



RAPPORT

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

Façade Méditerranée

20/03/2024

MINISTÈRE DE L'ECONOMIE, DES FINANCES, ET DE
LA SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE ET NUMÉRIQUE



**Ministère
de l'Économie, des Finances
et de la Souveraineté
industrielle et numérique**

Liberté Égalité Fraternité

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES, ET DE LA SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE ET NUMÉRIQUE
SYNTHESE CARTOGRAPHIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT POUR LA PLANIFICATION DE L'ÉOLIEN EN MER

CLIENT : Ministère de l'économie, des finances, et de la souveraineté industrielle et numérique

COORDONNÉES	Tour Sequoia 1 place Carpeaux 92800 PUTEAUX Tél. : 01.40.81.21.22
INTERLOCUTEUR	Madame Julie PIDOUX Tél. : 01.40.81.21.84 E-mail : julie.pidoux@developpement-durable.gouv.fr

CREOCEAN

COORDONNÉES	Zone Technocéan – Chef de Baie – Rue Charles Tellier 17000 LA ROCHELLE Tél. : 05 46 41 13 13 - Fax : 05 46 50 51 02 E-mail : creocean@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	Monsieur Thibault SCHVARTZ Tél. : 05.46.41.12.10 E-mail : schvartz@creocean.fr

COHABYS

COORDONNÉES	La Rochelle Université Bâtiment ILE 2, rue Olympe de Gouges 17000 La Rochelle http://cohabys.fr/
INTERLOCUTEUR	Mmes Ludivine MARTINEZ et Emeline PETTEX Tel : 05 46 50 76 71 ludivine.martinez@univ-lr.fr / emeline.pettex@univ-lr.fr

RAPPORT

TITRE	Synthèse cartographique sur l'environnement pour la planification de l'éolien en mer Façade Méditerranée
N° DE COMMANDE	1406428074
NOMBRE DE PAGES TOTAL	71
NOMBRE D'ANNEXES	5

Sommaire

1. Contexte de l'étude	2
2. Méthodologie générale de spatialisation.....	3
3. Analyses spatialisées sur les habitats benthiques	5
3.1. Méthode détaillée de spatialisation.....	5
3.1.1. Distribution.....	5
3.1.2. Enjeux	5
3.1.3. Sensibilité	5
3.2. Présentation et analyses des cartes.....	8
3.2.1. Typologie.....	8
3.2.2. Enjeux	10
3.2.3. Sensibilité	12
4. Analyses spatialisées sur l'avifaune marine (oiseaux)	14
4.1. Méthode détaillée de spatialisation.....	14
4.1.1. Distribution.....	14
4.1.2. Enjeux	15
4.1.3. Sensibilité	15
4.2. Présentation et analyses des cartes.....	17
4.2.1. Enjeux	17
4.2.2. Sensibilité	19
5. Analyses spatialisées sur les mammifères marins	21
5.1. Méthode détaillée de spatialisation.....	21
5.1.1. Distribution.....	21
5.1.2. Enjeux	21
5.1.3. Sensibilité	21
5.2. Présentation et analyses des cartes.....	24
5.2.1. Enjeux	24
5.2.2. Sensibilité	27
6. Analyses spatialisées sur les tortues	29
6.1. Méthode détaillée de spatialisation.....	29
6.2. Présentation et analyse des cartes	29
Glossaire	31
Annexes.....	33

Annexe 1 Habitats benthiques	33
Annexe 2 Avifaune marine.....	36
Annexe 3 Mammifères marins	42
Annexe 4 Synthèse des recommandations des conseils scientifiques éoliens en mer et de leur prise en compte.....	47
Références bibliographiques	53
Généralités.....	53
<i>Habitats benthiques</i>	53
<i>Avifaune marine.....</i>	55
<i>Mammifères marins.....</i>	58
<i>Tortues</i>	62
Sources des images.....	62

Liste des figures

<i>Figure 1. Périmètre de l'étude sur la façade Méditerranée</i>	2
<i>Figure 2. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation</i>	4
<i>Figure 3. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour les habitats benthiques.....</i>	7
<i>Figure 4. Typologie (niveaux simplifiés) des habitats benthiques au niveau de la façade (EUSEAMAP, 2021).....</i>	8
<i>Figure 5. Habitats particuliers inventoriés et cartographiés à l'échelle de la façade (OFB, 2022 ; Ifremer, 2021)</i>	9
<i>Figure 6. Carte d'enjeux pour les habitats benthiques au niveau national.....</i>	10
<i>Figure 7. Carte d'enjeux IUCN pour les habitats benthiques au niveau de la façade</i>	11
<i>Figure 8. Carte de sensibilité globale des habitats benthiques au niveau national.....</i>	12
<i>Figure 9. Carte de sensibilité globale des habitats benthiques au niveau de la façade</i>	13
<i>Figure 10. Acquisition d'observations en mer par suivi aérien.....</i>	14
<i>Figure 11. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour l'avifaune</i>	16
<i>Figure 12. Carte d'enjeux pour l'avifaune marine au niveau national</i>	17
<i>Figure 13. Carte d'enjeux pour l'avifaune marine sur la façade</i>	18
<i>Figure 14. Carte de sensibilité de l'avifaune marine aux pressions de l'éolien en mer au niveau national.....</i>	19
<i>Figure 15. Carte de sensibilité de l'avifaune marine aux pressions de l'éolien en mer sur la façade</i>	20
<i>Figure 16. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour les cétacés.....</i>	23
<i>Figure 17. Carte d'enjeux pour les cétacés au niveau national.....</i>	24
<i>Figure 18. Carte d'enjeux pour les cétacés sur la façade</i>	25
<i>Figure 19. Carte de distribution du grand dauphin sur la façade</i>	26
<i>Figure 20.Carte de sensibilité des cétacés aux pressions de l'éolien en mer au niveau national</i>	27
<i>Figure 21. Carte de sensibilité des cétacés aux pressions de l'éolien en mer sur la façade.....</i>	28
<i>Figure 22. Carte de distribution des tortues à écailles (caouannes en majorité)</i>	29
<i>Figure 23. Typologie des habitats benthiques de la façade au niveau EUNIS le plus fin (Produit EUSEAMAP, 2021).....</i>	33

Figure 24. Carte de sensibilité des habitats benthiques à l'enrichissement en matière organique sur la façade.....	34
Figure 25. Carte d'incertitude sur la façade.....	35
Figure 26. Cartes d'effort d'échantillonnage des campagnes aériennes	36
Figure 27. Carte de distribution des espèces d'avifaune marine au niveau national	37
Figure 28. Carte de distribution des espèces d'avifaune marine sur la façade	38
Figure 29. Carte de distribution des petits puffins (puffin des Baléares et puffin des Anglais) sur la façade	39
Figure 30. Carte de distribution du fou de Bassan sur la façade.....	39
Figure 31. Carte d'enjeux des laridés* (goéland, mouette, sterne) sur la façade.....	40
Figure 32. Carte de sensibilité des laridés (goéland, mouette, sterne) sur la façade	41
Figure 33. Cartes d'effort d'échantillonnage des campagnes aériennes	42
Figure 34. Carte de distribution des cétacés au niveau national	43
Figure 35. Carte de distribution des cétacés sur la façade.....	44
Figure 36. Carte de distribution des globicéphalinés sur la façade	44
Figure 37. Carte de distribution des petits delphininés sur la façade	45
Figure 38. Carte de distribution des balénoptéridés sur la façade	45

Liste des annexes

<i>Annexe 1 Habitats benthiques</i>	33
<i>Annexe 2 Avifaune marine.....</i>	36
<i>Annexe 3 Mammifères marins.....</i>	42
<i>Annexe 4 Synthèse des recommandations des conseils scientifiques éoliens en mer et de leur prise en compte</i>	47

Sigles et acronymes

C

CNDP · Commission Nationale du Débat Public

D

DSF · Documents Stratégiques de Façade

E

Emodnet · European Marine Observation and Data Network

ERC · Eviter Réduire Compenser

EUNIS · European Nature Information System
(base de données de l'Union européenne
répertoriant les types d'habitats naturels,
artificiels, terrestres ou aquatiques)

G

GISOM · Groupement d'Intérêt Scientifiques sur les
Oiseaux Marins

I

Ifremer · Institut français pour la recherche et
l'exploitation de la mer

M

MarESA · Marine Evidence based Sensitivity
Assessment

MEMN · Manche est-mer du Nord

O

OFB · Office Français de la Biodiversité

P

Patrinat · Centre d'expertise et de données sur le
patrimoine naturel (Service commun de l'Office
français de la biodiversité, du Muséum national
d'Histoire naturelle, du Centre national de la
recherche scientifique et de l'Institut pour la
recherche et le développement)

U

IUCN · Union internationale pour la conservation de
la nature

1. Contexte de l'étude

La mise à jour des documents stratégiques de façade (DSF) fait l'objet d'un débat public mené du 23 novembre 2023 au 26 avril 2024 sous l'égide de la Commission nationale du débat public (CNDP). Les DSF sont les documents de planification de l'espace maritime en France. Ils comprendront une cartographie de zones prioritaires pour développer les futurs parcs éoliens en mer.

Les documents réalisés par l'Etat pour présenter les enjeux de la mise à jour des DSF sont accessibles en ligne¹.

La présente étude 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 Méditerranée. Elle vise à porter à la connaissance du public une information robuste pour lui permettre d'éclairer son avis sur le choix des futures zones de développement de parcs éoliens en mer sur la façade Méditerranée.

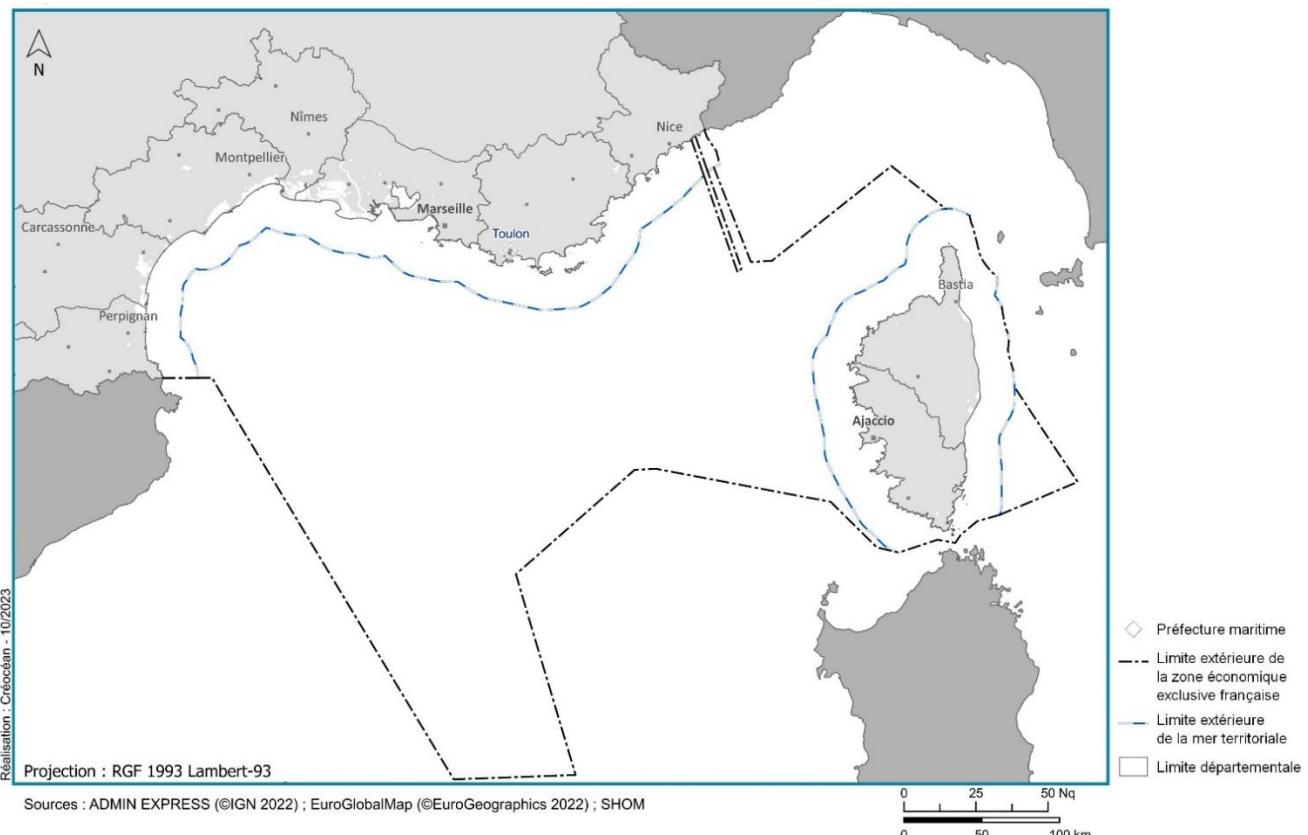


Figure 1. Périmètre de l'étude sur la façade Méditerranée

La façade Méditerranée s'étend de la frontière espagnole à la frontière italienne. Elle compte 9 départements de bord de mer et 3 régions littorale : Occitanie, Provence-Alpes-Côte-d'Azur et Corse

A noter que les termes suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire de l'étude. L'astérisque n'est pas répété après sa première occurrence pour une meilleure lisibilité.

¹ Voir la page Planification et participation du public sur le site de référence de l'Etat : <https://www.eolienesenmer.fr/planification-et-participation-du-public#paragraph--8803>

2. Méthodologie générale de spatialisation

Les cartes présentées dans l'étude portent sur un nombre limité de compartiments de l'environnement, sur lesquels suffisamment de données géolocalisées sont disponibles :

- Les habitats benthiques* (c'est-à-dire les habitats du fond marin)
- L'avifaune marine (les oiseaux marins)
- Les mammifères marins
- Les tortues marines.

Pour ces compartiments, de précédentes campagnes d'études en mer et des modélisations ont permis de recenser et de géolocaliser un nombre suffisamment important d'espèces et d'habitats.

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 (faisant parfois appel à des approches par modélisations d'habitats*) et des cartes de synthèse des habitats benthiques présents, selon une typologie harmonisée.

A noter que l'ichtyofaune (poissons) et les méga-invertébrés* (mollusques, crustacés et invertébrés benthiques) ne sont pas traité dans la présente étude en raison de délais de traitement de données incompatibles avec le calendrier du débat.

Des cartes d'enjeux 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. Pour cela, une note d'enjeu est attribuée aux espèces et aux habitats en présence (voir annexes). Cette note prend notamment en compte :

- la vulnérabilité de l'espèce ou de l'habitat concerné (état de conservation évalué par l'IUCN*). A noter que cette évaluation est faite à différentes échelles par l'IUCN (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, la raie brunette est considérée comme une espèce à fort enjeu (note de 5 sur 5) en raison de sa vulnérabilité (quasi menacé en Europe et en danger au niveau mondial). Les cartes d'enjeux doivent permettre de faire ressortir les secteurs sur lesquels on trouve des espèces et habitats à forte valeur patrimoniale.

Des cartes de sensibilité à l'éolien en mer sont ensuite réalisées à partir des cartes d'enjeux. 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 (voir annexes). Par exemple les plongeons 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.

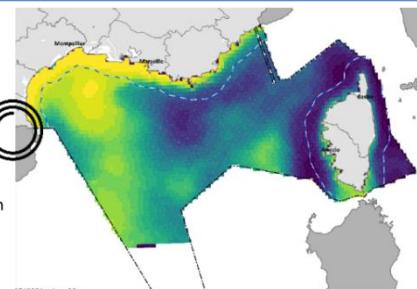
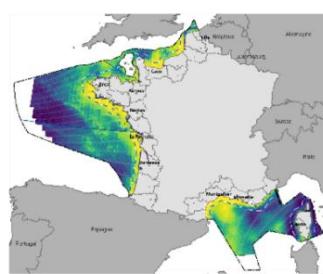
On agrège les sensibilités aux différentes pressions pour chaque espèce ou habitat afin d'obtenir une carte unique de sensibilité à l'ensemble des pressions. Pour ce faire, on retient, pour chaque espèce ou habitat, la valeur maximale de la sensibilité dans une approche de précaution. Ainsi, si un habitat est plus sensible à l'abrasion 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.

A 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. 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. Pour la façade Méditerranée, l'échelle des cartographies diffère de celle de l'arc Atlantique (comprenant les trois autres façades maritimes françaises).

Distribution des espèces / Typologie des habitats sur les façades maritimes françaises



VULNÉRABILITÉ

Statut de protection de l'espèce/habitat concerné

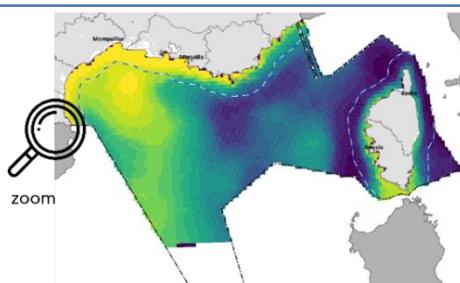
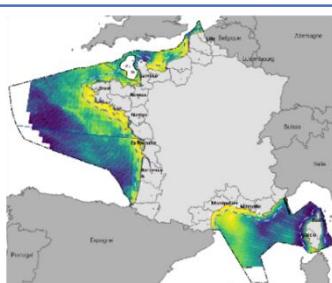
REPRÉSENTATIVITÉ pour les espèces

Représentation de l'espèce considérée sur la façade par rapport à sa représentation nationale

VALEUR D'ENJEU

CARTE D'ENJEU

Carte traduisant les préoccupations patrimoniales



Pour chaque espèce/ habitat, détermination et évaluation de la sensibilité aux différentes pressions de l'éolien en mer et des raccordements

Valeur de sensibilité à la pression 1

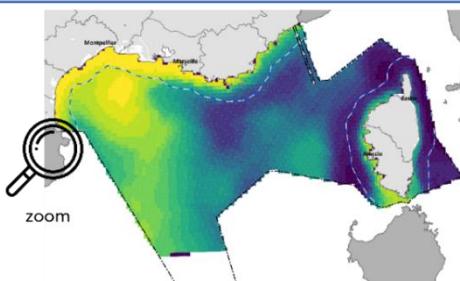
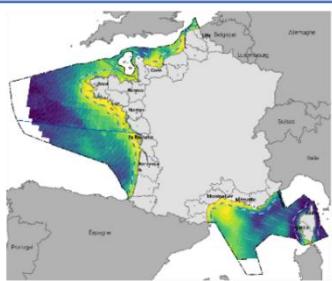
Valeur de sensibilité à la pression 2

Valeur de sensibilité à la pression X

VALEUR DE SENSIBILITÉ MAXIMALE

CARTE DE SENSIBILITÉ

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



CARTES D'EFFORTS

Cartes présentant l'effort d'échantillonnage des campagnes ayant permis l'acquisition des données utilisées

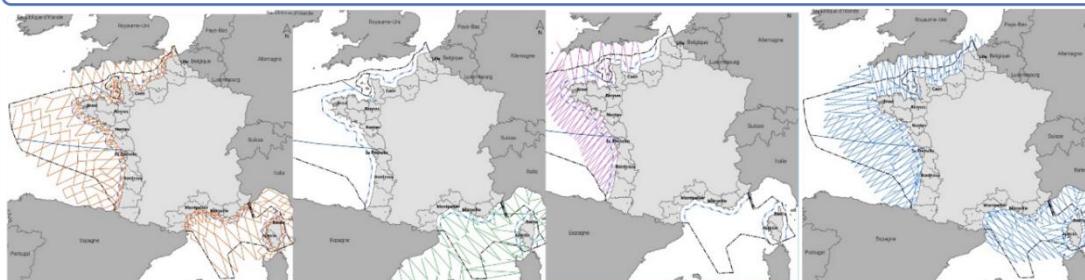


Figure 2. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation

3. Analyses spatialisées sur les habitats benthiques

3.1. Méthode détaillée de spatialisation

3.1.1. Distribution

La carte de synthèse EUSeaMap (Emodnet, 2021) constitue la carte la plus exhaustive existante des habitats benthiques subtidiaux* (zone en deçà des variations du niveau de la mer liées aux marées) à l'échelle des façades maritimes européennes. Le modèle prédictif mis en œuvre par le Réseau européen de données et d'observations marines (EMODNET) s'appuie 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 intègre directement une traduction des habitats selon la typologie EUNIS (European Nature Information System, 2012) – la classification de référence des habitats en Europe. 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'Office Français de la Biodiversité (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 dans le corps de l'étude 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*. La carte d'habitats détaillée est présentée en annexe 1.

3.1.2. Enjeux

Pour réaliser les cartes d'enjeux sur les habitats benthiques, une note est affectée à chaque habitat selon le statut de conservation* défini par l'IUCN² à l'échelle européenne (voir annexe 1). Certains habitats benthiques particuliers sont concernés par un objectif de zéro perte nette dans les objectifs environnementaux des DSF (Descripteur 6 « intégrité des fonds » : cible 0 perte nette sur les habitats particuliers après l'application de la séquence ERC - voir liste des habitats particuliers en annexe 1). Ils sont mis en avant dans les cartes à travers une symbologie particulière (aplat noir).

3.1.3. Sensibilité

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 (voir annexe 1) sur les habitats benthiques :

- (i) L'abrasion ; lié au frottement généré par certains ouvrages ou outils sur les habitats,
- (ii) 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,
- (iii) 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,
- (iv) La modification de l'hydrodynamisme locale ; la présence d'ouvrages (fondations, enrochements...) peut modifier localement l'hydrodynamisme.

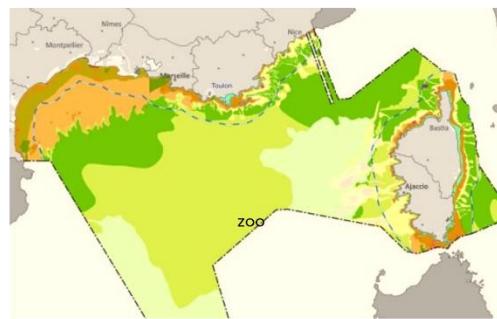
La sensibilité des habitats benthiques aux pressions physiques a été évaluée par le service Patrinat (OFB, MNHN, CNRS, IRD) pour les habitats benthiques métropolitains (selon la typologie nationale). Une carte de sensibilité est réalisée pour chacune des pressions identifiées. Puis une carte de sensibilité globale est réalisée, en retenant pour chaque habitat, la moyenne entre sa note d'enjeux et sa note de sensibilité maximale identifiée. Par exemple, l'habitat classé C6-2 Vases circalittorales* côtières dans la typologie nationale, et correspondant à l'habitat A5.36 Vase fine circalittorale dans la typologie EUNIS présente une sensibilité haute à l'abrasion (note de 4). Sa sensibilité aux autres pressions est évaluée entre très faible (1) et moyenne (3). C'est donc sa sensibilité maximale à l'abrasion (la plus pénalisante) qui est retenue et moyennée avec sa note d'enjeu (4 compte tenu du statut « En danger de l'habitat) pour la carte finale de sensibilité. Le score de sensibilité retenu est donc de 4 pour cet habitat.

² Pour évaluer l'importance des changements au sein des écosystèmes, la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes introduit le concept de « risque d'effondrement », analogue à celui du « risque d'extinction » d'une espèce. L'effondrement est défini comme le moment à partir duquel un écosystème a perdu les assemblages d'espèces qui le définissent ou qu'il n'est plus en capacité de les maintenir à long terme. La méthode d'évaluation s'appuie sur 5 critères : (A) Réduction de la distribution spatiale, (B) Distribution spatiale restreinte, (C) Dégradation de l'environnement abiotique, (D) Perturbation des interactions et/ou processus biotiques, (E) Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème.

Parmi les autres pressions générées par les éoliennes en mer et/ou leur raccordement et non intégrées à l'analyse spatiale globale, 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*... Une carte de sensibilité dédiée à cette pression est présentée en annexe 1. L'évaluation de la sensibilité pour cette pression se base sur les premiers éléments des travaux de l'OFB dans le cadre du référentiel technique Marha sur l'éolien en mer. La sensibilité à cette pression n'est toutefois pas intégrée dans la carte de sensibilité agrégé en raison de connaissances trop lacunaires.
- La destruction locale d'habitats ; il s'agit de l'une des pressions majeures de l'éolien en mer sur les habitats puisque l'installation d'ouvrage sur les habitats les détruit pendant toute la durée d'exploitation des éoliennes. Toutefois, la sensibilité des habitats benthiques à cette pression est maximale pour tous les types d'habitats. Il n'est donc pas pertinent de prendre en compte la sensibilité des habitats à cette pression, n'étant pas discriminante. Il convient plutôt 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). En Atlantique, l'évaluation de la sensibilité de certains habitats à cette pression a été réalisée par l'approche MarESA (Marine Evidence based Sensitivity Assessment – Evaluation du réseau MarLIN basée sur des données acquises en mer) . Dans cette approche, la pression est assimilable à des déversements de contaminants incontrôlés ou accidentels, ce qui ne correspond pas aux pressions moindres générées par l'éolien en mer (contamination mesurée et contrôlée). La sensibilité à cette pression - qui aurait par ailleurs évaluée de manière incomplète - n'a donc pas été intégrée dans les analyses spatiales.
- 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. La sensibilité à cette pression n'est pas intégrée aux analyses spatiales en raison de connaissances trop lacunaires.
- L'électromagnétisme et l'augmentation locale de la température dû aux câbles sous-marins ; les câbles génèrent localement un champ électromagnétique et une hausse de température susceptible de modifier le comportement des espèces. La sensibilité à cette pression n'est pas intégrée aux analyses spatiales en raison de connaissances trop lacunaires.

Carte de synthèse des habitats présents sur les façades maritimes françaises



VULNÉRABILITÉ

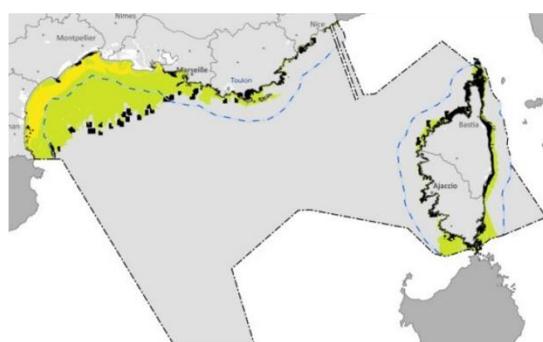
Statut de conservation (IUCN)

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

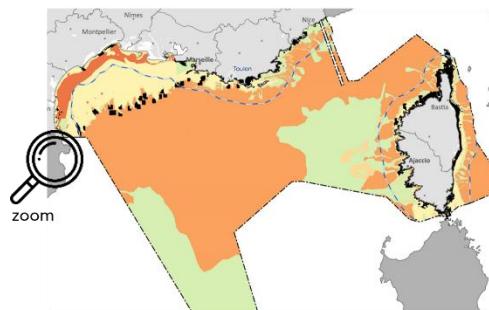
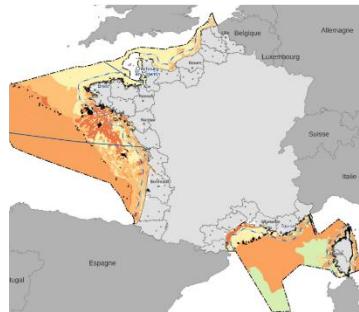
Valeur de sensibilité à la sédimentation

Valeur de sensibilité à la modification de l'hydrodynamisme local

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

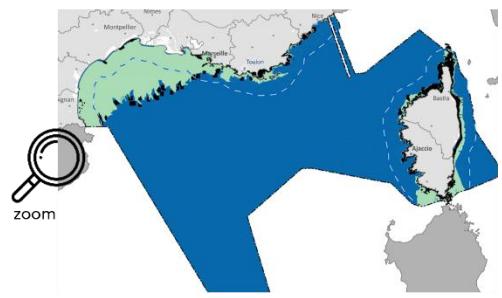
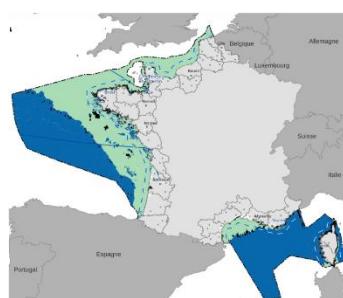


Figure 3. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour les habitats benthiques

3.2. Présentation et analyses des cartes

3.2.1. Typologie

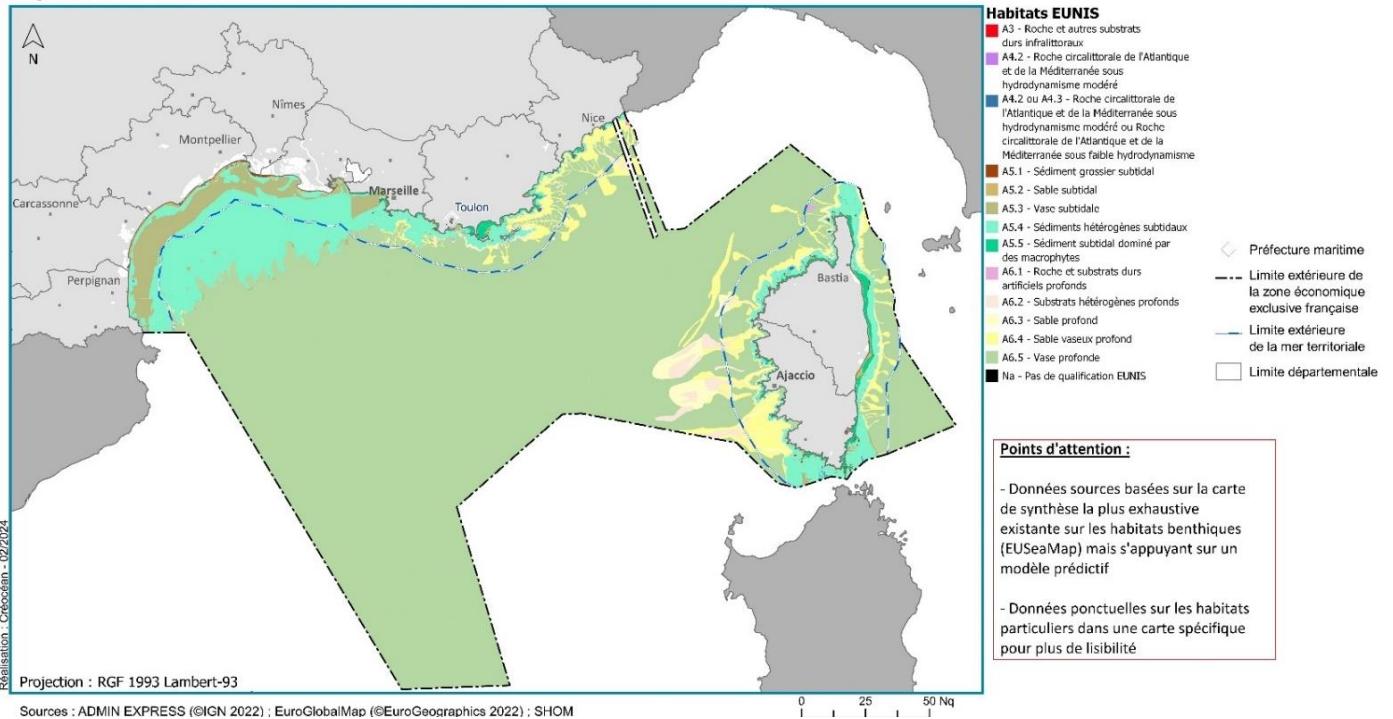


Figure 4. Typologie (niveaux simplifiés) des habitats benthiques au niveau de la façade (EUSEAMAP, 2021)

Le plateau* continental 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 composé d'habitats vaseux abyssaux*. Le golfe du Lion se caractérise principalement par des habitats de type Biocénoses* méditerranéennes des fonds détritiques* du large (Eunis A5.47) et Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques envasés (Eunis A5.38). La bande côtière de Marseille à Nice présente des secteurs d'herbiers de Posidonie (herbe marine) (Eunis A5.535), des fonds rocheux infralittoraux (A3), des sédiments grossiers infralittoraux (A5.13) et des biocénoses méditerranéennes du détritique côtier (A5.46). Le proche côtier de l'île de Corse présente des habitats similaires ainsi que des sables fins infralittoraux (A5.23).

