

RAPPORT

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

Façade Manche Est - Mer du Nord

20/03/2024

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, 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

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 Manche Est - Mer du Nord
N° DE COMMANDE	1406428074
NOMBRE DE PAGES TOTAL	72
NOMBRE D'ANNEXES	4

Sommaire

1. Contexte de l'étude	1
2. Méthodologie générale de spatialisation	2
3. Analyses spatialisées sur les habitats benthiques	4
3.1. Méthode détaillée de spatialisation	4
3.1.1. Distribution	4
3.1.2. Enjeux	4
3.1.3. Sensibilité	4
3.2. Présentation et analyses des cartes	7
3.2.1. Typologie	7
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
Glossaire	29
Annexes	31
Annexe 1 Habitats benthiques	31
Annexe 2 Avifaune marine	34
Annexe 3 Mammifères marins	43

Annexe 4 Synthèse des recommandations des conseils scientifiques éoliens en mer et de leur prise en compte.....	48
Références bibliographiques	54
<i>Généralités</i>	54
<i>Habitats benthiques</i>	54
<i>Avifaune marine</i>	55
<i>Mammifères marins</i>	58
Sources des images.....	61

Liste des figures

Figure 1. Périmètre de l'étude sur la façade MEMN	1
Figure 2. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation	3
Figure 3. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour les habitats benthiques	6
Figure 4. Typologie (niveaux simplifiés) des habitats benthiques sur l'arc Atlantique (EUSEAMAP, 2021)	7
Figure 5. Typologie (niveaux simplifiés) des habitats benthiques au niveau de la façade (EUSEAMAP, 2021)	8
Figure 6. Habitats particuliers inventoriés et cartographiés à l'échelle de la façade (OFB, 2022)	9
Figure 7. Carte d'enjeux pour les habitats benthiques au niveau national	10
Figure 8. Carte d'enjeux UICN (Europe) pour les habitats benthiques au niveau de la façade ..	11
Figure 9. Carte de sensibilité globale des habitats benthiques au niveau national	12
Figure 10 - Carte de sensibilité globale des habitats benthiques au niveau de la façade	13
Figure 11. Acquisition d'observations en mer par suivi aérien	14
Figure 12. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour l'avifaune marine	16
Figure 13. Carte d'enjeux pour l'avifaune marine au niveau national	17
Figure 14. Carte d'enjeux pour l'avifaune marine sur la façade	18
Figure 15. Carte de sensibilité de l'avifaune marine aux pressions de l'éolien en mer au niveau national	19
Figure 16. Carte de sensibilité de l'avifaune marine aux pressions de l'éolien en mer sur la façade	20
Figure 17. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour les cétacés	23
Figure 18. Carte d'enjeux pour les cétacés au niveau national	24
Figure 19. Carte d'enjeux pour les cétacés sur la façade	25
Figure 20. Carte de distribution du marsouin commun sur la façade	25
Figure 21. Cartes de distribution du phoque veau-marin (gauche) et du phoque gris (droite) (tiré de Huon et al. 2021)	26
Figure 22. Carte de sensibilité des cétacés aux pressions de l'éolien en mer au niveau national	27
Figure 23. Carte de sensibilité des cétacés aux pressions de l'éolien en mer sur la façade	28

<i>Figure 24. Typologie des habitats benthiques de la façade au niveau EUNIS le plus fin (Produit EUSEAMAP, 2021).....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 25. Carte de sensibilité des habitats benthiques à l'enrichissement en matière organique sur la façade.....</i>	<i>33</i>
<i>Figure 26 - Carte d'incertitude sur la façade pour les habitats benthiques</i>	<i>33</i>
<i>Figure 27. Cartes d'effort d'échantillonnage des campagnes aériennes</i>	<i>34</i>
<i>Figure 28. Carte de distribution des espèces avifaune marine au niveau national.....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 29. Carte de distribution des espèces d'avifaune marine sur la façade</i>	<i>37</i>
<i>Figure 30. Carte de distribution des petits puffins (puffins des Baléares et puffins des Anglais) sur la façade.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 31. Carte de distribution des alcidés (macareux moine, guillemot de Troil et pingouin torda) sur la façade</i>	<i>38</i>
<i>Figure 32. Carte de distribution du fou de Bassan sur la façade.....</i>	<i>38</i>
<i>Figure 33. Carte de distribution du grand labbe sur la façade</i>	<i>39</i>
<i>Figure 34. Carte de distribution du fulmar boréal sur la façade.....</i>	<i>39</i>
<i>Figure 35. Carte de distribution des cormorans sur la façade</i>	<i>40</i>
<i>Figure 36. Carte de distribution des plongeurs sur la façade.....</i>	<i>40</i>
<i>Figure 37. Carte d'enjeux des laridés (goéland, mouette, sterne) sur la façade</i>	<i>41</i>
<i>Figure 38. Carte de sensibilité des laridés (goéland, mouette, sterne) sur la façade</i>	<i>42</i>
<i>Figure 39. Cartes d'effort d'échantillonnage des campagnes aériennes</i>	<i>43</i>
<i>Figure 40. Carte de distribution des cétacés au niveau national</i>	<i>44</i>
<i>Figure 41. Carte de distribution des cétacés sur la façade.....</i>	<i>45</i>
<i>Figure 42. Carte de distribution des globicéphalinés* sur la façade</i>	<i>46</i>
<i>Figure 43. Carte de distribution des petits delphininés sur la façade</i>	<i>46</i>

Liste des annexes

<i>Annexe 1 Habitats benthiques</i>	31
<i>Annexe 2 Avifaune marine</i>	34
<i>Annexe 3 Mammifères marins</i>	43
<i>Annexe 4 Synthèse des recommandations des conseils scientifiques éoliens en mer et de leur prise en compte</i>	48

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

UICN · 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 Manche est-mer du Nord (MEMN). Elle vise rendre public une information robuste pour permettre d'éclairer le choix des futures zones de développement de parcs éoliens en mer sur la façade MEMN.

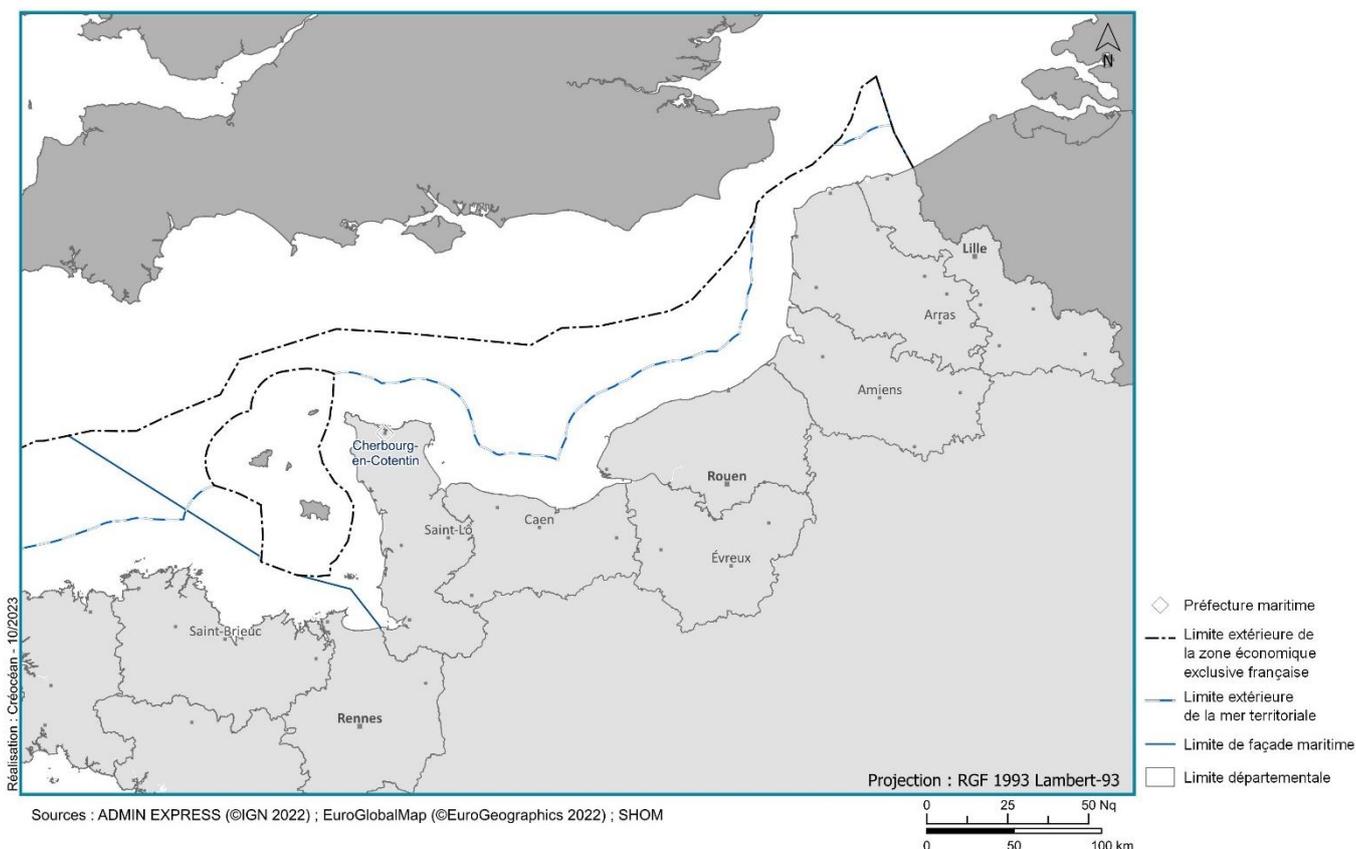


Figure 1. Périmètre de l'étude sur la façade MEMN

La façade MEMN s'étend sur 1 022 km de côtes et est délimitée administrativement par la frontière belge et par le golfe anglo-normand, à la limite de la Bretagne. Elle regroupe deux régions (Hauts-de-France et Normandie).

Pour cette étude, par souci de cohérence écologique, une partie des espèces animales représentées étant mobiles, il a été décidé que le périmètre des cartes serait étendu en partie au Nord de la Bretagne.

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.eoliennesenmer.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

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 traités dans la présente étude en raison de délais de traitement de données incompatibles avec le calendrier du débat.

Des cartes d'enjeu sont réalisées sur la base des cartes de distribution des espèces ou de synthèse des habitats. L'enjeu traduit les préoccupations patrimoniales « intrinsèques » relatives aux espèces et habitats en présence. 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'UICN*). A noter que cette évaluation est faite à différentes échelles par l'UICN (mondiale, européenne, nationale), et une espèce peut donc avoir différents statuts de conservation selon l'échelle retenue. Pour les analyses réalisées dans la présente étude, c'est systématiquement le statut le plus défavorable qui est retenu dans une approche de précaution.
- pour l'avifaune et les mammifères marins la représentativité sur la zone étudiée ; c'est-à-dire, le fait que l'espèce soit plus ou moins présente sur la zone par rapport à sa présence nationale.

Par exemple, 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'enjeu 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'enjeu. La sensibilité traduit le risque de perdre ou de dégrader les espèces et les habitats présents de manière temporaire ou permanente, si l'on développe un parc éolien en mer et des ouvrages de raccordement en mer. La sensibilité prend en compte la résistance et la résilience des espèces ou des habitats aux pressions*. Pour chaque compartiment, on identifie les principales pressions générées par l'éolien en mer et les raccordements, et on évalue la sensibilité de chaque espèce et de chaque habitat à chacune des pressions auxquelles il peut être soumis. Les cartes de sensibilité permettent de mettre en avant les secteurs sur lesquels on trouve des espèces ou des habitats susceptibles d'être plus fortement impactés par des éoliennes en mer et/ou leur raccordement. Pour cela, une note de sensibilité est attribuée aux espèces et habitats dans les cartes (voir annexes). Par exemple les plongeurs 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.

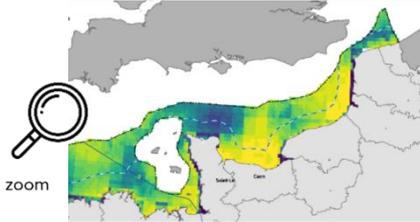
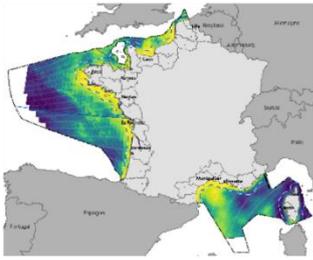
On agrège les sensibilités aux différentes pressions pour chaque espèce ou habitat afin d'obtenir une carte unique de sensibilité à l'ensemble des pressions. Pour ce faire, on retient, pour chaque espèce ou habitat, la valeur maximale de la sensibilité dans une approche de précaution. Ainsi, si un habitat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

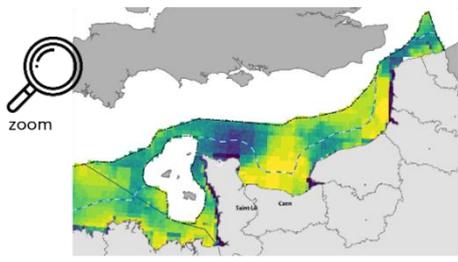
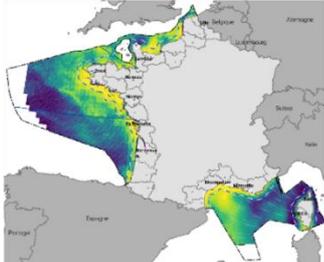
Une carte présentant le niveau de robustesse des données utilisées (incertitude/effort d'échantillonnage) est également produite pour chaque compartiment. Cette carte permet de montrer la robustesse des données utilisées pour réaliser les spatialisations précédentes au regard de divers paramètres (ancienneté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

L'ensemble des cartographies sont produites à l'échelle de l'arc Atlantique (comprend la façade MEMN). Puis, pour une meilleure lisibilité, un zoom sur la façade MEMN est présenté dans l'étude. Il est possible que cette échelle spatiale puisse sous-estimer les enjeux de certaines espèces à l'échelle de la façade MEMN. Dans ce cas, une information est donnée en commentaire et des cartes de distribution de l'espèce ou des espèces concernées sont ajoutées.

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



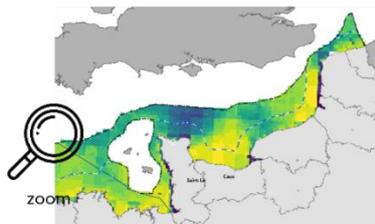
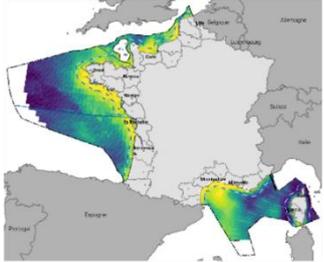
CARTE D'ENJEU
Carte traduisant les préoccupations patrimoniales



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



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

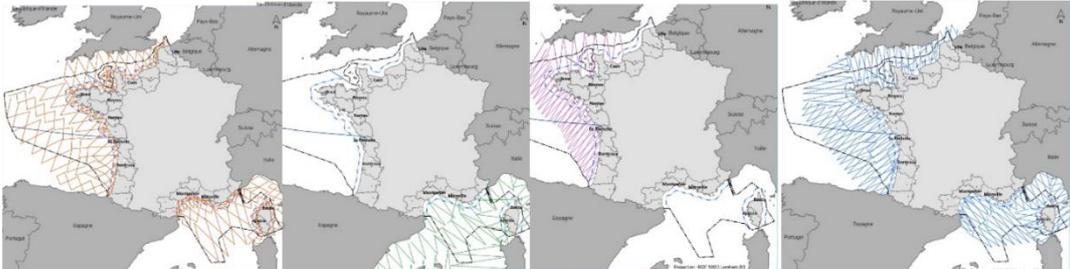


Figure 2. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation

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'UICN² 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 symbolologie particulière (aplac 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

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.

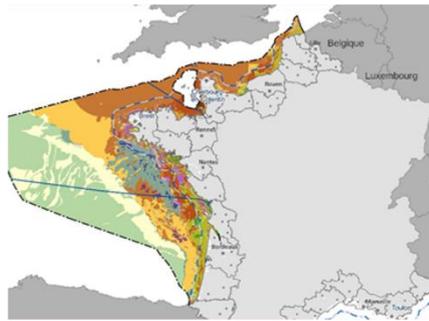
pénalisante) qui est retenue et moyennée avec sa note d'enjeu (4 compte tenu du statut « En danger de l'habitat) pour la carte finale de sensibilité. Le score de sensibilité globale retenu est donc de 4 pour cet habitat.

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.

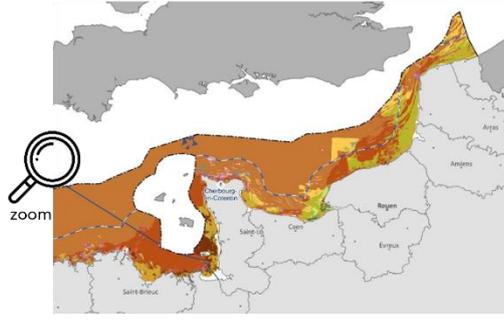
Données sources : Carte de modèles d'habitats prédictifs EUSeaMap et habitats particuliers OFB Life MARHA et Ifremer

Carte de synthèse des habitats présents sur les façades maritimes françaises



VULNÉRABILITÉ

Statut de conservation (IUCN)

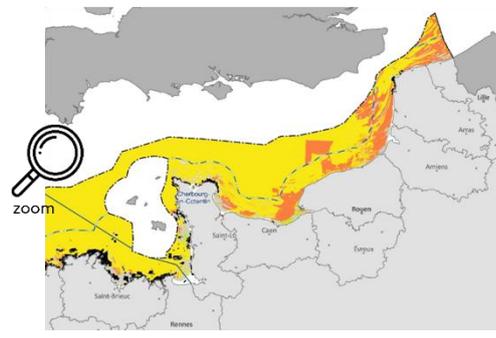
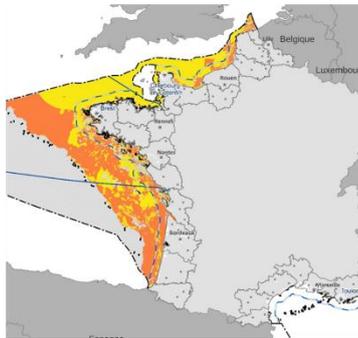


OBJECTIF DE ZERO PERTE NETTE

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

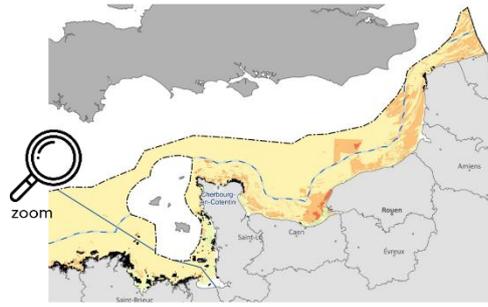
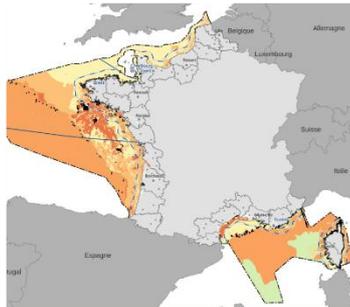
Valeur de sensibilité à la sédimentation

Valeur de sensibilité à la modification de l'hydrodynamisme locale

VALEUR DE SENSIBILITÉ MAXIMALE

CARTE DE SENSIBILITÉ

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



CARTE D'INCERTITUDE

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

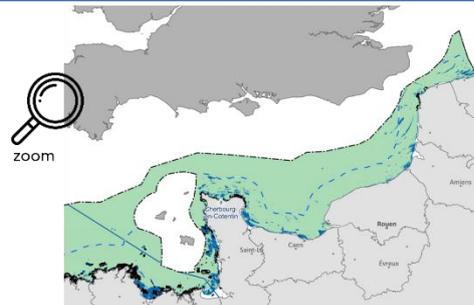
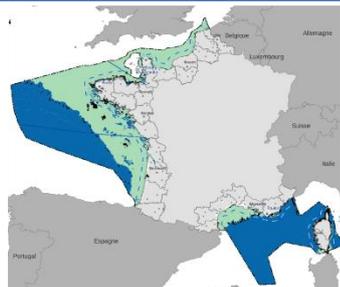
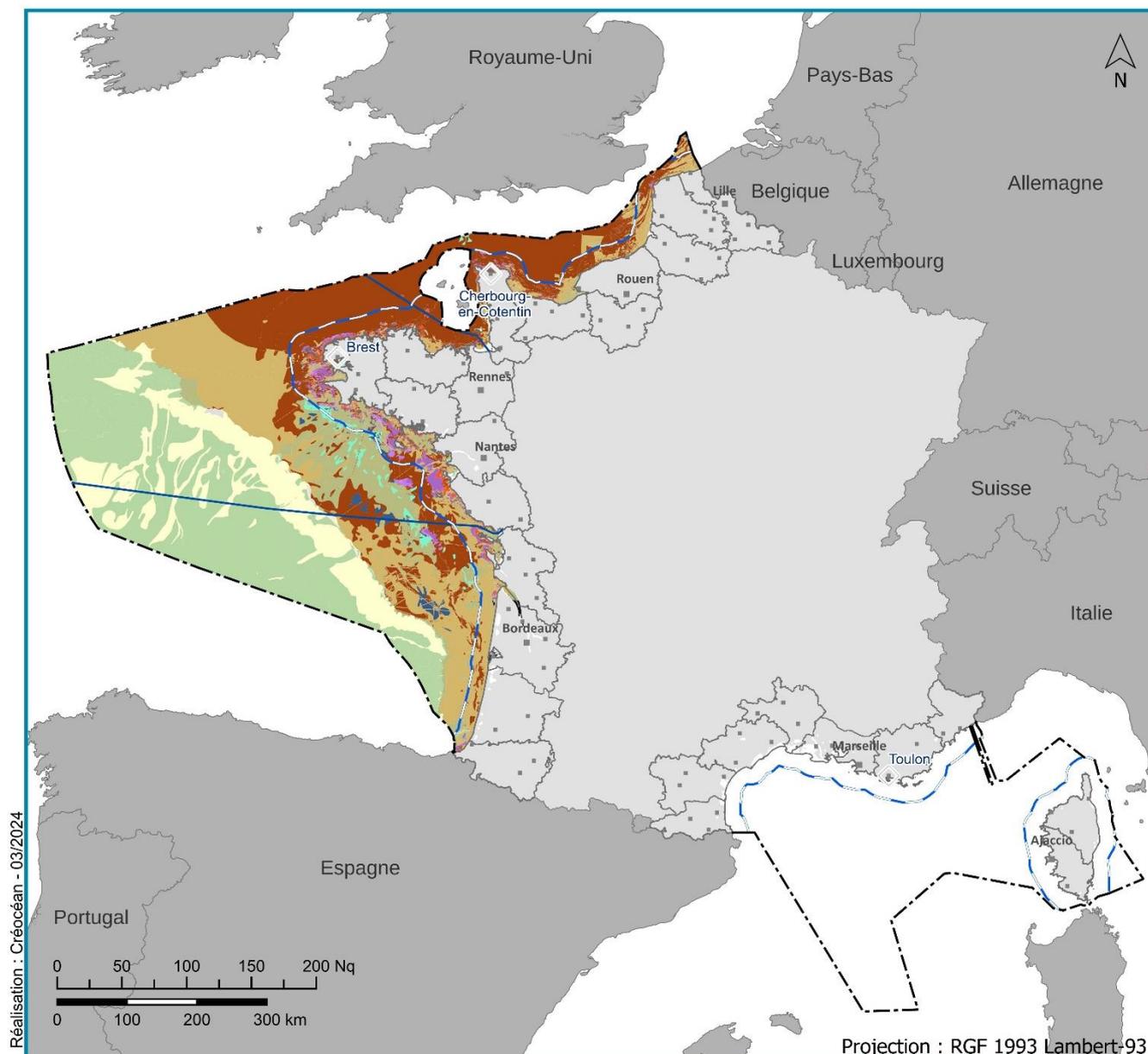


Figure 3. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour les habitats benthiques

3.2. Présentation et analyses des cartes

3.2.1. Typologie



Réalisation : Créocéan - 03/2024

Habitats EUNIS

- | | |
|---|--|
| ■ A3 - Roche et autres substrats durs infralittoraux | ■ A5.3 - Vase subtidale |
| ■ A3.1 - Roche infralittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous fort hydrodynamisme | ■ A5.4 - Sédiments hétérogènes subtidaux |
| ■ A3.2 - Roche infralittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous hydrodynamisme modéré | ■ A5.6 - Récifs biogènes subtidaux |
| ■ A3.3 - Roche infralittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous faible hydrodynamisme | ■ A6 - Habitats profonds |
| ■ A4 - Roche et autres substrats durs circalittoraux | ■ A6.1 - Roche et substrats durs artificiels profonds |
| ■ A4.1 - Roche circalittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous fort hydrodynamisme | ■ A6.2 - Substrats hétérogènes profonds |
| ■ A4.2 - Roche circalittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous hydrodynamisme modéré | ■ A6.3 or A6.4 - Sable profond ou Sable vaseux profond |
| ■ A4.3 - Roche circalittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous faible hydrodynamisme | ■ A6.5 - Vase profonde |
| ■ A5.1 - Sédiment grossier subtidal | ■ Na - Pas de qualification d'habitat Eunis |
| ■ A5.2 - Sable subtidal | |

Figure 4. Typologie (niveaux simplifiés) des habitats benthiques sur l'arc Atlantique (EUSEAMAP, 2021)

