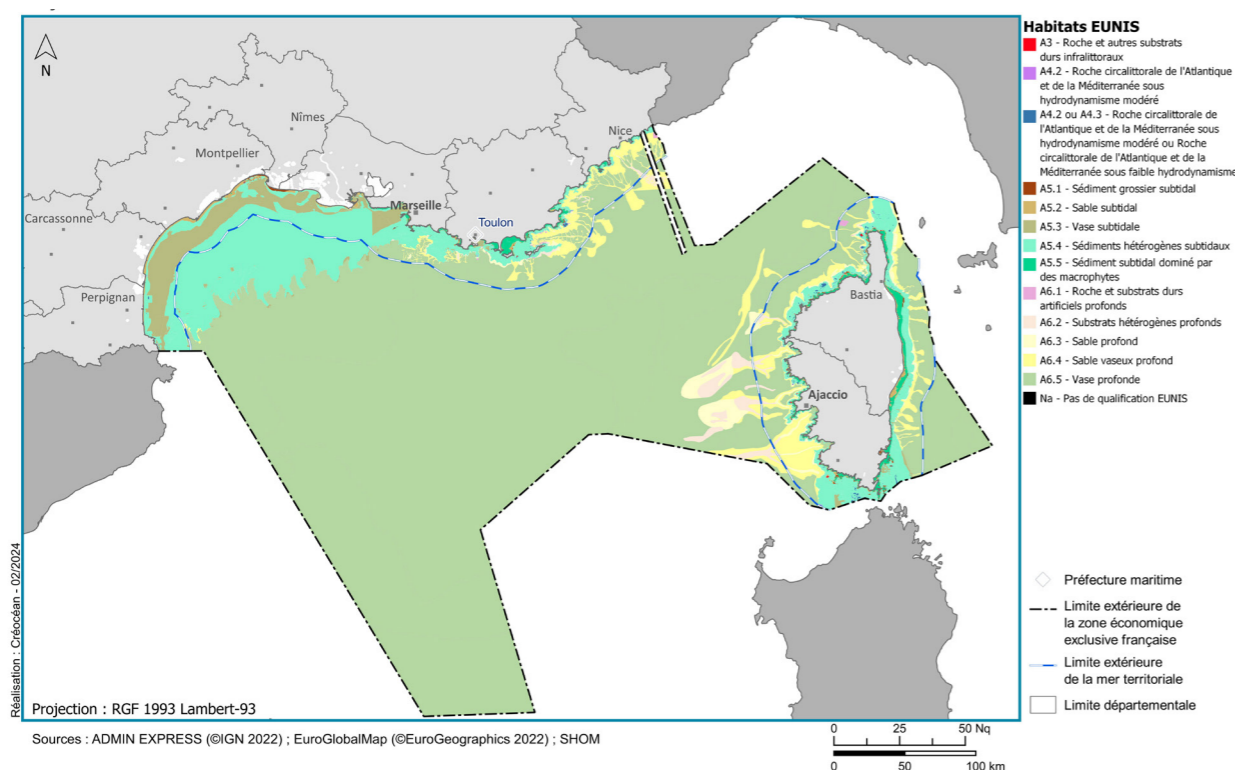
Carte traduisant le niveau d'incertitudes lié aux données utilisées pour réaliser les cartes précédentes



2.2 Cartographies commentées sur les habitats benthiques

Le plateau continental (proche côtier jusqu'à moins de 200 m de fond) sur la façade est relativement étroit (une quarantaine de milles de la côte au plus large dans le golfe du Lion) et la grande majorité du périmètre de la façade Méditerranée est composée d'habitats vaseux abyssaux (à plus de 2000 m de fond). Le golfe du Lion se caractérise principalement par des habitats de type Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques (c'est-à-dire formé en partie de débris) du large et Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques envasés. La bande côtière de Marseille à Nice présente des secteurs d'herbiers de Posidonie (herbe marine), des fonds rocheux infralittoraux, des sédiments grossiers infralittoraux et des biocénoses méditerranéennes du détritique côtier. Le proche côtier de la Corse présente des habitats similaires ainsi que des sables fins infralittoraux.

Typologie (niveaux simplifiés) des habitats benthiques au niveau de la façade (EUSEAMAP, 2021)



Points d'attention :

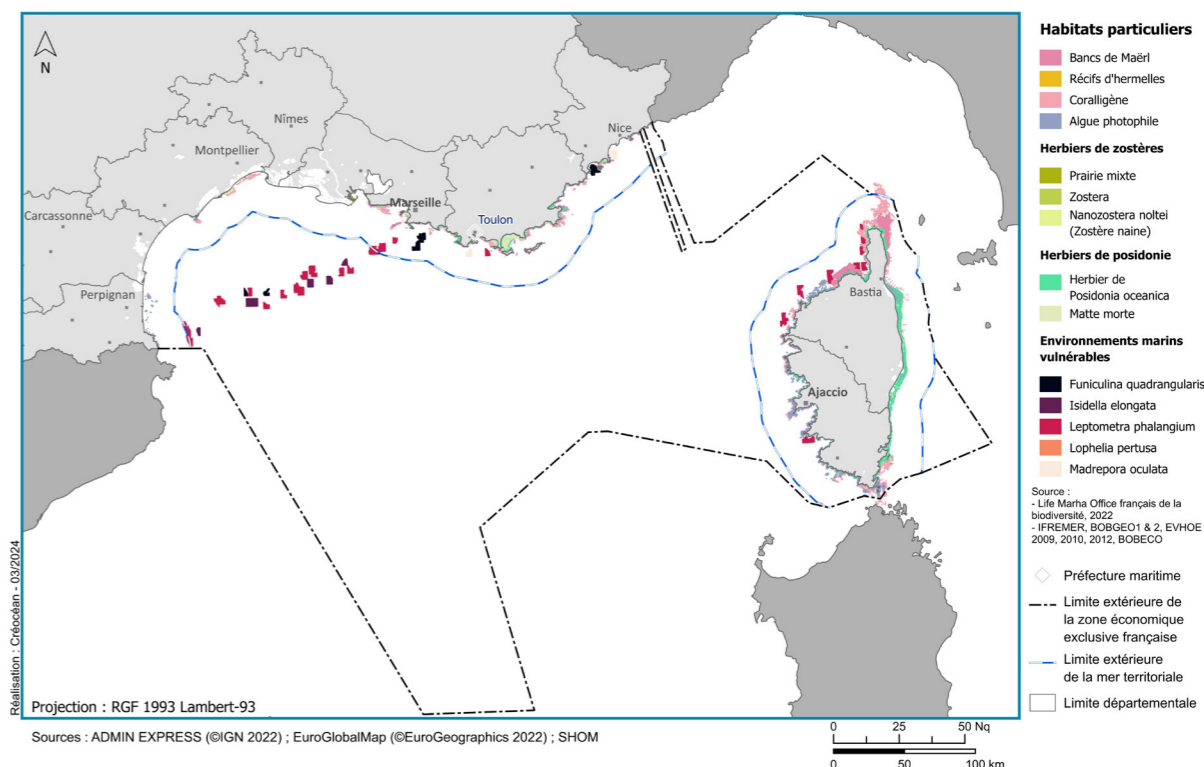
- Données sources basées sur la carte de synthèse la plus exhaustive existante sur les habitats benthiques (EUSeaMap) mais s'appuyant sur un modèle prédictif
- Données ponctuelles sur les habitats particuliers dans une carte spécifique pour plus de lisibilité