La cartographie des habitats particuliers compilée par l'OFB en 2022 dans le cadre d'un programme Life Marha et des Ecosystèmes Marins Vulnérables par l'Ifremer sur les talus* continentaux est présentée ci-dessous.

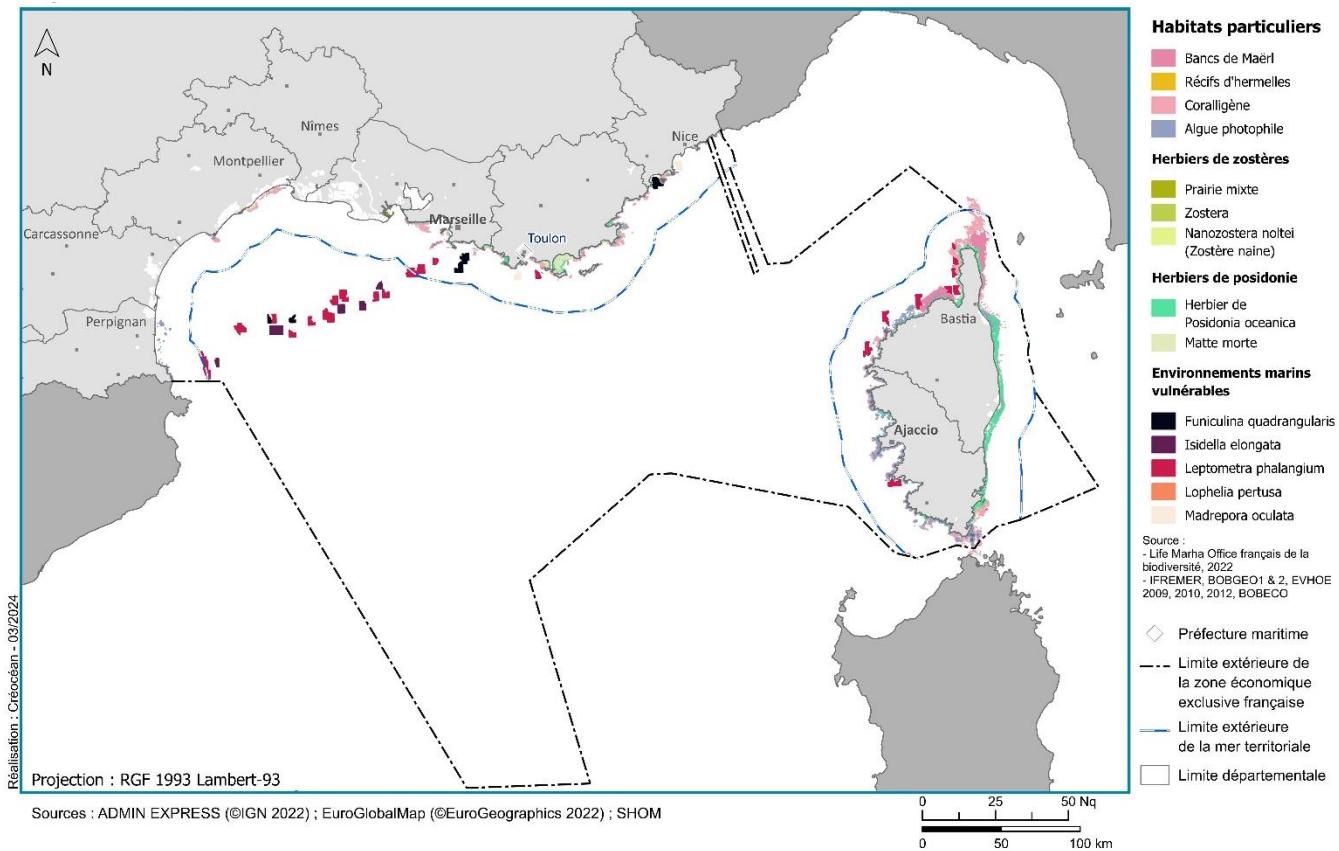


Figure 5. Habitats particuliers inventoriés et cartographiés à l'échelle de la façade (OFB, 2022 ; Ifremer, 2021)

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* (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 filamentueux, fixé au substrat, capable de se déplacer dans la colonne d'eau au stade adulte) et coraux durs.

3.2.2. Enjeux

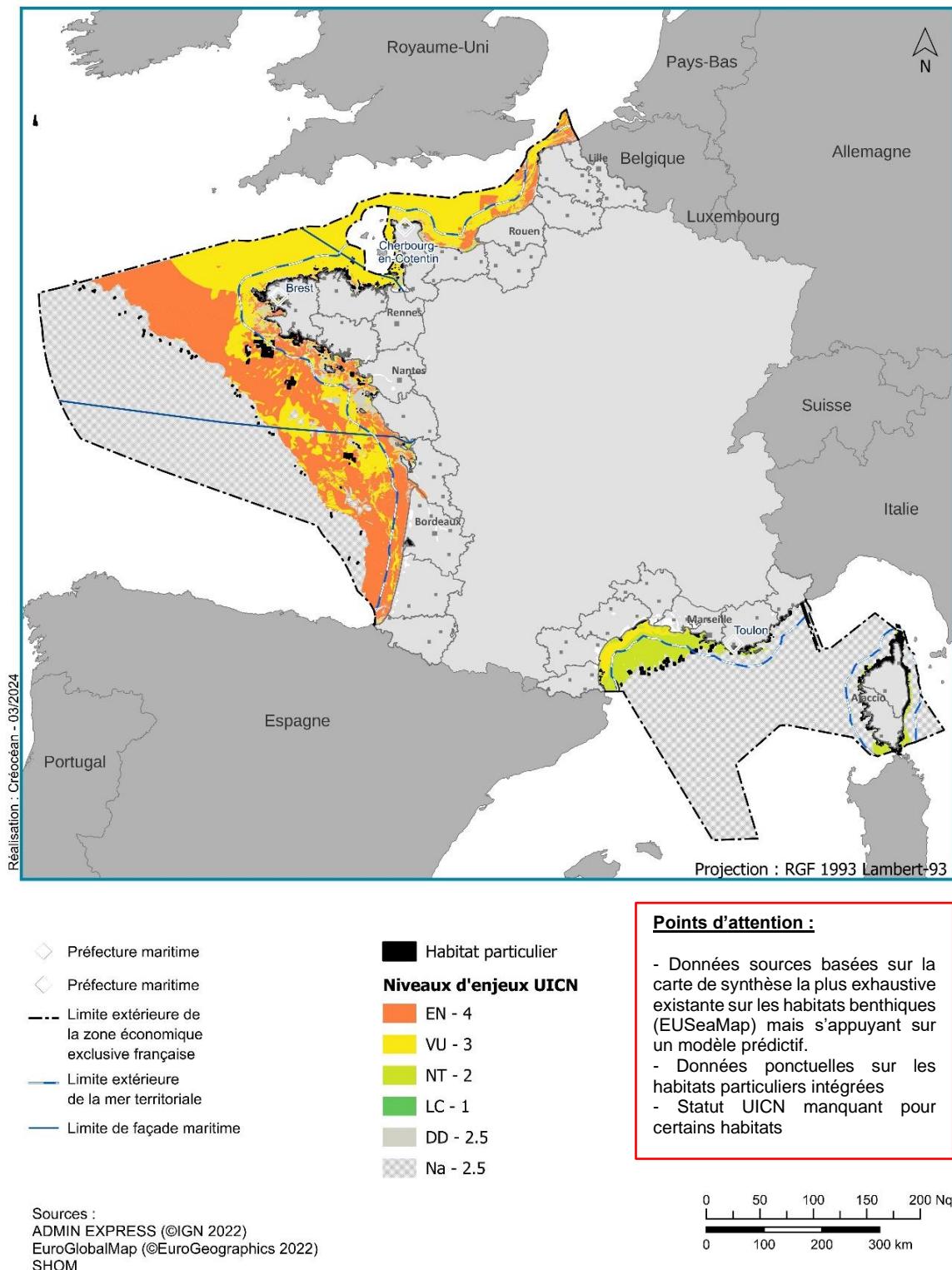


Figure 6. Carte d'enjeux pour les habitats benthiques au niveau national

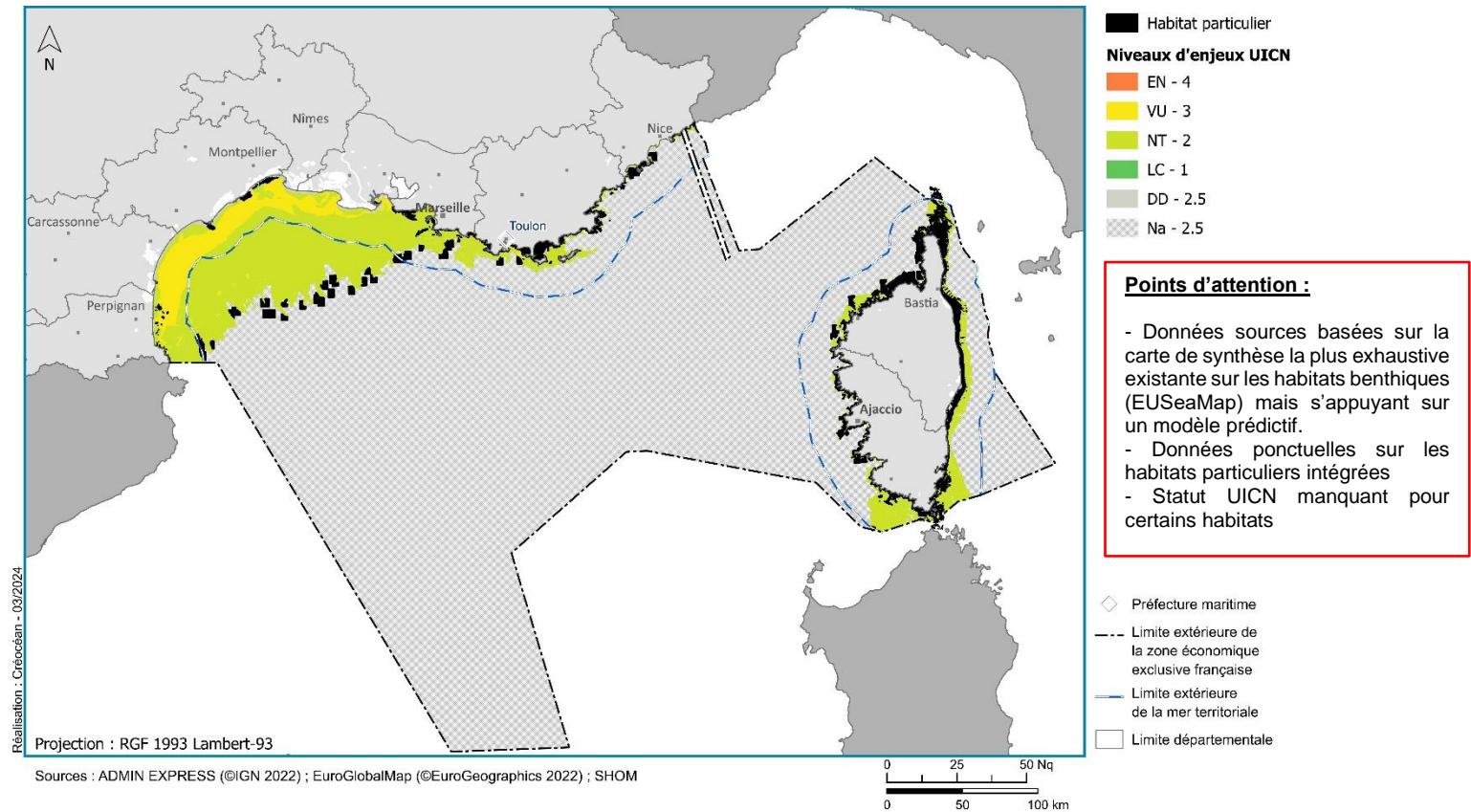


Figure 7. Carte d'enjeux UICN pour les habitats benthiques au niveau de la façade

Une grande partie des fonds de la façade méditerranéenne se situe dans des profondeurs abyssales. Ces habitats ne bénéficient pour le moment pas d'une évaluation UICN et n'ont donc pas un niveau d'enjeu de conservation associé. Les biocénoses méditerranéennes du détritique côtier (Eunis A5.46) ou des fonds détritiques du large (Eunis A5.47) sont dans un état quasi-menacé (NT). Les herbiers de Posidonie (Eunis A5.53) sont eux évalués comme vulnérables (VU). Certaines déclinaisons des habitats rocheux (Eunis A3) peuvent être évaluées comme en danger (EN).

3.2.3. Sensibilité

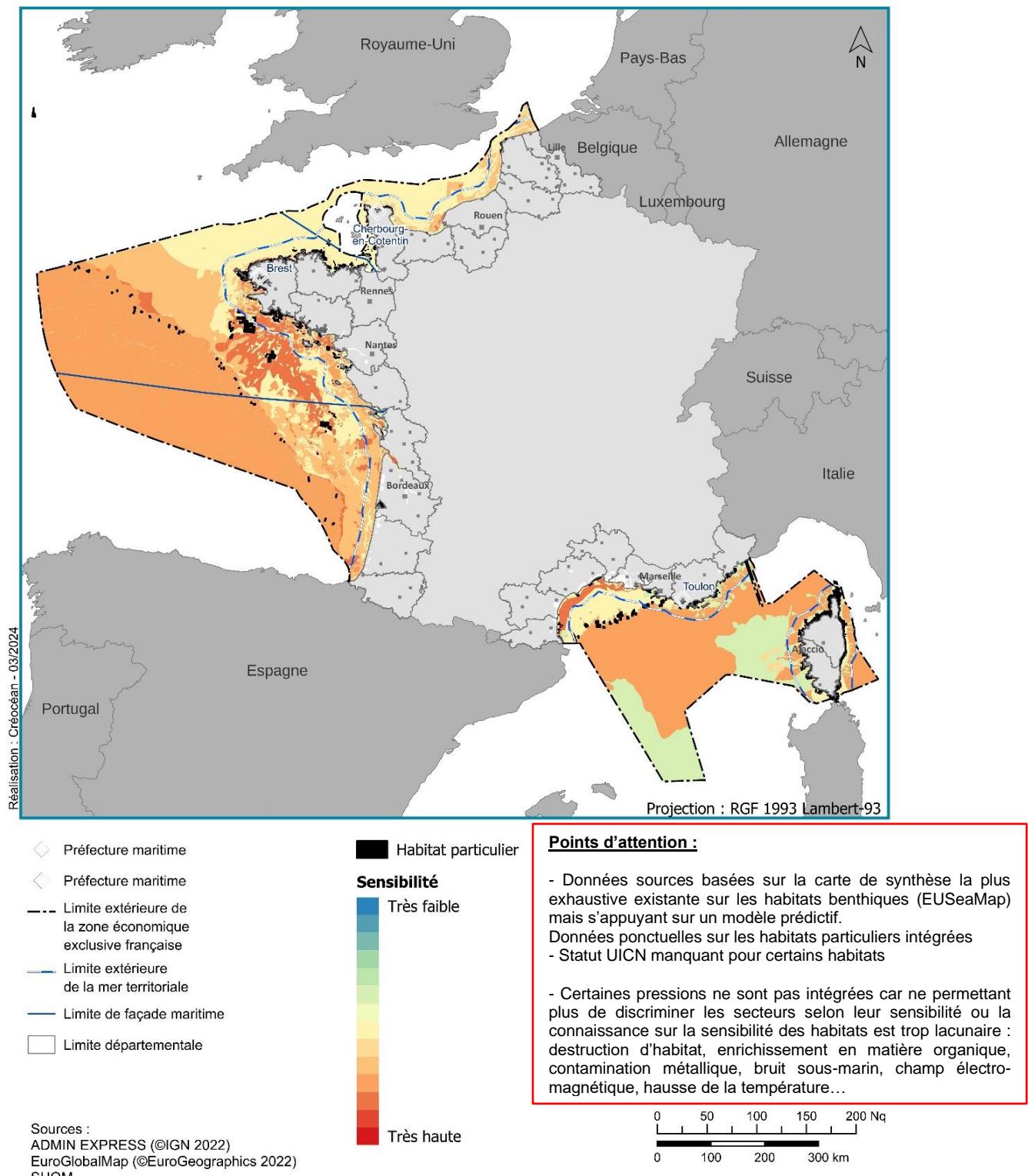


Figure 8. Carte de sensibilité globale des habitats benthiques au niveau national

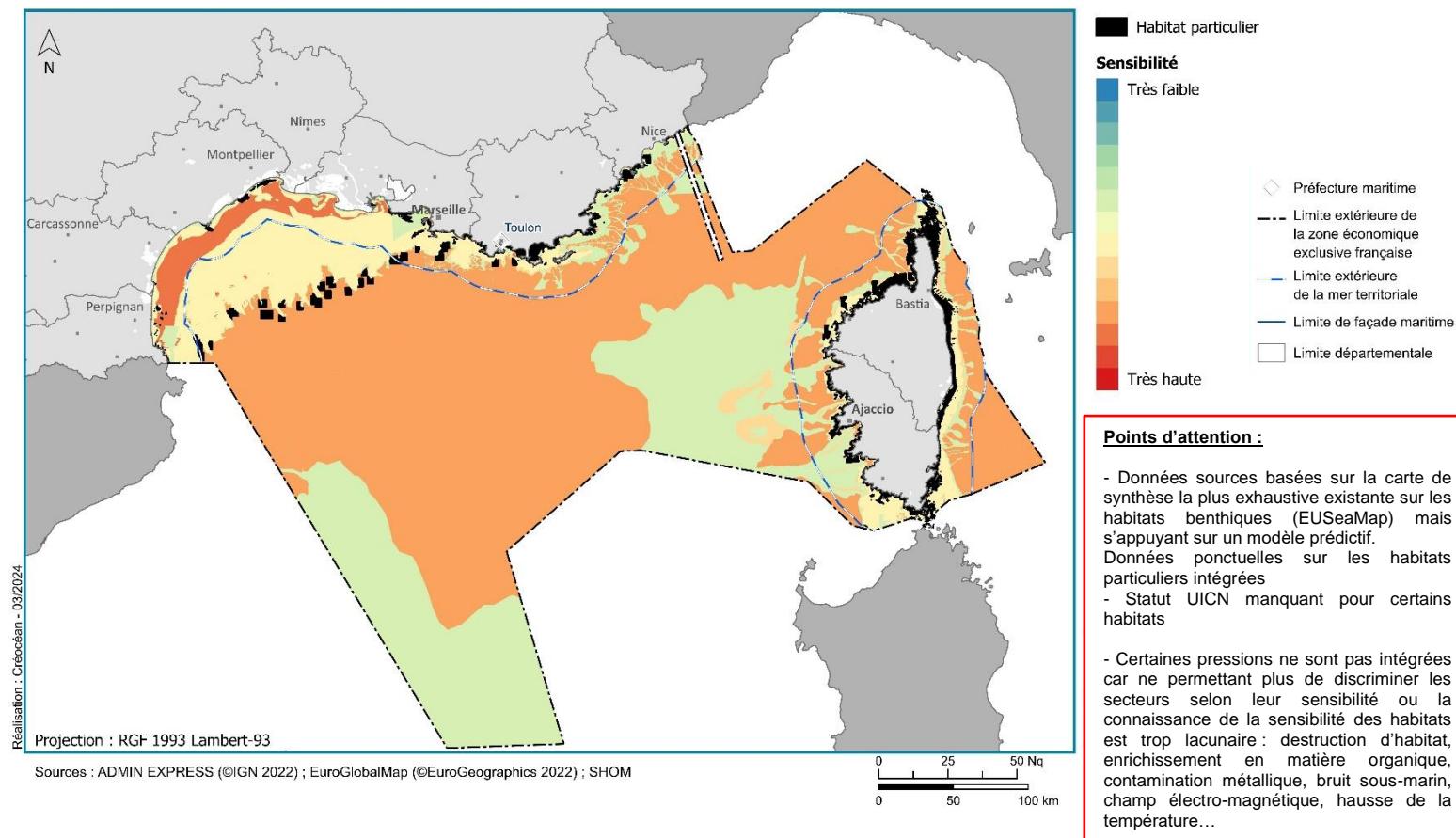


Figure 9. Carte de sensibilité globale des habitats benthiques au niveau de la façade

La sensibilité globale apparaît moyenne à forte sur la façade méditerranéenne.

Plusieurs habitats témoignent d'un risque de sensibilité haute à l'éolien en mer :

- les herbiers de Posidonie (Eunis A5.535), qualifiés d'un statut de « Vulnérables » par l'IUCN 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 (Eunis A5.38), 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 (Eunis A3), notamment les biocénoses méditerranéennes et pontiques des algues infralittoriales très exposées à l'action des vagues (A3.13), classés En danger (EN) par l'IUCN 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 (espèces longévives*), impliquant une faible capacité de recolonisation, sensibles à une régime hydrodynamique stable et faible capacité du milieu à éliminer un dépôt important).

Les biocénoses méditerranéennes du détritique côtier (Eunis A5.46) et des fonds détritiques du large (Eunis A5.47) ont un statut de conservation évalué en quasi menacé et montrent des sensibilités hautes sur plusieurs des 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.

Attention, même 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 IUCN et de l'absence de correspondance de ces habitats Eunis vers la typologie nationale. Aucune sensibilité n'a donc pu être évaluée. 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.

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

4.1. Méthode détaillée de spatialisation

4.1.1. Distribution

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 prédefinis par bateau ou par avion et permettent de collecter des données sur la présence des oiseaux en mer, et leur comportement (Figure 10). Associées à plusieurs informations environnementales comme la bathymétrie, la température de surface, la salinité, la concentration en chlorophylle ou la production primaire*, 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 prédictives en nombre d'individus par km². Ces cartes de distribution sont normalisées afin de pouvoir comparer les espèces entre elles indépendamment de leur abondance : les densités sont transformées afin que les valeurs soient comprises entre 0 et 1. Cette étape est importante pour la réalisation des cartes d'enjeux et de sensibilité multi-espèces (voir parties 4.1.2 et 4.1.3).



Figure 10. Acquisition d'observations en mer par suivi aérien

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 (voir Annexe 2). 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 (voir Annexe 2). 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.

4.1.2. Enjeux

Pour réaliser les cartes d'enjeux sur l'avifaune, une note d'enjeu est affectée à chaque espèce ou groupe d'espèces selon les indices de responsabilité (ou note d'enjeu) définis par le Groupement d'intérêt scientifiques sur les oiseaux marins (GISOM) et l'OFB (voir Annexe 2). 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 normalisée 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 note d'enjeu elle-même peut varier en fonction de la saison (oiseaux nicheurs*, estivants* ou hivernants*). La carte d'enjeux toutes espèces agrège l'ensemble des espèces pour les deux saisons (les cartes des deux saisons sont sommées).

4.1.3. Sensibilité

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 (voir Annexe 2) :

- (i) **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) ;
- (ii) **Le risque de perte d'habitat** ; c'est-à-dire le fait qu'un oiseau soit déplacé par évitemen 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.

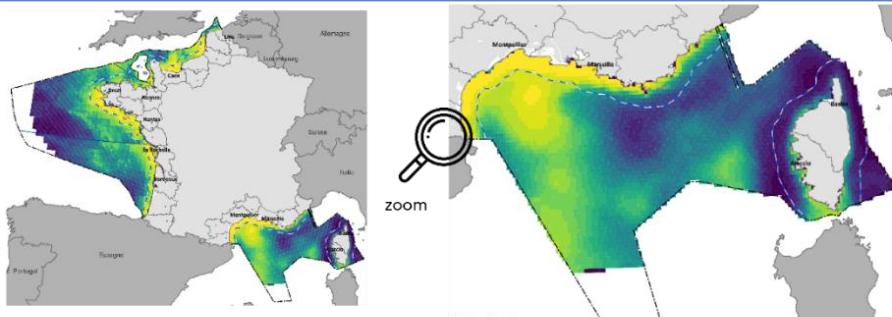
Pour chaque espèce ou groupe d'espèces, la sensibilité à chacune de ces pressions est définie à partir de la littérature scientifique récente et la valeur la plus élevée à l'une des pressions est identifiée. Par exemple, les plongeons sont plus sensibles à la perte d'habitat qu'à la collision. C'est l'indice de sensibilité à la perte d'habitat qui est donc retenu pour les plongeons 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 agrégant 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 migrants 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. Avec ces incertitudes, il est donc important de cartographier les zones de plus fort risque potentiel pour limiter l'exposition des oiseaux. La planification au niveau des façades maritimes permet de prendre en compte ce risque pour la biodiversité au niveau de l'ensemble des projets éoliens envisagés, en tenant compte de l'effet cumulatif des parcs.

A noter que des cartes spécifiques à certaines espèces ou groupe d'espèces d'oiseaux sont présentées en annexe – en plus des cartes agrégeant toutes les espèces – compte tenu de leur importance (voir Annexe 2).