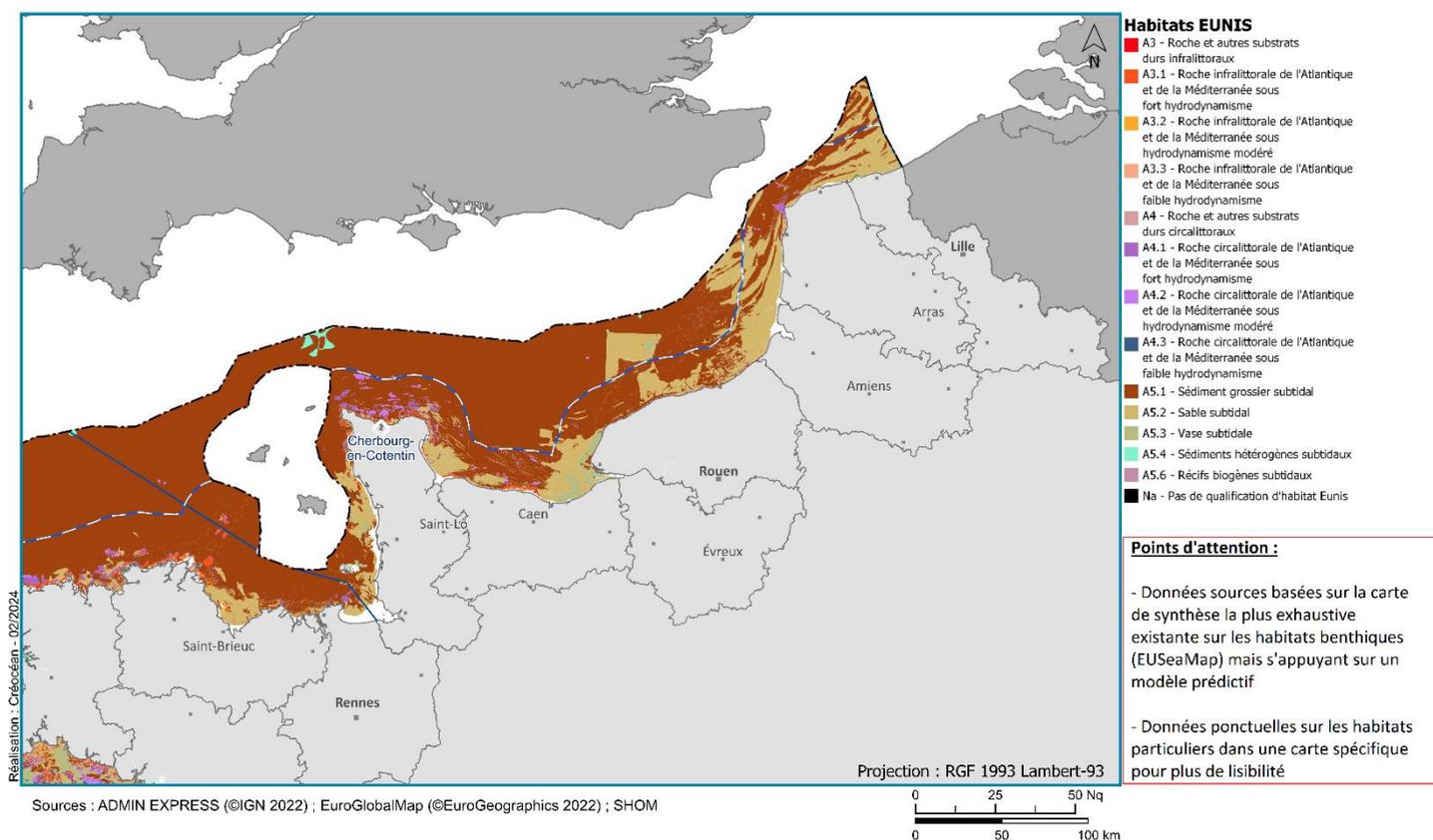


Figure 5. Typologie (niveaux simplifiés) des habitats benthiques au niveau de la façade (EUSEAMAP, 2021)

Les habitats benthiques de la façade maritime Manche Est - Mer du Nord sont, sur l'étage circalittoral* et circalittoral profond, composés en très grande majorité de sédiments grossiers. Sous influence des courants de marée, l'habitat circalittoral peut être caractérisé par une endofaune* de polychètes* (vers) robustes, de crustacés mobiles et de bivalves*. Sur le circalittoral profond, l'habitat est généralement caractérisé par une endofaune robuste de polychètes et de bivalves.

La frange infralittorale est assez étroite, proche côtière, et se décline en une plus grande variété d'habitats sédimentaires essentiellement.

La cartographie des habitats particuliers compilés par l'OFB en 2022 dans le cadre du Life Marha est présentée ci-dessous.

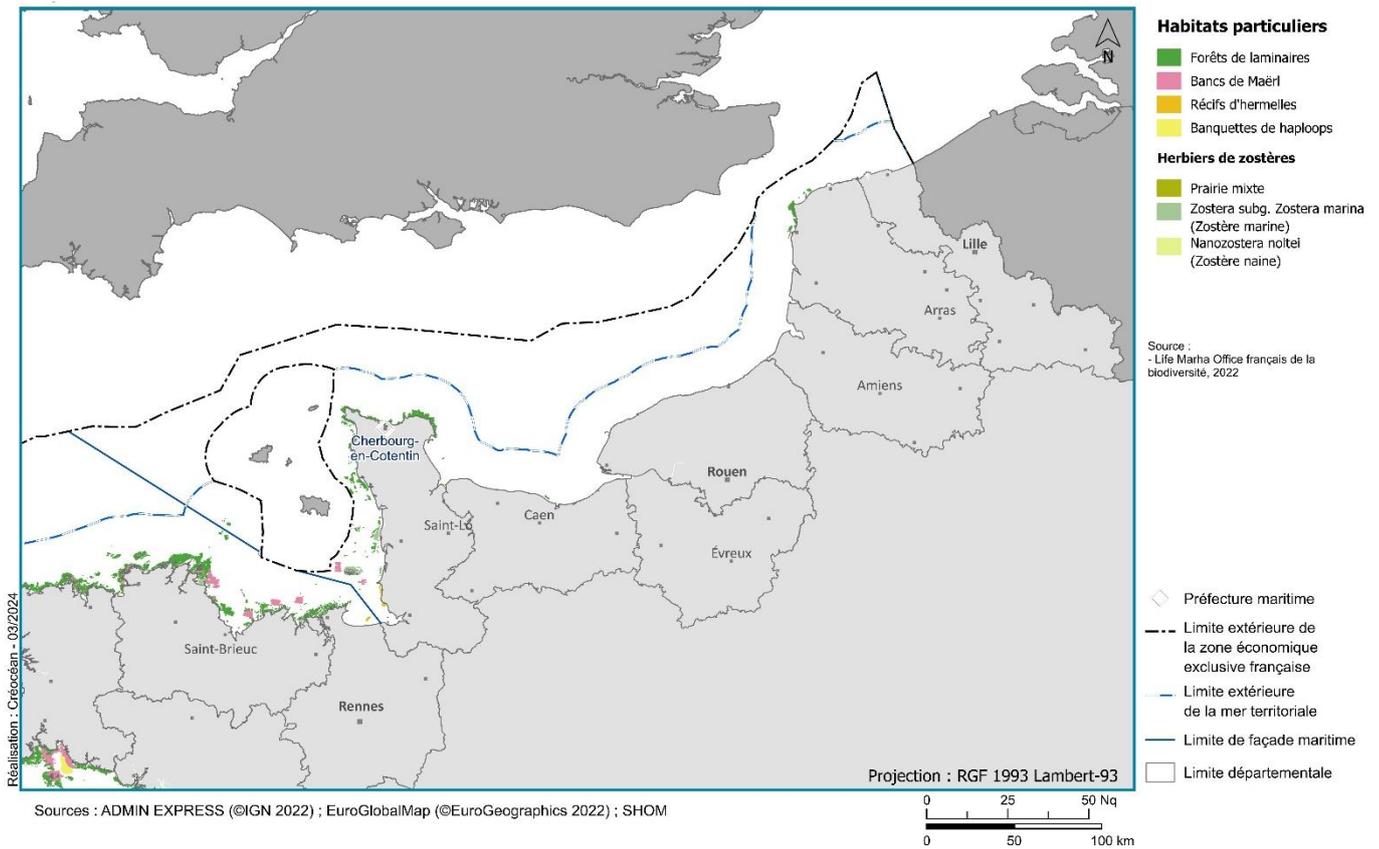
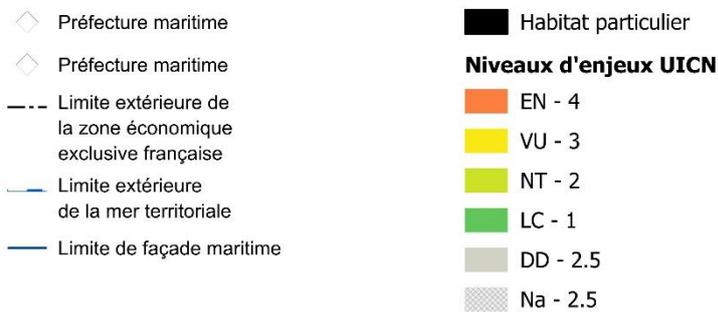
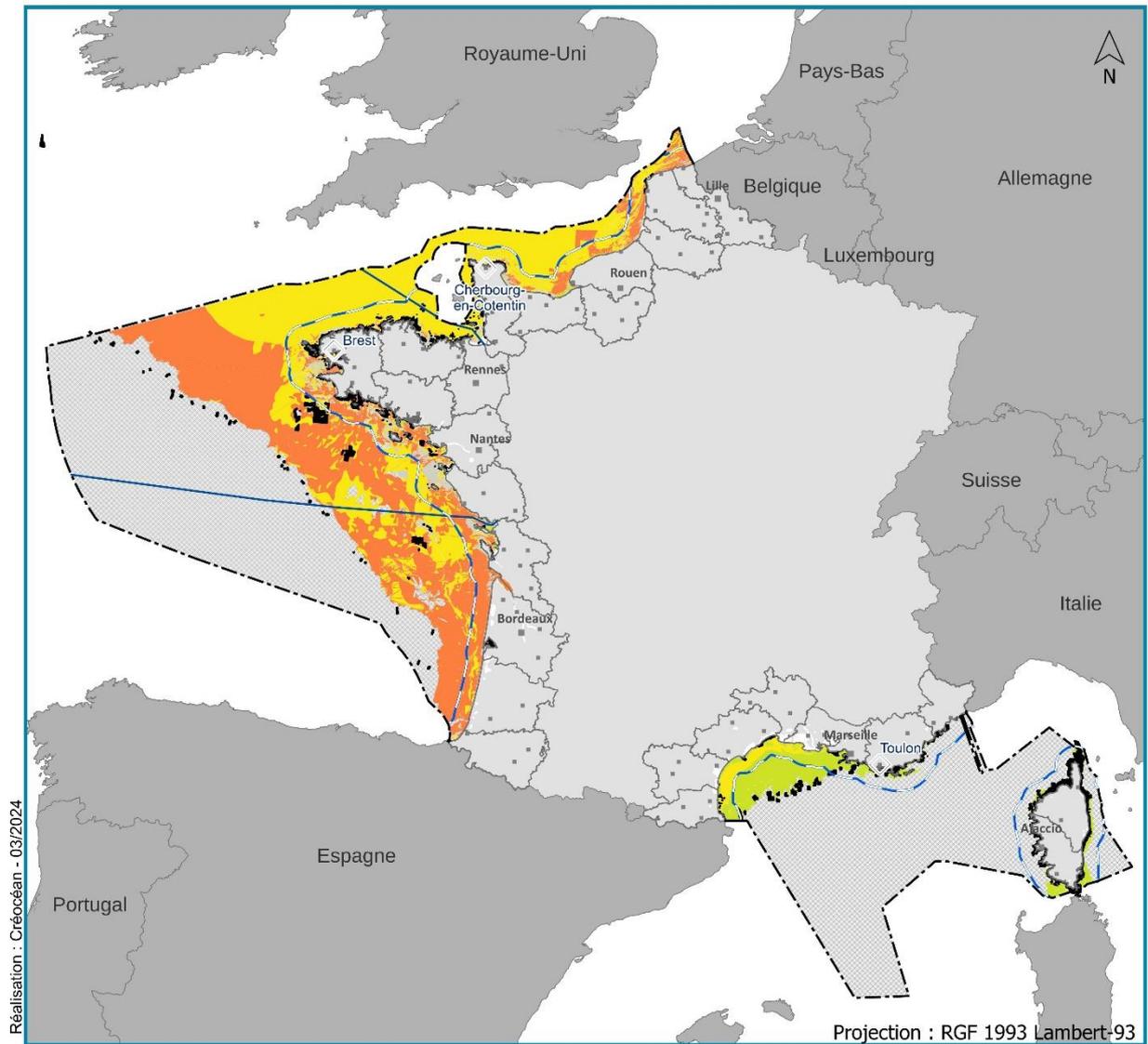


Figure 6. Habitats particuliers inventoriés et cartographiés à l'échelle de la façade (OFB, 2022)

Sur cette façade, les habitats particuliers recensés et cartographiés sont très proches de la côte. Des bancs de maërl* (algue marine à enveloppe calcaire) sont recensés sur les fonds autour des îles de Chausey. Des récifs d'hermelles* (bio-constructions bâties par de petits vers marins) se développent sur le littoral sud de Granville. Des forêts de laminaires* (grandes algues brunes) colonisent les fonds marins rocheux tout autour de la Pointe de Cherbourg ainsi que le littoral entre Boulogne-sur-Mer et Calais. Enfin des herbiers de zostères* (herbes marines) ont été recensés autour des îles de Chausey et en plusieurs secteurs entre Granville et Gouville-sur-mer.

3.2.2. Enjeux



Points d'attention :

- Données sources basées sur la carte de synthèse la plus exhaustive existante sur les habitats benthiques (EUSeaMap) mais s'appuyant sur un modèle prédictif.
- Données ponctuelles sur les habitats particuliers intégrées
- Statut UICN manquant pour certains habitats

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

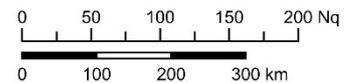


Figure 7. Carte d'enjeu pour les habitats benthiques au niveau national

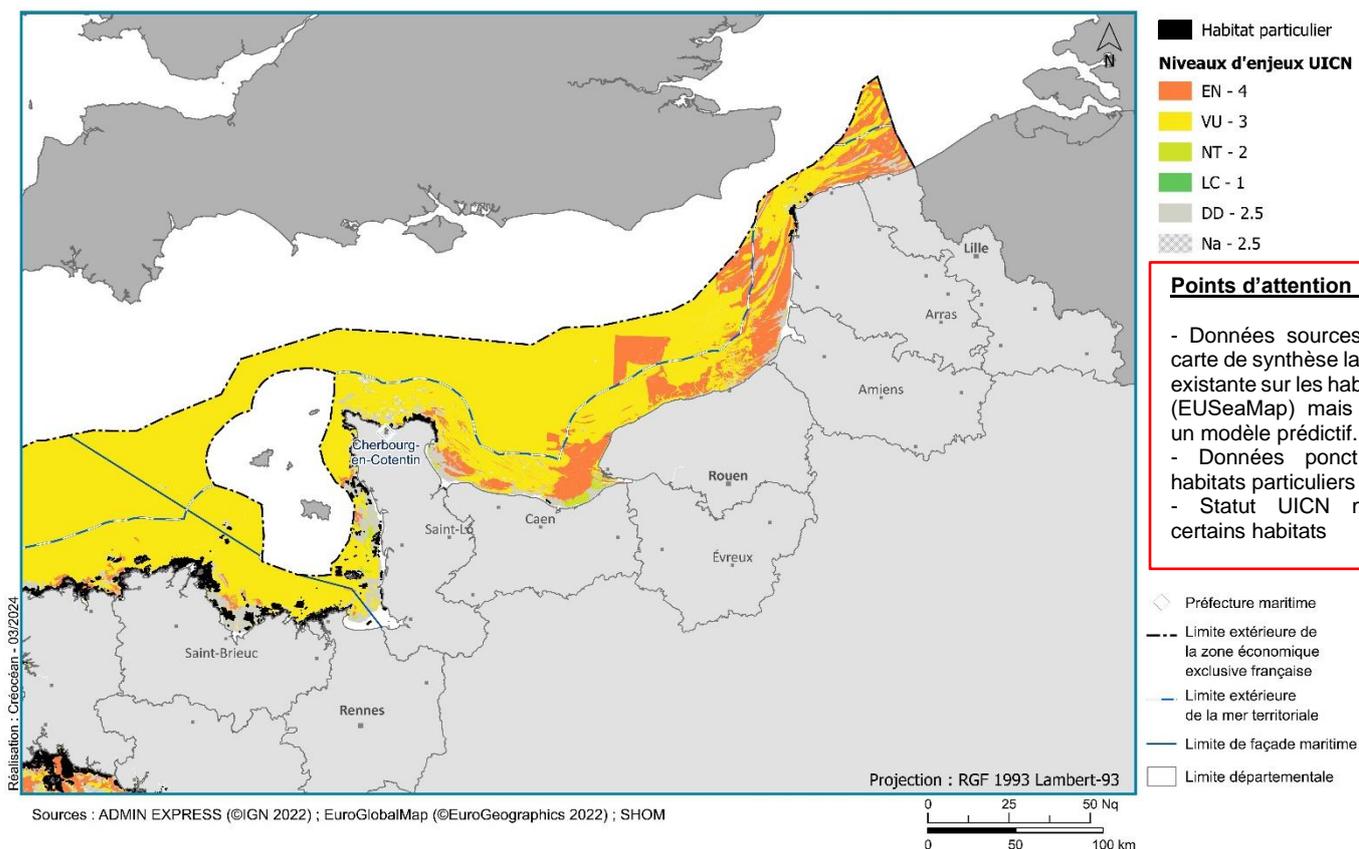
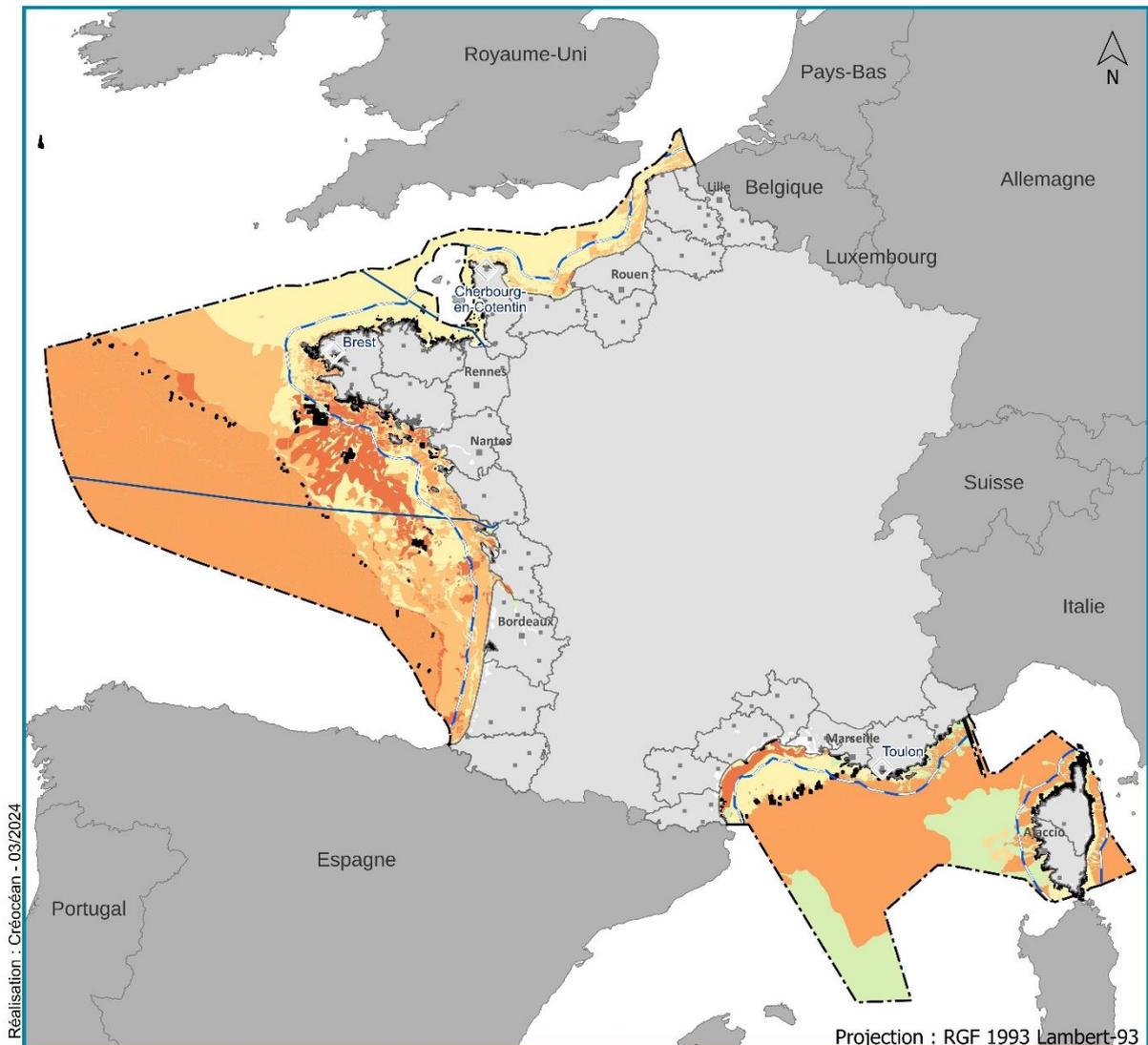


Figure 8. Carte d'enjeux UICN (Europe) pour les habitats benthiques au niveau de la façade

La plus grande surface des habitats circalittoraux de la façade Manche Est – Mer du Nord est classée entre vulnérable (VU) et en danger (EN) sur la liste rouge UICN. Les enjeux les plus forts sur cette façade (EN) sont attribués à plusieurs habitats de sables subtidaux. Les habitats de sables grossiers sont quant à eux classés en vulnérable (VU). Les habitats proches côtiers apparaissent dans un meilleur statut de conservation, toujours au regard de la liste rouge UICN et intègrent la grande majorité des habitats particuliers inventoriés et cartographiés.

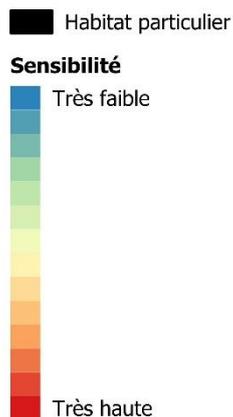
3.2.3. Sensibilité



Réalisation : Créocéan - 03/2024

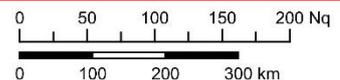
Projection : RGF 1993 Lambert-93

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



Points d'attention :

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



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

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

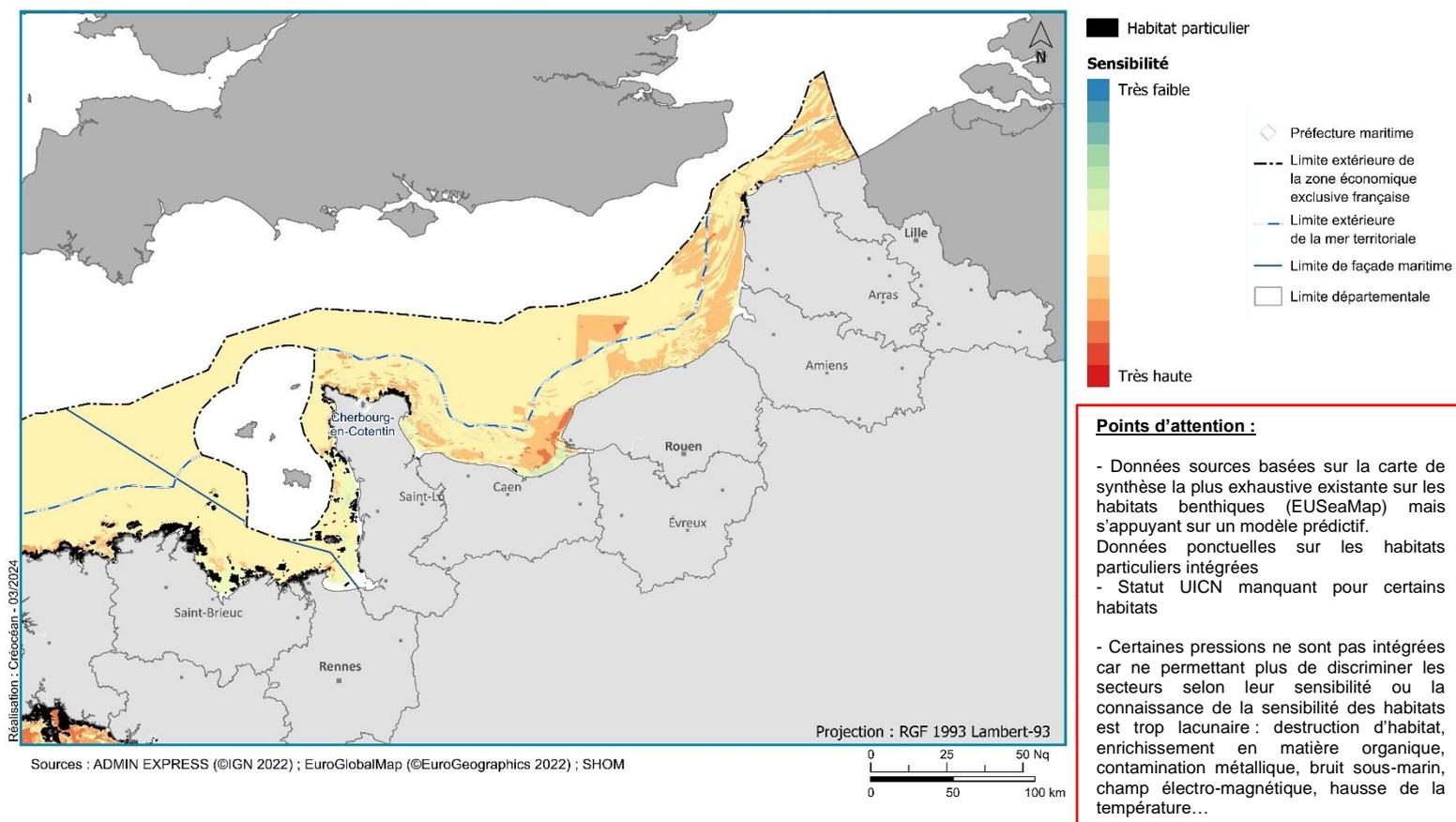


Figure 10 - Carte de sensibilité globale des habitats benthiques au niveau de la façade

L'analyse de la sensibilité des habitats benthiques à l'éolien en mer montre une sensibilité moyenne sur la majeure partie de la façade MEMN tendant vers une sensibilité plus haute sur la partie est de la façade, en lien avec la présence de sédiments sableux circalittoraux.