Les habitats particuliers et Ecosystèmes Marins Vulnérables (EMV) cartographiés sur cette façade sont situés sur la bande proche côtière et les abords du talus continental. Plusieurs phanérogames marines (herbes marines) sont recensées en Méditerranée. Bien que la plus connue et la plus répandue soit la Posidonie, on relève aussi des herbiers à zostère (herbes marines) comme par exemple dans l'étang de Thau ou dans le golfe de Fos. Les fonds rocheux côtiers abritent des substrats sur lequel le corail se forme, appelés coralligène. Comparable aux récifs tropicaux, le coralligène représente l'un des écosystèmes les plus importants de Méditerranée. Les récifs infralittoraux à algues photophiles (algues privilégiant les espaces fortement éclairés) sont également considérés comme des habitats particuliers.

Des bancs de maërl (algue marine calcaire) ont été cartographiés sur des surfaces importantes au Nord de l'île de Corse de part et d'autre du Cap Corse.

Enfin l'Ifremer a relevé le long du talus continental des Ecosystèmes Marins Vulnérables à pennatules (animal fixé au substrat de la branche des Cnidaires), gorgones (sorte de corail), comatules (animal marin doté d'appendices fins filamenteux, fixé au substrat, capable de se déplacer dans la colonne d'eau au stade adulte) et coraux durs.

Habitats particuliers inventoriés et cartographiés à l'échelle de la façade (OFB, 2022)



La sensibilité globale apparaît moyenne à forte sur la façade méditerranéenne. Plusieurs habitats présentent une sensibilité élevée à l'éolien en mer :

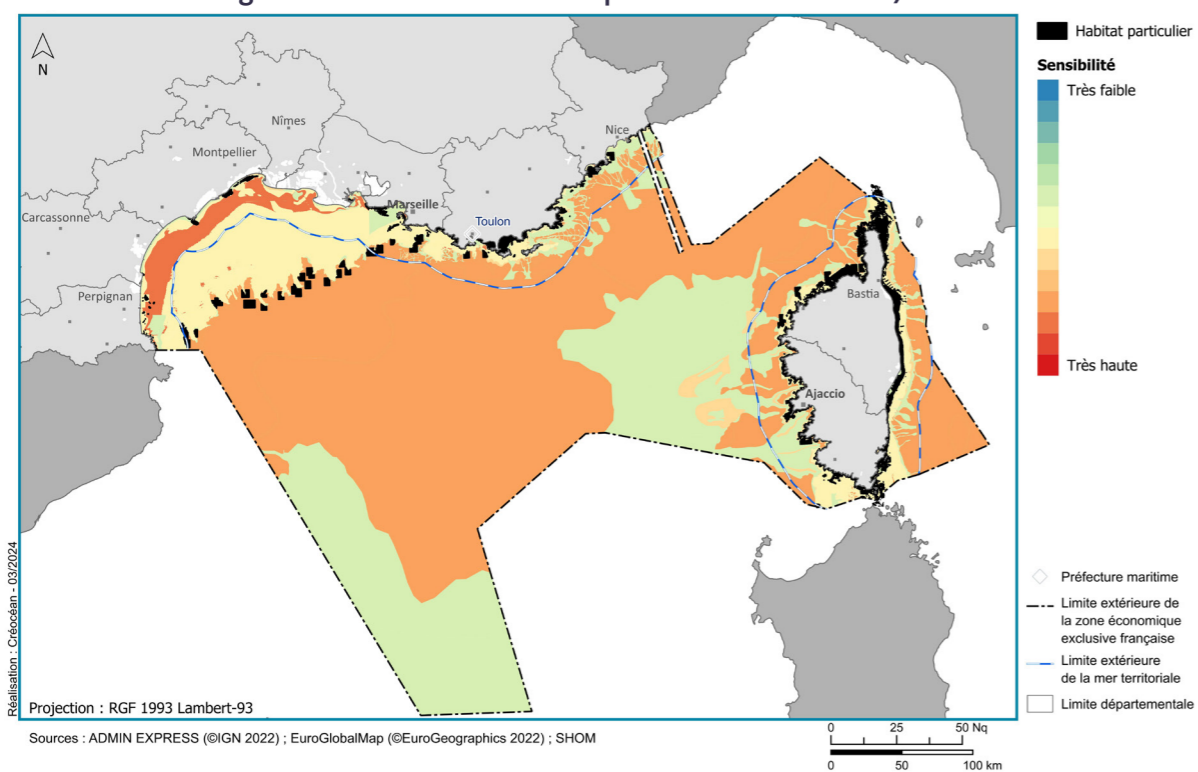
- les herbiers de Posidonie, qualifiés d'un statut de « Vulnérables » par l'UICN et montrant une sensibilité très haute à l'abrasion peu profonde et à la sédimentation (arrachage des feuilles et des tiges souterraines, étouffement et résilience supérieure à 25 ans)
- Les biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques envasés, classés vulnérables et montrant une sensibilité très haute à la sédimentation. Il existe un risque de modification de l'habitat et les caractéristiques hydrodynamiques naturelles ne permettent pas d'éliminer un dépôt important de matériel.
- Les roches et autres substrats durs infralittoraux, notamment les biocénoses méditerranéennes et pontiques des algues infralittorales très exposées à l'action des vagues, classés En danger (EN) par l'UICN témoignent d'une sensibilité haute à très haute à l'abrasion, la modification des conditions hydrodynamiques, la remise en suspension des sédiments et la sédimentation. On y trouve en effet des espèces longévives, c'est-à-dire avec une stratégie de survie basée sur une espérance de vie relativement longue, allant généralement de pair avec une maturité sexuelle (capacité à se reproduire) tardive et un faible taux de reproduction. Les atteintes aux espèces longévives ont donc tendance à avoir un fort impact sur l'état des populations. La présence de ces espèces implique une faible capacité de recolonisation. Les habitats sont sensibles à un régime hydrodynamique stable et le milieu présente une faible capacité à éliminer un dépôt important.

Les biocénoses méditerranéennes du détritique côtier et des fonds détritiques du large ont un statut de conservation évalué en quasi menacé et montrent des sensibilités hautes sur plusieurs pressions évaluées. Les espèces épigées (vivant dans les fonds, à la limite de la surface) et faiblement enfouies sont impactées et le temps de résilience est relativement long.

Si en première lecture, plusieurs habitats profonds apparaissent comme de moindre sensibilité, c'est une interprétation potentiellement biaisée liée d'une part à l'absence d'évaluation d'un statut de conservation UICN et de l'absence de correspondance entre les différentes typologies d'habitats utilisées. La note résultante est donc par défaut la note moyenne de sensibilité.

