



RAPPORT

# Projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée

Etude bibliographique environnementale

juin 2021

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**creocean**  
Environnement & océanographie



## CLIENT : Ministère de la transition écologique

COORDONNÉES	Tour Sequoia 1 place Carpeaux 92800 PUTEAUX Tél. : 01.40.81.21.22
INTERLOCUTEUR	<b>Madame Adeline MORLIERE</b> Tél. : 01.40.81.10.32 E-mail : <a href="mailto:adeline.morliere@developpement-durable.gouv.fr">adeline.morliere@developpement-durable.gouv.fr</a>

---

## 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 : <a href="mailto:creocean@creocean.fr">creocean@creocean.fr</a>
INTERLOCUTEUR	<b>Monsieur Thibault SCHVARTZ</b> Tél. : 05.46.41.12.10 E-mail : <a href="mailto:schvartz@creocean.fr">schvartz@creocean.fr</a>

---

## RAPPORT

TITRE	<b>Projet d'éoliennes flottantes en Méditerranée Etude bibliographique environnementale</b>
N° DE COMMANDE	/
NOMBRE DE PAGES TOTAL	143
NOMBRE D'ANNEXES	9

---

## VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
200705	V1	25/06/2021	TSC	TSC

---



## Sommaire

<b>1. Présentation du dossier</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1. Contexte – le débat public du sixième appel d’offre éolien en mer</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2. Contenu du dossier</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3. Périmètre de l’étude</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Une gestion intégrée de la mer et du littoral</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1. Aires marines protégées</b> .....	<b>6</b>
2.1.1. Zone d’étude en mer A .....	6
2.1.2. Zone d’étude en mer B .....	6
2.1.3. Zone d’étude en mer C .....	6
2.1.4. Zone d’étude en mer D .....	7
<b>2.2. Espaces naturels faisant l’objet d’un inventaire en raison de leur caractère remarquable</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3. Enjeux environnementaux au-delà des zones d’étude en mer</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Analyse bibliographique environnementale des zones d’étude en mer pour les parcs éoliens et leurs raccordements en mer</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1. Description environnementale et définition des enjeux liés au milieu physique</b> .....	<b>9</b>
3.1.1. Qualité des sédiments .....	9
3.1.2. Qualité des eaux.....	11
3.1.3. Qualité de l’air.....	14
3.1.4. Contexte acoustique .....	16
<b>3.2. Description environnementale et définition des enjeux liés à la biodiversité</b> .....	<b>20</b>
3.2.1. Les concepts utilisés dans l’étude.....	20
3.2.2. Les différentes représentations.....	21
3.2.3. Avifaune .....	22
3.2.4. Chiroptères.....	34
3.2.5. Mammifères marins .....	36
3.2.6. Tortues marines.....	56
3.2.7. Poissons, mollusques, crustacés et invertébrés benthiques .....	63
3.2.8. Habitats benthiques .....	73
<b>3.3. Synthèse des niveaux d’enjeu et de la sensibilité du projet vis-à-vis des thèmes étudiés</b> .....	<b>79</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>83</b>

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN**  
**MEDITERRANEE**

---

## Liste des Figures

<i>Figure 1.1. Carte de localisation des zones d'études</i> .....	4
<i>Figure 2.1. Carte des espaces de protection et d'inventaire</i> .....	5
<i>Figure 3.1. Carte de synthèse de la qualité des sédiments</i> .....	10
<i>Figure 3.2 : Carte de synthèse de la qualité des eaux</i> .....	13
<i>Figure 3.3 : Rayonnement d'une source sonore et impacts en fonction de la distance</i> .....	17
<i>Figure 3.4. Carte des enjeux de l'avifaune marine en toutes saisons</i> .....	30
<i>Figure 3.5. Carte du risque d'effets sur l'avifaune marine en toutes saisons</i> .....	31
<i>Figure 3.6. Représentation simplifiée de l'utilisation du milieu marin par les chiroptères</i> .....	35
<i>Figure 3.7. Carte des enjeux pour les petits cétacés pour les deux saisons</i> .....	47
<i>Figure 3.8. Carte des enjeux pour le grand dauphin pour les deux saisons</i> .....	48
<i>Figure 3.9. Carte de risque d'effets pour les petits cétacés toutes saisons confondues</i> .....	49
<i>Figure 3.10. Carte de risque d'effets pour les grands dauphins toutes saisons confondues</i> ....	50
<i>Figure 3.11. Distribution des observations de tortues marines dans la SRM Méditerranée entre 1954 et 2010 (Claro et al., 2012)</i> .....	57
<i>Figure 3.12. Observations de tortues caouanne dans la SRM Méditerranée entre 2007 et 2019 (Casale et al., 2020). (Points verts : observations en mer ; points marrons : captures accidentelles ; points jaunes : échouages)</i> .....	58
<i>Figure 3.13. Kernel de densité appliqué aux suivis télémétriques de tortues caouannes entre 2008 et 2017 (Poisson et al., 2017 ; Poisson et al., 2018)</i> .....	59
<i>Figure 3.14. Carte du risque d'effets des zones de frayères pour les poissons</i> .....	66
<i>Figure 3.15. Carte du risque d'effets des zones de nourriceries pour les poissons</i> .....	67
<i>Figure 3.16. Carte du risque d'effets pour les crustacés</i> .....	68
<i>Figure 3.17. Carte du risque d'effets pour les mollusques et la carte d'incertitude associée</i> ....	69
<i>Figure 3.18. Carte du risque d'effets pour les invertébrés benthiques</i> .....	70
<i>Figure 3.19. Carte du risque d'effets global pour les poissons, mollusques et crustacés</i> .....	71
<i>Figure 3.20. Illustration des fonds vaseux du golfe du Lion</i> .....	74
<i>Figure 3.21. Carte du risque d'effets pour les habitats benthiques</i> .....	77



## Liste des tableaux

<b>Tableau 1. Abondance estimée pour les principales espèces de cétacés lors des campagnes SAMM 1 dans le golfe du Lion (Laran et al., 2017).....</b>	<b>36</b>
<b>Tableau 2. Valeurs des sensibilités aux trois effets potentiels identifiés par espèce/groupe d'espèces et sensibilité cumulée associée .....</b>	<b>44</b>
<b>Tableau 3. Correspondance entre le facteur correcteur et la valeur de sensibilité cumulée aux trois effets potentiels .....</b>	<b>45</b>
<b>Tableau 4. Valeurs de correction attribuées aux différentes espèces/groupes d'espèces.....</b>	<b>45</b>
<b>Tableau 5. Statut des espèces de tortues observées en Méditerranée (Claro et al., 2012 ; Casale et al., 2020) .....</b>	<b>56</b>
<b>Tableau 6. Abondance estimée pour les tortues à écailles lors des campagnes SAMM 1 et 2 en Méditerranée (Laran et al., 2020).....</b>	<b>57</b>
<b>Tableau 7. Récapitulatif des sensibilités aux effets potentiels principaux associés à l'éolien flottant pour les tortues marines .....</b>	<b>62</b>
<b>Tableau 8. Valeurs de correction attribuées aux différentes espèces/groupes d'espèces.....</b>	<b>62</b>
<b>Tableau 9. Liste des espèces de mammifères marins intégrées aux analyses, indice de responsabilité hiver et été, indice de sensibilité à l'enchevêtrement, aux perturbations acoustiques, à la modification d'habitat.....</b>	<b>100</b>



## Liste des annexes

<i>Annexe 1. Glossaire de la thématique biodiversité</i> .....	84
<i>ANNEXE 2. Objectifs environnementaux</i> .....	87
<i>ANNEXE 3. Etude bibliographique - Les bonnes pratiques préconisées par la Commission européenne</i> .....	93
<i>ANNEXE 4. Avifaune</i> .....	95
<i>ANNEXE 5. Mammifères marins</i> .....	100
<i>ANNEXE 6. Poissons, crustacés et mollusques</i> .....	105
<i>ANNEXE 7. habitats benthiques</i> .....	111
<i>ANNEXE 8. Retour d'Expérience – Site de Floatgen</i> .....	119
<i>ANNEXE 9. Prise en compte des recommandations du Conseil Scientifique de Méditerranée</i>	121

## 1. Présentation du dossier

### 1.1. Contexte – le débat public du sixième appel d'offre éolien en mer

La loi Énergie Climat se fixe pour objectif d'atteindre 33 % d'énergie renouvelable dans le mix énergétique en 2030 et 40 % d'électricité renouvelable dans le mix électrique. L'éolien en mer, posé et flottant, est une énergie importante pour l'atteinte de ces objectifs.

Sept premiers parcs ont été attribués par trois premiers appels d'offres (AO) en 2012, 2014 et 2019, représentant 3,6 GW environ. Ces parcs sont situés au large de Saint-Nazaire, Fécamp, Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc (parcs attribués en 2012), Dieppe–Le Tréport et Yeu–Noirmoutier (parcs attribués en 2014) et Dunkerque (le plus récent avec une désignation du lauréat en juin 2019).

La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) détermine l'année de lancement, la façade maritime concernée, et la puissance maximale des projets éoliens en mer faisant l'objet des prochaines procédures de mise en concurrence (ou appel d'offres – AO).

Le projet de PPE pour la période 2019-2023 prévoit les appels d'offres suivants :

- En 2020 : lancement de la procédure d'AO pour un parc éolien posé de 1GW au large de la Normandie (dit AO4) ;
- En 2021 : sélection d'un lauréat pour construire un projet de parc éolien flottant de 250 MW au large de la Bretagne Sud (dit AO5) ;
- En 2022 : sélection d'un lauréat pour construire deux projets de parc éolien flottant de 250 MW chacun en Méditerranée (dit AO6) ;
- En 2023 : sélection d'un lauréat pour construire un projet de parc éolien posé de 1 à 1,5 GW au large d'Oléron (dit AO7) ;
- A partir de 2024 : sélection d'un lauréat pour construire un projet de parc de 1GW par an.

Les Documents Stratégiques de Façade (DSF) planifient l'utilisation des espaces marins. Les DSF contiennent une carte des vocations qui détermine, en les priorisant, les usages possibles de l'espace marin, dont celui du développement de l'éolien en mer. Le DSF pour la Méditerranée a été adopté le 4 octobre 2019.

En Méditerranée, les travaux de concertation spécifiques réalisés sous pilotage de la DIRM en 2018 sur le développement de l'éolien flottant ont été intégrés au document stratégique de façade et à sa carte des vocations.

Sur la base des éléments de programmation de la PPE, et de planification du DSF, l'État détermine ainsi une zone d'étude en mer sur laquelle porte la consultation du public. Il s'agit d'une zone, au sein des zones à vocation du DSF, en capacité d'accueillir de potentiels projets éoliens en mer.

La présente étude concerne la réalisation de l'étude bibliographique de la zone d'étude en mer, et de la zone en mer du raccordement associé en Méditerranée, pour l'acoustique aérienne et sous-marine, la qualité de l'air, de l'eau et des sédiments et les écosystèmes marins.

**Ce document à visée pédagogique est destiné au public afin de lui porter à connaissance toute information pouvant lui permettre de donner son avis sur le choix des futures zones pour la procédure de mise en concurrence.**

## 1.2. Contenu du dossier

L'État souhaite faire construire deux parcs d'éoliennes flottantes en Méditerranée. Ils auront chacun une puissance de 250 MW, et bénéficieront à terme d'une extension de 500 MW, ce qui portera la puissance installée de chaque parc à 750 MW dans le golfe du Lion en Méditerranée.

Pour fournir les informations nécessaires à la conduite de cette démarche, l'État recense les données environnementales et socio-économiques, puis mène des analyses de façon spatialisée. Ce travail est réalisé dans la continuité de celui effectué dans le cadre du DSF mais à un niveau de détail plus précis. Le travail sur les données socio-économiques est pris en charge par l'État et ses organismes. L'État a retenu CREOCEAN pour effectuer ce travail sur la dimension environnementale, ce qui correspond au présent dossier. La présente étude bibliographique, de la zone d'étude en mer et du raccordement en mer associé, présente les enjeux pour l'acoustique sous-marine et aérienne, la qualité de l'eau et des sédiments, les tortues et les chiroptères et évalue et spatialise les enjeux, la sensibilité et le risque d'effets\* pour les oiseaux, les mammifères marins, les poissons, mollusques et crustacés et les habitats benthiques\*.

Les termes suivi d'un astérisque sont définis dans un glossaire en annexe 1. L'astérisque n'est pas répété après sa première occurrence pour une meilleure lisibilité

## 1.3. Périmètre de l'étude

L'État, en concertation avec les acteurs locaux, a identifié des zones propices à l'implantation de ce projet constituée :

- D'une zone d'étude en mer, propice à l'implantation de parcs d'éoliennes flottantes composée de 4 zones distinctes appelées zone d'étude en mer A (ZMA), zone d'étude en mer B (ZMB), zone d'étude en mer C (ZMC) et zone d'étude en mer D (ZMD).
- D'une zone d'étude pour le raccordement électrique, comprenant :
  - o La zone d'étude pour le raccordement en mer, découpée en 4 zones d'étude, appelées zone d'étude pour le raccordement en mer A (ZRMA), zone d'étude pour le raccordement en mer B (ZRMB), zone d'étude pour le raccordement en mer C (ZRMC) et zone d'étude pour le raccordement en mer D (ZRMD).
  - o La zone d'étude pour le raccordement à terre, découpée en 4 zones d'étude, appelées zone d'étude pour le raccordement à terre A (ZRTA), zone d'étude pour le raccordement à terre B (ZRTB), zone d'étude pour le raccordement à terre C (ZRTC) et zone d'étude pour le raccordement à terre D (ZRTD).
- L'expression « aire d'étude en mer » renvoie à un périmètre d'étude élargi, qui comprend notamment la zone d'étude en mer (pour le parc éolien) et la zone d'étude pour le raccordement en mer.

L'ensemble des zones d'études sont présentées dans la carte suivante.

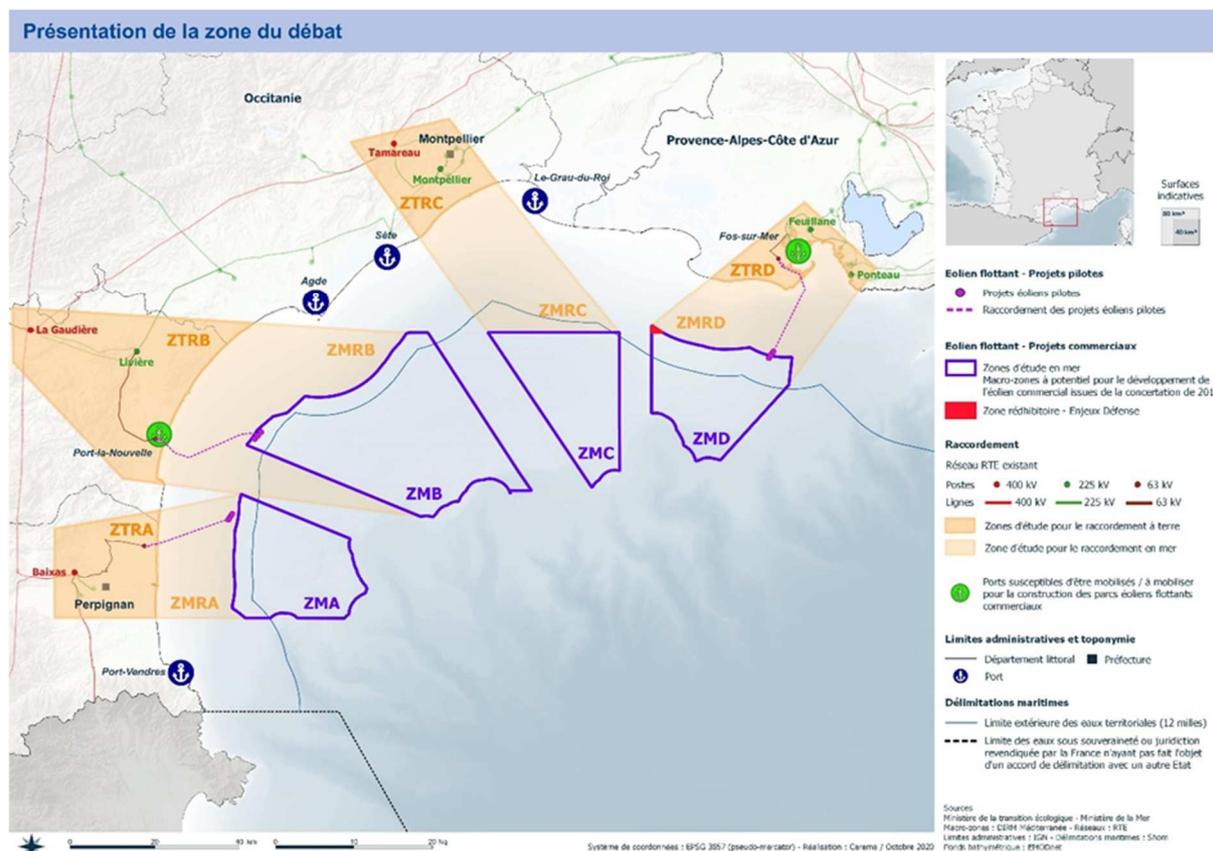


Figure 1.1. Carte de localisation des zones d'études

Le choix de zones à l'issue du débat public prendra en compte les espèces présentes, leur densité et leur sensibilité\*, quand les données sont disponibles, aux effets\* d'un parc éolien en mer. Ainsi, **les zones les moins densément peuplées et avec les espèces les moins sensibles aux effets d'un parc éolien en mer seront privilégiées**, ce qui constituera une mesure d'évitement dès la planification pour choisir les zones de projet.

Au-delà du choix des zones de projet, des mesures seront ensuite mises en œuvre à chaque étape des projets pour éviter, réduire et compenser les effets potentiels des parcs éoliens et de leurs raccordements sur les écosystèmes marins et littoraux.

Ainsi, dès l'issue du débat public, l'État lancera conjointement avec RTE des études environnementales, comprenant des mesures *in situ*, permettant d'avoir une connaissance fine des zones de projet. Ces études seront transmises aux candidats de la procédure de mise en concurrence afin qu'ils puissent les prendre en compte dans l'élaboration de leurs offres et ainsi intégrer ces données sur l'état actuel de l'environnement dès les premières phases de la conception.

Lorsque le lauréat déposera une demande d'autorisation, le dossier de demande d'autorisation comportant l'étude d'impact\* sera porté à la connaissance du public dans le cadre de l'enquête publique.

## 2. Une gestion intégrée de la mer et du littoral

Pour protéger la biodiversité terrestre et marine, la France dispose d'outils de gestion des milieux marin et terrestre ainsi que des espaces littoraux. Aussi, certaines zones en mer vont avoir un statut particulier reflétant la richesse de la faune et la flore en son sein. Elles correspondent pour le milieu marin :

- Aux aires marines protégées (AMP), délimitant des espaces en mer pour fixer des objectifs de protection de la nature à long terme ; il en existe différents types, listés dans le Code de l'environnement ;
- Aux zones d'inventaires servant d'outils d'aide à la décision :
  - o Les zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF\*) sont des zones inventoriées en raison de leur grand intérêt écologique ;

L'implantation recherchée pour la future implantation de parcs éoliens flottants en mer Méditerranée et de leurs raccordements tient compte de ce cadre.

La carte ci-dessous présente les AMP et les ZNIEFF situées dans le golfe du Lion y compris des zones espagnoles :

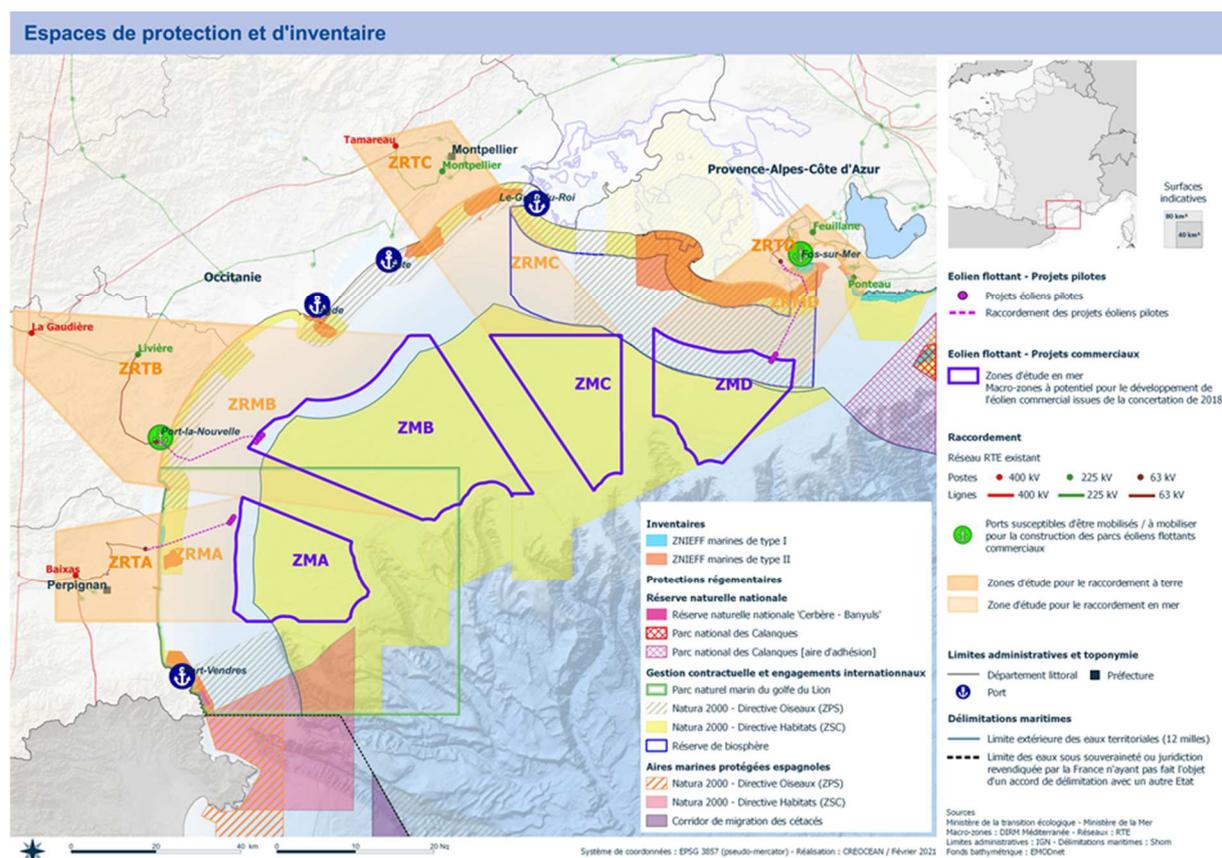


Figure 2.1. Carte des espaces de protection et d'inventaire

Par mesure de précaution, pour les sites dont l'homologation est en cours, leur futur statut a été considéré pour élaborer cette carte.

## 2.1. Aires marines protégées

La préservation des milieux marins et littoraux est un engagement fort pris par la France, décliné notamment à travers la stratégie nationale pour la création et la gestion des aires marines protégées, adoptée en 2007 et révisée en 2012. Cette stratégie s'inscrit dans la continuité des lois Grenelle instaurant une politique maritime intégrée et dans celle de la directive-cadre européenne Stratégie pour le Milieu Marin tout en s'inscrivant dans la Stratégie nationale pour la biodiversité. La nouvelle Stratégie nationale pour les aires protégées 2030 rassemble l'ensemble des aires protégées en mer, comme sur terre, dans les outre-mer comme en métropole.

Les aires marines protégées, dont les différents types sont listés dans le Code de l'environnement, sont des espaces délimités en mer au sein duquel un objectif de protection de la nature à long terme a été défini. Chaque aire marine protégée a une gouvernance et des finalités de protection qui lui sont propres. Cependant un certain nombre de mesures de connaissance et de gestion sont généralement mises en œuvre dans ces espaces : suivi scientifique, programme d'actions, chartes de bonnes pratiques, protection du domaine public maritime, réglementations, surveillance, information du public, etc.

Leur objectif de protection peut être compatible avec un développement économique raisonné, et en ce sens tous les acteurs sont impliqués dans leur mode de gouvernance. Ainsi, certaines catégories d'AMP affichent des objectifs de soutien aux activités maritimes importantes d'un point de vue socio-économique et culturel dans une démarche de développement. Sur le plan juridique, seuls les parcs naturels marins, les parcs nationaux et les sites du Conservatoire du littoral affichent une finalité de développement durable des usages. L'aspect socio-économique est néanmoins pris en considération dans les autres catégories comme pour les sites Natura 2000 avec les Zones de Protection Spéciale (ZPS) créées au titre de la directive Européenne « Oiseaux » et les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) créées au titre de la directive Européenne « Habitats » (DHFF). Par contre, certaines catégories d'aires marines protégées peuvent être très restrictives pour l'exercice des usages en mer, en raison d'enjeux de protection très forts. C'est le cas des réserves naturelles ou des arrêtés de protection de biotope.

### 2.1.1. Zone d'étude en mer A

La ZMA se situe dans le périmètre du Parc naturel marin du golfe du Lion, ainsi que sur deux sites d'importances communautaires (SIC) : « Grands dauphins du golfe du Lion », et dans une moindre mesure, « Récifs des canyons Lacaze-Duthiers, Pruvot et Bourcart ». Elle se trouve également à proximité de la ZPS « Cap Béar – cap Cerbère » et des ZPS et ZSC présentes au niveau de la frontière espagnole.

La ZRMA se situe dans le périmètre du Parc naturel marin du golfe du Lion et recoupe la ZCS « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ».

### 2.1.2. Zone d'étude en mer B

Une partie de la ZMB, au Sud-Est, se situe dans le périmètre du Parc naturel marin du golfe du Lion. Elle se situe également sur le SIC « Grands dauphins du golfe du Lion ».

La ZRMB se situe en partie Sud dans le périmètre du Parc naturel marin du golfe du Lion et recoupe la ZPS « Côte languedocienne » et la ZSC « Côte sableuse de l'infralittoral Languedocien ».

### 2.1.3. Zone d'étude en mer C

La ZMC se situe au sein du SIC « Grands dauphins du golfe du Lion ». Elle se trouve également à l'extrémité Sud de la ZPS « Camargue ».

La ZRMC recoupe trois zones Natura 2000 : la ZPS « Côte languedocienne » et les ZSC « Posidonies de la côte palavasienne » et « Camargue ».

#### 2.1.4. Zone d'étude en mer D

La ZMD se situe au sein du site Natura 2000 (SIC) « Grands dauphins du golfe du Lion ».

Elle se situe également sur une partie du site Natura 2000 en mer (ZPS) « Camargue ».

La zone d'étude pour le raccordement en mer (ZRMD) recoupe la ZSC « Camargue ».

Le tableau suivant résume le croisement entre les zones de l'aire d'étude en mer et les AMP :

AMP	ZMA	ZMB	ZMC	ZMD	ZRMA	ZRMB	ZRMC	ZRMD
Parc naturel marin du golfe du Lion	X	X			X	X		
SIC « Grands dauphins du golfe du Lion »	X	X	X	X				
SIC « Récifs des canyons Lacaze-Duthiers, Pruvot et Bourcart »	X							
ZCS « Prolongement en mer des cap et étang de Leucate ».					X			
ZPS « Camargue			X	X			X	X
ZPS « Côte languedocienne »						X	X	
ZSC « Côte sableuse de l'infralittoral Languedocien »						X		
ZSC « Posidonies de la cote palavasienne »							X	

## 2.2. Espaces naturels faisant l'objet d'un inventaire en raison de leur caractère remarquable

Une réserve de Biosphère « Camargue » concerne la ZMD.

Pour les quatre zones d'étude pour le raccordement en mer, cinq ZNIEFF marines sont recensées :

- ZNIEFF marine de type I « Herbiers à cymodocées du Barcarès » et ZNIEFF marine de type II « banc rocheux du Barcarès » à proximité de la zone d'atterrage de la ZRMA ;
- ZNIEFF marine de type II « zone marine agathoise » et « les Aresquiers » à proximité de la zone d'atterrage de la ZRMB ;
- ZNIEFF marine de type II « les Aresquiers » et « Plateau rocheux de Palavas-Carnon » à proximité de la zone d'atterrage de la ZRMC ;
- ZNIEFF marine de type I « Anse de Carteau » et ZNIEFF marine de type II « They de la Gracieuse », « du Rhône vif à Beauduc », « Fond du golfe de Beauduc », « de Beauduc au grand Rhône » au niveau de la zone d'atterrage de la ZRMD ;
- ZNIEFF marine de type II « They de la Gracieuse » au niveau de la zone d'atterrage de la ZRMD.

## 2.3. Enjeux environnementaux au-delà des zones d'étude en mer

Au-delà des aires marines protégées et des espaces naturels identifiés au sein des zones d'étude en mer, et des atterrages pressentis, des enjeux environnementaux subsistent de part et d'autre des zones d'étude en mer :

À la frontière espagnole, au Sud de la zone d'étude en mer A, se situent :

- Deux sites Natura 2000 de la Directive « Oiseaux », un côté français (ZPS FR9112034 Cap Bear – Cap Cerbère) et l'autre côté espagnol, le long du littoral.
- Un site Natura 2000 de la Directive « Oiseaux », côté français (Oiseaux marins sud golfe du Lion)
- Un site Natura 2000 de la Directive « Habitats » côté Espagnol.
- Un corridor de migration\* des cétacés au large de l'Espagne, déclaré aire marine protégée en 2018 par le gouvernement espagnol.

A l'Est de la zone d'étude en mer D, se situent :

- **Huit sites Natura 2000 de la Directive « Habitats » du golfe de Fos à la rade d'Hyères :**
  - Un site entre le golfe de Fos et Marseille (ZSC FR9301999 « Côte Bleue Marine »).
  - Un site entre Marseille et Cassis (ZSC FR9301602 « Calanques et îles marseillaises – Cap Canaille et massif du Grand Caunet »).
  - Un site dans la baie de La Ciotat (ZSC FR9301998 « Baie de La Ciotat »).
  - Un site à Saint-Cyr-sur-Mer (ZSC FR9301609 « La Pointe Fauconnière »).
  - Trois sites entre Les îles des Embiez et le Cap Sicié (3 ZSC FR9302001 « Lagune du Brusca », FR9301610 « Cap-Sicié-Six Fours » et FR9301997 « Embiez – Cap Sicié »).
  - Un site de Carqueiranne au Lavandou (ZSC FR9301613 « Rade d'Hyères »).
- **Deux sites Natura 2000 de la Directive « Oiseaux » de Marseille à la rade d'Hyères :**
  - À Marseille (ZPS FR9312007 « Îles Marseillaises – Cassidaigne »).
  - De Carqueiranne au Lavandou (ZPS FR9310020 « Îles d'Hyères »).
- **Deux parcs nationaux :**
  - Le Parc national des Calanques.
  - Le Parc national de Port-Cros.

**Sources :**

**INPN :** <https://inpn.mnhn.fr/>

**Portail Interministériel cartographique :** <https://carto.picto-occitanie.fr/>

**Catalogue Interministériel de Données Géographiques :** <http://carto.geo-ide.application.developpement-durable.gouv.fr/>

## 3. Analyse bibliographique environnementale des zones d'étude en mer pour les parcs éoliens et leurs raccordements en mer

### 3.1. Description environnementale et définition des enjeux liés au milieu physique

#### 3.1.1. Qualité des sédiments

**La nature des sédiments en Méditerranée** est différente selon l'éloignement à la côte et la présence ou non d'un plateau capable de recevoir l'accumulation des sédiments. Le sable se retrouve sur la côte, en bordure externe du plateau continental\* formant des dunes reliques, ainsi qu'au débouché des canyons du Var et de la marge Corse. La roche affleure localement, essentiellement dans la partie orientale de la zone, de Marseille à la frontière italienne, et sur le pourtour de la Corse.

**L'intégrité des fonds** est soumise aux activités humaines (utilisation des engins trainants pour la pêche, l'artificialisation du littoral et le mouillage des navires de plaisance par ancrage) générant 4 pressions majeures sur les fonds : (i) l'étouffement et le colmatage, (ii) la modification de la nature du fond et la turbidité, (iii) l'abrasion\* et enfin (iv) l'extraction sélective de matériaux.

**Le niveau de contamination des fonds marins** est évalué par des campagnes réalisées par l'Ifremer dans le cadre du Réseau d'Observation de la Contamination Chimique dans le Sédiment (ROCCHSED). De par leur composition, les sédiments vaseux ont un pouvoir d'adsorption des particules important et ils ont donc une capacité plus importante à fixer les polluants. La répartition des polluants dans le sédiment est donc liée aussi à sa granulométrie. Une contamination métallique (Nickel) est relevée sur l'ensemble de la Méditerranée (Occitanie, PACA et Corse). D'autre part, 4 zones géographiques (hors Corse) ont été identifiées pour lesquelles le sédiment présente des niveaux de contamination élevés : (i) la zone de Marseille au sens large (métaux) avec des valeurs extrêmes devant l'émissaire de Cortiou (métaux, phénanthrène et polychlorobiphényles), (ii) la grande rade de Toulon pour les hydrocarbures (HAP), le plomb et le mercure, (iii) la rade de Villefranche pour le plomb, le mercure et les HAP, (iv) la zone de l'aéroport de Nice et dans une moindre mesure la zone d'Antibes pour les HAP.

A l'embouchure du Rhône, d'après les données de l'Institut de de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, on observe une légère radioactivité des sédiments d'origine naturelle (érosion des roches du Massif Central et du Massif du Mont-Blanc). Cette radioactivité est extrêmement faible et ne représente aucun danger pour l'environnement.

Compte de la nature des sédiments dominés par les vases non contaminées et leur importante distance par rapport aux sources de contaminations situées à la côte, l'enjeu est faible.

<b>Synthèse</b>	Les 4 zones d'étude en mer identifiées dans le cadre des projets éoliens ne sont pas concernées par les contaminations côtières identifiées précédemment. Seules les zones de raccordement des câbles peuvent être concernées.		
<b>Niveau d'enjeu</b>	Faibles		
<b>Sensibilité vis-à-vis du projet</b>	La phase travaux sera la plus concernée par une remise en suspension des particules en particulier sur les zones d'atterrage présentant les principaux enjeux. En raison de la granulométrie des sédiments, ce qui leur confère une moindre capacité d'absorption des pollutions, la ZRMA est la zone où le risque d'effets est le plus faible. La sensibilité est donc évaluée à Modérée.		
<b>Légende</b>	Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s

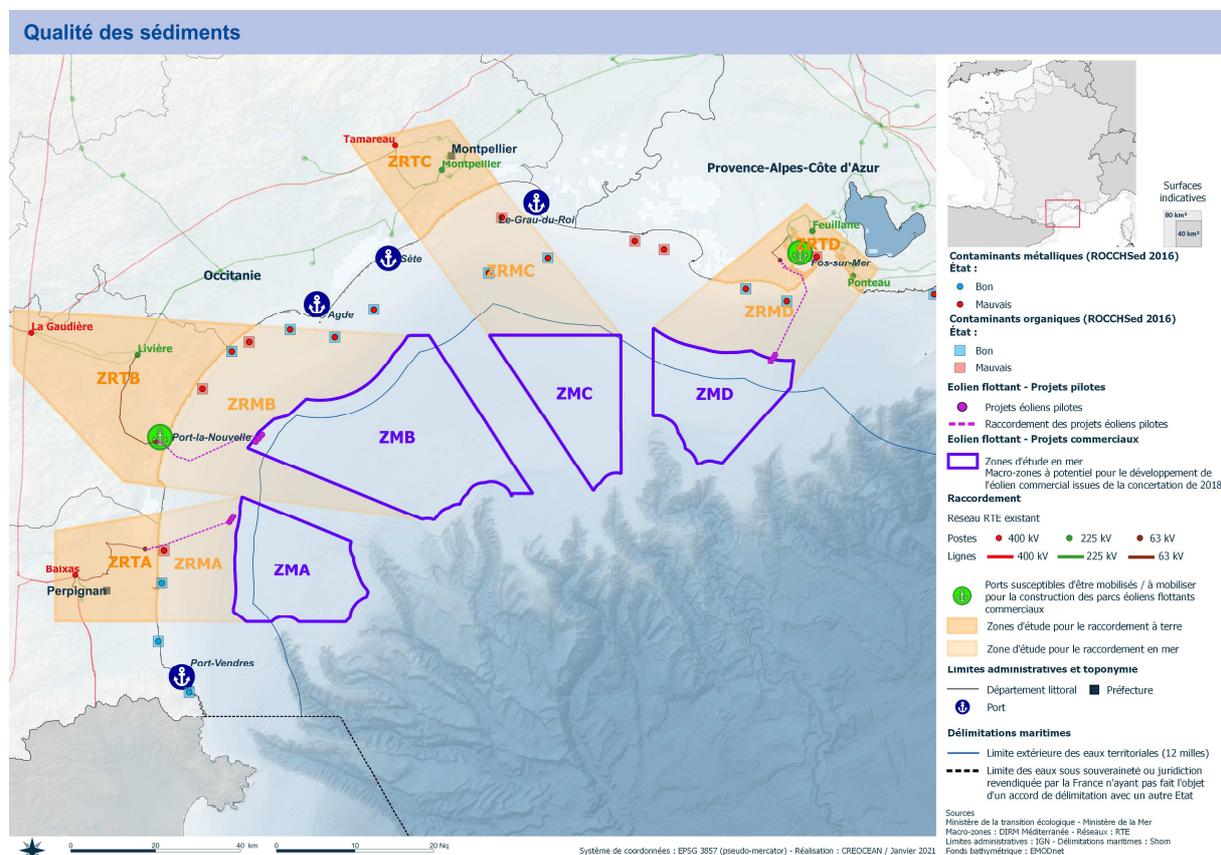


Figure 3.1. Carte de synthèse de la qualité des sédiments

## Sources

**CEREMA 2014.** Évaluation Environnementale Stratégique du Plan d'Action pour le Milieu Marin de la sous-région marine Méditerranée Occidentale, CEREMA, Direction Territoriale Méditerranée, Août 2014.

**Garlan T. et Marchès E. 2015.** Nature des fonds marins / SRM MO, rapportage DCSMM\*, 6 p.

**IFREMER 2018.** Rapport de synthèse de la campagne d'évaluation de la qualité chimique des sédiments (ROCCHSED) 2016 en Méditerranée.