Les secteurs de sédiments grossiers circalittoraux allient un enjeu moyen (statut UICN vulnérable) à une sensibilité moyenne (pour la pression la plus pénalisante d'abrasion). Les espèces mobiles caractéristiques de ces habitats peuvent en effet facilement se déplacer ou s'enfouir, mais une abrasion superficielle pourra endommager l'épifaune* associée à cet habitat, sans risquer toutefois de modifier complètement l'habitat. En cas d'abrasion peu profonde, une partie de l'endofaune caractéristique peut s'enfouir à une faible profondeur dans le sédiment et être endommagée. Une autre partie de l'endofaune, plus robuste ou pouvant s'enfouir plus profondément dans le sédiment pourra éviter les dommages.

Les habitats sableux circalittoraux à l'Est apparaissent avec une sensibilité globale haute du fait de leur niveau d'enjeu ; ils ont une sensibilité moyenne à l'éolien en mer (due essentiellement à la sensibilité à la sédimentation, les espèces caractéristiques n'étant pas capables de se dégager d'un excédent de sédiment trop important).

Quelques secteurs localisés montrent une sensibilité globale élevée au droit du littoral du Havre et de Dieppe. Ces habitats de vases circalittorales profondes ou de vases sableuses circalittorales présentent en effet un haut niveau d'enjeu (ils sont qualifiés comme en danger par l'UICN) et une sensibilité haute à l'abrasion.

Sur la frange proche côtière entre le littoral d'Avranches et celui d'Abbeville, la sensibilité globale apparaît par endroit plus faible. Attention, cette note globale peut être influencée par la valeur moyenne d'enjeu prise pour certains habitats non évalués par l'UICN ou qualifiés par un statut DD pour données insuffisantes (ex des sables fins infralittoraux ou sables vaseux infralittoraux A5.23 ou A5.24 ou encore les roches circalittorales de l'Atlantique et de Méditerranée sous fort hydrodynamisme).

D'autres secteurs proche côtiers sont quant à eux qualifiés par une sensibilité globale forte du fait d'un enjeu UICN élevé et d'une sensibilité forte (ex. A5.33 vase sableuse circalittorale devant l'estuaire de la Seine).

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 prédéfinis par bateau ou par avion et permettent de collecter des données sur la présence des oiseaux en mer, et leur comportement (Figure 11). 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 prédites 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 11. 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 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). 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 évitement hors d'une zone fonctionnelle (zone de nourrissage, zone de repos) en raison de la présence d'un parc éolien en mer, ou doive le contourner en phase de migration. La sensibilité au risque de déplacement est estimée à partir de critères liés à la flexibilité des espèces dans la sélection des habitats et à la sensibilité au dérangement.

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

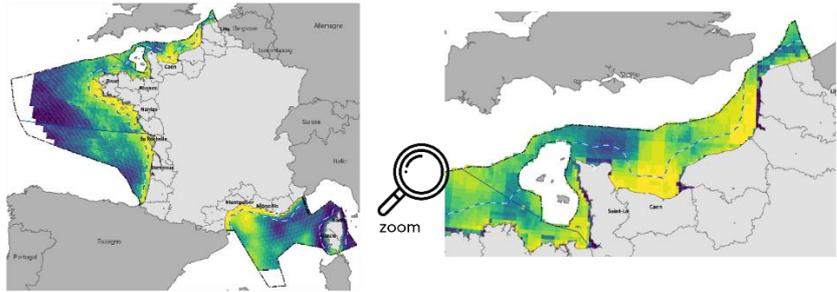
Pour obtenir la carte de sensibilité à l'éolien en mer, la carte d'enjeu de chaque espèce ou groupe d'espèces est multipliée par la note de sensibilité. La carte de sensibilité toutes espèces est obtenue en agréant les cartes de sensibilité l'ensemble des espèces pour les deux saisons (les distributions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

Les connaissances actuelles sur les sensibilités font l'objet de nombreuses recherches et sont encore partielles. Les événements de collision sont particulièrement difficiles à détecter et quantifier en mer, particulièrement la nuit et pour les petites espèces (les migrateurs terrestres par exemple). La sensibilité à la collision est à considérer aujourd'hui comme un risque d'exposition lié au comportement de vol et à l'activité des oiseaux plutôt qu'à une fréquence de collision connue. 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 agréant toutes les espèces – compte tenu de leur importance (voir Annexe 2).

Données sources : Modèles d'habitats récents (SAMM1/2, ACCOBAMS, SCANS3)

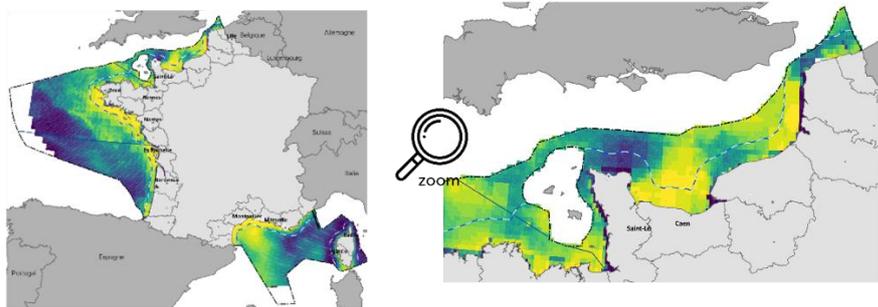
Carte de distribution des espèces d'oiseaux sur les façades maritimes françaises



VULNÉRABILITÉ	REPRÉSENTATIVITÉ
Statut de conservation (UICN)	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



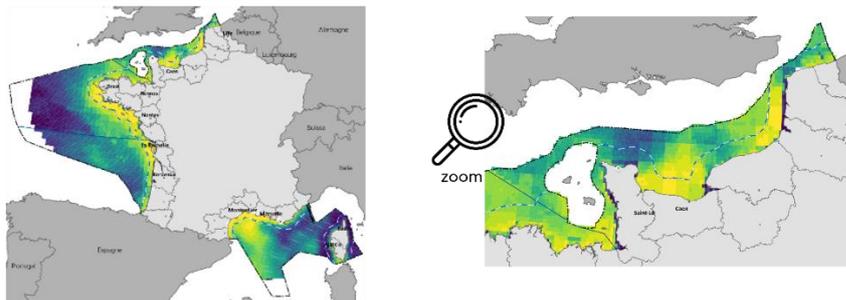
Détermination et évaluation de la **sensibilité** aux différentes pression de l'éolien en mer

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

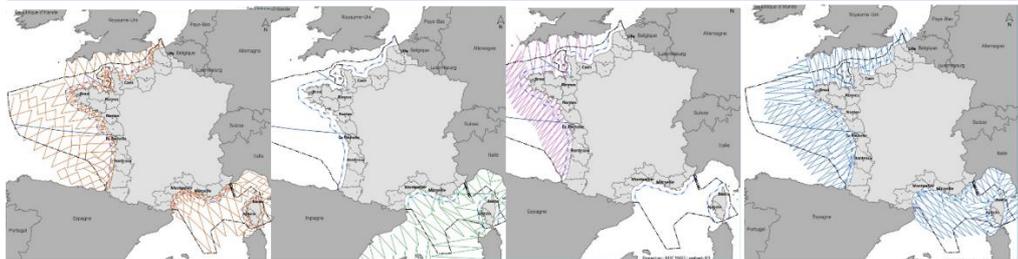
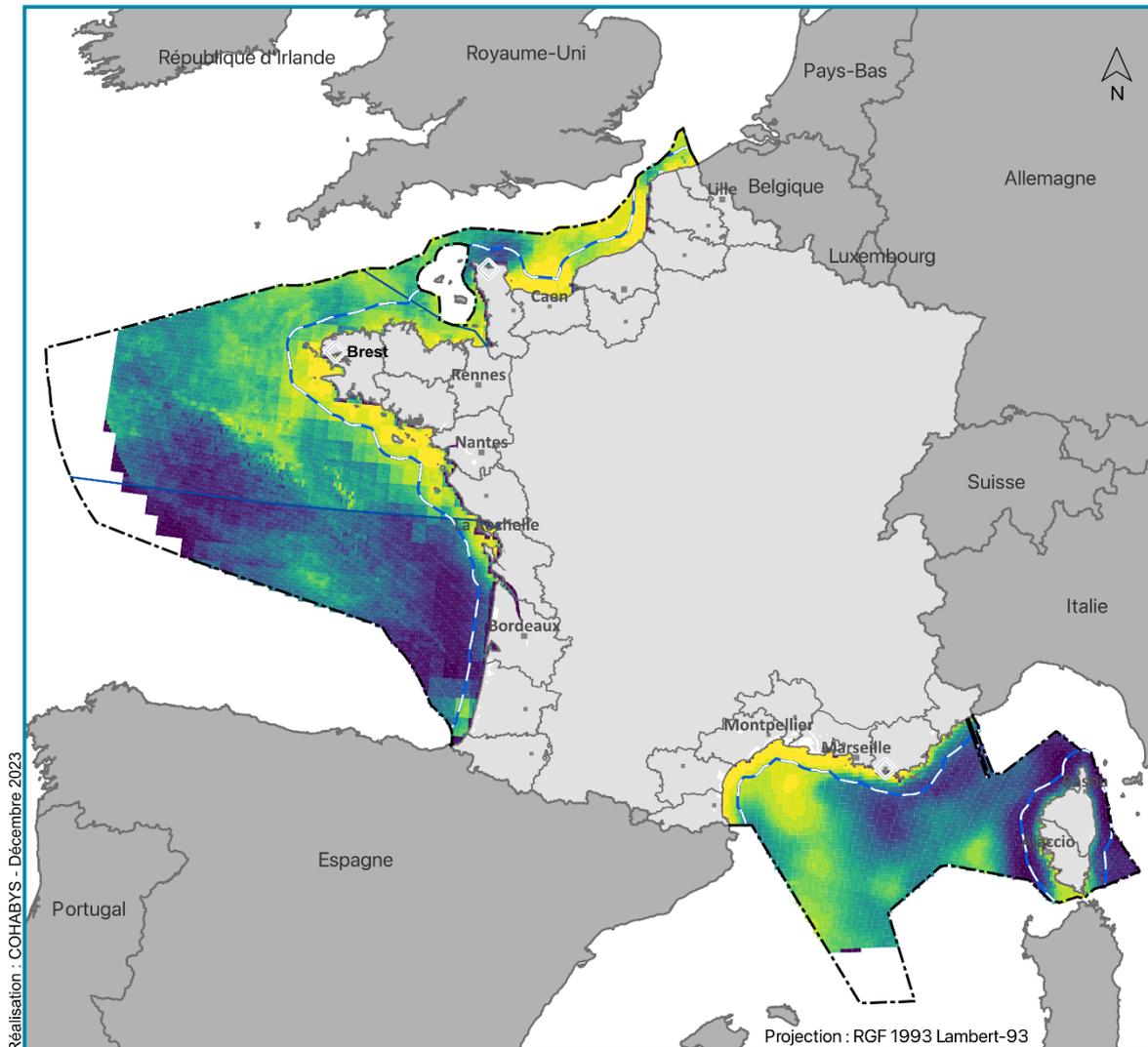


Figure 12. Schéma synthétisant la méthode de spatialisation pour l'avifaune marine

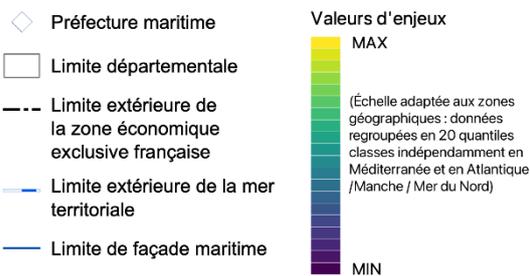
4.2. Présentation et analyses des cartes

4.2.1. Enjeux



Réalisation : COHABYS - Décembre 2023

Projection : RGF 1993 Lambert-93



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). Pas de données sur certaines espèces (dont migrateurs terrestres).

- Regroupement pour certaines espèces qui ne peuvent être distinguées les unes des autres.

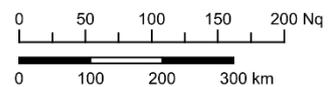


Figure 13. Carte d'enjeux pour l'avifaune marine au niveau national

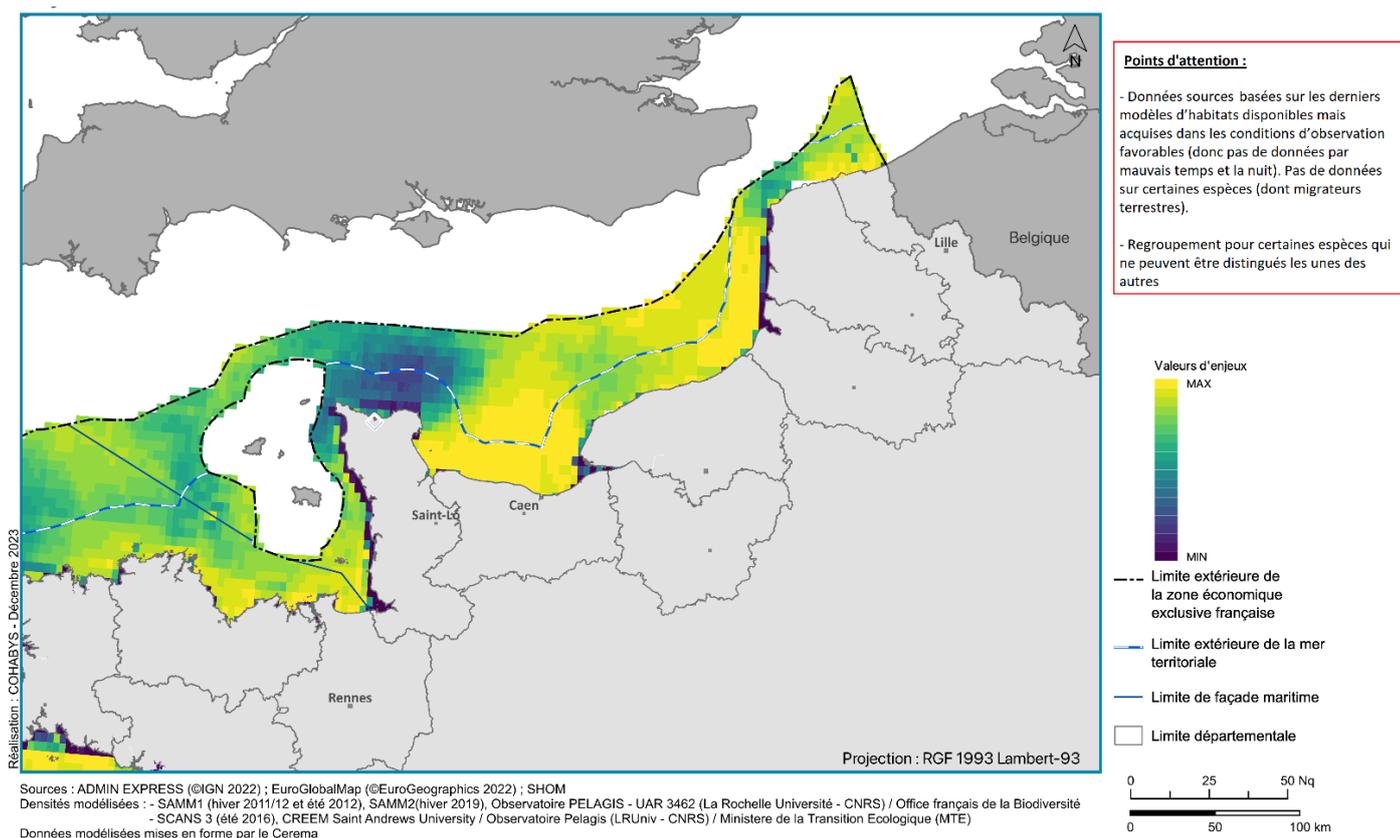


Figure 14. Carte d'enjeu pour l'avifaune marine sur la façade

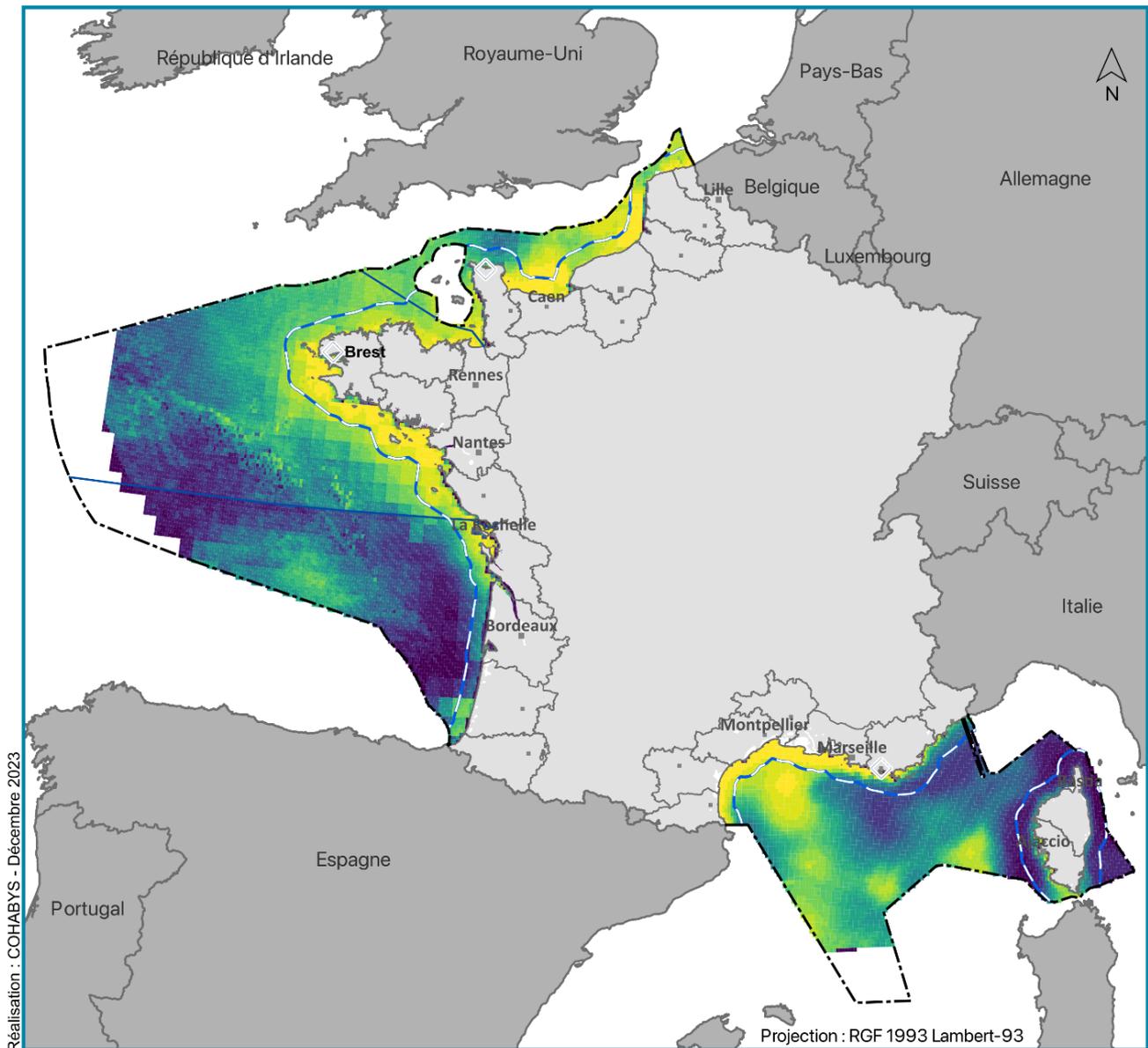
L'enjeu pour l'avifaune est élevé sur l'ensemble de la façade avec cependant deux zones de plus fort enjeu : au niveau de la baie de Seine et au large d'un secteur allant de la baie de Somme au Cap Gris Nez, le long de la côte d'Opale (Figure 15). Pendant les périodes de migration prénuptiale* (printemps) et postnuptiale* (automne), cette façade est une zone de passage obligée et de halte migratoire pour l'avifaune marine venue du Nord de l'Europe et en route pour des zones d'hivernage plus au Sud. De nombreuses espèces stationnent en Manche Est et en baie de Seine pendant la période d'hivernage. C'est le cas notamment des alcidés* (guillemot de Troïl, pingouin torda et macareux moine), du fou de Bassan, du grand labbe, des laridés* dont la mouette tridactyle ainsi que des plongeurs arctique et imbrin. En été, la façade abrite des sites de nidification* pour la mouette tridactyle, le fulmar boréal, le goéland argenté, les goélands marin et brun, les sternes pierregarin, caugek et naine et les deux cormorans (grand cormorant et cormorant huppé). Les campagnes aériennes à large échelle peuvent sous-estimer l'abondance des oiseaux nicheurs, du fait de leur présence au nid en alternance et d'un échantillonnage moins adapté à l'échelle locale. Par ailleurs, la carte d'enjeu multi-espèces peut ne pas faire ressortir des zones d'enjeu pour certaines espèces (voir les cartes de distribution spécifique en Annexe 2 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

La façade MEMN présente également de forts enjeux écologiques pour de très nombreux limicoles* et anatidés* qui s'alimentent sur les zones de vasières et d'estran (seuls les plongeurs sont représentés dans les cartes au regard des données disponibles).

Les groupes d'oiseaux marins ayant les plus fortes notes d'enjeu en MEMN sont les alcidés, les petits puffins (zone de mue* du puffin des Baléares), le fulmar boréal, la mouette tridactyle, les macreuses et les plongeurs (voir 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 sur la côte des estuaires picards, de l'estuaire de la Seine et de l'ouest Cotentin sont ainsi des artefacts des cartes de distribution utilisées et non une traduction d'une moindre importance de ces secteurs.

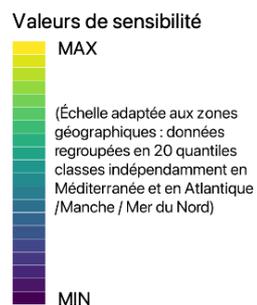
4.2.2. Sensibilité



Réalisation : COHABYS - Décembre 2023

Projection : RGF 1993 Lambert-93

- ◇ 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 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

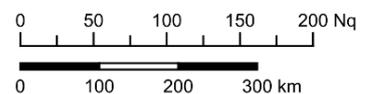


Figure 16. Carte de sensibilité de l'avifaune marine aux pressions de l'éolien en mer au niveau national

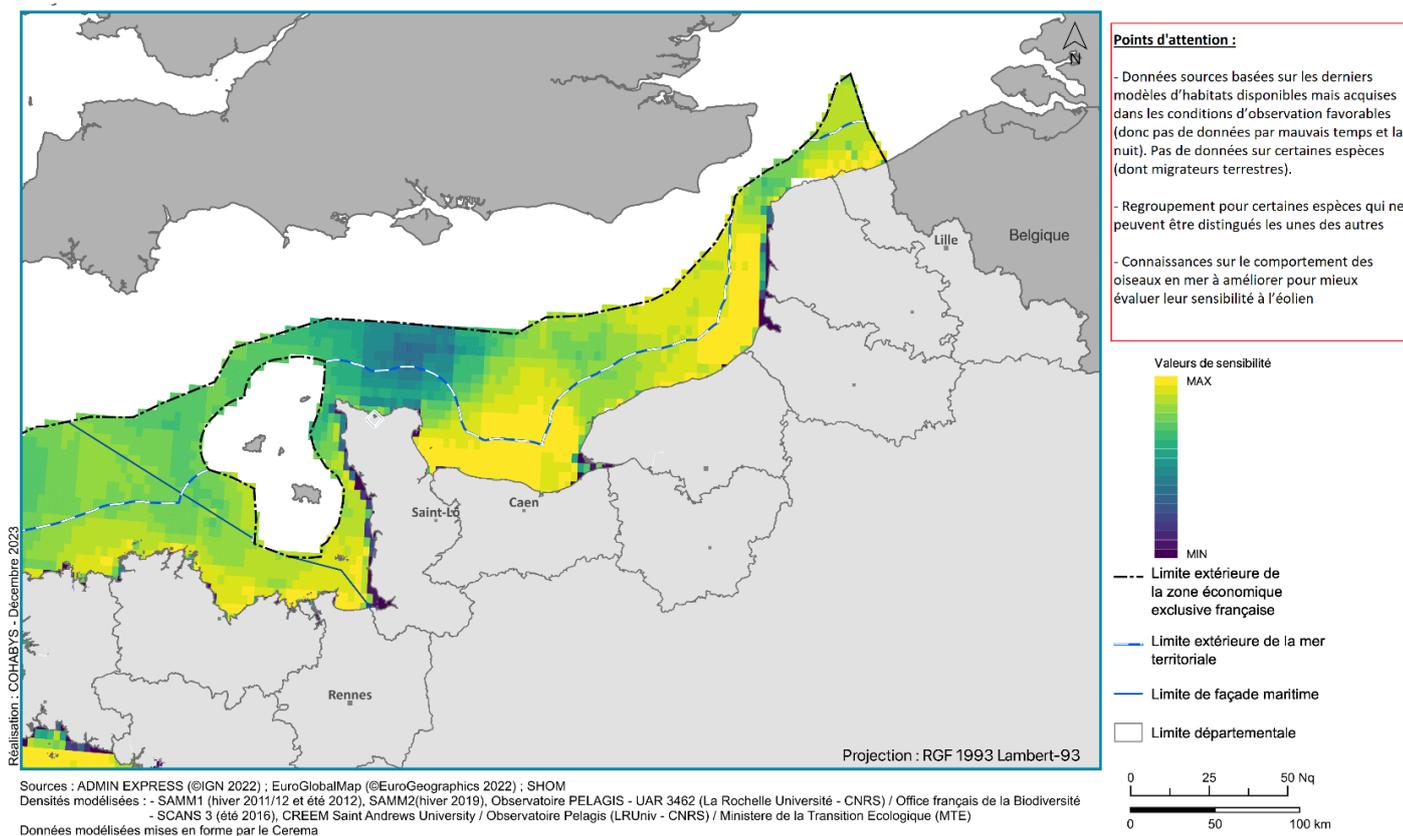


Figure 17. Carte de sensibilité de l'avifaune marine aux pressions de l'éolien en mer sur la façade

La carte de sensibilité à l'éolien en mer reste très proche de la distribution des espèces (Figure 18). La sensibilité est élevée sur l'ensemble de la façade avec cependant deux zones de plus forte sensibilité : au niveau de la baie de Seine et au large d'un secteur allant de la baie de Somme au Cap Gris Nez, le long de la côte d'Opale. La zone de plus faible sensibilité est située au Nord du Cotentin.