Les habitats abyssaux ayant fait l'objet d'une évaluation sont particulièrement sensibles à l'abrasion peu profonde et à la sédimentation. C'est encore une fois la faible capacité du milieu à éliminer un dépôt important de matériel et le cycle de vie long des espèces caractéristiques qui affectent la résilience de l'habitat.

Carte de sensibilité globale des habitats benthiques au niveau de la façade



Points d'attention:

- Données sources basées sur la carte de synthèse la plus exhaustive existante sur les habitats benthiques (EUSeaMap) mais s'appuyant sur un modèle prédictif.
- Données ponctuelles sur les habitats particuliers intégrées.
- Statut UICN manquant pour certains habitats.
- Certaines pressions ne sont pas intégrées car ne permettant plus de discriminer les secteurs selon leur sensibilité ou la connaissance de la sensibilité des habitats est trop lacunaire: destruction d'habitat, enrichissement en matière organique, contamination métallique, bruit sous-marin, champ électro-magnétique, hausse de la température...

3. Analyses spatialisées sur l'avifaune marine (oiseaux)

3.1 Méthode détaillée de spatialisation pour l'avifaune marine

Des campagnes d'observation de la mégafaune marine (oiseaux marins, mammifères marins, tortues et grands poissons) sont menées régulièrement à différentes échelles au large des côtes françaises. Ces observations se déroulent en suivant des tracés prédéfinis par bateau ou par avion et permettent de collecter des données sur la présence des oiseaux en mer, et leur comportement. Associées à plusieurs informations environnementales comme la bathymétrie, la température de surface, la salinité, la concentration en chlorophylle ou la production primaire (production de matière végétale vivante), ces données d'observation permettent de réaliser des modélisations d'habitats prédisant la distribution des espèces sur les secteurs échantillonnés mais également là où il n'y a pas eu d'observations mais où les conditions environnementales sont connues. Les cartes de distribution obtenues montrent les densités prédites en nombre d'individus par km².

Pour cette étude, les modèles d'habitats les plus récents issus de campagnes de recensement à large échelle (sources SAMM1, SAMM2, SCANS3 et ACCOBAMS) ont été utilisés. Il est important de noter que ces cartes de distribution – bien que reposant sur des jeux de données importants et une méthode robuste – comportent des biais. Tout d'abord, ces modélisations reposent sur une campagne à large échelle, qui représente un effort d'échantillonnage élevé mais qui a lieu au cours d'une saison ou d'une année, et qui n'est pas récurrent. La variabilité interannuelle n'est donc pas prise en compte. Les campagnes en mer n'ont lieu que lorsque les conditions de navigation ou de vol sont favorables (vent faible), dans de bonnes conditions de visibilité. Les données sur lesquelles se basent les cartes de distribution ne prennent donc pas en compte le comportement des oiseaux par mauvais temps ou de nuit. De plus, en raison de la distance et de la vitesse, il n'est pas possible de distinguer certaines espèces proches anatomiquement. Certaines observations sont donc catégorisées par groupe d'espèces; par exemple, les puffins cendrés, les puffins fuligineux et les puffins majeurs sont regroupés dans la catégorie « Grands puffins » car ils ne peuvent être aisément distingués les uns des autres lors des observations aériennes. Enfin, les campagnes ne permettent pas d'acquérir suffisamment de données sur les oiseaux terrestres qui seraient présents en mer – seuls les oiseaux marins sont représentés.

Il est important de préciser que les modèles d'habitats utilisés n'ont parfois pas d'information au niveau du littoral: des mailles incomplètes sont manquantes et cela peut donner l'impression de valeurs faibles. Il n'en est rien et cela correspond à des informations manquantes et non des valeurs nulles.

Pour réaliser les cartes d'enjeu sur l'avifaune, une note d'enjeu est ensuite affectée à chaque espèce ou groupe d'espèces selon les indices de responsabilité (ou note d'enjeu) définis par le Groupement d'intérêt scientifique sur les oiseaux marins (GISOM) et l'OFB. Cette note prend en compte la vulnérabilité de l'espèce (statut UICN) ainsi que la représentativité de l'espèce sur le secteur étudié (plus une proportion importante de la population totale de l'espèce est présente au sein de la façade, plus la représentativité pour l'espèce sera élevée). Pour obtenir la carte d'enjeu, la carte de distribution est multipliée par la note d'enjeu. Une carte d'enjeu par espèce ou groupe d'espèces est réalisée pour la saison automne/hiver et la saison printemps/été. La carte d'enjeu toutes espèces agrège l'ensemble des espèces pour les deux saisons (les cartes des deux saisons sont sommées).

La sensibilité des oiseaux marins à l'éolien a été évaluée dans diverses études scientifiques. Cette évaluation s'appuie sur le comportement connu des oiseaux en mer (hauteur de vol, activité nocturne, manœuvrabilité, dépendance aux zones fonctionnelles...), via des observations visuelles en mer ou à la côte et via des suivis télémétriques (suivi par balise géolocalisée installée sur les oiseaux). Toutefois, les connaissances sur le comportement des oiseaux en mer restent à améliorer pour mieux évaluer la sensibilité à l'éolien. Il est possible que les comportements de vol varient en fonction du statut de l'oiseau (adulte ou immature), de la période du cycle annuel (migration ou période de reproduction), des conditions météorologiques et potentiellement des zones maritimes. Pour réaliser les cartes de sensibilité, une note de sensibilité est affectée à chaque espèce/groupe d'espèces. Cette note se base sur des indices définis par la littérature scientifique et validés lors d'atelier avec des experts français; elle prend en compte les deux principales pressions générées par les éoliennes en mer sur l'avifaune:

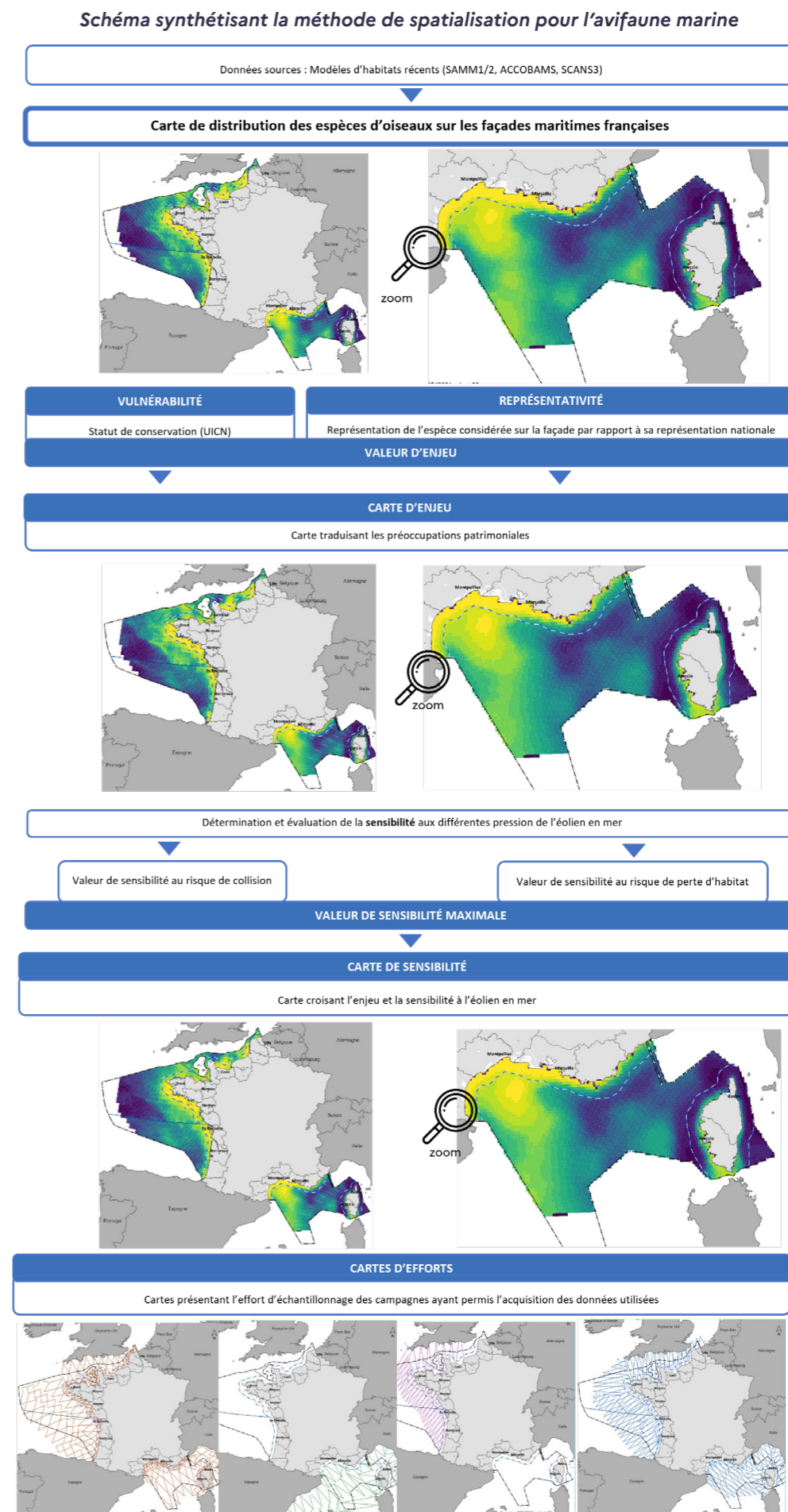
- 1. Le risque de collision; c'est-à-dire le risque qu'un oiseau percute une éolienne. La sensibilité au risque de collision est estimée à partir de critères liés au vol (hauteur de vol, manœuvrabilité en vol, temps passé en vol, activité nocturne);
- 2. Le risque de perte d'habitat; c'est-à-dire le fait qu'un oiseau soit déplacé par évitement hors d'une zone fonctionnelle (zone de nourrissage, zone de repos) en raison de la présence d'un parc éolien en mer, ou doive le contourner en phase de migration. La sensibilité au risque de déplacement est estimée à partir de critères liés à la flexibilité des espèces dans la sélection des habitats et à la sensibilité au dérangement.

Pour chaque espèce ou groupe d'espèces, la sensibilité à chacune de ces pressions est définie à partir de la littérature scientifique récente et la valeur la plus élevée à l'une des pressions est identifiée. Par exemple, les plongeurs sont plus sensibles à la perte d'habitat qu'à la collision. C'est l'indice de sensibilité à la perte d'habitat qui est donc retenu pour les plongeurs pour réaliser la carte de sensibilité à l'éolien en mer. Dans le cadre de ce travail, la note de sensibilité s'échelonne entre 1 et 5, du niveau de sensibilité le plus faible au niveau le plus fort.

Pour obtenir la carte de sensibilité à l'éolien en mer, la carte d'enjeu de chaque espèce ou groupe d'espèces est multipliée par la note de sensibilité. La carte de sensibilité toutes espèces est obtenue en agréant les cartes de sensibilité l'ensemble des espèces pour les deux saisons (les distributions pour les deux saisons sont sommées).

Les connaissances actuelles sur les sensibilités font l'objet de nombreuses recherches et sont encore partielles. Les événements de collision sont particulièrement difficiles à détecter et quantifier en mer, particulièrement la nuit et pour les petites espèces (les migrateurs terrestres par exemple). La sensibilité à la collision est à considérer aujourd'hui comme un risque d'exposition lié au comportement de vol et à l'activité des oiseaux plutôt qu'à une fréquence de collision connue. De plus, l'effet attractif des flotteurs d'éoliennes (susceptibles de servir de reposoirs pour certaines espèces d'oiseaux) reste à étudier. Par ailleurs, le coût énergétique de l'évitement des parcs éoliens et les impacts cumulés tout au long de la vie des oiseaux sont également complexes à évaluer.

Cette méthodologie est schématisée ci-contre:



3.2 Cartographie commentée sur l'avifaune marine

La carte de sensibilité à l'éolien en mer reste très proche de la distribution des espèces, les eaux territoriales du golfe du Lion présentant les valeurs maximales de sensibilité. L'ensemble du golfe montre des niveaux moyens à forts, ainsi que toute la moitié occidentale de la plaine abyssale.

Le golfe du Lion est une zone d'importance majeure pour de nombreuses espèces d'oiseaux marins mais également pour de très nombreuses espèces d'oiseaux limicoles (oiseaux inféodés à la zone de balancement des marées). La forte productivité (accroissement de biomasse – masse de matière végétale vivante – en un temps donné), particulièrement au printemps, offre des ressources importantes, tandis que les nombreuses lagunes et les îles jouent un rôle crucial pour la nidification des espèces. Les puffins des Baléares, yelkouan et de Scopoli (trois espèces menacées au niveau européen), le cormoran huppé, les goélands, les sternes et les mouettes sont les plus abondants dans ce secteur. Le fou de Bassan est un visiteur régulier de la façade en hiver. L'océanite tempête est plus pélagique (fréquentant le large), il fréquente le plateau mais les plus fortes densités sont constatées au Sud du golfe du Lion, au niveau des eaux profondes des canyons du talus continental. De très nombreux migrateurs terrestres traversent le golfe, en longeant les côtes ou en survolant la mer, à haute altitude.