**IRSN,** Constat Radiologique Méditerranée, Décembre 2020.

### 3.1.2. Qualité des eaux

**La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE)**, établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau et la gestion des écosystèmes. L'objectif est d'atteindre un bon état écologique et chimique des eaux souterraines, des eaux douces de surface et des eaux côtières et de transition (lagunes notamment) en 2015 et 2021, sauf dérogation (2027), et de mettre en place un programme de surveillance des masses d'eau définies.

Le littoral de chaque bassin hydrographique est découpé en masses d'eau côtières et de transition qui sont des unités géographiques et hydrologiques naturelles cohérentes définies sur la base de critères physiques ayant une influence avérée sur la biologie (critères hydrodynamiques et critères sédimentologiques).

L'atteinte du bon état des masses d'eau est évaluée à travers son état écologique (biologique et physico-chimique) et son état chimique (liste de polluants).

**La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM)** a été adoptée le 17 juin 2008 (Directive 2008/56/CE) dans le but de définir une « stratégie pour le milieu marin » au niveau communautaire. La DCSMM fixe les principes qui doivent être suivis par les États membres de l'Union européenne afin d'atteindre un bon état écologique des eaux marines d'ici 2020.

Les 4 zones d'étude en mer appartiennent à la sous-région marine « Méditerranée Occidentale » concernée par cet objectif de qualité fixé pour les eaux marines. Une évaluation initiale des eaux marines a été réalisée en 2012 sur tous les domaines océaniques (de la côte aux abysses) et sur la plupart des compartiments (eau, matière vivante et sédiment).

**La qualité physico-chimique des eaux** est fonction des pressions exercées sur le milieu marin, notamment des flux d'apports à la mer d'origine naturelle comme anthropique.

Le Rhône correspond à la principale source d'apports à la mer compte tenu de son débit et de son caractère structurant pour la Méditerranée occidentale. Les activités agricoles et industrielles (agro-alimentaire, chimie, papeterie, etc.) sont nombreuses le long du Rhône. Le principal problème de pollution est lié aux flux de substances (solvants, métaux, HAP et pesticides) dont les concentrations augmentent progressivement de l'amont vers l'aval, notamment à la confluence entre le Rhône et les rivières de la Saône et de l'Isère. Environ 60% des contributions à la pollution toxique en mer Méditerranée (façade française) proviennent du fleuve. Le long du littoral, les rejets des stations d'épuration domestiques et industrielles tout comme les rejets portuaires constituent à l'échelle de la sous-région marine une source moindre de pollution même si elle est significative à la côte.

Du point de vue des **contaminations chimiques** dans les bivalves et mollusques (**Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du Littoral, ROCCH**), l'Occitanie est surtout marquée par la contamination historique au cadmium dans l'étang de Bages-Sigean (hors zone d'étude). Une teneur élevée en plomb est également observée au débouché de l'Hérault et dans l'étang de l'Ayrolle. En PACA/Corse, les zones urbaines et portuaires (Fos, Marseille, Toulon, Ajaccio) peuvent montrer des teneurs élevées au plomb (baie du Lazaret à Toulon, île de Pomègues en baie de Marseille) et au mercure (baie du Lazaret à Toulon).

Par ailleurs, la **qualité phytoplanctonique** des masses d'eau est globalement bonne à l'exception des lagunes méditerranéennes. Des épisodes toxiques (*Dinophysis*) sont observés en Occitanie au niveau de la côte de Palavas et sur l'étang de Salses-Leucate (hors zone d'étude).

Sur le bassin méditerranéen, le **classement des zones de production conchylicoles** est basé sur les données du Réseau de contrôle Microbiologique (REMI). Globalement, la part des zones de production dont la qualité microbiologique est estimée à "très mauvaise" a augmenté sensiblement entre les périodes 2012-2015 et 2015-2017, passant de 27,3% à 35,5% sur le bassin de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse. Ces zones fréquemment impactées par des sources de pollution

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

---

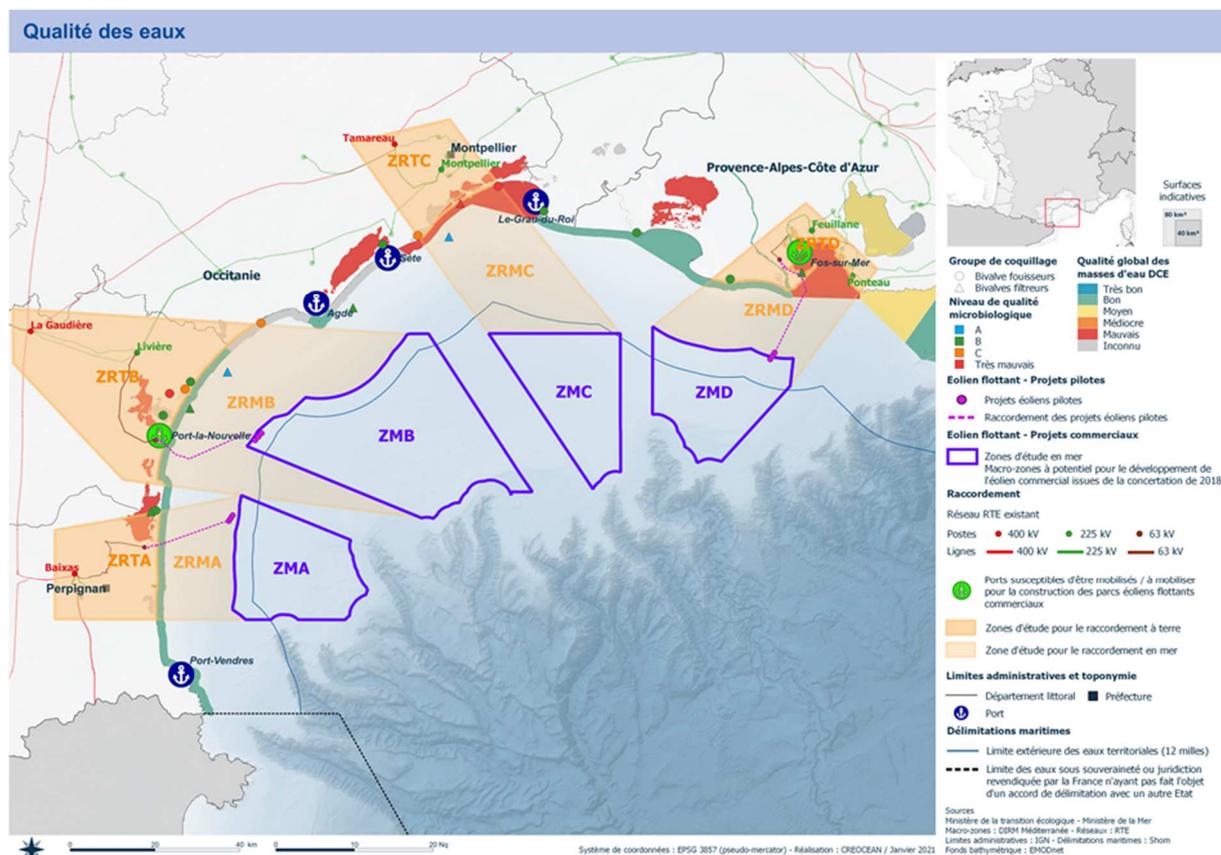
d'origine fécale, sont principalement localisées en milieu lagunaire (et non en milieu côtier) dans la région Occitanie.

L'analyse de tendance faite sur les dix dernières années, met en évidence une amélioration significative de la qualité microbiologique des zones conchylicoles localisés en mer au large de la côte héraultaise, et une dégradation de la qualité de certains coquillages (huîtres, moules) des zones de production de la baie du Lazaret en rade de Toulon (Var) et de l'étang du Prévost (Hérault).

Etant donné que les zones d'études sont situées au large dans des zones où les contaminations sont faibles, le niveau d'enjeu est considéré comme faible.

<b>Synthèse</b>	Les contaminations recensées concernent essentiellement les zones littorales (lagunes, débouchés de fleuves, delta du Rhône) et côtières où sont identifiées les principales activités anthropiques et ne concernent que les zones d'atterrage associées aux 4 zones d'étude en mer identifiées pour l'implantation de parcs éoliens.		
<b>Niveau d'enjeu</b>	Faible		
<b>Sensibilité vis-à-vis du projet</b>	La qualité de l'eau présente une sensibilité forte au projet liée aux pollutions accidentelles qui restent marginales mais à ne pas négliger en phase chantier. On note aussi en phase exploitation un apport plus ou moins important en aluminium en cas d'utilisation d'anodes sacrificielles. La sensibilité est donc évaluée comme Forte.		
<b>Légende</b>	Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE  
PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**



**Figure 3.2 : Carte de synthèse de la qualité des eaux**

**Sources :**

État des lieux du bassin Rhône-Méditerranée adopté par le comité de bassin du 6 décembre 2019 de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse.

Évaluation Environnementale Stratégique du Plan d'Action pour le Milieu Marin de la sous-région marine Méditerranée Occidentale, CEREMA, Direction Territoriale Méditerranée, Août 2014.

Synthèse Nationale de Surveillance de l'IFREMER (2012).

Tableau de bord du SDAGE Rhône-Méditerranée – version définitive pour comité de bassin du 28 juin 2019 », AERMC et « Évaluation environnementale stratégique du plan d'action milieu marin Méditerranée Occidentale » du CEREMA (2014).

Site de l'Agence de l'eau RMC : <https://www.eaurmc.fr/>

Site Corine Land Cover : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/corine-land-cover-0>

Site des données publiques : <https://www.data.gouv.fr/>

### 3.1.3. Qualité de l'air

#### 3.1.3.1. Milieu terrestre

La qualité de l'air est surveillée en France par des organismes agréés par le Ministère chargé de l'environnement. En l'occurrence, Atmo Occitanie et Atmo Sud surveillent la qualité de l'air, respectivement en Occitanie et en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Cette surveillance est réalisée par **des mesures et des modélisations de polluants réglementés**. Le code de l'environnement fixe ainsi les polluants à surveiller et des seuils réglementaires associés.

Dans les zones d'étude situées en Occitanie, la situation de **la qualité de l'air en 2019** vis-à-vis de la réglementation est stable ces dernières années. Ainsi pour le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le benzène, les métaux et le benzo[a]pyrène (B(a)P), les seuils réglementaires sont respectés, comme sur l'ensemble de l'Occitanie.

Pour le **dioxyde d'azote**, les concentrations les plus élevées sont mesurées à proximité de voies à forte circulation, le secteur des transports routiers étant la principale source d'émission sur la région, et dans les agglomérations les plus peuplées comme Montpellier. Ainsi le long de certains axes routiers la valeur limite fixée à 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle est dépassée. Les concentrations diminuent rapidement avec la distance aux voies principales. La pollution de fond atteinte en quelques centaines de mètres s'échelonne en fonction de l'environnement : entre 15 et 19 µg/m<sup>3</sup> pour les agglomérations les plus importantes (Perpignan, Montpellier) jusqu'à moins de 10 µg/m<sup>3</sup> pour des centres urbains plus modestes.

Concernant **les particules**, la situation s'est améliorée ces dernières années, et les différentes modélisations urbaines montrent que seul l'objectif de qualité fixé pour les particules PM<sub>2.5</sub> à 10 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle, n'est pas respecté en milieu urbain des villes les plus peuplées. Ainsi en situation de fond, les concentrations de PM<sub>10</sub> restent homogènes. Les moyennes annuelles comprises entre 12 et 15 µg/m<sup>3</sup> sont nettement inférieures aux seuils réglementaires (objectif de qualité et valeur limite fixés respectivement à 30 et 40 µg/m<sup>3</sup>). À proximité immédiate des axes de circulation, les concentrations de PM<sub>10</sub>, plus élevées qu'en situation de fond, respectent également les seuils réglementaires. Cependant l'Hérault et les Pyrénées-Orientales ont connu quelques épisodes de pollution par les particules PM<sub>10</sub> en 2019, nécessitant le déclenchement de procédures départementales d'information (1 jour dans l'Hérault et 2 jours dans les Pyrénées-Orientales).

Concernant **l'ozone**, comme les années précédentes, l'Est de la région Occitanie, comprenant les zones d'étude, est le plus impacté par de fortes concentrations d'ozone. En plus d'un taux d'ensoleillement parmi les plus élevés de la région, les départements du Gard et de l'Hérault connaissent d'importantes émissions de précurseurs d'ozone notamment issus du trafic routier et de l'industrie. Les émissions des zones frontalières (vallée du Rhône et étang de Berre en particulier) contribuent également aux niveaux d'ozone sur ces départements. Ainsi, dans ces zones, les concentrations d'ozone ne respectent pas les objectifs de qualité et dépassent les valeurs cibles. En 2019, ces départements ont connu des épisodes de pollution par l'ozone conduisant au déclenchement des procédures départementales d'informations et de recommandation : 7 jours dans le Gard, 5 jours dans l'Hérault et 2 jours dans les Pyrénées Orientales.

Dans la zone d'étude localisée **dans les Bouches du Rhône**, les données disponibles de surveillance de qualité de l'air en 2019 montrent des conclusions équivalentes à celles développées précédemment. Les concentrations en dioxyde d'azote observées sont plus élevées à proximité des axes routiers (dépassant parfois la valeur limite en moyenne annuelle) et dans les zones densément peuplées. Pour les particules, la pollution est plus homogène et dans la zone d'étude les seuils réglementaires sont respectés. Le département a connu plusieurs épisodes de pollution par l'ozone et les particules PM<sub>10</sub> (21 jours pour l'ozone et 7 jours pour les particules).

Plus spécifiquement dans le **secteur de Fos-sur-Mer**, l'activité du port pétrolier, la présence d'industries, les zones de stockages d'hydrocarbures, la raffinerie de Fos-sur-Mer ainsi que les rejets de la zone industrialo-portuaire de Lavéra apparaissent comme sources d'émissions en benzène. Des mesures réalisées par Atmo Sud dans ce secteur ont montré que les concentrations en benzène en 2018, étaient malgré tout en deçà de la valeur réglementaire pour la protection de la santé humaine (5 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) en 2018 dans les zones habitées de Fos-sur-Mer. Dans le périmètre d'activité industrielle, les niveaux sont plus élevés qu'en zone habitée et sont en certains lieux proches des valeurs réglementaires en air ambiant.

<b>Synthèse</b>	Sur le territoire d'étude, la situation de la qualité de l'air est stable ces dernières années vis-à-vis du respect des seuils réglementaires (valeurs limites, objectifs de qualité). Seuls les objectifs de qualité fixés pour l'ozone et pour les particules PM2.5 sont dépassés. Le territoire connaît des épisodes de pollution par les particules PM10 et l'ozone, plusieurs jours par an.		
<b>Niveau d'enjeu</b>	Négligeables à faibles		
<b>Sensibilité vis-à-vis du projet</b>	Les travaux seront à l'origine d'émissions de polluants atmosphériques et plus particulièrement des particules pouvant dégrader très localement et ponctuellement la qualité de l'air. Des mesures seront prises pour limiter les envols de poussières. La sensibilité est évaluée comme faible.		
<b>Légende</b>	Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s

**Sources :**

L'air en Occitanie en 2019 - Atmo Occitanie,

Bilan annuel de la qualité de l'air dans les Bouches du Rhône – site internet d'Atmo Sud

Qualité de l'air en 2018 à proximité d'ArcelorMittal – Atmo Sud

**3.1.3.2. Milieu maritime**

En mer, le **trafic maritime** est une source d'émissions de polluants atmosphériques. La combustion des carburants par les navires conduit à des émissions principalement d'oxydes d'azote, d'oxydes de soufre, de particules, de carbone suie. Aussi les concentrations de ces polluants peuvent être plus importantes dans les couloirs maritimes, concentrant le trafic et donc les sources d'émissions.

Si la qualité de l'air ambiant en mer est liée à ces émissions, elle est également conditionnée par le transport des polluants sur de longues distances depuis les sources d'émissions terrestres. **La qualité de l'air en mer** est donc influencée par la distance aux côtes terrestres et par le type de polluant (plus ou moins sédimentables, réactions photochimiques, etc...).

Les cartes modélisées chaque jour sur la plate-forme Prév'air (plate-forme nationale de prévision de la qualité de l'air gérée par l'INERIS) montrent que les concentrations en particules et en dioxyde d'azote au niveau des zones d'étude maritimes sont équivalentes à celles rencontrées sur le milieu terrestre pour la pollution de fond.

<b>Synthèse</b>	La qualité de l'air rencontrée sur les zones d'étude maritimes est équivalente à la pollution de fond présente sur le milieu terrestre. En mer, les sources d'émissions de pollution atmosphérique sont les navires ; les couloirs maritimes concentrent ces sources.		
<b>Niveau d'enjeu</b>	Négligeables à faibles		
<b>Sensibilité vis-à-vis du projet</b>	Le trafic maritime généré pendant les phases de construction et d'exploitation induira l'émission de divers polluants atmosphériques qui resteront faibles au regard du trafic maritime global de la région. De plus ces émissions seront éloignées de toute population et rapidement dispersées. La sensibilité est évaluée comme faible.		
<b>Légende</b>	Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s

**Sources :**

Prév'air plate-forme nationale de prévision de la qualité de l'air – Ineris

ECAMED : étude de faisabilité technique de la mise en œuvre d'une zone de réduction des émissions des navires (ECA) en Méditerranée – Ineris 2019

### 3.1.4. Contexte acoustique

L'introduction d'énergie acoustique par l'homme vers les écosystèmes marins peut provoquer de **nouvelles pressions** qui viennent s'ajouter à celles déjà existantes. Au cours des dix dernières années, un certain nombre d'institutions scientifiques, d'agences gouvernementales et d'organes intergouvernementaux ont étudié ce domaine, produisant des articles sur les effets du bruit sur les mammifères marins ainsi que sur les poissons. Ces études documentent aussi bien la présence que l'absence d'effets physiologiques et de réactions comportementales aux divers bruits (en fonction de leurs niveaux et leurs fréquences) sur les mammifères marins, les poissons et un certain nombre d'espèces d'invertébrés.

**Le trafic maritime** mondial a fortement augmenté au XX<sup>ème</sup> siècle et est passé d'environ 30 000 navires dans les années 1950 à près de 95 000 de nos jours. De l'augmentation du trafic résulte une augmentation du bruit généré par les navires et donc globalement du bruit ambiant océanique. Le chiffre le plus couramment avancé par la communauté scientifique est une augmentation de 3 dB (doublement de l'énergie acoustique introduite) par décennie. A cette pression chronique, s'ajoutent les pressions ponctuelles et localisées : sonars, travaux maritimes, prospection, minages et exploitation des ressources.

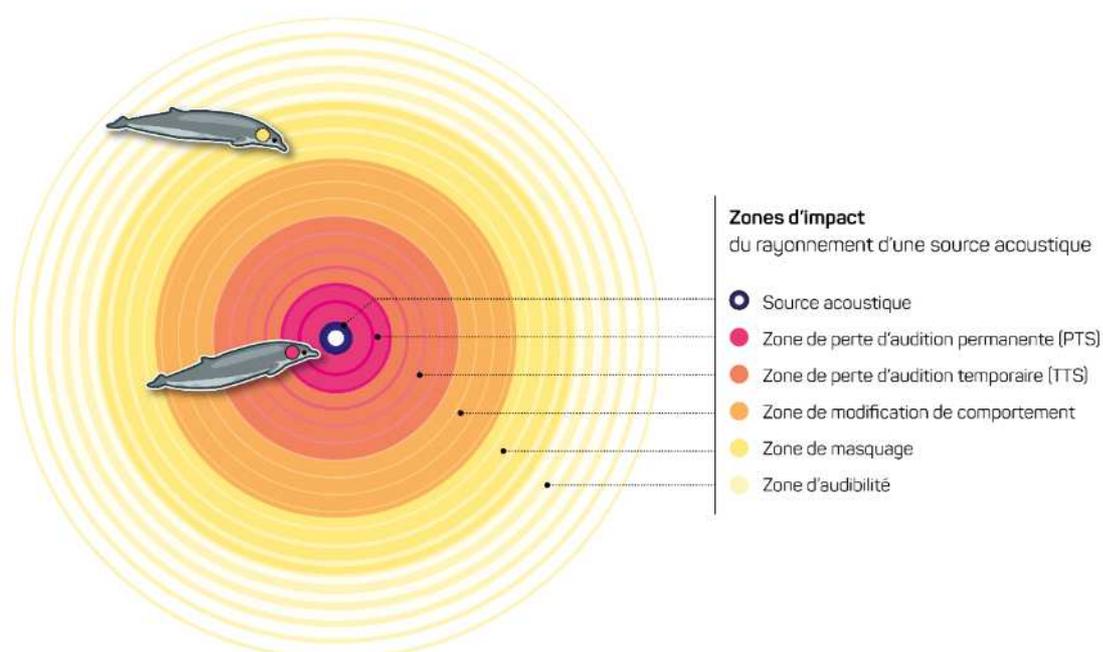
La pression due au **trafic maritime marchand** en Méditerranée est modérée à forte. Elle est dominée par un axe diagonal provenant des routes maritimes entre Gibraltar et la côte sud de la France (en particulier Marseille) et le golfe de Gênes. Le bruit de trafic augmente significativement pour les lieux à forte activité comme au large des côtes de Toulon et Marseille.

**Les émissions sonars** utilisent des signaux sonores pour détecter ou positionner des objets, étudier les fonds marins et le volume océanique ou encore pour transmettre des données. La pression due aux émissions sonores en Méditerranée est modérée et plutôt en augmentation depuis quelques années, contrairement aux autres sous-région marines.

Un **environnement sonore** et le niveau de bruit résultant sont composés de plusieurs sources d'origines différentes naturelles ou humaines partagées en 3 catégories : la géophonie, la biophonie, et l'anthropophonie ayant chacun une gamme d'intensité (faible à fort) et une bande de fréquence (grave à aigue).

- La géophonie concerne les sons produits par la nature : icebergs, séismes sous-marins, éruptions volcaniques, sons météorologiques comme la pluie, le vent, les vagues, ...
- La biophonie concerne les sons produits par les animaux : sous l'eau les cétacés, les poissons et les invertébrés contribuent à la biophonie
- L'anthropophonie concerne les sons produits par l'homme : trafic routier ou maritime, sonars de bateaux, travaux, ...

Les bruits humains sont séparés en deux familles en fonction de leur durée : les bruits impulsifs, bruits très courts comme celui créé par une explosion sous-marine, et les bruits continus comme ceux créés par les navires. Les animaux marins (mammifères marins, poissons, invertébrés, tortues marines) sont dotés d'un appareil auditif et entendent les sons. En fonction des niveaux émis, des fréquences émises et des capacités auditives des animaux récepteurs, il existe une large gamme de réponses des animaux aux bruits humains : masquage, dérangement comportemental, réaction physiologique, dégradation temporaire et permanente de l'audition, blessure et mort. Les effets les plus extrêmes (dégradation permanente de l'audition, blessure et mortalité) sont liés aux bruits d'un niveau exceptionnel et ne sont pas systématiques. Les effets dépendent aussi de la distance entre l'animal récepteur et la source de bruit.



**Figure 3.3 : Rayonnement d'une source sonore et impacts en fonction de la distance**

Dans leur état initial avant le développement des projets éoliens, les zones d'études en mer ciblées ainsi que leur raccordement associé sont **moyennement bruyants** en raison du nombre important de passage de navires marchands et de passagers au large plus au sud et à l'est, ainsi que la disposition géographique des grands ports industriels ou commerciaux sur la cote française. Cependant ces zones sont soumises à une progression du niveau sonore, du fait de l'augmentation des besoins et capacités portuaires, du trafic, de la plaisance et des loisirs nautiques ces dernières années.

D'une manière générale, **le risque le plus important concerne la phase de chantier** puisque, de toutes les opérations, ce sont elles qui sont les plus bruyantes.

Les études d'impact des projets éoliens posés existants démontrent un risque d'effets physiologiques dans le voisinage proche des ateliers pour le battage et le forage et aussi **l'absence d'effets**

**acoustiques significatifs** pour les opérations de préparation des fonds (dragage), déversements de matériaux, exploitation et maintenance des parcs. Les autres bruits issus des projets n'engendrent pas de dommages physiologiques. Si des solutions de mitigation adéquates sont employées (rideaux de bulles pour le battage, démarrage progressif des travaux, observations visuelles et acoustiques des animaux et arrêt des travaux en cas de présence) alors le risque d'effets devient négligeable.

Les périodes de construction ne seront pas forcément simultanées. Si les constructions ont lieu en même temps sur plusieurs sites, les distances entre les zones d'études en mer choisies sont suffisamment grandes pour empêcher tout chevauchement des perturbations directes (peu d'impact cumulé à considérer en périphérie des opérations), et la zone située entre les parcs éoliens est assez vaste pour offrir suffisamment de zones non perturbées entre les sites.

**En phase d'exploitation**, le bruit d'une éolienne en fonctionnement est de l'ordre de grandeur de celui produit par un bateau de taille moyenne. Ainsi le bruit d'une ferme d'éoliennes domine le bruit ambiant existant dans l'ensemble du périmètre des parcs et peut s'étaler à quelques centaines de mètres au-delà des éoliennes périphériques. L'empreinte sonore liée au trafic de maintenance s'étale naturellement le long de la route de circulation entre les parcs et leurs ports respectifs. L'impact généré par l'exploitation peut entraîner un masquage ou des modifications du comportement sur la faune mais pas d'impacts physiologiques directs.

<b>Synthèse</b>	Dans une situation initiale avant-projet les zones d'études en mer ciblées ainsi que leur raccordement associé sont moyennement bruyants en raison du nombre important de passage de navires marchands et de passagers au large plus au sud et à l'est, ainsi que la disposition géographique des grands ports industriels ou commerciaux sur la cote française. Cependant ces zones sont soumises à une forte progression du niveau sonore, du fait de l'augmentation des besoins et capacités portuaire, du trafic, de la plaisance et des loisirs nautiques ces dernières années		
<b>Niveau d'enjeu</b>	Modéré		
<b>Sensibilité vis-à-vis du projet</b>	La sensibilité est évaluée comme modérée		
<b>Légende</b>	Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s

**Sources :**

Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A., Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V. 2014. Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications, JRC Scientific and Policy Report EUR 26555 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, p.49

Département Aménagement des Territoires, CEREMA, Aujas, P., Mion, J-F, 2014 « Évaluation Environnementale Stratégique du Plan d'Action pour le Milieu Marin de la sous-région marine Méditerranée Occidentale »

Le Courtois, F., Bazile Kinda, G., Stéphan, Y., 2018. Évaluation du descripteur 11 « Perturbations sonores d'origine anthropique » en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 201 au titre de la DCSMM

Synthèse d'étude acoustique du Parc éolien en mer de Courseulles -sur-mer, France, Area ingénierie, 2013

Étude d'Impact Acoustique du Parc éolien offshore du Banc de Guérande, Saint-Nazaire, France, Quiet Ocean, 2014

Étude d'Impact Acoustique du Parc éolien en mer du Calvados, France, Quiet Ocean, 2014

Étude d'Impact Acoustique du Parc éolien en mer de Fécamp, France, Quiet Ocean, 2014

Synthèse d'étude acoustique aérienne et sous-marine, Iles d'Yeu et Noirmoutier, Quiet Ocean, 2015

Étude d'Impact Acoustique du Parc éolien en mer de Dieppe-Le Tréport, France, BRL ingénierie, 2018

## 3.2. Description environnementale et définition des enjeux liés à la biodiversité

### 3.2.1. Les concepts utilisés dans l'étude

À ce niveau d'avancement, les caractéristiques du projet ne sont pas connues, il n'est donc pas possible d'évaluer un impact mais seulement d'estimer un risque d'effets du projet sur l'environnement.

Pour certains compartiments de la biodiversité, les données disponibles sur l'ensemble de la zone ont permis de définir le risque d'effets si un parc éolien était construit en tout point de la zone d'étude en mer et du raccordement associé. Ainsi, le travail de spatialisation a pu porter sur les compartiments suivants : avifaune marine, mammifères marins, habitats benthiques, et poissons, crustacés, mollusques et invertébrés benthiques.

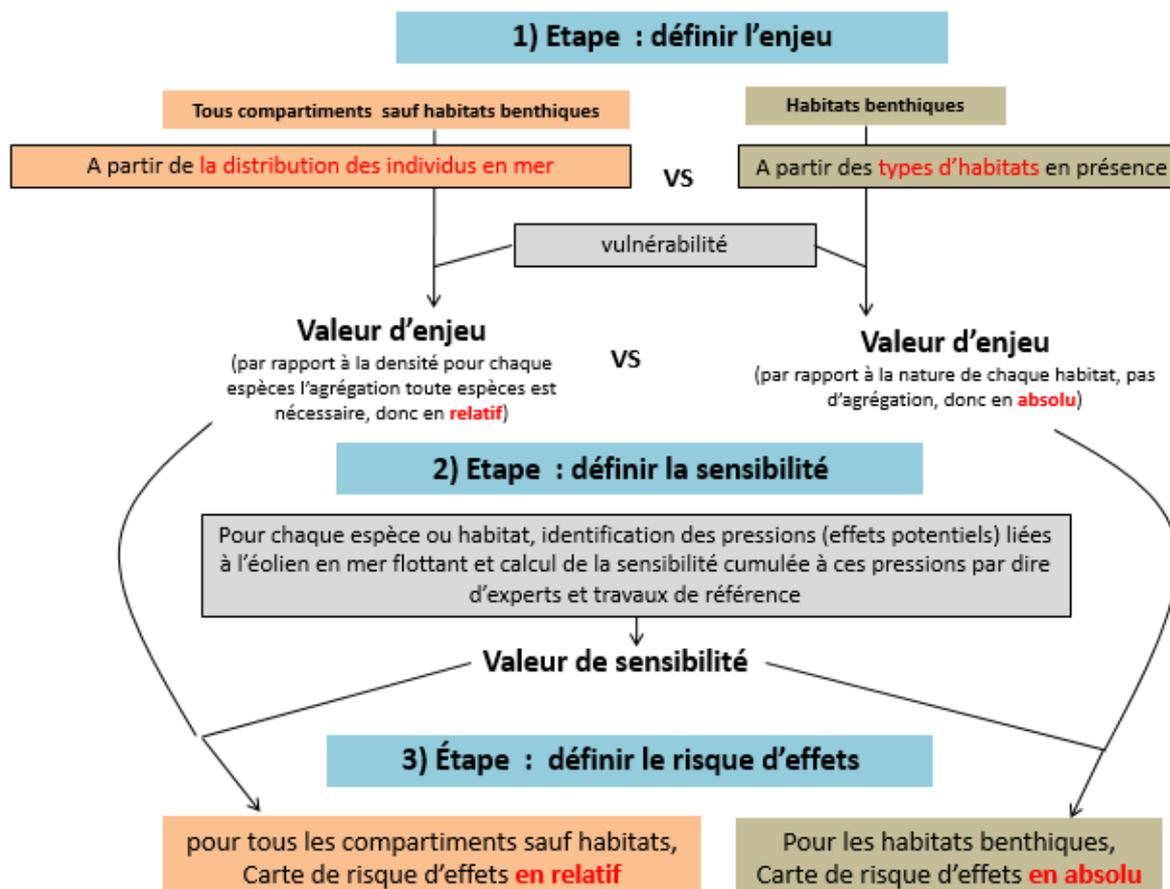
À partir de données issues d'observations réalisées sur la zone d'étude étendue au golfe du Lion, un travail de cartographie a permis de spatialiser la répartition des différentes espèces et habitats concernés par l'étude environnementale de la zone soumise au débat public. Ces données proviennent de nombreuses sources et chaque base de données a été retraitée et uniformisée pour ensuite rejoindre le fichier de travail interne des cartographes. Les campagnes récentes mais ponctuelles ne permettent pas d'avoir des données permettant une spatialisation reflétant toute la complexité de l'écosystème en présence mais elles permettent une spatialisation simplifiée.

Pour définir le risque d'effets, à partir des données bibliographiques disponibles, trois étapes sont nécessaires :

- **Évaluer l'enjeu de l'aire d'étude pour le compartiment écologique considéré.** L'enjeu traduit les préoccupations patrimoniales relatives aux espèces et habitats en présence. Il caractérise l'importance de la zone en matière de biodiversité indépendamment de tout projet. L'enjeu prend tout d'abord en compte la part relative de la population dans la zone envisagée pour la construction du parc par rapport à la répartition totale de la population sur le périmètre maximal de la façade méditerranéenne (sa **représentativité**). Il va également intégrer sa **vulnérabilité**, qui correspond à la probabilité d'extinction ou d'effondrement d'une espèce, en se fondant sur son statut UICN\* ou sur l'état des stocks connu de la population si elle est exploitée et suivie. La **responsabilité**, qui résulte à la fois de la représentativité et de la vulnérabilité d'une espèce est ensuite combinée à la **densité locale** de l'espèce pour former la valeur finale de l'enjeu considéré. Pour chaque habitat, au regard des données disponibles, l'enjeu ne tient compte que de leur vulnérabilité.
- **Évaluer la sensibilité à un parc éolien.** La sensibilité exprime le risque que l'on a de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation d'un projet de parc d'éoliennes en mer. Pour les effets d'un parc éolien, la sensibilité des espèces présentes au sein de la zone d'étude en mer peut être définie notamment grâce au retour d'expérience des parcs déjà construits ou en se basant sur la connaissance biologique des espèces étudiées et les effets connus ou supposés d'un parc éolien.
- **Évaluer le risque d'effets.** Le risque d'effets est calculé en combinant les valeurs obtenues pour l'enjeu et la sensibilité. Le risque d'effets représente le risque pour un compartiment donné si des éoliennes seraient construites pour chaque pixel de la carte.

Par exemple, l'indice de responsabilité pour le goéland leucopnée est moyennement élevé, il est de 3,5 en été et de 4,8 en hiver sur 10. Son statut de conservation sur la liste UICN pour la Méditerranée est « préoccupation mineure » (LC), mais son niveau de représentativité dans la sous-région marine golfe du Lion par rapport à la fréquentation en Méditerranée est de 79 % en été et 81 % en hiver. De plus, c'est une espèce qui connaît une augmentation de sa population.

En revanche, il est très sensible avec un indice de sensibilité à la collision de 10 sur 10 car il vole à la hauteur des pâles. De plus, son poids et son envergure lui confèrent une faible agilité en vol et il a donc des difficultés à éviter les éoliennes. Enfin, il a une activité nocturne importante, période durant laquelle, il ne perçoit pas les pâles. Le risque d'effets pour le goéland leucophée est donc fort.



### 3.2.2. Les différentes représentations

#### 3.2.2.1. Représentation en absolu vs en relatif

Pour l'avifaune, les mammifères marins et les poissons, mollusques et crustacés l'obtention de la carte d'enjeu toute espèces résulte de l'agrégation des cartes de chaque espèce. La valeur maximale du risque est fonction du nombre d'espèces prises en compte et de leurs densités respectives on parle d'une représentation en relatif. Par contre, pour les habitats la représentation est en absolue la carte est réalisée en fonction de la nature des habitats en tout point, ne nécessitant pas d'agrégation.

A noter, avec une représentation en relatif, les zones sont comparées entre elles. Les secteurs pour lesquels les enjeux sont qualifiés de faibles ne le sont qu'au regard de zones où les enjeux sont plus forts : une zone à enjeux faibles n'est donc pas dénuée d'enjeu pour autant. Inversement, une zone présentant le plus fort enjeu, peut présenter un enjeu faible dans l'absolu. Des campagnes pour évaluer précisément l'enjeu des deux futures zones de l'appel d'offres seront réalisées par l'Etat. Ainsi, une fois les caractéristiques du projet connues, le futur développeur évaluera les impacts de façon absolue.

### 3.2.2.2. Obtention d'une carte avec une représentation en relatif

Pour la représentation en relatif, les 10% de la surface où le risque est le plus faible seront de la même couleur, puis les 10% suivant d'une autre couleur, etc.

L'exemple simple, ci-dessous, illustre la création des déciles. Pour la spatialisation, toute zone d'étude est découpée en pixel. Pour cet exemple, la zone d'étude est simplifiée est réduite à 20 pixels formant un rectangle. Les deux premiers pixels représentent 10% de la surface, une première classe est créée avec pour valeur 1, chaque classe est ainsi créée jusqu'à la dernière regroupant les 10% de la surface ayant la plus forte valeur, soit les deux pixels avec une valeur de 10.

<b>Zone pixélisée simplifiée</b>	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10
Valeur des pixels	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Surface	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%

Ainsi, la classe la plus forte, 10 sur notre exemple, correspond aux 10% de la surface pour lesquels **le risque est le plus fort comparativement aux autres pixels de la zone d'étude**. Par conséquent, la valeur maximale du risque sur la zone d'étude ne correspond pas forcément à un risque fort.

Pour les autres compartiments étudiés (milieu physique, chiroptères, ...), les données disponibles ne permettant pas de réaliser des cartes de risque d'effets, une synthèse bibliographique a été réalisée et des cartes ont été élaborées pour aider à une meilleure compréhension des enjeux.

## 3.2.3. Avifaune

### 3.2.3.1. Cadre général

La Méditerranée présente une biodiversité exceptionnelle pour les espèces terrestres mais également pour les espèces marines. **L'ensemble du bassin méditerranéen** est une zone de passage pour plusieurs milliards d'oiseaux migrateurs terrestres qui nichent en Eurasie et se répartissent en hiver dans l'aire méditerranéenne (un tiers) et dans la région afrotropicale au sud du Sahara (deux tiers)

**Au sein du bassin méditerranéen, le golfe du Lion** est un espace remarquable qui abrite plusieurs centaines d'espèces d'oiseaux au cours de leur cycle de vie, dans des habitats variés. En mer, le golfe du Lion est caractérisé par la présence d'un plateau continental assez peu profond, dont la productivité est favorisée par les courants locaux et les nutriments apportés en quantité par le Rhône. Sur le littoral, un vaste réseau de lagunes et de marais salés recouvre le golfe d'Ouest en Est, assurant des lieux de nidification, de nourrissage et de repos pour les oiseaux.