Les espèces ou les groupes les plus sensibles au risque de collision sont les goélands, le fou de Bassan, les sternes et les cormorans. Les plongeurs, les macreuses, la mouette pygmée, et les alcidés sont les plus sensibles au risque de déplacement et de perte d'habitats (voir Annexe 2).

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'hivernage dans le Sud de l'Atlantique ou des zones de reproduction au Nord. 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 la côte des estuaires picards, de l'estuaire de la Seine et de l'ouest Cotentin sont des artéfacts 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 prédéfinis par bateau ou par avion et permettent de collecter des données sur la présence des mammifères marins en mer, et leur comportement (Figure 11). 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 prédites 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, 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 UICN) ainsi que de la représentativité de l'espèce sur le secteur étudié (plus une proportion importante de la population totale de l'espèce est présente au sein de la façade, plus la représentativité pour l'espèce sera élevée). Pour obtenir la carte d'enjeu, la carte de distribution 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 marsouin 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 percute un mammifère marin.

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

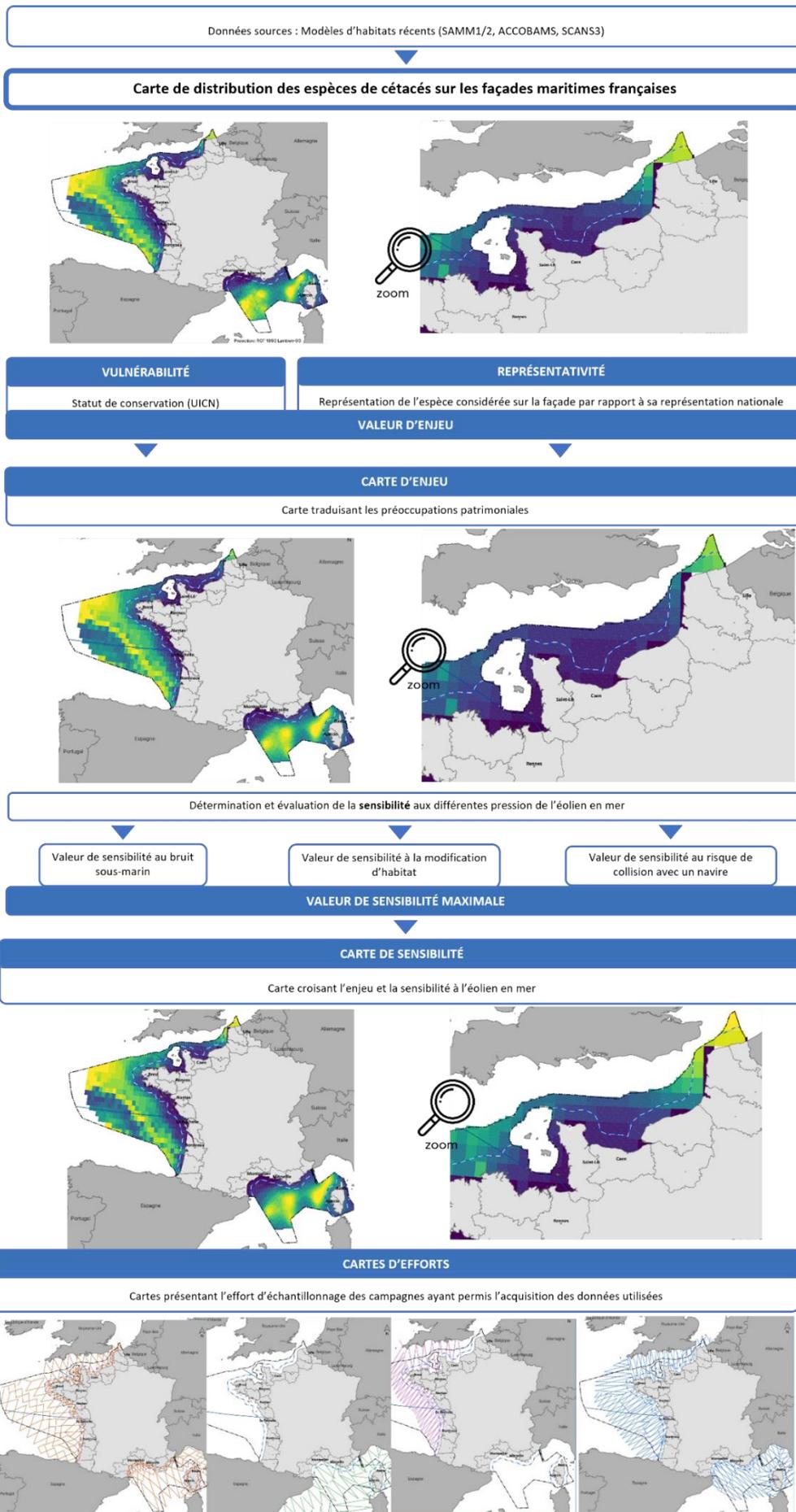


Figure 19. Schéma synthésisant la méthode de spatialisation pour les cétacés

5.2. Présentation et analyses des cartes

5.2.1. Enjeux

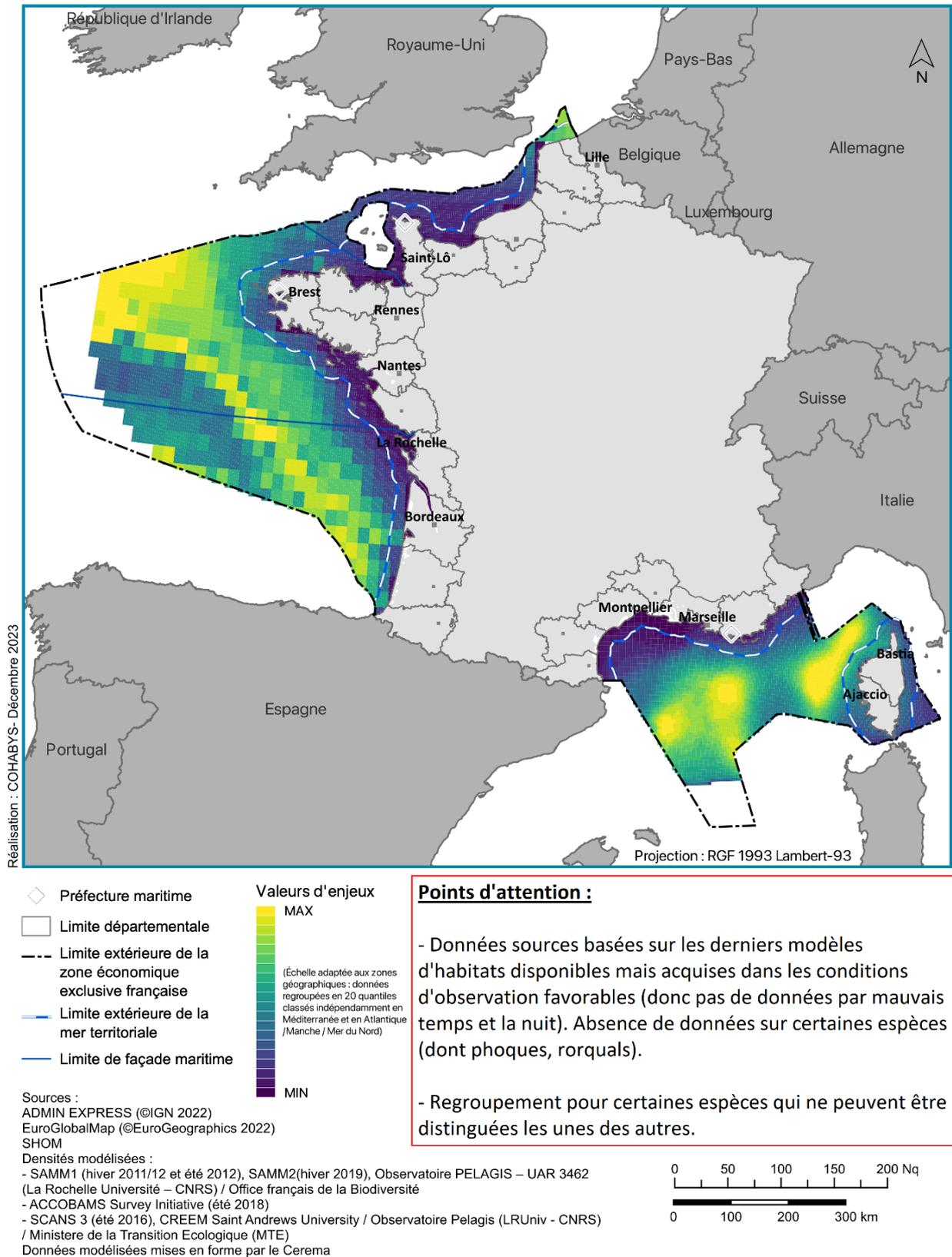


Figure 20. Carte d'enjeux pour les cétacés au niveau national

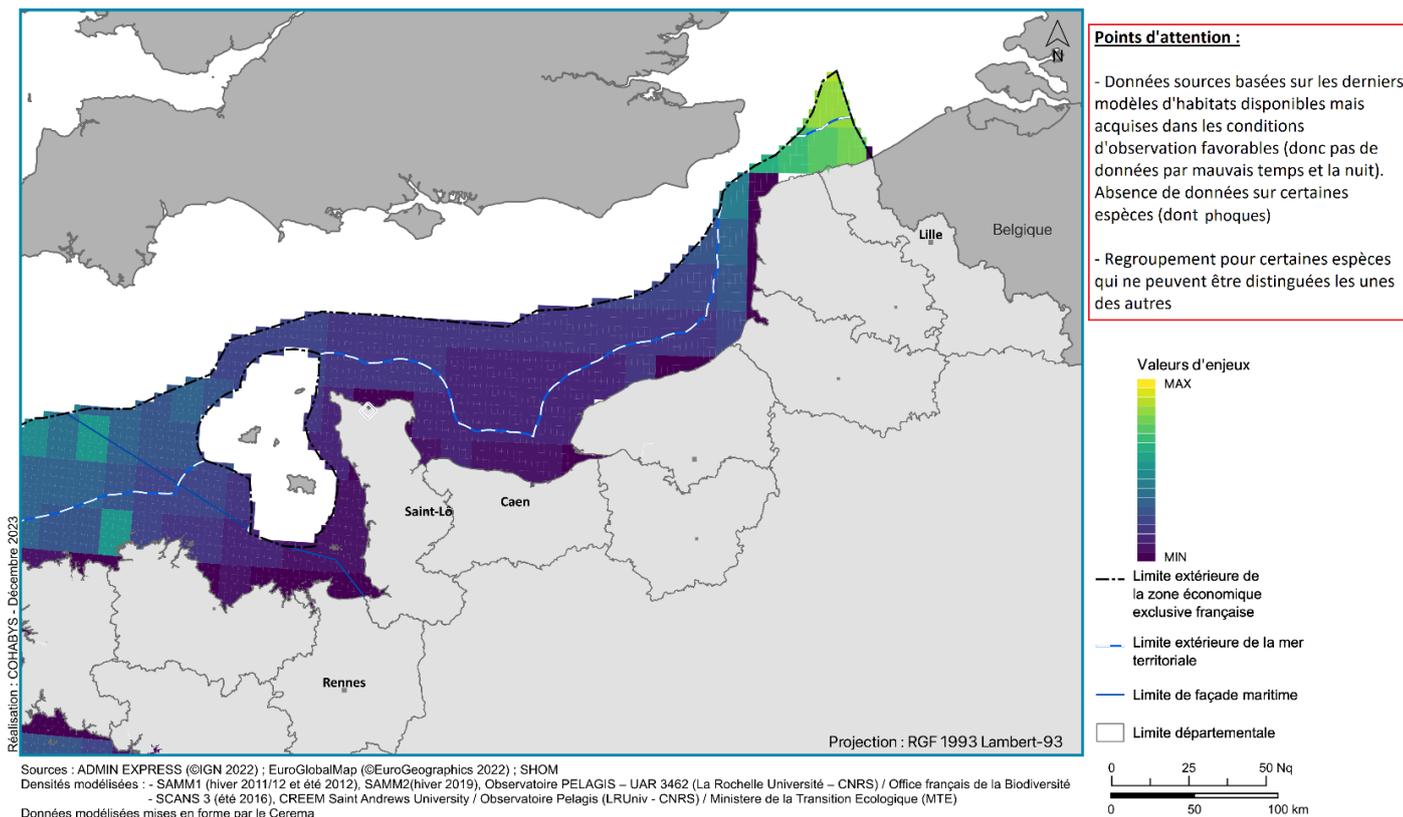


Figure 21. Carte d'enjeu pour les cétacés sur la façade

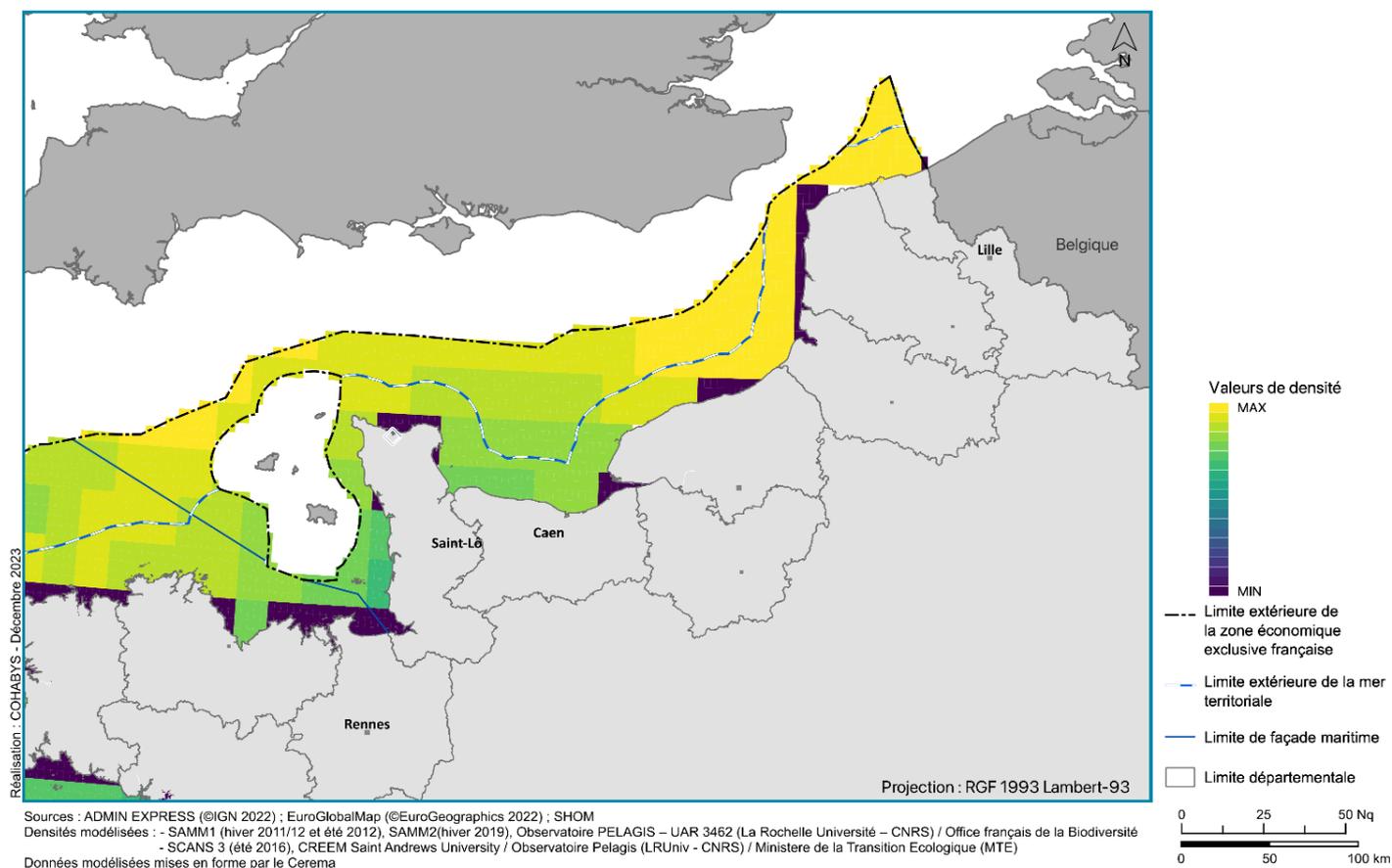


Figure 22. Carte de distribution du marsouin commun sur la façade

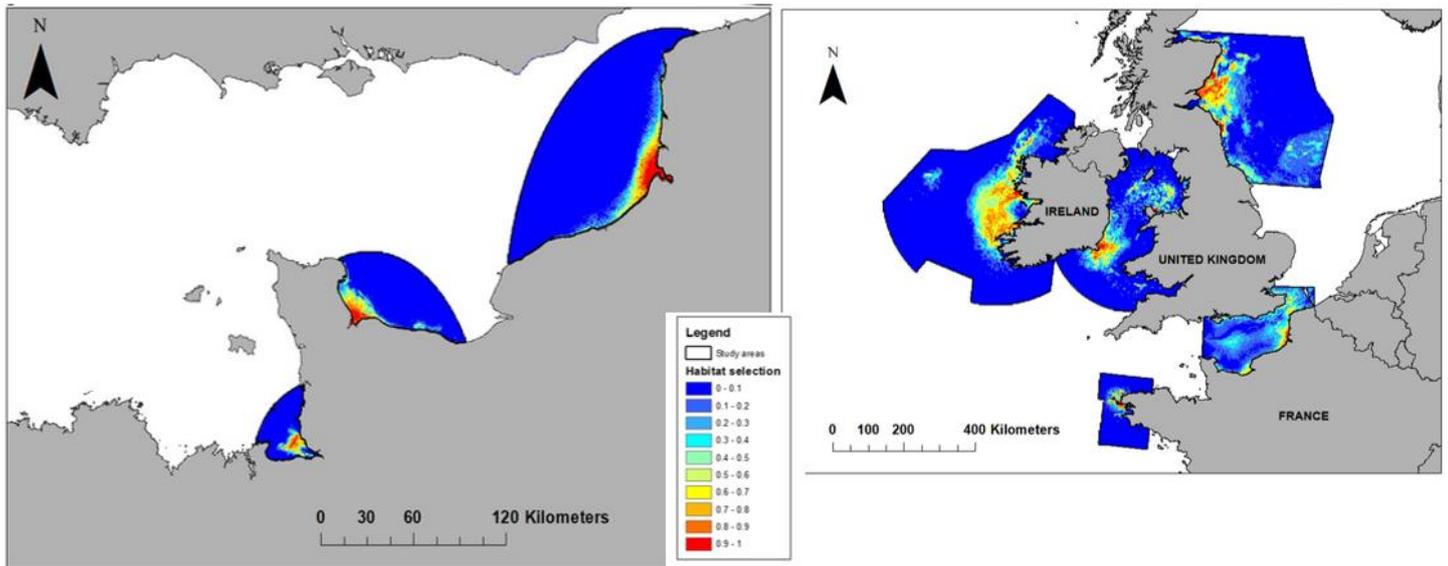


Figure 23. Cartes de distribution du phoque veau-marin (gauche) et du phoque gris (droite) (tiré de Huon et al. 2021)

La carte d'enjeu pour l'ensemble des espèces de cétacés ne montre pas de valeurs très élevées au niveau de la façade (Figure 21). La zone entre le détroit du Pas-de-Calais et la frontière belge présente les valeurs d'enjeu les plus élevées. Cela vient du fait que cette carte d'enjeu prend en compte l'ensemble des espèces présentes sur l'arc Atlantique (incluant la façade MEMN), notamment des espèces à fort enjeu comme le dauphin commun et le dauphin bleu et blanc qui ne fréquentent pas cette façade. Cela tend donc à fortement sous-estimer les enjeux des cétacés en MEMN.

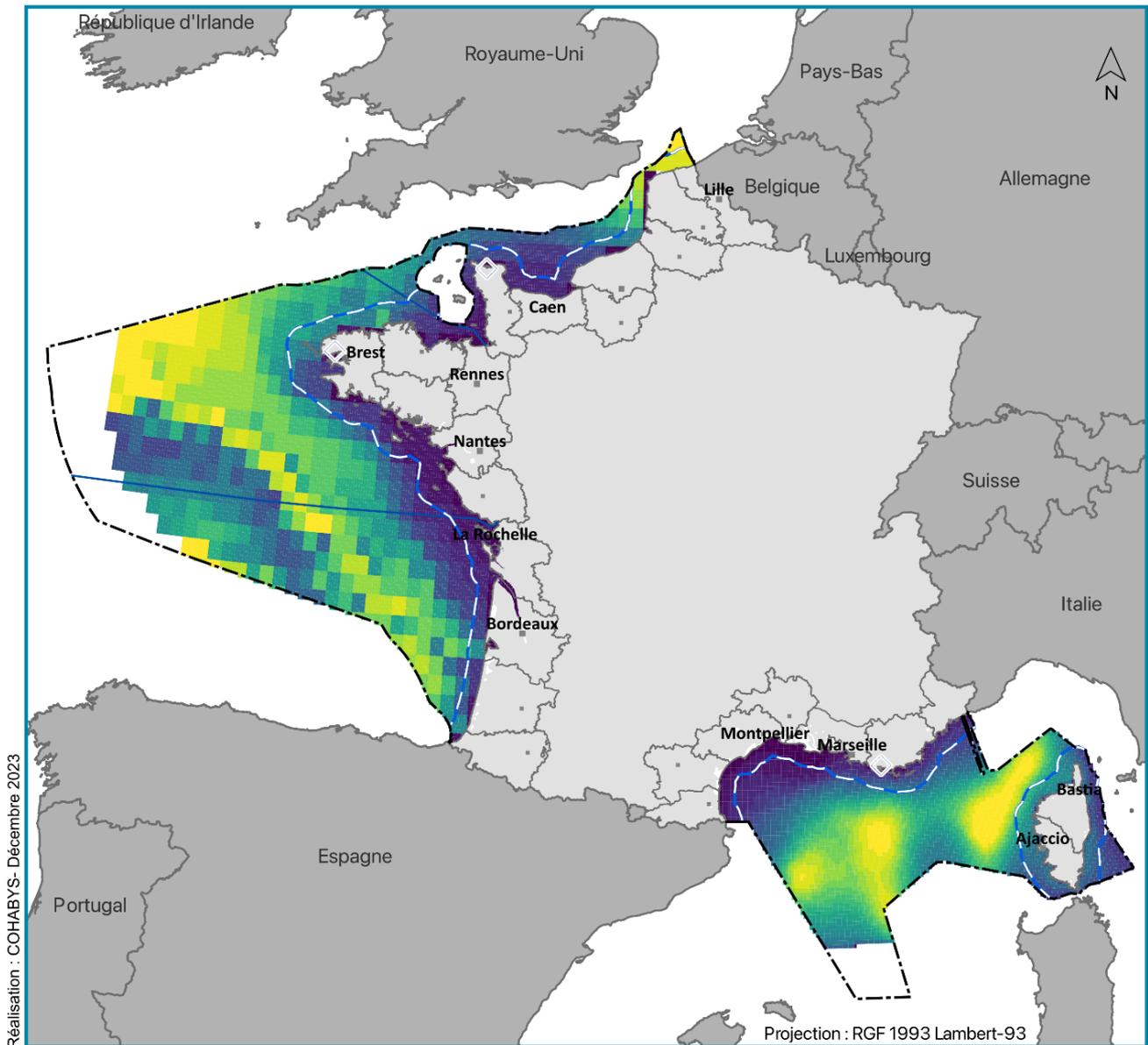
Pour mieux appréhender les enjeux des mammifères marins au sein de cette façade, il convient de tenir compte de la distribution des principales espèces présentes, à savoir le marsouin commun, le grand dauphin ainsi que les phoques gris et veau-marin.

Le marsouin commun, espèce d'intérêt communautaire (figure en annexe 2 de la Directive Européenne Habitats Faune Flore 92/43/CEE), est présent en fortes densités dans toute la façade MEMN, en particulier entre la baie de Seine et la frontière belge (Figure 22). Dans cette partie orientale de la Manche, les enjeux sont également forts pour le phoque veau-marin et le phoque gris (également inscrits à l'annexe 2), présents au large des colonies* de la baie de Somme, de la baie des Veys et du reposoir du phare de Walde (Figure 23). Pour rappel, les phoques ne sont pas pris en compte dans la carte toutes espèces des enjeux de mammifères marins (les campagnes en mer ne permettant pas d'acquérir assez de données pour la modélisation d'habitats).