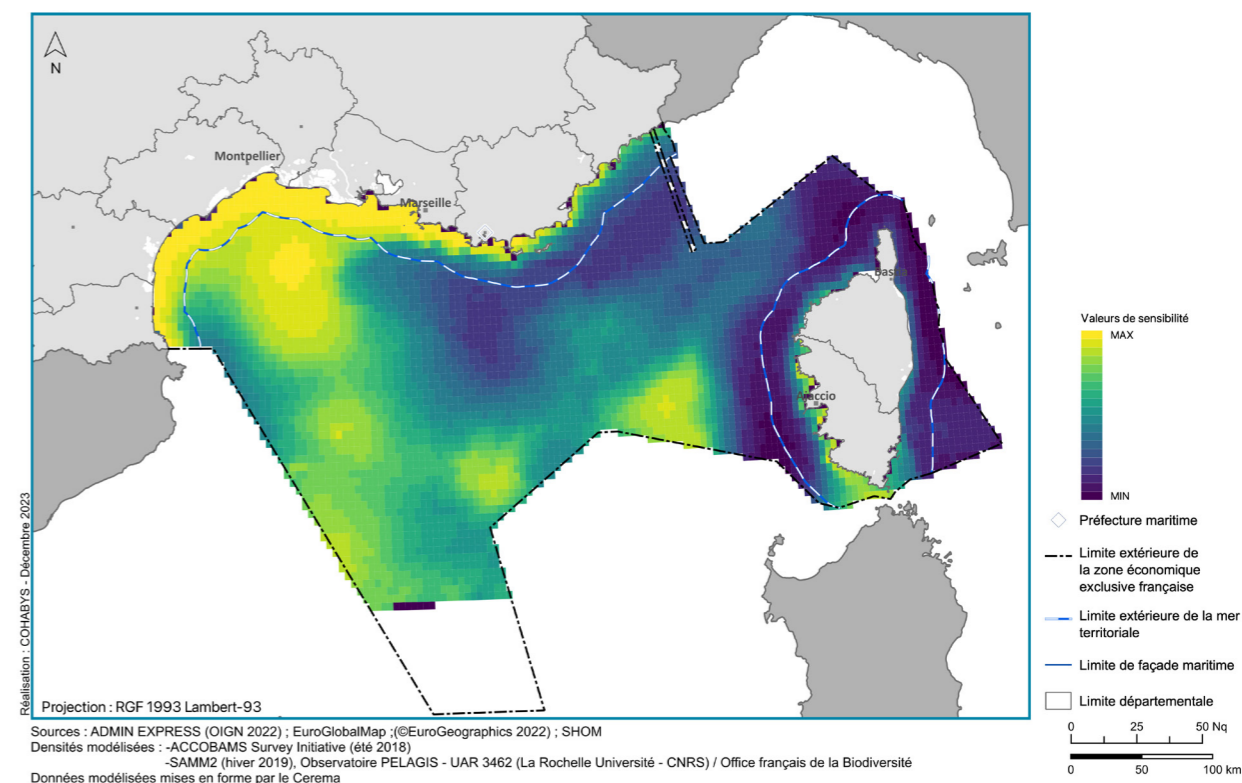
Les secteurs les plus au large, correspondant à la plaine abyssale ou bathyale, sont surtout fréquentés par la mouette pygmée en hiver et des océanites.

La côte provençale, de Fos-sur-mer à la frontière italienne, se caractérise par des habitats essentiellement rocheux. C'est une zone d'alimentation pour la mouette mélanocéphale, les puffins et les goélands. Les îles des parcs nationaux des calanques et de Port-Cros sont des sites d'enjeu majeurs pour la reproduction du puffin yelkouan, le puffin de Scopoli et la sous-espèce méditerranéenne d'océanite tempête.

Les falaises de la côte est de la Corse abritent des espèces nicheuses à forts enjeux : balbuzard pêcheur, cormoran huppé et goéland d'Audouin. Le Sud de l'île et le secteur des bouches de Bonifacio sont également une zone importante pour la nidification du cormoran huppé, de l'océanite tempête, du puffin de Scopoli et du goéland d'Audouin.

Les groupes d'oiseaux marins ayant les plus fortes notes d'enjeu en Méditerranée sont les océanites, les petits puffins (yelkouan et Baléares), les grands puffins (Scopoli) et la mouette pygmée. En Méditerranée, les espèces ou les groupes les plus sensibles au risque de collision sont les sternes et les cormorans. La mouette pygmée, le fou de Bassan et les alcidés sont les plus sensibles au risque de déplacement et de perte d'habitat. À l'exception des grands puffins, tous les oiseaux marins présentent une sensibilité moyenne à forte à l'une des pressions de l'éolien en mer.

Carte de sensibilité de l'avifaune marine aux pressions de l'éolien en mer sur la façade



Points d'attention :

- Données sources basées sur les derniers modèles d'habitats disponibles mais acquises dans les conditions d'observation favorables (donc pas de données par mauvais temps et la nuit). Pas de données sur certaines espèces (dont migrateurs terrestres).
- Regroupement pour certaines espèces qui ne peuvent être distinguées les unes des autres.
- Connaissances sur le comportement des oiseaux en mer à améliorer pour mieux évaluer leur sensibilité à l'éolien (notamment sur l'attraction générée par les flotteurs).

4. Analyses spatialisées sur les mammifères marins

4.1 Méthode de spatialisation pour les mammifères marins

Des cartes de distribution basées sur des approches par modélisations d'habitat sont réalisées de la même manière pour les mammifères marins que pour l'avifaune.

Pour réaliser les cartes d'enjeu sur les mammifères marins, une note d'enjeu est affectée à chaque espèce ou groupe d'espèce selon les indices de responsabilité (ou note d'enjeu) définis par l'OFB. Dans le cadre de ce travail, les notes d'enjeu ont été attribuées à l'échelle du domaine Atlantique et Méditerranée. Cette note prend en compte la vulnérabilité de l'espèce (statut UICN) ainsi que de la représentativité de l'espèce sur le secteur étudié (plus une proportion importante de la population totale de l'espèce est présente au sein de la façade, plus la représentativité pour l'espèce sera élevée). Pour obtenir la carte d'enjeu, la carte de distribution est multipliée par la note d'enjeu. Une carte d'enjeu par espèce ou groupe d'espèces est réalisée pour la saison automne/hiver et la saison printemps/été. La carte d'enjeu toutes espèces agrège l'ensemble des espèces pour les deux saisons (les cartes des deux saisons sont sommées).

Pour réaliser les cartes de sensibilité, une note est affectée à chaque espèce/groupe d'espèces selon plusieurs pressions générées par les éoliennes en mer et le raccordement :