Carte de distribution des espèces d'oiseaux sur les façades maritimes françaises

**VULNÉRABILITÉ**

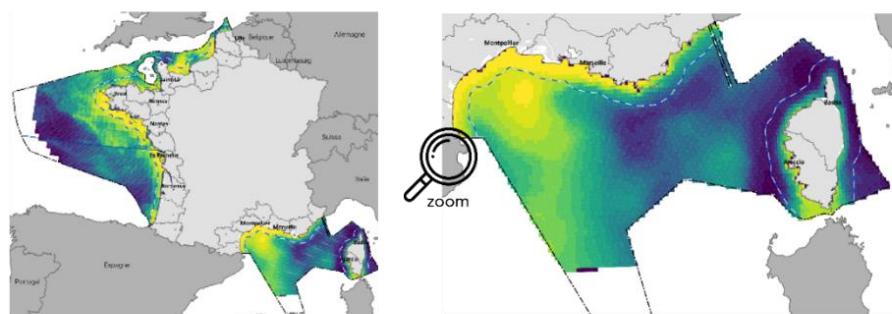
Statut de conservation (IUCN)

REPRÉSENTATIVITÉ

Représentation de l'espèce considérée sur la façade par rapport à sa représentation nationale

VALEUR D'ENJEU**CARTE D'ENJEU**

Carte traduisant les préoccupations patrimoniales



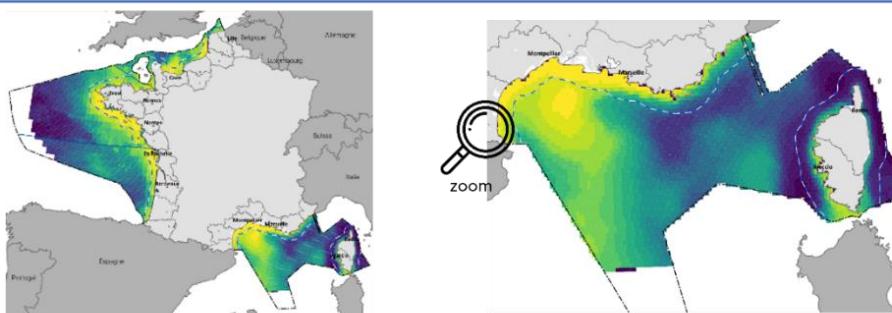
Détermination et évaluation de la sensibilité aux différentes pressions de l'éolien en mer

Valeur de sensibilité au risque de collision

Valeur de sensibilité au risque de perte d'habitat

VALEUR DE SENSIBILITÉ MAXIMALE**CARTE DE SENSIBILITÉ**

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

**CARTES D'EFFORTS**

Cartes présentant l'effort d'échantillonnage des campagnes ayant permis l'acquisition des données utilisées

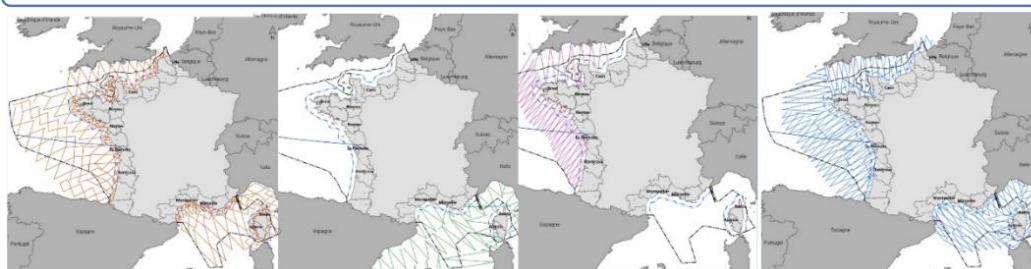


Figure 11. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour l'avifaune

4.2. Présentation et analyses des cartes

4.2.1. Enjeux

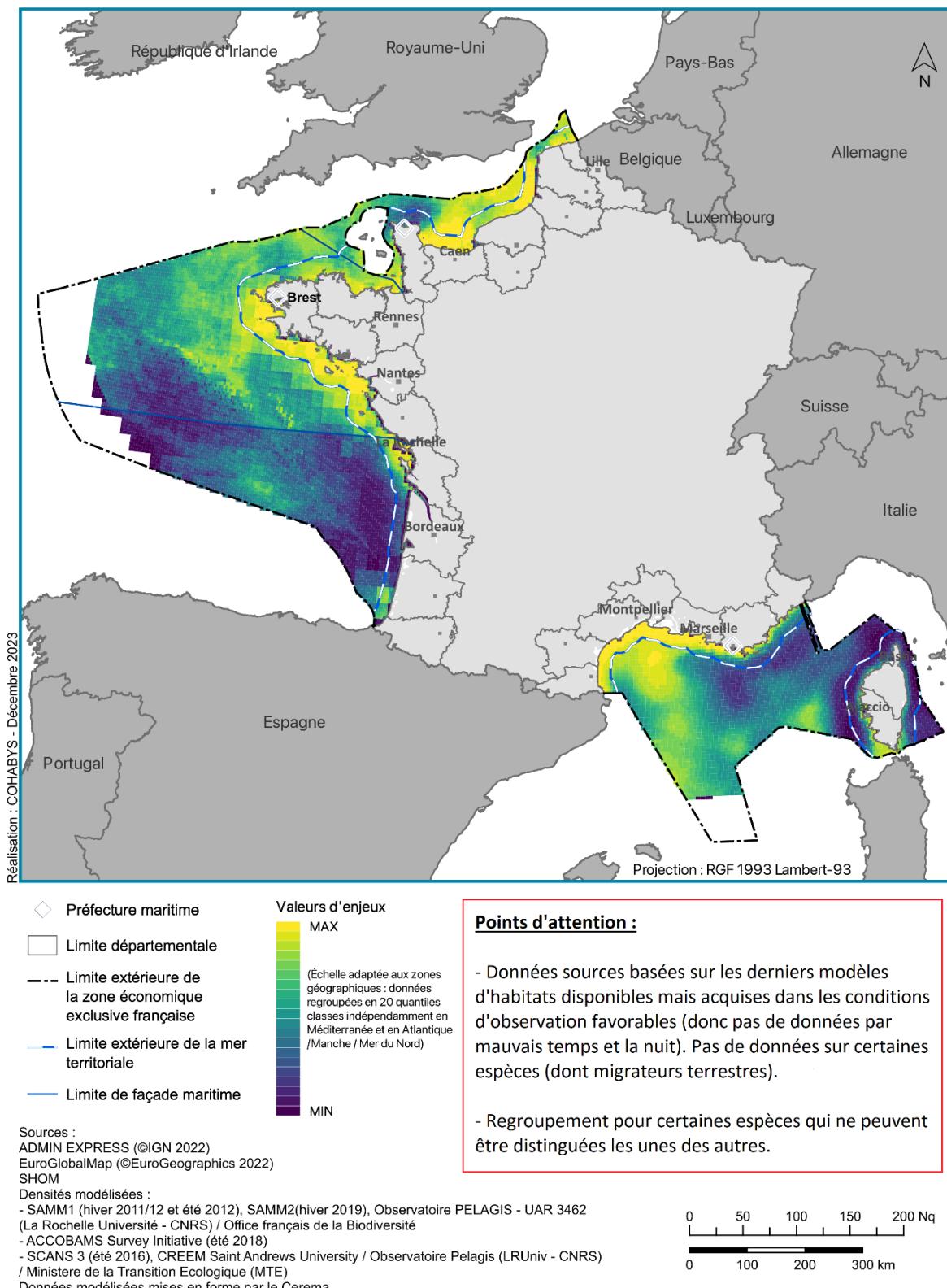


Figure 12. Carte d'enjeux pour l'avifaune marine au niveau national

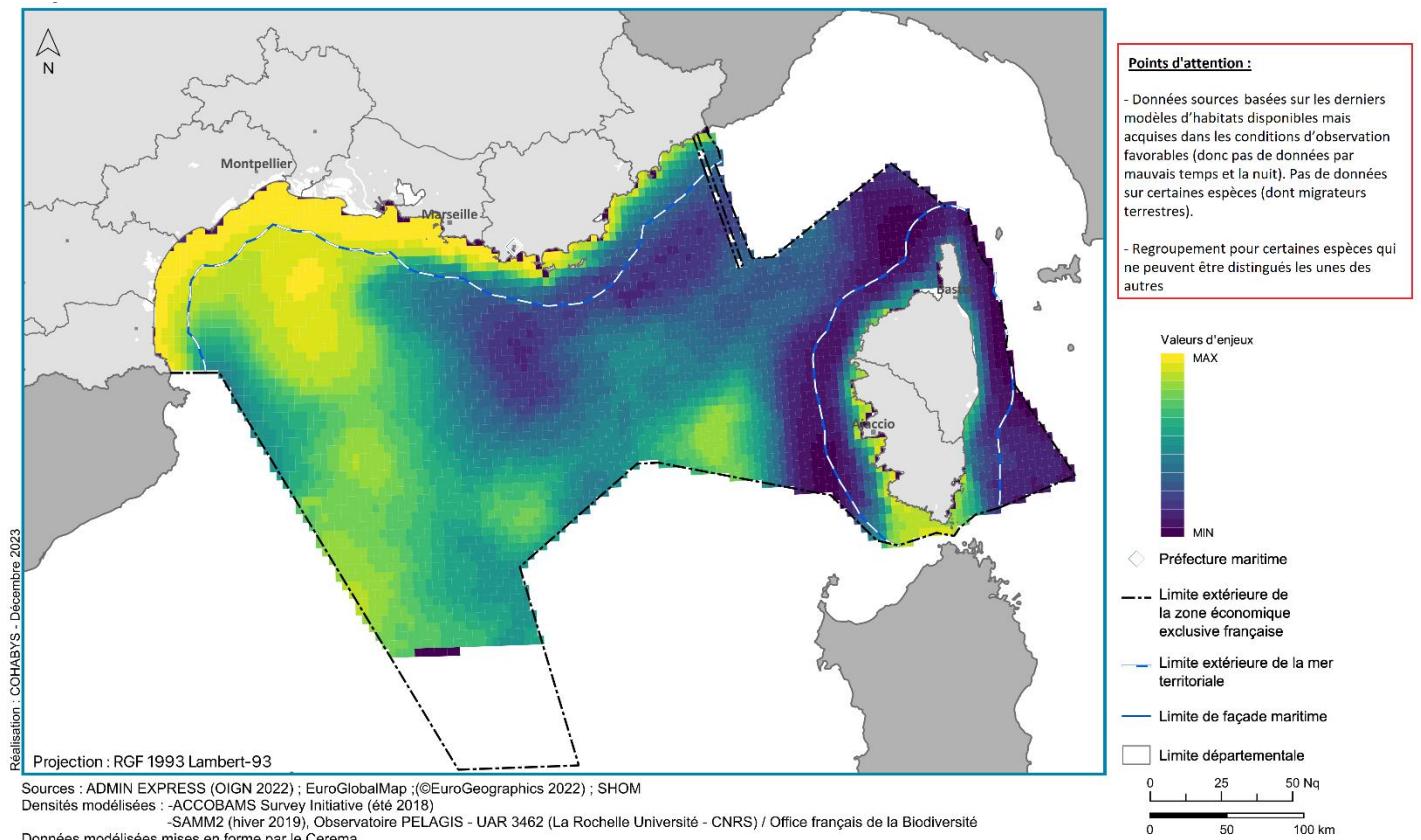


Figure 13. Carte d'enjeux pour l'avifaune marine sur la façade

Au sein de la façade Méditerranée, les valeurs maximales d'enjeux pour l'avifaune marine sont observées dans les eaux territoriales* et sur le plateau continental du golfe du Lion (Figure 13). Des enjeux moyens à forts sont visibles sur le talus et la plaine abyssale dans la moitié occidentale de la façade. Les zones de plus faibles enjeux sont concentrées dans la partie orientale de la zone économique exclusive*, entre la côte Provence-Alpes Côte d'Azur et la Corse et à l'est de la Corse. Toutefois, les zones côtières de la Corse et du littoral provençal présentent des enjeux moyens à fort, particulièrement au sud de l'île dans les Bouches de Bonifacio et au large du parc national de Port-Cros.

Le golfe du Lion est une zone d'importance majeure pour de nombreuses espèces d'oiseaux marins mais également pour de très nombreuses d'espèces d'oiseaux limicoles*. La forte productivité*, 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*, 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 migrants 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.

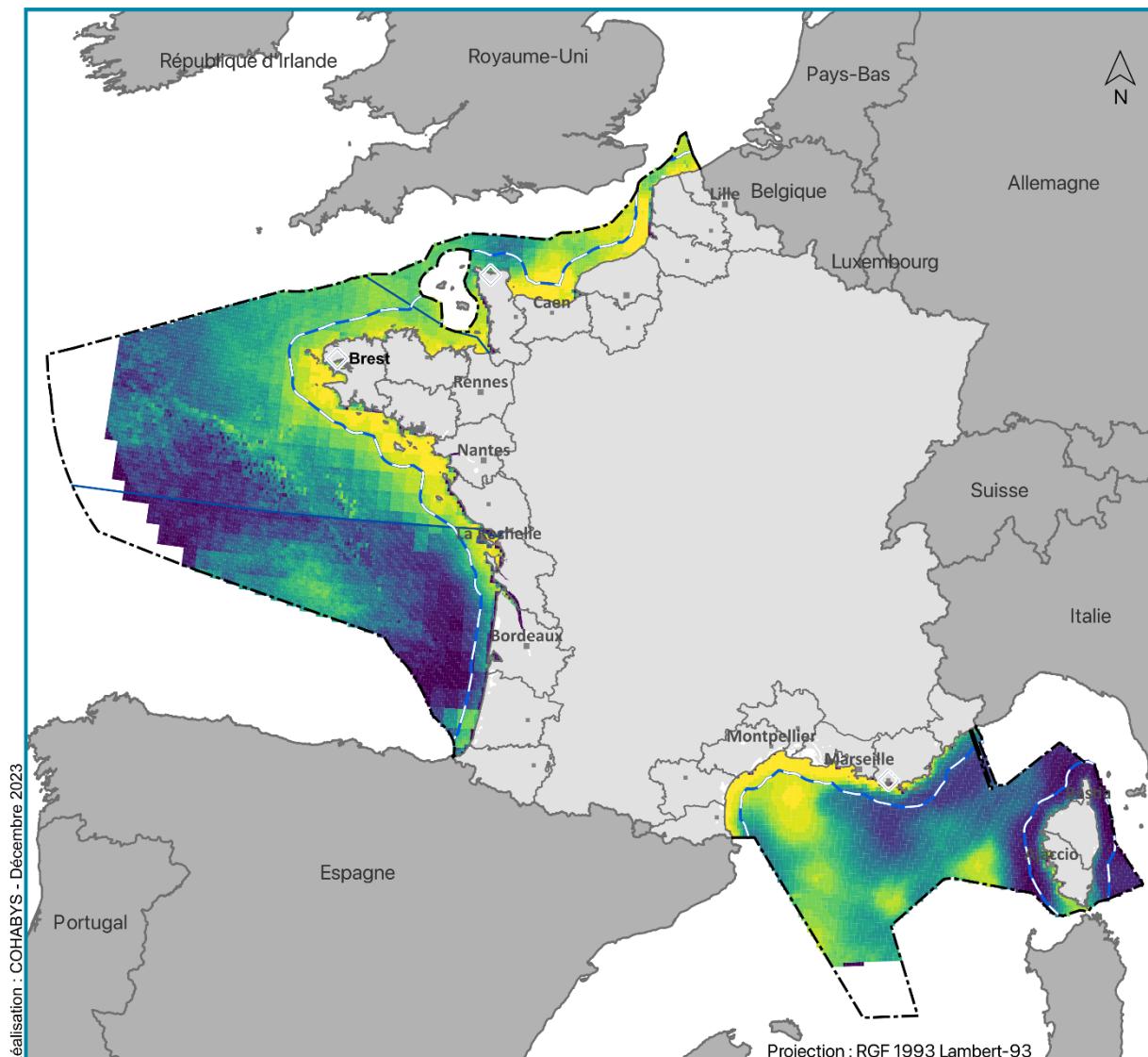
La côte provençale, de Fos-sur-mer à la frontière italienne, se caractérise par des habitats essentiellement rocheux. C'est une zone d'alimentation pour la mouette mélancocéphale, les puffins et les goélands. Les îles des parcs nationaux des calanques et de Port-Cros sont des sites d'enjeux majeurs pour 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 fort enjeux : balbuzard pêcheur, cormoran huppé et goéland d'Audouin. Le Sud de l'île et le secteur des bouches de Bonifacio est 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'enjeux en Méditerranée sont les océanites, les petits puffins (yelkouan et Baléares), les grands puffins (Scopoli) et la mouette pygmée (Annexe 2).

Pour des raisons techniques, les modèles utilisés pour certaines espèces ne couvrent pas certaines franges côtières. Les très faibles niveaux d'enjeu montrés dans certaines mailles côtières sont ainsi des artefacts des cartes de distribution utilisées et non une traduction d'une moindre importance de ces secteurs.

4.2.2. Sensibilité



◆ Préfecture maritime

◻ Limite départementale

— Limite extérieure de la zone économique exclusive française

— Limite extérieure de la mer territoriale

— Limite de façade maritime

Valeurs de sensibilité

MAX

(Échelle adaptée aux zones géographiques : données regroupées en 20 quantiles classes indépendamment en Méditerranée et en Atlantique / Manche / Mer du Nord)

MIN

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 l'attraction générée par les flotteurs).

Sources :

ADMIN EXPRESS (©IGN 2022)
EuroGlobalMap (©EuroGeographics 2022)
SHOM

Densités modélisées :

- SAMM1 (hiver 2011/12 et été 2012), SAMM2(hiver 2019), Observatoire PELAGIS - UAR 3462 (La Rochelle Université - CNRS) / Office français de la Biodiversité
 - ACCOBAMS Survey Initiative (été 2018)
 - SCANS 3 (été 2016), CREEM Saint Andrews University / Observatoire Pelagis (LRUniv - CNRS) / Ministère de la Transition Ecologique (MTE)
- Données modélisées mises en forme par le Cerema

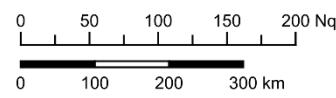


Figure 14. Carte de sensibilité de l'avifaune marine aux pressions de l'éolien en mer au niveau national

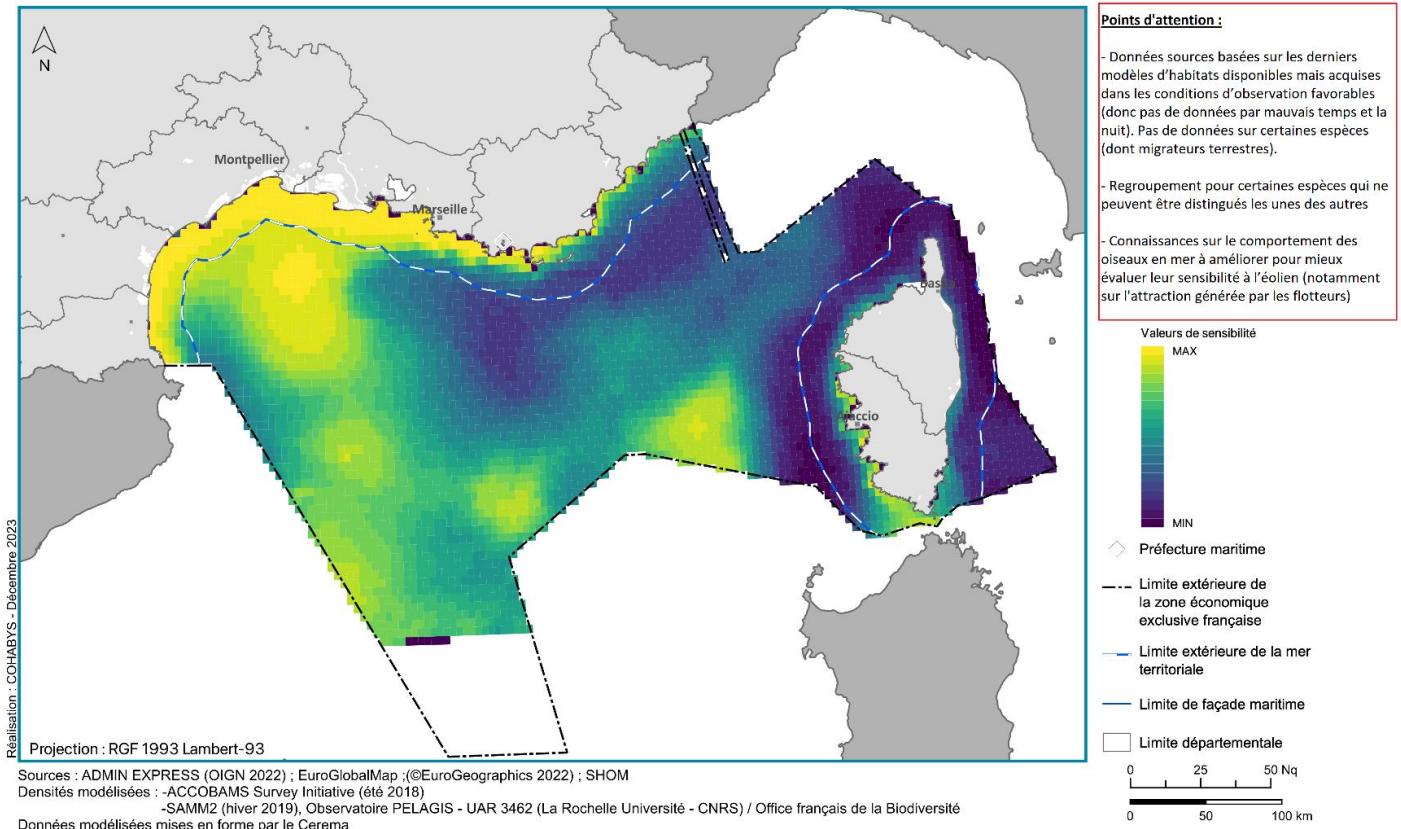


Figure 15. Carte de sensibilité de l'avifaune marine aux pressions de l'éolien en mer sur la façade

La carte de sensibilité lié à l'éolien est très similaire à la carte d'enjeux. Les eaux territoriales du golfe du Lion présentent 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 (Figure 15).

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 (Annexe 2). A 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.

Dans l'évaluation des risques liés à l'éolien en mer, il est important de considérer l'ensemble du cycle annuel des espèces et notamment les mouvements migratoires qui engagent de très nombreux oiseaux dans une traversée de la façade pour rejoindre des zones d'estivage en Atlantique, comme c'est le cas du puffin des Baléares, espèce en danger critique d'extinction. Plus localement, les oiseaux marins nicheurs peuvent également être exposés pendant la période de reproduction lors des déplacements alimentaires en mer.

De même que pour la carte d'enjeu, les faibles niveaux de sensibilité apparaissant sur certains secteurs à la côte sont des artefacts des cartes de distribution utilisées et ne doivent pas être considérés en tant que tels.

5. Analyses spatialisées sur les mammifères marins

5.1. Méthode détaillée de spatialisation

5.1.1. Distribution

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 prédefinis par bateau ou par avion et permettent de collecter des données sur la présence des mammifères marins en mer, et leur comportement (Figure 10). Associées à plusieurs informations environnementales comme la bathymétrie, la température de surface, la salinité, la concentration en chlorophylle ou la production primaire, ces données d'observation permettent de réaliser des modélisations d'habitats afin de prédire 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 prédictives en nombre d'individus par km². Ces cartes de distribution sont normalisées afin de pouvoir comparer les espèces entre elles indépendamment de leur abondance : les densités sont transformées afin que les valeurs soient comprises entre 0 et 1. Cette étape est importante pour la réalisation des cartes d'enjeux et de sensibilité multi-espèces (voir parties 5.1.2 et 5.1.3).

Pour cette étude, les modèles d'habitats les plus récents issus de campagnes de recensement à large échelle ont été utilisés (sources SAMM1, SAMM2, SCANS3 et ACCOBAMS ; voir Annexe 3). 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 comporte souvent un survol par saison et ne prend pas en compte la variabilité interannuelle. 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 mammifères 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, le dauphin commun et le dauphin bleu et blanc sont réunis dans la catégorie « Petits delphininés* » (voir Annexe 3) car les marques distinctives sur leur flanc ne sont généralement pas visibles lors des observations aériennes pour permettre de les distinguer. Bien que l'avion offre de meilleures possibilités de détection que le bateau, les mammifères marins ne sont visibles qu'en surface ou à quelques mètres sous la surface et certaines espèces passant beaucoup de temps en plongée (baleines, cachalot etc.) sont plus souvent manquées. Enfin, à l'échelle nationale, les campagnes ne permettent pas d'acquérir suffisamment de données sur les pinnipèdes (phoques) – seuls les cétacés sont représentés dans les cartes proposées.

5.1.2. Enjeux

Pour réaliser les cartes d'enjeux 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 (voir Annexe 3). 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 IUCN) 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 normalisée 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'enjeux toutes espèces agrège l'ensemble des espèces pour les deux saisons (les cartes des deux saisons sont sommées).

5.1.3. Sensibilité

La sensibilité des mammifères marins à l'éolien fait l'objet d'un nombre croissant d'études scientifiques. Cette évaluation s'appuie sur différents critères dont la sensibilité auditive des espèces, leur mobilité et leur vitesse de déplacement (pour quitter une zone de travaux ou éviter les collisions avec les navires), leur plasticité alimentaire (capacité à changer de proies pour s'alimenter), etc. Toutefois, ces connaissances restent encore à améliorer pour mieux évaluer la sensibilité à l'éolien. La sensibilité auditive notamment est complexe à évaluer, en particulier pour les grandes espèces. On s'appuie généralement sur les fréquences* des sons produits par les animaux pour estimer les fréquences auxquelles ils seront sensibles. Des mesures expérimentales en bassin sont possibles sur les petites espèces,

généralement le mousouin et les phoques. La sensibilité auditive est généralement extrapolée pour les autres espèces à partir de ces mesures.

Par ailleurs, la sensibilité aux différentes pressions varie en fonction du statut de l'animal (adulte ou jeune), de la période du cycle annuel (période de reproduction), de l'importance écologique de la zone (zone d'alimentation, de reproduction, etc.), des conditions météorologiques et potentiellement des façades maritimes.

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 (voir Annexe 3) :

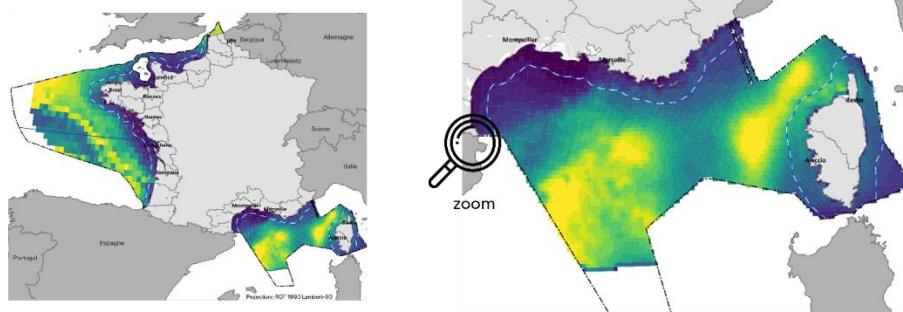
- (i) Le bruit sous-marin ; les travaux d'installation des éoliennes et des ouvrages de raccordement génèrent en effet un bruit susceptible de déranger voire de causer des lésions physiologiques (temporaires ou permanentes) aux mammifères marins,
- (ii) Le risque de modification ou de perte d'habitat ; 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,
- (iii) Le risque de collision ; l'installation et la maintenance sur un parc éolien est en effet susceptible de générer une augmentation du trafic de navire, et donc augmente la probabilité qu'un navire percutte un mammifère marin.
- (iv) 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 et retenue 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 agrégant 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. Malgré ces incertitudes, il est important de cartographier les zones de plus fort risque potentiel, en s'appuyant sur les données actuelles, pour limiter l'exposition des mammifères marins. La planification au niveau des façades maritimes permet de prendre en compte ce risque pour la biodiversité au niveau de l'ensemble des projets éoliens envisagés, en tenant compte de l'effet cumulatif des parcs.

A noter que des cartes spécifiques à certaines espèces ou groupe d'espèces de mammifères marins sont présentées en annexe – en plus des cartes agrégeant toutes les espèces – compte tenu de leur importance (voir Annexe 3).

Carte de distribution des espèces de cétacés sur les façades maritimes françaises



VULNÉRABILITÉ

Statut de conservation (IUCN)

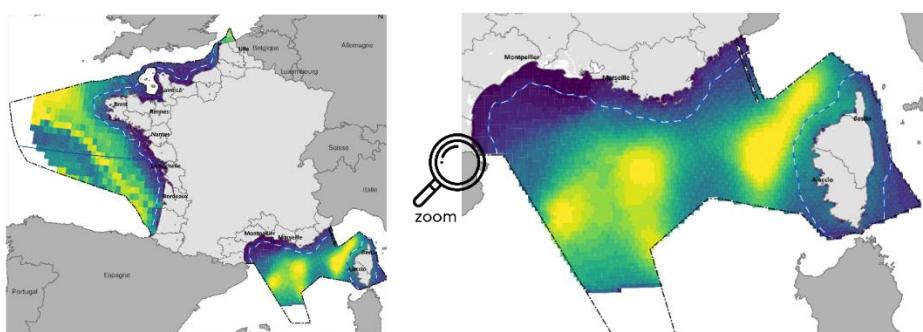
REPRÉSENTATIVITÉ

Représentation de l'espèce considérée sur la façade par rapport à sa représentation nationale

VALEUR D'ENJEU

CARTE D'ENJEU

Carte traduisant les préoccupations patrimoniales



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

Valeur de sensibilité au bruit sous-marin

Valeur de sensibilité à la modification d'habitat

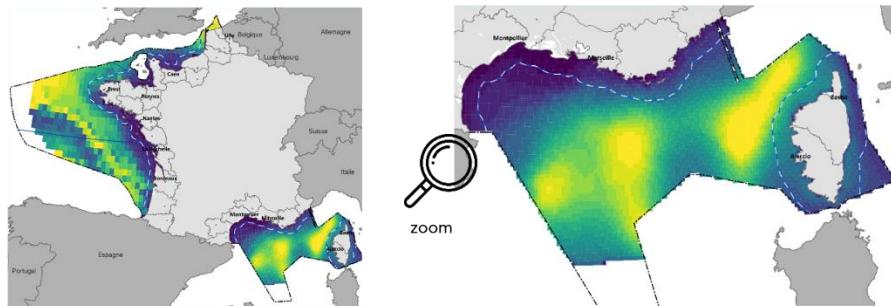
Valeur de sensibilité au risque de collision avec un navire

Valeur de sensibilité au risque d'enchevêtrement

VALEUR DE SENSIBILITÉ MAXIMALE

CARTE DE SENSIBILITÉ

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



CARTES D'EFFORTS

Cartes présentant l'effort d'échantillonnage des campagnes ayant permis l'acquisition des données utilisées