A l'Ouest du Cotentin, deux enjeux forts sont également à considérer : un important groupe de grands dauphins réside dans le golfe normand breton (ils sont sédentaires), et la baie du Mont-Saint-Michel abrite une colonie de phoques veau-marin (Figure 22).

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

5.2.2. Sensibilité



Réalisation : COHABYS- Décembre 2023

Projection : RGF 1993 Lambert-93

- ◇ 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 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)

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

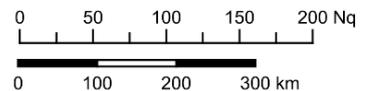


Figure 24. Carte de sensibilité des cétacés aux pressions de l'éolien en mer au niveau national

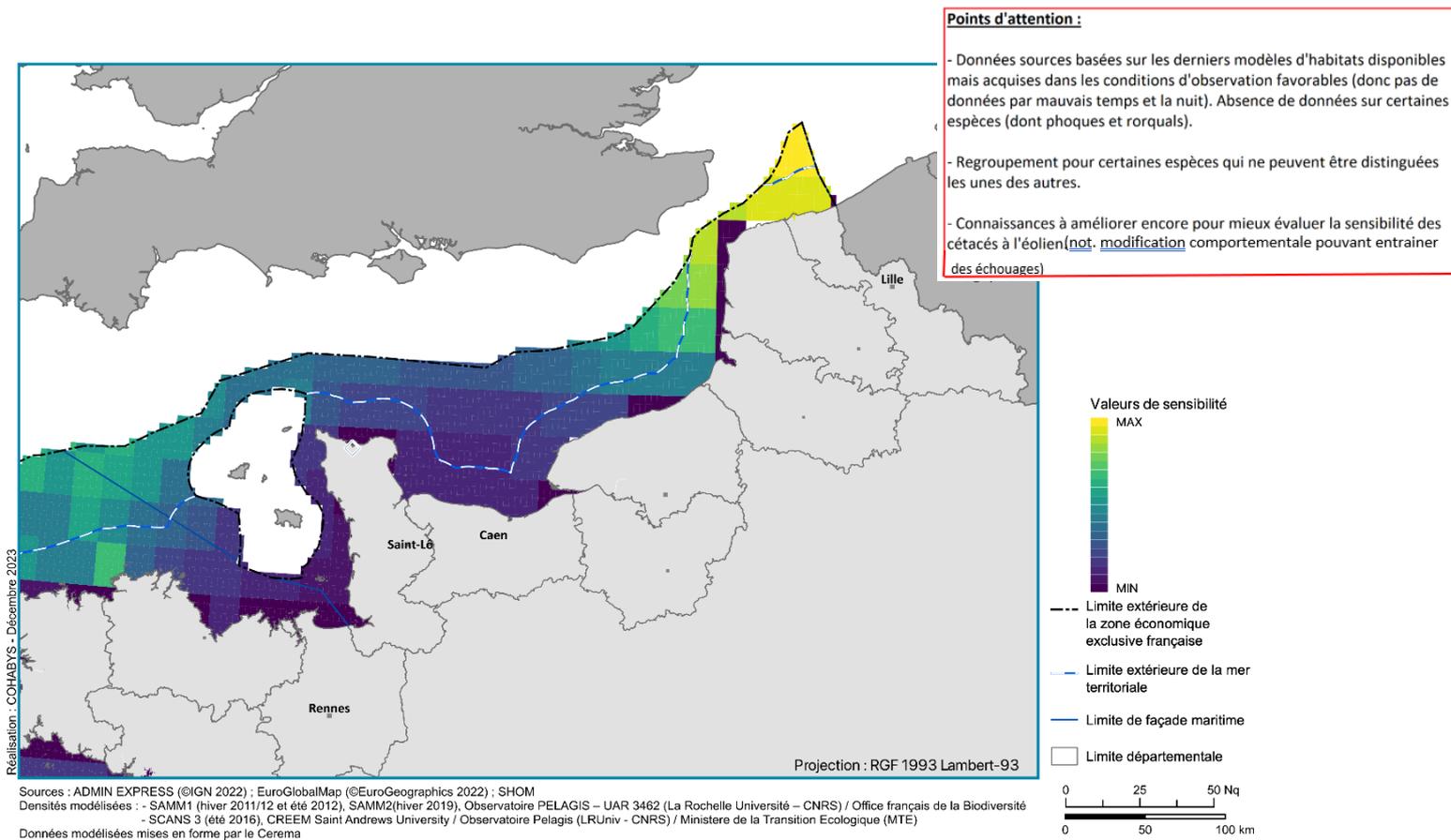


Figure 25. Carte de sensibilité des cétacés aux pressions de l'éolien en mer sur la façade

La sensibilité à l'éolien en mer est associée à la distribution des espèces et donc la carte de sensibilité est très proche de celle des enjeux des cétacés (Figure 21). La carte de sensibilité pour l'ensemble des espèces de cétacés montre des valeurs plutôt faibles au niveau de la façade, à l'exception de la zone entre la baie de Somme et la frontière belge où la sensibilité est moyenne à très élevée. Cela est essentiellement lié à la présence du marsouin commun en forte densité et à sa forte sensibilité au bruit (indice de sensibilité de 3 sur 3). En effet, les cétacés très hautes fréquences* comme le marsouin sont globalement les espèces les plus sensibles d'un point de vue acoustique. Il est utile de rappeler ici que cette carte de sensibilité toutes espèces prend en compte des espèces abondantes en Atlantique comme le dauphin commun et le dauphin bleu et blanc qui ne fréquentent pas la façade MEMN. La sensibilité à l'éolien en mer au sein de cette façade maritime est donc à considérer en s'appuyant sur la distribution du marsouin commun (Figure 22) et celle du phoque gris (Figure 23) car l'espèce présente également une sensibilité moyenne au bruit sous-marin. Par ailleurs, les grands dauphins résidant dans le golfe normand breton ne ressortent pas sur la modélisation d'habitat du grand dauphin (le plan d'échantillonnage des campagnes aériennes à large échelle ne permet pas forcément de mettre en évidence la présence de cette population résidente). L'espèce est considérée comme faiblement sensible aux trois pressions retenues à l'échelle de l'arc Atlantique mais la population du golfe normand breton étant sédentaire, dans ce cas précis, la sensibilité à la perte d'habitat dans cette zone est forte.

La carte de sensibilité présente les mêmes artéfacts que les cartes d'enjeux sur certaines mailles côtières.

Glossaire

Alcidés : famille d'oiseaux comprenant notamment le pingouin torda, les guillemots et le macareux moine.

Anatidés : famille d'oiseaux comprenant notamment les canards.

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.

Benthique : relatif au fond marin.

Bivalve : mollusque communément appelé « coquillage » présentant une coquille formée de deux valves (par exemple les moules, les palourdes ou les coquilles Saint-Jacques).

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

Colonie : regroupement d'animaux appartenant à la même espèce et vivant rassemblés et en étroite association.

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. Dans cette étude, les petits delphininés sont le dauphin commun et le dauphin bleu et blanc.

Démersal : relatif à la zone proche du fond marin.

Endofaune : faune benthique vivant enfoui dans un substrat (vase, sable...).

Epifaune : faune benthique vivant à la surface du substrat.

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.

Hermelles (récifs d'hermelles) : bioconstructions bâties par de petits vers marins du genre *Sabellaria*

Hivernant : espèce présente l'hiver.

Invertébrés : animal sans colonne vertébral (et os).

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.

Intertidal : espace correspondant à l'estran, c'est-à-dire la zone du littoral recouverte périodiquement par les marées.

Laminaires : grandes algues brunes

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

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 ou les courlis.

Maërl : accumulation d'algue marine à enveloppe calcaire de teinte rouge

Modélisation (ou modèle) d'habitats : modélisation des relations entre les prédictors environnementaux et la présence d'un animal. En se basant sur les préférences écologiques d'une espèce (profondeur, température, etc.), 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.

Mue (pour les oiseaux) : phénomène de renouvellement du plumage.

Nicheur : oiseau se reproduisant dans une zone géographique déterminée.

Nidification : période de reproduction des oiseaux, allant de l'occupation d'un site de nidification à l'envol des jeunes.

Polychètes : annélides (vers marins) caractérisés notamment par la présence de soies (poils rigides).

Postnuptial (migration) : migration après la reproduction, vers des zones plus chaudes. Elle a lieu plutôt à l'automne.

Prénuptial (migration) : migration de retour vers la zone de reproduction. Elle a lieu plutôt au printemps.

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

Production primaire : production de matière vivante végétale.

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'UICN 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.

Téléométrie (suivis téléométriques) : 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.

Très hautes fréquences (cétacés ou mammifères) : groupe de mammifères marins capables de percevoir les sons compris entre 100 Hz et 180 kHz, avec une sensibilité maximale autour de 100 kHz, avec des seuils d'audition (niveau de bruit minimum perceptible) inférieurs à 50 décibels.

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

DÉBATS PUBLICS : PLANIFICATION DE L'ESPACE MARITIME
Habitats benthiques : Carte des habitats Eunis détaillés EUSEAMAP
 Façade Manche Est - Mer du Nord

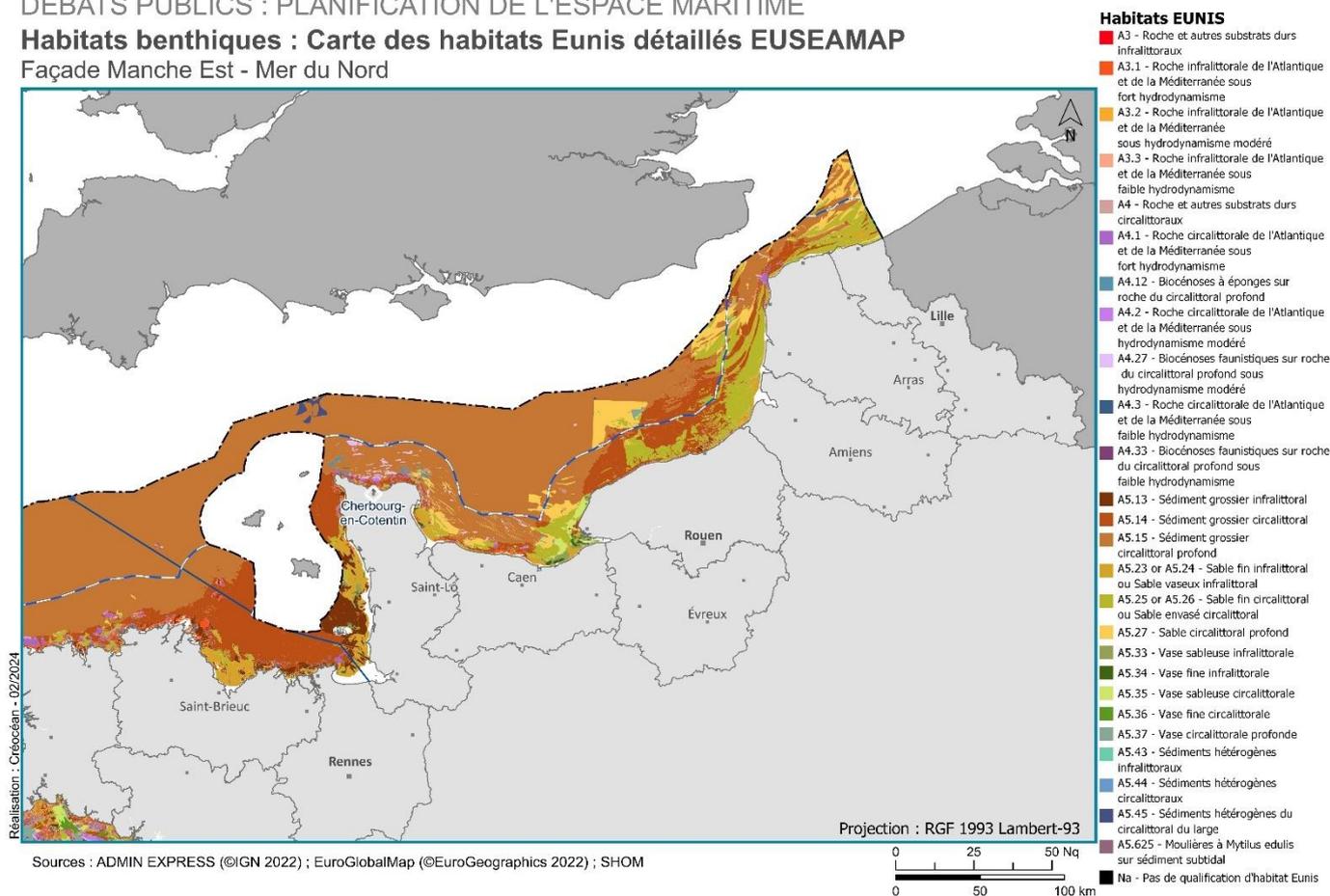


Figure 26. Typologie des habitats benthiques de la façade au niveau EUNIS le plus fin (Produit EUSEAMAP, 2021)

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)

- 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 sabellaridés (hermelles)**
- Huîtres plates
- Bancs de moules subtidiaux
- Antipathaires, gorgones, éponges et autres scléactiniaires solitaires et coloniaux
- **Récifs à Lophélia pertusa et Madrepora oculata**
- **Jardins de coraux de substrats meubles**
- **Vases à pennatules, à gorgones et à crinoïdes**
- **Herbier à Zostera marina**
- **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	Intitulé EUNIS	Statut UICN	Note	Sensibilité	Note	Sensibilité	Note	Sensibilité	Note	Sensibilité	Note	Sensibilité	Note	Sensibilité	Note	Note max	Moyenne enjeu et note max
A3	Roche et autres substrats durs infralittoraux	DD	2,5	H	4	H	4	M	3	M	3	M	3	M	3	4	3,25
A3.1	Roche infralittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous fort hydrodynamisme	DD	2,5	M	3	H	4	TF	1	TF	1	F	2	M	3	4	3,25
A3.2	Roche infralittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous hydrodynamisme modéré	DD	2,5	H	4	H	4	M	3	M	3	M	3	M	3	4	3,25
A3.3	Roche infralittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous faible hydrodynamisme	DD	2,5	M	3	H	4	F	2	M	3	F	2	M	3	4	3,25
A4	Roche et autres substrats durs circalittoraux	DD	2,5	H	4	H	4	M	3	M	3	M	3	H	4	4	3,25
A4.1	Roche circalittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous fort hydrodynamisme	DD	2,5	H	4	TH	5	M	3	M	3	M	3	TH	5	5	3,75
A4.12	Biocénoses à éponges sur roche du circalittoral profond	DD	2,5	H	4	TH	5	M	3	M	3	M	3	TH	5	5	3,75
A4.2	Roche circalittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous hydrodynamisme modéré	DD	2,5	H	4	TH	5	M	3	M	3	M	3	TH	5	5	3,75
A4.27	Biocénoses faunistiques sur roche du circalittoral profond sous hydrodynamisme modéré	Na	2,5	H	4	TH	5	M	3	M	3	M	3	TH	5	5	3,75
A4.3	Roche circalittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous faible hydrodynamisme	DD	2,5	H	4	TH	5	M	3	F	2	M	3	TH	5	5	3,75
A4.33	Biocénoses faunistiques sur roche du circalittoral profond sous faible hydrodynamisme	Na	2,5	H	4	TH	5	M	3	F	2	M	3	TH	5	5	3,75
A5.13	Sédiment grossier infralittoral	VU	3	M	3	F	2	F	2	TF	1	F	2	M	3	3	3
A5.14	Sédiment grossier circalittoral	VU	3	Na ou V	2,5	M	3	F	2	F	2	F	2	Na ou V	2,5	3	3
A5.15	Sédiment grossier circalittoral profond	VU	3	F	2	M	3	F	2	F	2	F	2	Na ou V	2,5	3	3
A5.23 or A5.24	Sable fin infralittoral ou Sable vaseux infralittoral	DD	2,5	F	2	F	2	F	2	F	2	TF	1	M	3	3	2,75
A5.25 or A5.26	Sable fin circalittoral ou Sable envasé circalittoral	EN	4	F	2	F	2	F	2	F	2	TF	1	M	3	3	3,5
A5.27	Sable circalittoral profond	EN	4	M	3	M	3	F	2	F	2	TF	1	M	3	3	3,5
A5.33	Vase sableuse infralittorale	NT	2	F	2	M	3	F	2	F	2	F	2	M	3	3	2,5
A5.34	Vase fine infralittorale	NT	2	M	3	M	3	M	3	TF	1	F	2	M	3	3	2,5
A5.35	Vase sableuse circalittorale	EN	4	M	3	H	4	M	3	TF	1	F	2	M	3	4	4
A5.36	Vase fine circalittorale	EN	4	M	3	H	4	M	3	TF	1	F	2	M	3	4	4
A5.37	Vase circalittorale profonde	EN	4	M	3	H	4	F	2	TF	1	F	2	M	3	4	4
A5.43	Sédiments hétérogènes infralittoraux	DD	2,5	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	F	2	TF	1	F	2	M	3	3	2,75
A5.44	Sédiments hétérogènes circalittoraux	VU	3	Na ou V	2,5	Na ou V	2,5	F	2	TF	1	F	2	M	3	3	3
A5.45	Sédiments hétérogènes du circalittoral du large	VU	3	F	2	M	3	F	2	F	2	F	2	M	3	3	3
A5.625	Moulières à Mytilus edulis sur sédiment subtidal	NT	2	H	4	TH	5	M	3	F	2	M	3	H	4	5	3,5
A6	Habitats profonds	Na	2,5	H	4	TH	5	M	3	H	4	M	3	H	4	5	3,75
A6.11	Roche en place profonde	Na	2,5	H	4	TH	5	M	3	H	4	M	3	H	4	5	3,75
A6.2	Substrats hétérogènes profonds	Na	2,5	H	4	TH	5	F	2	H	4	M	3	H	4	5	3,75
A6.3 or A6.4	Sable profond ou Sable vaseux profond	Na	2,5	H	4	TH	5	M	3	M	3	M	3	H	4	5	3,75
A6.5	Vase profonde	Na	2,5	H	4	TH	5	M	3	M	3	M	3	H	4	5	3,75
Na	Pas de qualification d'habitat 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

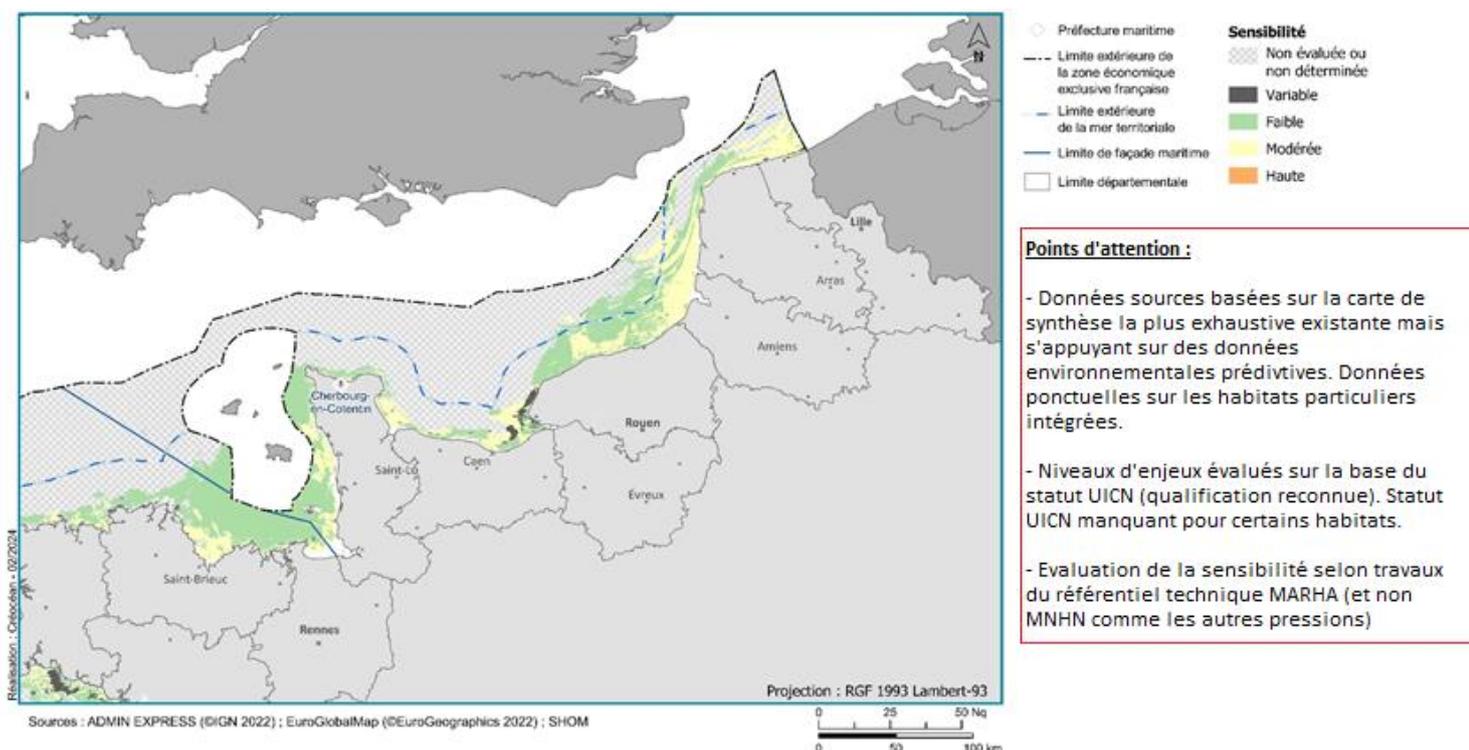


Figure 27. Carte de sensibilité des habitats benthiques à l'enrichissement en matière organique sur la façade

DÉBATS PUBLICS : PLANIFICATION DE L'ESPACE MARITIME

Habitats benthiques : incertitude de l'analyse de sensibilité

Façade Manche Est - Mer du Nord

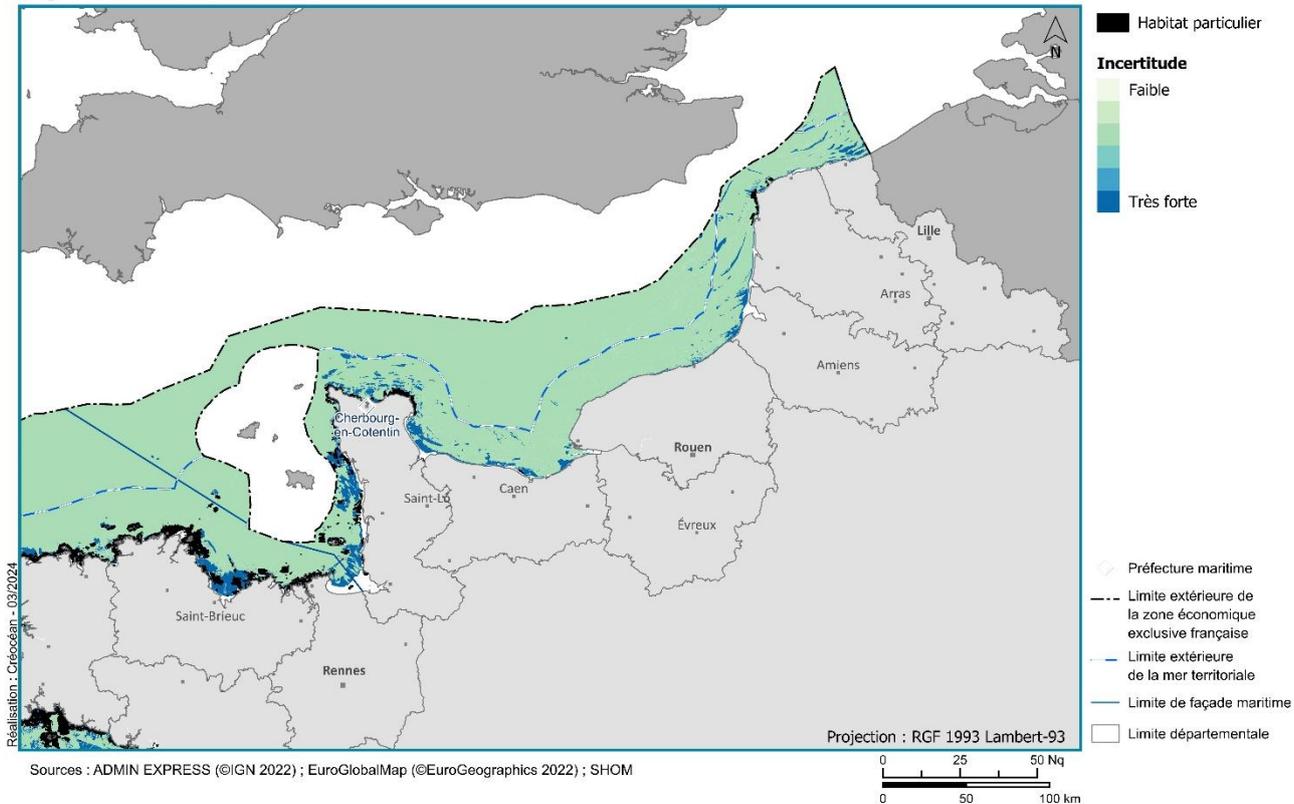
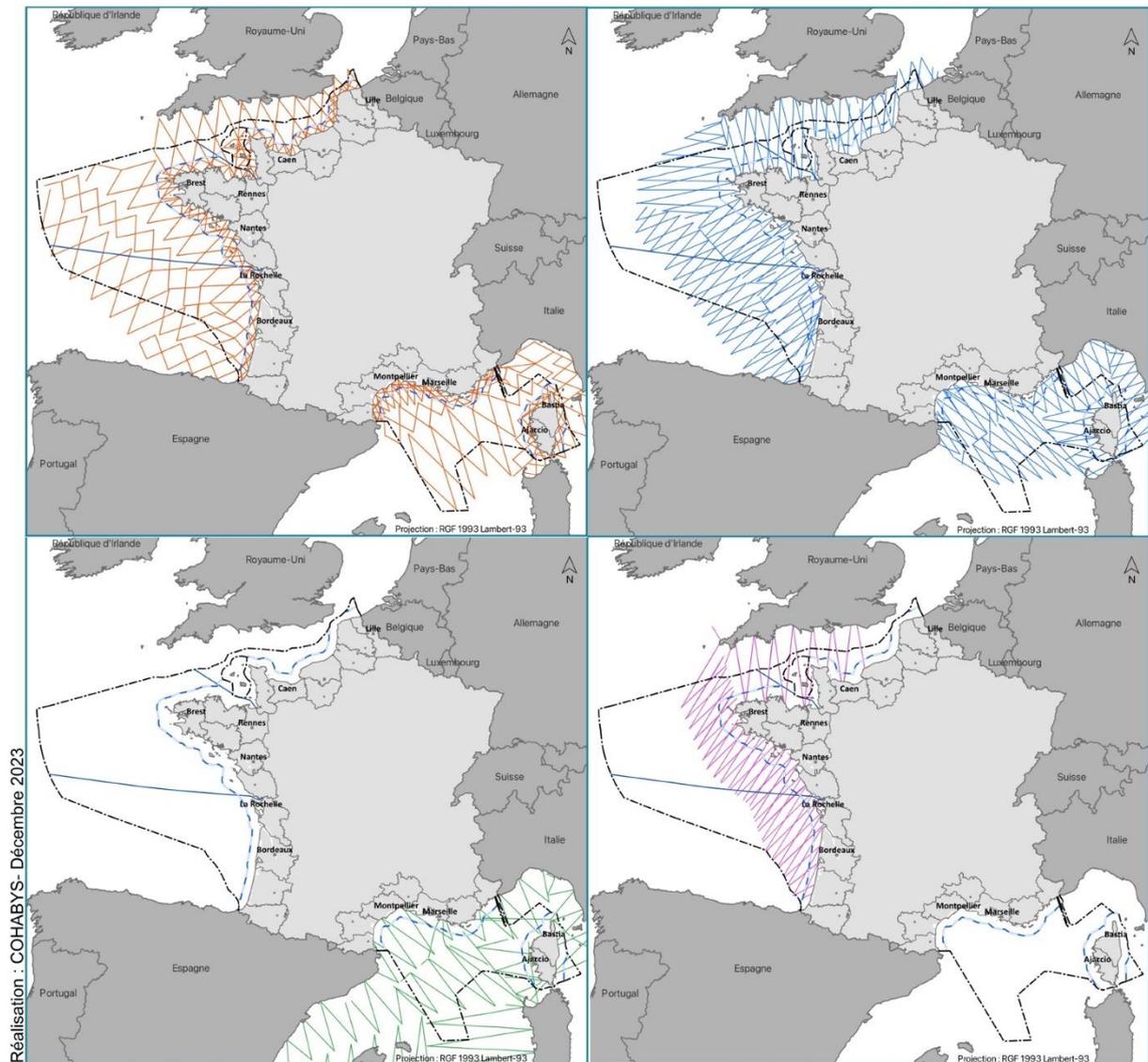