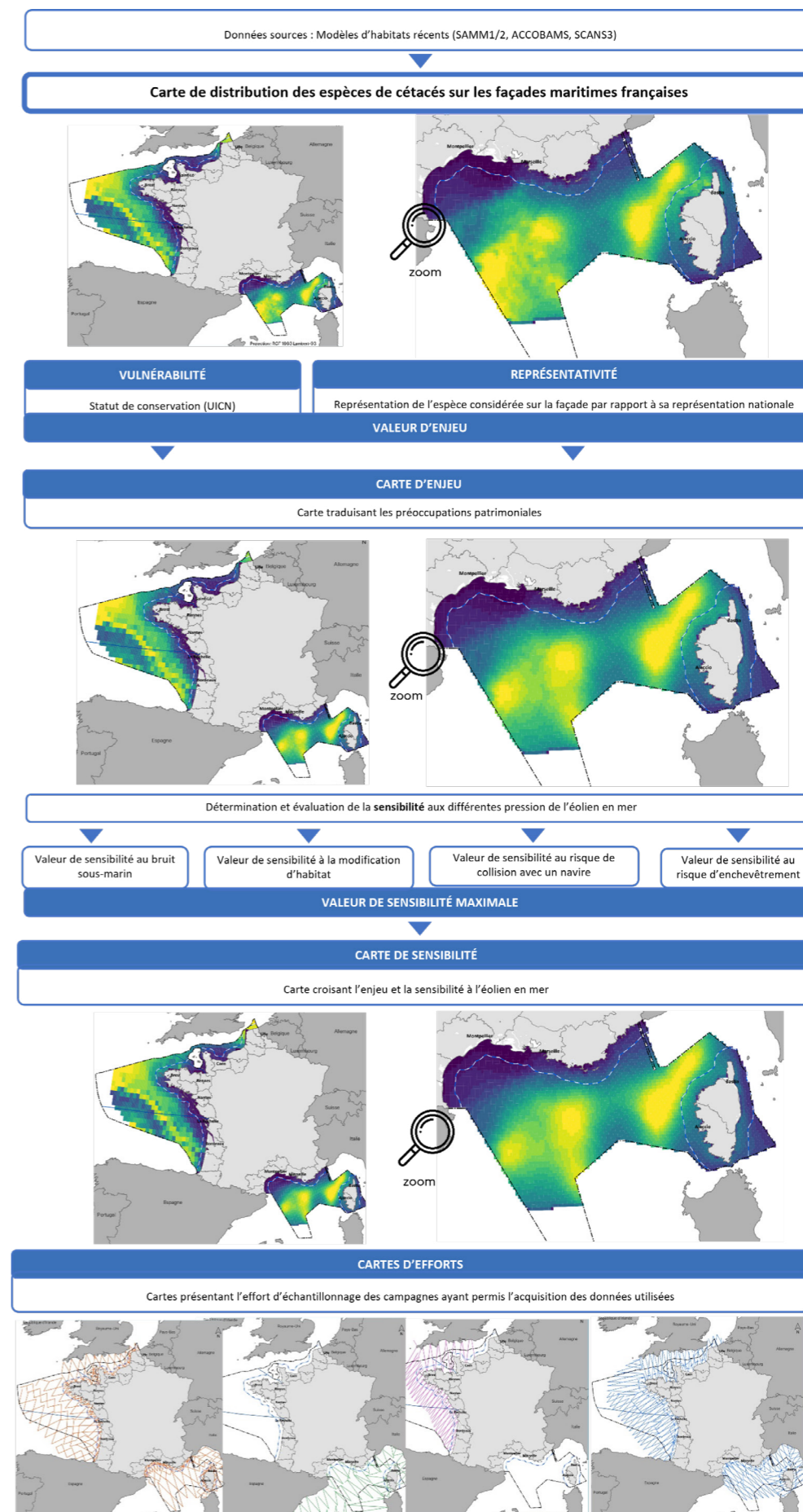
- 1. Le bruit sous-marin; les travaux d'installation des éoliennes et des ouvrages de raccordement génèrent en effet un bruit susceptible de déranger voire de causer des lésions physiologiques (temporaires ou permanentes) aux mammifères marins,
- 2. Le risque de modification ou de perte d'habitat; c'est-à-dire le fait qu'un mammifère marin soit repoussé hors d'une zone fonctionnelle (zone de nourrissage, zone de repos, zone de reproduction) en raison de la présence d'un parc éolien en mer ou pendant la phase de travaux, mais également que les habitats soient modifiés en raison de la perturbation physique des fonds pendant les travaux ou d'un effet récif après l'installation des fondations,
- 3. Le risque de collision; l'installation et la maintenance sur un parc éolien sont en effet susceptibles de générer une augmentation du trafic de navire, et donc augmentent la probabilité qu'un navire percute un mammifère marin.
- 4. Le risque d'enchevêtrement (primaire ou secondaire) c'est-à-dire le risque qu'un animal vienne s'emmêler soit directement dans des lignes non-tendues (câbles ou ancrage) d'éoliennes flottantes (enchevêtrement primaire) soit dans des déchets eux-mêmes accrochés aux câbles d'ancrages (enchevêtrement secondaire).

Pour chaque espèce ou groupe d'espèces, la sensibilité à chacune de ces pressions est définie à partir de la littérature scientifique récente et la valeur la plus élevée à l'une des pressions est identifiée. Par exemple, les marsouins communs sont plus sensibles à la pression générée par le bruit sous-marin qu'aux pressions de modification d'habitat et au risque de collision. C'est l'indice de sensibilité au bruit qui est donc retenue pour le marsouin pour la carte toutes pressions. Dans le cadre de ce travail, la note de sensibilité s'échelonne entre 1 et 3, du niveau de sensibilité le plus faible au niveau le plus fort. Pour obtenir la carte de sensibilité à l'éolien en mer, la carte d'enjeu de chaque espèce ou groupe d'espèces est multipliée par la note de sensibilité. La carte de sensibilité toutes espèces est obtenue en agréant les cartes de sensibilité de l'ensemble des espèces pour les deux saisons.

Les connaissances actuelles sur la sensibilité des mammifères marins sont encore partielles et font l'objet de recherches. La sensibilité acoustique des espèces est particulièrement difficile à investiguer en milieu clos ou naturel. Le coût énergétique de l'évitement de zones de travaux et les impacts cumulés sont également complexes à évaluer.

Cette méthodologie est schématisée ci-contre :

Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour les cétacés



4.2 Cartographie commentée sur les mammifères marins

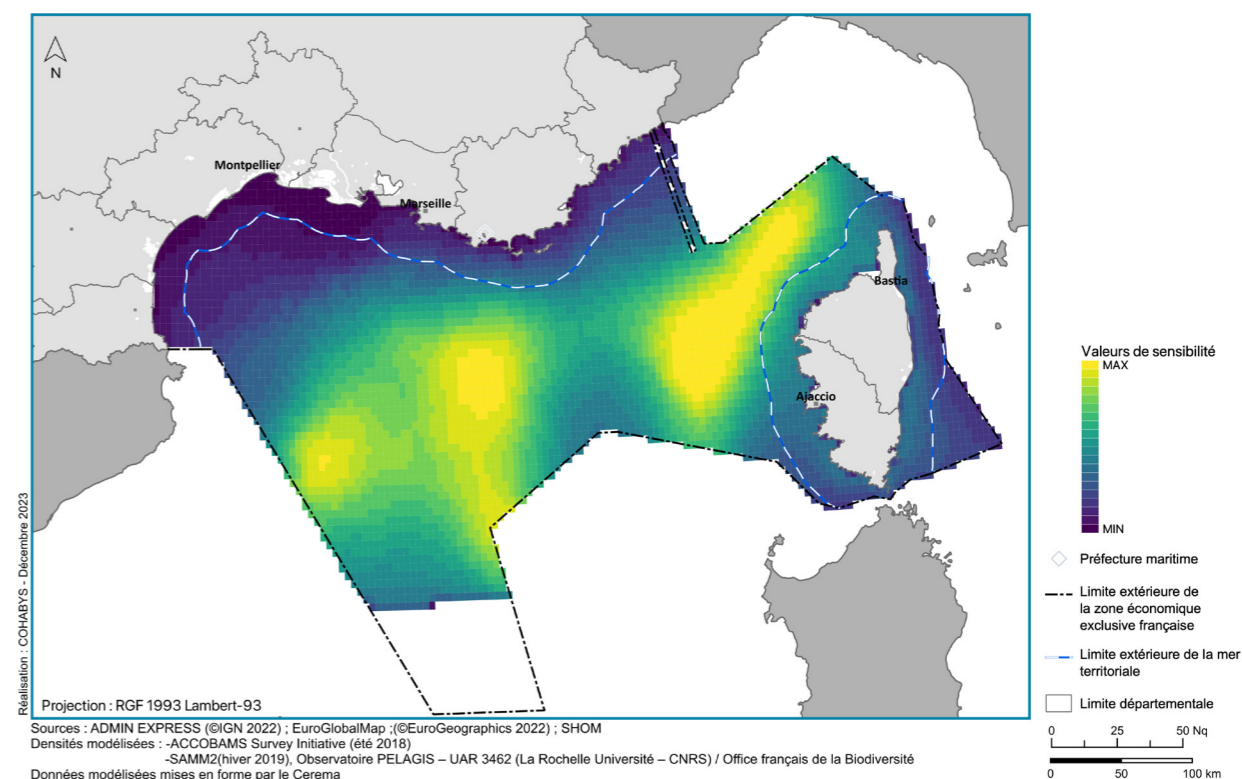
La façade Méditerranée abrite de façon permanente 7 espèces de cétacés : dauphin bleu et blanc, rorqual commun, grand dauphin, cachalot, dauphin de Risso, globicéphale noir et baleine à bec de Cuvier. L'importance de la zone et des enjeux pour les cétacés justifient de son statut d'IMMA (Important Marine Mammals Area) pour l'UICN. La carte de sensibilité à l'éolien en mer reste très proche de la distribution des espèces. Les valeurs maximales se concentrent sur deux grands secteurs : une vaste zone de la plaine bathyale au sud-ouest de la façade Méditerranée ainsi que la zone océanique entre la Corse et le continent. Ces valeurs maximales sont associées à la présence du rorqual commun – espèce à fort enjeu et très sensible à l'éolien – des globicéphalins (globicéphale noir et dauphin de Risso) et des petits delphininés (très majoritairement du dauphin bleu et blanc, le dauphin commun est peu fréquent dans les eaux françaises), qui chassent respectivement le krill, les grands calmars et les petits calmars.

Le talus continental au Sud du golfe du Lion et longeant la côte provençale, ainsi que les canyons sont des habitats importants et également largement utilisés par les cétacés. Le grand dauphin, le dauphin de Risso et les dauphins bleu et blanc s'alimentent dans sa partie supérieure (jusqu'à 500 m de profondeur), quand les grands plongeurs comme le cachalot, le globicéphale noir et la baleine à bec de Cuvier se nourrissent dans sa partie inférieure.

L'analyse multi-espèces des enjeux et les notes d'enjeux élevées du rorqual commun et des globicéphalins tendent à masquer les enjeux au sein du plateau continental, dans le golfe du Lion et en Corse. Pour ne pas les minimiser, il faut prendre en compte la distribution du grand dauphin présent dans le golfe du Lion, autour de la Corse (Cap Corse, bouches de Bonifacio), et de manière plus diffuse dans le secteur Provence – Côte d'Azur. Le rorqual commun, le globicéphale noir et le dauphin de Risso sont également rencontrés régulièrement dans le golfe du Lion, même si leurs préférences écologiques leur font préférer le secteur océanique.

Le golfe du Lion présente les niveaux de sensibilité les plus bas, mais ces valeurs faibles sont à relativiser car le plateau du golfe du Lion est une zone fréquentée par plusieurs espèces de cétacés, et principalement par le grand dauphin, dont une partie de la population est semi-résidente. Le grand dauphin présente une sensibilité faible aux pressions de l'éolien, mais les connaissances sont encore parcellaires, donc il convient de limiter l'exposition de cette espèce.

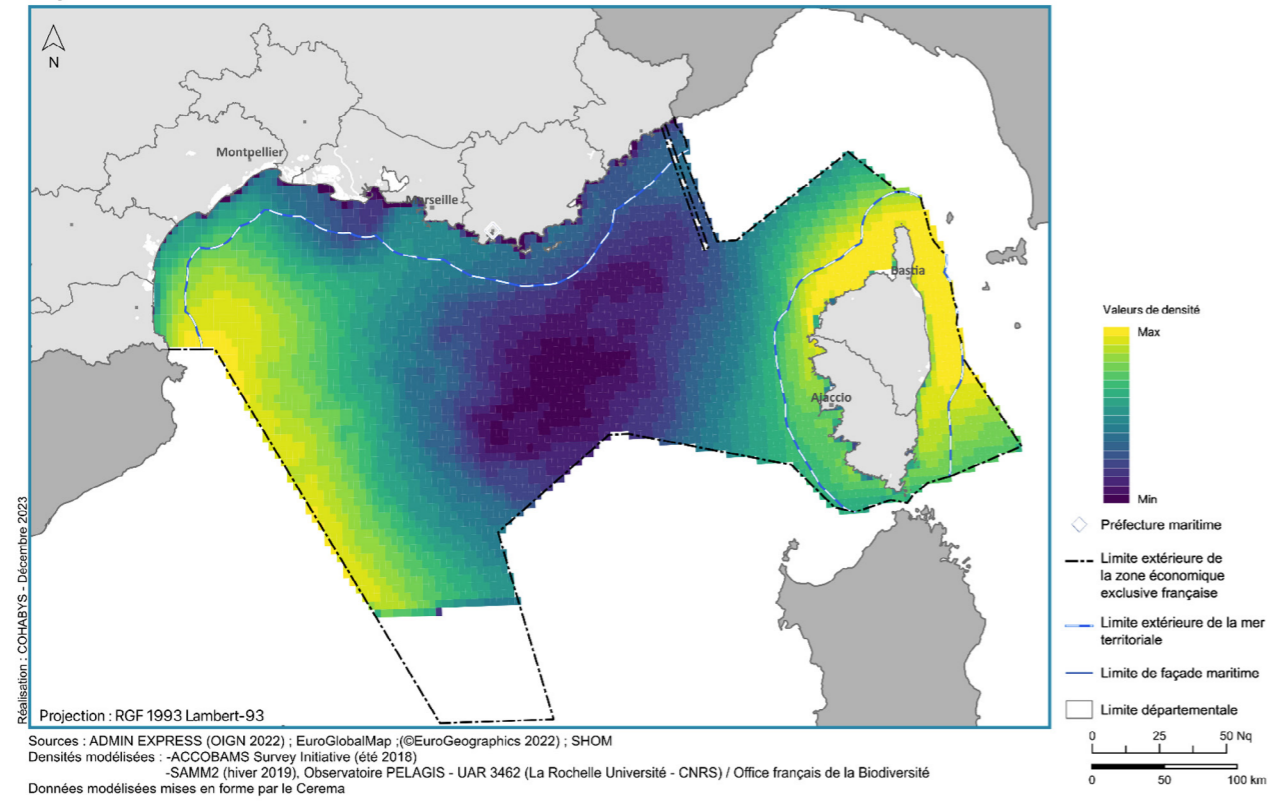
Carte de sensibilité des cétacés aux pressions de l'éolien en mer sur la façade