On distingue sur la zone d'étude des communautés d'oiseaux ayant des préférences écologiques différentes :

- Les espèces marines pélagiques\*, vivant au large essentiellement, sauf pendant la période de reproduction : puffins, océanites, alcidés\*, fou de Bassan, mouette pygmée, mouette tridactyle, pingouin torda, etc.
- Les espèces du littoral et des zones humides (lagunes) : mouettes, goélands, sternes, cormorans, limicoles\* (bécasseaux, avocette élégante, pluviers, chevaliers, gravelots ...), échassiers (flamants roses, aigrettes, hérons...), canards, grèbes, etc.

- Les espèces terrestres : nombreux passereaux (fauvettes, pipits, bruants...), rapaces et plus largement tous les migrateurs terrestres.

La sous-région marine Méditerranée occidentale est l'une des zones les plus importantes, au niveau national, en ce qui concerne les enjeux ornithologiques, à toutes périodes du cycle de vie de l'avifaune (nidification et zones d'alimentation des oiseaux d'eau et marins et zones de passage pour tous les migrateurs terrestres).

### 3.2.3.2. État des connaissances et méthodes de suivi de l'avifaune

Les suivis ornithologiques sont nombreux et réguliers dans les lagunes et les étangs du pourtour du golfe (suivis des espèces nicheuses, comptage hivernal de *Wetlands International*, suivi des migrations...). En mer, plusieurs campagnes ont été conduites dans le golfe du Lion : campagnes PELMED, suivis du Parc naturel marin du golfe du Lion, campagnes aériennes SAMM\* - ces campagnes ayant été globalement plus nombreuses sur la dernière décennie. Par ailleurs, des suivis par télémétrie sont réalisés pour différentes espèces d'oiseaux marins et terrestres, par des chercheurs français et internationaux (cf. étude Cerema).

Les espèces d'oiseaux présentes dans le golfe du Lion peuvent être résidentes ou migratrices. Pour de très nombreuses espèces, le cycle annuel se compose de différentes phases :

- 1) une migration pré-nuptiale vers les zones de reproduction (fin d'hiver – printemps)
- 2) la nidification (printemps – été),
- 3) une migration post-nuptiale (automne),
- 4) l'hivernage dans une zone favorable pour passer la mauvaise saison.

Les différentes espèces d'oiseaux peuvent réaliser une ou plusieurs étapes de ce cycle dans le golfe du Lion, en fonction de leur écologie. Certaines espèces sont résidentes, d'autres ne sont présentes que pendant la nidification (oiseaux nicheurs), ou utilisent le golfe comme une zone d'hivernage (oiseaux hivernants) et enfin certaines ne sont présentes que pendant les phases de migration (oiseaux en migration) (schéma 1).

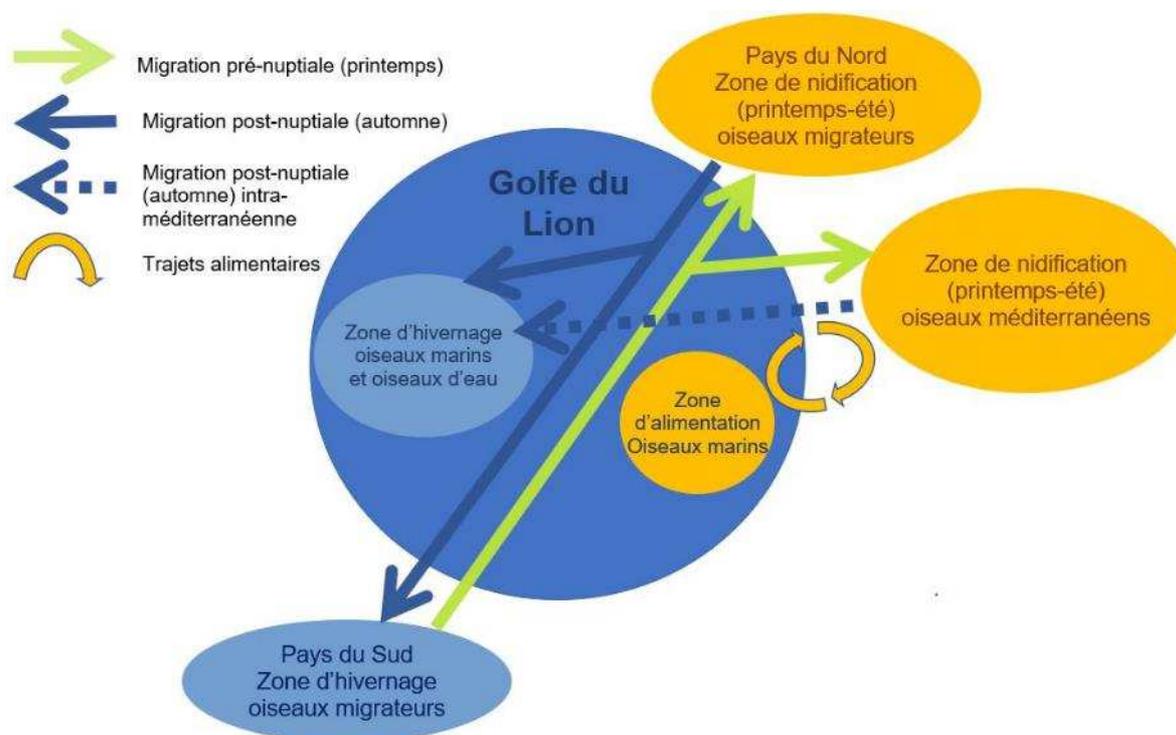


Schéma 1 : résumé simplifié de l'utilisation du golfe du Lion par les espèces d'oiseaux.

- **Période de nidification**

Pendant la période de nidification, les oiseaux marins vont quotidiennement se nourrir en mer, parfois à une grande distance de leur colonie, et reviennent à terre pour nourrir leur(s) poussin(s). Les espèces pélagiques comme le puffin de Scopoli et le puffin yelkouan nichent sur les îles de Marseille (archipels du Frioul et de Riou) et se nourrissent dans le golfe du Lion tout au long de la période de nidification (dès le mois de décembre jusqu'à juillet pour le puffin yelkouan, de mars à octobre pour le puffin de Scopoli). Les effectifs nicheurs de ces espèces dans les îles d'Hyères s'alimentent également dans le golfe, le puffin yelkouan étant plus côtier que le puffin de Scopoli. Les îles de Marseille accueillent aussi quelques couples de cormorans huppés de Méditerranée.

Le cortège de zones lagunaires qui s'étend de l'étang de Berre jusqu'au complexe lagunaire de Canet-Saint-Nazaire (incluant la Camargue, les salins d'Aigues-Mortes, les étang littoraux héraultais et les salins et étangs audois) ainsi que le cordon littoral, abrite un continuum de sites de nidification pour de nombreuses espèces telles que : la sterne hansel, la sterne naine, la sterne pierregarin, la sterne caugek, la mouette mélanocéphale, la mouette rieuse, le goéland railleur et le goéland leucophaée. Ces espèces occupent les sites de nidification dès la fin de l'hiver / début de printemps jusqu'en juillet, à l'exception du goéland leucophaée qui retourne sur la colonie dès le mois d'octobre.

- **Période de migration de l'avifaune**

Le golfe du Lion est situé sur un des principaux axes ou front de migration d'oiseaux (tous groupes confondus, incluant les oiseaux d'eau, les passereaux et les rapaces) qui traversent le territoire français. Il faut noter que les mouvements migratoires peuvent être côtiers mais que certaines espèces, même terrestres, survolent des zones plus au large, comme en témoignent les observations réalisées en mer. Durant ce trajet, des espèces non identifiées comme marines ou côtières peuvent donc être concernées par le risque d'effets d'un parc éolien.

- **Migration prénuptiale (au printemps)**

Après avoir quitté leurs sites d'hivernage en Afrique ou dans le sud de l'Europe, certaines espèces migratrices suivent des axes ou des fronts de migration pour rejoindre leurs lieux de nidification en France, dans le nord de l'Europe, en Scandinavie et en Russie principalement. Il y a néanmoins des mouvements migratoires plus diffus pour les espèces ayant hiverné dans le golfe du Lion et rejoignant des sites de nidification relativement proches. Parmi les espèces identifiées comme migratrices en période prénuptiale autour du golfe du Lion, on peut citer : plongeurs, grèbes, océanite tempête, fou de Bassan, macreuses, labbes, mouette pygmée, mouette tridactyle, goéland railleur, goéland d'Audouin, goéland cendré, sternes, guifette noire. Les périodes de migration prénuptiale varient entre les espèces, mais s'étalent généralement de février à mai. Le flux de retour vers les sites de nidification est plus faible que celui de l'automne à cause de la mortalité en migration et en hivernage. Pour les migrateurs terrestres, la traversée du golfe du Lion est encore mal connue. Il n'y a pas de couloir ou d'axe de migration identifié. C'est particulièrement le cas pour les passereaux (hirondelles, martinets, fauvettes, etc) qui représentent sans doute de gros effectifs. La migration est essentiellement nocturne, les oiseaux s'engageant en mer à la tombée de la nuit (ce qui exclut tout suivi par observation diurne),

- **Migration postnuptiale (à l'automne)**

Après la nidification et l'élevage des jeunes, les oiseaux migrateurs entament une migration inverse vers leurs sites d'hivernage, en faisant parfois des haltes migratoires dans des sites favorables pour le repos ou la mue automnale. Cette migration commence dès le mois de juillet et culmine entre le mois de septembre et le mois de novembre. La phénologie\* varie en fonction des espèces. Parmi les espèces observées en migration postnuptiale dans le golfe du Lion, on relève : plongeurs, puffins (dont puffin des Baléares), fou de Bassan, cormoran huppé de Méditerranée, sternes et guifettes. Cette migration postnuptiale peut être plus diffuse et peu perceptible pour des espèces pourtant bien identifiées au printemps. À toutes ces espèces marines ou d'oiseaux d'eau, s'ajoutent de très nombreuses espèces de migrateurs terrestres (rapaces, passereaux, etc.) qui traversent la Méditerranée du Nord vers le Sud ou qui vont au plus court de la France vers l'Espagne sans franchir les Pyrénées.

- **Période d'hivernage**

Le golfe du Lion est une aire d'hivernage majeure pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau et d'oiseaux marins. Les grands complexes lagunaires de la Camargue, de l'Hérault et de l'Aude sont des sites d'hivernage importants pour des centaines de milliers d'oiseaux, après la migration depuis leur site de nidification en Europe du nord ou de l'est : tadorne de Belon, canards, sarcelles, grèbes, flamants roses, chevaliers et bécasseau, grèbes, etc. En hiver, de nombreuses espèces marines et côtières sont présentes dans le golfe du Lion, visibles plus ou moins au large en fonction de leurs préférences écologiques : goélands, plongeurs, grand cormoran, macreuses, mouette rieuse, mouette mélanocéphale, mouette tridactyle, pingouin torda, etc. La période d'hivernage s'étend de novembre à janvier.

### 3.2.3.3. Spatialisation des enjeux et du risque d'effets du golfe du Lion pour les oiseaux marins

L'objectif est de cartographier les enjeux patrimoniaux associés aux oiseaux marins et le risque d'effets associés à un projet éolien en mer dans la zone d'étude du golfe du Lion et au sein des quatre zones d'étude en mer.

Pour cela, il faut prendre en compte : la distribution des espèces en fonction des saisons, leur état de conservation ou leur tendance démographique en France, la représentativité des effectifs dans la zone d'étude ou dans la sous-région marine par rapport aux eaux nationales et la sensibilité des espèces au risque d'effets associé aux parcs éoliens en mer.

### 3.2.3.3.1. Méthodologie

La combinaison de ces informations permet de spatialiser l'enjeu et le risque d'effets pour les oiseaux marins au sein de la zone d'étude en mer. Pour aboutir aux cartes de risque d'effets, le travail est conduit en plusieurs étapes.

- Détermination de l'enjeu, qui tient compte de la distribution et de la responsabilité des espèces :
  - Les données d'observation des oiseaux marins utilisées :

Pour conduire cette analyse, les jeux de données collectés entre 2011 et 2020 disponibles ont été agrégés. Les jeux de données retenus sont tous issus de protocoles standardisés, dits de transect en ligne, ce qui les rend plus facilement comparables pour les analyses menées. Les données ont été collectées par observation visuelle depuis un avion ou un bateau. Les observations et l'effort d'observation (en kilomètres) sont enregistrés. Les conditions environnementales étaient connues pour la majorité des jeux de données, et dans ce cas, seules les données réalisées dans de bonnes conditions d'observation (mer < 4 Beaufort, bonne visibilité) ont été retenues. Pour autres jeux de données, les producteurs ont indiqué que les campagnes ont été réalisées quand les conditions d'observations étaient satisfaisantes.

Les jeux de données utilisés sont les suivants :

- Campagnes aériennes SAMM 1 (hiver 2011/12 et été 2012) – Observatoire PELAGIS – UMS 3462 (Université de La Rochelle – CNRS) / OFB\*.
- Campagnes aériennes SAMM2 (hiver 2019) - Observatoire PELAGIS – UMS 3462 (Université de La Rochelle – CNRS) / OFB.
- Campagne ACCOBAMS Survey Initiative (été 2018) – ACCOBAMS.
- Campagnes aériennes et maritimes des parcs éoliens pilotes Eolmed-Gruissan (2016/2017, Quadran), Eoliennes Flottantes du golfe du Lion (2017/2018, ENGIE) et Provence Grand Large (2013, EDF-renouvelables)
- Suivis bisannuels du Parc naturel marin du golfe du Lion (2018-2020, PNMGL/AFB/EcoOcéan Institut)
- Campagne PELMED (2011, EcoOcéan Institut/IFREMER).
- Estimation de la distribution des oiseaux en mer (cartes de taux de rencontre) à partir des données

La distribution en mer a été évaluée pour deux saisons distinctes :

- Une saison hivernale du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars.
- Une saison estivale du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre.

Les espèces ou groupes d'espèces - lorsque l'identification à l'espèce n'est pas possible - intégrées aux analyses sont listées dans l'annexe 4. Pour chaque groupe, un taux de rencontre est calculé par saison. Il représente le nombre d'individus enregistrés pour un kilomètre d'observation. Ces taux de rencontre sont calculés pour des mailles de 3 kilomètres de côté, puis dans un second temps, ils sont interpolés par une méthode de krigeage ordinaire pour obtenir des cartes plus détaillées.

- Spatialisation des enjeux (cartes d'enjeux)

La responsabilité ou patrimonialité pour chaque espèce ou groupe d'espèces a été établie pour la période nuptiale (oiseaux nicheurs) et internuptiale\* (oiseaux hivernants ou estivants) par l'Office français de la biodiversité et le GISOM\* (Groupement d'Intérêt Scientifique Oiseaux Marins). Un indice de responsabilité ou de patrimonialité est ainsi calculé en combinant l'état de conservation de l'espèce (statut de la liste rouge de l'UICN par exemple) et la part relative des effectifs présents à une échelle locale ou régionale (par rapport à une échelle régionale ou nationale). Dans cette étude, la proportion des effectifs présents dans la zone d'étude (golfe du Lion) par rapport à la sous-région marine Méditerranée (dans la limite de la ZEE France) été prise en compte quand cela était possible. Dans le cas contraire, les effectifs méditerranéens ont été comparés aux effectifs nationaux, pour calculer un

ratio. Cet indice de responsabilité souligne l'importance d'une espèce dans une zone considérée en matière de conservation (annexe 4).

Pour spatialiser les enjeux avifaunistiques, les données de distribution, exprimées par les taux de rencontre, sont croisées avec les indices de responsabilité saisonniers. Une carte d'enjeux est produite pour chaque espèce ou groupe d'espèces par saison. Après une transformation logarithmique, les cartes sont agrégées en les additionnant, pour obtenir une carte des enjeux « toutes espèces » en hiver, en été et annuelle. Les cartes d'enjeux par saison sont présentées dans l'annexe 4.

○ Détermination de la valeur de sensibilités cumulées à l'éolien flottant des espèces d'oiseaux marins :

• Les effets potentiels considérés

Pour les oiseaux, deux effets principaux liés à l'éolien en mer sont identifiés. Le premier est la collision, qui signifie un risque de mortalité immédiat ou à court terme du fait des blessures infligées à l'animal. Les risques de collision, de projection et de barotraumatismes dépendent notamment des caractéristiques de vol, et notamment le temps de vol à la hauteur des pales. Les collisions peuvent également être favorisées par l'attractivité des éclairages de sécurité la nuit, la présence de ressources alimentaires induite par l'effet réserve des flotteurs pour les parcs éoliens flottants, ou encore l'effet reposoir de ces flotteurs.

Le second est le risque de modification du domaine vital ou le risque de perte d'habitat, qui résulte de l'évitement d'une zone fonctionnelle nécessaire à l'alimentation, au repos, ou à la reproduction, causé par un effet barrière des éoliennes. Il repose sur la sensibilité au dérangement du fait de la présence des parcs éoliens et sur la capacité des oiseaux à changer d'habitat. Les animaux doivent ainsi gagner des zones de remplacement, ce qui peut induire un coût énergétique sur le long terme et impacter leur survie et leur reproduction.

• Calcul de la valeur de sensibilités cumulées à l'éolien en mer

La sensibilité des espèces aux effets principaux associés à l'éolien en mer a été définie à partir des publications de Bradbury et al. (2014) et de Furness et al. (2013), avec des adaptations pour les espèces de puffins en Méditerranée, sur la base d'études télémétriques dédiées (N. Courbin, comm. pers.). Il faut noter que l'utilisation d'indices définis dans une zone géographique différente représente un risque d'erreur d'évaluation (Manche et Mer du Nord dans ce cas), cependant les données disponibles pour les espèces en Méditerranée sont encore très parcellaires et imposent ce choix.

Le risque de collision est défini par quatre critères : hauteur de vol (pourcentage des vols entre 20 et 150m de hauteur), manœuvrabilité en vol, temps passé en vol, activité nocturne (Bradbury et al. 2014, Furness et al. 2013).

Le risque de modification du domaine vital est défini par deux critères : la spécialisation de l'espèce dans le choix de ses habitats préférentiels (alimentation, reproduction, repos) et la sensibilité au dérangement (lié au trafic des bateaux et des hélicoptères pour les travaux ou le fonctionnement du parc éolien) (Bradbury et al. 2014, Furness et al. 2013).

Les deux indices de sensibilité liés aux effets potentiels identifiés (collision et modification du domaine vital) sont calculés pour chaque groupe d'espèces et ramenés dans une gamme d'effet croissant compris entre 0 et 10, selon la méthode développée par l'OFB.

Afin de déterminer un indice de sensibilité cumulée à l'éolien en mer intégrant les deux effets potentiels identifiés, une matrice de cumul a été réalisée pour chaque groupe d'espèces (Tableau 1).

	Collision	assez faible	Faible	Moyen	Assez fort	Fort
Perte d'habitat	valeur	[0-2]	]2-4]	]4-6]	]6-8]	]8-10]
assez faible	[0-2]	1	2	3	4	5
Faible	]2-4]	2	3	3	4	5
Moyen	]4-6]	3	3	4	4	5
Assez fort	]6-8]	3	4	4	5	5
Fort	]8-10]	4	4	5	5	6

**Tableau 1 : Matrice de cumul - Indice de sensibilité cumulée à la collision et à la modification du domaine vital (ou perte d'habitat)**

- o Spatialisation du risque d'effets (cartes de risque d'effets)

Cette dernière étape consiste à pondérer l'enjeu calculé à la première étape par la sensibilité des espèces d'oiseaux marins aux éoliennes en mer.

Pour calculer la carte de chaque risque d'effets (collision ou modification du domaine vital), la carte d'enjeu est multipliée par un facteur correcteur (allant de 1 à 3 pour une sensibilité faible, moyenne, ou forte), dérivé de l'indice de sensibilité à chacun des risques indépendamment (tableau 2). Ce facteur correcteur est neutre (il vaut 1) pour un indice de sensibilité allant de 0 à 2 (la carte d'enjeu n'est pas modifiée), mais il accentue le poids d'une espèce sensible dans l'évaluation du risque (jusqu'à 3 fois en cas de forte sensibilité).

Sensibilité (collision ou modification domaine vital)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Facteur correcteur	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3

**Tableau 2 : Correspondance entre le facteur correcteur et l'indice de sensibilité au risque d'effet**

Après une transformation logarithmique, les cartes de risque d'effets obtenues pour chaque groupe d'espèces sont agrégées en les additionnant, pour réaliser une carte de risque d'effets « toutes espèces » en hiver et en été, pour la collision d'une part, et pour la modification du domaine vital d'autre part (annexe 4).

Afin d'obtenir une carte de risque d'effets cumulés\*, on estime un indice de sensibilité globale, qui tient compte du risque de collision et de modification du domaine vital, grâce à une matrice de cumul (tableau 1).

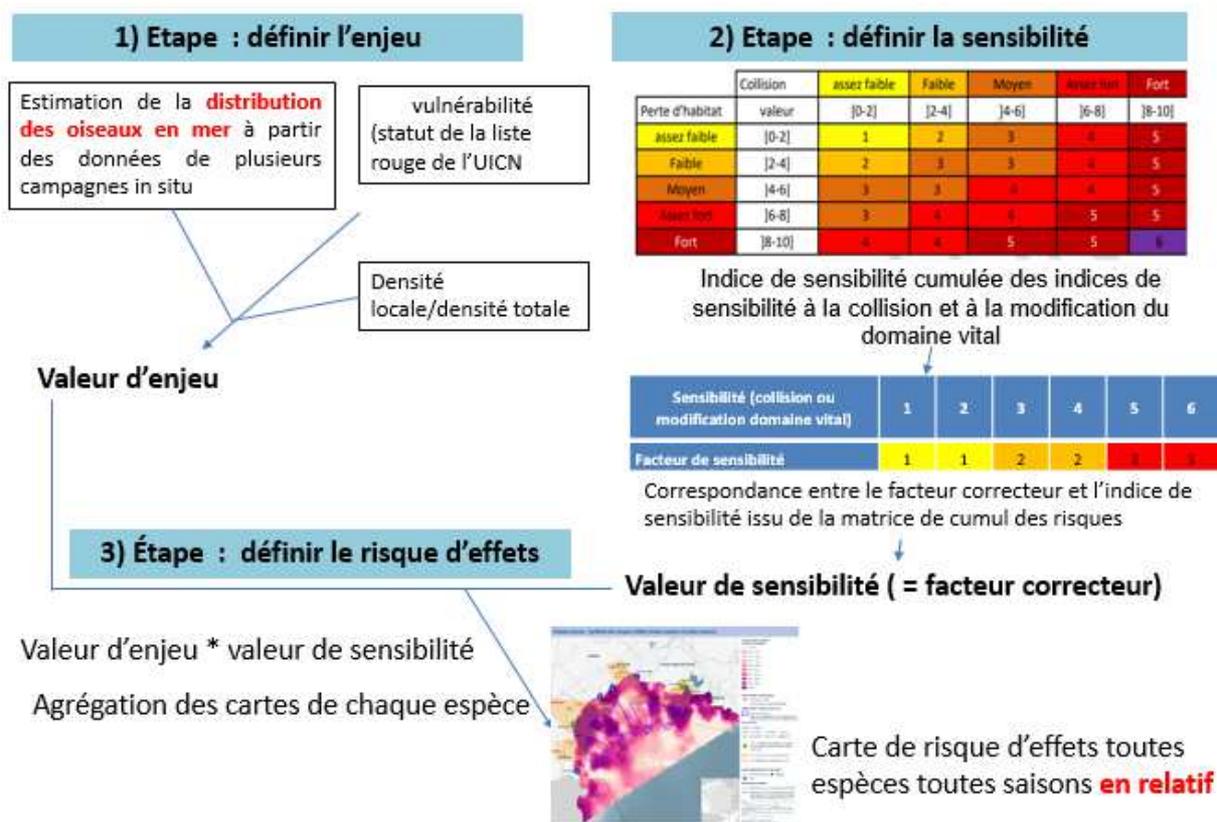
Un facteur correcteur est ensuite dérivé de l'indice de sensibilité globale (allant de 1 à 3 pour une sensibilité faible, moyenne ou forte) (tableau 3). La carte d'enjeu de chaque groupe d'espèces est ensuite multipliée par ce facteur correcteur. Après transformation logarithmique, les cartes de chaque groupe sont additionnées et on obtient ainsi une carte de synthèse de risque d'effets toutes espèces pour chaque saison et pour l'année, qui représente bien la distribution et la responsabilité des oiseaux marins pondérés à la hausse par les indices de sensibilités cumulées. Elle présente donc une synthèse de tous les éléments pris en compte dans cette étude.

Sensibilité globale à l'éolien	1	2	3	4	5	6
Facteur de sensibilité	1	1	2	2	3	3

**Tableau 3 : Correspondance entre le facteur correcteur et l'indice de sensibilité issu de la matrice de cumul des sensibilités**

Afin d'obtenir une représentation du risque d'effets discriminante, les valeurs de risque d'effets sont représentées sur la carte en déciles. Il s'agit donc d'une représentation relative du risque d'effets.

Le schéma suivant synthétise les différentes étapes de la définition des risques d'effets pour les oiseaux marins :



### 3.2.3.3.2. Interprétation des cartes d'enjeux et de risque d'effets

- Interprétation des cartes d'enjeux avifaunistiques

Les enjeux de conservation pour les espèces d'oiseaux marins qui fréquentent le golfe du Lion sont importants, au regard des rôles fonctionnels de cet espace maritime tout au long du cycle de vie. Aire de nidification importante, notamment pour les larolimicoles, le golfe du Lion est situé sur un axe de migration de très nombreuses espèces d'oiseaux, bien au-delà des espèces considérées dans cette analyse. Enfin, il est un lieu d'hivernage important au sein de la zone économique exclusive française. Les espèces pour lesquelles le golfe du Lion présente un indice de responsabilité fort au plan de la sous-région marine (ou au plan national) sont principalement le puffin de Scopoli, le puffin yelkouan et le puffin des Baléares, qui niche hors de la zone mais vient s'y alimenter fréquemment (annexe 4). Le groupe des grands goélands (goéland leucophée majoritairement) présente également un enjeu patrimonial fort, ainsi que la mouette pygmée et les sternes.

À l'échelle de la zone d'étude, les enjeux sont relativement plus forts dans la zone côtière et sur le plateau continental (figure 3.4). La zone plus au sud de l'aire d'étude couvrant le talus continental et est en effet moins fréquentée par les oiseaux marins. Au sein des quatre zones d'étude en mer, les situations sont contrastées, avec des zones d'enjeux maximaux (> quantile 90%) dans la moitié *ouest* de la zone ZMB et la moitié *est* de la zone ZMD. Les zones de moindre enjeu sont situées dans la moitié *ouest* de la zone ZMD et la partie centrale de la zone ZMA. L'ensemble de la zone ZMC présente des enjeux moyens relativement peu contrastés.

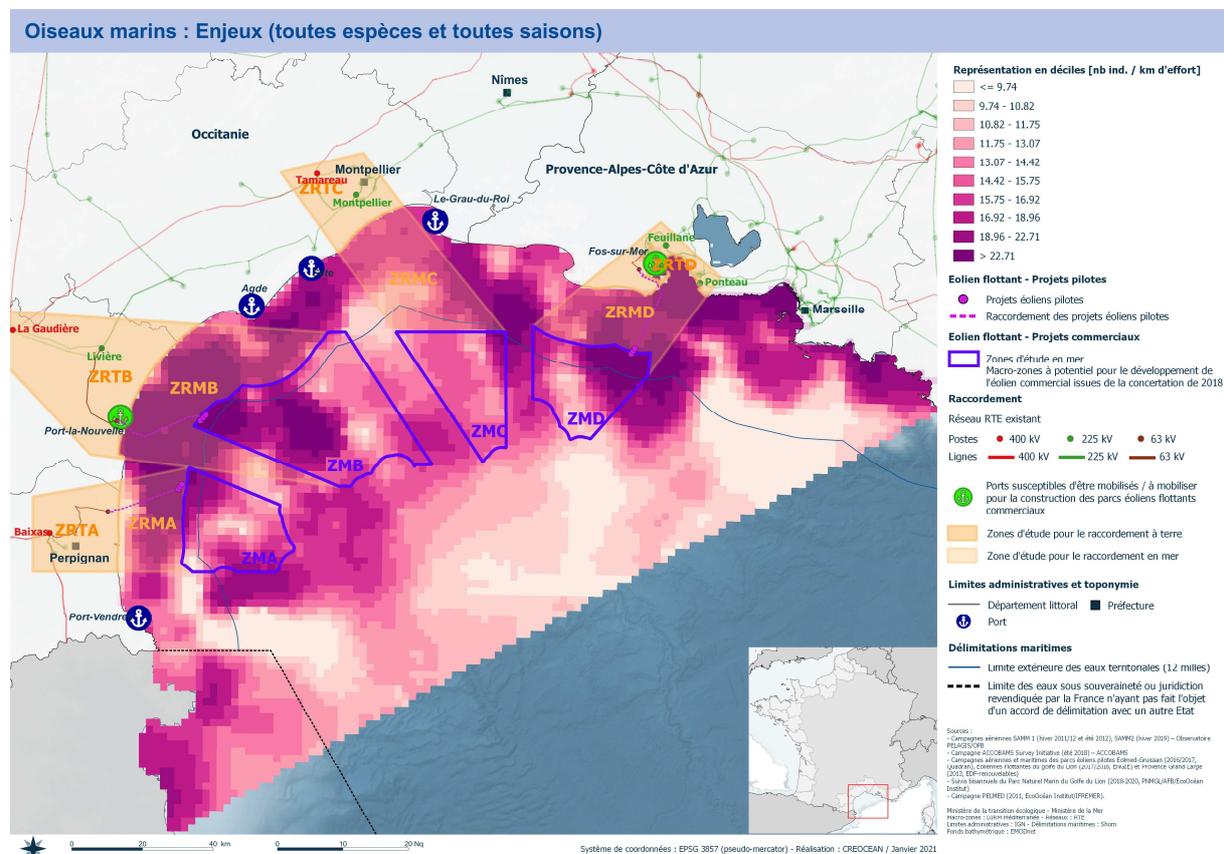


Figure 3.4. Carte des enjeux de l'avifaune marine en toutes saisons

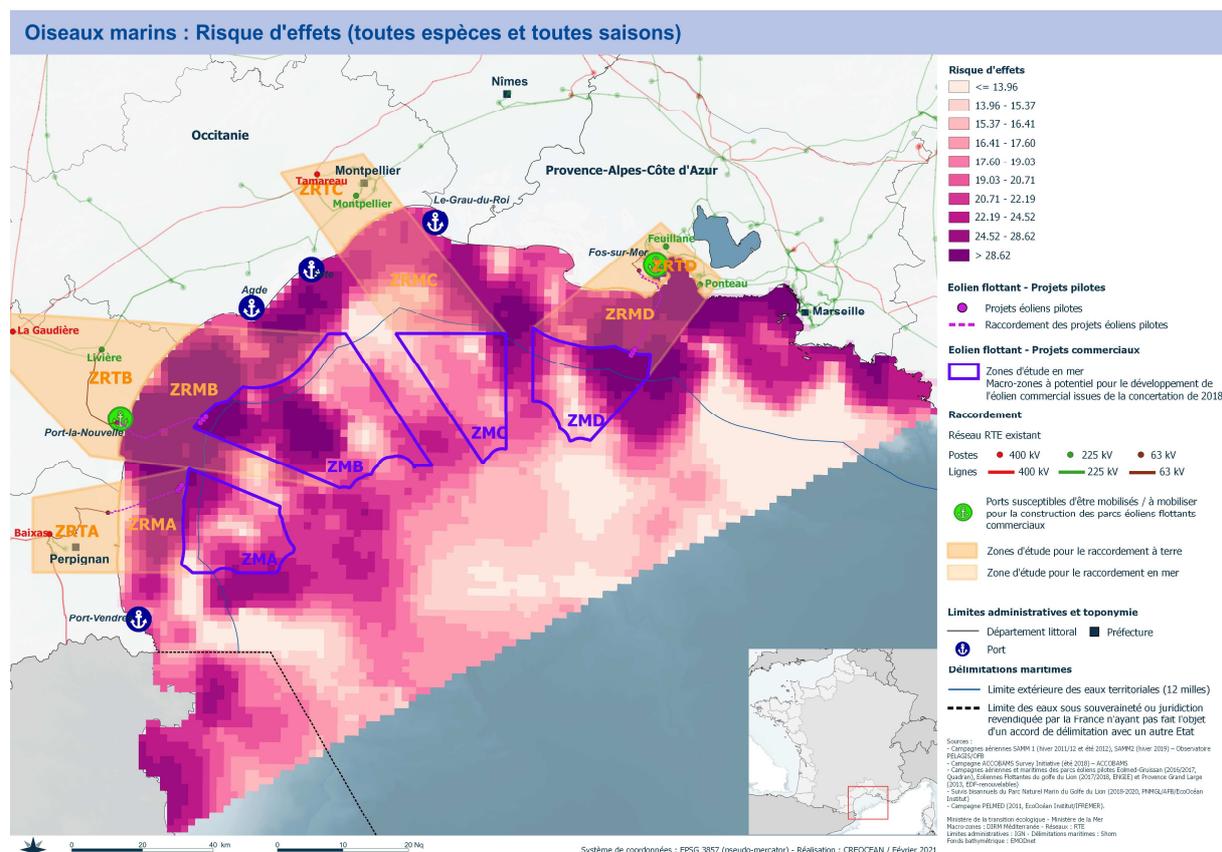
- Interprétation des cartes de risque d'effets avifaunistiques

Si la fréquentation du golfe du Lion par les oiseaux marins est élevée tout au long de l'année, les espèces ne présentent pas toutes la même sensibilité au risque d'effets potentiellement induits par un parc éolien. Le risque de collision dépend des caractéristiques de vol, et notamment le temps de vol à la hauteur des pales. Le risque lié à la modification des habitats repose sur la sensibilité au dérangement et à la flexibilité des oiseaux à changer d'habitat\* pour l'alimentation ou le repos.

La synthèse globale du risque d'effets intègre ces deux risques en toutes saisons (figure 3.5). Le goéland leucophée est l'espèce qui présente le risque de collision le plus élevé (la valeur maximale étant fixée à 10 - annexe 4) et la seule espèce pour laquelle un facteur correcteur de 3 a été appliqué pour la sensibilité. Les trois groupes de mouettes et le fou de Bassan présentent un risque moyen à la collision. Pour la modification du domaine vital, seuls les cormorans et les alcidés présentent une sensibilité moyenne, les autres espèces étant peu sensibles (annexe 4).

La carte de synthèse du risque d'effets en toutes saisons est assez similaire à la carte des enjeux (figure 3.5). Cela s'explique notamment par la forte représentation du goéland leucophée dans la distribution et sa forte sensibilité à la collision. Le risque d'effets est le plus élevé dans la moitié *ouest* de la zone ZMB et la moitié *est* de la zone ZMD. Les zones, avec le plus faible risque d'effets, sont la partie centrale de la zone ZMA, la moitié *est* de la zone ZMB, la zone ZMC et la moitié *ouest* de la zone ZMD.

Les variations de distribution saisonnières de l'espèce modifient la localisation des zones de moindres effets, pour les deux effets étudiés, en hiver, le risque d'effet est plus fort au nord-est de la ZMD alors qu'en été il est plus fort à l'ouest de la ZMB.



**Figure 3.5. Carte du risque d'effets sur l'avifaune marine en toutes saisons**

Il convient toutefois de rappeler que les résultats présentés ici reposent sur les données accessibles et disponibles au moment de la réalisation de la synthèse. Pour la première fois, plusieurs jeux de données

ont été agrégés ce qui permet d'améliorer la fiabilité des données. Par contre, certains jeux de données concernent de petites zones incluses dans la zone d'étude. Ainsi un traitement statistique vise à diminuer les biais liés au sur-échantillonnage de certaines zones par rapport à d'autres, mais le degré d'incertitude pour les zones sous échantillonnées est à considérer (Annexe 4). La couverture temporelle est également variable (mois de l'année, années) sur la zone d'étude, les données proches spatialement ont pu être collectées à des années différentes. Il est connu que les distributions en mer évoluent en fonction des conditions océanographiques et varient donc d'une année sur l'autre. Les biais liés à la plateforme (avion ou bateau), aux observateurs et aux conditions environnementales n'ont pas pu être pris en compte dans notre analyse, cependant la sélection des meilleures conditions d'observation pour la majorité des jeux de données en limite l'importance.

### Synthèse relative à l'avifaune

<b>Synthèse</b>	Le golfe du Lion est l'une des zones les plus importantes, au niveau de la Méditerranée occidentale, en ce qui concerne les enjeux ornithologiques, à toutes périodes du cycle de vie de l'avifaune (nidification et zones d'alimentation de limicoles et oiseaux marins en période estivale, de migration, et enfin en période hivernale). Le nord de la zone d'étude présente un risque moyen à fort au risque de collision et de perte d'habitats, correspondant au plateau continental et fortement fréquenté par les oiseaux.		
<b>Niveau d'enjeu</b>	Fort		
<b>Sensibilité vis-à-vis du projet</b>	Faible à fort suivant les espèces		
<b>Risque d'effets</b>	Le risque d'effets est le plus élevé dans la moitié <i>ouest</i> de la zone ZMB et la moitié <i>est</i> de la zone ZMD. Les zones, avec le plus faible risque d'effets, sont la partie centrale de la zone ZMA, la moitié <i>est</i> de la zone ZMB, la zone ZMC et la moitié <i>ouest</i> de la zone ZMD.		
<b>Légende</b>	Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s

#### 3.2.3.4. Oiseaux migrateurs hors oiseaux marins

La migration est essentiellement nocturne, les oiseaux terrestres migrateurs s'engageant en mer à la tombée de la nuit. Les données utilisées pour les cartes de risque d'effet proviennent de campagnes avions et bateau menées en journée et pas nécessairement aux périodes de migration. Aussi, un travail de recensement des données télémétriques des programmes déjà existants pour obtenir des données sur les oiseaux migrateurs hors oiseaux marin a été mené.

**Le lecteur est ainsi renvoyé à l'étude « Étude avifaune en Méditerranée - Valorisation des données télémétriques » a collecté les données de suivis disponibles sur la période allant de janvier 2000 à décembre 2020. Ce rapport en plus des résultats obtenus expose également les limites associées devant être impérativement connues du lecteur et justifiant une présentation séparée.**

#### Sources :

Bradbury, G., Trinder, M., Furness, B., Banks, A. N., Caldow, R. W., & Hume, D. (2014). Mapping seabird sensitivity to offshore wind farms. *PLoS one*, 9(9), e106366.