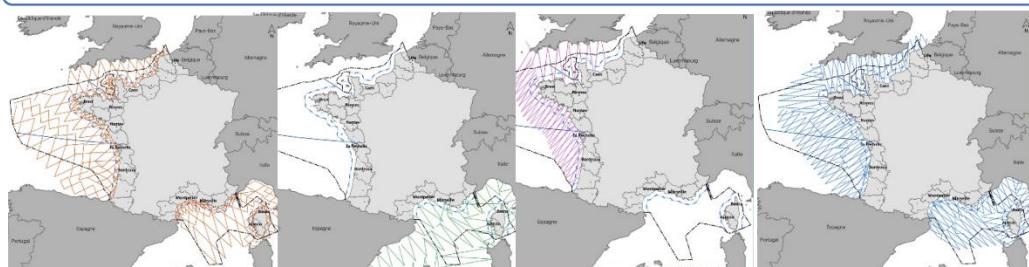


Figure 16. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour les cétacés

5.2. Présentation et analyses des cartes

5.2.1. Enjeux

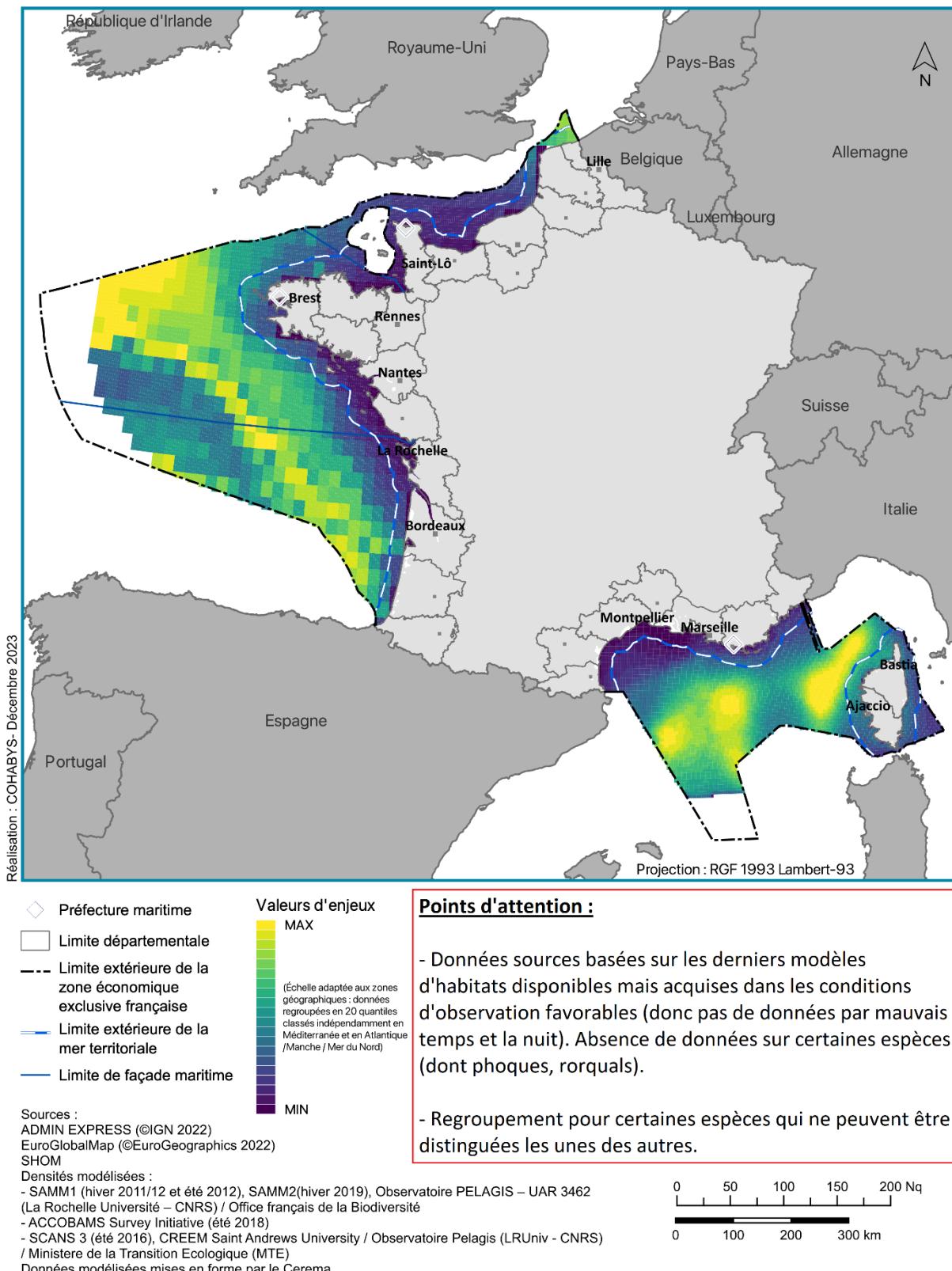


Figure 17. Carte d'enjeux pour les cétacés au niveau national

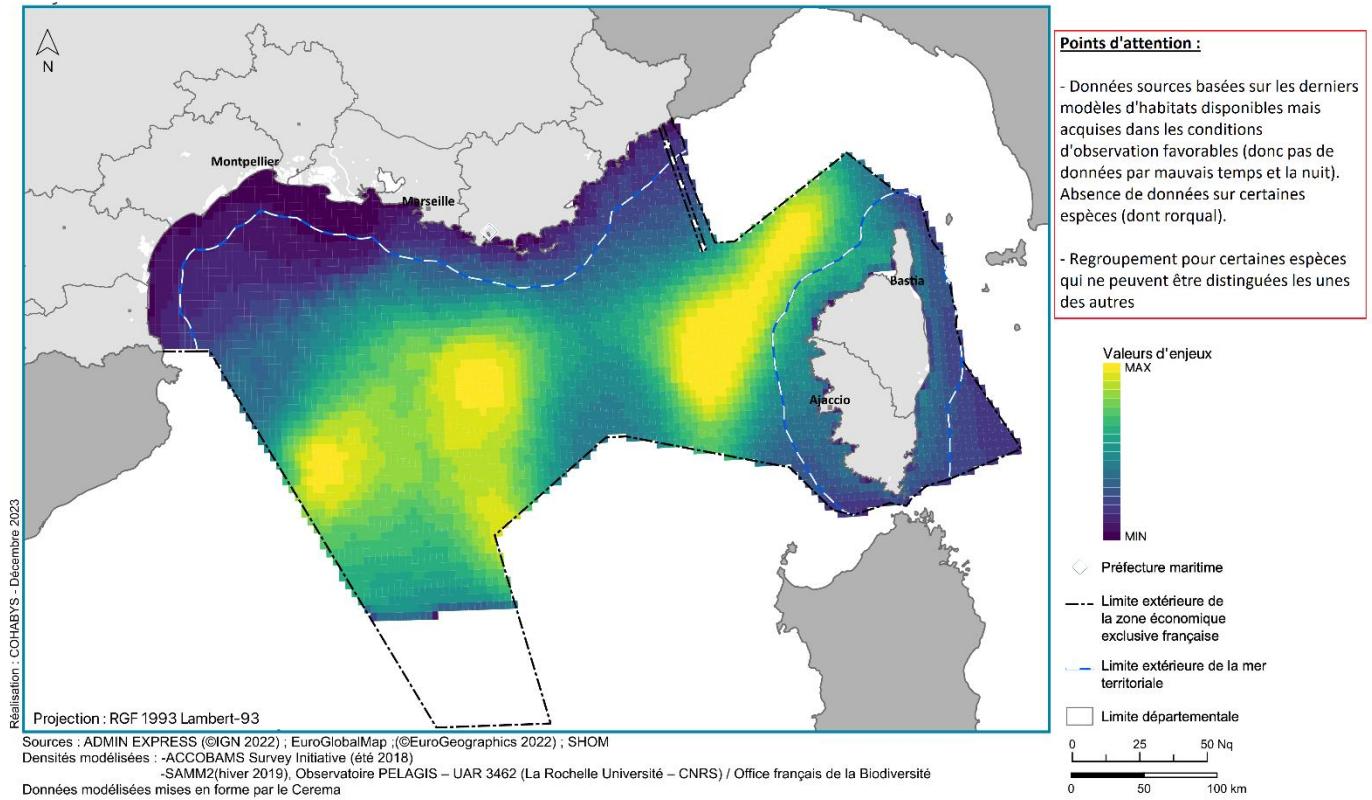


Figure 18. Carte d'enjeux pour les cétacés sur la façade

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'IUCN.

La carte des enjeux met en valeur essentiellement deux grands secteurs (Figure 18) : une vaste zone de la plaine bathyale au Sud-Ouest de la façade Méditerranée ainsi qu'un secteur entre la Corse et le continent au sein du sanctuaire Pelagos.

Ces valeurs d'enjeux élevées sont associées à la présence du rorqual commun, des globicéphalinés* (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. Les enjeux dans ce secteur océanique sont en partie dus à la note d'enjeu du rorqual commun (7,5/10) qui est la plus élevée parmi toutes les espèces.

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 globicéphalinés (voir Annexe 3**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) 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 (Figure 19), 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.

De même que pour les oiseaux, les modèles utilisés présentent des artefacts techniques à la côte. Les mailles en enjeu minimal le long des côtes ne doivent pas être considérée comme sans enjeu.

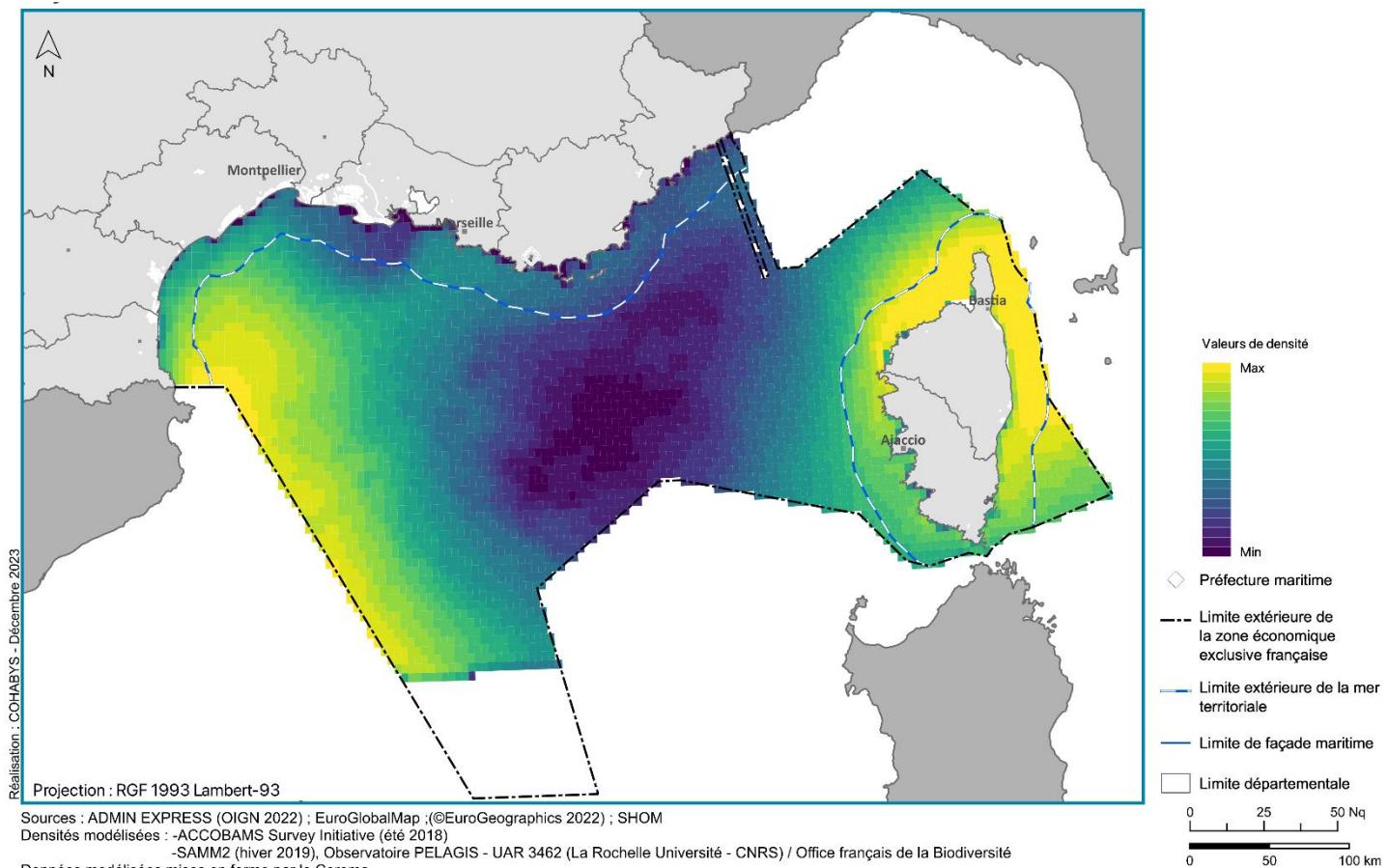
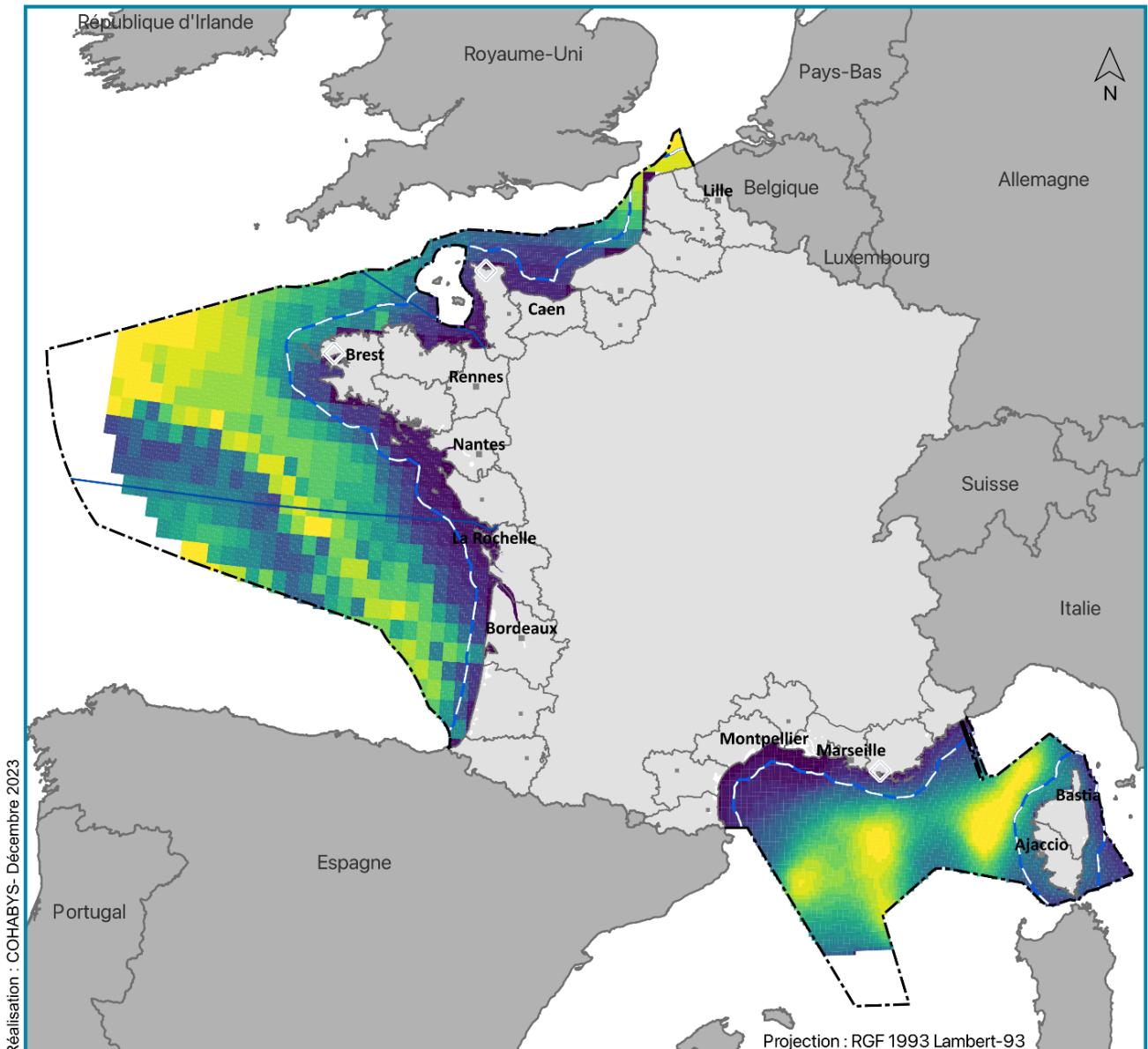


Figure 19. Carte de distribution du grand dauphin sur la façade

5.2.2. Sensibilité



- ◆ Préfecture maritime
- ◻ Limite départementale
- Limite extérieure de la zone économique exclusive française
- Limite extérieure de la mer territoriale
- Limite de façade maritime



Sources :

ADMIN EXPRESS (©IGN 2022)
EuroGlobalMap (©EuroGeographics 2022)
SHOM
Densités modélisées :

- SAMM1 (hiver 2011/12 et été 2012), SAMM2(hiver 2019), Observatoire PELAGIS – UAR 3462 (La Rochelle Université – CNRS) / Office français de la Biodiversité
- ACCOBAMS Survey Initiative (été 2018)
- SCANS 3 (été 2016), CREEM Saint Andrews University / Observatoire Pelagis (LRUniv - CNRS) / Ministère de la Transition Ecologique (MTE)

Données modélisées mises en forme par le Cerema

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 phoques et rorquals).
- 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 (not. modification comportementale pouvant entraîner des échouages)

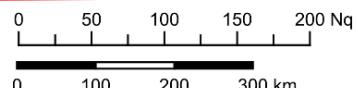


Figure 20. Carte de sensibilité des cétacés aux pressions de l'éolien en mer au niveau national

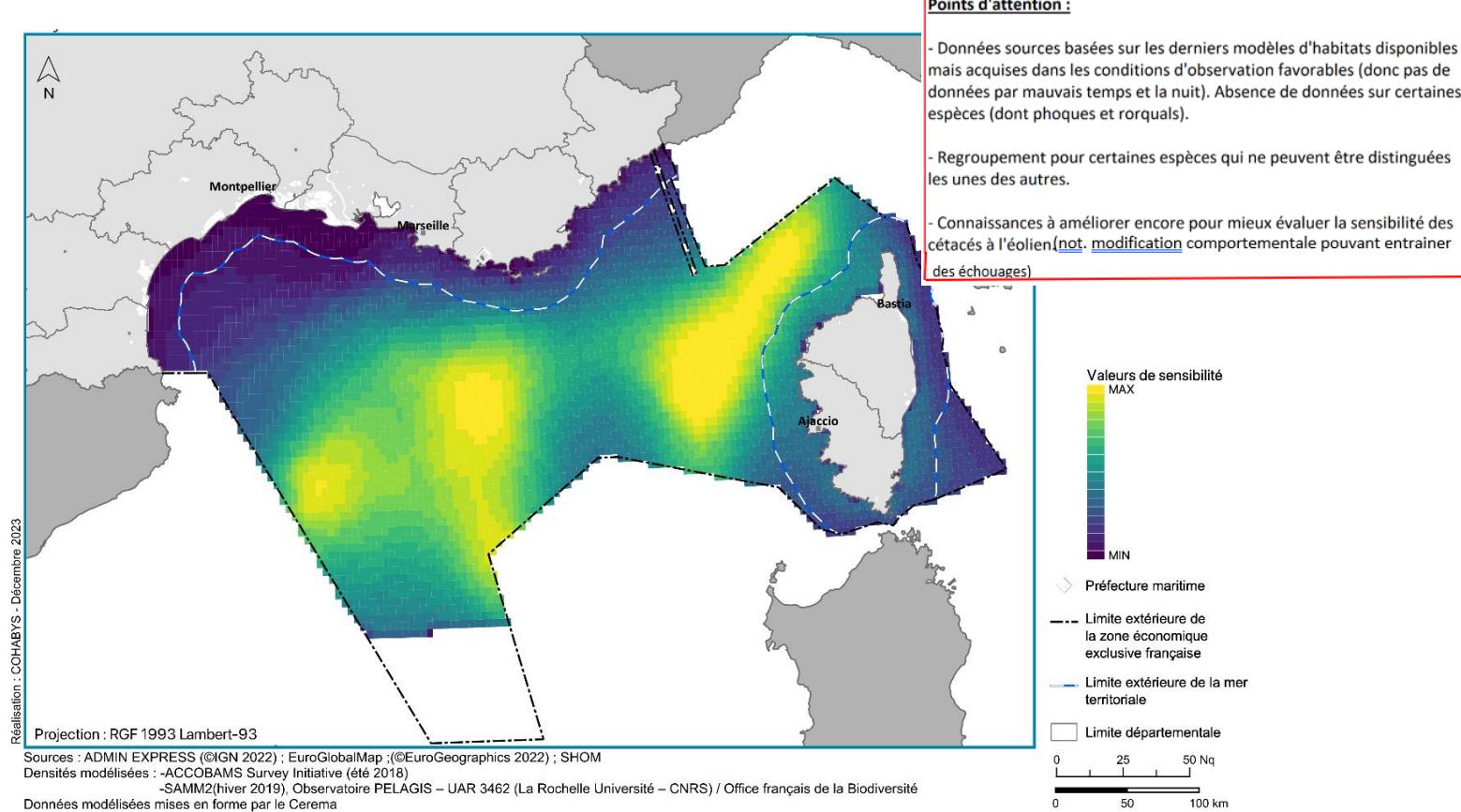


Figure 21. Carte de sensibilité des cétacés aux pressions de l'éolien en mer sur la façade

La sensibilité à l'éolien en mer dépend beaucoup de la distribution des espèces, en conséquence la carte de sensibilité est très similaire à celle des enjeux des cétacés (Figure 21). 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.

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 (Figure 19), 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.

En Méditerranée, le rorqual commun est l'espèce présentant la sensibilité la plus forte ; les globicéphalinés et le cachalot sont moyennement sensibles aux pressions de l'éolien.

6. Analyses spatialisées sur les tortues

6.1. Méthode détaillée de spatialisation

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 tortues en mer, et leur comportement (voir Figure 10). Associées à plusieurs informations environnementales comme la bathymétrie, la température de surface, la salinité, la concentration en chlorophylle ou la production primaire, 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 prédictives 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 (voir Annexe 2). 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, 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 tortues 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. 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.

6.2. Présentation et analyse des cartes

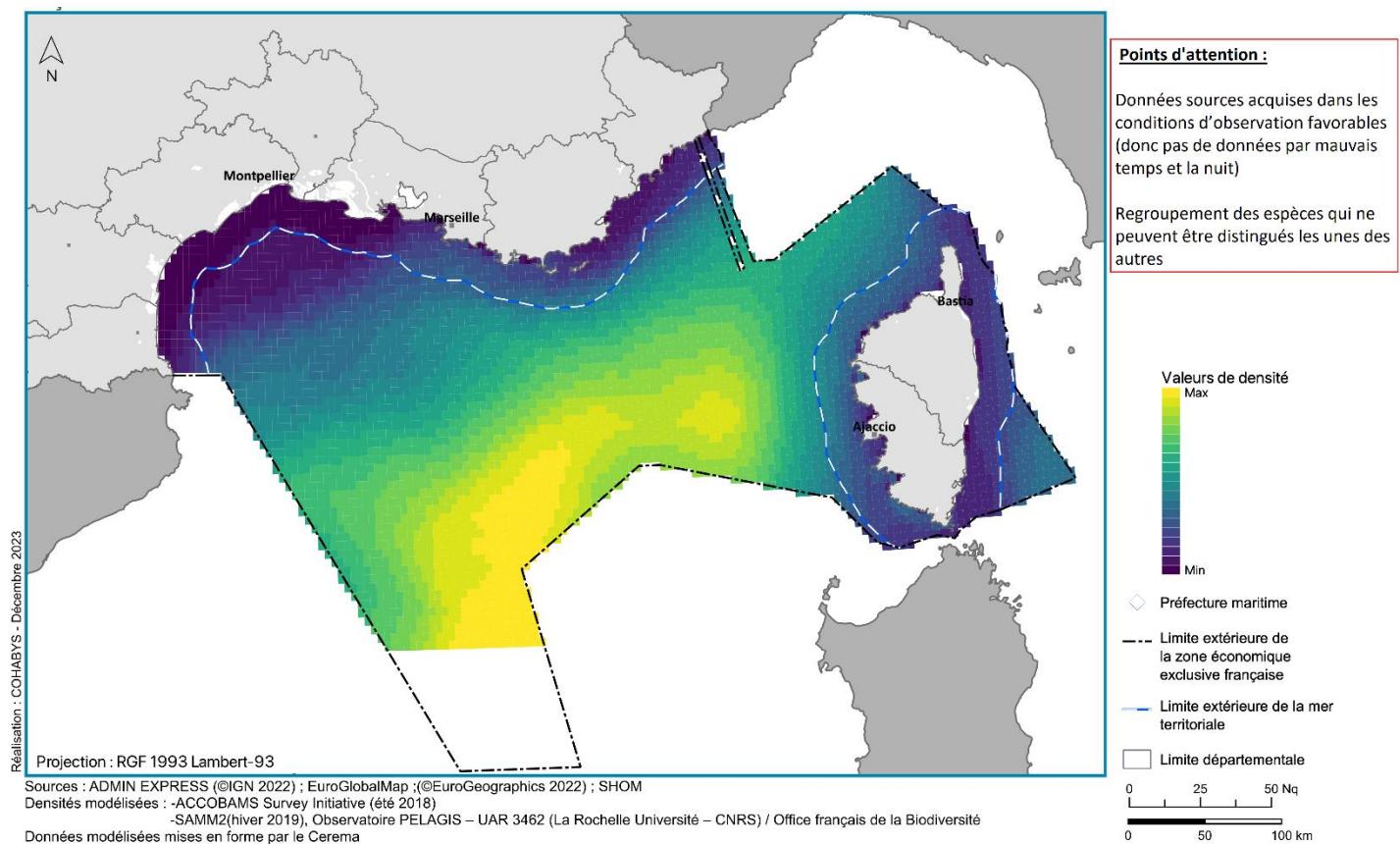


Figure 22. Carte de distribution des tortues à écailles (caouannes en majorité)

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 préférence pour les eaux de la plaine abyssale, avec des densités comparativement faibles dans les eaux côtières (Figure 22).

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.

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). Néanmoins, la tortue caouanne étant classée comme vulnérable sur la liste rouge mondiale de l'IUCN, l'enjeu pour cette espèce est fort en Méditerranée.

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.

Glossaire

Abysse : profondeurs supérieures à 2000m situées au-delà du plateau continental

Balénoptéridés : famille de cétacés à fanons (contrairement aux cétacés à dents), aussi appelé rorquals, qui se distinguent par leurs sillons au niveau de la gorge.

Biocénose : ensemble des êtres vivants dans un milieu donné.

Benthique : relatif au fond marin.

Circalittoral : partie du littoral la plus profonde, presque totalement sombre.

Colonne d'eau : masse d'eau se trouvant entre la surface et le fond de la mer.

Delphininés : cétacés odontocètes (avec des dents), dotés d'un unique évent (orifice d'expulsion de l'air inspiré) en forme de croissant, appartenant à la sous-famille des delphininés. Dans cette étude, les petits delphininés sont le dauphin commun et le dauphin bleu et blanc.

Détritique : formé en partie de débris.

Estivant : espèce présente l'été en dehors de la reproduction.

Fèces : matières non absorbées par l'organisme et formés de résidus de digestion. Ils sont excrétés au terme du transit digestif.

Fréquence : la fréquence correspond au nombre d'ondes acoustiques qui passent par seconde en un point donnée. Elle correspond à la hauteur d'un son : plus la fréquence est basse, plus le son est grave. La fréquence se note f et est exprimée en Hertz (Hz),

Globicéphalinés : les globicéphalinés sont un genre de cétacés odontocètes (avec des dents), dotés d'un melon frontal très développé. Dans cette étude, les globicéphalinés regroupent le globicéphale noir et le dauphin de Risso.

Hivernant : espèce présente l'hiver.

Infralittoral : frange du littoral complètement immergée et s'étendant jusqu'au plateau continental. La présence de lumière permet la photosynthèse et donc le développement d'algues.

Laridés : famille d'oiseaux comprenant notamment les mouettes, les goélands et les sternes.

Longévif (espèce longévive) : espèce vivant relativement longtemps. La stratégie de survie longévive se fondant sur cette durée de vie longue va 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.

Limicoles : Espèces d'oiseaux inféodées à la zone de l'estran (zone de balancement des marées), désignant par exemple les bécasseaux, les chevaliers, les pluviers, les gravelots, les courlis etc.

Maërl : algue marine à enveloppe calcaire de teinte rouge

Modélisation (ou modèle) d'habitats : modélisation des relations entre les prédicteurs environnementaux et la présence d'un animal. En se basant sur des données d'observation et sur des facteurs environnementaux, on peut ainsi prédire la distribution d'espèces pour les secteurs sans observation en extrapolant la présence d'un animal en fonction des variables environnementales les mieux corrélées avec sa présence habituellement.

Nicheur : oiseau construisant des nids dans une zone géographique déterminée.

Nidification : période de construction du nid, et par extension, les activités liées à la reproduction.

Pélagique : relatif à la masse d'eau comprise entre la surface et le fond marin. Certaines espèces (oiseaux) sont dites pélagiques quand elles fréquentent des zones marines très au large.

Plateau : le plateau continental correspond au fond marin situé près de la côte et à des profondeurs inférieures à 200m.

Pression : interaction entre une activité/une infrastructure et le milieu naturel.

Production primaire : production de matière vivante végétale.

Productivité : accroissement de biomasse en un temps donné.

Statut de conservation : indicateur permettant d'évaluer le risque d'extinction pour une espèce ou un habitat. Le classement le plus connu dans le domaine est celui réalisé par l'IUCN via la liste rouge des espèces menacées.

Subtidal : cet adjectif qualifie une zone systématiquement en dessous du niveau de la mer dû aux variations de marée, toujours immergée.

Talus : fond marin en pente reliant le plateau continental aux zones plus profondes.

Télémétrie (suivis télémétriques) : suivi par balise géolocalisée installée sur des animaux.

(Mer ou Eaux) Territoriale(s) : correspond à l'espace maritime allant de la côte à 12 milles nautiques (environ 22 km). Au-delà s'étend la zone économique exclusive.

Zone économique exclusive : espace maritime débutant à la limite des eaux territoriales et s'achevant à 200 milles nautiques de la côte (environ 370 km).