Figure 28 - Carte d'incertitude sur la façade pour les habitats benthiques

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



Réalisation : COHABYS - Décembre 2023

- 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)

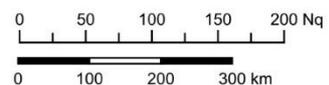
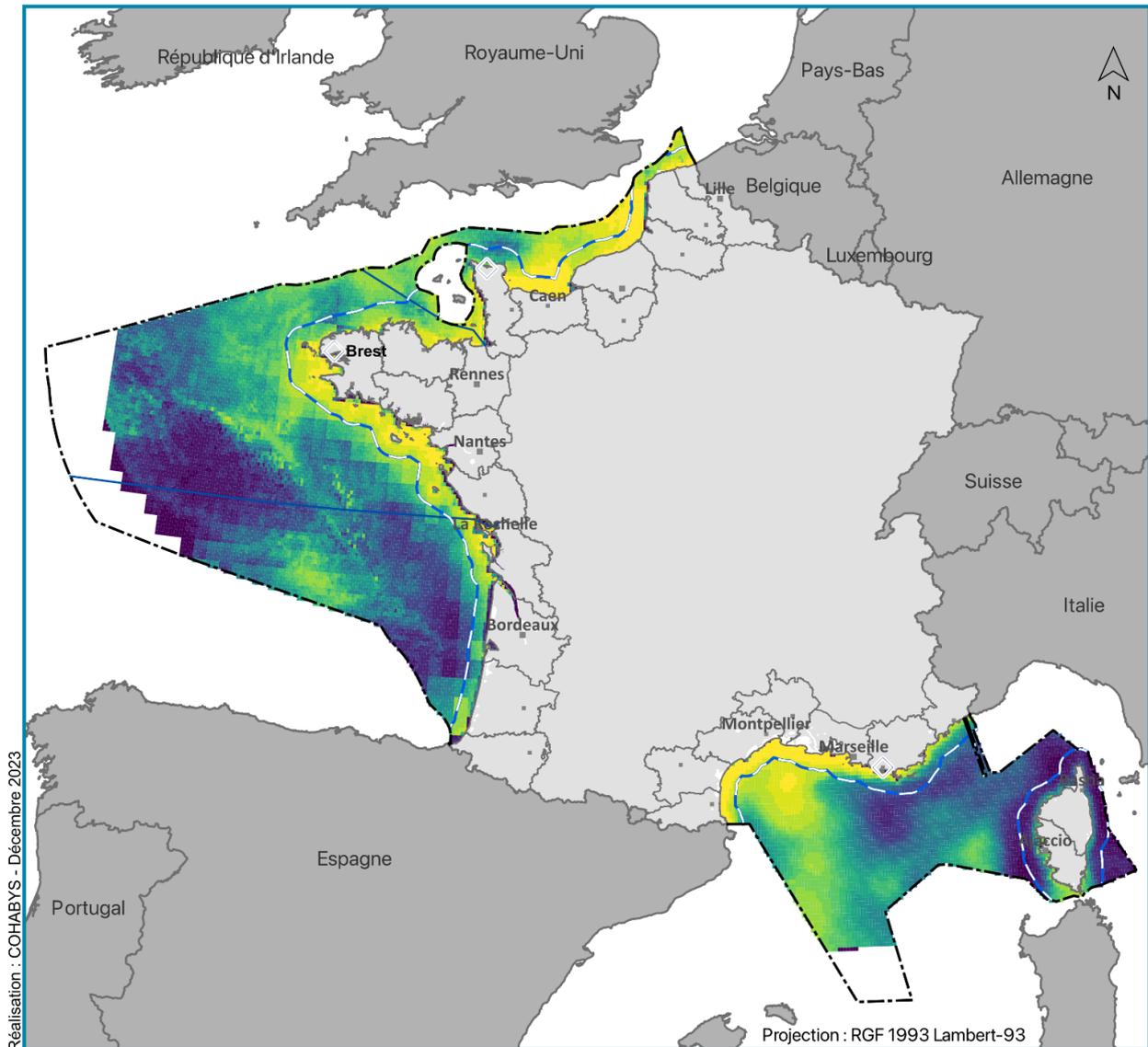


Figure 29. Cartes d'effort d'échantillonnage des campagnes aériennes

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

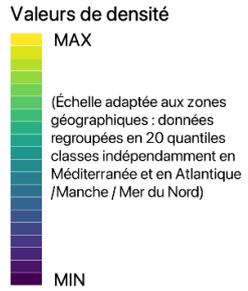
Groupes / Espèces (issues des données) ATL		
Alcidés	Macareux moine	<i>Fratercula arctica</i>
	Guillemot de Troil Pingouin torda	<i>Uria aalge</i> <i>Alca torda</i>
	Fou de Bassan	<i>Morus bassanus</i>
Océanites	Océanite tempête Océanite cul-blanc	<i>Hydrobates pelagicus</i> <i>Oceanodroma leucorhoa</i>
	Fulmar boréal	<i>Fulmarus glacialis</i>
Grands puffins	Puffin cendré	<i>Calonectris diomedea</i>
	Puffin fuligineux	<i>Ardenna grisea</i>
	Puffin majeur	<i>Puffinus gravis</i>
Petits puffins	Puffin des Baléares Puffin des Anglais	<i>Puffinus mauretanicus</i> <i>Puffinus puffinus</i>
	Goéland argenté Goéland leucopnée	<i>Larus argentatus</i> <i>Larus michahellis</i>
Grands goélands gris	Goéland argenté Goéland leucopnée	<i>Larus argentatus</i> <i>Larus michahellis</i>
Grands goélands noirs	Goéland marin Goéland brun	<i>Larus marinus</i> <i>Larus fuscus</i>
	Mouette rieuse Mouette mélanocephale Mouette de Sabine	<i>Larus ridibundus</i> <i>Larus melanocephalus</i> <i>Larus sabini</i>
	Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>
Labbes	Grand labbe	<i>Stercorarius skua</i>
Cormorans	Cormoran huppé Grand cormoran	<i>Phalacrocorax aristotelis</i> <i>Phalacrocorax carbo</i>
	Sterne arctique Sterne caugek Sterne pierregarin Sterne naine	<i>Sterna paradisaea</i> <i>Sterna sandvicensis</i> <i>Sterna hirundo</i> <i>Sterna albifrons</i>
Macreuses	Macreuse brune Macreuse noire	<i>Melanitta fusca</i> <i>Melanitta nigra</i>
Plongeurs	Plongeur arctique Plongeur imbrin	<i>Gavia arctica</i> <i>Gavia immer</i>



Réalisation : COHABYS - Décembre 2023

Projection : RGF 1993 Lambert-93

- ◇ 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

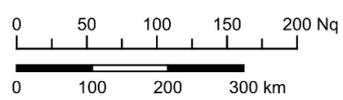


Figure 30. Carte de distribution des espèces avifaune marine au niveau national

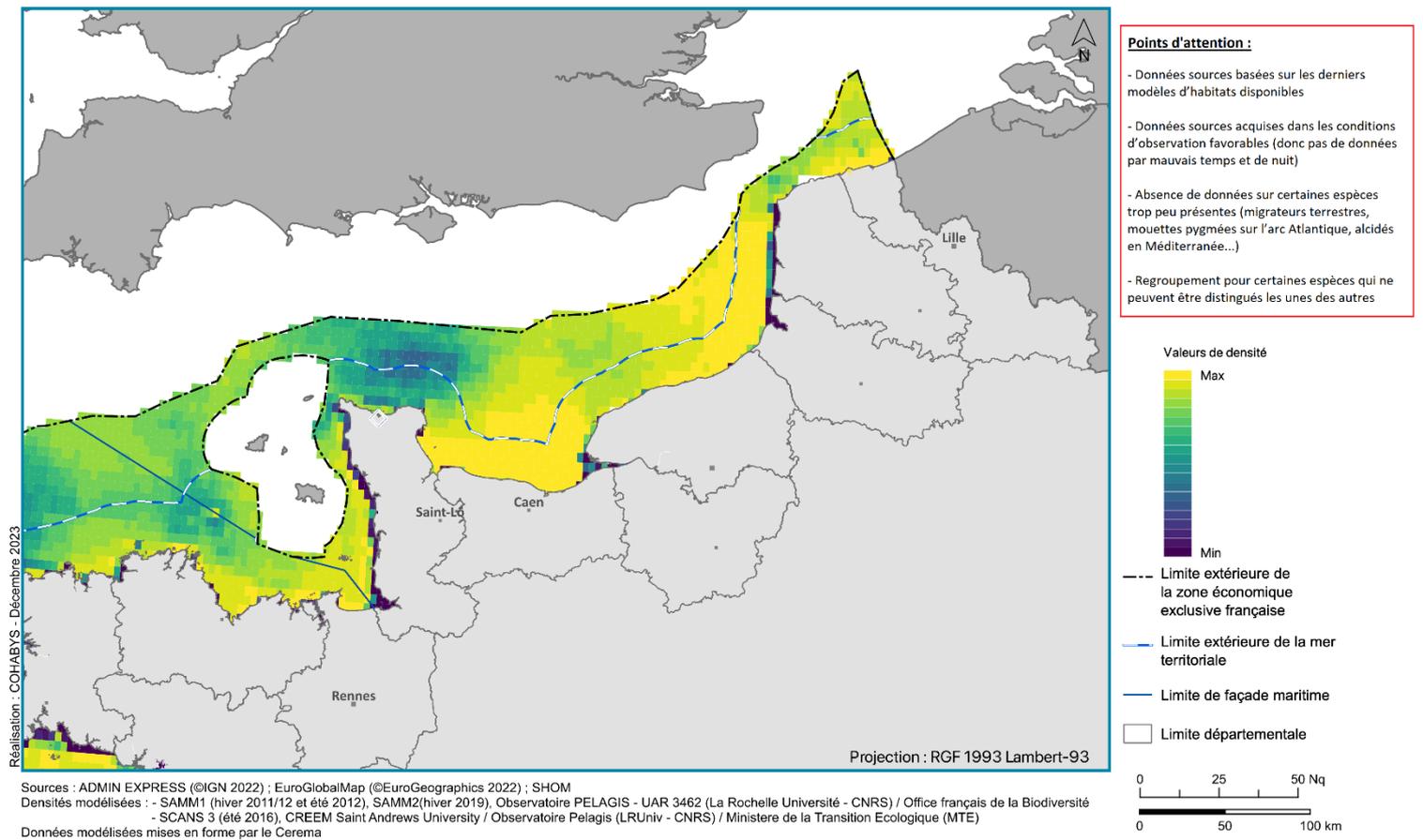


Figure 31. Carte de distribution des espèces d'avifaune marine sur la façade

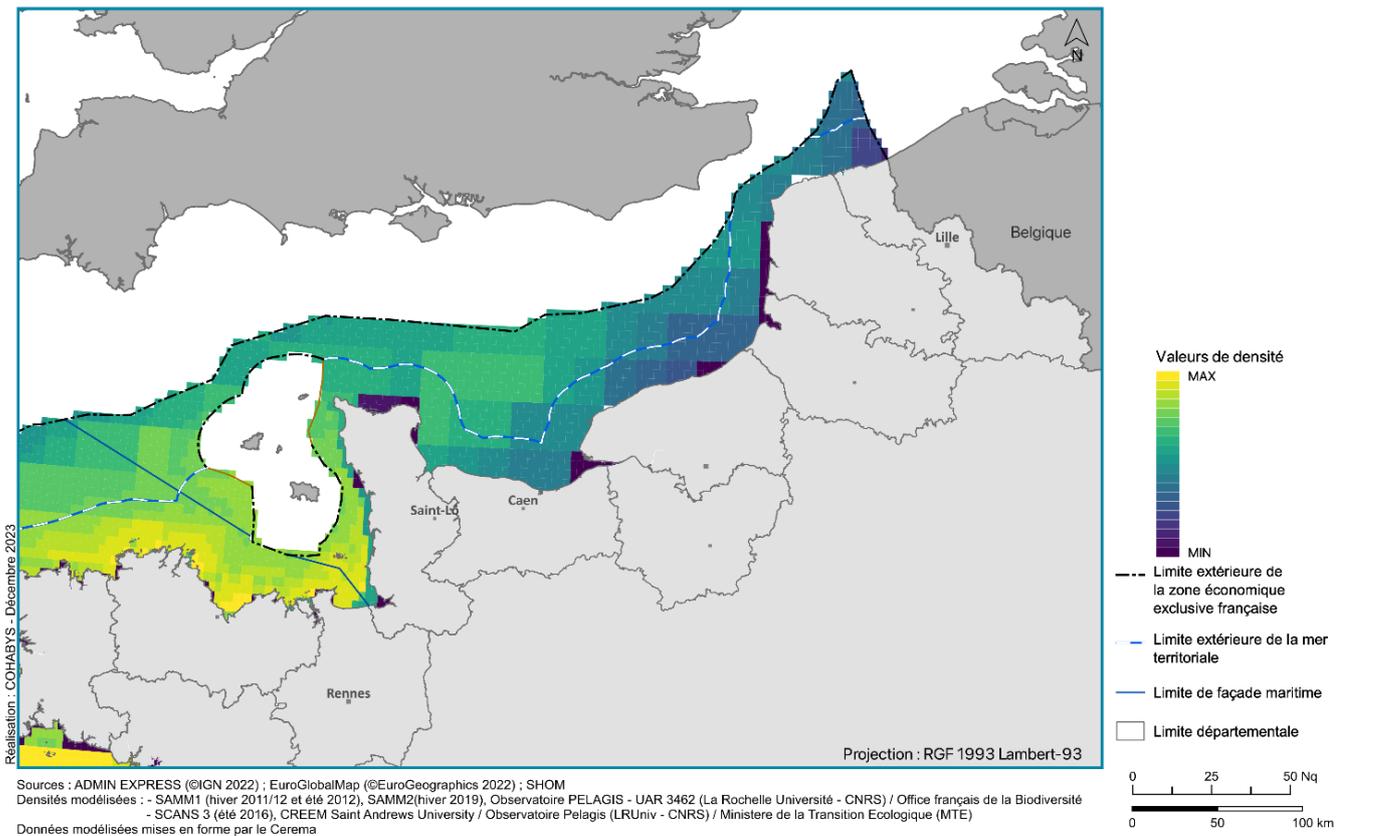


Figure 32. Carte de distribution des petits puffins (puffins des Baléares et puffins des Anglais) sur la façade

Une seule espèce étant représentée, il n'y a pas d'intérêt à produire de carte d'enjeux ou de sensibilité car il n'y a pas de pondération d'une espèce par rapport à l'autre. La carte de sensibilité serait exactement identique à la carte d'enjeux - elle-même identique à la carte de sensibilité.

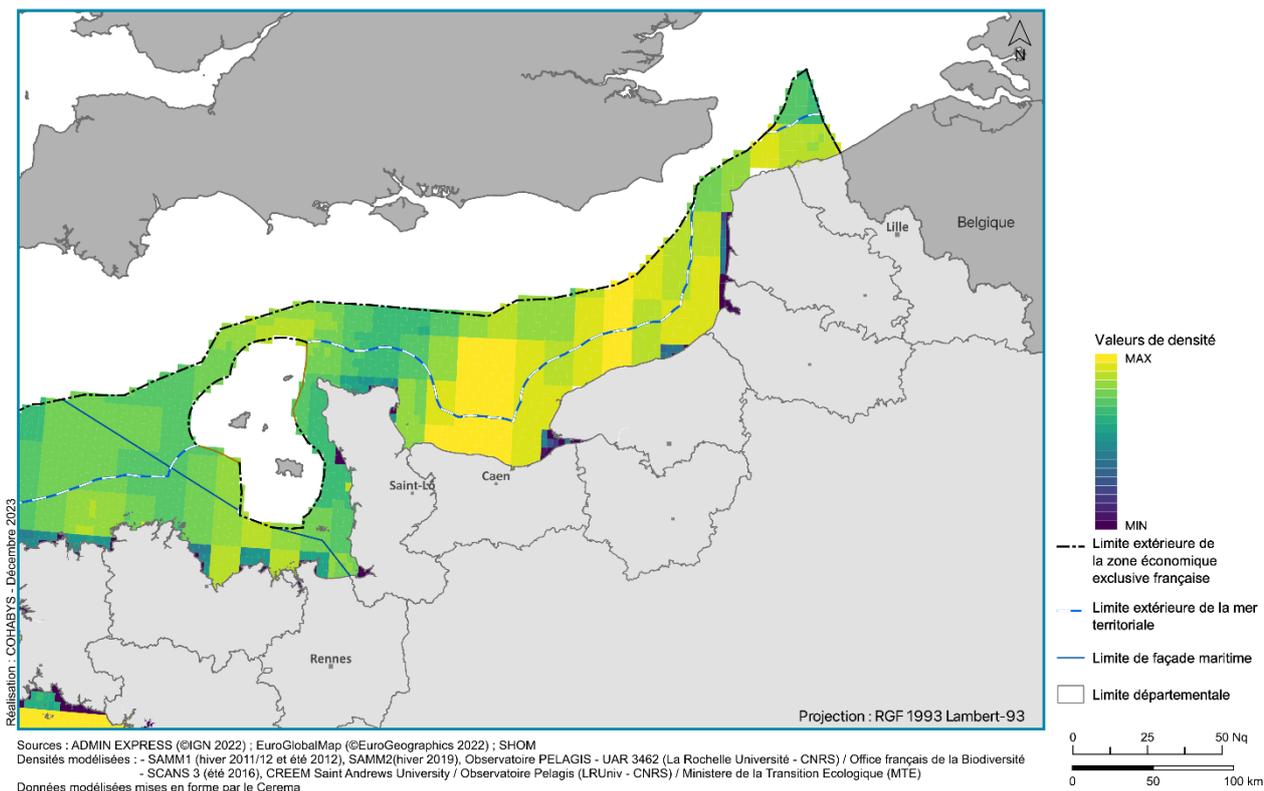


Figure 33. Carte de distribution des alcidés (macareux moine, guillemot de Troil et pingouin torda) sur la façade