Bradbury G, Trinder M, Furness B, Banks AN, Caldow RWG, et al., 2014, Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms. PLoS ONE 9(9):e106366.doi:10.1371/journal.pone.0106366

Cadiou B., & al. 2011. Cinquième recensement national des oiseaux marins nicheurs en France métropolitaine 2009-2011. 1ère synthèse : bilan intermédiaire 2009-2010. Groupement d'Intérêt Scientifique des Oiseaux Marins et Agence des Aires Marines Protégées. 62p.

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.

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

Garthe S, Hüppop O, 2004, Scaling Possible Adverse Effects of Marine Wind Farms on Seabirds: Developing and Applying a Vulnerability Index. *Journal of Applied Ecology*, 41, 724–734.

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

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

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

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

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

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

## 3.2.4. Chiroptères

### 3.2.4.1. État des connaissances sur les chiroptères

Les chauves-souris utilisent le milieu marin afin de rechercher leur nourriture et réaliser des migrations régionales ou à long cours. Le déplacement des chauves-souris en milieu marin est aujourd'hui peu documenté, notamment par rapport à leur migration. La bibliographie est davantage fournie pour le nord de l'Europe, ainsi, plusieurs espèces ont été contactées en pleine mer Baltique en comportement de chasse (Ahlén *et al.*, 2007 et 2009 in Biotope, 2018). Plus localement, une étude a montré que des individus de Murin à oreilles échancrées pouvaient traverser le bras de mer de 3 km séparant l'île de Porquerolles et la presqu'île de Giens afin de s'alimenter (Quekenborn, 2006 in Biotope, 2018). Cependant, la chasse en pleine mer reste peu fréquente, aussi bien dans le nord que dans le sud de la France, du fait de la faible masse d'insectes évoluant en mer (Boshamer et Bekker, 2008 in Biotope, 2018).

La migration des chauves-souris en milieu marin peut être régionale (espèce considérée comme sédentaire) ou bien sur de grandes distances (espèce dite migratrice). La Noctule de Leisler, la Pipistrelle de Nathusius et la Noctule commune sont notamment considérées comme de grandes migratrices capables de se déplacer sur plus de 1 500 km de distance.

Les études réalisées en Europe ont mis en évidence des axes de migrations maritimes, le long des côtes atlantiques et méditerranéennes ainsi que dans la mer du Nord pour la Pipistrelle de Nathusius (Arthur, 2015). Actuellement, aucune voie migratoire traversant la Méditerranée n'a été identifiée. Cependant, une étude a montré que le Minioptère de Schreibers et le Murin de Capaccini sont capables de parcourir des distances importantes, 40 à 50 km, entre les îles méditerranéennes de Majorque et Minorque aux Baléares (Amengual-Pieras *et al.*, 2007 in Biotope, 2018). Le Grand Murin a été observé traversant le détroit de Gibraltar, soit un bras de mer de 15 km (Castella *et al.* 2000, in Biotope 2018). Les périodes de migration en Méditerranée sont l'automne et le printemps, les données actuelles ne permettent pas de déterminer ces périodes plus précisément.

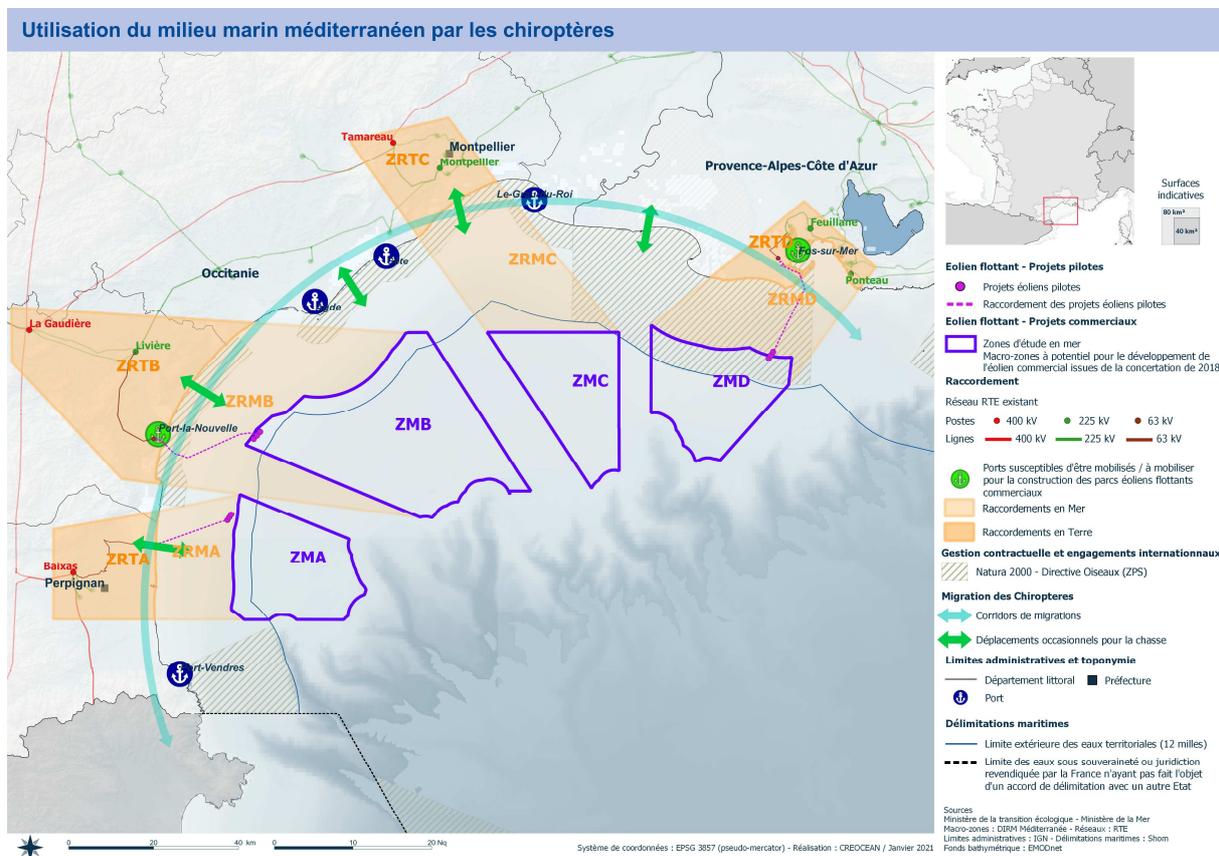
Une étude (Biotope, 2018) a permis de déterminer la probabilité de contact en mer de différentes espèces de chiroptères d'après plusieurs critères (espèce recensée en mer ou à proximité des côtes en contexte littoral, rayon d'action nocturne connu des espèces, déplacements maximum connus, caractère migrateur, occurrence par nuit pour préciser l'abondance locale des espèces). Sur la façade méditerranéenne, 6 espèces migratrices ont une probabilité forte de contact en mer (15 km de la côte), le Minioptère de Schreibers, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius, la Pipistrelle pygmée et la Noctule de Leisler (Biotope, 2018). Deux autres (le Molosse de Cestoni et la Noctule commune) présentent une probabilité de contact en mer modérée.

### 3.2.4.2. Détermination de l'enjeu et de la sensibilité à l'éolien en mer

Les principaux effets potentiels identifiés associés à un parc éolien en mer sont la perte d'habitat et la collision avec une éolienne. Ces collisions peuvent être directes ou indirectes en induisant des barotraumatismes souvent fatals en entrant dans la zone de surpression créée par le mouvement des pâles.

Considérant que certaines de ces espèces sont connues pour présenter une sensibilité importante aux éoliennes terrestres, l'enjeu sur les chiroptères au niveau des parcs éolien marins est considéré comme fort pour les 6 espèces migratrices et modéré pour les deux autres.

**MINISTRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE  
PROJET D'ÉOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**



**Figure 3.6. Représentation simplifiée de l'utilisation du milieu marin par les chiroptères**

<b>Synthèse</b>	Au moins 8 espèces sont susceptibles de fréquenter les sites d'implantation d'éoliennes en mer en Méditerranée, principalement pour leur migration.		
<b>Niveau d'enjeu</b>	Modéré		
<b>Sensibilité vis-à-vis du projet</b>	Forte		
<b>Légende</b>	Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s

### 3.2.5. Mammifères marins

#### 3.2.5.1.1. Cadre général

Les mammifères marins sont un groupe d'espèces dépendant du milieu marin pour tout ou partie de leur cycle de vie, comprenant notamment les cétacés, les pinnipèdes et les siréniens, soit plus d'une centaine d'espèces au total.

Parmi les cétacés, on distingue généralement, les odontocètes (cétacés à dents, regroupant les delphinidés, les marsouins, les cachalots et autres grands plongeurs) des mysticètes (cétacés à fanons, dont les rorquals). Le groupe des pinnipèdes est constitué de phoques, d'otaries et de morses. Enfin, le groupe des siréniens est constitué de lamantins et de dugongs.

#### 3.2.5.1.2. État des connaissances sur les cétacés dans le golfe du Lion

Vingt et une espèces de cétacés et une espèce de phoque ont été recensés dans le bassin Méditerranéen (IUCN, 2012). Les eaux françaises de Méditerranée abritent sept espèces permanentes, qui sont le grand dauphin (*Tursiops truncatus*), le dauphin bleu-et-blanc (*Stenella coeruleoalba*), le globicéphale noir (*Globicephala melas*), le dauphin de Risso (*Grampus griseus*), le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), le cachalot (*Physeter macrocephalus*) et la baleine à bec de Cuvier (*Ziphius cavirostris*). D'autres espèces peuvent être ponctuellement rencontrées comme le petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata*), la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*), le dauphin commun (*Delphinus delphis*) ou le phoque moine (*Monachus monachus*) (Notarbartolo di Sciara, 2016).

Le dauphin bleu et blanc est l'espèce majoritairement rencontrée dans le golfe du Lion, en particulier en été. Le grand dauphin apparaît également présent en effectifs plus importants en été. Le rorqual commun et le globicéphale noir ont été observés uniquement en hiver, et le dauphin de Risso uniquement en été (Laran et al., 2017). Le grand dauphin, le dauphin bleu et blanc et le rorqual commun sont ainsi observés chaque année dans le golfe du Lion. Le globicéphale et le dauphin de Risso y sont également observés mais de façon non régulière. La baleine à bec de Cuvier et le cachalot sont occasionnellement rencontrés, mais peu de données existent pour ces espèces, très discrètes. La zone du talus présente une richesse spécifique plus importante que celle du plateau (David et al., 2018).

**Tableau 1. Abondance estimée pour les principales espèces de cétacés lors des campagnes SAMM 1 dans le golfe du Lion (Laran et al., 2017)**

Espèces	Saison	Abondance	Intervalle de confiance
Dauphin bleu et blanc	Hiver	1 877	424 - 8 300
	Été	3 528	1 204 - 10 339
Grand dauphin	Hiver	63	17 - 241
	Été	1 331	466 - 3 805
Rorqual commun	Hiver	97	19 - 496
	Été	-	-
Dauphin de Risso	Hiver	-	-
	Été	76	15 - 393
Globicéphale noir	Hiver	43	8 - 223
	Été	-	-

### 3.2.5.1.3. Le dauphin bleu-et-blanc

#### *Distribution et effectifs*

La population présente dans les eaux françaises est estimée entre 40 000 et 120 000 individus, l'espèce présentant de fortes variations saisonnières (Laran et al., 2017).

Laran et al. (2017) estiment la densité des dauphins bleus et blancs dans le golfe du Lion à 0,147 individu/km<sup>2</sup> (CV = 91%) en hiver. À l'instar de ce qui est observé à l'échelle de la SRM\*, les effectifs présents dans le golfe du Lion doubleraient entre l'hiver et l'été.



**Photo 1: Dauphin bleu-et-blanc (Ludivine Martinez - Cohabys)**

#### *Comportement et régime alimentaire*

Le dauphin bleu-et-blanc présente une alimentation relativement opportuniste, basée à la fois sur des céphalopodes et sur des poissons (Spitz et al., 2006 ; Aguilar et al., 2000).

#### *Menaces*

Les dauphins bleu-et-blanc sont régulièrement capturés de façon accidentelle dans les engins de pêche, au point d'être une situation préoccupante pour l'espèce dont la population a déjà été sévèrement touchée par les épidémies de morbilivirus. La pollution et les nuisances sonores sont également des menaces pour l'espèce, en particulier en secteur côtier (UICN, 2012).

#### *Statut UICN*

Global : Préoccupation mineure  
Méditerranée : Vulnérable

#### 3.2.5.1.4. Le grand dauphin

##### *Distribution et effectifs*

Le plateau continental du golfe du Lion est utilisé toute l'année par le grand dauphin avec une fréquentation maximale en été. En hiver et jusqu'au printemps, ceux-ci tendent à se disperser en dehors du plateau continental. Il est présumé qu'ils exploitent alors d'autres habitats (talus, zone océanique, secteurs côtiers adjacents...). Le secteur côtier (jusqu'à 12 MN) et le talus continental sont très utilisés par l'espèce (DiMéglio et al., 2015).

Le golfe du Lion constitue une zone d'alimentation pour le grand dauphin. L'espèce s'y reproduit également, des nouveau-nés ayant été observés, en particulier en été. La population de grand dauphin fréquentant le golfe du Lion est estimée à 655 individus (385 -1095, IC 95%), dont la moitié seraient des individus résidents. Le golfe du Lion constitue donc un habitat favorable et important pour le grand dauphin en Méditerranée (Di-Méglio et al., 2015).



**Photo 2 : Grands dauphins (Virginie Wyss - Cohabys)**

##### *Comportement et régime alimentaire*

Le régime alimentaire des grands dauphins est largement opportuniste et dépend du site. Globalement, les grands dauphins se nourrissent de grands poissons démersaux\* (comme les mugilidés) et de céphalopodes (comme les loliginidés) (Spitz et al., 2006). Les grands dauphins sont des prédateurs opportunistes, qui n'hésitent pas à suivre les chalutiers, à l'instar des observations effectuées dans le golfe du Lion ((Di-Méglio et al., 2015).

##### *Menaces*

Le grand dauphin fréquente le milieu côtier et est, à ce titre, susceptible d'interagir avec les activités humaines. Les principales pressions s'exerçant sur l'espèce concernent les captures accidentelles dans les engins de pêche, la raréfaction des ressources alimentaires, la dégradation des habitats et l'augmentation du niveau sonore ambiant (UICN, 2012).

##### *Statut UICN*

Global : Préoccupation mineure  
Méditerranée : Vulnérable

### 3.2.5.1.5. Le rorqual commun

#### *Distribution et abondance*

Laran et al (2017) estiment la population de rorqual commun dans la ZEE française à 1000 individus en hiver et 2500 en été. Une centaine d'individus seraient présents au large du golfe du Lion.

Les résultats de suivi télémétriques et les analyses isotopiques montrent que la plupart des individus se déplacent largement dans le bassin mais ne quittent pas le secteur nord-ouest de la Méditerranée. Cependant, une petite proportion de la population méditerranéenne migrerait à travers le détroit de Gibraltar pour s'alimenter dans l'océan Atlantique (Cotté et al., 2009).



**Photo 3: Rorqual commun (Ludivine Martinez - Cohabys)**

#### **Comportement et régime alimentaire**

L'espèce se nourrit essentiellement d'euphausiacés (*Meganyctiphanes norvegica*, *Euphausia superba*, *Nyctiphanes couchi*...) et de petits poissons comme le capelan ou le lançon. La population de Méditerranée apparaît comme particulièrement spécialisée, comparativement à d'autres populations d'Atlantique Nord, s'alimentant exclusivement de krill (Das et al., 2017).

#### **Menaces**

Les collisions avec les navires sont l'une des principales menaces pour l'espèce (Panigada et al., 2006 ; David et al., 2011). La pollution et la raréfaction des ressources sont également des risques additionnels pour le rorqual commun, ainsi que les nuisances sonores générées par le trafic maritime, les activités récréatives, les prospections sismiques ou les sonars militaires (UICN, 2012).

#### **Statut UICN**

Global : En danger

Méditerranée : Vulnérable

### 3.2.5.1.6. Le dauphin de Risso et le globicéphale noir

#### **Distribution et abondance**

Le globicéphale noir et le dauphin de Risso présentent des distributions comparables, essentiellement alignées sur le talus continental avec peu de variations saisonnières (Laran et al., 2017 ; Lambert et al., 2017). Ces cétacés de haute mer fréquentent le talus continental, l'aplomb des tombants, des canyons sous-marins et les fonds allant jusqu'à 1 000 mètres de profondeur et s'approchent parfois des côtes lors des migrations de proies. En Méditerranée, ces espèces sont fréquemment observées dans le bassin Liguro-provençal, au niveau du talus mais également à quelques km des côtes (Azzellino et al., 2008).

#### **Comportement et régime alimentaire**

Les deux espèces sont teutophages, c'est-à-dire que leur régime alimentaire est essentiellement composé de céphalopodes, avec une préférence pour les calmars mésopélagiques (Blanco et al., 2006).

#### **Menaces**

Les principales menaces proviennent des activités anthropiques. Les enchevêtrements dans les engins de pêche, l'augmentation de la pollution (déchets marins qui peuvent être ingérés), les perturbations acoustiques et la dégradation d'habitat sont les principales pressions subies par l'espèce (UICN, 2012).

#### *Statut UICN*

##### *Dauphin de Risso*

Global : Manque de données

Méditerranée : Préoccupation mineure

##### *Globicéphale noir*

Global : Manque de données

Méditerranée : Manque de donnée



**Photo 4: Globicéphale noir (Ludivine Martinez - Cohabys)**

### 3.2.5.2. Spatialisation des enjeux et du risque d'effets dans le golfe du Lion pour les mammifères marins

### 3.2.5.2.1. Méthodologie

L'objectif est de cartographier les enjeux patrimoniaux associés aux mammifères marins et le risque d'effets associés à un projet éolien en mer dans le golfe du Lion et au sein des quatre zones d'étude en mer.

La démarche pour créer une carte de spatialisation des enjeux puis de risque d'effets pour les mammifères marins consiste à combiner plusieurs paramètres : le statut de conservation des espèces, la densité à l'échelle de la façade, l'importance des effectifs de la sous-région marine par rapport aux eaux françaises et la sensibilité aux principaux effets générés par un parc éolien flottant. C'est le croisement de l'ensemble de ces données qui permet d'obtenir une spatialisation des enjeux, des sensibilités et du risque d'effets pour les mammifères marins à l'échelle de la zone d'étude en mer (parc éolien et raccordement). Pour aboutir aux cartes de risque d'effets, le travail est conduit en plusieurs étapes :

○ Définition de l'enjeu :

- Données d'observations des mammifères marins utilisées :

Les espèces de mammifères marins retenues pour la réalisation de cartes sont les espèces pour lesquelles une quantité de données suffisantes est disponibles (voir Annexe 5). Les données d'entrée utilisées sont :

- Campagnes aériennes SAMM 1 (hiver 2011/12 et été 2012) – Observatoire PELAGIS/OFB
- Campagnes aériennes SAMM2 (hiver 2019) - Observatoire PELAGIS/OFB
- Campagne ACCOBAMS Survey Initiative (été 2018) – ACCOBAMS
- Projet GDEGeM Grand Dauphin Étude et Gestion en Méditerranée (2013-2015) - GIS3M – EcoOcéan Institut - Breach
- Campagnes aériennes et maritimes des parcs éoliens pilotes Eolmed-Gruissan (2016/2017, Quadran), Éoliennes Flottantes du golfe du Lion (2017/2018, ENGIE) et Provence Grand Large (2013, EDF-renouvelables)
- Suivis bisannuels du Parc naturel marin du golfe du Lion (2018-2020, PNMGL/AFB/EcoOcéan Institut)
- Campagne PELMED (2011, EcoOcéan Institut/IFREMER).
- Campagne TURSMED (2020, MIRACETI).

- Calcul de la distribution en mer (cartes de taux de rencontre) :

La première étape pour la réalisation de carte d'enjeux, est de combiner les différents jeux de données pour obtenir des taux de rencontre (nombre d'individus par km) par saison pour corriger le nombre d'observation par l'effort réalisé. Ces taux de rencontre sont calculés pour des mailles de 3 milles nautiques de côté, puis dans un second temps, ils sont interpolés par une méthode de krigeage pour obtenir des cartes plus détaillées. Des cartes de distribution sont ainsi obtenues.

La distribution en mer a ainsi été évaluée pour deux saisons distinctes :

- Une saison hivernale du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars.
- Une saison estivale du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre.

- Spatialisation des enjeux (cartes d'enjeux) :

La seconde étape vise à réaliser des cartes de patrimonialité. La responsabilité est calculée à partir de l'indice de vulnérabilité (statut UICN le plus conservateur<sup>1</sup> et tendance d'évolution en France) et l'indice de représentativité (représentativité de la zone d'étude par rapport à la sous-région marine).

Dans cette étude, la proportion des effectifs présents dans la zone d'étude (golfe du Lion) par rapport à la sous-région marine Méditerranée (dans la limite de la ZEE France) été prise en compte quand cela était possible. Dans le cas contraire, les effectifs méditerranéens ont été comparés aux effectifs nationaux, pour

---

<sup>1</sup> Il existe différents statuts pour une même espèce, en fonction de l'échelle d'évaluation : monde, européenne, nationale, régionale...

calculer un ratio. Cet indice de responsabilité souligne l'importance d'une espèce dans une zone considérée en matière de conservation.

Pour spatialiser les enjeux, les données de distribution, exprimées par les taux de rencontre (nombre d'individus par km) sont croisées avec les indices de responsabilité saisonniers. Une carte d'enjeux est produite pour chaque espèce ou groupe d'espèces (si le nombre d'observation par espèce n'est pas suffisant ou encore si les identifications lors des recensements n'ont pas permis de distinguer certaines espèces morphologiquement proches) par saison. Après une transformation logarithmique, les cartes sont agrégées en les additionnant, pour obtenir une carte des enjeux « toutes espèces » en hiver, en été et annuelle. Les cartes d'enjeux par saison sont présentées dans l'annexe 5.

○ Détermination de la valeur de sensibilité à l'éolien flottant des mammifères marins :

La sensibilité d'une espèce exprime sa capacité de tolérance et de résilience\* à une pression. Pour déterminer la sensibilité d'une espèce à un effet potentiel, plusieurs éléments sont pris en compte comme le contexte local, les caractéristiques du projet et la tolérance du milieu ou des espèces vis-à-vis des pressions. La sensibilité est donc dépendante de la nature du projet.

• Effets potentiels considérés :

Il existe aujourd'hui peu de retours d'expérience sur les effets des parcs éoliens flottant sur les mammifères marins. De plus, les effets générés dépendent fortement des technologies et des systèmes d'ancrages utilisés (Benjamins et al., 2014). Cependant, 3 principaux effets potentiels sont à ce jour identifiés (Thompson et al., 2014) :

- Le risque d'enchevêtrement dans les câbles.
- Le risque de perturbation acoustique.
- Le risque de modification d'habitat.

Les potentiels effets électromagnétiques des câbles dans la colonne d'eau sont également un point notable. Toutefois, les connaissances actuelles sont trop limitées pour permettre d'évaluer si cet effet est avéré de manière directe ou indirecte ou de le quantifier (Thompson et al., 2014). Il ne sera donc pas pris en compte dans l'évaluation des sensibilités des mammifères marins, mais constitue un axe de recherche à encourager. Il en est de même pour les effets cumulés des différentes pressions, générées par le projet lui-même et/ou par les activités préexistantes, ainsi que pour les effets à long terme sur les populations.

➤ *Sensibilité au risque d'enchevêtrement dans les câbles*

L'installation d'éoliennes flottantes requiert l'utilisation de câbles d'ancrages et de câbles électriques. En fonction des systèmes utilisés, ces câbles sont plus ou moins tendus dans la colonne d'eau.

Benjamins et al., 2014 suggèrent que le risque représenté par les dispositifs d'ancrage est moins important que celui représenté par les macrodéchets issus des pêcheries mais qu'il existe tout même. Les grands cétacés sont particulièrement exposés au risque représenté par ces structures flottantes. De même, l'enchevêtrement de filets de pêche sur les câbles d'ancrage représente un risque supplémentaire pour les mammifères marins. La probabilité qu'un filet de pêche ne s'accroche sur un/des câble(s) et qu'un mammifère marin (ou une tortue) ne s'y enchevêtre n'est pas évaluée à ce stade. Il conviendra cependant de garder ce point en tête pour les éventuelles suites du projet, la question constituant un axe de travail important.

Le rorqual commun apparaît comme l'espèce la plus sensible au risque d'enchevêtrement en raison de sa grande taille, de sa faible capacité à détecter les lignes d'ancrages et de son mode d'alimentation. Les cachalots présentent une sensibilité assez forte, en grande partie due à leur taille. Les globicéphalinés, le grand dauphin et les petits delphininés présentent une sensibilité faible.

➤ *Sensibilité aux perturbations acoustiques*

L'installation d'éoliennes offshores implique la génération de bruit additionnel, que cela soit en phase de construction ou d'exploitation. Les niveaux de bruit sont plus importants durant la phase de construction, bien qu'ils varient grandement en fonction des méthodes utilisées pour fixer les ancrages (battage de pieu,

forage, etc) et préparer le sol (dragage, jetting etc). Le battage de pieux génère de forts niveaux de bruit impulsionnel large bande (10 Hz-20 kHz) avec un maximum d'énergie mesuré entre 100 Hz et 1 kHz (Anderson et al., 2017 ; Bailey et al., 2010). D'une manière générale, le bruit généré par une éolienne en fonctionnement est un bruit continu large bande avec un maximum d'énergie en basse fréquence. Le niveau est de l'ordre de 120 à 150 dB, et n'est audible au-dessus du bruit de fond qu'en basse fréquence (< 500 Hz) (Betke, 2006 Tougaard et al., 2009, Norro et al., 2013).

Dans le cas des éoliennes flottantes, le bruit généré par le système d'ancrage (vibrations, chocs métalliques) est également non négligeable. Ces systèmes d'ancrage sont constitués de chaînes métalliques et/ou de matériaux polymères. En fonction notamment de l'état de mer, les chaînes des lignes d'ancrage peuvent générer du bruit de type impulsionnel. Mais il existe aujourd'hui très peu de mesures directes des niveaux sonores générés par ces dispositifs et nous ne sommes donc pas en capacité de les prendre en compte dans cette évaluation.

L'ouïe est le sens prépondérant chez les mammifères marins, en particulier les cétacés. Ils utilisent le son à tous les stades de leur cycle de vie, pour communiquer, s'orienter, chasser ou se reproduire. Ils sont donc particulièrement sensibles aux perturbations acoustiques (Tyack, 2008). Southall et al., 2019, proposent une classification des cétacés en fonction de leur gamme d'audition :

- Les cétacés basse fréquence : baleines à fanon dont le rorqual commun
- Les cétacés haute fréquence : cachalots, baleines à bec, la plupart des delphinidés dont le grand dauphin, les globicéphalinés, les dauphins bleu et blanc.
- Les cétacés très haute fréquence : marsouins, cachalots nains et pygmées, certaines espèces de delphinidés

Le rorqual commun est l'espèce de la zone la plus sensible au risque de perturbations acoustiques en raison de ses capacités auditives situées dans les fréquences émises par les travaux/l'exploitation et de sa faible capacité à fuir la zone. Le cachalot présente également une sensibilité forte en raison de sa faible capacité à fuir la zone. Les globicéphalinés, le grand dauphin et les delphininés présentent des sensibilités moyennes.

➤ *Sensibilité aux modifications d'habitat*

Le choix du système d'ancrage des éoliennes flottantes et les techniques utilisées pour leur mise en place conditionnent grandement les effets attendus en termes de modification d'habitat.

Les petits delphininés dont le dauphin bleu-et-blanc sont des espèces peu sensibles à la modification d'habitats en raison de leur forte capacité à changer de proies et de zones d'alimentation pour s'adapter aux contraintes environnementales (Aznar et al., 2017 ; Spitz et al., 2006 ; Meissner et al., 2012 ; Würtz & Marrale, 1993).

Les cétacés grands plongeurs (cachalot et globicéphalinés) sont teutophages et s'alimentent essentiellement sur le talus continental et les canyons. Bien que largement mobiles, leur écologie est très spécialisée sur ces habitats particuliers (Vella & Vella, 2012). Ils sont globalement plus sensibles à des modifications de leur environnement que les petits delphininés.

Les grands dauphins sont des cétacés cosmopolites présents dans une large gamme d'habitats à travers le monde (Leatherwood & Reeves, 1983). Cette large distribution témoigne de la plasticité écologique de l'espèce en termes d'habitats préférentiels et de proies et de sa forte capacité d'adaptation (Shane et al., 1986 ; Diaz Lopez et al., 2005 ; Lambert et al., 2017 ; Diaz Lopez, 2019).

Malgré une distribution large à l'échelle mondiale (Pompa et al., 2011), le rorqual commun est une espèce relativement spécialisée, s'alimentant majoritairement d'euphausiacés. La population de Méditerranée apparaît comme particulièrement spécialisée, comparativement à d'autres populations d'Atlantique Nord (Das et al., 2017). L'espèce serait donc peu résiliente face à une modification de réseau trophique. L'espèce est toutefois migratrice et sa distribution suit celle de ses proies (Panigada et al., 2008 ; Cotté et al., 2009 ; Lambert et al., 2017), attestant d'une certaine capacité à trouver des zones alternatives.

- Calcul des valeurs de sensibilités cumulées à l'éolien flottant par espèce :

L'approche choisie pour évaluer la sensibilité dans le cadre de ce projet est une version adaptée de celle développée par Garthe & Hüppop (2004) et Bradbury et al. (2004) pour les oiseaux dans le contexte des parcs éoliens en mer du Nord, et reprise ensuite pour d'autres applications et d'autres compartiments (Halpern *et al.*, 2008 ; Stelzenmüller *et al.*, 2010 ; Certain *et al.*, 2015).

Des indices descripteurs ont été définis pour évaluer la sensibilité des mammifères marins à chacun des effets potentiels identifiés. Par exemple, deux descripteurs sont utilisés pour évaluer la sensibilité à la perturbation acoustique : la capacité auditive dans les fréquences ciblées et la capacité à fuir la zone. Pour chaque descripteur et pour chaque espèce/groupe d'espèces, une valeur a alors été attribuée en se basant sur les retours d'expérience, la bibliographie ou le dire d'expert. Les valeurs de chaque descripteur sont ensuite sommées, ce qui donne une valeur de sensibilité par espèce/groupe d'espèces à chacun des trois effets potentiels identifiés (enchevêtrement, modification d'habitat, perturbation acoustique). D'après cette valeur, la sensibilité est alors qualifiée de « faible », « moyenne » ou « forte » (Tableau 2).

Les différentes sensibilités sont ensuite cumulées pour obtenir une sensibilité globale. Pour cela, une valeur entre 0 et 2 est attribuée à chaque sensibilité aux trois effets identifiés pour chaque espèce (faible = 0 ; moyenne = 1 ; forte = 2). La somme de ces valeurs de sensibilités donne une note entre 0 et 6, qui permet de qualifier la sensibilité cumulée de chaque espèce (Tableau 2).

Espèce	Enchevêtrement	Modification habitat	Perturbation acoustique	Somme des sensibilités	Sensibilité cumulée
Rorqual commun	2	2	2	6	Forte
Cachalot	1	2	2	5	Forte
Globicéphalinés	1	1	1	3	Moyenne
Grand dauphin	0	0	1	1	Faible
Petits delphininés	0	0	1	1	Faible

**Tableau 2. Valeurs des sensibilités aux trois effets potentiels identifiés par espèce/groupe d'espèces et sensibilité cumulée associée**

Ainsi, la sensibilité cumulée est forte pour le rorqual commun et le cachalot, moyenne pour les globicéphalinés et faible pour le grand dauphin et les petits delphininés.

Il convient cependant de rappeler que la sensibilité a été évaluée à partir des effets connus et mesurables. Certains effets n'ont pu être pris en compte faute de données et de méthodologies suffisamment robustes pour les évaluer. C'est notamment le cas pour les effets à long terme et les effets cumulés.

- Spatialisation du risque d'effets (carte de risque d'effet) :

La dernière étape vise à croiser l'enjeu et la valeur de sensibilité cumulée pour chaque espèce/groupe d'espèces afin d'établir un zonage du risque d'effets au sein des quatre zones d'étude en mer et d'identifier les zones les plus propices vis-à-vis des espèces.

Pour cela, les valeurs de sensibilité cumulée vont venir pondérer les valeurs d'enjeu obtenues lors des étapes précédentes. Ainsi, la carte d'enjeu est multipliée par un facteur correcteur (allant de 1 à 3 pour un effet faible, moyen, fort), dérivé des valeurs de sensibilités cumulées (tableau 3). Ce facteur est neutre pour une valeur de sensibilité allant de 1 à 2 (la carte d'enjeu n'est pas modifiée), mais il accentue le poids d'une espèce sensible dans l'évaluation du risque (jusqu'à 3 fois en cas de forte sensibilité).

Cette échelle vient donc donner du poids à une espèce sensible mais n'enlève pas de point à la patrimonialité de l'espèce si celle-ci est peu sensible aux pressions générées par le projet éolien.

Sensibilité cumulée aux trois effets potentiels	1	2	3	4	5	6
Valeur de sensibilité	1	1	2	2	3	3

**Tableau 3. Correspondance entre le facteur correcteur et la valeur de sensibilité cumulée aux trois effets potentiels**

Le Tableau 4 indique les valeurs de correction retenues pour les différentes espèces/groupes d'espèce. Le rorqual commun et le cachalot voient ainsi leur note de responsabilité tripler, les globicéphalinés doubler. Le grand dauphin et les petits delphininés ne subissent pas de modification.

Espèce	Valeur de correction
Rorqual commun	X 3
Cachalot	X 3
Globicéphalinés	X 2
Grand dauphin	X 1
Petits delphininés	X 1

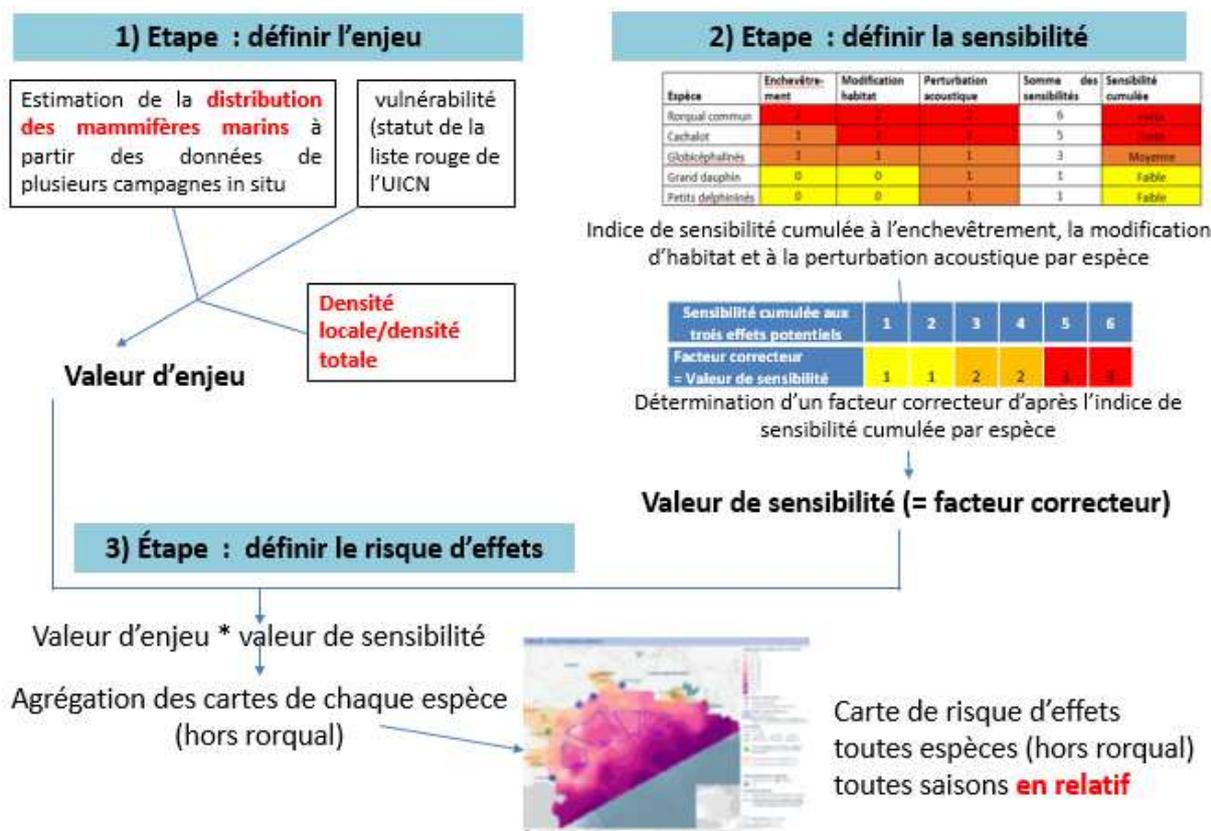
**Tableau 4. Valeurs de correction attribuées aux différentes espèces/groupes d'espèces**

Après une transformation logarithmique, les cartes obtenues pour chaque espèces/groupe d'espèces sont agrégées en les additionnant, pour réaliser une carte de risque d'effets « toutes espèces » en hiver, en été et annuelle.

Pour le cas particulier du grand dauphin, dont une partie de la population est résidente et qui est une espèce fréquentant particulièrement le plateau du golfe du Lion, des cartes d'enjeu et d'effet spécifiques à l'espèce ont également été réalisées.

Afin d'obtenir une représentation du risque d'effets discriminante, les valeurs de risque d'effets sont représentées sur les cartes en déciles. Il s'agit donc d'une représentation relative du risque d'effets.

Le schéma suivant synthétise les différentes étapes de la définition des risques d'effets pour les oiseaux marins :



### 3.2.5.2.2. Cartes d'enjeux : interprétation

La figure 3.7 matérialise les enjeux liés aux cétacés pour les deux saisons combinées. Elle prend en compte les grands dauphins et les dauphins bleu-et-blanc mais n'intègre pas les rorquals communs ni les globicéphalinés en raison du nombre insuffisant de données existantes pour ces espèces.