Zostères : herbes marines

Annexes

Annexe 1 Habitats benthiques

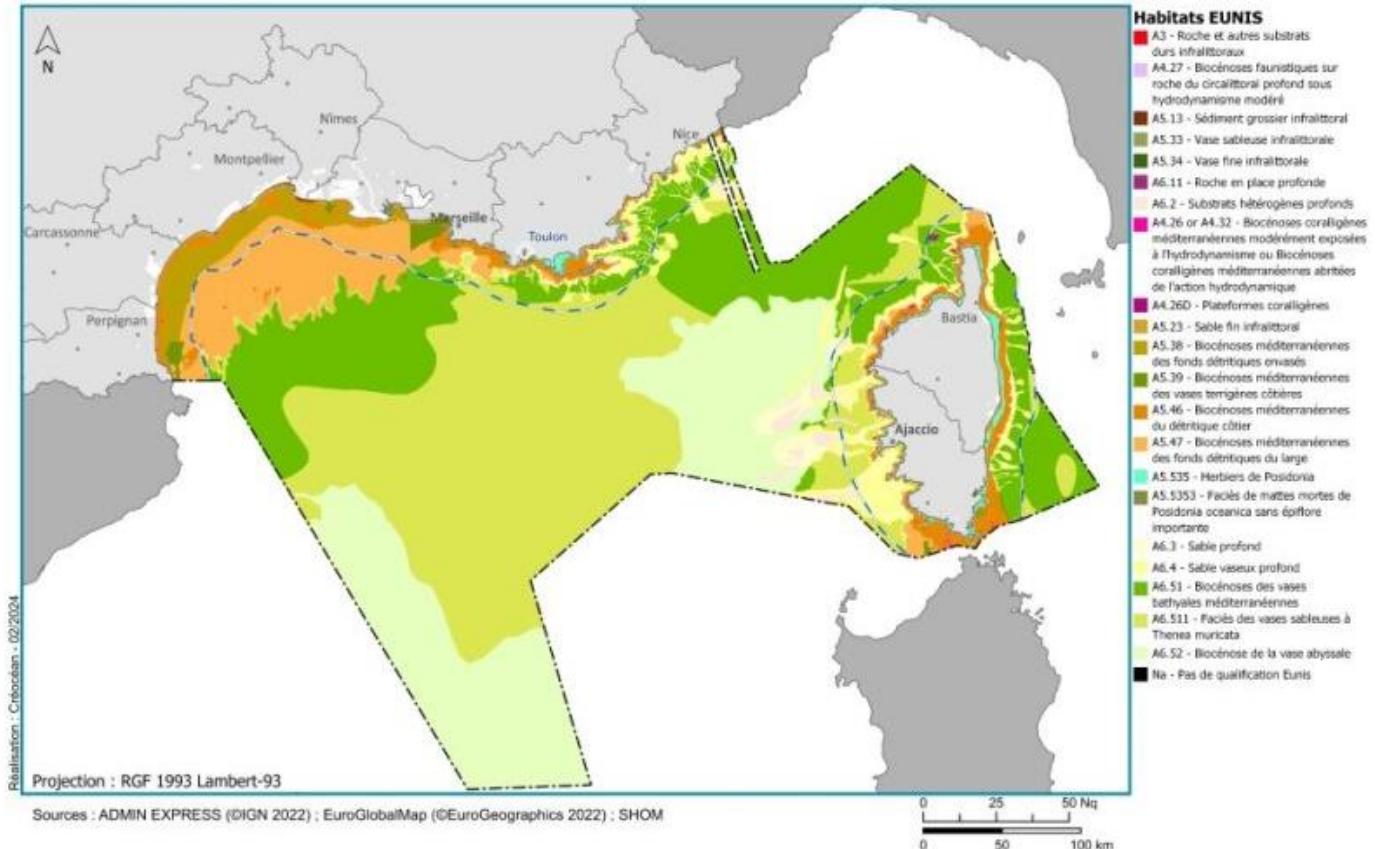


Figure 23. Typologie des habitats benthiques de la façade au niveau EUNIS le plus fin (Produit EUSEAMAP, 2021)

Tableau 1 – Liste des habitats benthiques particuliers concernés par un objectif de zéro perte nette par l’objectif environnemental D06-OE02 des DSF (en gras et bleu, ceux étant caractérisés finement dans les jeux de données spécifiques dans les cartes présentées ici)

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Prés salés Atlantiques • Végétation pionnières à salicornes • Herbier à Zostera noltei • Banquette à lanice • Communautés calcaires du littoral • Bancs de moules intertidaux* • Ceintures de cystoseires • Trottoirs à Lithophyllum • Patelle géante • Bioconstructions à sabellariidés (hermelles) • Huîtres plates • Bancs de moules subtidiaux • Antipathaires, gorgones, éponges et autres scléractiniaires solitaires et coloniaux • Récifs à Lophélia pertusa et Madrepora occulata • Jardins de coraux de substrats meubles • Vases à pennatules, à gorgones et à crinoïdes | <ul style="list-style-type: none"> • Herbier à <i>Zostera marina</i> • Herbiers de phanérogames méditerranéens et Coralligène • Bancs de maërl, • Peuplements à haploops ; • Associations à rhodolithes ; • Herbiers à Cymodocea et Zostera ; • Herbiers de posidonie ; • Récif barrière et tigre ; • Grande nacre • Forêts de Laminaires • Grottes • Corail rouge • Récifs à algues photophiles |
|---|--|

Tableau 2. Synthèse des enjeux et sensibilités identifiées pour chaque habitat de la façade

Habitat benthique		Enjeu		Abrasion superficielle		Abrasion peu profonde		Modification des conditions hydrodynamiques		Modification de la charge en particules		Dépôt faible de matériel		Dépôt important de matériel		Sensibilité max	Sensibilité globale
Code EUNIS	Initié EUNIS	Statut UICN	Note	Sensibilité	Note	Sensibilité	Note	Sensibilité	Note	Sensibilité	Note	Sensibilité	Note	Sensibilité	Note	Moyenne enjeu et note max	
A3	Roche et autres substrats durs infralittoraux	EN	4	TH	5	TH	5	TH	5	H	4	M	3	TH	5	5	4,5
A4.26 or A4.32	Biocénoses coralligènes méditerranéennes modérément exposées à l'hydrodynamisme ou Biocénoses coralligènes méditerranéennes abritées de l'action hydrodynamique	Na	2,5	H	4	TH	5	TF	1	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	TH	5	5	3,75
A4.26D	Plateformes coralligènes	Na	2,5	H	4	TH	5	M	3	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	TH	5	5	3,75
A4.27	Biocénoses faunistiques sur roche du cicalitoral profond sous hydrodynamisme modéré	DD	2,5	M	3	TH	5	M	3	H	4	M	3	H	4	5	3,75
A5.13	Sédiment grossier infralittoral	DD	2,5	TF	1	H	4	M	3	M	3	TF	1	H	4	4	3,25
A5.23	Sable fin infralittoral	DD	2,5	TF	1	F	2	F	2	TF	1	Na ou V	2,5	F	2	2,5	2,5
A5.33	Vase sableuse infralittoral	Na	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	2,5	2,5
A5.34	Vase fine infralittoral	Na	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	2,5	2,5
A5.38	Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques envasés	VU	3	M	3	M	3	M	3	F	2	TF	1	TH	5	5	4
A5.39	Biocénoses méditerranéennes des vases terrigènes côtières	NT	2	F	2	M	3	M	3	TF	1	TF	1	M	3	3	2,5
A5.46	Biocénoses méditerranéennes du détritique côtier	NT	2	M	3	M	3	H	4	H	4	F	2	H	4	4	3
A5.47	Biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques du large	NT	2	H	4	H	4	H	4	TF	1	F	2	H	4	4	3
A5.535	Herbiers de Posidonia	VU	3	F	2	TH	5	M	3	Na ou V	2,5	F	2	TH	5	5	4
A6.11	Faciès de mattes mortes de <i>Posidonia oceanica</i> sans épiflore importante	VU	3	F	2	TH	5	M	3	Na ou V	2,5	F	2	TH	5	5	4
A6.2	Roche en place profonde	Na	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	2,5	2,5
A6.2	Substrats hétérogènes profonds	Na	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	2,5	2,5
A6.3	Sablage profond	Na	2,5	H	4	H	4	H	4	M	3	F	2	H	4	4	3,25
A6.4	Sable vaseux profond	Na	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	2,5	2,5
A6.51	Biocénoses des vases bathyales méditerranéennes	Na	2,5	M	3	H	4	F	2	TF	1	F	2	TH	5	5	3,75
A6.511	Faciès des vases sableuses à <i>Thenea muricata</i>	Na	2,5	H	4	TH	5	F	2	TF	1	F	2	TH	5	5	3,75
A6.52	Faciès des vases sableuses à <i>Thenea muricata</i>	Na	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	2,5	2,5
Na	Pas de qualification Eunis	Na	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	2,5	2,5

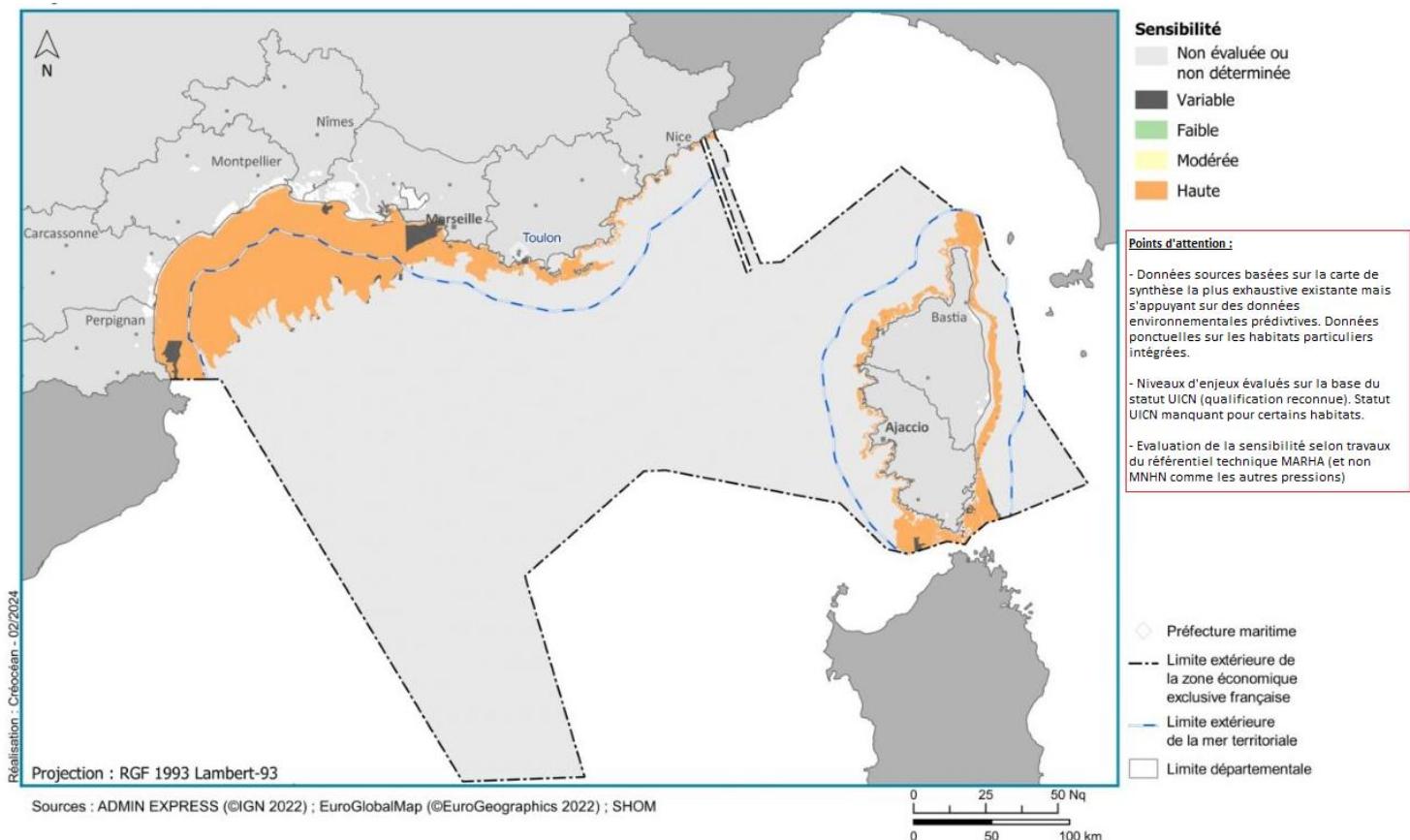


Figure 24. Carte de sensibilité des habitats benthiques à l'enrichissement en matière organique sur la façade

DÉBATS PUBLICS : PLANIFICATION DE L'ESPACE MARITIME

Habitats benthiques : incertitude de l'analyse de sensibilité

Façade Méditerranée

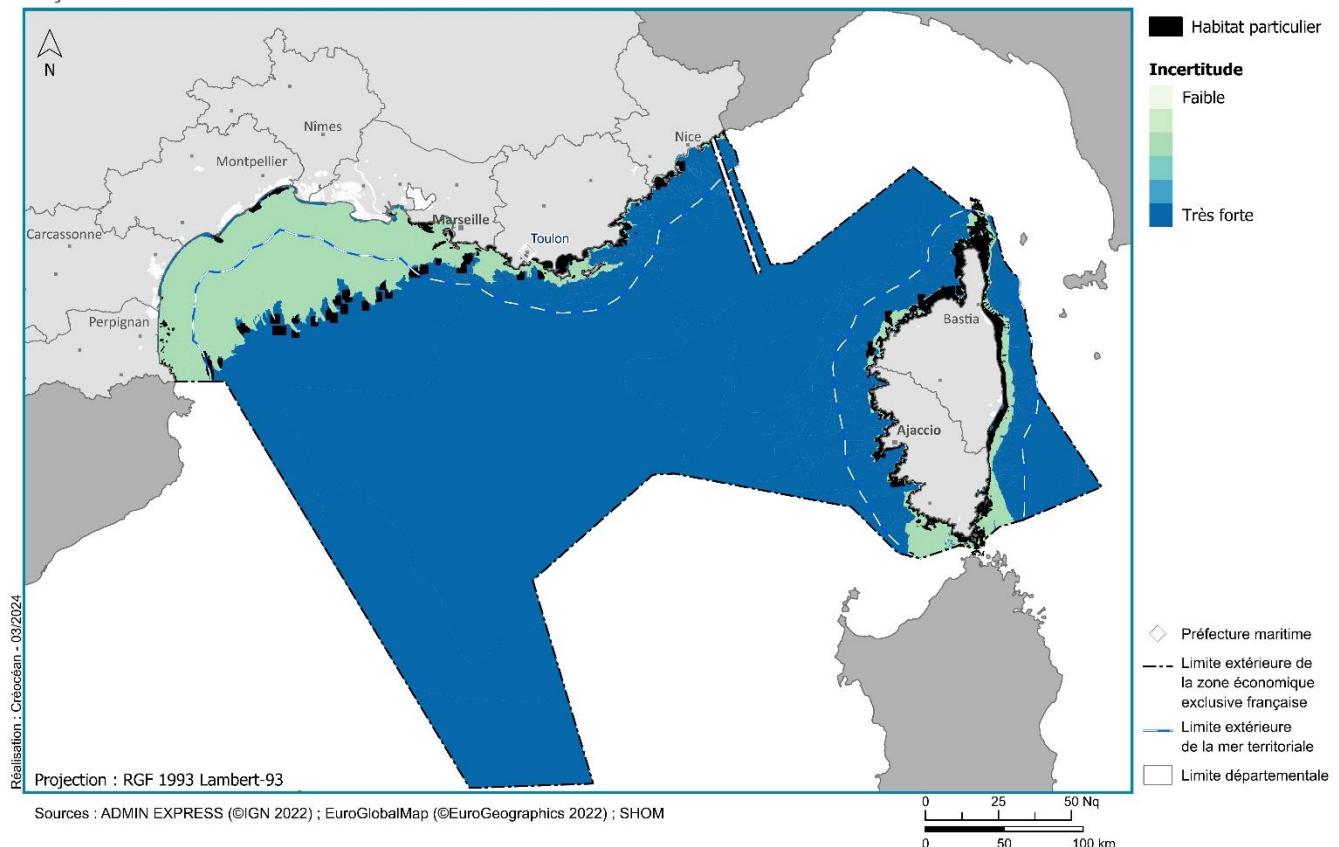
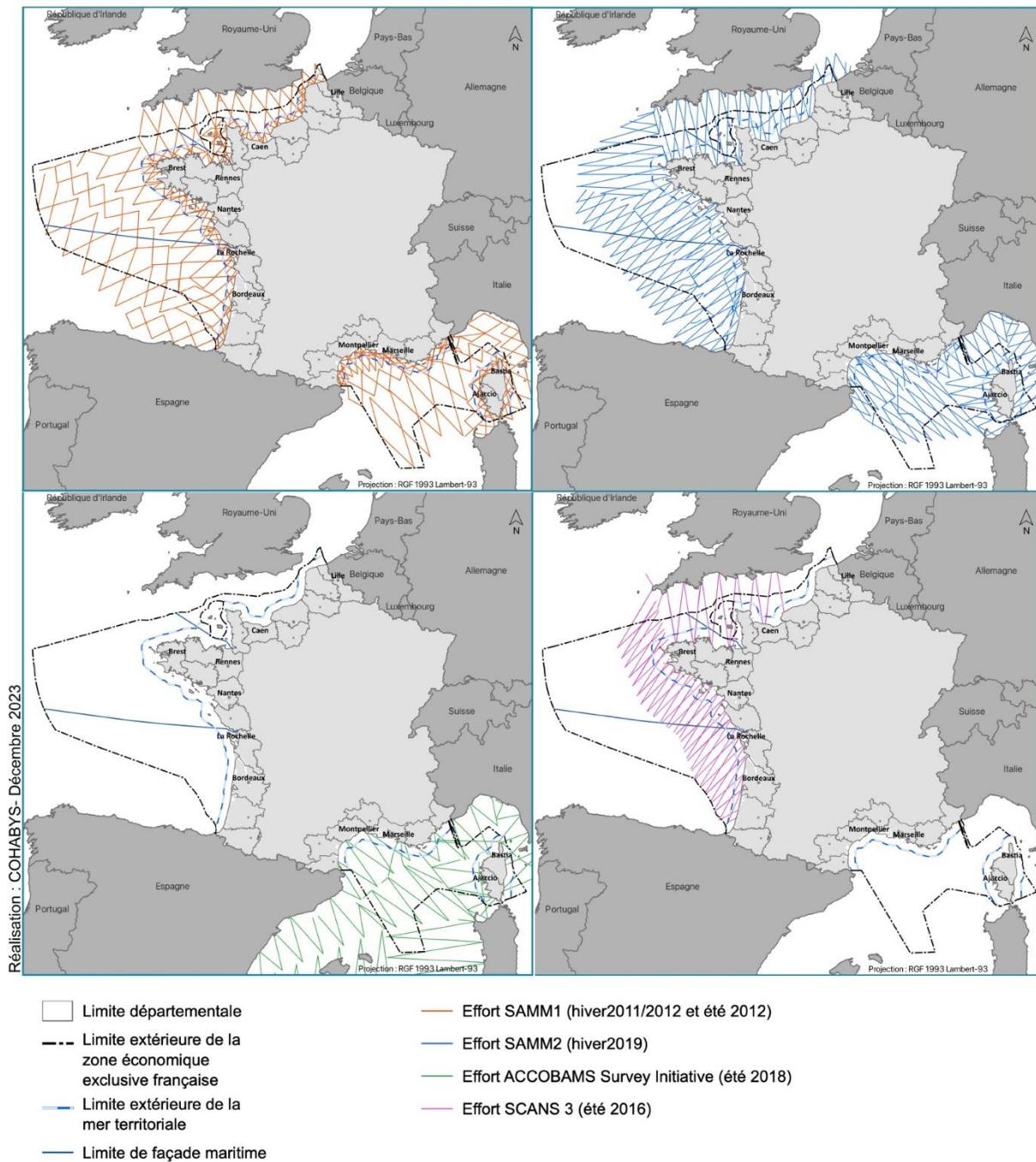


Figure 25. Carte d'incertitude sur la façade

Le niveau d'incertitude se fonde sur (i) le niveau EUNIS de définition de l'habitat, (ii) la précision sur le statut UICN et (iii) le degré de correspondance entre EUNIS et la typologie nationale NatHab.

Annexe 2 Avifaune marine



Sources :

ADMIN EXPRESS (©IGN 2022)
 EuroGlobalMap (©EuroGeographics 2022)
 SHOM
 Densités modélisées :

-SAMM1 (hiver 2011/12 et été 2012), SAMM2(hiver 2019), Observatoire PELAGIS – UAR 3462 (La Rochelle Université – CNRS) / Office français de la Biodiversité
 -ACCOBAMS Survey Initiative (été 2018)
 -SCANS 3 (été 2016), CREEM Saint Andrews University / Observatoire Pelagis (LRUniv - CNRS) / Ministère de la Transition Ecologique (MTE)

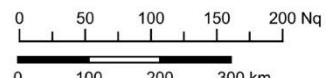
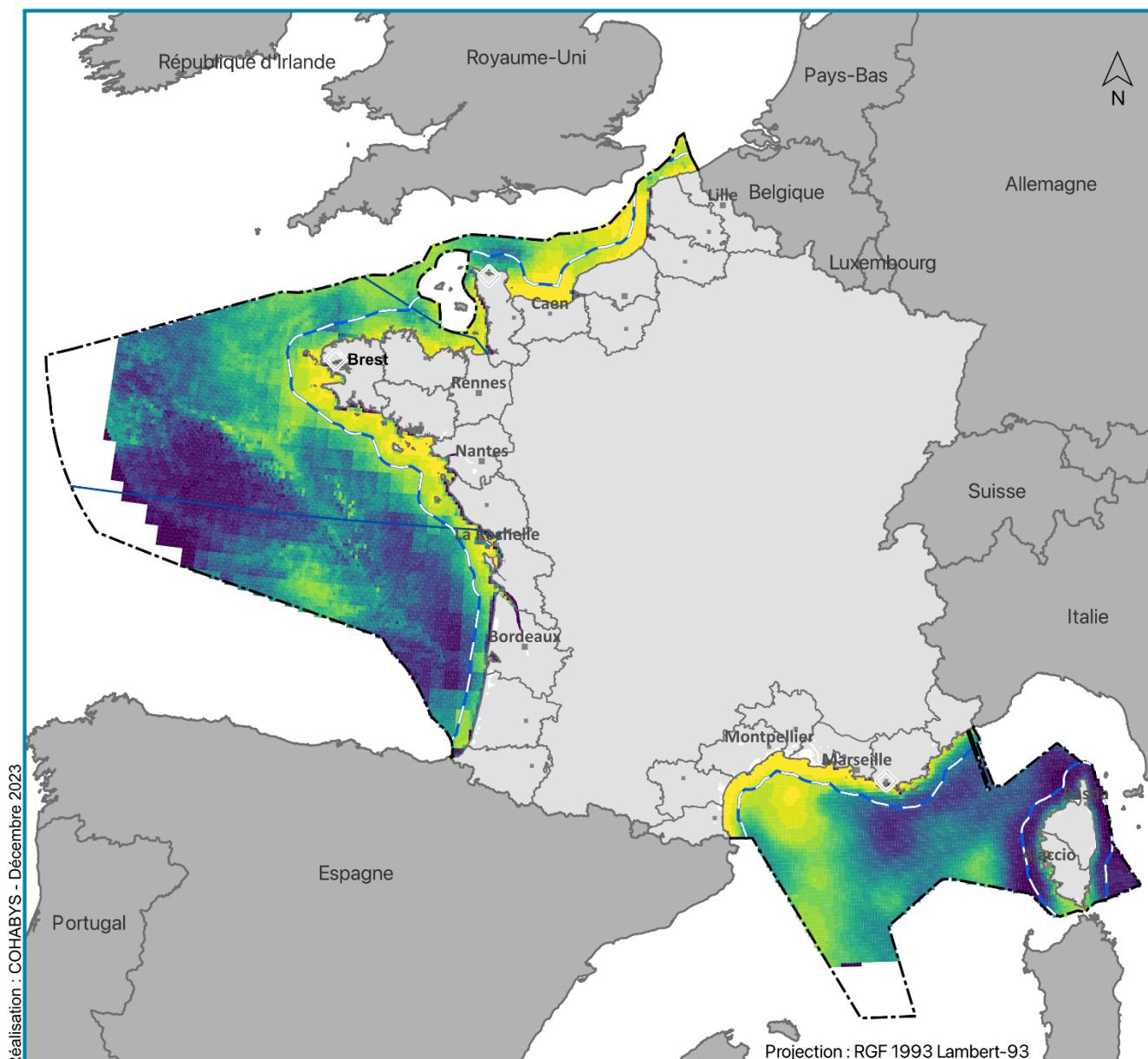
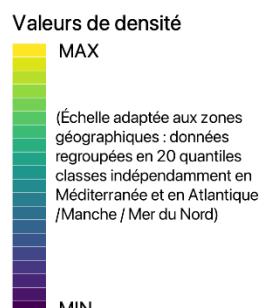


Figure 26. Cartes d'effort d'échantillonnage des campagnes aériennes



- ◊ Préfecture maritime
- Limite départementale
- Limite extérieure de la zone économique exclusive française
- Limite extérieure de la mer territoriale
- Limite de façade maritime



Points d'attention :

- Données sources basées sur les derniers modèles d'habitats disponibles
- Données sources acquises dans les conditions d'observation favorables (donc pas de données par mauvais temps et de nuit)
- Absence de données sur certaines espèces trop peu présentes (migrateurs terrestres, mouettes pygmées sur l'arc Atlantique, alcidés en Méditerranée...)
- Regroupement pour certaines espèces qui ne peuvent être distinguées les unes des autres

Sources :

ADMIN EXPRESS (©IGN 2022)
EuroGlobalMap (©EuroGeographics 2022)
SHOM

Densités modélisées :

- SAMM1 (hiver 2011/12 et été 2012), SAMM2(hiver 2019), Observatoire PELAGIS - UAR 3462 (La Rochelle Université - CNRS) / Office français de la Biodiversité
 - ACCOBAMS Survey Initiative (été 2018)
 - SCANS 3 (été 2016), CREEM Saint Andrews University / Observatoire Pelagis (LRUniv - CNRS) / Ministère de la Transition Ecologique (MTE)
- Données modélisées mises en forme par le Cerema

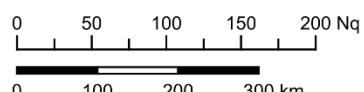


Figure 27. Carte de distribution des espèces d'avifaune marine au niveau national

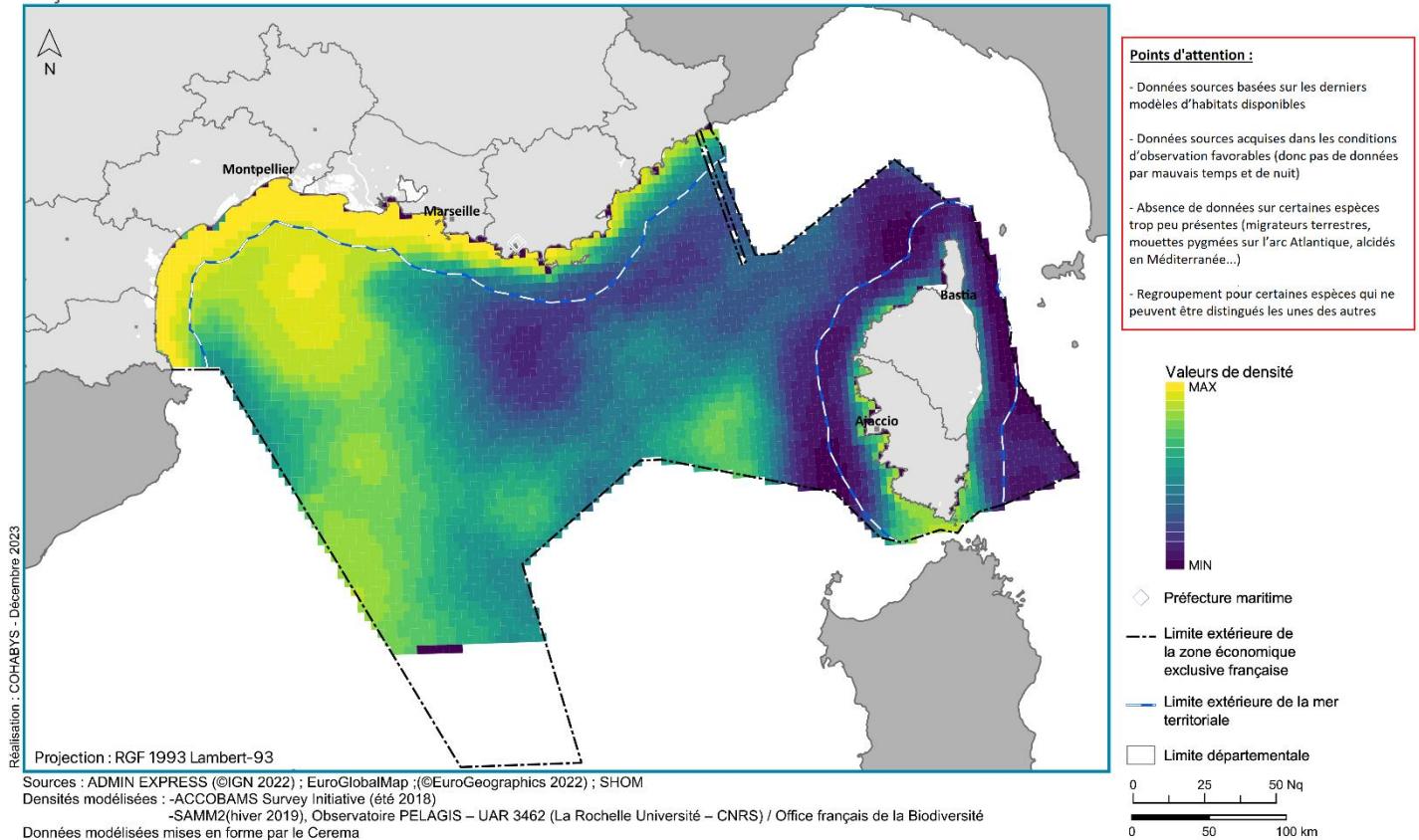


Figure 28. Carte de distribution des espèces d'avifaune marine sur la façade

Tableau 3. Liste des regroupements d'espèces d'oiseaux (groupements de SAMM)

Groupes / Espèces (issues des données) MED		
Alcidés	Macareux moine Pingouin torda	<i>Fratercula arctica</i> <i>Alca torda</i>
	Fou de Bassan	<i>Morus bassanus</i>
Océanites	Océanite tempête Océanite cul-blanc	<i>Hydrobates pelagicus</i> <i>Oceanodroma leucorhoa</i>
Grands puffins	Puffin de Scopoli	<i>Calonectris diomedea</i>
Petits puffins	Puffin des Baléares Puffin yelkouan	<i>Puffinus mauretanicus</i> <i>Puffinus yelkouan</i>
Grands goélands gris	Goéland argenté Goéland leucophée Goéland d'Audouin Goéland railleur	<i>Larus argentatus</i> <i>Larus michahellis</i> <i>Ichthyaetus audouinii</i> <i>Chroicocephalus genei</i>
Petites mouettes	Mouette rieuse Mouette mélanocéphale	<i>Larus ridibundus</i> <i>Larus melanocephalus</i>
	Mouette pygmée	<i>Larus minutus</i>
	Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>
Labbes	Grand labbe Labbé pomarin Labbé parasite	<i>Stercorarius skua</i> <i>Stercorarius pomarinus</i> <i>Stercorarius parasiticus</i>
Cormorans	Cormoran huppé de Méditerranée Grand cormoran	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i> <i>Phalacrocorax carbo</i>
Sternes	Sterne caugek Sterne pierregarin Sterne naine Sterne hansel	<i>Sterna sandvicensis</i> <i>Sterna hirundo</i> <i>Sterna albifrons</i> <i>Gelochelidon nilotica</i>