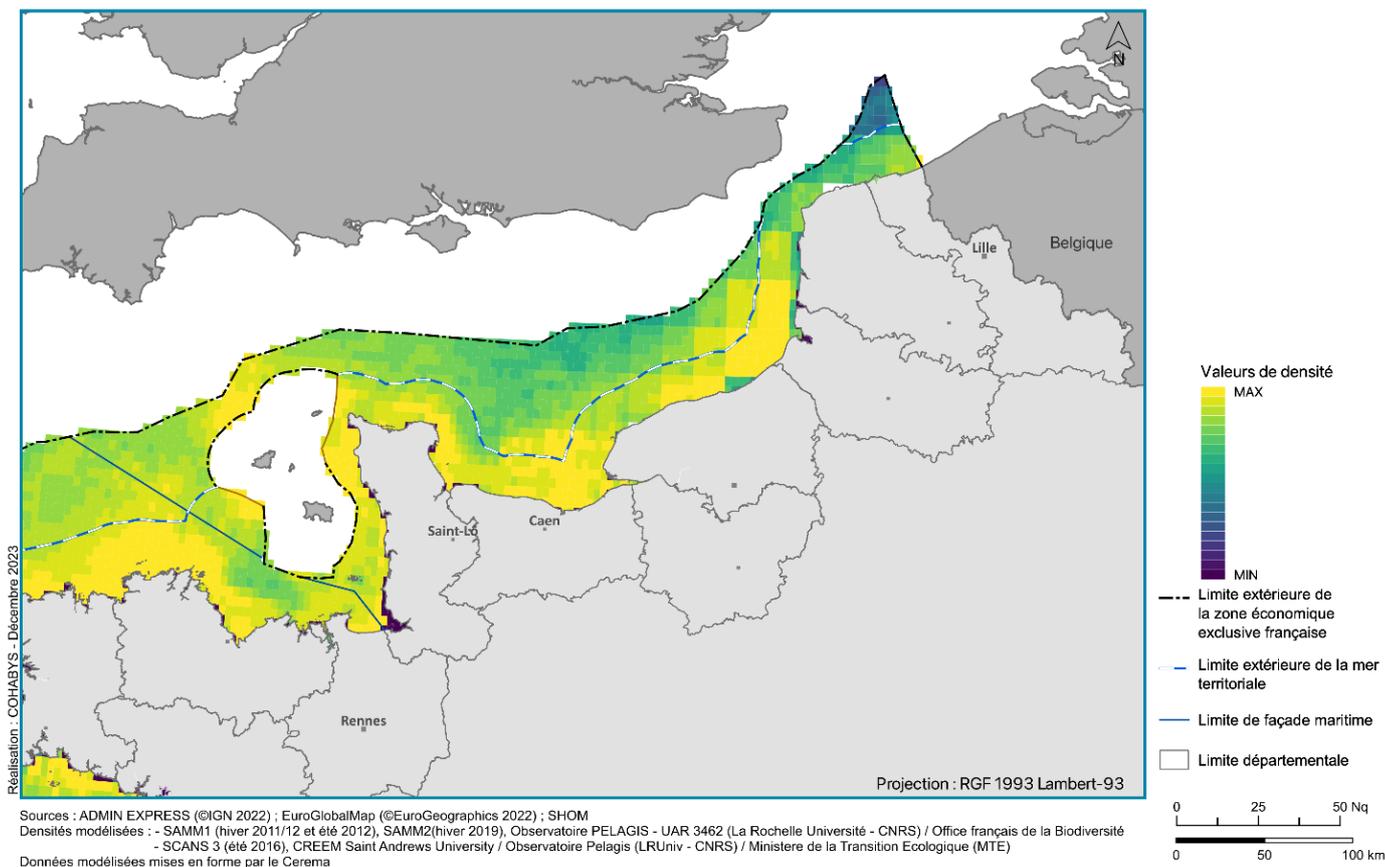


Figure 34. Carte de distribution du fou de Bassan sur la façade

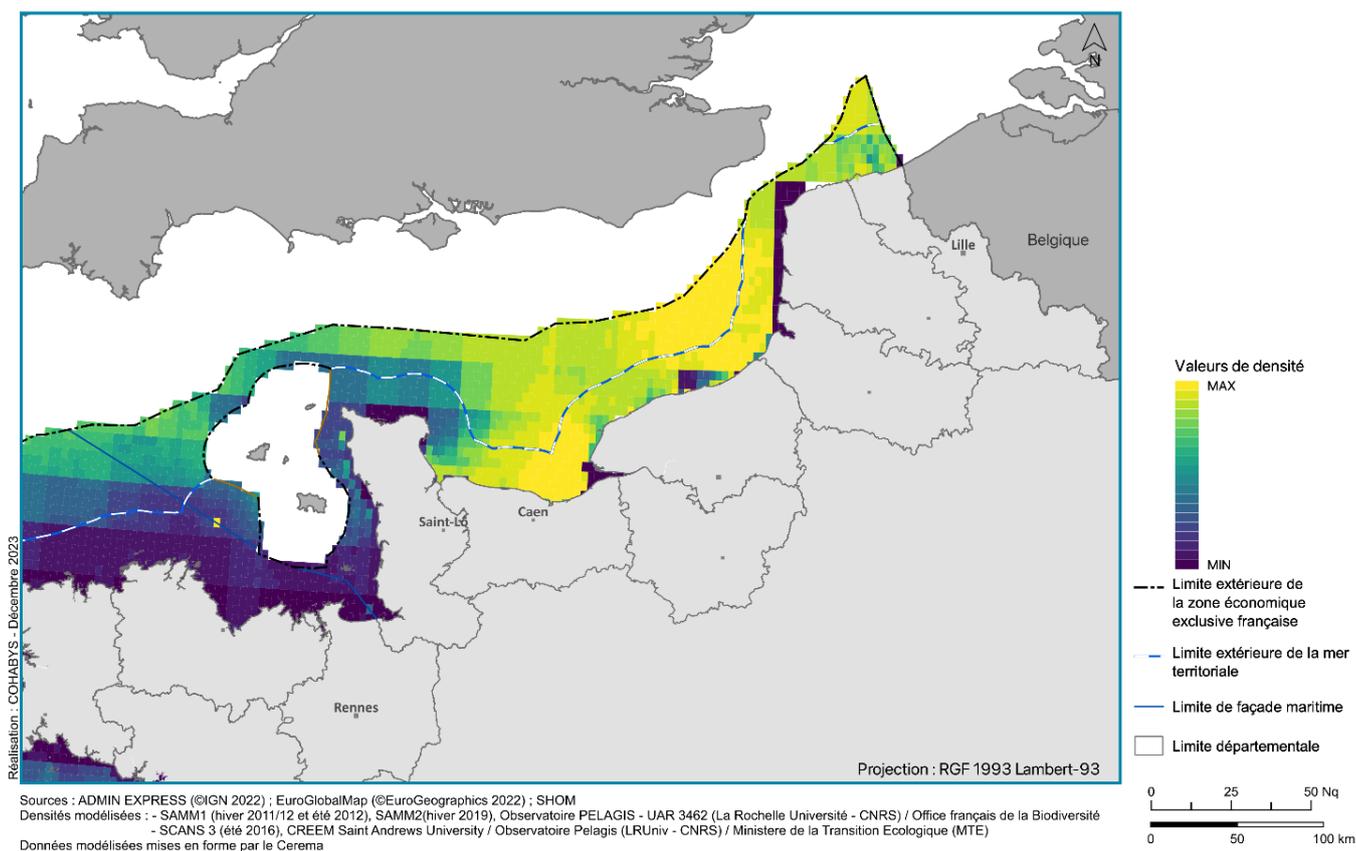


Figure 35. Carte de distribution du grand labbe sur la façade

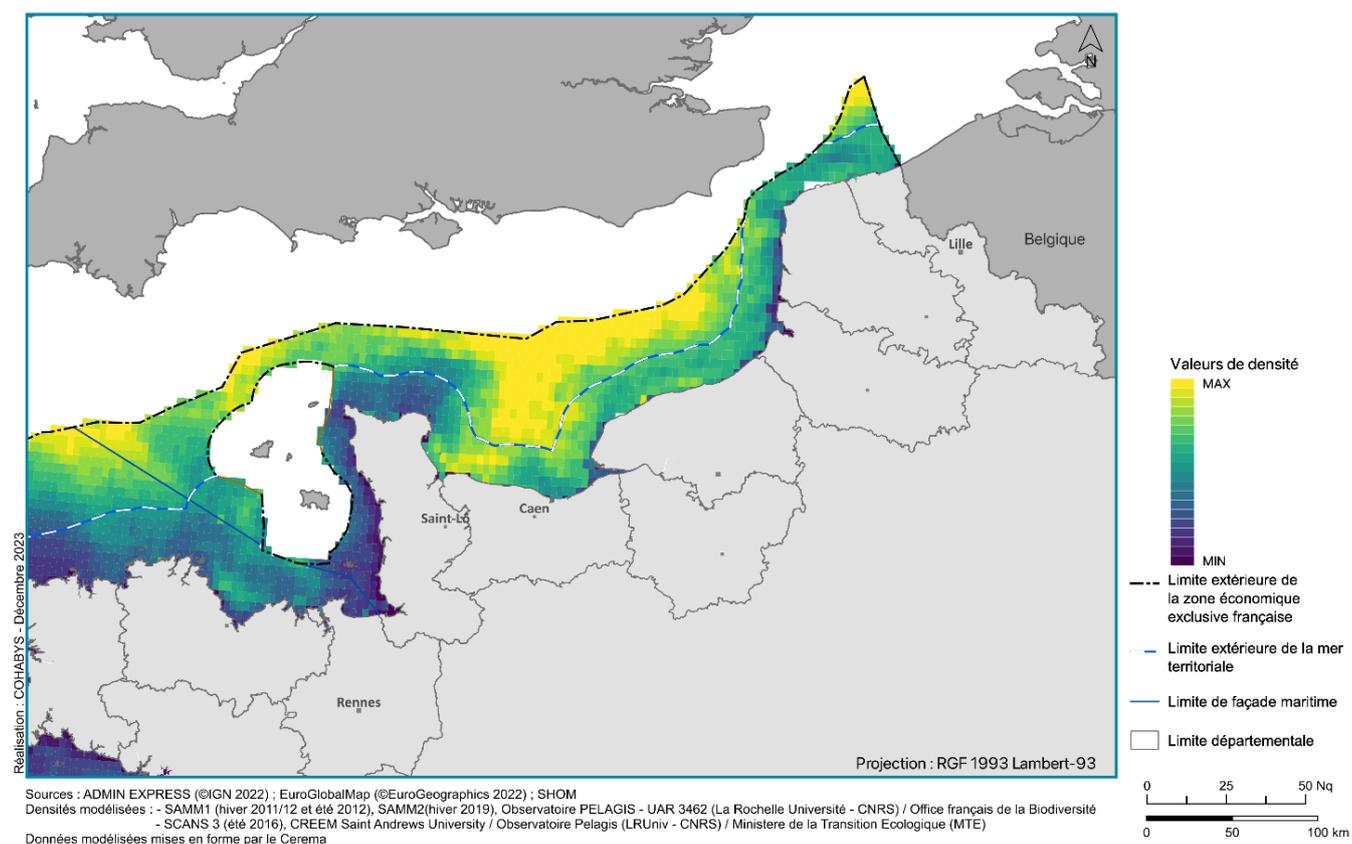
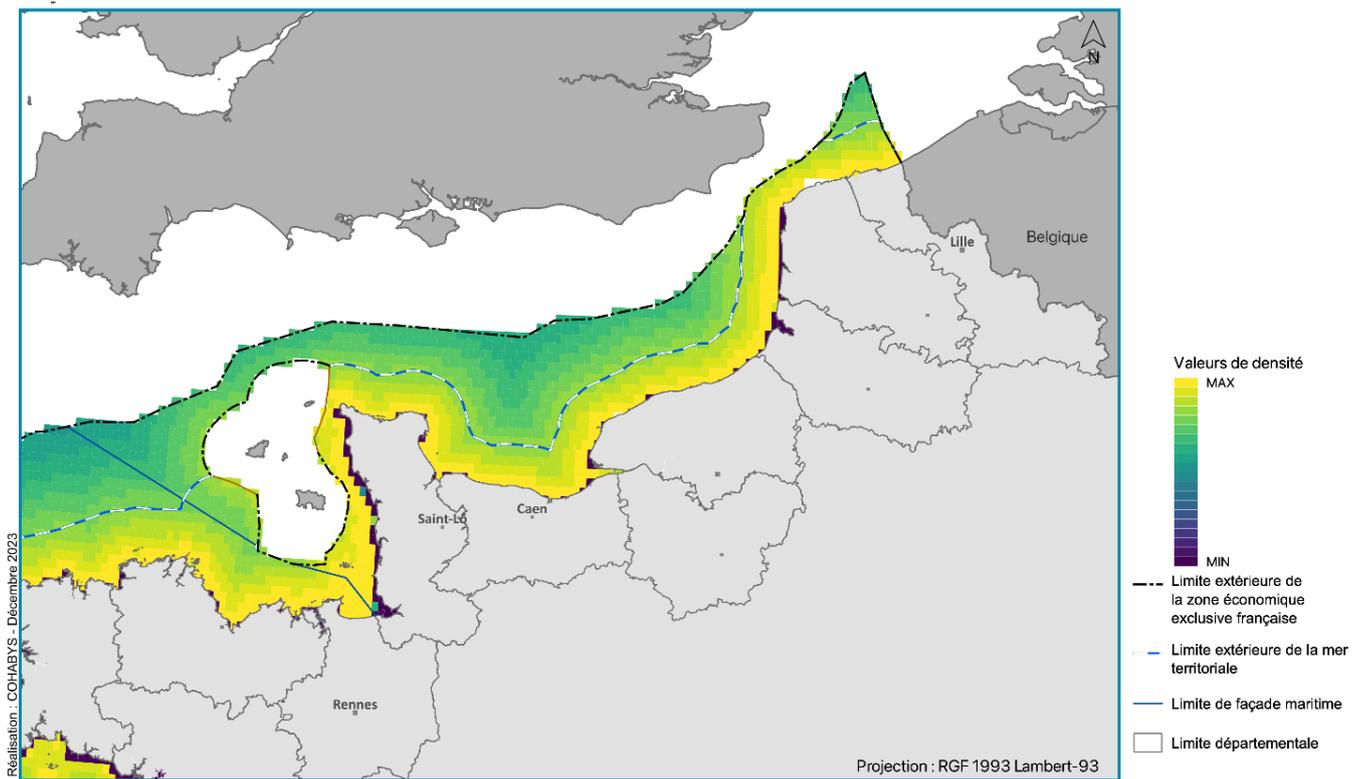
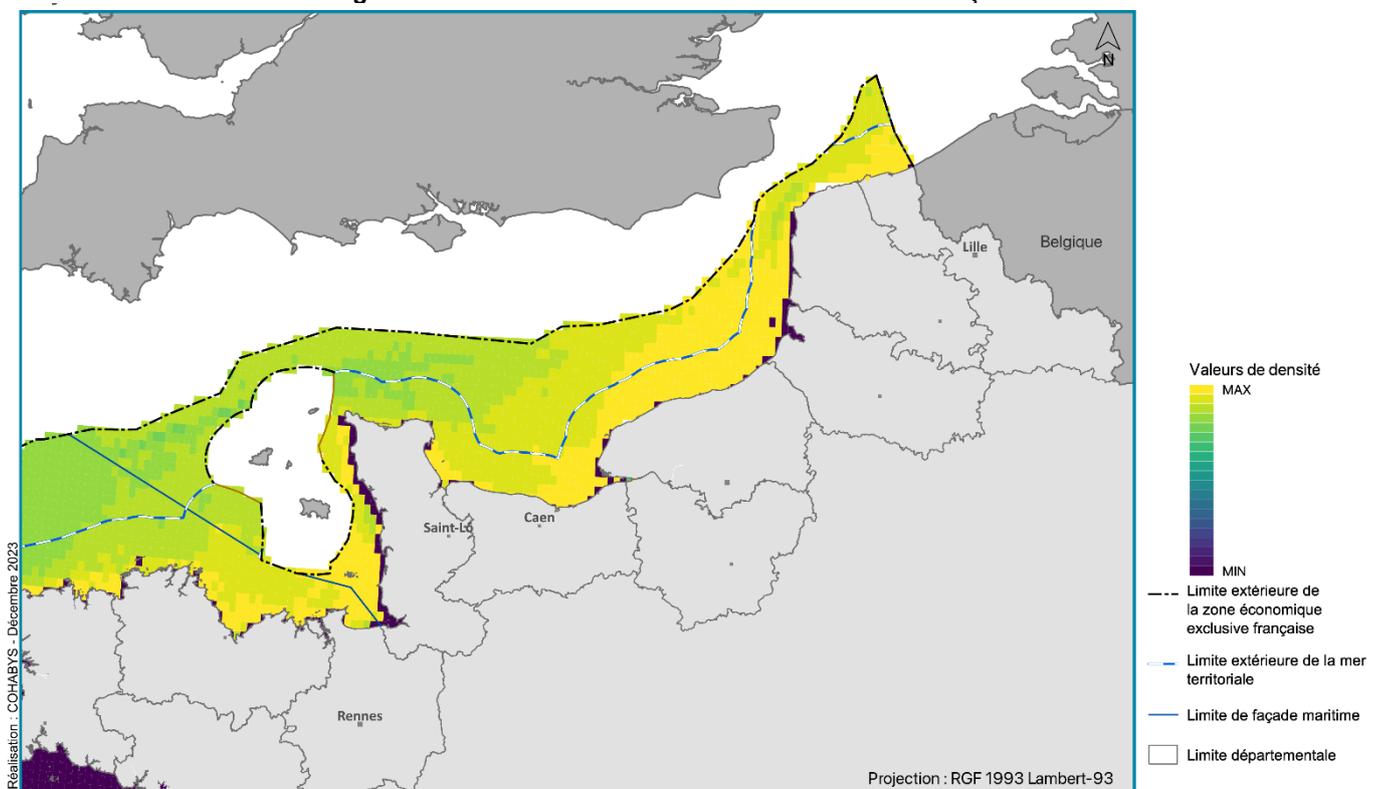


Figure 36. Carte de distribution du fulmar boréal sur la façade



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
 - 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 37. Carte de distribution des cormorans sur la façade



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
 - 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 38. Carte de distribution des plongeurs sur la façade

MEMN	NOTE D'ENJEUX sur 10		NOTE DE SENSIBILITE
	Nicheur/estivant	Hivernant	Note sur 5
Espèce/groupe			
Grands puffins	2,0 (estivant)	2 (hivernant)	3
Petits puffins	7,0 (estivant)	6,0 (hivernant)	3
Océanites	1,0 (estivant)	1 (hivernant)	3
Fulmar boréal	5,8	5,0	1
Alcidés	4,8 (estivant)	5,3 (hivernant)	4
Fou de bassan	2,0	2,5	4
Grand labbe	1,3 (estivant)	1,8 (hivernant)	1
Cormorans	1,8	2,0	4
Goélands gris	2,8	3,3	5
Goélands noirs	1,8	2,5	5
Mouettes mélanocéphale/rieuse	-	2,0	3
Mouette tridactyle	5,0	3,8	4
Sternes	2,3	1,0	4
Macreuses	-	6,3	5
Plongeurs	-	5,0	5

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 MEMN, indice de sensibilité à l'éolien en mer

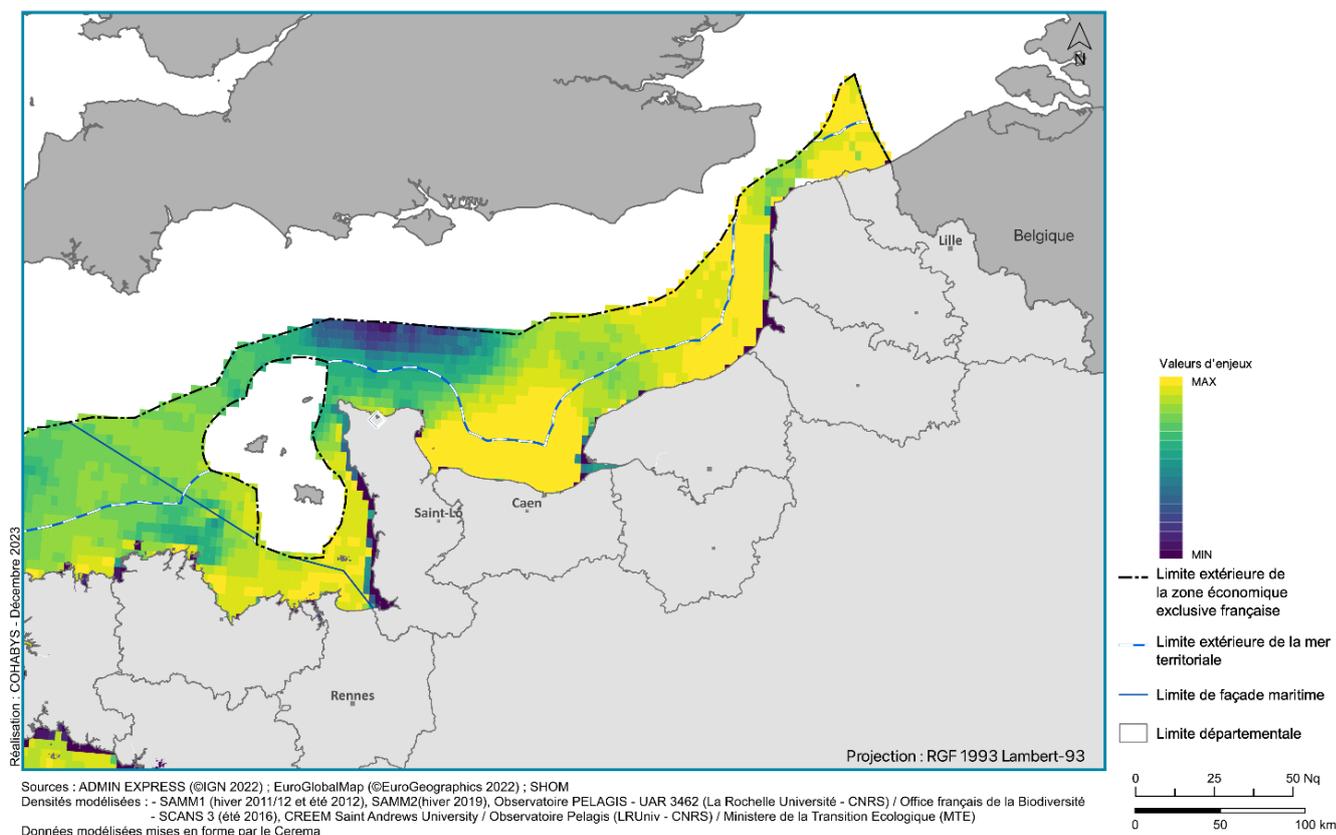


Figure 39. Carte d'enjeux des laridés (goéland, mouette, sterne) sur la façade

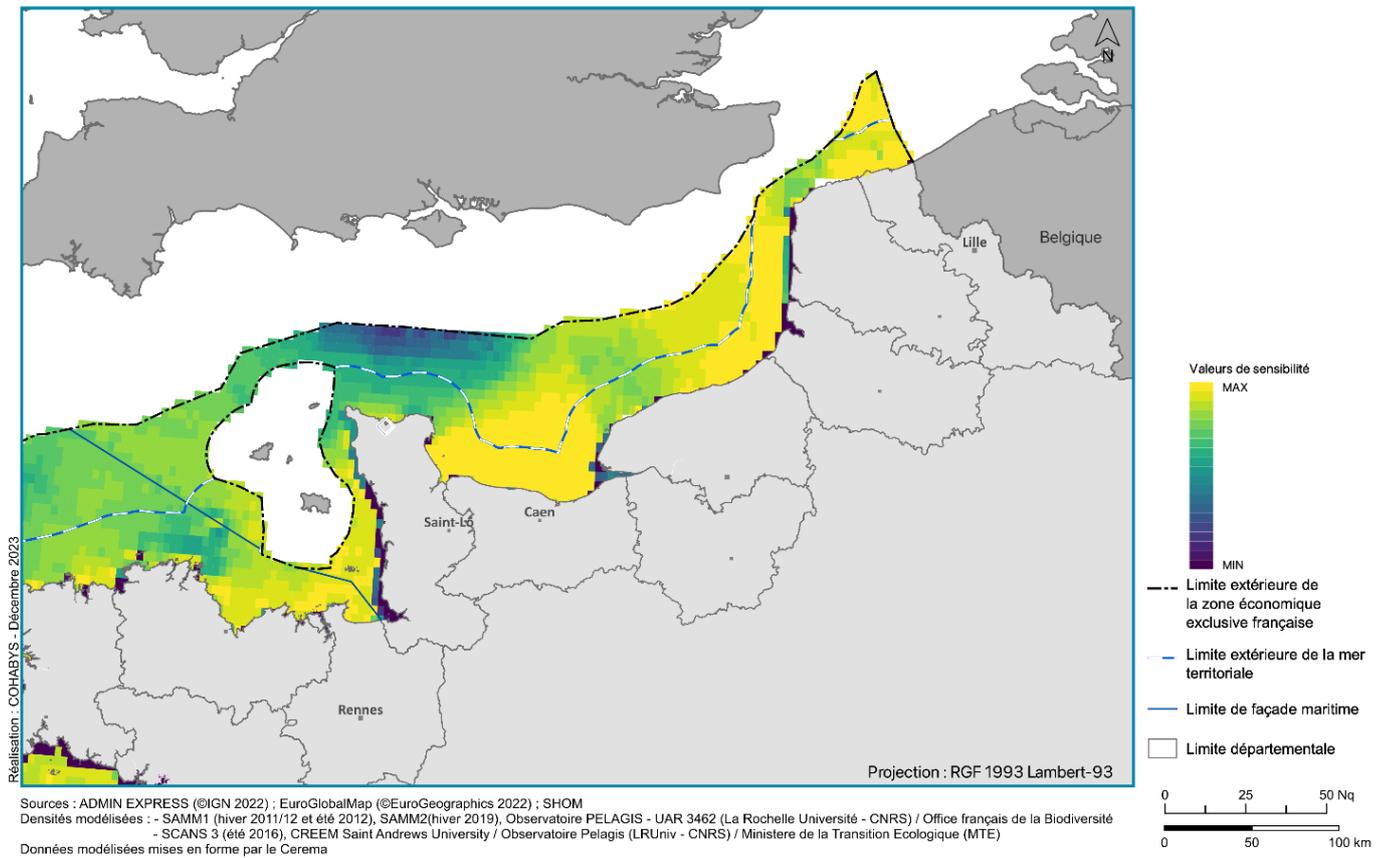
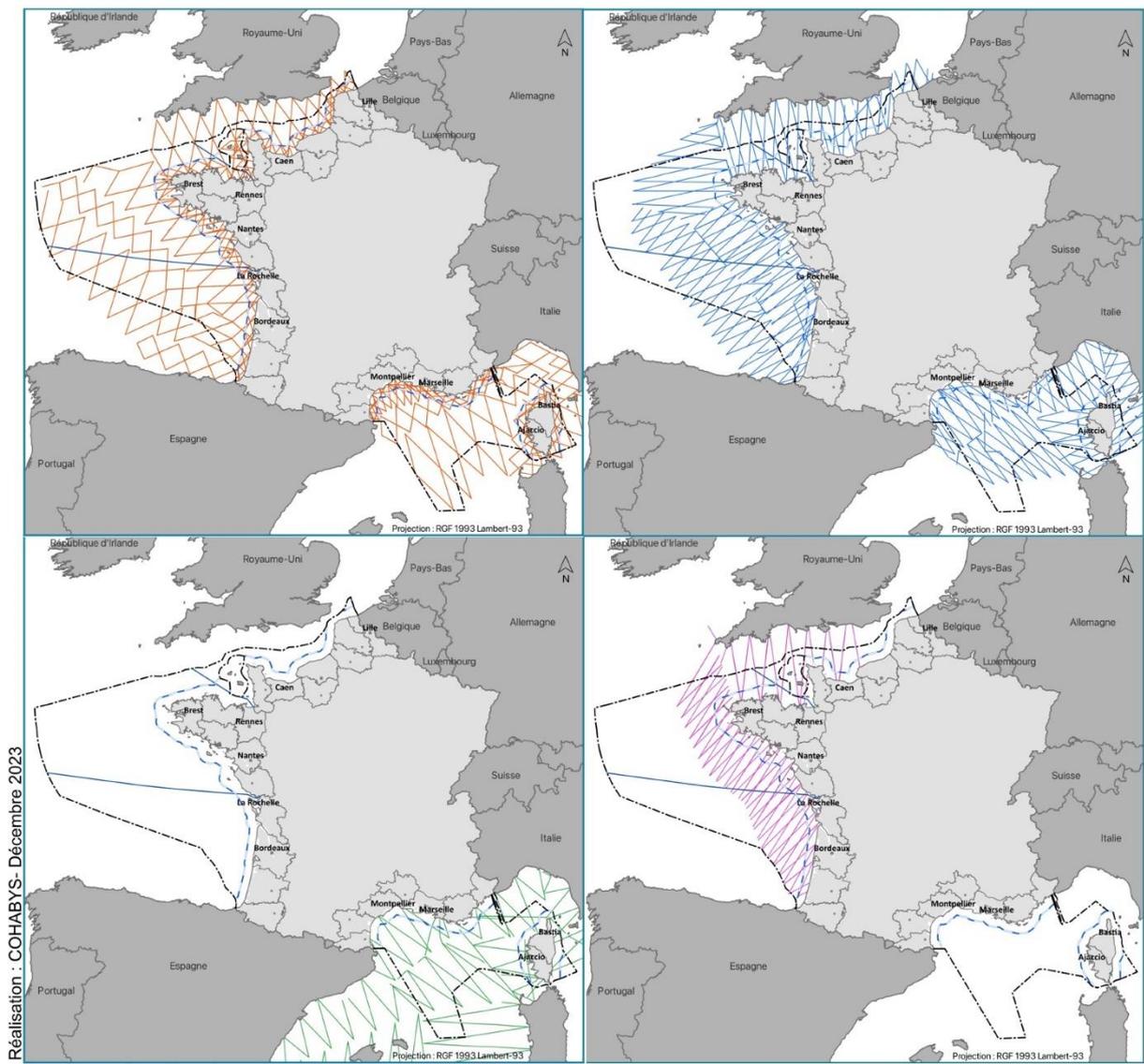


Figure 40. Carte de sensibilité des laridés (goéland, mouette, sterne) sur la façade