Toutes saisons et espèces confondues, le talus et la zone océanique apparaissent comme les habitats les plus utilisés par les cétacés, les plus forts taux de rencontre y étant localisés. La partie Est du talus semble particulièrement intéressante pour eux. Les 4 zones d'étude ne présentent pas de différences significatives en termes d'enjeux pour les mammifères marins, à l'exception des secteurs sud-est de la zone ZMD et sud de la zone ZMA où des taux de rencontres allant jusqu'à plus de 6 individus/km sont observés. Les enjeux les plus faibles sont rencontrés dans la partie nord-ouest de la zone ZMB.

Lorsque l'on distingue les saisons été et hiver, la situation devient plus contrastée (Annexe 5). En hiver, le talus reste le secteur le plus fréquenté mais une présence de cétacés plus importante est constatée sur le plateau du golfe du Lion. L'ensemble de la zone ZMB est alors concernée par la présence de cétacés, à l'exception de son extrémité nord-ouest. La zone ZMD enregistre également des enjeux relativement forts, en particulier le sud de la zone. En été, le talus est toujours le secteur le plus fréquenté et la présence de cétacés sur le plateau continental est diffuse. Les zones ZMD et ZMA présentent les enjeux les plus importants durant l'été. Le centre de la zone ZMB présente quant à lui les enjeux les plus faibles durant cette saison.

La localisation des enjeux globaux est fortement influencée par la distribution du dauphin bleu-et-blanc, espèce majoritaire du secteur.

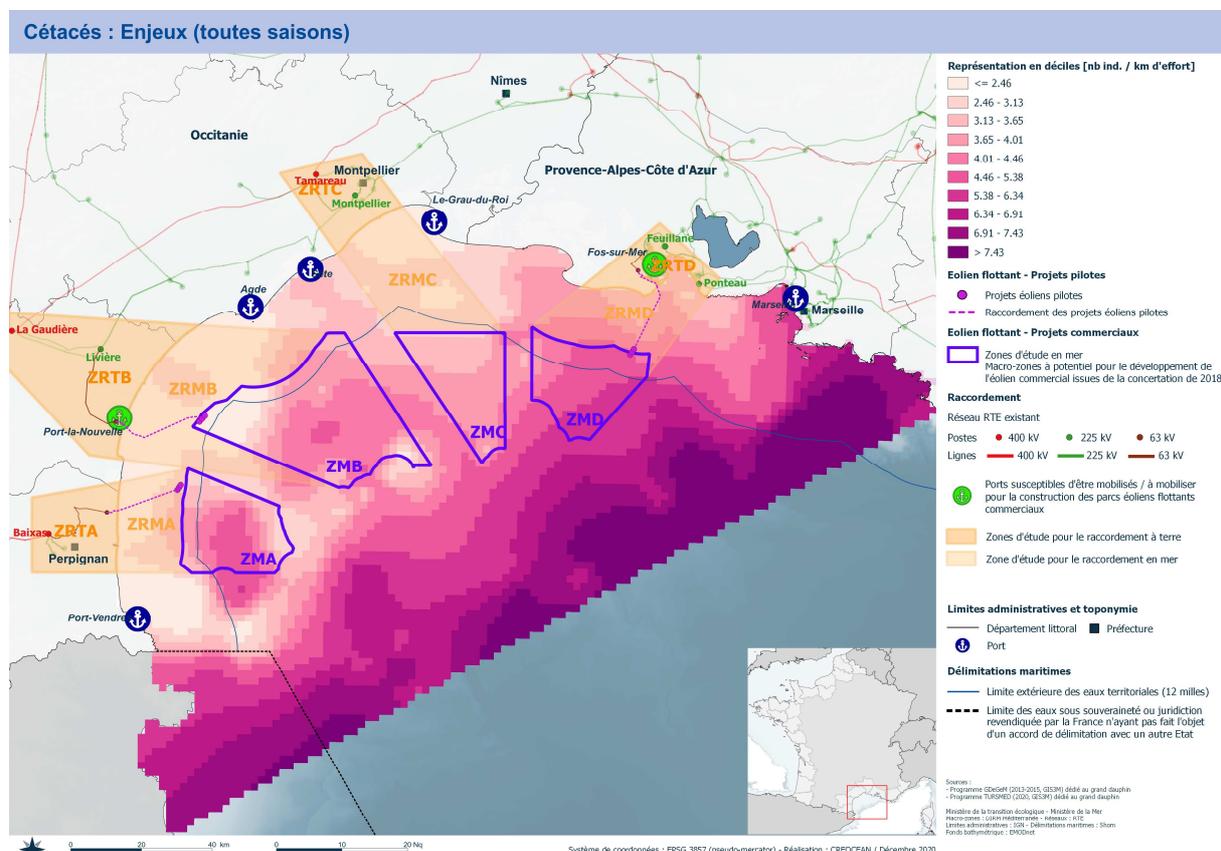


Figure 3.7. Carte des enjeux pour les petits cétacés toutes saisons

Lorsque l'on s'intéresse spécifiquement au cas du grand dauphin, sa distribution à l'échelle annuelle est localisée à la fois sur le plateau et sur le talus. Les secteurs côtiers sont concernés par la présence de l'espèce, en particulier entre Agde et Sète et des Saintes-Maries-de-la-Mer à Fos-sur-Mer, avec des enjeux relativement forts. Le talus, la partie centrale de la zone ZMB et la partie nord de la zone ZMD sont les secteurs présentant les plus forts enjeux pour l'espèce. La zone ZMA et le nord-ouest de la zone ZMB présentent les enjeux les plus faibles pour la zone d'étude.

L'échelle saisonnière reflète une situation plus contrastée, confirmant les mouvements saisonniers de l'espèce (Annexe 5). En hiver, les grands dauphins sont majoritairement présents sur le plateau du golfe du Lion, sur une large zone allant du large de Gruissan à Fos-sur-Mer. Les zones ZMB, ZMC et ZMD enregistrent alors des enjeux relativement forts, à l'exception de la partie nord-ouest de la zone ZMB. Les enjeux les plus faibles sont localisés dans les secteurs côtiers de Port-Vendres à Gruissan et dans la partie périphérique de la zone ZMA. En période estivale, les grands dauphins sont concentrés sur le talus, en particulier dans sa partie centrale et à l'Est de la zone ZMD. Quelques patches restent cependant localisés près des côtes, en particulier en Camargue, à Sète et Port-La-Nouvelle. Les 4 zones d'étude en mer présentent des enjeux beaucoup plus faibles qu'en hiver, en particulier la zone ZMB.

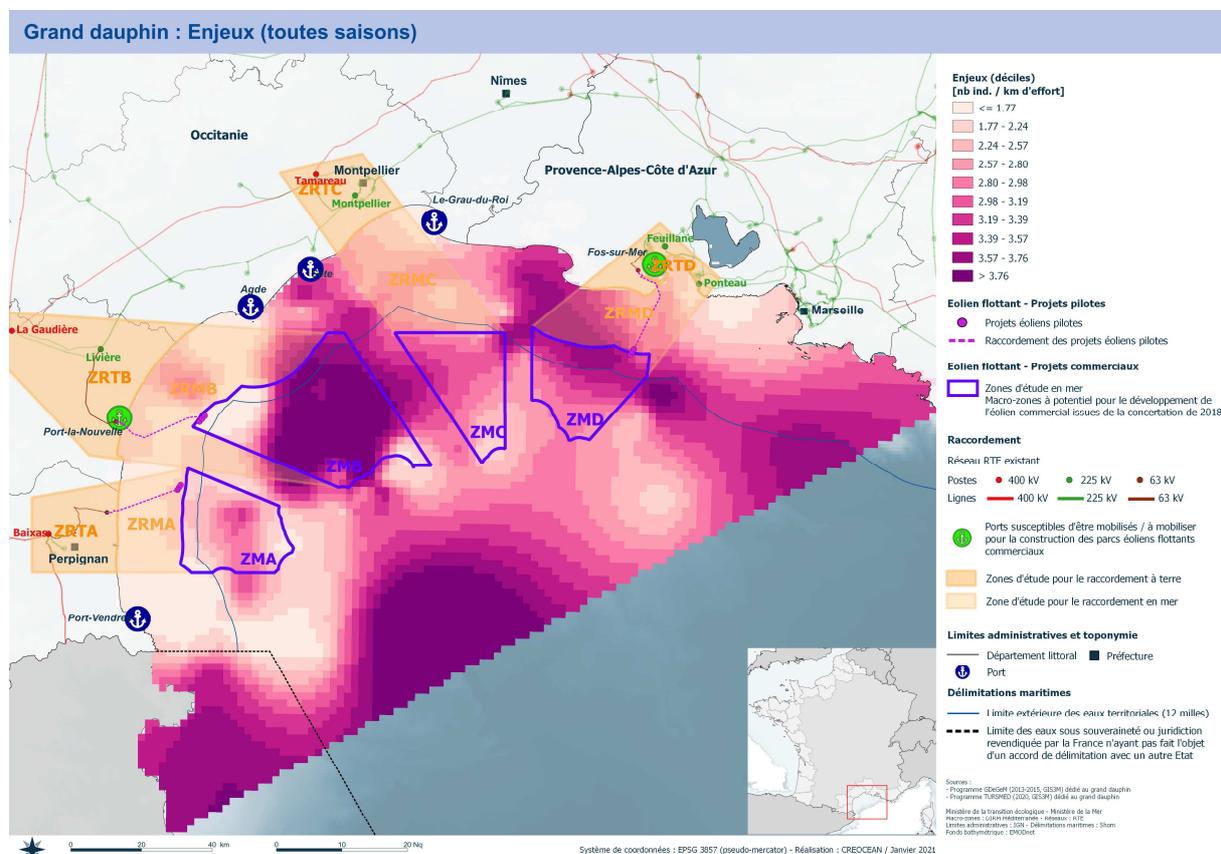


Figure 3.8. Carte des enjeux pour le grand dauphin toutes saisons

Concernant le rorqual commun, la faible quantité de données existante dans la zone d'étude n'a pas permis la réalisation de cartes krigées. Des cartes de taux de rencontre ont été réalisées (Annexe 5) pour l'été et pour l'hiver. L'espèce est peu présente dans le golfe du Lion, mais des observations sont néanmoins réalisées en particulier durant l'été, sur l'ensemble du sud de la zone d'étude. Le talus est le secteur le plus concerné par les observations, même si des individus ont été rapportés également sur le plateau et en proche côtier. La partie ouest de la zone semble plus fréquentée que le centre de la zone d'étude. En été, des observations sont localisées dans le sud des zones d'étude en mer ZMA et ZMC et dans le sud-est de la zone ZMD. En hiver, peu d'observation ont été effectuées dans la zone d'étude. Elles sont toutefois localisées dans la partie est du golfe, à l'est de la zone ZMD.

### 3.2.5.2.3. Risque d'effets : interprétation

La carte de risque d'effets est similaire à celle des enjeux puisque les sensibilités des grands dauphins et petits delphininés ne modifient pas la note d'enjeu.

Toutes saisons confondues, le risque d'effets pour les petits cétacés est plus faible en secteur côtier que sur le talus. Le secteur nord-ouest de la zone ZMB présente le plus faible risque d'effet, le secteur sud-est de la zone ZMD et le centre de la zone ZMA présentant le risque les plus élevés.

Lorsque l'on distingue les saisons été et hiver, la situation devient plus contrastée (Annexe 5). En été, la zone ZMB présentant le risque d'effets le plus faible, en particulier dans le centre de la zone. Le plus fort risque d'effets est localisé sur le talus. En hiver, le risque le plus important est enregistré sur le talus, dans le centre de la zone ZMB et dans le sud de la zone ZMD. Le nord-ouest de la zone ZMB ainsi que la frange côtière présentent un risque d'effet le plus faible.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE  
PROJET D'ÉOLIENNES FLOTTANTES EN MÉDITERRANÉE

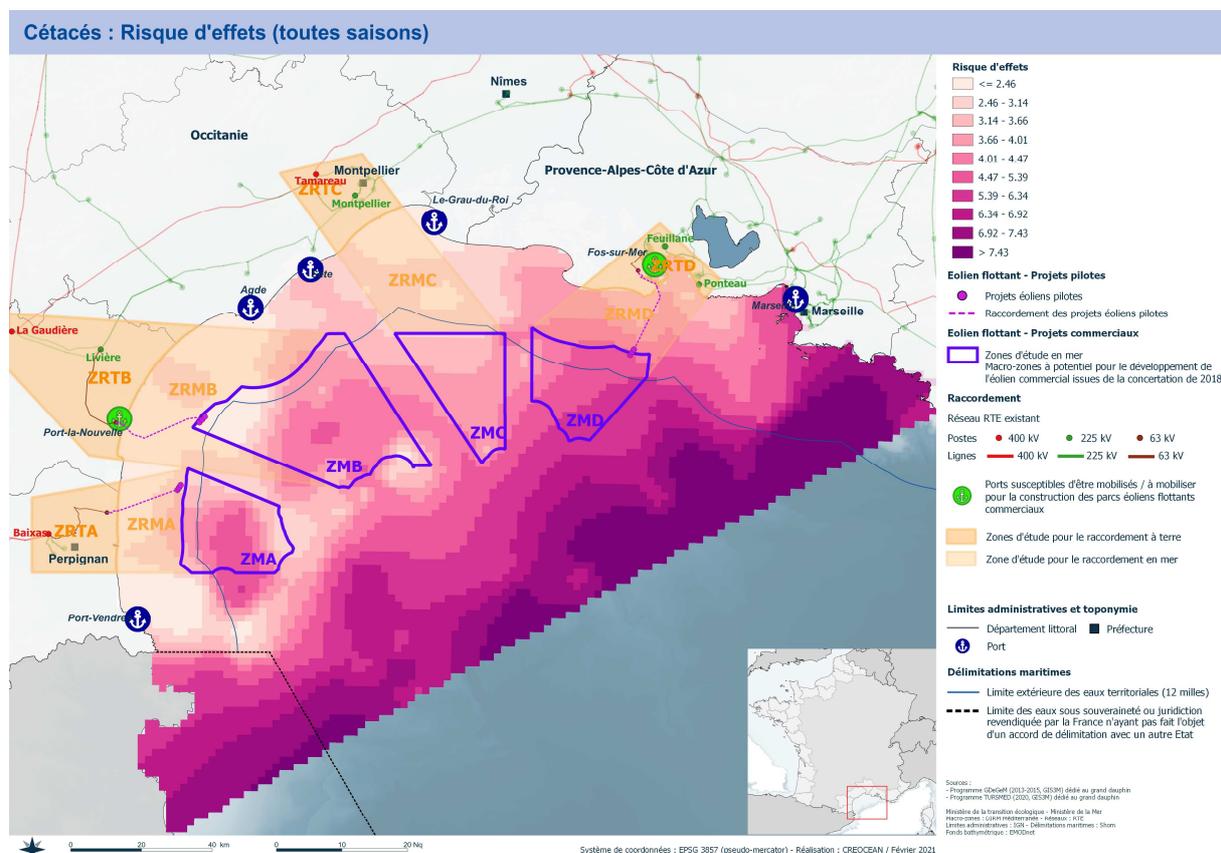


Figure 3.9. Carte de risque d'effets pour les petits cétacés toutes saisons confondues

Pour le grand dauphin, toutes saisons confondues, le plus fort risque d'effets est localisé sur la zone ZMB (à l'exception de son extrémité nord-ouest), sur le nord de la zone ZMD, en secteurs côtiers entre Sète et Agde, dans le bassin camarguais et sur l'ensemble du talus. Les zones présentant le plus faible risque d'effets pour le grand dauphin sont la périphérie de la zone ZMA et l'extrémité nord-ouest de la zone ZMB.

Les variations de distribution saisonnières de l'espèce modifient la localisation des zones de moindres effets : si les 4 zones présentent le risque d'effets le plus faible en été, en hiver seuls le nord-ouest de la zone ZMB et la périphérie de la zone ZMA présentent le plus faible risque d'effets.

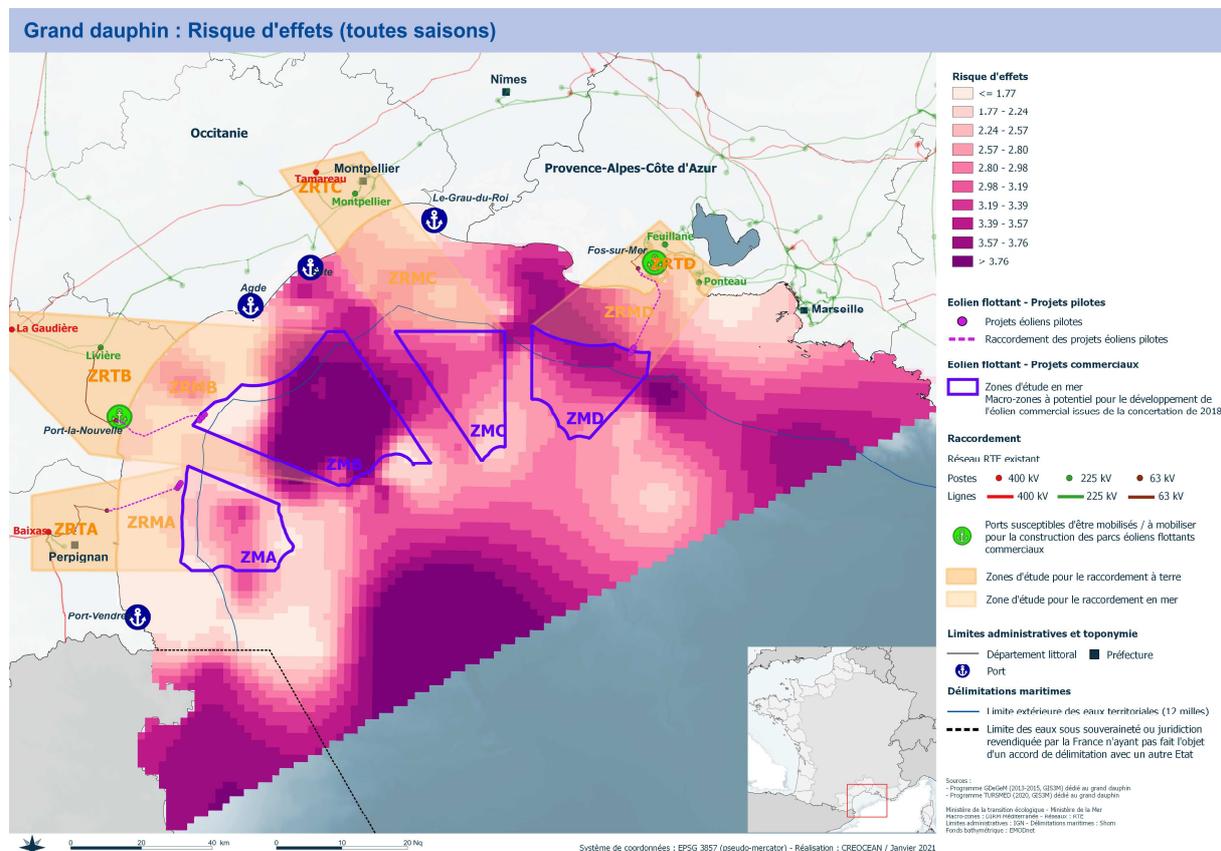


Figure 3.10. Carte de risque d'effets pour les grands dauphins toutes saisons confondues

Il convient toutefois de rappeler que les résultats présentés ici reposent sur les données accessibles et disponibles au moment de la réalisation de la synthèse. Pour la première fois, plusieurs jeux de données ont été agrégés ce qui permet d'améliorer la fiabilité des données. Par contre, certains jeux de données concernent de petites zones incluses dans la zone d'étude. Ainsi un traitement statistique vise à diminuer les biais liés au sur-échantillonnage de certaines zones par rapport à d'autres, mais le degré d'incertitude pour les zones sous échantillonnées est à considérer (Annexe 5). La couverture temporelle est également variable (mois de l'année, années) sur la zone d'étude, les données proches spatialement ont pu être collectées à des années différentes. Il est connu que les distributions en mer évoluent en fonction des conditions océanographiques et varient donc d'une année sur l'autre. Les biais liés à la plateforme (avion ou bateau), aux observateurs et aux conditions environnementales n'ont pas pu être pris en compte dans notre analyse, cependant la sélection des meilleures conditions d'observation pour la majorité des jeux de données en limite l'importance.

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

<b>Synthèse</b>	Le golfe du Lion joue un rôle important pour certaines espèces de petits cétacés tout au long de l'année. Le talus est un secteur important pour la majorité des espèces mais le plateau joue également un rôle essentiel pour le grand dauphin. Si le dauphin bleu-et-blanc est l'espèce globalement majoritaire, le grand dauphin constitue un enjeu fort à l'échelle du plateau. A l'inverse, les grands cétacés sont peu présents sur le plateau. De fortes variations saisonnières de présence sont observées : si l'été enregistre les plus fortes abondances, les cétacés sont localisés davantage au large à cette période. L'hiver est donc la saison présentant les plus forts enjeux à l'échelle des zones d'études en mer.		
<b>Niveau d'enjeu</b>	Faible à fort		
<b>Sensibilité vis-à-vis du projet</b>	Faible à fort		
<b>Risque d'effets</b>	Toutes saisons confondues, le risque d'effets le plus fort est attendu sur le talus et en zone ZMB et ZMD ; le plus faible dans nord-ouest de la zone ZMB et en périphérie de la zone ZMA. L'hiver est la saison la plus à risque dans les zones d'étude.		
<b>Légende</b>	Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s

**Sources :**

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

Andersson, M. H., Andersson, S., Ahlsén, J., Andersson, B. L., Hammar, J., Persson, L. K., Pihl, J., Sigra, P. & Andreas, W., 2017. A framework for regulating underwater noise during pile driving. A technical Vindval report, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Sweden, Report 6775, 113 p.

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

Azzellino, A., Gaspari, S., 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Cresswell G, Walker D & Coles P, 1998, The Bay of Biscay cetacean report 1997. Organisation Cetacea, 15p.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R., Watson, R., 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* 319, 948–952. doi:10.1126/science.1149345

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Poisson F., Sacchi J, Senegas JB, Catteau S, Demarcq H., Cesarini C. , Gambaiani D, 2018, Potential Fisheries Interactions With Sea Turtles On The French Mediterranean Coast: Insights From Observers And Satellite Data *Ists38\_Kobe*, 18-23 Feb 2018.

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

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

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

Spitz J, Chérel 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.

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

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

Thompson, D., Hall, A. J., McConnell, B. J., Northridge, S. P. & Sparling, C., 2015, Current state of knowledge of effects of offshore renewable energy generation devices on marine mammals and research requirements. *Sea Mammal Research Unit, University of St Andrews, Report to Scottish Government*, no. MR 1 & MR 2, St Andrews, 55pp.

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

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

Vella A & Vella J, 2012, Central-southern Mediterranean submarine canyons and steep slopes: role played in the distribution of cetaceans, bluefin tunas, and elasmobranchs in Würtz M. (ed.), 2012,

Mediterranean Submarine Canyons: Ecology and Governance. Gland, Switzerland and Málaga, Spain: IUCN. 216 pages.

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

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

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

## 3.2.6. Tortues marines

### 3.2.6.1. Cadre général

Les tortues marines sont des espèces migratrices, à sang froid, dotées de poumons, à longue durée de vie et à maturité sexuelle tardive. Elles présentent un cycle de vie complexe où de nombreux changements vont s'opérer au niveau de leur alimentation, des habitats utilisés et de leur comportement. Ainsi, les individus juvéniles se développent dans des zones éloignées des côtes, les individus sub-adultes utilisent des habitats côtiers et les adultes effectuent des migrations entre les zones d'alimentation et les zones de reproduction et inter-ponte (Musick, 1997), n'hésitant pas à traverser les océans. Il existe à l'heure actuelle sept espèces de tortues marines réparties en deux groupes : les Cheloniidés comptant six espèces et les Dermochelyidés une espèce.

#### 3.2.6.1.1. État des connaissances sur les tortues marines de Méditerranée

Cinq espèces de tortues marines ont été recensées en Méditerranée dont trois sont considérées comme régulièrement ou occasionnellement présentes (Tableau 5).

Nom commun	Nom scientifique	Statut de présence	Statut de conservation	Particularité
Tortue caouanne	<i>Caretta caretta</i>	Commune	Préoccupation mineure	Espèce prioritaire annexe II DHFF. Espèce annexe IV DHFF
Tortue verte	<i>Chelonia mydas</i>	Occasionnelle	En danger	Espèce prioritaire annexe II DHFF. Espèce annexe IV DHFF
Tortue luth	<i>Dermochelys coriacea</i>	Occasionnelle	Vulnérable	Espèce annexe IV DHFF
Tortue imbriquée	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Rare	En danger critique	Espèce annexe IV DHFF
Tortue de Kemp	<i>Lepidochelys kempii</i>	Rare	En danger critique	Espèce annexe IV DHFF

**Tableau 5. Statut des espèces de tortues observées en Méditerranée (Claro et al., 2012 ; Casale et al., 2020)**

Les observations réalisées en mer concernent essentiellement des tortues caouannes, quelques tortues luths et quelques tortues vertes. La tortue imbriquée et la tortue de Kemp sont surtout signalées en échouages (Tableau 6).

Lors des campagnes SAMM, les tortues caouanne, verte, imbriquées et de Kemp sont regroupées sous le terme « tortues à écailles » car non différenciable depuis un avion. Il est toutefois probable qu'une part importante des observations corresponde à des tortues caouannes. Bien que les estimations varient un peu entre les deux sessions de campagnes, l'abondance des tortues à écailles dans la ZEE est 4 fois plus importante en été qu'en hiver. 3 600 à 5 500 tortues seraient ainsi présentes dans les eaux françaises de Méditerranée durant l'hiver et 14 000 à 20 000 durant l'été (Tableau 6).

Espèces	Saison	SAMM 1		SAMM 2	
		Abondance	Intervalle de confiance	Abondance	Intervalle de confiance
Tortues à écailles	Hiver	3 627	2 505 – 5 251	5 557	4 447 – 6 944
	Été	14 214	11 000 – 18 366	20 122	15 557 – 26 026

Tableau 6. Abondance estimée pour les tortues à écailles lors des campagnes SAMM 1 et 2 en Méditerranée (Laran et al., 2020)

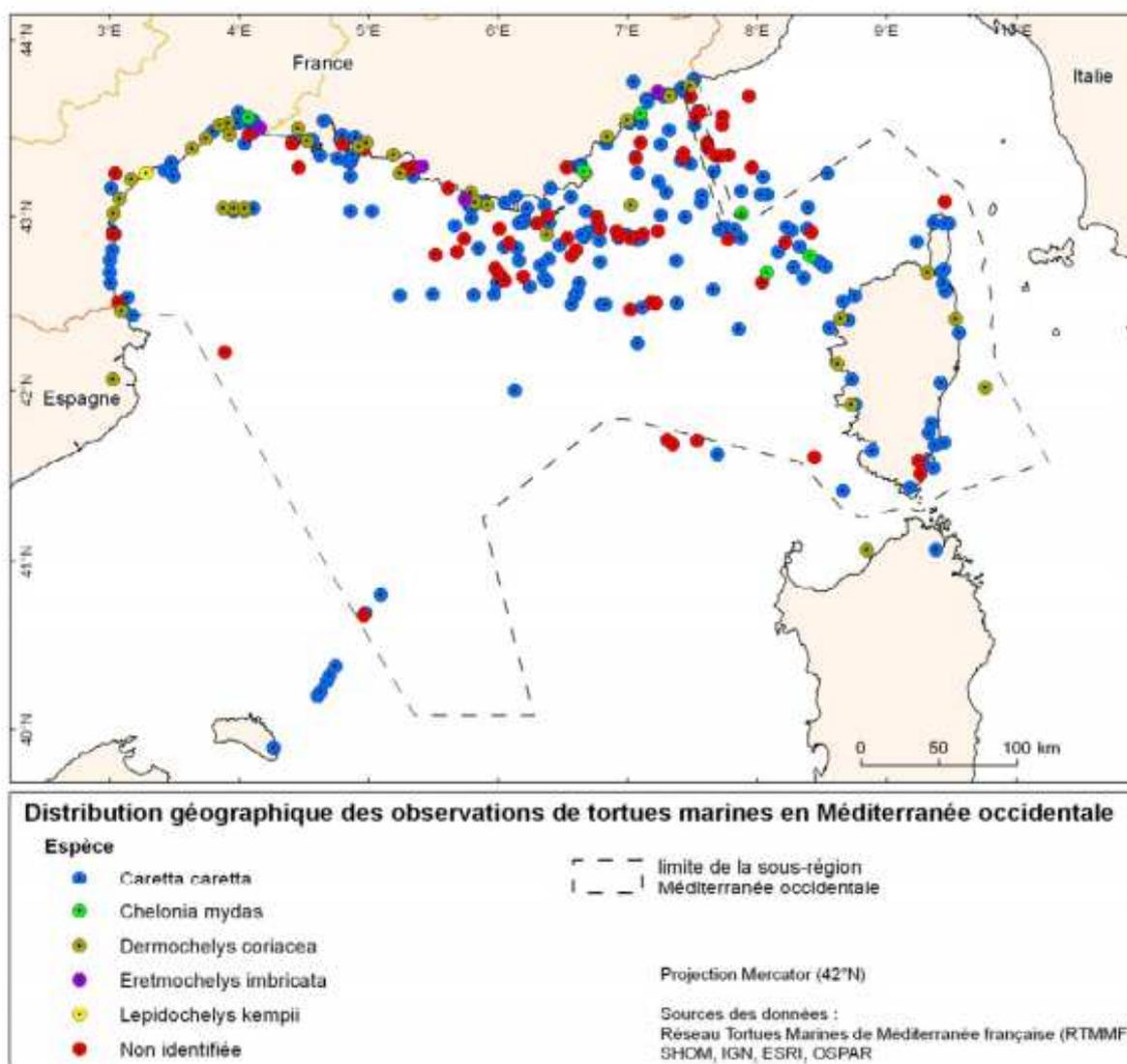


Figure 3.11. Distribution des observations de tortues marines dans la SRM Méditerranée entre 1954 et 2010 (Claro et al., 2012)

Parmi ces espèces, seules la tortue caouanne et la tortue verte se reproduisent en Méditerranée, principalement dans la partie orientale du bassin (Casale et al., 2020). Plusieurs nidifications ponctuelles de tortue caouanne ont été observées dans le nord de la Méditerranée occidentale, en France, en Italie et en Espagne (Casale et al., 2020).

### 3.2.6.1.2. La tortue caouanne

#### *Distribution et abondance*

En Méditerranée, les principaux sites de pontes sont situés dans l'ouest du Bassin avec le maximum de nids en Grèce, Turquie, Chypre et Lybie (Casale et al., 2020).

La tortue caouanne est l'espèce la plus fréquente en Méditerranée : de nombreuses observations sont recensées chaque année, que cela soit par les échouages, les suivis en mer ou les captures accidentelles (Figure 3.12, Casale et al., 2020).



Photo 5. Tortue caouanne (Dinis Geraldès - Cohabys)

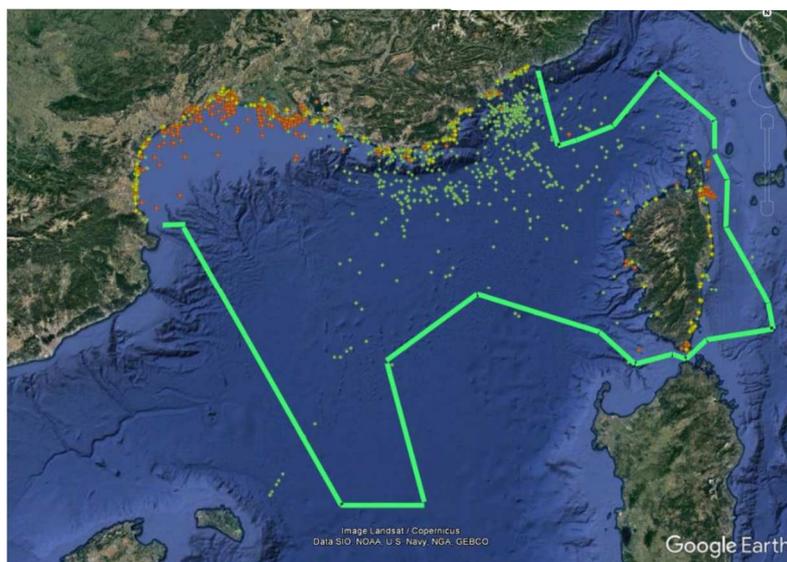
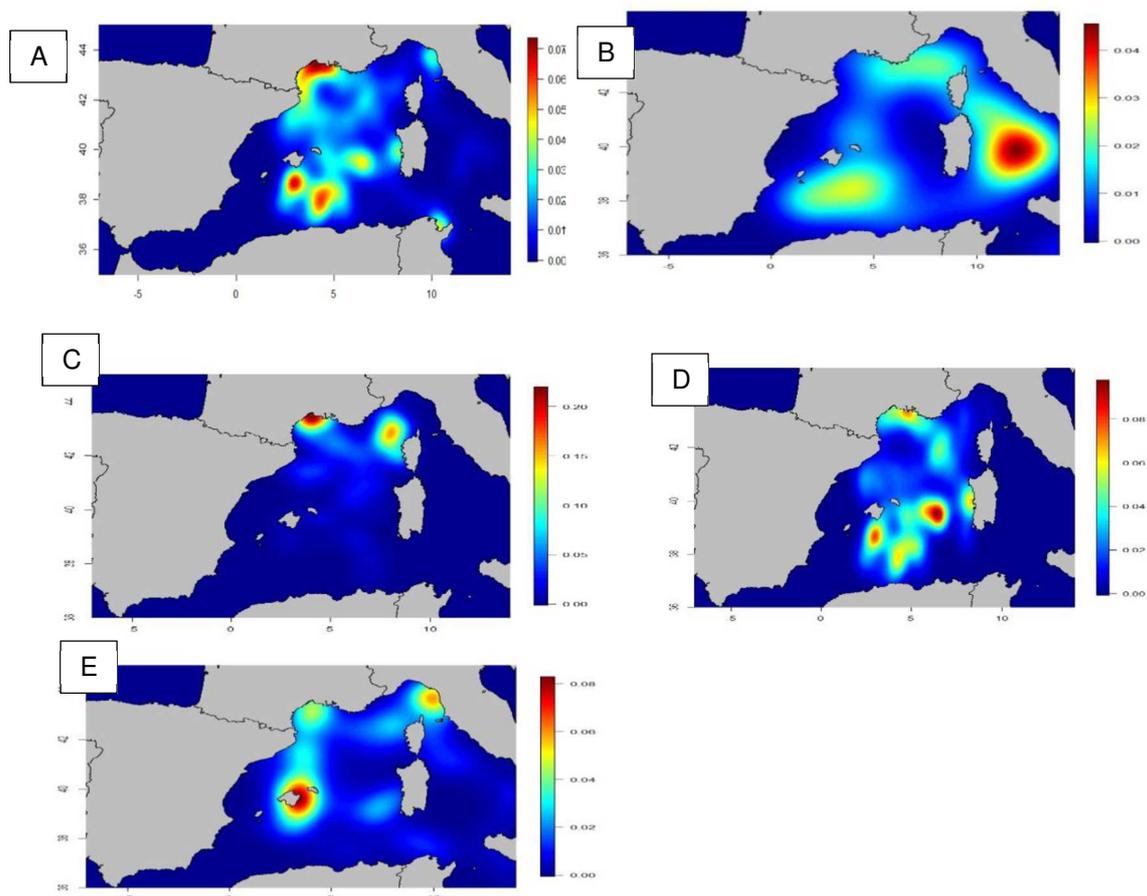


Figure 3.12. Observations de tortues caouanne dans la SRM Méditerranée entre 2007 et 2019 (Casale et al., 2020). (Points vers : observations en mer ; points marrons : captures accidentelles ; points jaunes : échouages).

#### *Comportement et régime alimentaire*

Les suivis télémétriques réalisés ont également montré que les individus équipés sont restés en Méditerranée occidentale mais ont utilisé des habitats différents en fonction des saisons (Poisson et al., 2017 ; Poisson et al., 2018). En hiver, les tortues caouannes seraient essentiellement présentes au sud des Baléares, en mer Ligure et en mer Tyrrhénienne (B). Au printemps, elles seraient principalement observées en zones côtières dans le golfe du Lion et dans le sanctuaire Pelagos (C). En été, leur utilisation des habitats serait plus diffuse, concernant à la fois les côtes du golfe du Lion et de la Sardaigne mais également des zones au large, dans le sud du bassin (D). À l'automne, les tortues utiliseraient des secteurs côtiers du golfe du Lion, de mer Ligure et des Baléares (E). Le golfe du Lion serait donc une zone importante pour l'espèce. Il s'agirait d'une zone d'hivernage et d'alimentation pour les sub-adultes et les juvéniles. Des accouplements ont également été observés dans la partie est du golfe du Lion (Casale et al., 2020).

Bien que les schémas migratoires n'aient pas été clairement identifiés pour l'instant, des analyses génétiques préliminaires ont montré que les tortues caouannes présentes dans la SRM seraient originaires de trois zones de pontes : atlantique ouest, atlantique est et est de la Méditerranée (Savalli, 2015).



**Figure 3.13. Kernel de densité appliqué aux suivis télémétriques de tortues caouannes entre 2008 et 2017 (Poisson et al., 2017 ; Poisson et al., 2018)**

*A : Traitement sur l'année entière ; B : janvier à mars ; C : avril à juin ; D : juillet à septembre ; E : octobre à décembre*

C'est une espèce solitaire et migratrice (Casale et al., 2020). Son régime alimentaire est carnivore, composé de méduses, mollusques, crabes et de poisson.

#### *Menaces*

Les captures accidentelles dans les engins de pêche sont une menace importante pour les tortues marines. La dégradation des habitats favorables, la pollution et la destruction de nids et/ou d'individus sont également des menaces pour l'espèce.