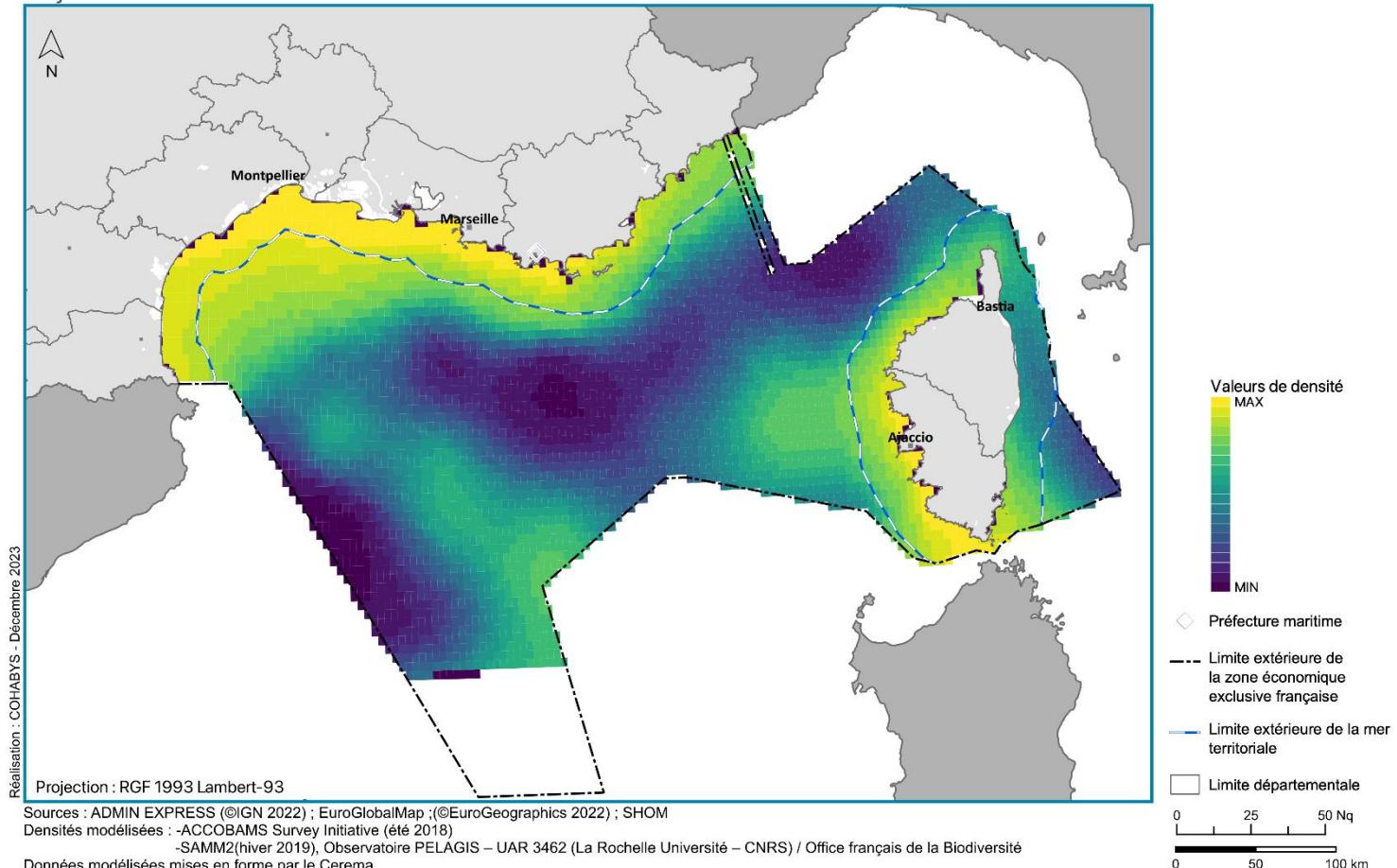


Figure 29. Carte de distribution des petits puffins (puffin des Baléares et puffin des Anglais) sur la façade

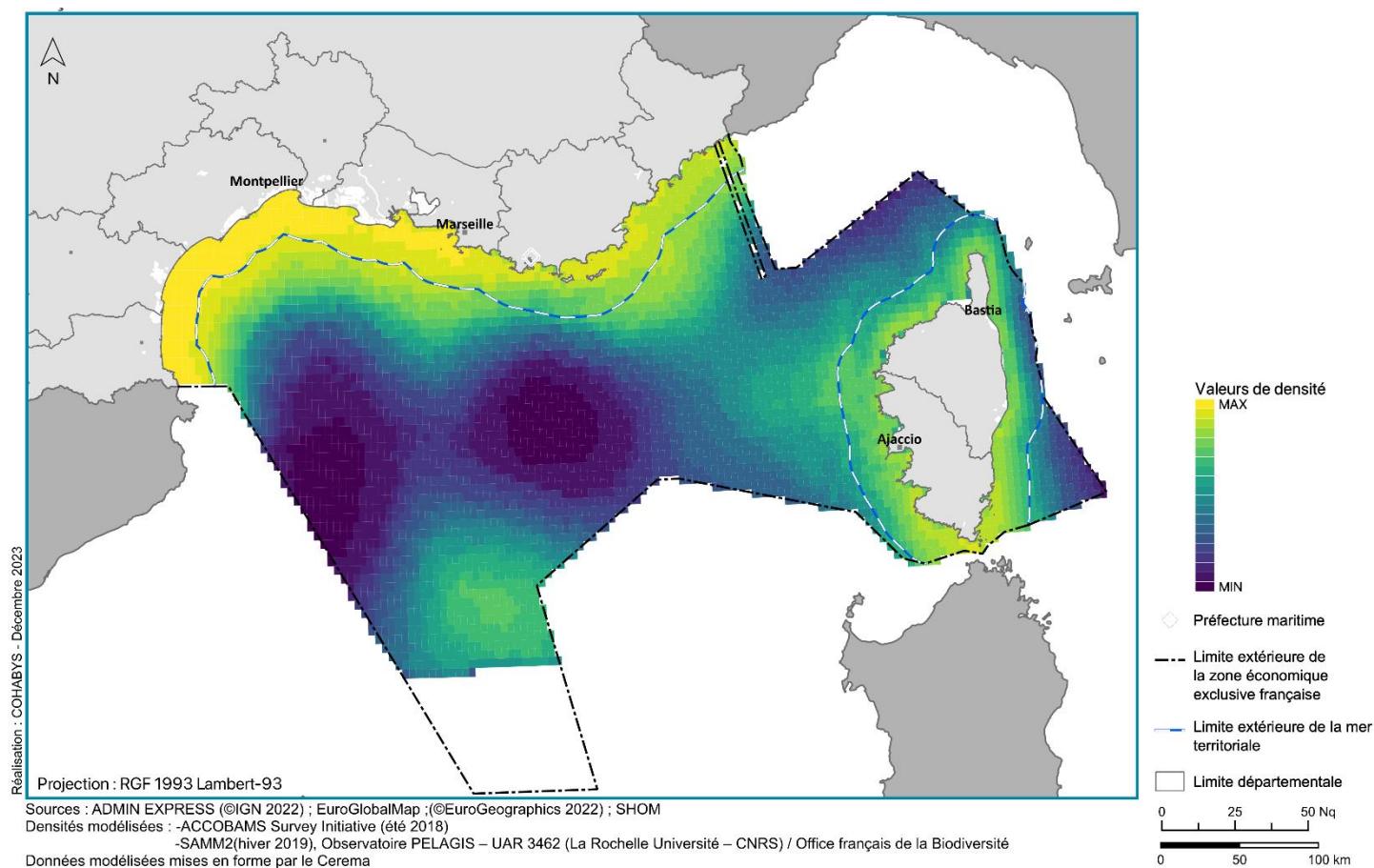


Figure 30. Carte de distribution du fou de Bassan sur la façade

Tableau 4. Liste des espèces d'oiseaux intégrées aux analyses (selon les groupements de SAMM), indice de responsabilité hiver et été (OFB - GISOM) pour la façade MED, indice de sensibilité à l'éolien en mer

MED	NOTE D'ENJEUX (sur 10)		NOTE DE SENSIBILITE
Espèce/groupe	Nicheur/estivant	Hivernant	Note sur 5
Grands puffins	5,3	4,3	2
Petits puffins	7,0	7,5	3
Océanites	7,8	1,0	3
Fou de bassan	1,3 (estivant)	1,8	4
Grand labbe	1,0 (estivant)	1,0	3
Cormorans	3,5	3,5	4
Goélands gris	3,5	2,8	3
Mouettes rieuse et mélancocéphale	3,3	2,8	3
Mouette pygmée	2,5	5,5	4
Sternes	2,5	2,0	4

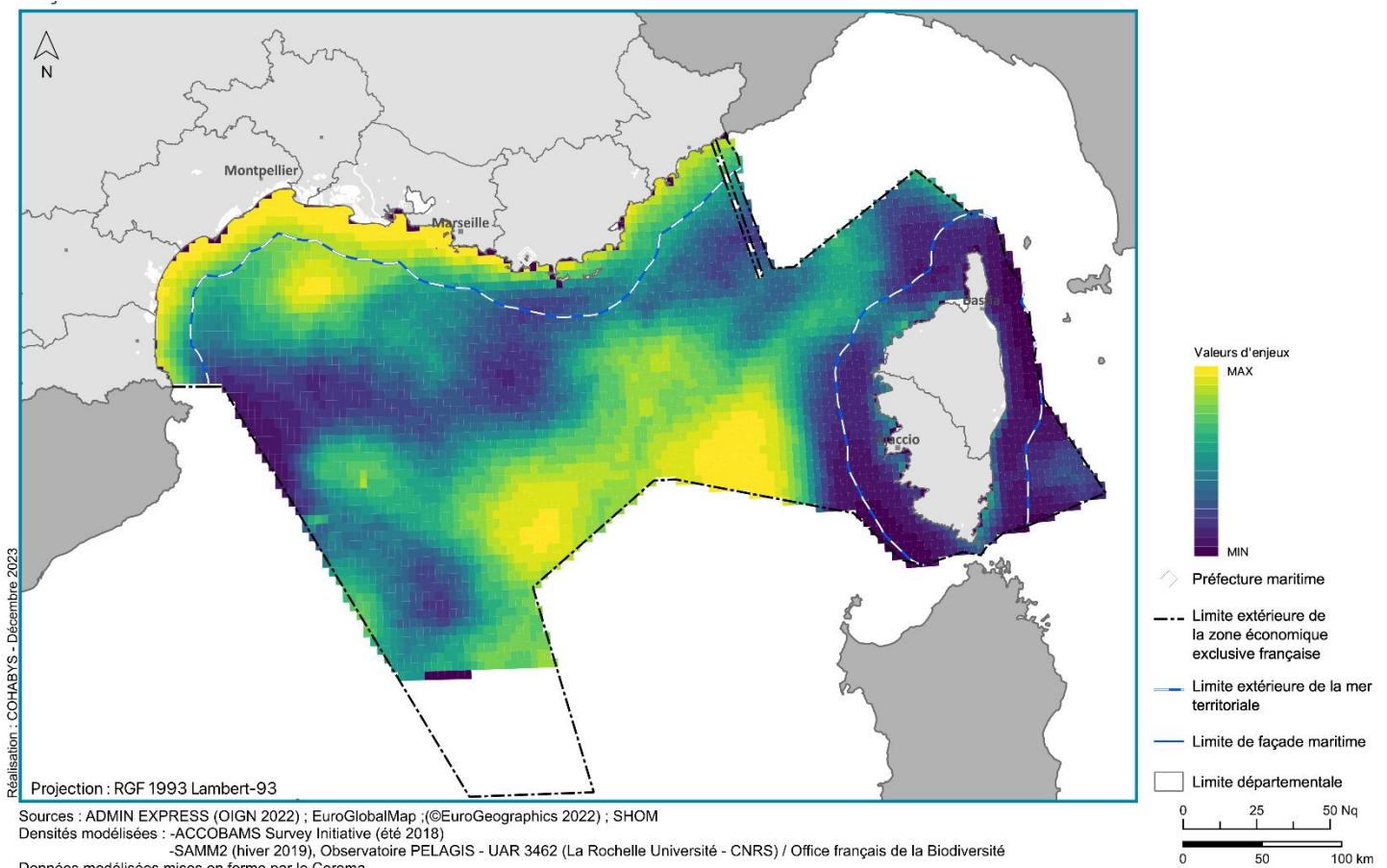


Figure 31. Carte d'enjeux des laridés* (goéland, mouette, sterne) sur la façade

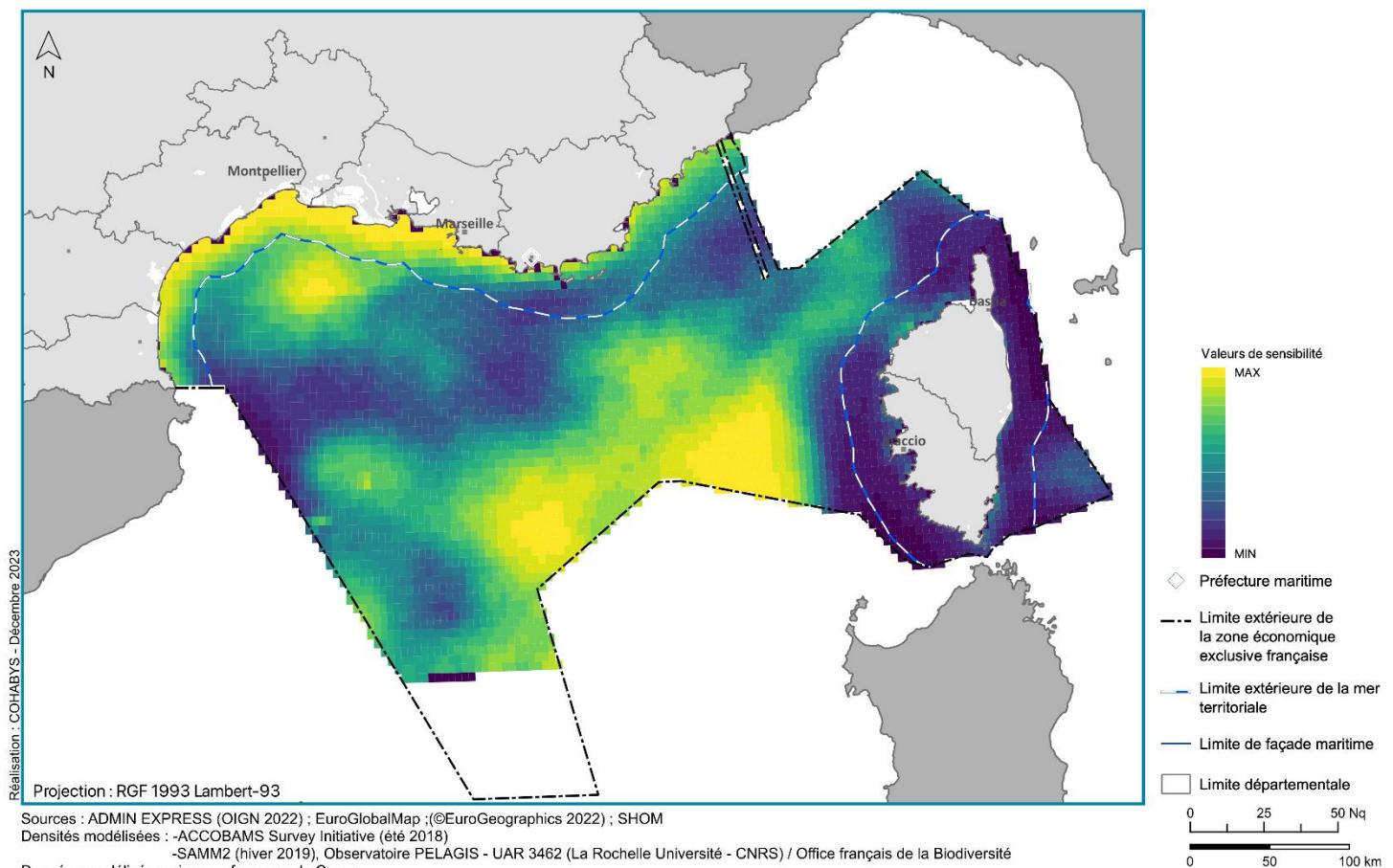
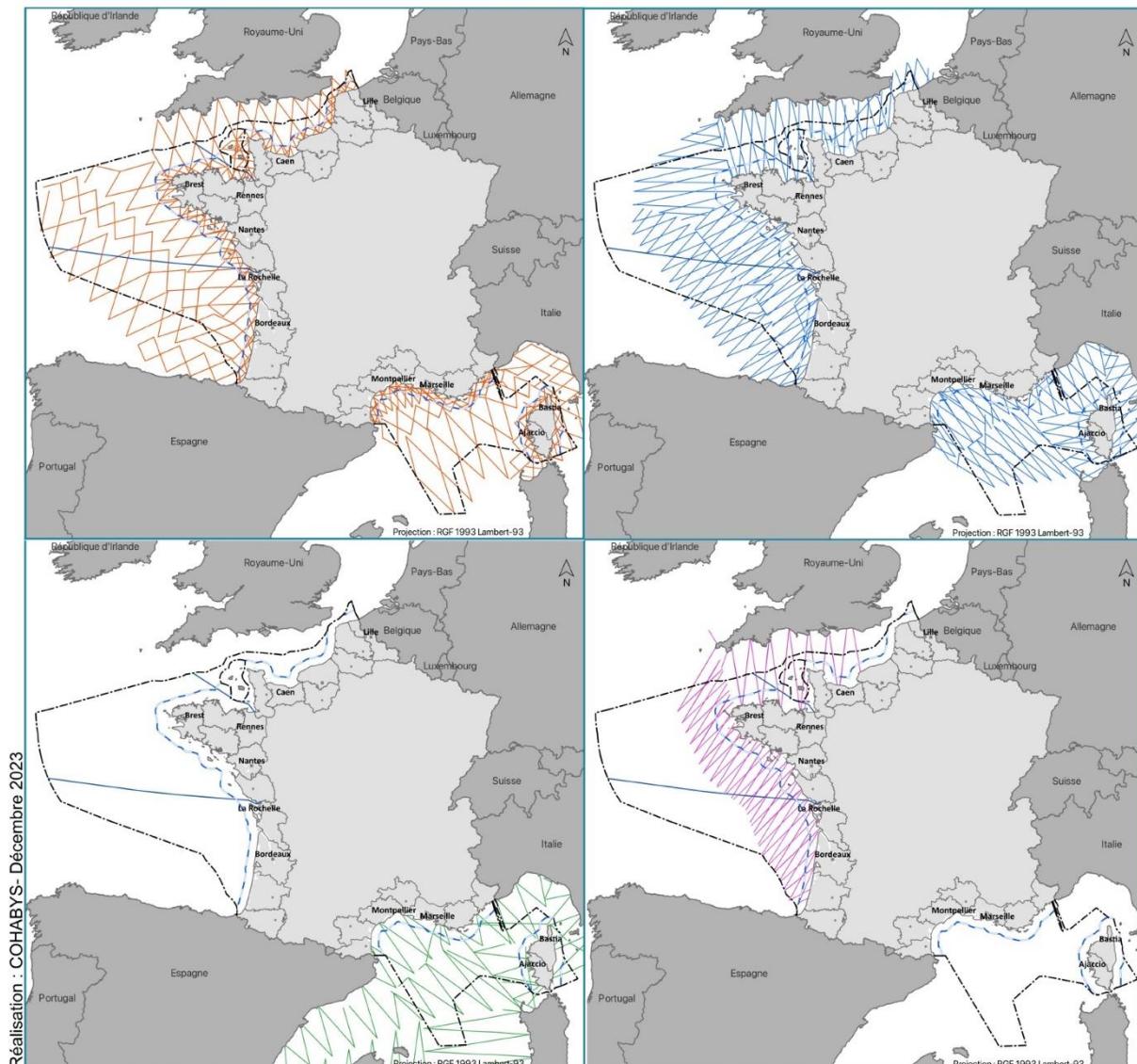


Figure 32. Carte de sensibilité des laridés (goéland, mouette, sterne) sur la façade

Annexe 3 Mammifères marins



- Limite départementale
- Limite extérieure de la zone économique exclusive française
- Limite extérieure de la mer territoriale
- Limite de façade maritime
- Effort SAMM1 (hiver 2011/2012 et été 2012)
- Effort SAMM2 (hiver 2019)
- Effort ACCOBAMS Survey Initiative (été 2018)
- Effort SCANS 3 (été 2016)

Sources :

ADMIN EXPRESS (©IGN 2022)
EuroGlobalMap (©EuroGeographics 2022)
SHOM

Densités modélisées :

-SAMM1 (hiver 2011/12 et été 2012), SAMM2(hiver 2019), Observatoire PELAGIS – UAR 3462 (La Rochelle Université – CNRS) / Office français de la Biodiversité
-ACCOBAMS Survey Initiative (été 2018)
-SCANS 3 (été 2016), CREEM Saint Andrews University / Observatoire Pelagis (LRUniv - CNRS) / Ministère de la Transition Ecologique (MTE)

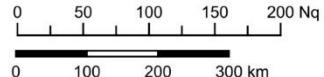
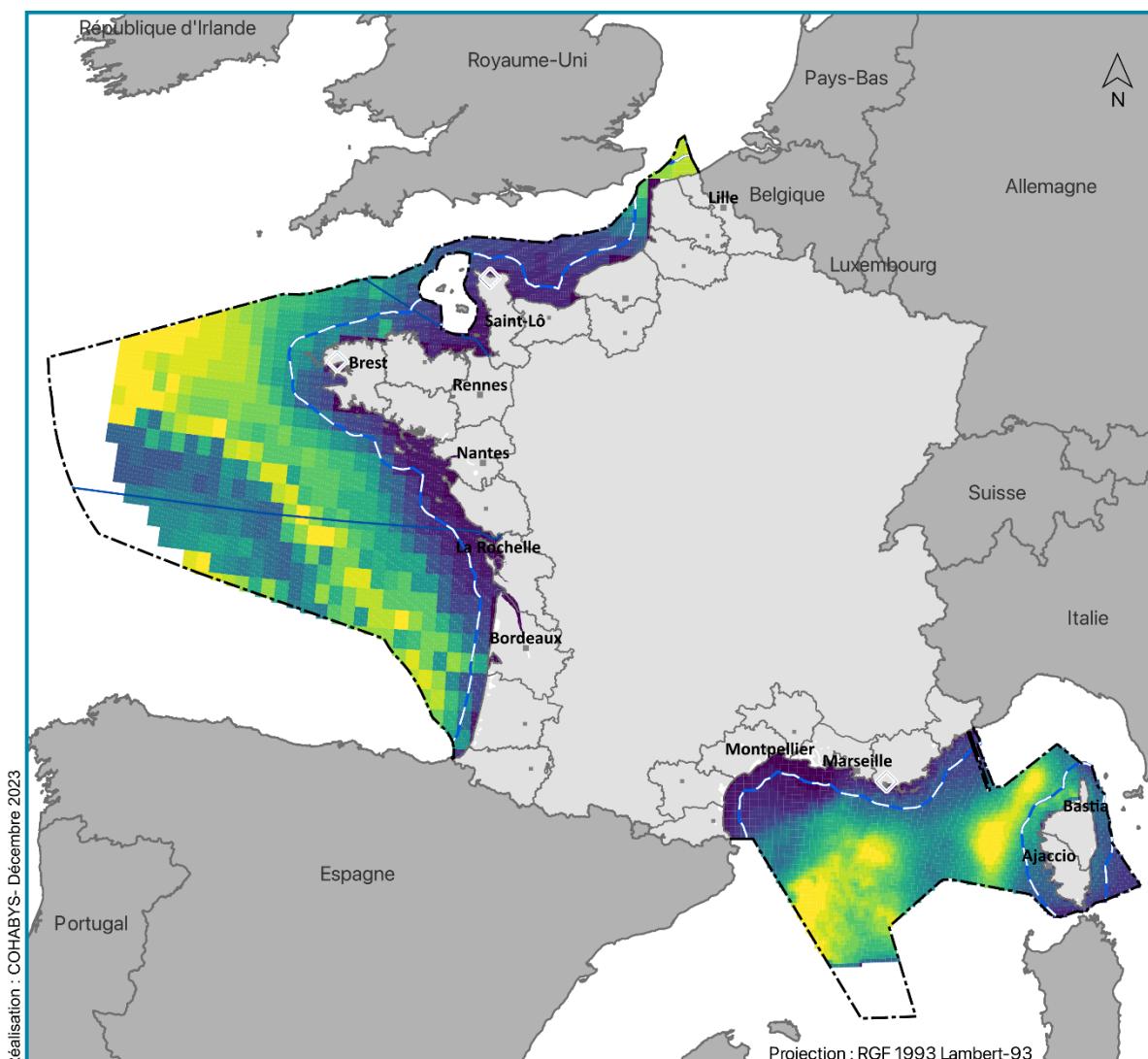


Figure 33. Cartes d'effort d'échantillonnage des campagnes aériennes



- ◊ Préfecture maritime
- Limite départementale
- Limite extérieure de la zone économique exclusive française
- Limite extérieure de la mer territoriale
- Limite de façade maritime



Sources :
ADMIN EXPRESS (©IGN 2022)
EuroGlobalMap (©EuroGeographics 2022)
SHOM

Densités modélisées :

- SAMM1 (hiver 2011/12 et été 2012), SAMM2(hiver 2019), Observatoire PELAGIS – UAR 3462 (La Rochelle Université – CNRS) / Office français de la Biodiversité
- ACCOBAMS Survey Initiative (été 2018)
- SCANS 3 (été 2016), CREEM Saint Andrews University / Observatoire Pelagis (LRUniv - CNRS) / Ministère de la Transition Ecologique (MTE)

Données modélisées mises en forme par le Cerema

Points d'attention :

- Données sources basées sur les derniers modèles d'habitats disponibles
- Données sources acquises dans les conditions d'observation favorables (donc pas de données par mauvais temps et la nuit)
- Absence de données sur certaines espèces (phoques, rorquals...)
- Regroupement pour certaines espèces qui ne peuvent être distinguées les unes des autres