Points d'attention:

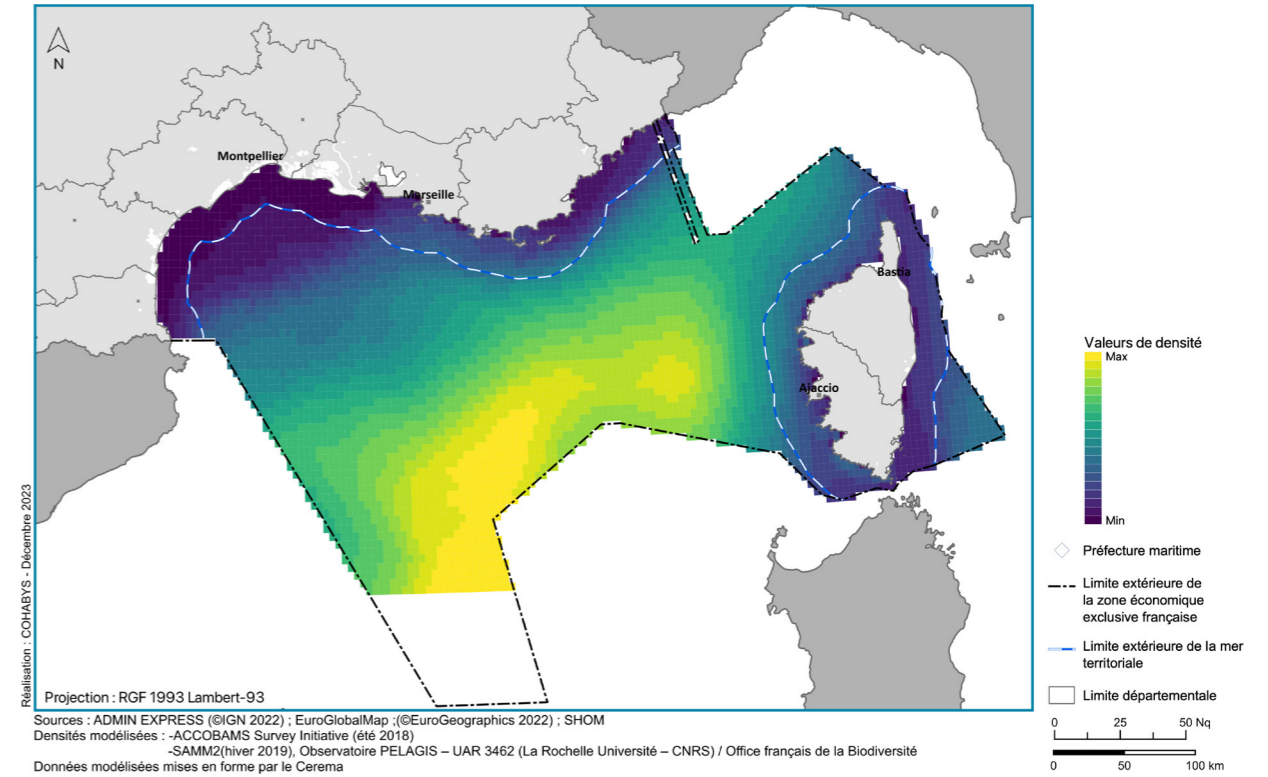
- Données sources basées sur les derniers modèles d'habitats disponibles mais acquises dans les conditions d'observation favorables (donc pas de données par mauvais temps et la nuit). Absence de données sur certaines espèces (dont rorqual).
- Regroupement pour certaines espèces qui ne peuvent être distinguées les unes des autres.
- Connaissances à améliorer encore pour mieux évaluer la sensibilité des cétacés à l'éolien.

Carte de distribution du grand dauphin sur la façade



À noter que la tortue caouanne est classée comme vulnérable sur la liste rouge mondiale de l'IUCN. Par ailleurs, la sensibilité connue des tortues aux principaux effets générés par un parc éolien en mer, à savoir la perturbation acoustique, la collision, la modification d'habitat et le risque d'enchevêtrement, est modérée.

Carte de distribution des tortues à écailles (caouannes en majorité)



5. Analyses spatialisées sur les tortues

Des cartes de distribution basées sur des approches par modélisations d'habitat sont réalisées de la même manière pour les tortues marines que pour les cétacés et l'avifaune. En raison de la distance et de la vitesse des campagnes d'observation, il n'est pas possible de distinguer certaines espèces proches anatomiquement. Par exemple, les tortues caouannes et les tortues vertes sont regroupées sous le terme de tortues à écailles. Il s'agit de tortues caouannes dans la majorité des observations.

Cinq espèces de tortues marines ont été recensées en Méditerranée dont trois sont considérées comme régulièrement ou occasionnellement présentes : la tortue caouanne, la tortue luth et la tortue verte. Parmi ces espèces, seules la tortue caouanne et la tortue verte (deux espèces de tortues à écailles) se reproduisent en Méditerranée, principalement dans la partie orientale du bassin. Plusieurs nidifications ponctuelles de tortue caouanne ont été observées dans le nord de la Méditerranée occidentale, en France, en Italie et en Espagne. La tortue caouanne est l'espèce la plus fréquente en Méditerranée : de nombreuses observations sont recensées chaque année, que cela soit par les échouages, les suivis en mer ou les captures accidentelles. L'espèce utiliserait des habitats variables au cours de l'année, depuis les secteurs côtiers jusqu'au large. Le golfe du Lion semble jouer un rôle significatif puisque les tortues caouannes viendraient s'y alimenter régulièrement durant l'année, cependant la carte de distribution met en évidence une prédilection pour les eaux de la plaine abyssale, avec des densités comparativement faibles dans les eaux côtières. La tortue caouanne étant la seule espèce pour laquelle une modélisation d'habitat est disponible, il n'est pas possible de produire de carte d'enjeu ou de sensibilité (qui seraient similaires à la carte de distribution). La tortue luth est la deuxième espèce de tortue la plus rencontrée en Méditerranée nord occidentale, bien qu'il n'existe pas d'estimation d'abondance. Cette espèce est observée tout au long de l'année mais en effectif moins important que la tortue caouanne.

Points d'attention :

- Données sources acquises dans les conditions d'observation favorables (donc pas de données par mauvais temps et la nuit).
- Regroupement des espèces qui ne peuvent être distinguées les unes des autres.