#### *Statut UICN*

Global : Vulnérable

Méditerranée : Préoccupation mineure

### 3.2.6.1.3. La tortue luth

#### *Distribution et abondance*

La tortue luth est la deuxième espèce de tortue la plus rencontrée en Méditerranée nord occidentale, bien qu'il n'existe pas d'estimation d'abondance. Cette espèce est observée tout au long de l'année mais en effectifs moins importants que la tortue caouanne et avec une diminution du nombre d'observations d'ouest en est du fait notamment de l'éloignement par rapport à l'Atlantique (Casale et al., 2020). Les individus observés sont des sub-adultes et adultes et proviennent des sites de ponte situés en Amérique du Sud et en Guyane française (Casale et al., 2020).

#### *Comportement et régime alimentaire*

Le régime alimentaire de la tortue Luth se base essentiellement sur des proies gélatineuses (cnidaires, cténophores et urochordés).

#### *Menaces*

Les captures accidentelles dans les engins de pêches sont la principale source de menace pour cette espèce en Méditerranée. La pollution et les perturbations acoustiques peuvent également l'impacter.

#### *Statut UICN*

Global : Vulnérable

Méditerranée : -

### 3.2.6.1.4. La tortue verte

#### *Distribution et abondance*

En Méditerranée, les tortues vertes sont surtout présentes dans le bassin oriental entre la Turquie, la Syrie, Chypre, la Grèce, Israël et l'Égypte (Casale et al., 2020). Les nidifications sont observées en Turquie, à Chypre et en Syrie.

#### *Comportement et régime alimentaire*

Son régime alimentaire est carnivore, composé de méduses, mollusques, crabes et de poisson.

#### *Menaces*

Les captures accidentelles dans les engins de pêche sont une menace importante pour les tortues marines. La dégradation des habitats favorables, la pollution et la destruction de nids et/ou d'individus sont également des menaces pour l'espèce.

#### *Statut UICN*

Global : En danger

Méditerranée : Préoccupation mineure



**Photo 6 : Tortue verte (Alessandra Suardi - Cohabys)**

### 3.2.6.2. Enjeux et risque d'effets de la façade Méditerranée pour les tortues marines

#### 3.2.6.2.1. Méthodologie

Il n'a pas été possible de produire des cartes d'enjeux et de risque d'effet pour les tortues marines dans le cadre de la présente étude en raison du nombre insuffisant de données disponibles et accessibles. Cependant, les sensibilités ont été évaluées suivant la méthodologie utilisée pour les mammifères marins. Il convient toutefois de noter qu'il n'a pas été possible de réaliser une évaluation des sensibilités en distinguant chaque espèce étant donné le peu d'informations existantes à l'heure actuelle. Malgré le fait que l'écologie et la phénologie varient d'une espèce à l'autre, les différentes espèces de Méditerranée ont été regroupées sous un terme générique dans le cadre de l'évaluation des sensibilités.

#### 3.2.6.2.2. Enjeux

Bien qu'il n'ait pas été possible de les spatialiser, des enjeux existent dans la zone d'étude pour les tortues marines. Le secteur semble jouer un rôle significatif pour la tortue caouanne qui viendrait s'y alimenter et pour laquelle des observations régulières sont rapportées. Les enjeux sont donc modérés à fort pour cette espèce. La présence d'autres espèces comme la tortue luth et la tortue verte est plus rare, les enjeux sont faibles pour ces espèces. D'une façon globale, les enjeux sont modérés pour les tortues marines dans le golfe du Lion.

#### 3.2.6.2.3. Evaluation des sensibilités

Les effets potentiels principaux associés à l'éolien flottant pour les tortues marines identifiés sont le risque d'enchevêtrement, les perturbations acoustiques et les modifications d'habitat.

##### 3.2.6.2.3.1. Sensibilité à l'enchevêtrement dans les câbles

Voir chapitre mammifères marins pour le détail de la méthode.

Les tortues marines présentent une sensibilité à l'enchevêtrement moyenne en raison de leur faible capacité à détecter les lignes d'ancrage et de leur faible flexibilité corporelle (Benjamins et al., 2014).

Rappelons que la probabilité qu'un filet de pêche ne s'accroche aux câbles et constitue donc une augmentation significative du risque d'enchevêtrement pour les tortues n'est pas évaluée ici, ni la sensibilité aux captures accidentelle dans les engins de pêche.

##### 3.2.6.2.3.2. Sensibilité aux perturbations acoustiques

Voir chapitre mammifères marins pour le détail de la méthode.

Chez les tortues, les réactions comportementales liées aux perturbations sonores ont très peu été étudiées. Des études ont toutefois pu montrer que des tortues remontent en surface lorsqu'elles sont exposées aux basses fréquences, de même qu'elles augmentent leur vitesse de nage en réponse à des émissions de canons à air (Nelms et al., 2016). Bien que nos connaissances soient limitées, les tortues semblent sensibles aux basses fréquences.

Les tortues présentent une sensibilité au risque de perturbations acoustiques qualifiée de moyenne en raison de leur sensibilité acoustique dans les fréquences concernées par les travaux/exploitation et de leur faible capacité à quitter la zone rapidement lors d'activités bruyantes.

##### 3.2.6.2.3.3. Sensibilité aux modifications d'habitat

Voir chapitre mammifères marins pour le détail de la méthode.

Les tortues marines présentent une sensibilité au risque de modification d'habitat qualifiée de moyenne. La plupart des espèces présentes en Méditerranée sont migratrices, capables de trouver des zones alternatives à l'échelle du bassin (tortues à écailles) ou en dehors (tortue luth).

#### 3.2.6.2.3.4. Évaluation de la sensibilité globale

Les sensibilités aux trois effets potentiels identifiées sont résumées dans le Tableau 7. Elles sont toutes les trois qualifiées de moyenne pour les tortues.

Espèce	Enchevêtrement	Modification habitat	Perturbation acoustique	Sensibilité globale
Tortues	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne

**Tableau 7. Récapitulatif des sensibilités aux effets potentiels principaux associés à l'éolien flottant pour les tortues marines**

La sensibilité globale est obtenue est qualifiée de moyenne.

Le Tableau 8 indique les valeurs de correction retenues pour les différentes espèces/groupes d'espèces. Les tortues voient ainsi leur note d'enjeu augmentée d'un point en raison de leur sensibilité moyenne.

Espèce	Valeur de correction
Tortues	X2

**Tableau 8. Valeurs de correction attribuées aux différentes espèces/groupes d'espèces**

<b>Synthèse</b>	Le golfe du Lion est un secteur régulièrement fréquenté par certaines espèces de tortues marines. Elles y trouvent des zones favorables pour l'alimentation, et de façon plus anecdotique, pour la reproduction.		
<b>Niveau d'enjeu</b>	Les enjeux sont modérés à forts pour la tortues caouanne, le golfe du Lion jouant un rôle saisonnier mais significatif pour l'espèce. La tortue Luth et la tortue verte sont plus rares dans la zone d'étude, les enjeux sont faibles pour ces espèces. D'une façon globale, les enjeux pour les tortues marines dans la zone d'étude sont donc modérés.		
<b>Sensibilité vis-à-vis du projet</b>	Modéré		
<b>Légende</b>	Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s

#### Sources :

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

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

**Nelms, S. E., Piniak, W. E. D., Weir, C. R. & Godley, B. J., 2016.** Seismic surveys and marine turtles: An underestimated global threat? Biological Conservation 193, 49-65.

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

### 3.2.7. Poissons, mollusques, crustacés et invertébrés benthiques

#### 3.2.7.1. État des connaissances

Les espèces considérées dans cette partie sont :

- d'une part les espèces d'intérêt halieutique (espèces les plus débarquées en pêche) et bien représentées dans les observations scientifiques (bonne occurrence lors des campagnes réalisées par l'IFREMER) ;
- et d'autre part les espèces vulnérables tels que certains invertébrés benthiques indicateurs d'écosystèmes marins vulnérables listés par la Commission Générale des Pêches pour la Méditerranée (GFCM) et les sélaciens.

La Méditerranée est une zone maritime semi-fermée utilisée par plusieurs espèces de poissons comme zones de frayères\* et nourriceries\*. Parmi les différentes catégories de zones fonctionnelles participant au cycle de vie de ces espèces, trois catégories ont été retenues comme zones fonctionnelles d'intérêt majeur : **les frayères, les nourriceries ainsi que les zones de croissance\***.

**En 2019, les débarquements des navires en Méditerranée occidentale** s'élèvent à 10 419 tonnes (SIH\* Occitanie, données SACROIS de l'Ifremer). Ils sont dominés par les espèces de pieuvres et de poulpes (1575 tonnes), devant le merlu (737 tonnes), la dorade royale (531 tonnes), et le thon rouge (253 tonnes). Les chalutiers de fond contribuent le plus au volume des débarquements avec plus de 5 000 tonnes en 2015, suivis par les chalutiers pélagiques et mixtes puis les fileyeurs polyvalents. Les débarquements de petits poissons pélagiques (anchois, sardine...) ont très fortement diminué. La dégradation des stocks de petits pélagiques a eu pour conséquence un report de l'activité des chalutiers vers les ressources démersales, de fond, qui subissent actuellement une forte pression comme le merlu (dont le stock est désormais effondré) ou le rouget de vase (surexploité). Ces espèces de démersales font désormais l'objet d'un plan de gestion pluriannuel européen jusqu'en 2025 et qui vise à la reconstitution de ces deux stocks d'ici là. Parmi les 8 espèces bénéficiant d'une évaluation et qui constituent 40% des débarquements, seul le thon germon atteint le bon état écologique<sup>2</sup>.

Dans le golfe du Lion, les campagnes scientifiques de pêche MEDITS (chalut) et PELMED (acoustique + chalut) de l'Ifremer permettent de suivre chaque année l'état des stocks halieutiques. Certaines zones de frai ont été déduites de la répartition spatiale des adultes en période de reproduction collectée lors de ces campagnes.

Les campagnes PELMED mettent en évidence des changements démographiques et biologiques des populations de petits pélagiques au cours des 20 dernières années. La biomasse des petits pélagiques (anchois et sardines) a fortement chuté malgré une abondance (le nombre de poissons) qui reste stable. D'autre part, une forte diminution de la condition corporelle a été observée chez ces deux petits pélagiques avec des poissons plus petits et moins gras expliquant la diminution de l'effort de pêche et de captures. Les hypothèses envisagées pour expliquer ces changements concernent les modifications du plancton et de la charge en agents pathogènes dans le milieu. D'autre part, les espèces ne semblent pas se répartir uniformément dans le golfe du Lion.

**Concernant l'identification des nourriceries**, l'analyse des données des campagnes MEDITS et PELMED permet de localiser les nourriceries de plusieurs espèces démersales et pélagiques sur le plateau continental. Néanmoins, de nombreuses zones de nourricerie de certaines espèces sont situées près des côtes, sur des habitats difficilement chalutables en Méditerranée nécessitant des observations complémentaires en plongée ou par d'autres moyens. **Le golfe du Lion peut être utilisé comme couloir de migration** par les espèces amphihalines\* pour rejoindre l'Atlantique. En raison du faible jeu de données, sur ces espèces en mer, aucune voie de migration ne peut être identifiée quantitativement. Les données collectées à la côte (estuaires, lagunes) permettent toutefois de quantifier la fréquence de passage de ces espèces et suffisent à localiser des couloirs de migration. La situation des espèces

---

<sup>2</sup> <https://wwz.ifremer.fr/Expertise/Peches-maritimes/Bilan-de-l-etat-des-populations-de-poissons-pechees-en-France/Bilan-2020-de-l-etat-des-populations-de-poissons-pechees-en-France/Quel-bilan-en-Mediterranee>

amphihalines en Méditerranée est préoccupante avec la plus faible diversité d'espèces par rapport aux autres façades maritimes (anguille, lamproie marine et alose feinte du Rhône toutes évaluées comme n'ayant pas atteint le bon état écologique, voir effondrée pour l'anguille).

### 3.2.7.2. Méthodologie

Le calcul du risque d'effets nécessite de passer par plusieurs étapes :

- Définition de l'enjeu en prenant en compte :
  - La représentativité de la pêche qui est le quotient de la capture dans les zones d'étude en mer sur la capture totale ;
  - La représentativité des campagnes halieutiques de chacune des espèces qui est le quotient de la densité des espèces par stade de vie au sein des zones d'étude en mer sur la densité totale.
  - La vulnérabilité de l'espèce déterminée à partir de son statut de protection (liste rouge UICN et évaluation des stocks).

Ces trois paramètres permettent d'obtenir la responsabilité par espèce qui est multipliée par les densités interpolées de chacune des espèces pour obtenir l'enjeu par espèce.

- Définition de la sensibilité à l'éolien flottant :

La deuxième étape vise à déterminer la valeur de sensibilité aux principaux effets associés à l'éolien flottant par espèce.

- Les effets potentiels considérés :

Les principaux effets potentiels d'un parc éolien flottant en mer susceptibles d'affecter les poissons, crustacés, mollusques et invertébrés benthiques sont la perte et la modification d'habitat, la remise en suspensions de particules, l'abrasion des fonds marins et le bruit. La modification de l'hydrodynamisme local est un facteur moins important dans le cadre de l'éolien flottant puisque les courants seront surtout modifiés en surface. Les hauteurs d'eau sous les éoliennes seront supérieures à 50m et le risque de modification des courants de surface sera négligeable sur les espèces benthiques. En revanche, l'impact des structures flottantes sur le compartiment pélagique est peu documenté mais pourrait être significatif.

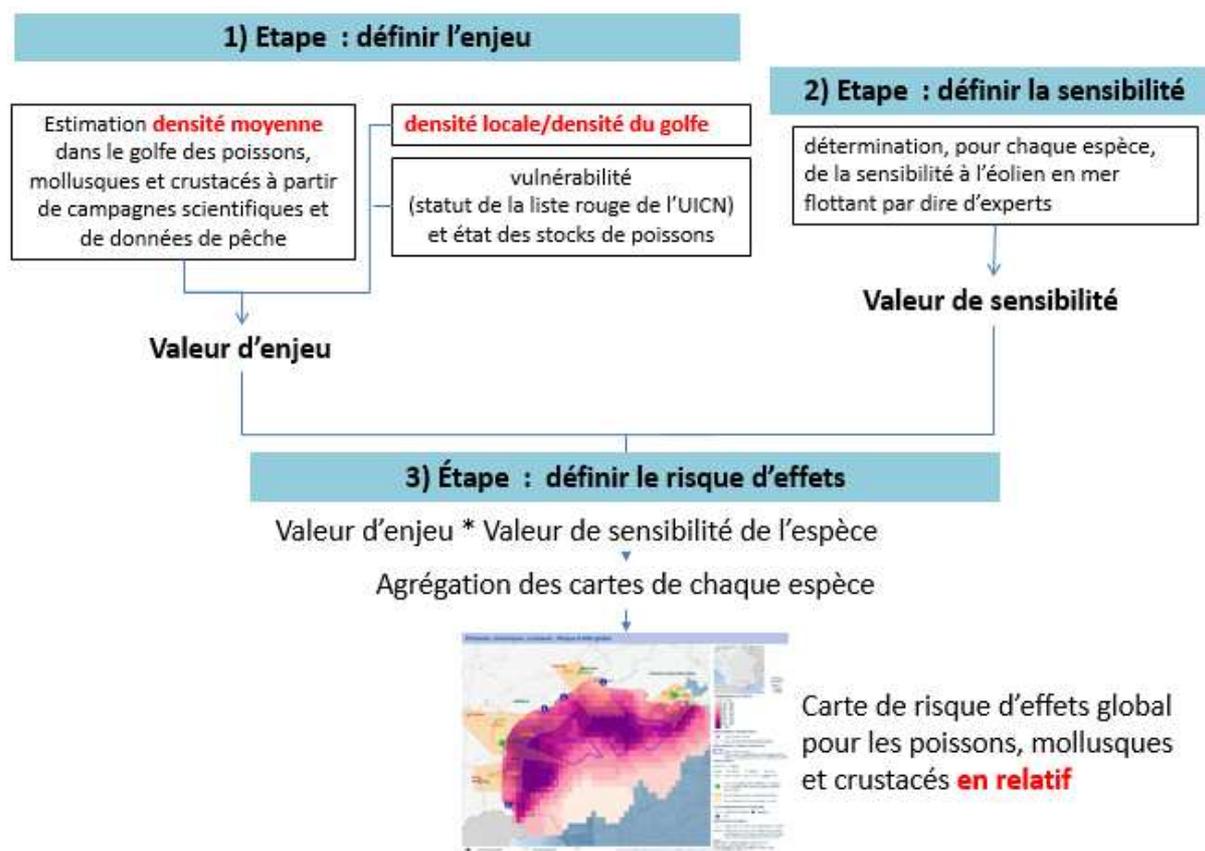
- Détermination de la valeur de sensibilité par espèce :

Au regard des effets potentiels identifiés, la valeur de sensibilité à l'éolien pour chacune des espèces est ensuite déterminée à dire d'expert (sondage 2020 mené par l'Ifremer).

- Calcul du risque d'effets :

Enfin, la valeur de sensibilité multipliée par l'enjeu de l'espèce permet d'obtenir le risque d'effets par espèce. Le risque d'effets global est la somme des cartes de risque d'effets de l'ensemble des espèces. Ce risque d'effet global peut ensuite être décliné par sous-fonction (frayères, nourriceries, croissance) ou groupes (mollusques, crustacés).

Le schéma suivant synthétise les différentes étapes de la définition des risques d'effets pour les poissons, mollusques et crustacés :



L'ensemble des cartes produites dans le cadre de cette étude peuvent-être retrouvées sous : [https://sextant.ifremer.fr/Donnees/Catalogue#/search?fast=index&\\_content\\_type=json&sortBy=changeDate&from=1&to=30&\\_groupPublished=EOLIEN\\_MER](https://sextant.ifremer.fr/Donnees/Catalogue#/search?fast=index&_content_type=json&sortBy=changeDate&from=1&to=30&_groupPublished=EOLIEN_MER)

### 3.2.7.3. Interprétation des cartes de risque d'effets

Les quatre zones d'étude en mer semblent globalement utilisées de manières assez similaires en tant que zone de frayères de poissons avec un risque d'effets légèrement plus faible sur la ZMB située au large entre Port-La Nouvelle et Agde. La liste des espèces prises en compte dans l'analyse est données en annexe 6. Les espèces pour lesquelles le risque d'effets sur les adultes en reproduction est les plus élevé sont l'anchois commun (*Engraulis encrasicolus*), le merlu (*Merluccius merluccius*) et le sanglier (*Capros aper*).

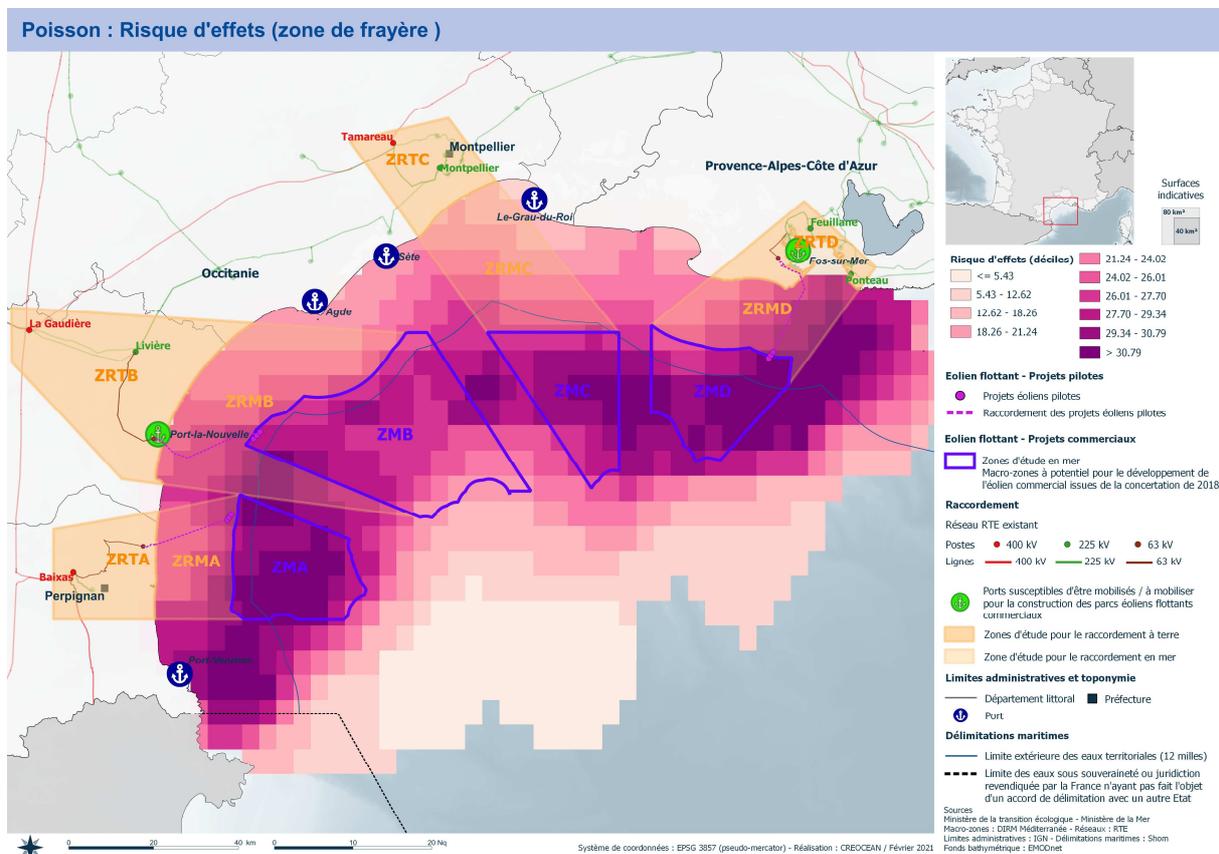


Figure 3.14. Carte du risque d'effets des zones de frayères pour les poissons

De même, concernant les nourriceries, les quatre zones d'étude en mer sont utilisées de manière assez similaire avec un risque d'effets légèrement plus élevé sur la ZMA. En zone de nourricerie, les espèces pour lesquelles le risque d'effets est le plus élevé sont la sardine (*Sardina pilchardus*) et le merlu (*Merluccius merluccius*).

MINISTRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE  
 PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE

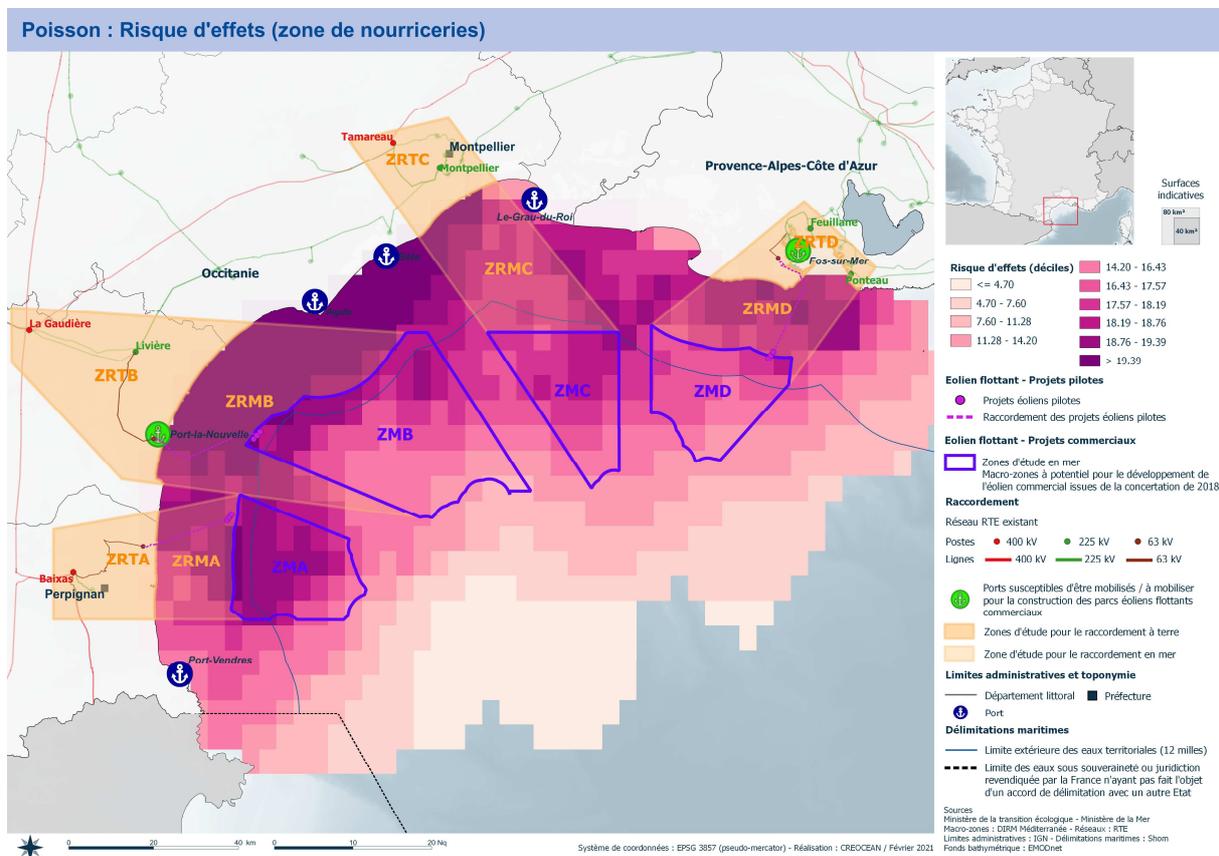
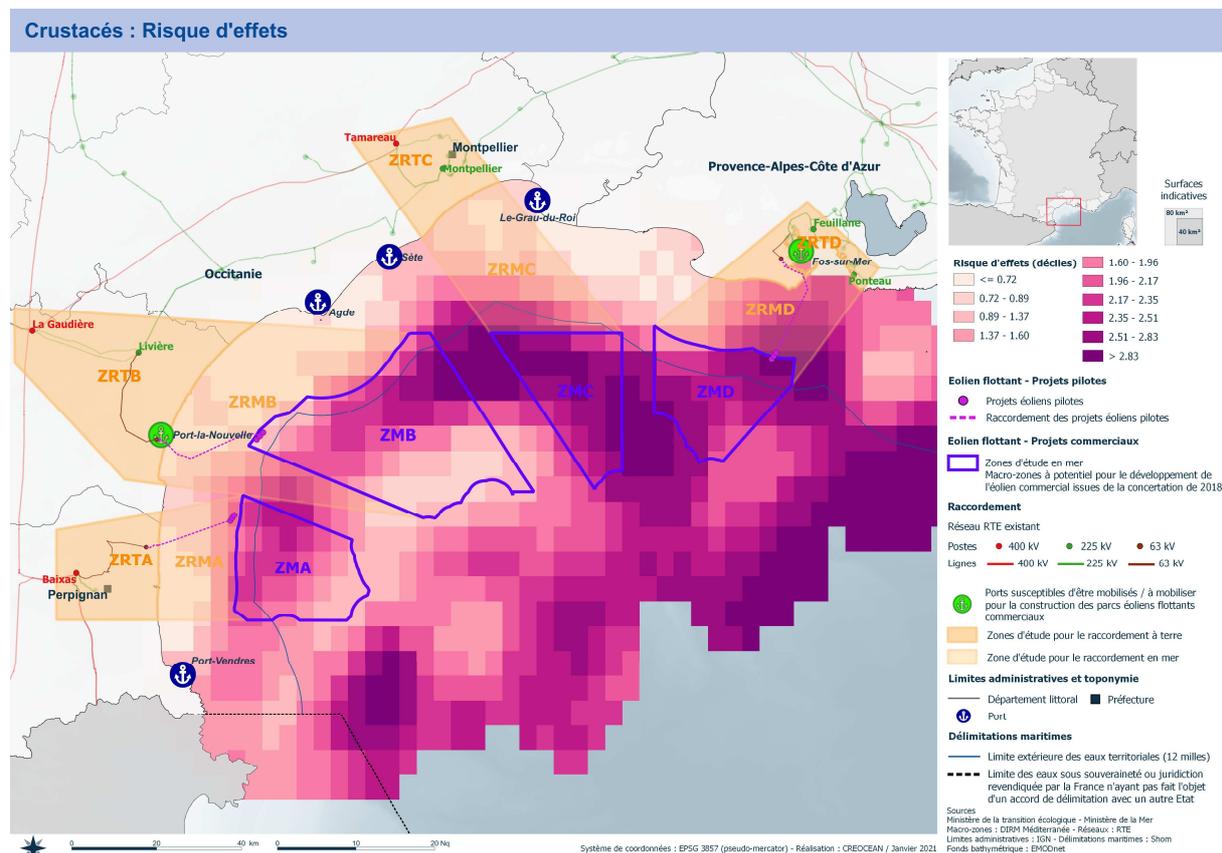


Figure 3.15. Carte du risque d'effets des zones de nurseries pour les poissons

**MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE  
PROJET D'ÉOLIENNES FLOTTANTES EN MÉDITERRANÉE**

Concernant les crustacés dans le golfe du Lion, les zones les plus occidentales (ZMA et ZMB) sont les zones où le risque d'effets est estimé le moins important pour ce taxon. Parmi ces espèces, on peut citer la langoustine (intérêt commercial) dont les zones de nurserie sont situées sur les zones les plus profondes au niveau du talus continental.



**Figure 3.16. Carte du risque d'effets pour les crustacés**

Pour les mollusques, les quatre zones sont globalement identiques en termes de risque d'effets. On peut citer entre autres la présence des élédones, dont les zones de frayère et de nourricerie sont réparties sur l'ensemble du golfe du Lion avec une préférence pour les zones de profondeur moyenne pour *Eledone cirrhosa* et pour les zones littorales pour *Eledone moschata*. Les espèces de mollusques avec un risque d'effets le plus élevé sont le casseron (*Alloteuthis spp.*) et les seiches (*Sepia elegans* et *Sepia orbignyana*).

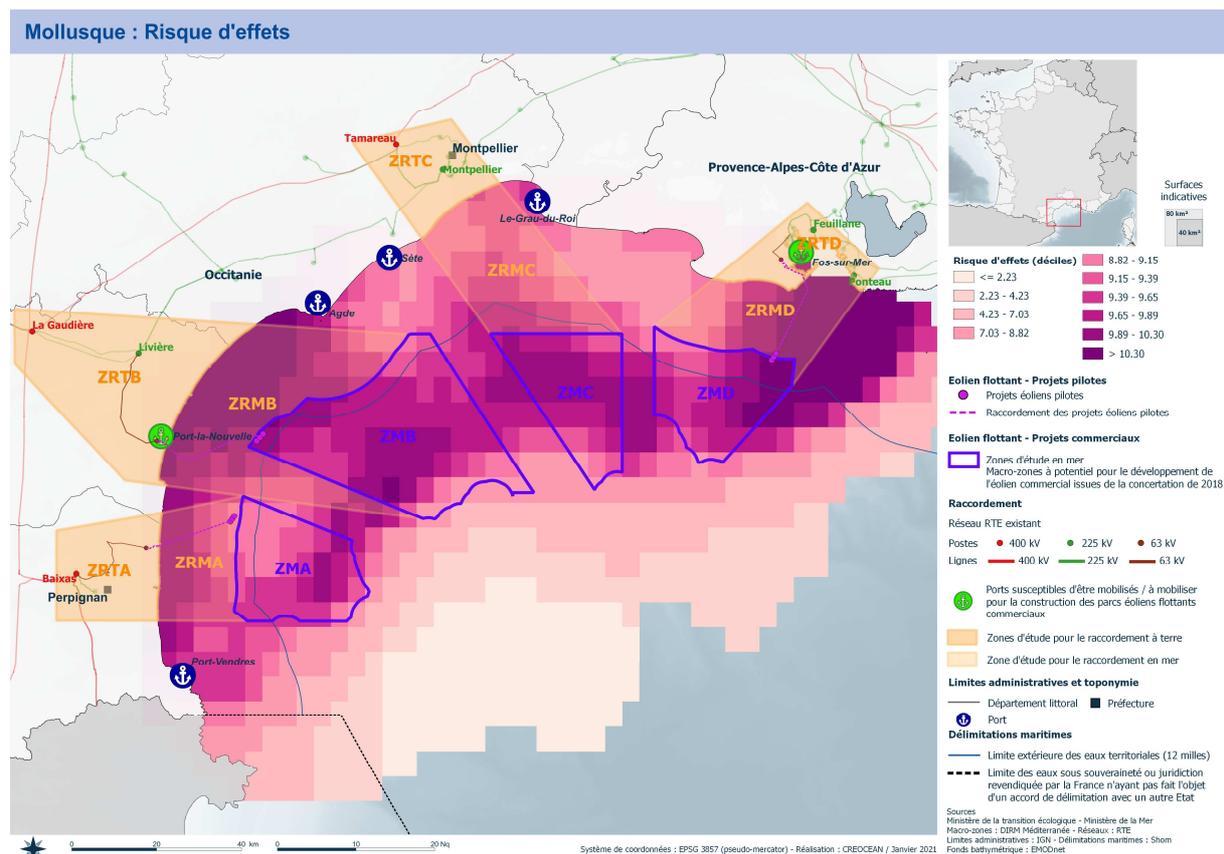


Figure 3.17. Carte du risque d'effets pour les mollusques et la carte d'incertitude associée

Enfin, pour les invertébrés benthiques vulnérables, la ZMA possède le risque d'effets le plus élevé. Les espèces avec un risque d'effets le plus élevé sont un échinoderme, la comatule (*Leptometra* spp.) et le corail mou appelé la main de mer (*Alcyonium palmatum*).

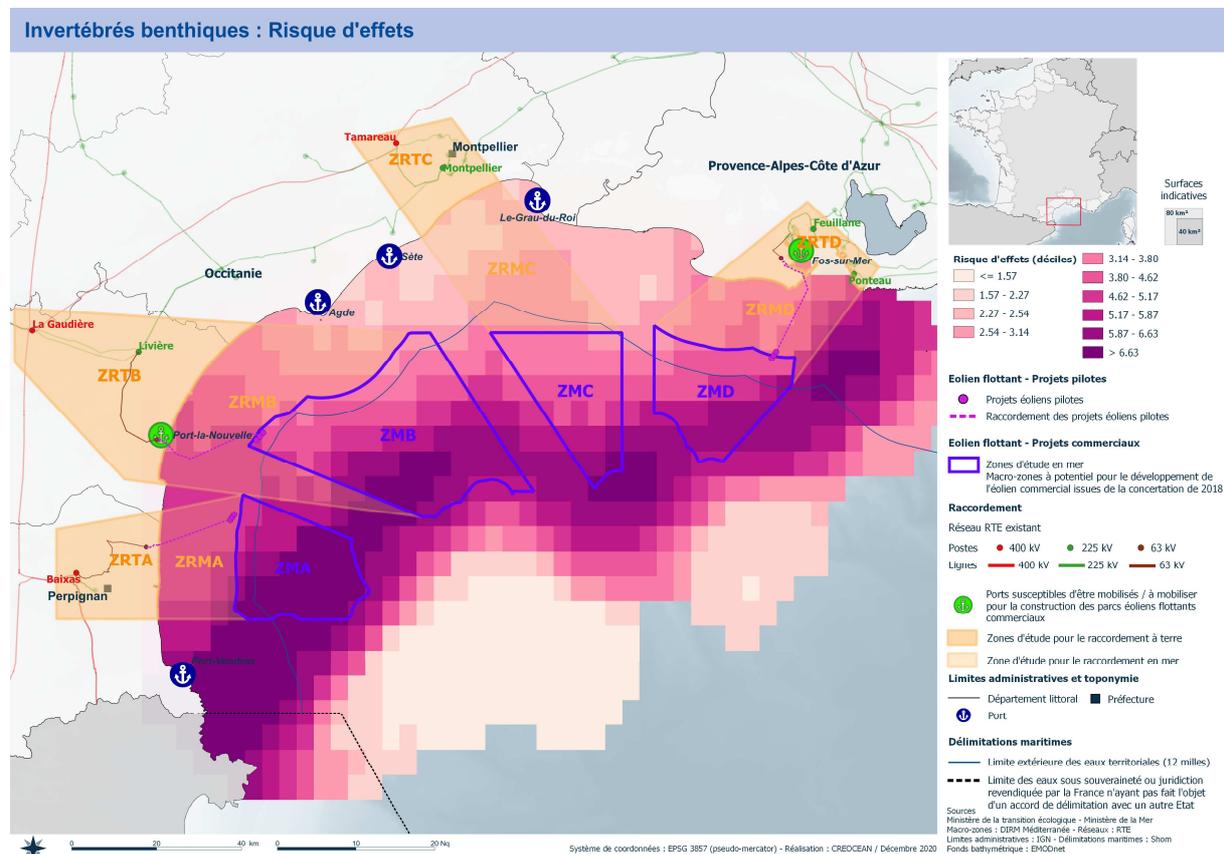


Figure 3.18. Carte du risque d'effets pour les invertébrés benthiques

Toutes espèces confondues, le risque d'effets est le plus fort dans la ZMA. Pour la ZMB, le risque d'effets décroît du Nord-Ouest vers le Sud-Est, tandis que pour la ZMC, il diminue du Nord-Est vers le Sud-Ouest. Pour la ZMD, le risque d'effets est plus faible au centre et augmente vers les extrémités Nord-Est et Sud-Ouest.

Au niveau du raccordement, pour la ZRMB, le risque d'effets est légèrement plus fort que pour les autres zones, il est le plus fort au Sud. Pour la ZMRA, le risque d'effets est plus important au Nord de la zone. La ZMRC présente un risque d'effets assez homogène. Pour la ZMRD, le risque d'effets est plus important à l'Est de la zone.