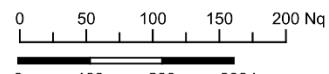


Figure 34. Carte de distribution des cétacés au niveau national

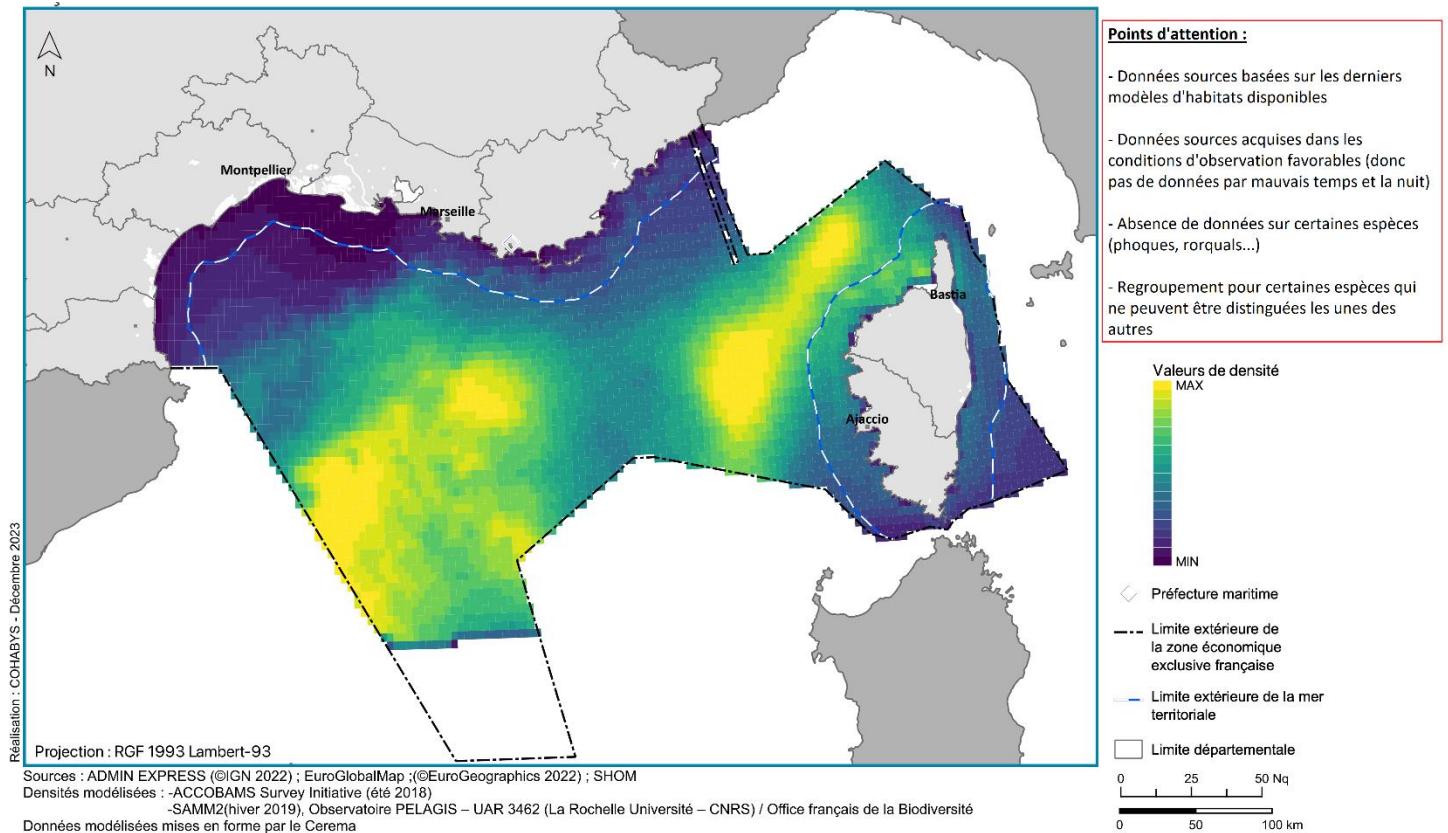


Figure 35. Carte de distribution des cétacés sur la façade

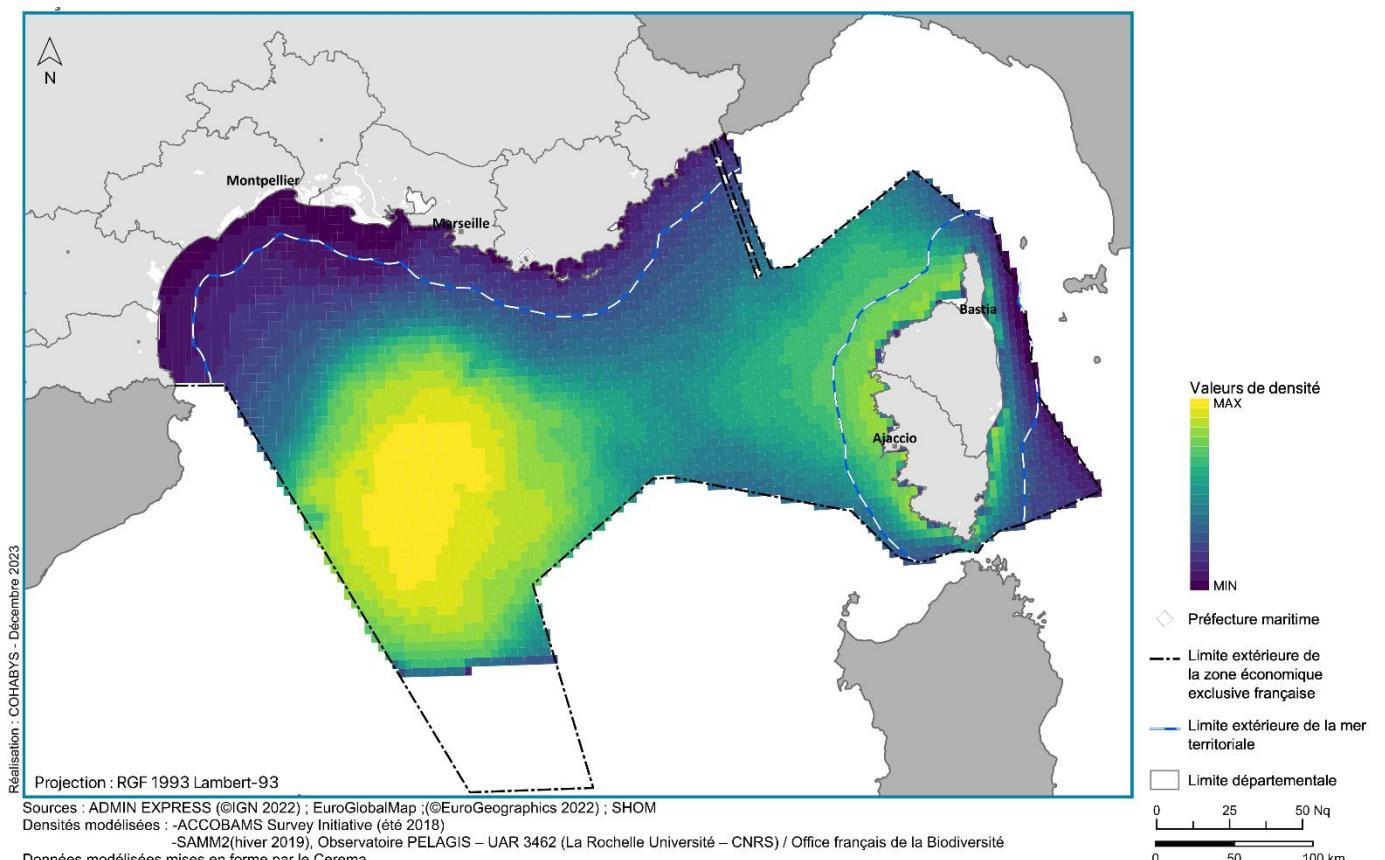


Figure 36. Carte de distribution des globicéphalinés sur la façade

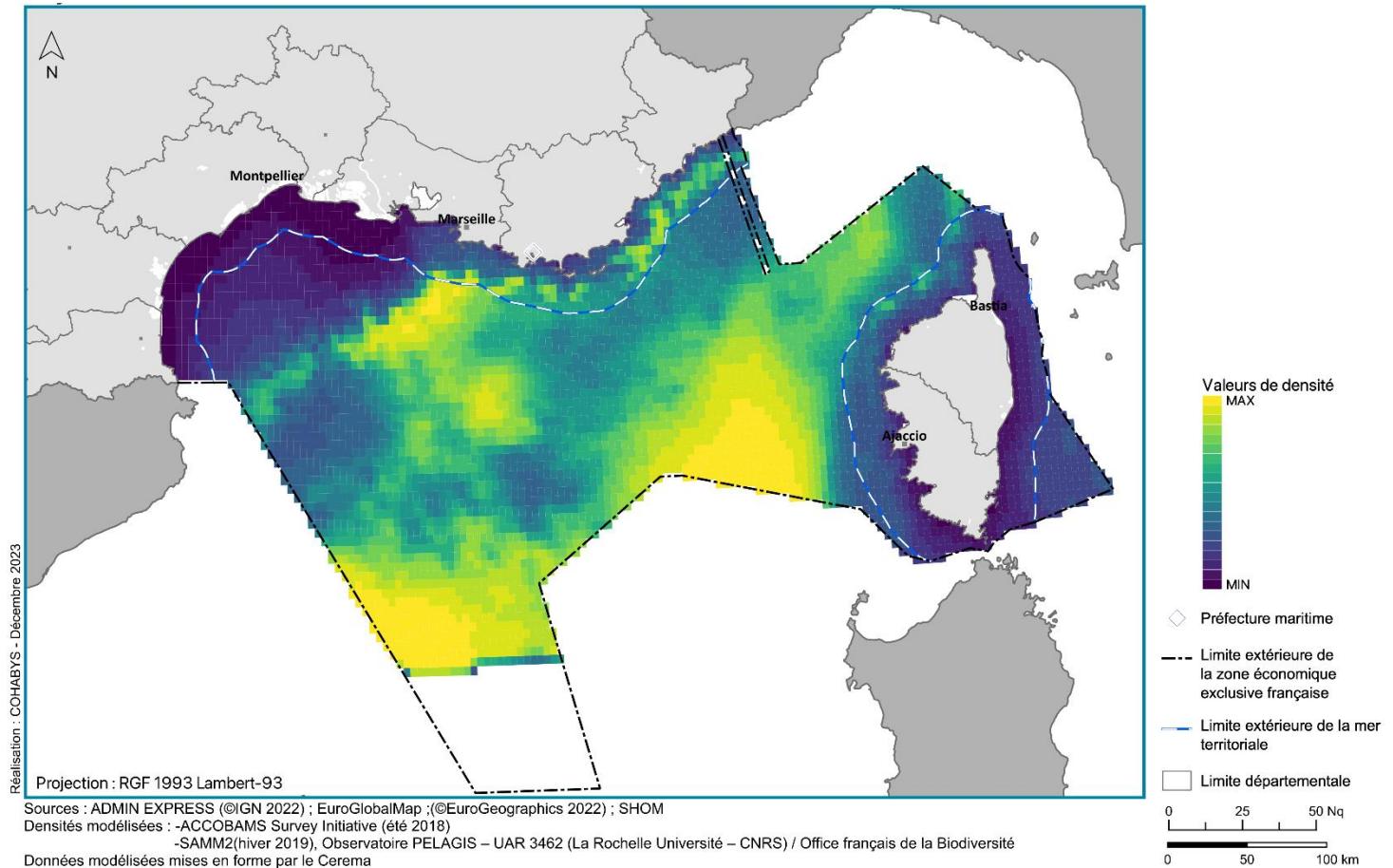


Figure 37. Carte de distribution des petits delphininés sur la façade

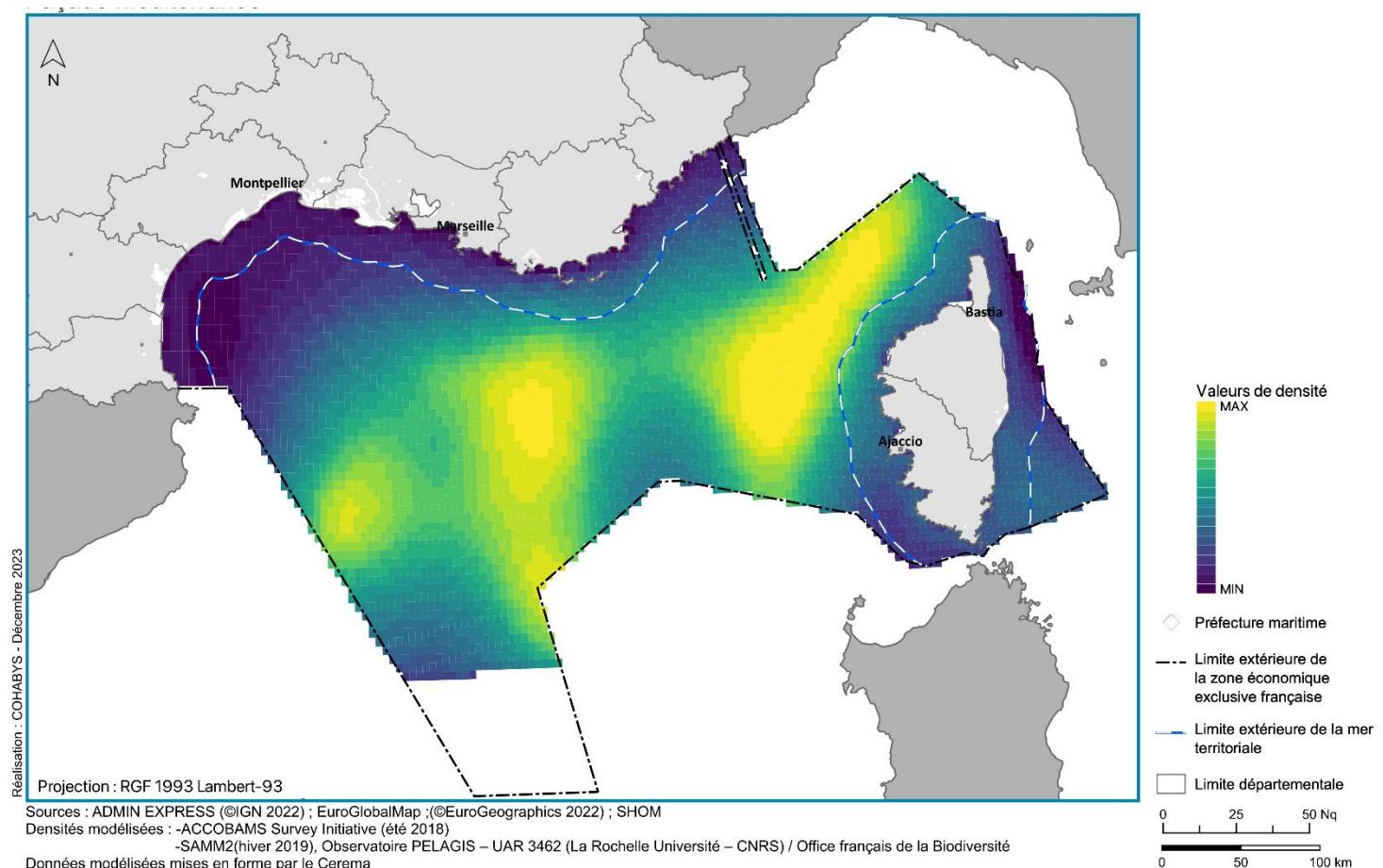


Figure 38. Carte de distribution des balénoptéridés sur la façade

Tableau 5. Indice de responsabilité des mammifères marins sur la façade

MED	NOTE D'ENJEUX (note sur 10)	NOTE DE SENSIBILITE
Espèces/groupes	Domaine national Méditerranée	Note sur 3
Balénoptéridés*	7,5	3
Globicéphalinés	4,0	2
Grand dauphin	2,3	1
Petits delphininés	2,0	1

Tableau 6. Niveau de sensibilité par pression des mammifères marins

Espèce	Acoustique	Modification habitat	Collision	Enchevêtrement	Sensibilité maximale
Balénoptéridés	Forte	Forte	Forte	Forte	Forte
Globicéphalinés	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Grand dauphin	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
Petits delphininés	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible

Annexe 4 Synthèse des recommandations des conseils scientifiques éoliens en mer et de leur prise en compte

Questions / Remarques des experts du Conseil Scientifique		Elément de réponse/prise en compte
Habitats benthiques	Les cartographies historiques et locales en Manche (Cabioch, CARTHAM, ZNIEFF) ont elle été prises en compte ?	<p>Les cartographies sur les habitats benthiques se fondent sur la base EMODNet EUSeaMap de 2021 ainsi que des cartographies d'habitats particuliers produites par l'OFB et l'Ifremer (habitats biogéniques, vasières...).</p> <p>EUSeaMap permet de disposer d'une source la plus exhaustive et récente possible sur les habitats présents dans les eaux françaises.</p> <p>Les données CARTHAM ne couvrent que certains secteurs des façades, surtout en proche côtier ; elles s'appuient fortement sur les données EUSeaMap en y ajoutant des éléments issus d'observation in situ. L'apport de ces cartographies est donc relativement marginal pour l'exercice de planification de l'éolien en mer à l'échelle des façades.</p> <p>Les habitats au sein des ZNIEFF sont listés mais pas cartographiés selon la typologie EUNIS et ne peuvent donc pas être utilisée pour l'évaluation de la sensibilité. Les enjeux soulignés par les ZNIEFF peuvent cependant être pris en compte dans les réflexions sur la planification éolienne (et des autres activités) au même titre que les zonages environnementaux (AMP) mis à disposition dans les documents et outils de la maîtrise d'ouvrage élaboré pour le débat public. Le visualiseur dynamique mis à disposition par l'Etat sur Geolittoral accessible ici montre ainsi l'ensemble des espaces protégées et remarquables sur les façades.</p>
	Il semble important d'accorder plus d'importance aux habitats patrimoniaux et donc d'évaluer la vulnérabilité en intégrant le statut UICN ; dans un souci de cohérence aussi avec les autres compartiments.	<p>Pour montrer l'importance des habitats à enjeux, la vulnérabilité des habitats (statut UICN) a été intégrée. Les habitats visés par un objectif de zéro perte nette sont également mis en avant à travers une symbologie particulière.</p>

	<p>Les travaux de Aurélie Foveau ont montré qu'en Manche, la sensibilité des habitats était plutôt faible à la côte et plutôt forte au large contrairement aux cartographies présentées.</p>	<p>C'est bien ce qui est désormais traduit par les cartes de sensibilité dans leur version finale produite aujourd'hui sur la base de l'évaluation de sensibilité de Patrinat (La Rivière M. et al, 2015, 2016 et 2023) et des évaluations UICN. Les zones très proches côtières présentent globalement une sensibilité plus faible qu'au large, avec des secteurs dans les eaux territoriales présentant de plus fortes sensibilités. A noter toutefois que la méthode appliquée ici d'évaluation de la sensibilité globale s'appuie bien sur la moyenne de la note d'enjeu (statut UICN) et la note de sensibilité maximale aux pressions étudiées. Un habitat en statut de conservation « En danger (EN) » peut donc apparaître d'une sensibilité un peu plus forte même si les sensibilités par pression sont moyennes.</p>
	<p>Le niveau de détail de la cartographie des habitats est trop faible pour rendre compte de la diversité des typologies.</p>	<p>Les analyses de sensibilité se fondent bien sur le niveau de typologie EUNIS le plus précis mais - afin de garder une carte de typologie des habitats lisibles - une carte de typologie des habitats moins fine est effectivement présentée.</p> <p>La carte de typologie des habitats au niveau EUNIS le plus détaillé qui a été réalisée pourra être diffusée au public également.</p>
	<p>Le nombre de pressions pris en compte est assez limité. Les experts suggèrent la prise en compte d'autres pressions (shear stress, sédimentation...)</p>	<p>A la demande des membres des conseils scientifiques, l'intégration de nouvelles pressions (en plus des pressions "modifications hydrodynamiques", "remise en suspension des sédiments" et "abrasion") aux cartes de sensibilité pour les habitats benthiques a été étudiée.</p> <p>La sensibilité à la sédimentation (apport plus ou moins faible de matériau sur les habitats) a été ajoutée.</p> <p>La sensibilité à l'enrichissement en matière organique a également été ajoutée pour les habitats. Une carte de sensibilité dédiée à l'enrichissement en matière organique est présentée en annexe. La sensibilité à cette pression – pour laquelle la connaissance reste parcellaire – n'est toutefois pas intégrée dans la carte de sensibilité agrégée.</p> <p>L'intégration de la sensibilité à la contamination par des éléments métalliques a également été investiguée. L'évaluation des habitats à cette sensibilité est relativement lacunaire. Par ailleurs, en Atlantique, l'évaluation de la sensibilité à cette pression par MarESA est assimilable à des déversements de contaminants incontrôlés ou accidentels, ce qui ne correspond pas aux pressions moindres générées par l'éolien en mer (contamination mesurée et contrôlée liée à l'installation d'anodes sacrificielles). La sensibilité à cette pression n'a donc pas été intégrée.</p>

		Le rapport d'étude présente bien les limites de la méthodologie, et notamment les pressions qui ne sont pas intégrées aux cartes de sensibilité en raison de connaissances trop lacunaires (pour les habitats benthiques : sensibilité au bruit sous-marin, aux champs électro-magnétiques et à la hausse de la température).
	Les catalogues sédimentologiques mis à jour ou les travaux récents sur les dynamiques sédimentaires ont-ils été pris en compte ?	Les données sédimentaires sont parmi les données d'entrée du modèle EUSeamap les plus importantes. A chaque mise à jour du modèle EUSeamap, les dernières données sédimentaires des fonds européens disponibles sont intégrées. Les données sédimentaires sont parmi les données d'entrée du modèle EUSeamap les plus importantes. A chaque mise à jour du modèle EUSeaMap, les dernières données sédimentaires des fonds européens disponibles sont intégrées.
	Comment sont agrégées les sensibilités des 3 pressions pris en compte ?	La sensibilité maximale est retenue pour chaque polygone de la carte.
Avifaune	Les données télémétriques seront-elles prises en compte dans les futures modélisations d'habitats ?	L'Etat a commandé une mise à jour des cartes réalisées dans la présente étude sur la base de modélisations d'habitats plus récentes, et combinant un plus grand nombre de données. Ces cartes doivent être produites à la fin du débat public. Il n'existe actuellement pas de méthodologie pour l'intégration observations/télémétrie au sein d'un même modèle. En revanche, l'Observatoire national de l'éolien en mer finance un programme visant à valoriser l'ensemble des données de télémétrie sur des oiseaux dans les eaux françaises. Les résultats de ce programme seront diffusés au public une fois livrés.
	Quid de l'intégration de nouvelles connaissances qui vont être produites suite aux travaux de l'Observatoire, ou ceux de Migralion/Migratlane ou Birdmove ?	Les premières données acquises dans le cadre du programme MIGRALION de l'Observatoire font partie des jeux de données qui seront traitées pour la réalisation de modèles d'habitats GAM en cours de débat public. Le calendrier des autres programmes de recherche de l'Observatoire ne permet pas la prise en compte des résultats dans l'étude présentée. Ils seront en revanche diffusés au public une fois disponibles.
	Les indices de patrimonialité utilisés pour les cartes d'enjeux pour les oiseaux ne sont pas forcément pertinents en mer (ex. pour certaines	Avec le concours de l'OFB et du GISOM, il pourra être proposé un recalcul des indices de patrimonialité fondé sur les modélisations GAM réalisées en cours de débat.

	espèces, se fondent sur des comptages dans les arbres).	
Mammifères marins	La représentativité est-elle calculée à l'échelle nationale ou de façon dissociées entre Manche/Atlantique et Méditerranée ?	La représentativité est calculée de manière dissociée entre Manche/Atlantique et Méditerranée.
	Les statuts de conservation UICN de 5 espèces ont été ré-évalués très récemment en Méditerranée suite aux campagnes ASI.	Les indices de patrimonialité pour ces espèces peuvent également être mis à jour en s'appuyant sur l'OFB.
	Pourquoi ne pas avoir pris la sensibilité maximale comme pour les habitats et oiseaux ?	C'est bien la sensibilité maximale qui est retenue pour les cartes de sensibilité pour les mammifères marins, comme pour les habitats benthiques et les oiseaux.
Remarques générales	Pour les cartes de distribution en mer de la mégafaune marine, il semble que choisir de présenter dans un premier temps des cartes d'enjeu qui ne soient pas réalisées sur la même base de jeux de données que les cartes de sensibilité, n'est pas opportun. Il paraît en effet plus important de conserver une cohérence au niveau données et étapes méthodologiques.	Les cartes d'enjeu et de sensibilité qui sont réalisées pour le début du débat public reposeront bien sur la même base de jeux de données (SAMM1/2, ACCOBAMS, SCANS3). En parallèle, Cohabys réalisera des modélisations d'habitats à partir d'un plus grand nombre de jeux de données, puis les cartes d'enjeux et de sensibilité. Ces cartes pourront être prêtées en fin de débat. Les données identifiées pour ce travail sont les suivantes : SAMM, CAPECET, Dunkrisk, SCANS, SPEE, CAMANOC, CGFS, EVHOE, IBTS, BOBEKO, MOOSE, PELGAS, PELMED, ASI, MEGAOBS, Suivis PNM Iroise, état de référence des parcs éoliens de Saint-Brieuc, Saint-Nazaire, Courseulles-sur-mer, Yeu-Noirmoutier, Dieppe-Le-Tréport, état initial des fermes pilotes en Méditerranée. Les données de l'OFB issues de survols en Bretagne nord et sur la ZPS Yeu seront également valorisées (voir ci-dessous).

	<p>Concernant les données utilisées pour les cartes sur la mégafaune marine, proposition d'intégrer les données issues des survols Bretagne nord et les survols ZPS Yeu.</p>	<p>Les données ont été fournies plus tardivement. Elles seront bien intégrées dans les modélisations d'habitats.</p>
	<p>Attention à l'interprétation hâtive qui pourrait être faite des cartes, au regard des incertitudes qui demeurent sur certains sujets.</p>	<p>L'étude et des encarts dédiés dans les cartes présentent clairement les limites de la méthodologie. Des cartes d'incertitude et d'effort d'échantillonnage seront également réalisées pour montrer la robustesse des données utilisées.</p>
	<p>Prendre en compte les pressions générées par les autres activités (pas seulement l'éolien en mer) sur le milieu marin.</p>	<p>La présente étude vise à produire des cartes pour aider le public et l'Etat à identifier des zones de moindres contraintes pour la biodiversité pour le développement de futurs parcs éoliens en mer. Elle ne traite donc pas des autres activités en mer. En revanche, le document stratégique de façade, document de planification de l'espace maritime révisé au cours du débat public, fera l'objet d'une évaluation environnementale stratégique (EES). Au sein de cette EES sera évalué l'ensemble des incidences de la planification des activités maritimes (éolien en mer mais aussi pêche, granulats marins, trafic maritime...).</p>
	<p>Prendre en compte les évolutions du milieu dues au changement climatique.</p>	<p>Ces évolutions ne peuvent pas être prises en compte dans les cartes produites qui se fondent sur la connaissance des habitats et espèces disponibles aujourd'hui. Cela sera présenté dans les limites de l'étude. Ce sujet pourrait toutefois faire l'objet d'étude dédiée à travers l'appel à projets de l'Observatoire national de l'éolien en mer.</p>
	<p>Attention à la transposition à l'échelle des façades ou échelle nationale de sensibilités évaluées localement.</p>	<p>Les analyses se font à l'échelle nationale mais les cartes présentées en débat auront deux périmètres : un périmètre national et un périmètre par façade. Cela permettra à la fois d'avoir du recul et de préciser les zones de contraintes pour la biodiversité à un échelon plus local.</p>

La représentation cartographique avec des seuils naturels de Jenks paraît risqué car trop simplifié pour représenter des données environnementales complexe de nature. Le décile permet au moins une lecture plus nuancée et serait certainement plus prudent à présenter. D'autant que les seuils naturels de Jenks sont pertinents lorsque la distribution est très peu dissymétrique, ce qui n'est pas forcément le cas pour l'ensemble des jeux de données.

Les cartes se baseront donc sur une représentation en décile, et non en seuils de Jenks.

Références bibliographiques

Généralités

Communication de la Commission européenne C(2020) 7730 final du 18 novembre 2020 relative au document d'orientation sur les aménagements éoliens et la législation de l'Union européenne relative à la conservation de la nature

Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

Habitats benthiques

Bajjouk, T., Guillaumont, B., Michez, N., Thouin, B., Croguennec, C., Populus, J., Louvel-Glaser, J., Gaudillat, V., Chevalier, C., Tourolle, J., & Hamon, D. (2015). Classification EUNIS, Système d'information européen sur la nature : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée. Vol. 1. Habitats littoraux. IFREMER/DYNECO/AG/15-02/TB1. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Bolam S.G., Coggan R.C., Eggleton J., Diesing M. & Stephens D. (2014). Sensitivity of macrobenthic secondary production to trawling in the English sector of the Greater North Sea: A biological trait approach. *Journal of Sea Research*, 85, 162-177.

Bradshaw C., Veale L.O., Hill A.S. & Brand A.R. (2002). The role of scallop-dredge disturbance in long-term changes in Irish Sea benthic communities: a re-analysis of a historical dataset. *Journal of Sea Research*, 47, 161-184.

Capasso E., Jenkins S., Frost M. & Hinz H. (2010). Investigation of benthic community change over a century-wide scale in the western English Channel. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90 (06), 1161-1172.

Collie J.S., Escanero G.A. & Valentine P.C. (1997). Effects of bottom fishing on the benthic megafauna of Georges Bank. *Marine Ecology Progress Series*, 155, 159-172.

Constantino R., Gaspar M., Tata-Regala J., Carvalho S., Cúrdia J., Drago T., Taborda R. & Monteiro C. (2009). Clam dredging effects and subsequent recovery of benthic communities at different depth ranges. *Marine Environmental Research*, 67, 89-99.

De Biasi A. & Pacciardi L. (2008). Macrofaunal communities in a fishery exclusion zone and in a trawled area of the middle Adriatic Sea (Italy). *Ciencias Marinas*, 34 (4).

Document stratégique de la façade Méditerranée. Annexe 4.
<https://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/la-strategie-de-facade-maritime-est-adoptee-a2892.html>

Essink K. (1999). Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *Journal of Coastal Conservation*, 5, 69-80.

Gilkinson K., Paulin M., Hurley S. & Schwinghamer P. (1998). Impacts of trawl door scouring on infaunal bivalves: results of a physical trawl door model/dense sand interaction. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 224 (2), 291-312.

Gittenberger A. & Van Loon W.M.G.M. (2011). Common Marine Macrozoobenthos Species in the Netherlands, their Characteristics, and Sensitivities to Environmental Pressures. GiMaRIS report no 2011.08. DOI: 10.13140/RG.2.1.3135.7521.

Gubbay, S., Sanders, N., Haynes, T., Janssen, J.A.M., Rodwell, J.R., Nieto, A., García Criado, M., Beal, S., Borg, J., Kennedy, M., Micu, D., Otero, M., Saunders, G., & Calix, M. (2016). European Red List of Habitats Environment Part 1. Marine habitats. Luxembourg, Luxembourg. DOI: <https://doi.org/10.2779/032638>

INPN. Typologies nationales d'habitats benthiques de la Manche, de la mer du Nord et de l'Atlantique NatHab-Atl. https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_typo/46

INPN. Typologies nationales d'habitats benthiques de la Méditerranée NatHab-Med. https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_typo/32

Kaiser M.J., Cheney K., Spence F.E., Edwards D.B. & Radford K. (1999). Fishing effects in northeast Atlantic shelf seas: patterns in fishing effort, diversity, and community structure VII. The effects of trawling disturbance on the fauna associated with the tubeheads of serpulid worms. *Fisheries Research* (Amsterdam), 40, 195-205.

La Rivière, M., Aish, A., Gauthier, O., Grall, J., Guérin, L., Janson, A.-L., Labrune, C., Thibaut, T., & Thiébaut, É. (2015). Méthodologie pour l'évaluation de la sensibilité des habitats benthiques aux pressions anthropiques. Paris, France.

La Rivière, M., Michez, N., Aish, A., Bellan-Santini, D., Bellan, G., Chevaldonné, P., Dauvin, J.-C., Derrien-Courte, I S., Grall, J., Guérin, L., Janson, A.-L., Labrune, C., Sartoretto, S., Thibaut, T., Thiébaut, E. et Verlaque .. (2016). Evaluation de la sensibilité des habitats benthiques de Méditerranée aux pressions physiques. Rapport SPN 2015-70. MNHN. <https://normandie-univ.hal.science/hal-02047832v1/document>

La Rivière, M., Delavenne, J., Janson, A.-L., Andres, Sd., Percevault, L., & de Bettignies, T. (2022). Fiches descriptives des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique. Paris, France.

La Rivière, M.. et Hébert, C. (2023). Evaluation de la sensibilité des habitats benthiques de la Manche, de la mer du Nord et de l'Atlantique aux pressions physiques. Patrinat (OFB-MNHN-CNRS-IRD). <https://mnhn.hal.science/mnhn-04264006v1/document>

MarLIN Marine Biological Association. Marine Evidence based Sensitivity Assessment (MarESA). The Marine Life Information Network. https://www.marlin.ac.uk/sensitivity/sensitivity_rationale

Maurer D., Keck R.T., Tinsman J.C., Leatham W.A., Wethe C., Lord C. & Church T.M. (1986). Vertical migration and mortality of marine benthos in dredged material: a synthesis. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, 71, 49-63.