Annexe 3 Mammifères marins



Réalisation : COHABYS - Décembre 2023

- Limite départementale
- Limite extérieure de la zone économique exclusive française
- Limite extérieure de la mer territoriale
- Limite de façade maritime
- Effort SMM1 (hiver 2011/12 et été 2012)
- Effort SMM2 (hiver 2019)
- Effort ACCOBAMS Survey Initiative (été 2018)
- Effort SCANS 3 (été 2016)

Sources :
 ADMIN EXPRESS (©IGN 2022)
 EuroGlobalMap (©EuroGeographics 2022)
 SHOM
 Densités modélisées :
 -SMM1 (hiver 2011/12 et été 2012), SMM2(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)

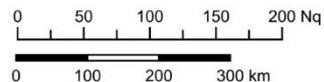
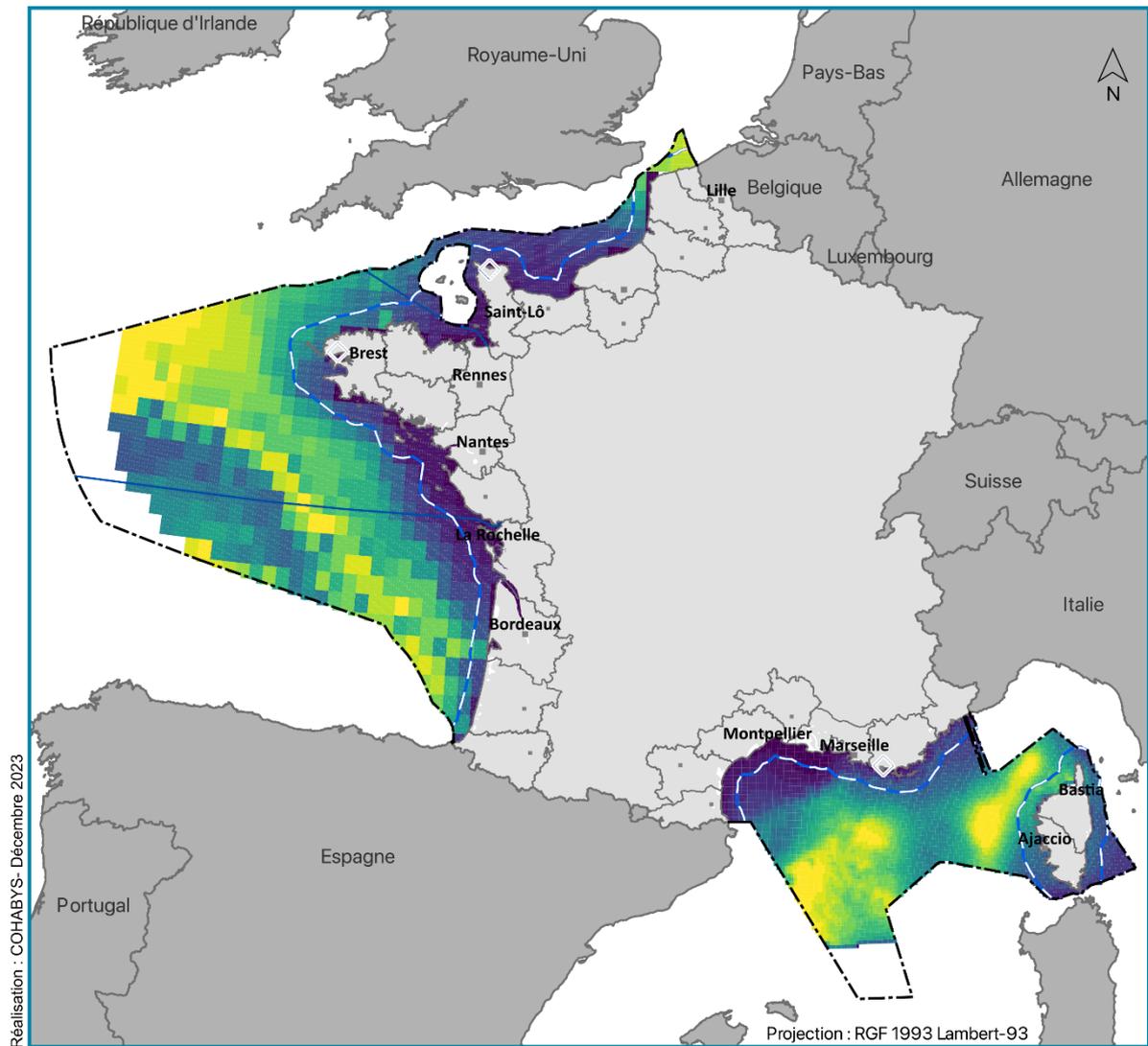


Figure 41. Cartes d'effort d'échantillonnage des campagnes aériennes



Réalisation : COHABYS - Décembre 2023

Projection : RGF 1993 Lambert-93

- ◇ Préfecture maritime
 - Limite départementale
 - Limite extérieure de la zone économique exclusive française
 - Limite extérieure de la mer territoriale
 - Limite de façade maritime
- Valeurs de densité**
- MAX
- (Échelle adaptée aux zones géographiques : données regroupées en 20 quantiles classés indépendamment en Méditerranée et en Atlantique / Manche / Mer du Nord)
- MIN

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

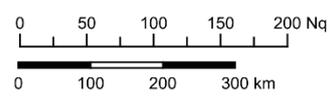


Figure 42. Carte de distribution des cétacés au niveau national

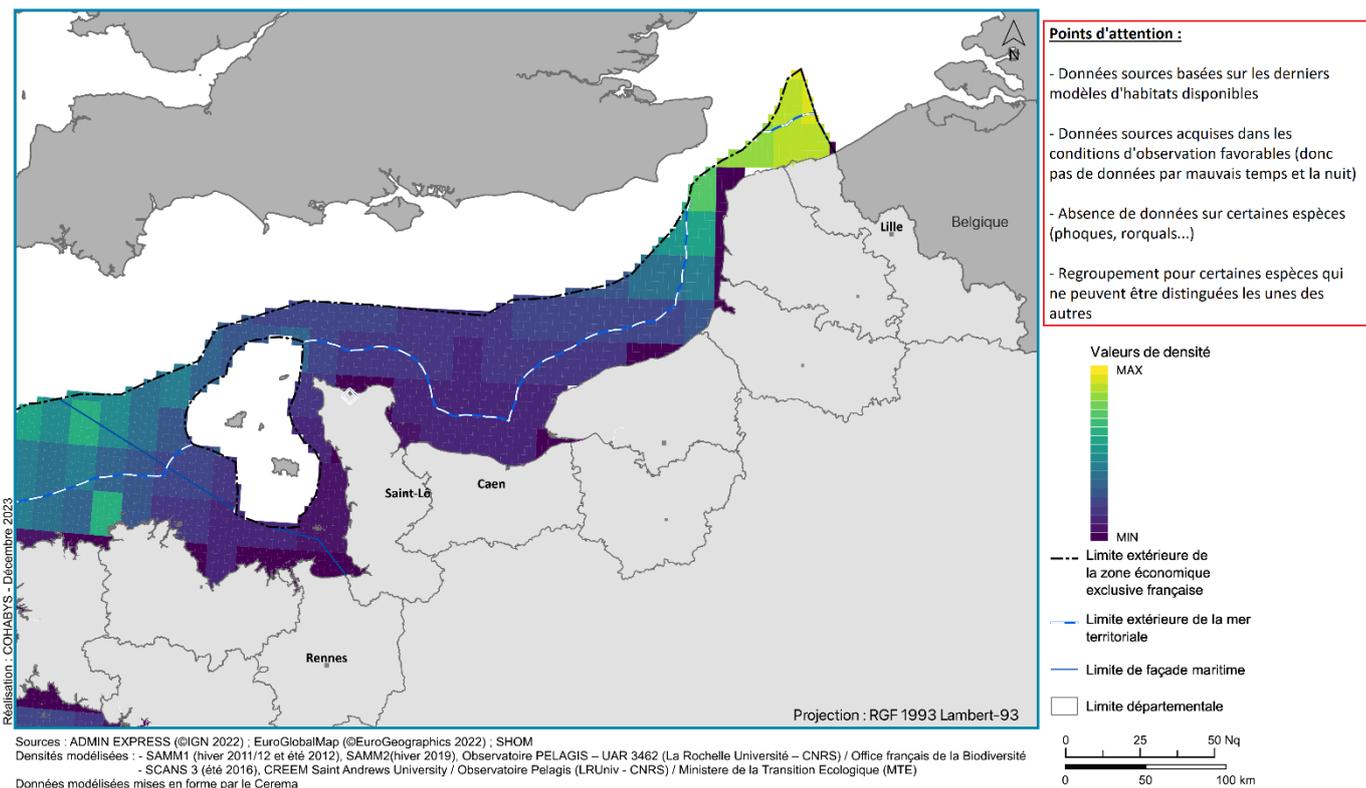


Figure 43. Carte de distribution des cétacés sur la façade

<u>Groupes / Espèces</u>		
-	<u>Marsouin commun</u>	<u>Phocoena phocoena</u>
<u>Petits delphininés</u>	<u>Dauphin bleu et blanc</u> <u>Dauphin commun</u>	<u>Stenella coeruleoalba</u> <u>Delphinus delphis</u>
-	<u>Grand dauphin</u>	<u>Tursiops truncatus</u>
<u>Globicéphalinés*</u>	<u>Dauphin de Risso</u> <u>Globicéphale noir</u>	<u>Grampus griseus</u> <u>Globicephala melas</u>

Tableau 5. Liste des regroupements d'espèces de cétacés (groupements de SAMM)

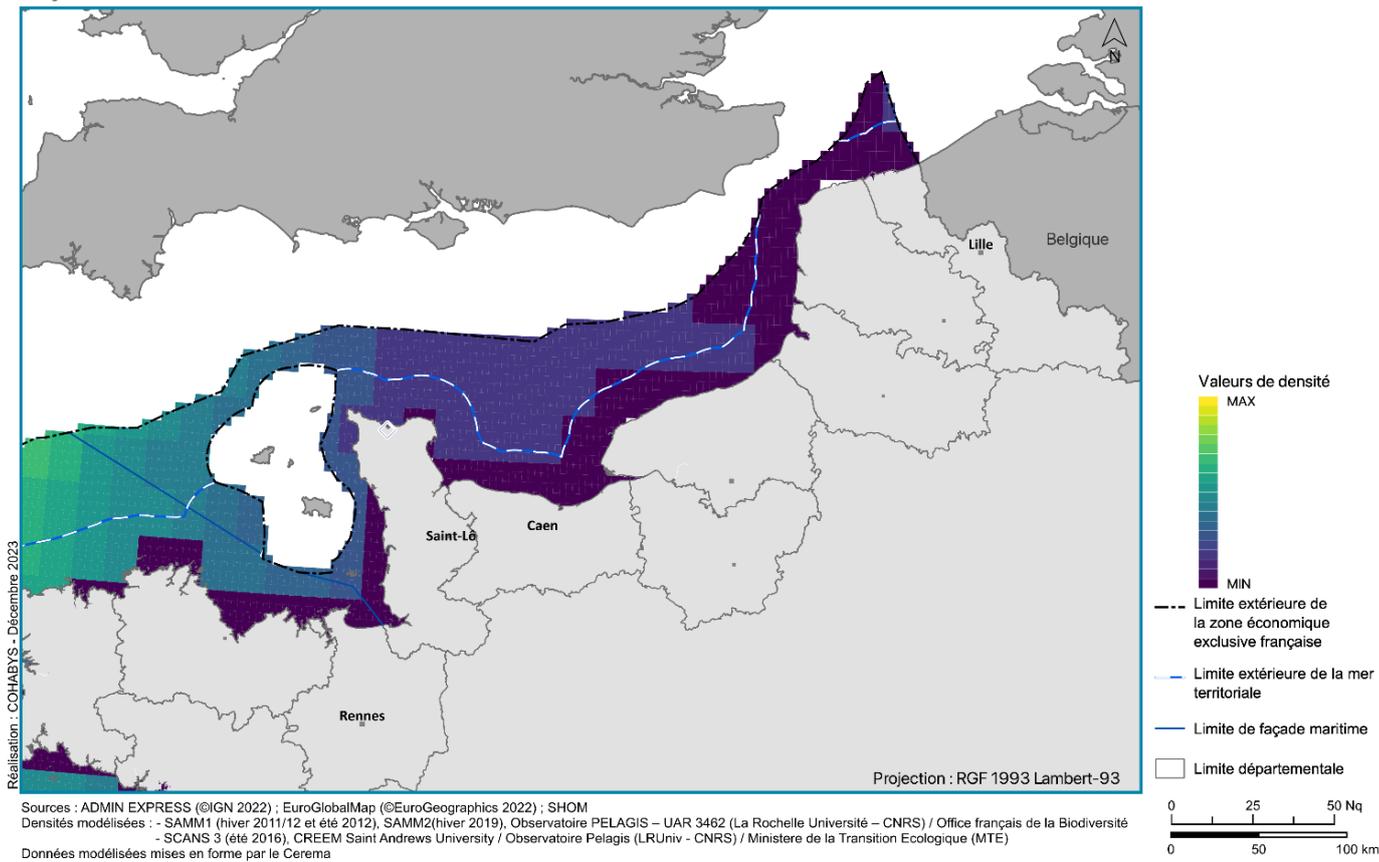


Figure 44. Carte de distribution des globicéphalinés* sur la façade

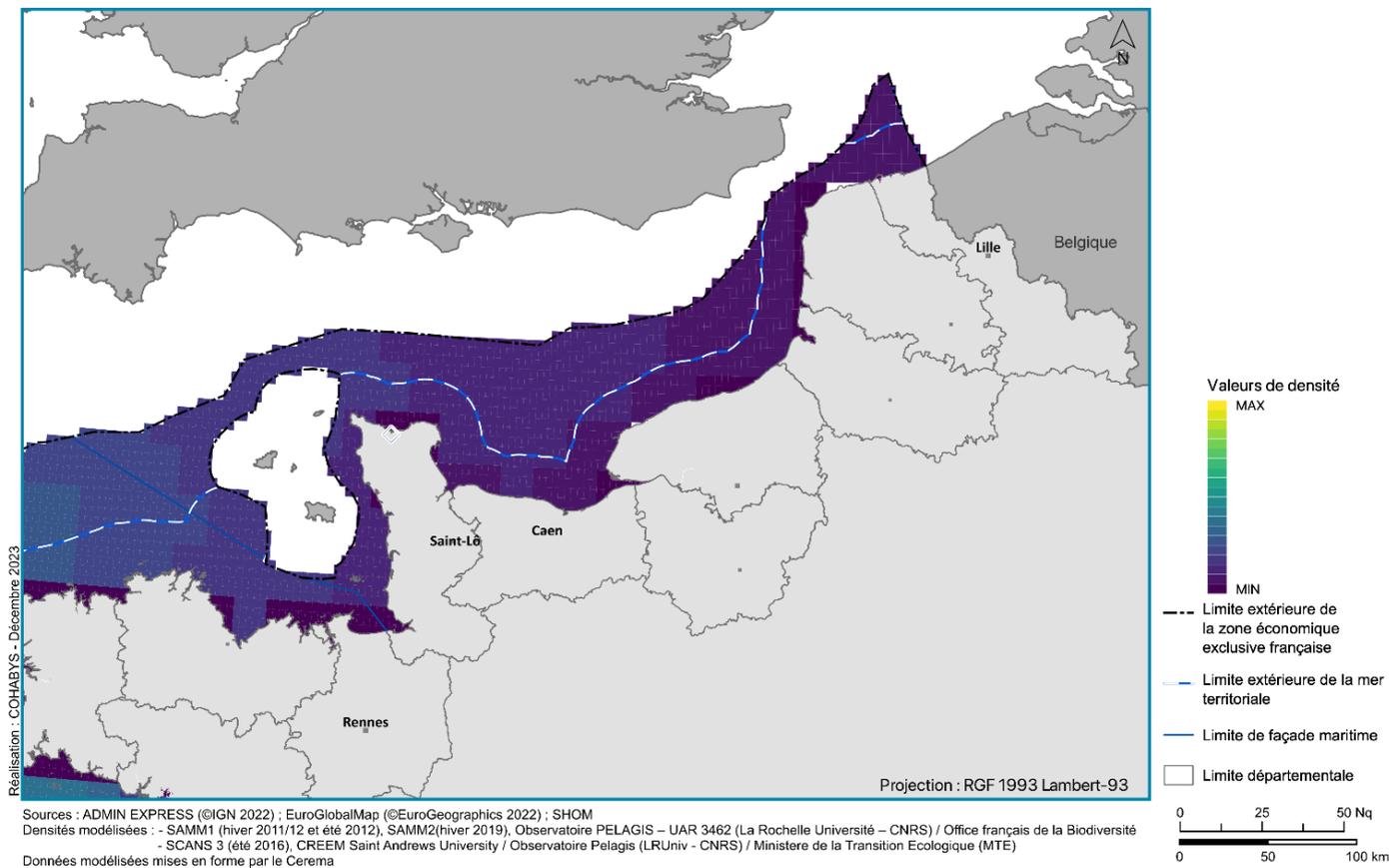


Figure 45. Carte de distribution des petits delphininés sur la façade

MEMN	NOTE D'ENJEUX	NOTE DE SENSIBILITE
Espèces/groupes	Domaine national Atlantique	note sur 3
Balénoptéridés*	6	3
Marsouin commun	3	3
Globicéphalinés	4	2
Grand dauphin	4,3	1
Petits delphininés	5,8	1

Tableau 6. Indice de responsabilité des mammifères marins sur la façade

Espèce	Acoustique	Modification habitat	Collision	Sensibilité maximale
Balénoptéridés	Forte	Forte	Forte	Forte
Marsouin commun	Forte	Moyenne	Faible	Forte
Globicéphalinés	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Grand dauphin	Faible	Forte	Faible	Faible
Petits delphininés	Faible	Faible	Faible	Faible
Phoque gris	Moyenne	Faible	Faible	Moyenne

Tableau 7. Niveau de sensibilité par pression des mammifères marins

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

	Questions / Remarques des experts du Conseil Scientifique	Élément de réponse/prise en compte
Habitats benthiques	<p>Les cartographies historiques et locales en Manche (Cabioch, CARTHAM, ZNIEFF) ont-elles été prises en compte ?</p>	<p>Les cartes 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 utilisés 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 élaborés pour le débat public. Le visualiseur dynamique mis à disposition par l'Etat sur Geolittoral accessible ici montre ainsi l'ensemble des espaces protégés et remarquables sur les façades.</p>
	<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>	<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 symbolologie 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 EUSeamp, 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 prêtes en fin de débat. Les données identifiées pour ce travail sont les suivantes : SAMM, CAPECET, Dunkrisk, SCANS, SPEE, CAMANOC, CGFS, EVHOE, IBTS, BOBECO, MOOSE, PELGAS, PELMED, ASI, MEGA OBS, 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>

Document stratégique de la façade Manche est – mer du Nord. Annexe 6. <https://www.dirm.memn.developpement-durable.gouv.fr/les-annexes-a988.html>

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

La Rivière, M., Aish, A., Gauthier, O., Grall, J., Guérin, L., Janson, A.-L., Labrune, C., Thibaut, T., & Thiébaud, 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., Thiébaud, 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 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>

La Rivière M., Hébert C., & Thiébaud E., 2023. Evaluation de la sensibilité de l'habitat "D3-1 Sables grossiers et graviers circalittoraux du large" ; in La Rivière M. & Hébert C., 2023. Evaluation de la

sensibilité des habitats marins benthiques de la Manche, de la mer du Nord et de l'Atlantique aux pressions physiques. *PatriNat* (OFB-MNHN-CNRS-IRD), Paris : 287-290.

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

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.

UICN. (2012). Catégories et Critères de la Liste rouge de l'UICN : 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>.

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'Keefe, E., Pesch, R., Pinder, J., Populus, J., Ridgeway, A., Sakellariou, D., Teaca, A., Tempera, F., Todorova, V., Tunesi, 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., Tershy, B. R., Tinker, M., VanderWerf, E. A., Williams, K. A., Young, L., & Zilliacus, 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>

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. (under review). Mapping seabird vulnerability to offshore wind farms from multiple data sources.

Fort, J., Pettex, E., Tremblay, Y., Lorentsen, S.-H., Garthe, S., Votier, S., Pons, J. B., et al. (2012). Meta-population evidence of oriented chain migration in northern gannets (*Morus bassanus*). *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(5), 237-242. <https://doi.org/10.1890/110194>.

Frederiksen, M., Moe, B., Daunt, F., Phillips, R. A., Barrett, R. T., Bogdanova, M. I., Boulinier, T., et al. (2012). Multicolony Tracking Reveals the Winter Distribution of a Pelagic Seabird on an Ocean Basin Scale. *Diversity and Distributions*, 18(6), 530-542. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00864.x>.

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>

Garthe, S., Huppopp, 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>

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>

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

Magnusdottir, E., Leat, E. H. K., Bourgeon, S., Strøm, H., Petersen, A., Phillips, R. A., Hanssen, S. A., Bustnes, J. O., Hersteinsson, P., & Furness, R. W. (2012). Wintering Areas of Great Skuas *Stercorarius Skua* Breeding in Scotland, Iceland and Norway. *Bird Study*, 59(1), 1-9. <https://doi.org/10.1080/00063657.2011.636798>.

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>

Observatoire PELAGIS – UAR 3462 (La Rochelle Université – CNRS) et Office français de la Biodiversité. SAMM1 (hiver 2011/12 et été 2012), SAMM2 (hiver 2019)

Pettex E. et al 2014. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine - Rapport final. PELAGIS-AAMP.

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>

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>

Serratos, 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.

Document stratégique de la façade Manche est – mer du Nord. Annexe 5. Carte de synthèse des enjeux écologique : <https://www.dirm.memn.developpement-durable.gouv.fr/les-annexes-a988.html>

Mammifères marins

ACCOBAMS Survey Initiative (hiver 2018)

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, F. J., 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., Airoidi, 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.

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

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.

Castège, I., & Hémerly, G. (2009). Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne: Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Mèze; Paris: Biotope Editions..

Certain, G., Ridoux, V., Van Canneyt, O., & Bretagnolle, V. (2008). Delphinid spatial distribution and abundance estimates over the shelf of the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 65, 656-666.

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

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

Gerondeau, M., Barbraud, C., Ridoux, V., & Vincent, C. (2007). Abundance estimate and seasonal patterns of grey seal (*Halichoerus grypus*) occurrence in Brittany, France, as assessed by photo-identification and capture-mark-recapture. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 87, 365-372.

Hammond, P. S., Lacey, C., Gilles, A., Viquerat, S., Börjesson, P., Herr, H., ... & Øien, N. (2017). Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys. *Wageningen Marine Research*.

Huon, M., Planque, Y., Jessopp, M. J., Cronin, M., Caurant, F., & Vincent, C. (2021). Fine-scale foraging habitat selection by two diving central place foragers in the Northeast Atlantic. *Ecology and Evolution*, 11, 12349–12363. <https://doi.org/10.1002/ece3.7934>

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.

Lambert, C., Pettex, E., Dorémus, G., Laran, S., Stéphan, E., Van Canneyt, O., & Ridoux, V. (2017). How does ocean seasonality drive habitat preferences of highly mobile top predators? Part II: The eastern North-Atlantic. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 141, 133-154.

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 II: The Bay of Biscay and the English Channel. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141: 20-30.

MacLeod, C. D., Brereton, T., & Martin, C. (2009). Changes in the occurrence of common dolphins, striped dolphins, and harbour porpoises in the English Channel and Bay of Biscay. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(5), 1059-1065.

Milon, E., Castège, I., 2016. Répartition des oiseaux marins et cétacés dans le sud du golfe de Gascogne. Centre de la Mer de Biarritz/Agence des Aires Marines Protégées, 155p

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. & Observatoire PELAGIS – UAR 3462 (La Rochelle Université – CNRS) et Office français de la Biodiversité. SAMM1 (hiver 2011/12 et été 2012), SAMM2 (hiver 2019)
- Pettex E. et al 2014. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine - Rapport final. PELAGIS-AAMP.
- Poncet, S., Francou, M., Hemon, A., Frémau, M. H., Elder, J. F., Gicquel, C., Monnet, S., Rault, C., Vincent, C. (2018). Recensement annuel des colonies et reposoirs de phoques en France pour l'année 2018. Réseau Phoque, OFB, 21p.
- 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.
- 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, P. S. (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. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.11.001>
- 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.
- Southall, B.L., Finneran, J.J., Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Nowacek, D.P. and Tyack, P.L., 2019. Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, 45(2), pp.125-232.
- Spitz, J., Cherel, Y., Bertin, S., Kiszka, J., Dewez, A., & Ridoux, V. (2011). Prey preference among the community of deep-diving odontocete from the Bay of Biscay, Northeast Atlantic. *Deep Sea Research I*, 58, 273-282.
- Spitz, J., Richard, E., Meynier, L., Pusineri, C., & Ridoux, V. (2006). Dietary plasticity of the oceanic striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the neritic waters of the Bay of Biscay. *Journal of Sea Research*, 55, 309-320.
- 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.
- 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.
- Vincent, C., Huon, M., Caurant, F., Dabin, W., Deniau, A., Dixneuf, S., & Hemon, A., 2017, Grey and harbour seals in France: Distribution at sea, connectivity and trends in abundance at haulout sites. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, vol.141, p.294-305.

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.

Document stratégique de la façade Manche est – mer du Nord. Annexe 5. Carte de synthèse des enjeux écologique : <https://www.dirm.memn.developpement-durable.gouv.fr/les-annexes-a988.html>

Sources des images

Figures 2, 3, 12 et 17 [Schéma méthodologiques], icône de loupe : Freepik, Flaticon.com

Figure 11. Photo Acquisition d'observations en mer par suivi aérien : A. Chevalier/Observatoire Pelagis/AAMP/SAMM