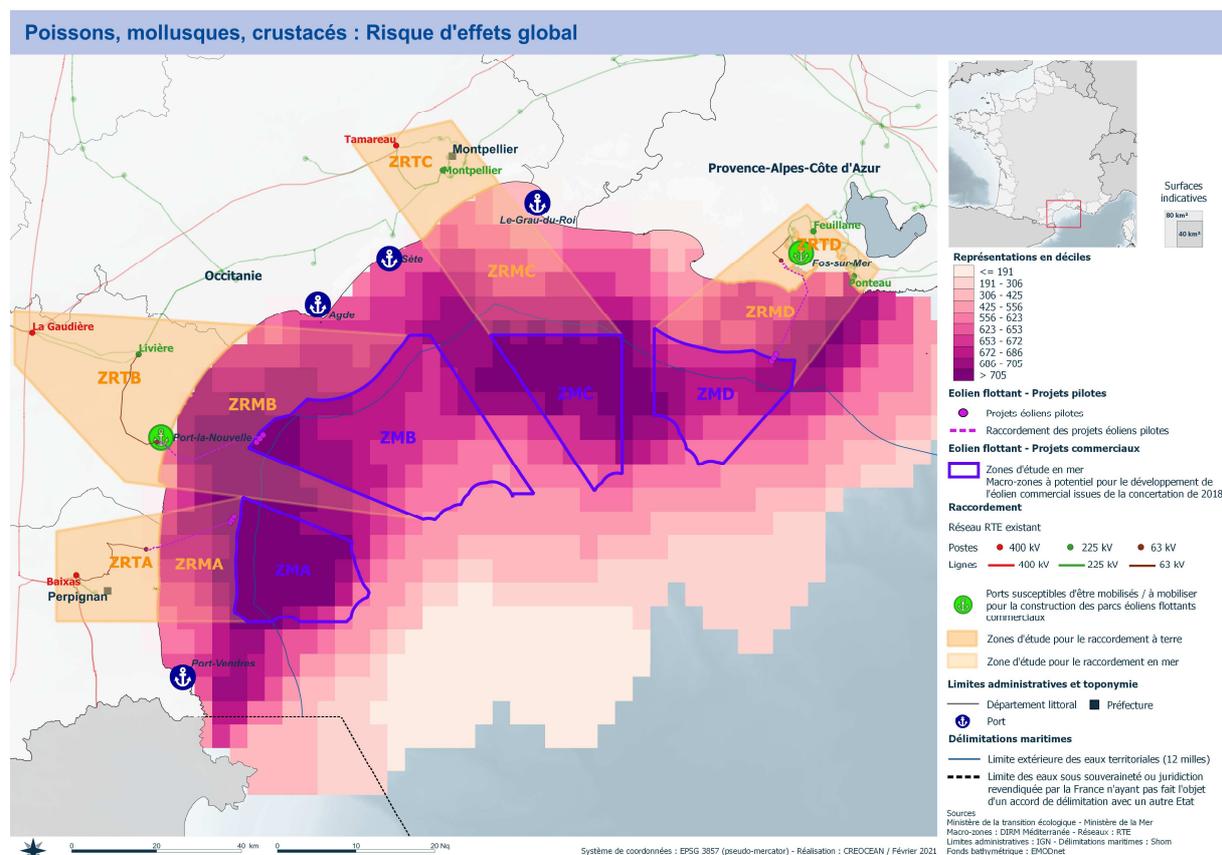


Figure 3.19. Carte du risque d'effets global pour les poissons, mollusques et crustacés

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

<b>Synthèse</b>	La Méditerranée est une zone maritime semi-fermée utilisée par plusieurs espèces de poissons comme zones de frayères et nourriceries. Pour les poissons, crustacés, mollusques et invertébrés benthiques vulnérables, les principaux effets potentiels d'un parc éolien flottant en mer sont la perte d'habitat et l'abrasion des fonds marins. La modification de l'hydrodynamisme local est un facteur moins important dans le cadre de l'éolien flottant puisque les courants seront surtout modifiés en surface. Les hauteurs d'eau sous les éoliennes seront supérieures à 50m et le risque de modification des courants de surface sera négligeable sur les espèces benthiques. En revanche, l'impact des structures flottantes sur le compartiment pélagique est peu documenté mais pourrait être significatif.		
<b>Niveau d'enjeu</b>	Modéré		
<b>Sensibilité vis-à-vis du projet</b>	Modéré à fort		
<b>Risque d'effets</b>	Le risque d'effets global est le plus fort sur la ZMA. Pour la ZMB, le risque d'effets décroît du Nord-Ouest vers le Sud-Est. Pour la ZMC le risque d'effets décroît du Nord-Est vers le Sud-Ouest. Pour la ZMD, le risque d'effets est plus faible au centre et augmente vers les extrémités Nord-Est et Sud-Ouest. Au niveau du raccordement, pour la ZRMB, le risque d'effets est légèrement plus fort que pour les autres zones, il est le plus fort au Sud. Pour la ZMRA, le risque d'effets est plus important au Nord de la zone. La ZMRC présente un risque d'effets assez homogène. Pour la ZMRD, le risque d'effets est plus important à l'Est de la zone		
<b>Légende</b>	Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s

**Sources :**

**De Rock P., Hattab T., Vaz S. 2021.** Etude du risque d'effet des espèces halieutiques à l'éolien flottant dans le Golfe du Lion: rapport technique et méthodologique.

**Foucher E., Delaunay D. 2018.** Évaluation du descripteur 3 « espèces exploitées à des fins commerciales » en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM, 156 p.

**Giannoulaki M., Iglesias M., Leonori I., Patti B., M.M. Pirounaki, P. Tugores, F. Campanella, A. Siapatis, G. Basilone, M. D'Elia, A. Machias, A. De Felice, S. Somarakis, V. Valavanis, N. Papadopoulou, M. Nikolopoulou, A. Bonanno, C. Vasapollo, K. Tsagarakis (2013).** Mapping of nursery and spawning grounds of small pelagic fish. Mediterranean Sensitive Habitats (MEDISEH) Final Report, DG MARE Specific Contract SI2.600741, Heraklion (Greece).

**IFREMER, 2020.** Conseil Scientifique éolien. Présentation étude AO6. Ichtyofaune, mollusques, crustacés.

**IFREMER, SIH 2019.** Activité des navires de pêche. Région Occitanie.

**Morfin, M. 2013.** Dynamiques spatio-temporelles d'espèces démersales clés du golfe du Lion : bénéfices potentiels d'aires marines protégées. Université de Montpellier 2 : thèse de doctorat, Ecosystèmes et sciences agronomiques, 171p. Campagne PELMED – Pélagiques

**Regimbart A., Guitton J., Le Pape O. 2018.** Zones fonctionnelles pour les ressources halieutiques dans les eaux sous souveraineté française : Deuxième partie : Inventaire. Rapport d'étude. Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUSOUEST n°46 ,175p. hal-02293032.

Campagne MEDITS : <https://campagnes.flotteoceanographique.fr/series/7/fr/>

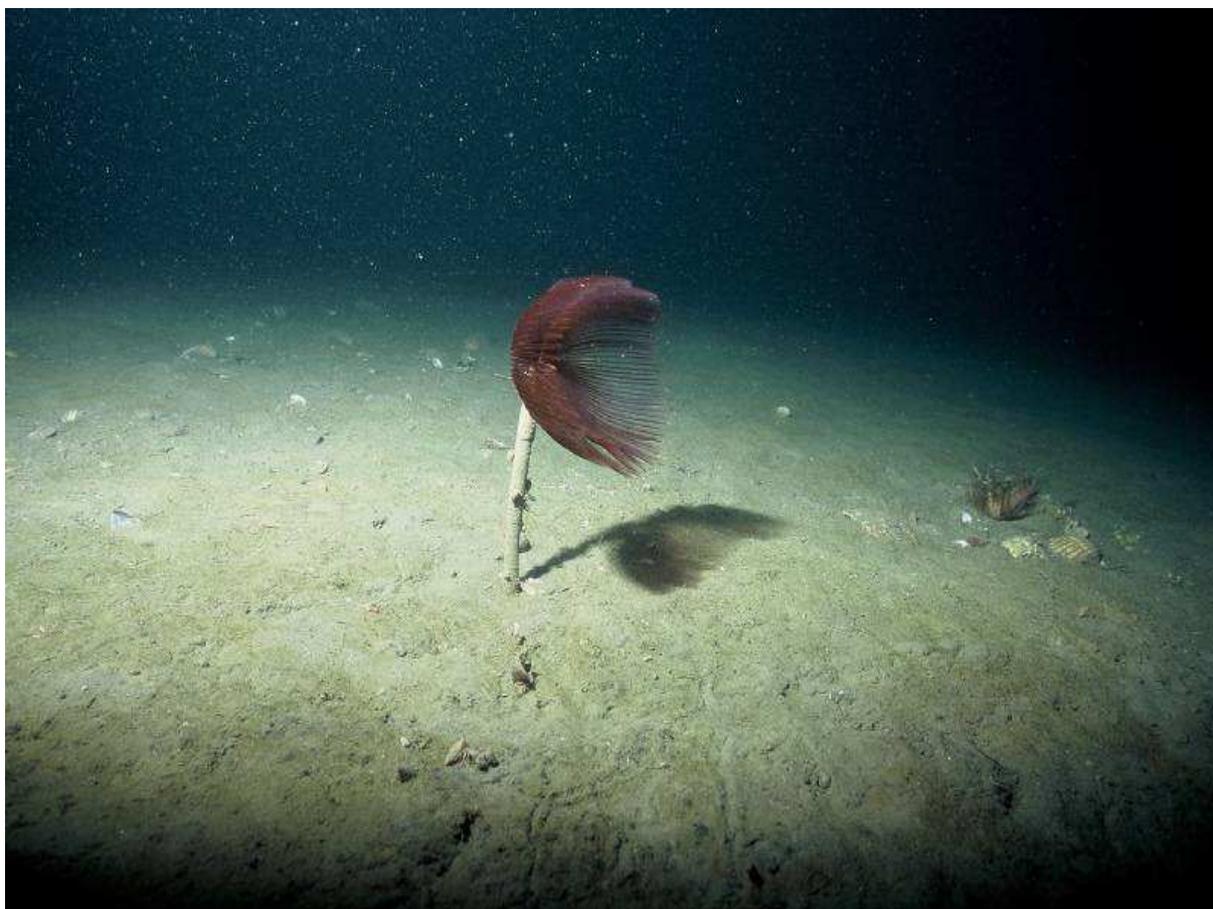
Campagne PELMED : <https://campagnes.flotteoceanographique.fr/series/19/fr/>

### 3.2.8. Habitats benthiques

#### 3.2.8.1. État des connaissances

**La Méditerranée est marquée par une grande disparité morphologique.** À l'Ouest, le golfe du Lion est constitué d'un plateau bien développé permettant le dépôt et l'accumulation des sédiments. À l'Est, la marge provençale présente une plateforme très étroite favorisant le départ des sédiments vers les grands fonds (Garlan et Marchès, 2015).

Le golfe du Lion est sous l'influence des rejets du Rhône dont les particules fines modèlent depuis des milliers d'année les fonds marins sous forme d'une gigantesque plaine sédimentaire. Ces apports en continu fractionnent le golfe en deux grandes zones avec pour les zones proches de la côte, (i) à l'Est des fonds globalement dominés par la vase et (ii) à partir de Leucate, des fonds dominés par la roche. On trouve quelques exceptions avec quelques plateaux rocheux sur les côtes languedociennes de la région. À cette séparation vient s'ajouter un gradient lié à l'hydrodynamisme et donc dépendant de la profondeur. Proche de la côte, les sédiments sont soumis à un hydrodynamisme important qui ne permet pas le dépôt des particules fines, les fonds sont globalement dominés par les sables fins bien calibrés. Plus on s'éloigne de la côte et donc plus la profondeur est importante, et moins les courants de fond sont importants, permettant aux particules fines de se déposer. En plus de cette répartition générale, les zones peuvent présenter des spécificités locales comme les dunes sous-marines, des sables indurés (ou sables cimentés) ou encore des pockmarks (cratères sous-marins produits par des sorties de fluides biogéniques). Les zones du large sont alors dominées par les vases. A l'extrémité, le plateau tombe vers les grandes profondeurs (> 2000 m) selon un découpage très irrégulier qui forme des canyons sous-marins. Les canyons sous-marins jouent ainsi un rôle prépondérant au sein même du talus continental. Ils servent de lieu d'échanges préférentiels entre les différentes entités physiques que constituent le plateau, le talus et les plaines abyssales, et de lien entre ces différents écosystèmes. Le haut de ces formations est appelé « tête de canyon ». Les têtes de canyon jouent un rôle majeur, avec des phénomènes et des flux plus forts et plus marqués que dans les autres parties du canyon.



*Figure 3.20. Illustration des fonds vaseux du golfe du Lion*

Ces particularités morpho-sédimentaires en lien avec les conditions environnementales et hydrodynamiques vont avoir des répercussions sur la faune inféodée aux différents sédiments. L'habitat va combiner les facteurs abiotiques (tels que les courants, la topographie du fond, le type sédimentaire, etc.) et les facteurs biotiques (tels que les biocénoses).

### 3.2.8.2. Méthodologie

- Description de l'enjeu :

La typologie des types d'habitats européens EUNIS\* a été retenue pour définir les habitats en présence. Cette cartographie des habitats est la seule qui présente l'ensemble du golfe du Lion même si elle présente des résultats prédictifs. D'après celle-ci, deux principaux habitats caractérisent la zone d'étude : (i) les biocénoses méditerranéennes des vases terrigènes côtières pour les zones les moins profondes et (ii) les biocénoses méditerranéennes des fonds détritiques du large. Les cartographies des habitats (globale et zoom sur chacune des quatre zones d'étude en mer) sont consultables en annexe 7.

Pour chaque habitat, la valeur d'enjeu a ensuite été attribuée à partir de la liste rouge établie par la commission européenne sur la base des catégories et des critères de l'UICN.

- Définition de la sensibilité à l'éolien flottant :
  - Effets potentiels considérés :

**Pour ces habitats benthiques, les principaux effets potentiels identifiés d'un parc éolien flottant en mer sont la perte d'habitat, l'abrasion des fonds marins et la remise en suspension des particules**

La modification de l'hydrodynamisme local est un facteur moins important dans le cadre de l'éolien flottant puisque les courants seront surtout modifiés en surface. Les hauteurs d'eau sous les éoliennes seront supérieures à 50 m et l'effet potentiel de modification des courants de surface sera un effet négligeable sur les habitats benthiques. De plus, cet effet potentiel est homogène sur les zones d'études donc il a été exclu des représentations graphiques.

- Détermination de la valeur de sensibilité par espèce :

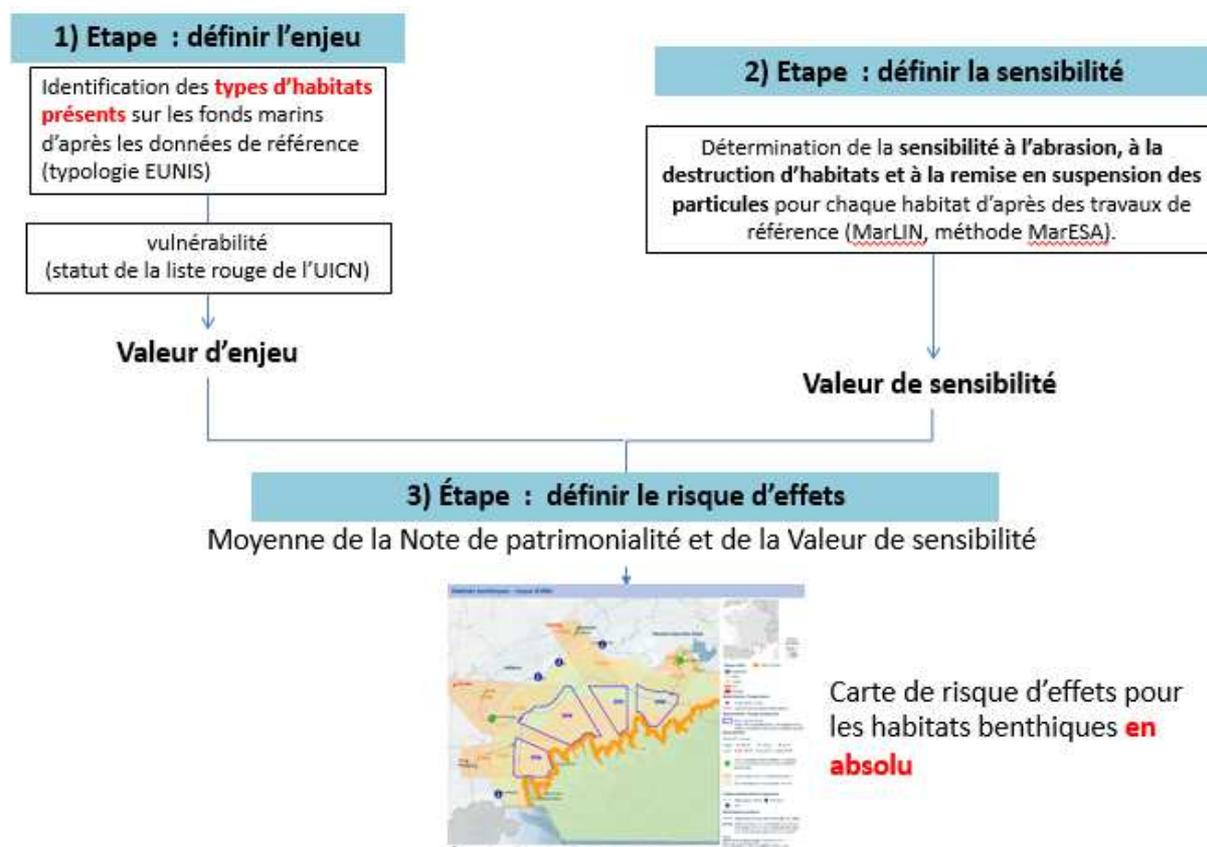
La sensibilité des habitats benthiques à l'éolien flottant a ensuite été définie considérant les travaux du réseau d'information sur la vie marine MarLIN\* (méthode MarESA). Elle se définit comme le produit de la probabilité de dommages (capacité de résistance\*) liées aux pressions et du temps nécessaire pour la récupération (résilience) une fois la pression diminuée ou supprimée. Les cartes de sensibilité, par effet, sont consultables en annexe 7.

- Calcul du risque d'effets :

Le risque d'effets résulte de la moyenne des notes de patrimonialité et de sensibilité ramenée sur une échelle de 0 à 3 :

<b>0-0,6</b>	<b>0,6-1,2</b>	<b>1,2-1,8</b>	<b>1,8-2,4</b>	<b>2,4-3</b>
Négligeable	Faible	Moyen	Fort	Très fort

Le schéma suivant synthétise les différentes étapes de la définition des risques d'effets pour les habitats benthiques :



### 3.2.8.3. Interprétation de la carte de risque d'effets

Le risque d'effets pour les habitats benthiques au sein de la zone d'étude en mer sont globalement organisés selon un gradient de la côte vers le large avec un risque d'effet moins important sur les parties moins profondes des zones d'étude en mer.

Au niveau des têtes de canyons, on observe un phénomène naturel de cascading (plongée hivernale d'eaux de surface plus denses) qui peuvent emporter une importante quantité de sédiments et de matière organique vers le fond des canyons. Pour éviter d'accentuer ce phénomène naturel, une zone tampon de 2 milles nautiques (environ 3,6 km) a été prise en compte pour délimiter les macrozones (zone orange vif sur la carte ci-dessous).

Le risque d'effets est globalement similaire sur l'ensemble des zones de raccordement avec un risque plus faible sur la ZRMD.

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE  
 PROJET D'ÉOLIENNES FLOTTANTES EN MÉDITERRANÉE

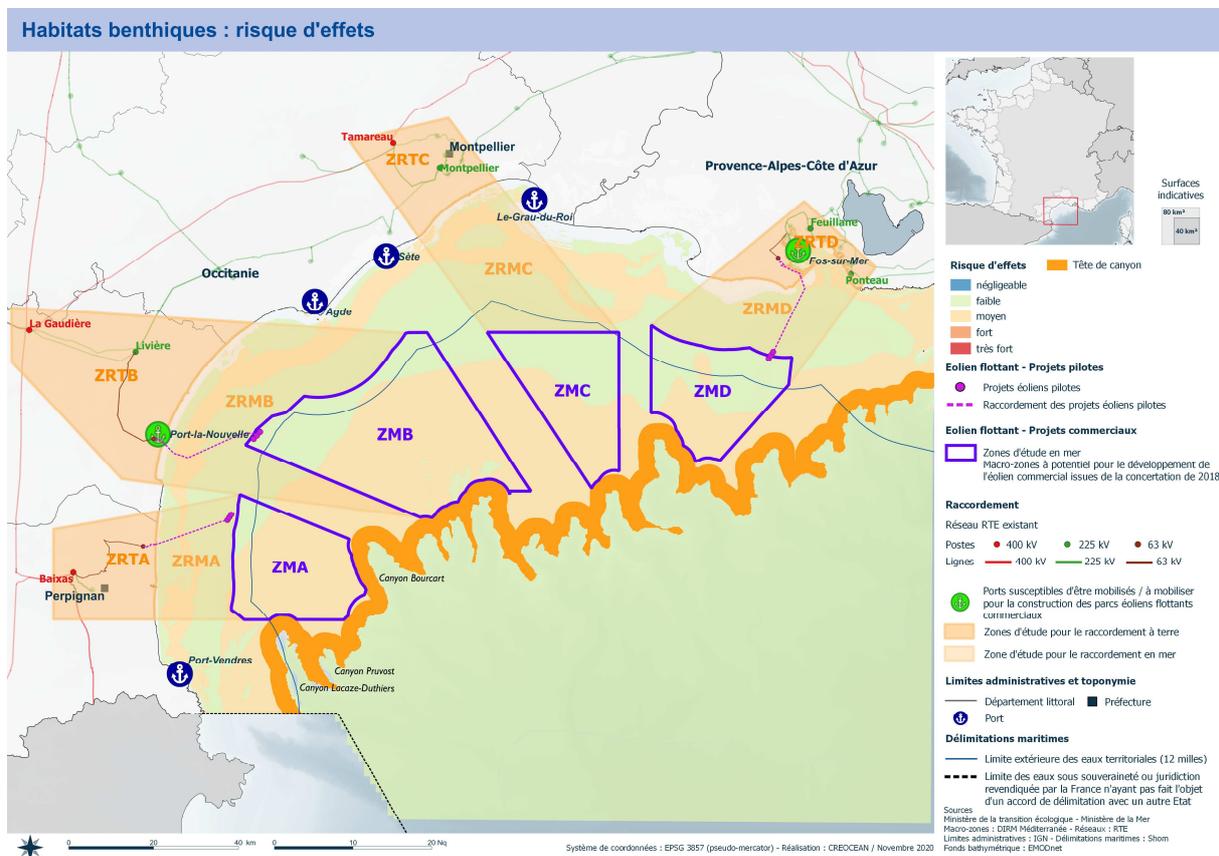


Figure 3.21. Carte du risque d'effets pour les habitats benthiques

A partir de cette carte, des zooms ont été réalisées. Ces cartes sont présentées en annexe 7.

<b>Synthèse</b>	Les particularités morpho-sédimentaires en lien avec les conditions environnementales et hydrodynamiques du golfe du Lion ont des répercussions sur la faune inféodée aux différents sédiments. Un projet éolien flottant peut générer des effets de différentes natures sur les habitats benthiques. L'abrasion des fonds marins, la perte d'habitat et la modification de la charge en particules sont les principaux effets identifiés pour lesquels la sensibilité des différentes espèces a été évaluée. Il est à noter la présence de structures géomorphologiques particulières, notamment au sud et à l'ouest de la ZMA, ainsi que la présence relativement proche des canyons (présentant des habitats sensibles), au sud des différentes zones.		
<b>Niveau d'enjeu</b>	Modéré		
<b>Sensibilité vis-à-vis du projet</b>	Modéré		
<b>Risque d'effets</b>	Le risque d'effets pour les habitats benthiques au sein de la zone d'étude en mer sont globalement organisés selon un gradient de la côte vers le large avec un risque d'effets plus faible proche des côtes. Le risque d'effets est globalement similaire sur l'ensemble des zones de raccordement avec un risque plus faible sur la ZRMD.		
<b>Légende</b>	Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s

**Sources :**

**Berné, S., Aloïsi, J.C., Baztan, J., Danneliou, B., Droz, L., Dos Reis, A.T., Lofi, J., Mear, Y., et Rabineau, M. 2002.** Notice de la Carte Morpho-bathymétrique du Golfe du Lion. IFREMER et Région Languedoc-Roussillon. Brest. V.1 : 48 p.

**Berné, S., Loubrieu, B., and Calmar Team.** Canyons et processus sédimentaires récents sur la marge occidentale du golfe du Lion 1999. Premiers résultats de la campagne Calmar. C.R. Acad. Sci., IIA, 328 - 7 : 471-477.

**Garlan T. et Marchès E. 2015.** Nature des fonds marins / SRM MO, rapportage DCSMM, 6 p.

Site MarLIN : [https://www.marlin.ac.uk/sensitivity/sensitivity\\_rationale](https://www.marlin.ac.uk/sensitivity/sensitivity_rationale)

### 3.3. Synthèse des niveaux d'enjeu et de la sensibilité du projet vis-à-vis des thèmes étudiés

#### Risques d'effets non spatialisés

Thématique	Synthèse des connaissances	Niveau d'enjeu	Niveau de sensibilité
<b>Milieu physique</b>			
<b>Qualité des sédiments</b>	Les 4 zones d'étude en mer identifiées dans le cadre des projets éoliens ne sont pas concernées par les contaminations côtières identifiées précédemment. Seules les zones des câbles peuvent être concernées.	Faible	Modéré
<b>Qualité des eaux</b>	Les contaminations recensées concernent essentiellement les zones littorales (lagunes, débouchés de fleuves, delta du Rhône) et côtières où sont identifiées les principales activités anthropiques et ne concernent que les zones d'atterrissage associées aux 4 zones d'étude en mer identifiées pour l'implantation de parcs éoliens.	Faible	Forte
<b>Qualité de l'air terrestre</b>	Sur le territoire d'étude, la situation de la qualité de l'air est stable ces dernières années vis-à-vis du respect des seuils réglementaires (valeurs limites, objectifs de qualité). Seuls les objectifs de qualité fixés pour l'ozone et pour les particules PM2.5 sont dépassés. Le territoire connaît des épisodes de pollution par les particules PM10 et l'ozone, plusieurs jours par an.	Négligeables à faibles	Faible
<b>Qualité de l'air marin</b>	La qualité de l'air rencontrée sur les zones d'étude maritimes est équivalente à la pollution de fond présente sur le milieu terrestre. En mer, les sources d'émissions de pollution atmosphérique sont les navires, les couloirs maritimes concentrent ces sources.	Négligeables à faibles	Faible
<b>Contexte acoustique</b>	Les zones d'études en mer ciblées ainsi que leur raccordement associé sont moyennement bruyants en raison de la distance au bruit généré par le nombre important de passage de navires marchands et de passagers au large plus au sud et à l'est, ainsi que la disposition géographique des grands ports industriels ou commerciaux sur la côte française. Cependant ces zones sont soumises à une forte progression du niveau sonore, du fait de l'augmentation des besoins et capacités portuaire, du trafic, de la plaisance et des loisirs nautiques ces dernières années	Modéré	Modéré
<b>Biodiversité</b>			
<b>Tortues</b>	Les enjeux sont modérés à forts pour la tortue caouanne, le golfe du Lion jouant un rôle saisonnier mais significatif pour l'espèce. La tortue Luth et la tortue verte sont plus rares	Modéré	Modéré

**MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE  
PROJET D'ÉOLIENNES FLOTTANTES EN MÉDITERRANÉE**

	dans la zone d'étude, les enjeux sont faibles pour ces espèces. D'une façon globale, les enjeux pour les tortues marines dans la zone d'étude sont donc modérés.		
<b>Chiroptères</b>	Au moins 8 espèces sont susceptibles de fréquenter les sites d'implantation d'éoliennes en mer en Méditerranée, principalement pour leur migration.	Modéré	Fort

**Risques d'effets spatialisés**

Thématique	Synthèse des connaissances	Niveau d'enjeu	Sensibilité vis-à-vis du projet	Risque d'effets
<b>Biodiversité</b>				
<b>Avifaune</b>	Le golfe du Lion est l'une des zones les plus importantes, au niveau de la Méditerranée occidentale, en ce qui concerne les enjeux ornithologiques, à toutes périodes du cycle de vie de l'avifaune (nidification et zones d'alimentation de limicoles et oiseaux marins en période estivale, de migration, et enfin en période hivernale). Le nord de la zone d'étude présente un risque moyen à fort au risque de collision et de perte d'habitats, correspondant au plateau continental et fortement fréquenté par les oiseaux.	Fort	Faible à fort	Le risque d'effets est le plus élevé dans la moitié <i>ouest</i> de la zone ZMB et la moitié <i>est</i> de la zone ZMD. Les zones, avec le plus faible risque d'effets, sont la partie centrale de la zone ZMA, la moitié <i>est</i> de la zone ZMB, la zone ZMC et la moitié <i>ouest</i> de la zone ZMD.
<b>Mammifères marins</b>	Le golfe du Lion joue un rôle important pour certaines espèces de petits cétacés tout au long de l'année. Le talus est un secteur important pour la majorité des espèces mais le plateau joue également un rôle essentiel pour le grand dauphin. Si le dauphin bleu-et-blanc est l'espèce globalement majoritaire, le grand dauphin constitue un enjeu fort à l'échelle du plateau. A l'inverse, les grands cétacés sont peu présents sur le plateau. De fortes variations saisonnières de présence sont observées : si l'été enregistre les plus fortes abondances, les cétacés sont localisés davantage au large à cette période. L'hiver est donc la saison présentant les plus forts enjeux à l'échelle des zones d'études en mer.	Faible à fort	Faible à fort	Toutes saisons confondues, pour les cétacés, le risque d'effets le plus fort est attendu sur le talus et en zone ZMB et ZMD ; le plus faible dans nord-ouest de la zone ZMB et en périphérie de la zone ZMA.. Pour le grand dauphin, le plus fort risque d'effets est localisé sur la zone ZMB, sur le nord de la zone ZMD, en secteur côtier et sur l'ensemble du talus. Les zones présentant le plus faible risque d'effets pour le grand dauphin sont la périphérie de la zone ZMA et l'extrémité nord-ouest de la zone ZMB.

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE  
PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

				D'une façon générale, l'hiver est la saison la plus à risque pour les cétacés.
<b>Poissons, mollusques et crustacés</b>	La Méditerranée est une zone maritime semi-fermée utilisée par plusieurs espèces de poissons comme zones de frayères et nourriceries. Pour les poissons, crustacés, mollusques et invertébrés benthiques vulnérables, les principaux effets potentiels d'un parc éolien flottant en mer sont la perte d'habitat et l'abrasion des fonds marins. La modification de l'hydrodynamisme local est un facteur moins important dans le cadre de l'éolien flottant puisque les courants seront surtout modifiés en surface. Les hauteurs d'eau sous les éoliennes seront supérieures à 50m et le risque de modification des courants de surface sera négligeable sur les espèces benthiques. En revanche, l'impact des structures flottantes sur le compartiment pélagique est peu documenté mais pourrait être significatif.	Modéré	Modéré à fort	Le risque d'effets global est le plus fort sur la ZMA. Pour la ZMB, le risque d'effets décroît du Nord-Ouest vers le Sud-Est. Pour la ZMC le risque d'effets décroît du Nord-Est vers le Sud-Ouest. Pour la ZMD, le risque d'effets est plus faible au centre et augmente vers les extrémités Nord-Est et Sud-Ouest. Au niveau du raccordement, pour la ZRMB, le risque d'effets est légèrement plus fort que pour les autres zones, il est le plus fort au Sud. Pour la ZMRA, le risque d'effets est plus important au Nord de la zone. La ZMRC présente un risque d'effets assez homogène. Pour la ZMRD, le risque d'effets est plus important à l'Est de la zone.
<b>Habitats benthiques</b>	Les particularités morpho-sédimentaires en lien avec les conditions environnementales et hydrodynamiques du golfe du Lion ont des répercussions sur la faune inféodée aux différents sédiments. Un projet éolien flottant peut générer des effets de différentes natures sur les habitats benthiques. L'abrasion des fonds marins, la perte d'habitat et la modification de la charge en particules sont les principaux effets identifiés pour lesquels la sensibilité des différentes espèces a été évaluée. Il est à noter que la partie sud de l'ensemble des zones et est de la ZMA est relativement proche des canyons qui présentent des habitats sensibles.	Modéré	Modéré	Le risque d'effets pour les habitats benthiques au sein de la zone d'étude en mer sont globalement organisés selon un gradient de la côte vers le large avec un risque d'effets plus faible proche des côtes. Le risque d'effets est globalement similaire sur l'ensemble des zones de raccordement avec un risque plus faible sur la ZRMD.

**Légende**

Enjeux/sensibilités négligeables à faibles	Enjeux/sensibilités modéré(e)s	Enjeux/sensibilités fort(e)s
--	--------------------------------	------------------------------



# ANNEXES

## ANNEXE 1. GLOSSAIRE DE LA THÉMATIQUE BIODIVERSITÉ

**Abrasion** : Pénétration du fond à une profondeur supérieure à 5 cm et pression sur les espèces vivant dans le substrat (meuble) ou décapage des substrats durs. Perturbation pour laquelle la perte de substrat est limitée ou nulle. Cela correspond par exemple à un passage d'un chalut de fond.

**Alcidés** : Famille d'oiseaux marins regroupant entre autres les macareux, mergules, pingouins et guillemots.

**Amphihaline (espèce)** : Qualifie une espèce dont une partie du cycle biologique s'effectue en mer et une autre partie en rivière.

**Benthique** : Les organismes benthiques vivent sur le fond marin. Ici, le terme « benthique » s'applique aux espèces autres que les poissons. Les poissons vivant près du fond sont qualifiés de démersaux.

**Bentho-pélagique** : Les poissons bentho-pélagiques vivent aussi bien près du fond qu'en pleine eau. Ils se nourrissent aussi bien d'organismes benthiques que pélagiques. [Définition FISHBASE]

**DCSMM** : Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin.

**Démersal** : Les poissons démersaux vivent près du fond et se nourrissent d'organismes benthiques.

**Effet** : Décrit la conséquence objective de l'interaction d'un projet d'aménagement sur l'environnement.

**État de conservation** : selon le guide méthodologique du Service du Patrimoine Naturel du Muséum national d'Histoire naturelle (Lepareur, 2011), pour définir l'état de conservation, il faut prendre en compte l'ensemble des influences (naturelles et anthropiques) qui peuvent affecter les habitats naturels sur le long terme :

- 1) la répartition naturelle des habitats,
- 2) les caractéristiques physiques et/ou biologiques des habitats,
- 3) Les fonctions de ces habitats, et
- 4) Les espèces typiques.

Un habitat naturel marin peut alors être considéré en bon état de conservation, à l'échelle d'un site, lorsque :

- Ses structures caractéristiques sont présentes et les fonctions spécifiques et nécessaires à son maintien sont assurées ;
- Il ne subit aucune atteinte susceptible de nuire à sa pérennité ;
- Les espèces qui lui sont typiques peuvent s'exprimer et assurer leur cycle biologique.

**EUNIS** : European Nature Information System. Base de données de l'Union européenne répertoriant les types d'habitat européens.

**Frayère** : D'après la définition de Desauay (1980), une frayère est une zone de concentration d'adultes géniteurs au moment (quelques jours à quelques mois) de la reproduction.

**GISOM** : Groupement d'Intérêt Scientifique Oiseaux Marins. Le GISOM est une association loi 1901 rassemblant actuellement une trentaine d'experts ornithologues appartenant à différents établissements privés, associatifs ou publics, membres de l'association *intuitu personae*. Il produit des expertises sur les oiseaux marins et travaille particulièrement sur les espèces nicheuses.

**Habitat** : Espace de vie, partie de l'environnement définie par un ensemble de paramètres environnementaux, et dans laquelle vit un individu, une population, une espèce ou un groupe d'espèces. L'habitat va combiner les facteurs abiotiques (tels que les courants, la topographie du fond, le type

sédimentaire, etc.) et les facteurs biotiques (la communauté). Plusieurs typologies existent comme la classification EUNIS.

**Ichtyofaune** : Ensemble des poissons vivants dans un espace géographique ou un habitat déterminé.

**Impact** : Décrit les conséquences positives ou négatives de l'effet d'un paramètre environnemental sur un récepteur de l'écosystème, selon une échelle de sensibilité.

**Impacts cumulés** : Impacts dus (i) à un même effet cumulé dans l'espace et/ou dans le temps ou (ii) à des effets divers agissant conjointement sur un même « récepteur ». La nature et l'amplitude de ces impacts cumulés sont très difficilement prévisibles car ils ne sont pas simplement la somme des impacts agissant de manière isolée dans l'espace et/ou le temps.

**Internuptiale (période)** : Pour les oiseaux, cela correspond à la période de migration automnale de nombreuses espèces, c'est-à-dire à la période de transition entre la fin de la reproduction (fin d'été) et le début de l'hivernage.

**Limicoles** : Terme désignant l'ensemble des petits échassiers tels que les gravelots, bécasseaux, pluviers, chevaliers, etc.

**MarLIN** : Marine Life Information Network.

**Migration** : Déplacements orientés d'un groupe d'individus entre deux habitats distincts. Le plus souvent, ces déplacements sont nécessaires à l'accomplissement du cycle vital des espèces.

**Nourricerie** : Une nurserie [ou nourricerie] est une zone où se rassemblent les très jeunes individus qui sont issus des pontes réalisées sur les frayères et qui ont dépassé le stade larvaire. Il s'agit donc d'une concentration de juvéniles dans les zones optimales pour la croissance. En ce qui concerne les poissons démersaux, les nourriceries les plus importantes sont localisées dans les zones littorales abritées (estuaires et baies).

**OFB** : Office français pour la biodiversité.

**PACOMM** : Programme d'Acquisition de Connaissances sur les Oiseaux et les Mammifères Marins. Programme de connaissances sur les oiseaux et les mammifères marins (distribution des espèces, dynamique des populations...) dans les eaux métropolitaines françaises, lancé en 2010 par l'Agence des aires marines protégées pour répondre aux engagements communautaires, en particulier, aux impératifs des directives Natura 2000 et stratégie pour le milieu marin (DCSMM).

**Pélagique** : Les espèces pélagiques ne sont pas dépendantes de la nature des fonds, ce sont les paramètres hydrologiques et la présence de proies qui conditionnent leur présence dans un secteur. Ainsi, ces espèces ont une large aire de distribution. Un poisson est appelé pélagique lorsqu'il vit dans les eaux proches de la surface ou entre la surface et le fond.