Menot, L., Vincent, G., Fabri, M.-C., & Vaz, S. (2022). DCSMM2018 - D1- HB - D6C5 - Cartes des pressions d'abrasion sur les écosystèmes marins vulnérables profonds. DOI: <https://doi.org/10.12770/7ee36d9e-7e3b-4a0e-af28-e48fa4c1bebe>

Miquerol, L., Bultel, E., Michel, S., Coz, R., La Rivière, M., & Sauboua, P. 2023. Référentiel pour la préservation de l'environnement marin dans les projets d'éoliennes en mer. TOME 2. Interactions entre les projets d'éoliennes en mer et le milieu marin – avec focus sur les habitats benthiques de métropole et les espèces Natura 2000. Paris, France.

Miquerol, L., La Rivière, M., Sauboua, P., & Michel, S. (en prep.). Evaluation de la sensibilité des habitats marins benthiques des trois façades métropolitaines à quatre pressions physiques, chimiques et biologiques. Paris, France.

Morton B. (2009). Aspects of the biology and functional morphology of *Timoclea ovata* (Bivalvia: Veneroidea: Venerinae) in the Azores, Portugal, and a comparison with *Chione elevata* (Chioninae). *Açoreana*, 6, 105-119.

Sardá R., Pinedo S., Gremare A. & Taboada S. (2000). Changes in the dynamics of shallow sandy-bottom assemblages due to sand extraction in the Catalan Western Mediterranean Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 57 (5), 1446-1453.

Thrush S.F. (1986). Community structure on the floor of a sea-lough: are large epibenthic predators important? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 104, 171-183.

Tillin H.M. & Ashley M. (2016). [Hesionura elongata] and [Protodorvillea kefersteini] in offshore coarse sand. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. Available from: <https://www.marlin.ac.uk/habitat/detail/1113> - Last Updated: 29/06/2016.

Tillin H.M. & Tyler-Walters H. (2016). [Spirobranchus triqueter] with barnacles and bryozoan crusts on unstable circalittoral cobbles and pebbles. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. Available from: <https://www.marlin.ac.uk/habitat/detail/177> - Last Updated: 12/02/2016.

Tillin H.M. (2016). [Glycera lapidum], [Thyasira] spp. and [Amythasides macroglossus] in offshore gravelly sand. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews, [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. Available from: <https://www.marlin.ac.uk/habitat/detail/1136> - Last Updated: 01/07/2016.

IUCN. (2012). Catégories et Critères de la Liste rouge de l'IUCN : Version 3.1. Deuxième édition. Gland, Suisse; Cambridge; Royaume-Uni.

Van den Beld, I., Tourolle, J., Menot, L. (2020). Cartographie des habitats marins profonds du golfe de Gascogne. DOI: <https://doi.org/10.12770/f1c5ec41-046e-4ba0-83d3-114dd2e9450a>.

Vanosmael C., Willems K.A., Claeys D., Vincx M. & Heip C. (1982). Macrobenthos of a sublittoral sandbank in the southern bight of the North Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 62, 521-534.

Vasquez, M., Harriet, A., Manca, E., Castle, Lillis, H., Agnesi, S., Al Hamdani, Z., Annunziatellis, A., Askew, N., Bekkby, T., Bentes, L., Doncheva, V., Drakopoulou, V., Duncan, G., Gonçalves, J., Inghilesi, R., Laamanen, L., Loukaidi, V., Martin, S., McGrath, F., Mo, G., Monteiro, P., Muresan, M., Nikilova, C., O'Keeffe, E., Pesch, R., Pinder, J., Populus, J., Ridgeway, A., Sakellarou, D., Teaca, A., Tempera, F., Todorova, V., Tunisi, L., Virtanen, E. (2021). "EUSeaMap 2021. A European broad-scale seabed habitat map." D1.13 EASME/EMFF/2018/1.3.1.8/Lot2/SI2.810241 – EMODnet Thematic Lot n° 2 – Seabed Habitats EUSeaMap - Technical Report (2021). DOI: <https://doi.org/10.13155/83528>.

Agrégation multi-sources de données sur les habitats remarquables par le projet Life MARHA et sur les écosystèmes marins vulnérables profonds et les pennatules par l'Ifremer. <https://wxs.ofb.fr/geoserver/habitat/ows?version=2.0.0>

Avifaune marine

ACCOBAMS Survey Initiative (hiver 2018)

Croll, D. A., Ellis, A. A., Adams, J., Cook, A. S. C. P., Garthe, S., Goodale, M. W., ... & Zilliacus, K. (2022). Framework for assessing and mitigating the impacts of offshore wind energy development on marine birds. *Biological Conservation*, 276, 109795. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109795>

Bradbury, G., Trinder, M., Furness, B., Banks, A. N., Caldow, R. W. G., Hume, D. (2014). Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms. *PLoS ONE*, 9, e106366. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170863>

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M. J., Hall-Spencer, J. M. (2016). Expected effects of offshore wind farms on Mediterranean marine life. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4(1), 18. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse4010018>.

Cadiou et al 2014. Cinquième recensement national des oiseaux marins nicheurs en France métropolitaine : bilan final 2009-2012. GISOM-AAMP

Certain, G., Jorgensen, L. L., Christel, I., Planque, B., Bretagnolle, V. (2015). Mapping the vulnerability of animal community to pressure in marine systems: disentangling pressure types and integrating their impact from the individual to the community level. *ICES Journal of Marine Science*, 72, 1470–1482. DOI: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv003>

Clairbaux, M., Jessopp, M. (2021). Review of species-specific collision risks for seabirds. Deliverable D7.9 LC-SC3-RES-1-2019, X-rotor. DOI: 10.5281/zenodo.6867542

Cook, A., Johnston, A., Wright, L., Burton, N. (2012). A review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to offshore wind farms. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-02, BTO Research Report No. 618.

Cook, A. S. C. P., Humphreys, E. M., Bennet, F., Masden, E. A., Burton, N. H. K. (2018). Quantifying avian avoidance of offshore wind turbines: Current evidence and key knowledge gaps. *Marine Environmental Research*, 140, 278–288. DOI: [10.1016/j.marenvres.2018.06.017](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.06.017)

Courbin, N., Besnard, A., Boncourt, E., et al. (2023). Flight heights of Scopoli's shearwaters Calonectris diomedea in the context of offshore wind farm developments. *bioRxiv*, 2023, p. 2023.05.14.540698. DOI: <https://doi.org/10.1101/2023.05.14.540698>

CREEM Saint-Andrews University et Observatoire PELAGIS – UAR 3462 (La Rochelle Université – CNRS). SCANS3 (été 2016)

Croll, D. A., Ellis, A. A., Adams, J., Cook, A. S. C. P., Garthe, S., Goodale, M. W., Hall, C. S., Hazen, E., Keitt, B. S., Kelsey, E. C., Leirness, J. B., Lyons, D. E., McKown, M. W., Potiek, A., Searle, K. R., Soudijn, F. H., Rockwood, R. C., Tersh, B. R., Tinker, M., VanderWerf, E. A., Williams, K. A., Young, L., & Ziliacus, K. (2022). Framework for assessing and mitigating the impacts of offshore wind energy development on marine birds. *Biological Conservation*, 276, 109795. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109795>

Dierschke, V., Furness, R. W., Garthe, S. (2016). Seabirds and offshore wind farms in European waters: Avoidance and attraction. *Biological Conservation*, 202, 59–68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.08.016>

Document stratégique de la façade Méditerranée, Annexe 1 “Situation de l'existant” <https://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/la-strategie-de-facade-maritime-est-adoptee-a2892.html>

Farr, H., Ruttenberg, B., Walter, R. K., Wang, Y. H., & White, C. (2021). Potential environmental effects of deepwater floating offshore wind energy facilities. *Ocean & Coastal Management*, 207, 105611. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105611>

Fauchald, P., Ollus, V. M. S., Ballesteros, M., Breistøl, A., Christensen-Dalsgaard, S., Molværsmyr, S., Tarroux, A., Systad, G. H., & Moe, B. (In press). Mapping seabird vulnerability to offshore wind farms from multiple data sources.

Furness, R. W., Wade, H. M., Masden, E. A. (2013). Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *Journal of Environmental Management*, 119, 56–66. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.01.025>

Garbé R., Rufray X., Di-Méglion N., Roul M., David L, Bechet A. & Sadoul N. 2015. État des lieux des connaissances du patrimoine ornithologique de la Camargue. Agence des aires marines Protégées. 326 p.

Garthe, S., Huppop, O. (2004). Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index: Marine wind farms and seabirds. *Journal of Applied Ecology*, 41, 724–734. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00918.x>

Garthe, S., Markones, N., Corman, A-M. (2017). Possible impacts of offshore wind farms on seabirds: a pilot study in Northern Gannets in the southern North Sea. *Journal of Ornithology*, 158, 345–349. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10336-016-1402-y>

Garthe, S., Schwemmer, H., Peschko, V., Markones, N., Müller, S., Schwemmer, P., & Mercker, M. (2023). Large-scale effects of offshore wind farms on seabirds of high conservation concern. *Scientific Reports*, 13(1), 4779. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33700-0>

Girard T. (2020). Comptage Wetlands International, bilan régional Provence-Alpes-Côte d'Azur 2020. LPO PACA/DREAL PACA. Faune-PACA Publication n°97 : 75 pp.

Guilherme, J. L., Morais, B., Alonso, H., Andrade, J., Almeida, A., Barros, N., & Dias, M. P. (2023). Mapping seabird and marine biodiversity sensitivity to marine wind farm expansion in Portugal | Mapeamento da sensibilidade das aves marinhas a energia eólica no mar em Portugal (Version 1). Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA). DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10045918>

Issa N., (ind). Les oiseaux marins en Méditerranée française. 32p

Jessopp, M., & Critchley, E. (2019). Final report on the assessment of seabird vulnerability to offshore windfarms in Ireland, EirWind Project Deliverable D4.14 Report, MaREI Centre, ERI, University College Cork, Ireland. DOI: <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.3948473>

Kelsey, E. C., Felis, J. J., Czapanskiy, M., Pereksta, D. M., Adams, J. (2018). Collision and displacement vulnerability to offshore wind energy infrastructure among marine birds of the Pacific Outer Continental Shelf. *Journal of Environmental Management*, 227, 229–247. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.051>

Lambrechts, A., & Entraygues, M. (2019). Synthèse des connaissances relatives au Puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus*). Agence française pour la biodiversité, Biotope.

Lloret, J., Turiel, A., Solé, J., Berdalet, E., Sabatés, A., Olivares, A., Gili, J. M., Vila-Subirós, J., & Sardá, R. (2022). Unravelling the ecological impacts of large-scale offshore wind farms in the Mediterranean Sea. *Science of The Total Environment*, 824, 153803. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153803>

Masden, E. A., Haydon, D. T., Fox, A. D., Furness, R. W., Bullman, R., Desholm, M. (2009). Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. *ICES Journal of Marine Science*, 66, 746–753. DOI: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp031>

Maxwell, S. M., Kershaw, F., Locke, C. C., Conners, M. G., Dawson, C., Aylesworth, S., Loomis, R., & Johnson, A. F. (2022). Potential impacts of floating wind turbine technology for marine species and habitats. *Journal of Environmental Management*, 307, 114577. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114577>

OFB, GISOM - Avril 2020. Identification et priorisation de la responsabilité de chaque sous-région marine pour les enjeux ornithologiques - Note méthodologique. 16 p.

Pettex E. Lambert C. Laran S., Ricart A. Virgili A. Falchetto H., Authier M., Monestiez P., Van Canneyt O., Dorémus G., Blanck A., Toison V. & Ridoux V., 2014. Suivi Aérien de la MégaFaune Marine en France métropolitaine : rapport final. Univ. Rochelle UMS 3462, 169p.

Peron C & Grémillet D (2011). Habitats maritimes des Puffins de France métropolitaine : approche par balises et analyses isotopiques. 1ère rapport intermédiaire. CEFE & AAMP – programme ECOOCÉAN INSTITUT ET SAMM. 53p.

Peschko, V., Mendel, B., Muller, S., Markones, N., Mercker, M., Garthe, S. (2020). Effects of offshore windfarms on seabird abundance: Strong effects in spring and in the breeding season. *Marine Environmental Research*, 162, 105157. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105157>

Reynaud, M., Le Bourhis, E., Soulard, T., & Perignon, Y. Rapport de suivi environnemental de l'éolienne flottante FLOATGEN, site d'essais SEM-REV (2021). DOI: <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.5659295>

Rezaei, F., Contestabile, P., Vicinanza, D., Azzellino, A. (2023). Towards understanding environmental and cumulative impacts of floating wind farms: Lessons learned from the fixed-bottom offshore wind farms. *Ocean & Coastal Management*, 243, 106772. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106772>

Rufray X., Garbé R., David L. & Di-Méglie N., 2014. État des lieux des connaissances du patrimoine ornithologique du Golfe du Lion. Agence des aires marines protégées. 325 p.

Searle, K. R., O'Brien, S. H., Jones, E. L., Cook, A. S. C. P., Trinder, M. N., McGregor, R. M., Donovan, C., McCluskie, A., Daunt, F., Butler, A. (2023). A framework for improving treatment of uncertainty in offshore wind assessments for protected marine birds. *ICES Journal of Marine Science*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad025>

Serratosa, J., Allinson, T. (2022). AVISTEP: the Avian Sensitivity Tool for Energy Planning. Technical Manual. BidLife International, Cambridge, UK.

Shavykin, A., & Karnatov, A. (2022). The Issue of Using Ordinal Quantities to Estimate the Vulnerability of Seabirds to Wind Farms. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(11), 1584. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse10111584>

Skov, H., Heinänen, S., Norman, T., Ward, R., Méndez-Roldán, S., and Ellis, I. (2018). ORJIP bird collision and avoidance study. Final report—April 2018. The Carbon Trust, 248pp.

Toison, Vincent. 2020. Identification et priorisation de la responsabilité de chaque sous-région marine pour les enjeux ornithologiques. OFB - GISOM.

Thomas, Robert, Renata J. Medeiros, et Alexandra L. Pollard. 2006. « Evidence for Nocturnal Inter-Tidal Foraging by European Storm-Petrels *Hydrobates Pelagicus* during Migration ». *Atlantic Seabirds* 8 (1/2): 87-96.

Vattenfall. (2021). AOWFL Resolving Key Uncertainties of Seabird Flight and Avoidance Behaviors at Offshore Wind Farms, Final Report for the study period 2020-2021, Report Vattenfall.

Wade, H. M., Masden, E. A., Jackson, A. C., Furness, R. W. (2016). Incorporating data uncertainty when estimating potential vulnerability of Scottish seabirds to marine renewable energy developments. *Marine Policy*, 70, 108-113.

Williams, K. A., Gulka, J., Cook, A. S. C. P., Diehl, R., Farnsworth, A., Goyert, H., Hein, C., Loring, P., Mizrahi, D., Petersen, I. K., Peterson, T., Press, K. M., & Stenhouse, I. J. (under review). A Framework for Studying the Effects of Offshore Wind Energy Development on Birds and Bats in the Eastern United States.

Mammifères marins

ACCOBAMS Survey Initiative (hiver 2018)

Aguilar, A. 2000. Population biology, conservation threats and status of Mediterranean striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*). *Journal of Cetacean Research and Management*, 2: 17–26.

Andersson, M. H., Andersson, S., Ahlsén, J., Andersson, B. L., Hammar, J., Persson, L. K., Pihl, J., Sigray, P. & Andreas, W., 2017. A framework for regulating underwater noise during pile driving. A

technical Vindval report, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Sweden, Report 6775, 113 p.

Aznar, FJ, Miguez-Lozano R, Bosch de Castro B, Raga JA, Banco C, 2017, Long-term changes (1990-2012) in the diet of striped dolphins *Stenella coeruleoalba* from the western Mediterranean, *Marine Ecology Progress Series*, 568:231-247. <https://doi.org/10.3354/meps12063>

Azzellino, A., Gaspari, S., Airoldi, S., Nani, B., 2008. Habitat use and preferences of cetaceans along the continental slope and the adjacent pelagic waters in the western Ligurian Sea. *Deep Sea Research. Part I*, 55 : 296–323.

Bailey, H., Senior, B., Simmons, D., Rusin, J., Picken, G. & Thompson, P. M., 2010. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin* 60 (6), 888-897.

Baird, RW, 2009, Risso's Dolphin: *Grampus griseus*, in Perrin WF, Würsig B, Thewissen, JGM (Eds) *Encyclopedia of Marine Mammals* (Second Edition), Academic Press, Pages 975-976, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373553-9.00222-4>.

Bearzi, G., Reeves, R. R., Remonato, E., Pierantonio, N., and Airoldi, S. 2011. Risso's dolphin *Grampus griseus* in the Mediterranean Sea. *Mammalian Biology*, 76: 385–400.

Benjamins, S., Harnois, V., Smith, H.C.M., Johanning, L., Greenhill, L., Carter, C. and Wilson, B. 2014. Understanding the potential for marine megafauna entanglement risk from renewable marine energy developments. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 791.

Bérubé M, Aguilar A, Dendanto D, Larsen F, Notabartolo di Sciara G, Sears R, Sigurjónsson J, Urban-R J & Palsbøll P.J, 1998, Population genetic structure of North Atlantic, Mediterranean Sea and Sea of Cortez fin whales, *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758): analysis of mitochondrial and nuclear loci. *Molecular Ecology*, 7: 585-599.

Betke, K., 2006. Measurement of underwater noise emitted by an offshore wind turbine at Horns Rev. ITAP, 19 p.

Blanco, C., Raduan, M.A., Raga, J.A., 2006, Diet of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) in the western Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 70 : 407–411.

Bourret, V. J. R., Macé, M. R. J. M., and Crouau-Roy, B. 2007. Genetic variation and population structure of western Mediterranean and northern Atlantic *Stenella coeruleoalba* populations inferred from microsatellite data. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87: 265–269.

Castellote, M., Clark, C. W., and Lammers, M. O. 2012. Fin whale (*Balaenoptera physalus*) population identity in the western Mediterranean Sea. *Marine Mammal Science*, 28: 325–344.

Certain, G, Jørgensen LL, Christel I, Planque B, Bretagnolle V, 2015, Mapping the vulnerability of animal community to pressure in marine systems: disentangling pressure types and integrating their impact from the individual to the community level. *ICES Journal of Marine Science*, fsv003. doi:10.1093/icesjms/fsv003

Das, K., Holleville, O., Ryan, C., Berrow, S., Gilles, A., Ody, D., and Michel, L. N. 2017. Isotopic niches of fin whales from the Mediterranean Sea and the Celtic Sea (North Atlantic). *Marine Environmental Research*, 127: 75–83.

David L, Roul M, Di-Méglio N, 2018, Appui à la mise en œuvre d'un programme de suivi cétacés au sein du Parc naturel marin du golfe du Lion. État des lieux des connaissances : les cétacés dans le parc naturel marin du golfe du Lion. Rapport EcoOcean Institut pour l'Agence Française pour la Biodiversité. 69p.

Diaz Lopez B, 2019, "Hot deals at sea" : response of a top predator (Bottlenose dolphin, *Tursiops truncates*) to human-induced changes in the coastal ecosystem, *Behavioral Ecology*, 30 (2° : 291-300

Diaz Lopez B, Marini L, Polo F, 2005, The impact of a fish farm on a bottlenose dolphin population in the Mediterranean Sea, Thalassa, 21 (2) : 65-70.

Di-Méglion N, David L, Roul M, 2015, Projet GDeGEM Grand dauphin Etude et Gestion en Méditerranée. Abondance et répartition spatio-temporelle et fonctionnelle du Grand dauphin dans le golfe du Lion. Rapport EcoOcéan Institut et GIS3M. 88p.

Document stratégique de la façade Méditerranée. Annexe 1 "Situation de l'existant"
<https://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/la-strategie-de-facade-maritime-est-adoptee-a2892.html>

Drouot V, Bérubé M, Gannier A, Goold J, Reid R.J & Palsboll P, 2004, A note on genetic isolation of Mediterranean Sperm whale (*Physeter macrocephalus*) suggested by mitochondrial DNA. Journal of Cetacean Research and Management, 6(1): 29-32.

Evans PGH, 1987, The natural history of whales and dolphins. HELM editions. 343p.

Garcia-Martinez J, Barrio E, Raga J.A & Latorre A, 1995, Mitochondrial DNA variability of striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) in the spanish mediterranean waters. Marine Mammal Science, 11 (2): 183-199.

Gaspari, S., Airolidi, S., Hoelzel, A.R., 2007. Risso's dolphins (*Grampus griseus*) in U.K. waters are differentiated from a population in the Mediterranean Sea and genetically less diverse. Conservation Genetic, 8 : 727–732.

ICF. 2020. *Comparison of Environmental Effects from Different Offshore Wind Turbine Foundations*. U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Headquarters, Sterling, VA. OCS Study BOEM 2020-041. 42 pp.

IUCN, 2012, Marine Mammals and Sea Turtles of the Mediterranean and Black Seas. Gland, Switzerland and Malaga, Spain: IUCN. 32 pages.

Jefferson, T.A., Leatherwood, S., Webber, M.A., 1993, Marine Mammals of the World. FAO Species Identification Guide. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Lambert C, Laran S, David L, Dorémus G, Pettex E, Van Canneyt O, Ridoux V, 2017, How does ocean seasonality drive habitat preferences of highly mobile top predators? Part I: The north-western Mediterranean Sea, Deep-Sea Research II, 141: 115-132.

Lanfredi C., Remonato E. and Airolidi S. (Eds), 2018, Preliminary Report of the Mediterranean Grampus Project 2.0: Improving knowledge and conservation of the Mediterranean population of Risso's dolphins through effective partnerships. 50 pp. La Spezia, Italy, 7th April 2018.

Laran, S., Pettex, E., Authier, M., Blanck, A., David, L., Dorémus, G., Falchetto, H., Monestiez, P., Van Canneyt, O, Ridoux, V., 2017, Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters- Part I: The North-Western Mediterranean, including the Pelagos sanctuary. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 141: 20-30.

Meissner AM, MacLeod CD, Richard P, Ridoux V, Pierce G, 2012, Feeding ecology of striped dolphins, *Stenella coeruleoalba*, in the north-western Mediterranean Sea based on stable isotope analysis, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 92(8) : 1677-1687.

Ministère de la transition écologique et solidaire. (2020). Guide Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine.
<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide%20preconisations%20pour%20limiter%20l%20impact%20des%20bruits%20sous-marins%20sur%20la%20faune%20marine.pdf>

Nedwell, J. R. & Howell, D., 2004. A review of offshore windfarm related underwater noise sources. COWRIE, Subacoustech Ltd. Tech. Rep. 544R0308, 57 p.

Norro, A., Botteldooren, D., Dekoninck, L., Haelters, J., Rumes, B., Van Renterghem, T. & Degraer, S., 2013. Qualifying and quantifying offshore wind farm-generated noise, In: Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. (Eds.) Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Learning from the past to optimise future monitoring programmes. pp. 63-69

Notarbartolo di Sciara G, 2016, Chapter One - Marine Mammals in the Mediterranean Sea: An Overview, Editor(s): Giuseppe Notarbartolo Di Sciara, Michela Podestà, Barbara E. Curry, Advances in Marine Biology, 75 : 1-36.

Nowacek, D. P., Thorne, L. H., Johnston, D. W. & Tyack, P. L., 2007. Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Review* 37 (2), 81-115.

Panigada S, Zanardelli M, MacKenzie M, Donovan C, Mélin F, Hammond PS, 2008, Modelling habitat preferences for fin whales and striped dolphins in the Pelagos Sanctuary (Western Mediterranean Sea) with physiographic and remote sensing variables, *Remote Sensing of Environment.*, 112 (8) : 3400-3412, 10.1016/j.rse.2007.11.017

Panigada, S., Lauriano, G., Donovan, G., Pierantonio, N., Cañadas, A., Vázquez, J. A. & Burt, L., 2017, Estimating cetacean density and abundance in the Central and Western Mediterranean Sea through aerial surveys: Implications for management. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141: 41-58.

Panigada, S., Pesante, G., Zanardelli, M., Capoulade, F., Gannier, A., and Weinrich, M. T. 2006. Mediterranean fin whales at risk from fatal ship strikes. *Marine Pollution Bulletin*, 52: 1287–1298.

Poisson F., Métral L., Brisset B., Wendling B., Cornella D., Segorb C., Marchand M., Cuvilliers P., Guilbert G., Bailleul D., Arnaud-Haond S, 2017, Sélectivité De La Flottille Palangrière Française Ciblant Le Thon Rouge Sur La Côte Méditerranéenne Française. Rapport De Fin De Projet. Projet Selpal.125p.

Poisson F., Sacchi J, Senegas JB, Catteau S, Demarcq H.,Cesarini C. , Gambaiani D, 2018, Potential Fisheries Interactions With Sea Turtles On The French Mediterranean Coast: Insights From Observers And Satellite Data Ists38_Kobe, 18-23 Feb 2018.

Pompa S, Ehrlich PR, Ceballos G, 2011, Global distribution and conservation of Marine Mammals, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108:13600-13605.

Rice DW, 1998, Marine mammals of the world, systematics and distribution. The Society for Marine Mammology, Special publication number 4 , 231p.

Savelli M, 2015, Génétique des populations et origine des tortues caouanne (*Caretta caretta*) de Méditerranée française. Rapport de master 1. Un iversité des sciences et techniques du Languedoc. 24 pp.

Shane S, Wells RS, Würsig B, 1986, Ecology, behaviour and social organization of the bottlenose dolphin: a review, *Marine Mammal Science*, 2(1) : 34-63.

Stelzenmüller V, Ellis JR, Rogers SI, 2010, Towards a spatially explicit risk assessment for marine management: Assessing the vulnerability of fish to aggregate extraction. *Biological Conservation*, 143, 230–238. doi:10.1016/j.biocon.2009.10.007

Stone, C. J. & Tasker, M. L., 2006. The effect of seismic airguns on cetaceans in UK waters. *Journal of Cetacean Research and Management* 8 (3), 255-263.

Tetley, M. J., Braulik, G. T., Lanfredi, C., Minton, G., Panigada, S., Politi, E., ... & Hoyt, E. (2022). The important marine mammal area network: a tool for systematic spatial planning in response to the marine mammal habitat conservation crisis. *Frontiers in Marine Science*, 9, 841789.

Thompson, D., Hall, A. J., McConnell, B. J., Northridge, S. P. & Sparling, C., 2015, Current state of knowledge of effects of offshore renewable energy generation devices on marine mammals and

research requirements. Sea Mammal Research Unit, University of St Andrews, Report to Scottish Government, no. MR 1 & MR 2, St Andrews, 55pp.

Tougaard, J., Henriksen, O. D. & Miller, L. A., 2009. Underwater noise from three types of offshore wind turbines: Estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals. The Journal of the Acoustical Society of America 125 (6), 3766-3773.

Tyack, P. L., 2008. Implications for Marine Mammals of Large-Scale Changes in the Marine Acoustic Environment. Journal of Mammalogy 89 (3), 549-558.

Vella A & Vella J, 2012, Central-southern Mediterranean submarine canyons and steep slopes: role played in the distribution of cetaceans, bluefin tunas, and elasmobranchs in Würtz M. (ed.), 2012, Mediterranean Submarine Canyons: Ecology and Governance. Gland, Switzerland and Málaga, Spain: IUCN. 216 pages.

Verborgh P, de Stephanis R, Gauffier P, García Tiscar S, Esteban R, Minvielle-Sebastia L, Ridoux V, Dabin W, Llavona, A, Marcos Ipiña E, Monteiro S, Ferreira M, Monaghan N.T, Berrow S, Fossi M.C, Marsili L, Laran S, Praca E, Cañadas A, Sagarminaga R, Murcia J.L, and García P., 2010, Population structure of long-finned pilot whales in Europe. 24th Ann. Meeting European Cetacean Society, Stralsund, Germany 22-24 March 2010.

Würtz, M & Marrale, D., 1993, Food of striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the Ligurian Sea. Journal of Marine Biological Association of UK 73, 571–578.

Xodus Group Ltd, 2015. Hywind Scotland Pilot Park Project - Marine Noise Desk Study. Technical note to Statoil ASA, Doc. n°A-100142-S00-TECH-003, 17 p.

Tortues

Casale P, Hochscheid S, Kaska Y, Panagopoulou A. (Eds.), 2020, Sea Turtles in the Mediterranean Region: MTSG Annual Regional Report 2020. Report of the IUCN-SSC Marine Turtle Specialist Group, 2020.

Claro F & de Massary JC, 2012, Caractéristiques et Etat écologique – Golfe de Gascogne. Etat biologique : Caractéristiques biologique – biocénoses. Tortues Marine. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, Agence des Aires Marines Protégées, Ifremer. 12p.

Document stratégique de la façade Méditerranée. Annexe 1 “Situation de l'existant”
<https://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/la-strategie-de-facade-maritime-est-adoptee-a2892.html>

Ifremer <http://doi.org/10.12770/c29fe9c2-fe43-4b91-9983-29b421967b98>

Laran, S., Nivière, M., Genu, M., Dorémus, G., Serre, S., Spitz, J., Van Canneyt, O., & Authier, M. (2021). Distribution et abondance de la méfâne marine lors des campagnes SAMM cycle I et II en Méditerranée. Rapport final. Observatoire Pelagis (UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS) & OFB. https://www.observatoire-pelagis.cnrs.fr/wp-content/uploads/2021/05/SAMM_II_MED_RapportFinal-2021_20210406.pdf

MNHN . DCSMM2018 - TM - D1C4 - Distribution prédictive des tortues luth issue des données SAMM.

Sources des images

Figures 2, 3, 12 et 17 [Schéma méthodologiques], icône de loupe : Freepik, Flaticon.com
Figure 10. Photo Acquisition d'observations en mer par suivi aérien : A. Chevalier/Observatoire Pelagis/AAMP/SAMM