**Peuplement** : Cela correspond à l'ensemble des populations d'un même niveau taxonomique qui vivent dans le même biotope et qui crée une entité relativement stable et homogène étendue sur une large aire.

**Phénologie** : Étude des variations des phénomènes périodiques de la vie animale (ou végétale) en fonction du climat.

**Plateau continental** : en droit de la mer, le plateau continental comprend les fonds marins et leur sous-sol au-delà de la mer territoriale. D'un point de vue géologique, le plateau continental est le prolongement du continent sous la surface de l'océan.

**Pression anthropique** : Le mécanisme à travers lequel une activité humaine peut avoir un effet sur un habitat. Une pression peut être physique, chimique ou biologique. Une même pression peut être causée par différentes activités.

**Résilience** : C'est le temps nécessaire à la récupération d'un habitat, une fois que la pression impactante a cessé.

**Résistance** : C'est la capacité d'un habitat à tolérer une pression sans modification notable de ses caractéristiques biotiques et abiotiques.

**Risque d'effets** : Évalue la conséquence potentielle d'un effet sur l'environnement si un projet était construit avec les données existantes en termes d'enjeux et de sensibilité de la biodiversité aux parcs posés déjà construits à l'étranger et pour lesquels un retour d'expérience est disponible.

**Sensibilité (habitats marins)** : La sensibilité exprime le risque de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation d'un projet de parc d'éoliennes en mer.

**SAMM** : Suivi Aérien de la Mégafaune Marine. Campagnes scientifiques menées dans le cadre du programme PACOMM\* au sein du domaine maritime métropolitain français.

**SIH** : Système d'Informations Halieutiques. Le SIH est un réseau scientifique national d'**observation des ressources** et de toutes les **flottes de pêche** professionnelle embarquée. Il apporte la **connaissance pour la recherche et l'expertise**, permettant de contribuer à une exploitation durable.

**SRM** : Sous-région marine.

**UICN** : Union Internationale pour la Conservation de la Nature. Cette ONG est particulièrement connue pour attribuer aux espèces un statut de conservation, qui fait référence dans la communauté scientifique, et à partir desquels elle édite sa liste rouge des espèces menacées.

**Zone de croissance** : zone propice à l'alimentation des jeunes poissons pour leur permettre de réaliser leur croissance. Dans le cas des poissons les plus jeunes, on parle alors de nourricerie.

**ZNIEFF** : Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique. L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) a pour objectif d'identifier et de décrire, sur l'ensemble du territoire national, des secteurs de plus grand intérêt écologique abritant la biodiversité patrimoniale dans la perspective de créer un socle de connaissance mais aussi un outil d'aide à la décision (protection de l'espace, aménagement du territoire).

## ANNEXE 2. OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX

Dans la directive cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM), des objectifs environnementaux (OE) ont été définis en vue de parvenir à un bon état écologique du milieu marin. Pour la sous-région marine Méditerranée, les OE à considérer dans le cadre de projets de parcs éoliens flottants sont listés dans le tableau ci-après.

Le débat public, en permettant d'éviter certaines zones présentant le plus fort risque d'effets au vu de la connaissance disponible au moment de celui-ci, constitue une étape de planification de la procédure d'autorisation d'un parc éolien en mer et de son raccordement, qui permet d'assurer la compatibilité avec les OE. Cela constitue dans ce cas la première étape et nécessitera des analyses et des choix dans les étapes ultérieures de la procédure pour permettre de construire in fine un parc et son raccordement conformément aux OE.

Pour certains de ces OE, la compatibilité ne peut être analysée à cette étape du débat public, où les caractéristiques du projet de parc et de son raccordement ne sont pas connues. Effectivement, la compatibilité avec ces OE dépend du choix des techniques de construction ou d'exploitation du projet, inconnues au moment du débat du public.

Après le débat public et une fois le lauréat désigné, le porteur de projet et RTE définiront les caractéristiques du projet sur la base des mesures in situ. Ils devront prendre en compte ces OE afin de définir des caractéristiques du parc, de la sous-station et du raccordement en conformité avec ces OE. Le porteur de projet et RTE auront également à leur charge la définition des mesures ERC qui permettront au parc et au raccordement dernière étape permettant d'assurer la compatibilité avec les OE. In fine, le parc, la sous-station et le raccordement définis par le porteur de projet et les mesures ERC associées devront être compatibles avec les OE.

Le tableau ci-dessous détaille OE par OE les phases du projet durant lesquelles les analyses menées permettent d'assurer la conformité du parc, de la sous-station et du raccordement avec les OE.

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

		<b>Habitats</b>	
<b>D1-HB</b>	D01-HB-OE06	Réduire les perturbations physiques sur les habitats sédimentaires subtidiaux et circalittoraux notamment dans la zone des 3 milles	Cet OE concerne l'ouvrage de raccordement pour lequel l'emprise spatiale du câble notamment devra être définie en conformité avec cet OE. Cet OE sera pris en compte par RTE lors de la définition des caractéristiques du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires."
<b>D6</b>	D06 -OE02	Réduire les perturbations et les pertes physiques des habitats génériques et particuliers liées aux activités et usages maritimes.	"Cet OE concerne l'implantation du parc et de son ouvrage de raccordement pour lesquels le schéma d'implantation et l'emprise spatiale notamment devront être définis en conformité avec cet OE. Cet OE est pris en compte dès la planification puisque la perte d'habitat, l'abrasion et la remise en suspension des particules (et les modifications hydrodynamiques avant d'être écartées car évaluées comme négligeables) ont été considérées dans le cadre de l'éolien flottant pour élaborer la carte de risque d'effets des habitats benthiques. Cet OE sera également pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires."
<b>D7</b>	D07-OE01	Eviter les impacts résiduels notables de la turbidité au niveau des habitats et des principales zones fonctionnelles halieutiques d'importance les plus sensibles à cette pression, sous l'influence des ouvrages maritimes, de l'extraction de matériaux, du dragage, de l'immersion de matériaux de dragage, des aménagements et de rejets terrestres.	Cet OE concerne l'implantation du parc et de son ouvrage de raccordement. Cet OE est pris en compte dès la planification puisque la turbidité a été considérée pour élaborer les cartes de risque d'effets des habitats benthiques et des poissons, mollusques et crustacés. Cet OE sera ensuite pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures d'évitement nécessaires."
<b>D7</b>	D07-OE02	Eviter toute nouvelle modification anthropique des conditions hydrographiques ayant un impact résiduel notable sur la courantologie et la sédimentologie des secteurs à enjeux et en priorité dans les baies macrotidales, les zones de courant maximaux et des secteurs de dunes	Cet OE concerne le parc, la sous-station et le raccordement. Cet OE est pris en compte dès la planification puisqu'une zone tampon a été représentée sur la carte du risque d'effets des habitats benthiques, au niveau des têtes de canyons afin de prendre en compte les phénomènes de cascading entraînant d'importants volumes de sédiments dans les canyons. Les modifications hydrodynamiques ont été en premier lieu considérées pour élaborer la carte de risque d'effets des habitats benthiques, mais n'ont pas été retenues car les modifications hydrodynamiques liées aux les éoliennes flottantes sont négligeables dans la colonne

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

		hydrauliques impacts résiduels notables au sens de l'évaluation environ	d'eau. Cet OE sera ensuite pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures d'éitement nécessaires.
<b>D1-HB</b>	D01-HB-OE09	Eviter la perturbation physique des herbiers de phanérogames méditerranéens et du coralligène (par les mouillages, la plongée sous-marine de loisir et les engins de pêche de fond)	Cet OE concerne uniquement le raccordement. Cet OE est pris en compte dans le cadre du risque d'effets au niveau des habitats benthiques. Cet OE sera ensuite pris en compte par RTE lors de la définition des caractéristiques du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures d'évitement nécessaires.
<b>D1-HB</b>	D01-HB-OE10	Eviter l'abrasion et l'étouffement des zones les plus représentatives des habitats profonds (Ecosystèmes Marins Vulnérables) et réduire l'abrasion des structures géomorphologiques particulières	Cet OE concerne le parc, la sous-station et le raccordement. Cet OE est pris en compte dès la planification puisque la perte d'habitat et l'abrasion ont été considérés pour élaborer les cartes de risque d'effets des habitats benthiques et des poissons, mollusques et crustacés. Cet OE sera ensuite pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures d'évitement nécessaires.
<b>D1-HB</b>	D01-HB-OE12	En fonction des connaissances à acquérir, limiter la prolifération des macro-algues filamenteuses sur les substrats rocheux et les coralligènes	Cet OE concerne le parc et le raccordement. Cet OE sera ensuite pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.
	Pas de code national, spécifique à la Méditerranée	"Eviter tout nouvel aménagement ou activité (ouvrages maritimes, extraction de matériaux de dragage, aménagements et rejets terrestres) modifiant des conditions hydrographiques présentant un impact résiduel notable sur la courantologie et la sédimentologie des zones de transition mer-lagune.	"Cet OE concerne le parc, la sous-station et le raccordement Cet OE est pris en compte dès la planification puisque les modifications hydrodynamiques ont été en premier lieu considérées pour élaborer la carte de risque d'effets des habitats benthiques, mais n'ont pas été retenues car les modifications hydrodynamiques liées aux les éoliennes flottantes sont négligeables dans la colonne d'eau. Cet OE sera ensuite pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures d'évitement nécessaires."
<b>Mammifères marins</b>			

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

<b>D11</b>	D11-OE01	Réduire le niveau de bruit lié aux émissions impulsives au regard des risques de dérangement et de mortalité des mammifères marins	<p>Cet OE concerne le parc et la sous-station en mer pour lequel les choix d'ancrages et de fondations notamment devront être définis en conformité avec cet OE. Cet OE est pris en compte dès la planification puisque le bruit a été considéré pour élaborer les cartes de risque d'effets des mammifères marins moyennes et hautes fréquences. Cet OE sera donc pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.</p> <p>Par ailleurs, les études de levée des risques permettant de mieux connaître les fonds peuvent aussi être source de bruit, les choix techniques pour réaliser ces études devront être définis en conformité avec cet OE.</p>
<b>D11</b>	D11-OE02	Maintenir ou réduire le niveau de bruit continu produit par les activités anthropiques, notamment le trafic maritime	<p>Cet OE concerne le parc et la sous-station en mer en exploitation.</p> <p>Cet OE sera donc pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.</p>
<b>D1</b>	D01-MT-OE01	Limiter le dérangement anthropique des mammifères marins	<p>Cet OE concerne le parc et la sous-station en mer pour les phases de travaux et d'exploitation, notamment avec la maintenance. Cet OE est pris en compte dès la planification puisque le bruit et la modification d'habitat ont été considérés pour élaborer les cartes de risque d'effets des mammifères marins. Cet OE sera donc pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.</p>
<b>D1</b>	D01-MT-OE03	Réduire les collisions avec les tortues marines et les mammifères marins	<p>Cet OE concerne le parc et la sous-station en mer pour les phases de travaux et d'exploitation lors des activités de maintenance. Cet OE sera donc pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.</p>
<b>Oiseaux</b>			
<b>D1</b>	D01-OM-OE02	Prévenir les collisions des oiseaux marins avec les infrastructures en mer, notamment les parcs éoliens (application de la séquence éviter, réduire, compenser)	<p>Cet OE concerne le parc.</p> <p>Cet OE est pris en compte dès la planification puisque la collision a été considérée pour élaborer les cartes de risque d'effets de l'avifaune.</p> <p>Cet OE sera ensuite pris en compte par le porteur de projet lors de la définition des caractéristiques du parc sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.</p>

**MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE**  
**PROJET D'ÉOLIENNES FLOTTANTES EN MÉDITERRANÉE**

<b>D1</b>	D01-OM-OE03	Éviter les pertes d'habitats fonctionnels pour les oiseaux marins*, en particulier dans les zones marines où la densité est maximale * Cf espèces d'oiseaux marins listées dans l'arrêté BEE	Cet OE concerne le parc. Cet OE est pris en compte dès la planification puisque la perte d'habitat a été considérée pour élaborer les cartes de risque d'effets de l'avifaune. Cet OE sera ensuite pris en compte par le porteur de projet lors de la définition des caractéristiques du parc sur la base des données des mesures in situ et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.
<b>D1</b>	D01-OM-OE06	Limiter le dérangement physique, sonore, lumineux des oiseaux marins* au niveau de leurs zones d'habitats fonctionnels * Cf espèces d'oiseaux marins listées dans l'arrêté BEE	Cet OE concerne le parc, la sous-station en mer et le raccordement. Cet OE est pris en compte dès la planification puisque la perte d'habitat a été considérée pour élaborer les cartes de risque d'effets de l'avifaune. Cet OE sera ensuite pris en compte par le porteur de projet et RTE lors du choix du phasage et des prestataires pour les travaux et lors de la définition des caractéristiques du parc et de la sous-station, sur la base des données des mesures in situ et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.
<b>Qualité de l'Eau - Contaminants</b>			
<b>D8</b>	D08-OE02	Réduire les apports directs en mer de contaminants, notamment les hydrocarbures liés au transport maritime et à la navigation.	"Cet OE concerne le parc, la sous-station en mer et le raccordement. Cet OE sera pris en compte par le porteur de projet et RTE lors du choix du phasage et des prestataires pour les travaux et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires."
<b>D8</b>	D08-OE05	Limiter les apports directs, les transferts et la remobilisation de contaminants en mer liés aux activités en mer autres que le dragage et l'immersion (ex : creusement des fonds marins pour installation des câbles, EMR, transport maritime ...) et supprimer les rejets, émissions, relargage des substances dangereuses.	Cet OE concerne le parc et la sous-station en mer pour lequel les choix de la localisation des ancrages et de fondations, notamment, devront être définis en conformité avec cet OE afin de limiter les besoins de nivellement des fonds. Cet OE sera pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.
<b>D8</b>	D08-OE06	Limiter les apports en mer de contaminants des sédiments au-dessus des seuils réglementaires liés aux activités de dragage et d'immersion.	Cet OE concerne principalement le choix du port de maintenance. Cet OE sera pris en compte par le porteur de projet lors de la définition des caractéristiques du port de maintenance sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.
<b>Poissons</b>			
<b>D1-PC</b>	D01-PC-OE05	Diminuer toutes les pressions qui affectent l'étendue et la condition des	Cet OE concerne le parc, la sous-station et le raccordement.

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

		zones fonctionnelles halieutiques d'importance (ZFHi) identifiées (dont frayères, nourriceries, voies de migration), essentielles à la réalisation du cycle de vie des poissons, céphalopodes et crustacés d'intérêt halieutique	<p>Cet OE est pris en compte dès la planification puisque des cartes de risque d'effets ont été produites pour les frayères et les nourriceries.</p> <p>Cet OE sera pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.</p>
<b>Espèces invasives</b>			
<b>D2</b>	D02-OE01	limiter le risque d'introduction d'espèces non indigènes lié à l'importation de faune et de flore	<p>Cet OE concerne le parc, la sous-station et le raccordement notamment lors des phases de travaux et des activités de maintenance.</p> <p>Cet OE sera ensuite pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.</p>
<b>D2</b>	D02-OE02	limiter le transfert des espèces non indigènes à partir de zones fortement impactées	<p>Cet OE concerne le parc, la sous-station et le raccordement notamment lors des phases de travaux et des activités de maintenance.</p> <p>Cet OE sera ensuite pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.</p>
<b>D2</b>	D02-OE03	limiter les risques d'introduction et de dissémination d'espèces non indigènes liés aux eaux et sédiments de ballast des navires.	<p>Cet OE concerne le parc, la sous-station et le raccordement notamment lors des phases de travaux et des activités de maintenance.</p> <p>Cet OE sera ensuite pris en compte par le porteur de projet et RTE lors de la définition des caractéristiques du parc et du raccordement sur la base des données des mesures <i>in situ</i> et lors de l'étude d'impact afin de définir les mesures de réduction nécessaires.</p>

## ANNEXE 3. ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE - LES BONNES PRATIQUES PRÉCONISÉES PAR LA COMMISSION EUROPÉENNE

La Commission européenne a mené une vaste enquête sur les impacts des énergies renouvelables sur la faune et la flore sauvages afin d'en déduire les orientations et les bonnes pratiques à adopter. Dans ce cadre, elle a accordé une attention particulière à la sensibilité à l'éolien en mer de la biodiversité, notamment celle des espèces et habitats protégés par les Directives Nature de l'UE. Dans ses conclusions, la Commission préconise de recourir à la cartographie du risque d'effets associés à l'éolien en mer pour la biodiversité. Elle souligne que l'objectif de cette démarche est d'éclairer les décisions initiales sur la zone d'implantation des projets et, sans remplacer les évaluations ultérieures spécifiques aux sites et aux projets retenus, d'identifier les risques potentiels et donc d'influencer les prescriptions pour la suite des projets. En France, l'Etat maître d'ouvrage s'est attaché à réaliser ce travail de spatialisation des enjeux, des sensibilités à l'éolien et du risque d'effets pour la biodiversité dès le débat public, lorsque les données disponibles étaient suffisantes, conformément aux recommandations de l'UE. Cela représente un travail approfondi sur de vastes zones d'étude pour l'ensemble des compartiments de l'écosystème, excepté les chiroptères et les tortues.

En complément de ses orientations, la Commission a produit en 2020 un guide méthodologique afin de présenter les bonnes pratiques à appliquer pour mener à bien la cartographie, d'après l'analyse de plus d'une vingtaine d'exemples tirés de projets éoliens européens. La méthodologie suivie par l'étude bibliographique du projet des parcs éoliens en mer Méditerranée se conforme aux exigences émises par ce guide.

En effet, l'étape d'identification des habitats et des espèces susceptibles d'être affectés par le projet a été réalisée afin de prendre en compte l'état de conservation et le cycle de vie des espèces, ainsi que la dynamique des populations lorsque cela était pertinent et que les données disponibles étaient suffisantes. A titre d'illustration, les zones fonctionnelles telles que les nourriceries ou les zones de pontes des poissons ont été intégrées à l'étude, tout comme l'évolution démographique de certaines populations de poissons. De plus, les jeux de données utilisés proviennent entre autres de bases de données de référence recommandées par l'UE, à l'instar des listes d'habitats EUNIS. Par ailleurs, l'étude parvient à prendre en compte des données actualisées et interannuelles pour les oiseaux et les mammifères marins par exemple. Les valeurs de sensibilité sont issues de travaux de références cités pour certains dans le guide, comme MarESA pour les habitats benthiques, ou de dires d'experts.

Ensuite ont été appliquées, conformément aux indications du guide, des approches analytiques et statistiques afin de compiler les données de distributions des espèces et des habitats sensibles, parfois de manière inédite dans le cadre de projet d'éolien en mer. Pour la première fois, plusieurs jeux de données ont été agrégés ce qui permet d'améliorer la fiabilité des données. Ainsi un traitement statistique vise à diminuer les biais liés au suréchantillonnage de certaines zones par rapport à d'autres. Les scores de sensibilité des espèces ont également pu être agrégés et représentés sur une carte, en pondérant les valeurs obtenues par pixel en fonction du nombre d'individus ou de leur représentativité, comme recommandé. Enfin, un travail d'interprétation a été fourni afin de présenter et d'expliquer les résultats obtenus.

Les recommandations européennes soulignent également l'importance de la collaboration avec l'ensemble des acteurs lors de la réalisation des cartes : aussi, tout au long de la préparation de l'étude bibliographique, les experts de l'Ifremer, du Cerema et de l'OFB au niveau national et des antennes locales ont été associés. Un conseil scientifique de façade, constitué d'experts scientifiques renommés, a également supervisé cette étude et a veillé à la rigueur de la méthodologie adoptée. Par ailleurs, une recommandation phare du guide est de rendre publiques et accessibles les cartes et leur interprétation, notamment grâce à la mise en place d'un outil interactif permettant de visualiser les différentes couches de données. Cet objectif est atteint : d'une part, les cartes et leur analyse sont disponibles sur le site du débat public et grâce au visualiseur du Cerema, qui permet de naviguer entre les différentes couches des cartes. D'autre part, les multiples ateliers du débat public, dont certains dédiés à l'environnement, donneront l'opportunité d'échanger sur les enjeux en termes de biodiversité et les risques d'effets associés.

Enfin, le guide rappelle que toute étude rigoureuse présente également les limites de sa démarche. Les limites sont présentées avec des cartes d'indice de confiance réalisées pour toutes les cartes présentées. De plus, des explications additionnelles sont apportées dès que nécessaire, en complément des cartes.

Enfin, face aux incertitudes restantes liées au manque de connaissances scientifiques pour certaines pressions, espèces ou habitats complexes à évaluer, comme le souligne les travaux de la Commission, l'Etat et ses partenaires réalisent des campagnes in situ et prennent part à des programmes de recherche. Ainsi, à l'échelle du golfe du Lion, l'Etat finance un vaste programme de caractérisation de l'avifaune marine et migratrice et des chiroptères (MIGRALION) piloté par l'OFB sur une période de trois ans. Au niveau national, il s'agit par exemple du groupe de travail ECUME sur les effets cumulés des infrastructures énergétiques ou encore de la création récente d'un groupe de travail dit connaissance pour déterminer les mesures in situ à mener et le calendrier associé. Ces engagements permettront à l'avenir d'améliorer la disponibilité des données sur la biodiversité et sa sensibilité à l'éolien en mer, qui seront valorisées pour la suite des projets tant en Méditerranée que pour les autres façades du territoire.

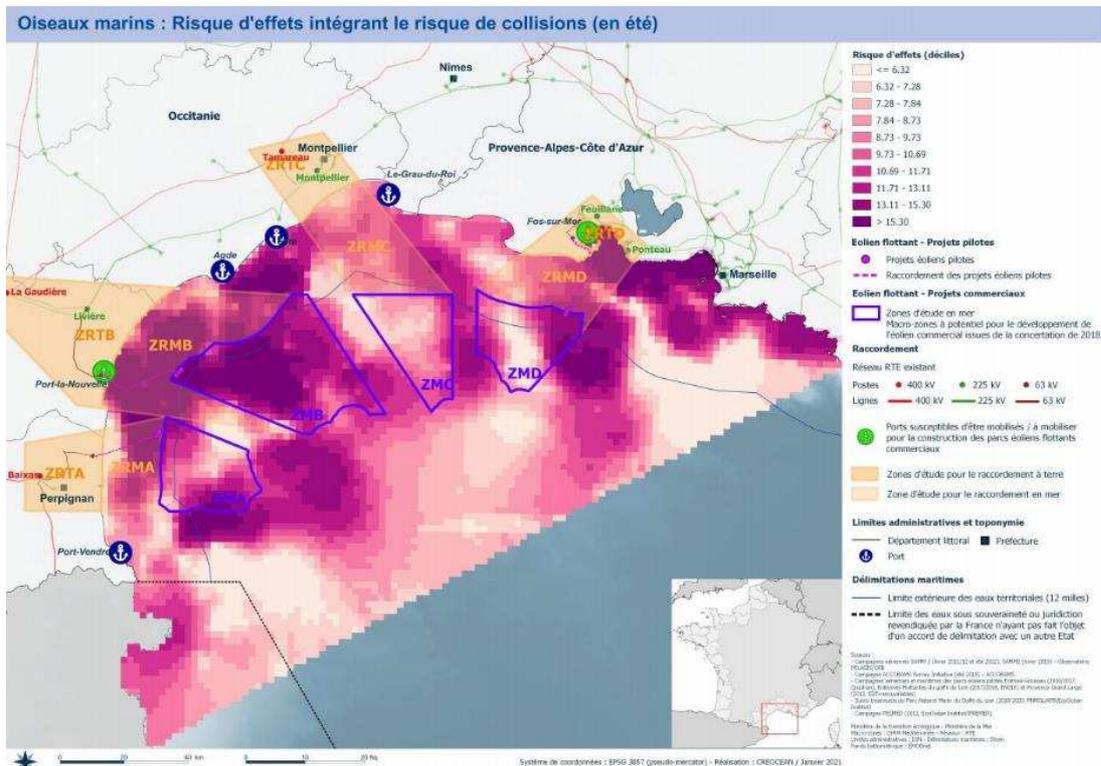
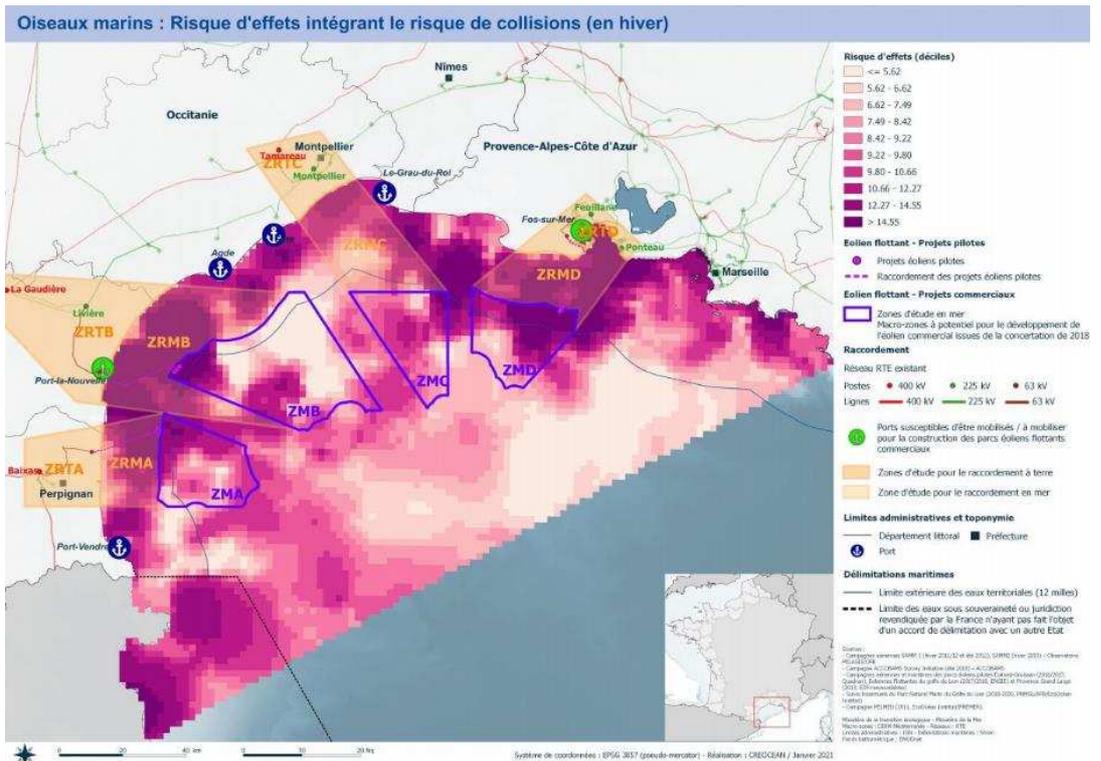
## ANNEXE 4. AVIFAUNE

Liste des espèces d'oiseaux marins intégrées aux analyses, indice de responsabilité hiver et été (OFB), indice de sensibilité à la collision, à la modification du domaine vital

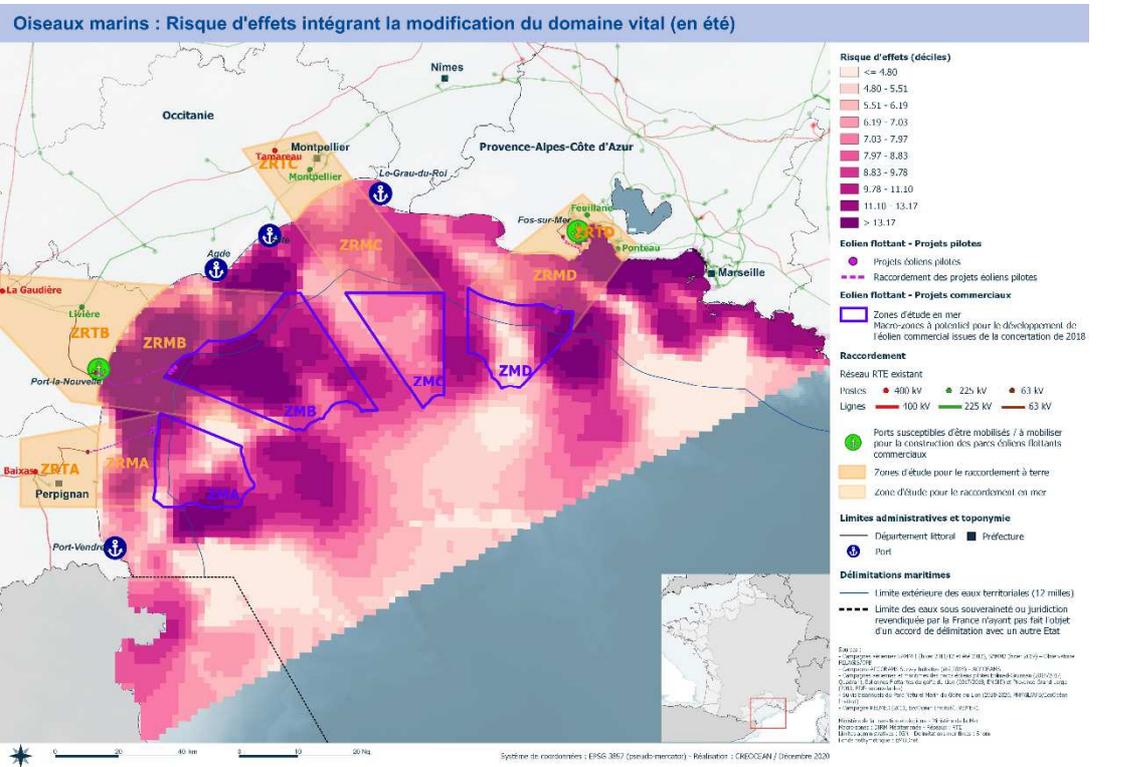
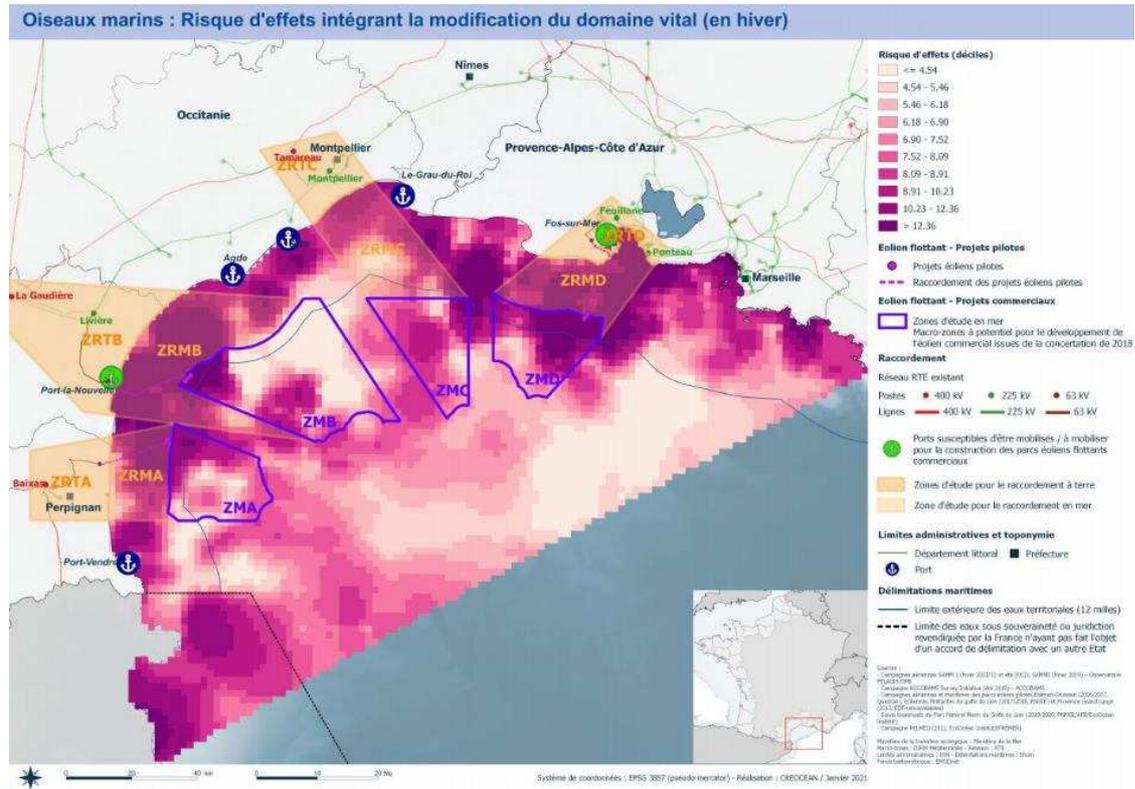
Espèces/groupe	Espèces du groupe	Responsabilité hiver	Responsabilité été	sensibilité collision (pondérée)	sensibilité domaine vital (pondérée)
Labbes	Grand labbe, labbe parasite, labbe pomarin		1	2,86	1,00
Puffin de Scopoli			5,3	0,49	2,00
Petits puffins	Puffin yelkouan, puffin des Baléares	10	9,3	0,49	2,00
Océanites	Océanite tempête, océanites ind.	1	7,8	0,65	0,50
Fou de Bassan		1,8	1,3	3,92	1,00
Grands goélands	Goéland leucophée (goéland railleur, goéland d'Audouin)	4,8	3,5	10	1,00
Mouette pygmée		5,5	2,5	3,67	1,50
Mouettes ind.	Mouettes rieuses et mélanocéphales	3	2,3	5,1	2,00
Mouette tridactyle		3		4,29	2,00
Alcidés*	Guillemots, pingouin torda, macareux	4,3		0,29	4,50
Cormorans	Grand cormoran, cormoran huppé	3,5		2,29	6,00
Sternes	Sterne caugek, pierregarin, hansel, naine	4,3	2,5	2,86	3,00



Cartes du risque d'effets pour la collision par saison



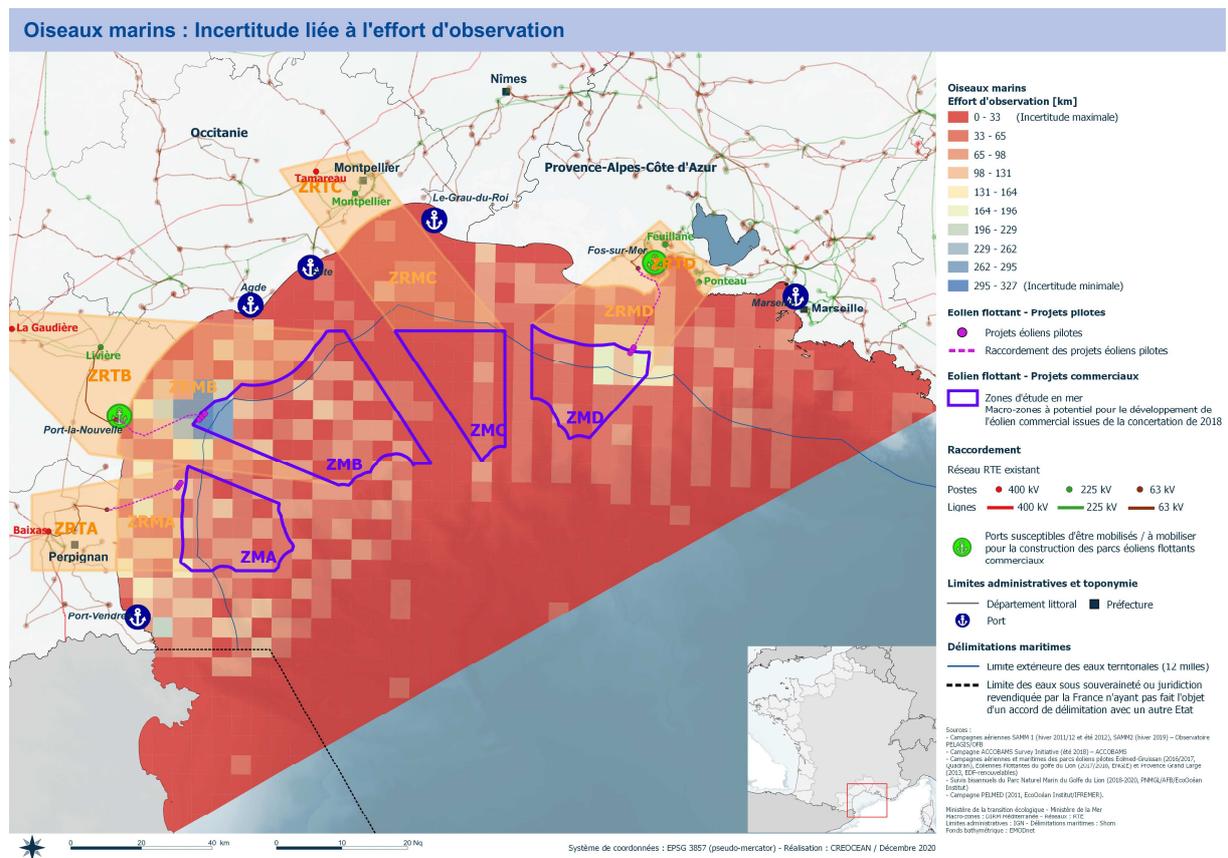
Cartes du risque d'effets pour la modification du domaine vital par saison



## Cartes de confiance du risque d'effets

Les données d'observations de mammifères et d'oiseaux marins issues des campagnes en mer ont été agrégées à partir de jeux de données indépendants, produits à partir de plateformes et de plans d'échantillonnages différents. Si les protocoles sont standardisés et permettent de réunir ces jeux de données, il faut noter que l'effort d'observation (nombre de kilomètres parcourus) qui résulte de l'agrégation est hétérogène, à la fois spatialement et temporellement, sur la zone d'étude. Certains secteurs côtiers ont ainsi été échantillonnés régulièrement, sur plusieurs années et à fine échelle, dans ce cas l'effort d'observation est élevé. Par contre, les secteurs les plus océaniques du golfe du Lion ont été échantillonnés lors de campagnes à grande échelle avec peu de répétition, l'effort d'observation est plus faible. L'indice de confiance des cartes d'enjeux et de risques d'effets peut donc s'exprimer en nombre de kilomètres d'effort réalisés au sein de chaque maille dans la carte d'incertitude présentée ci-dessous.

Plus l'effort est important, plus le taux de rencontre calculé est robuste et proche de la réalité.

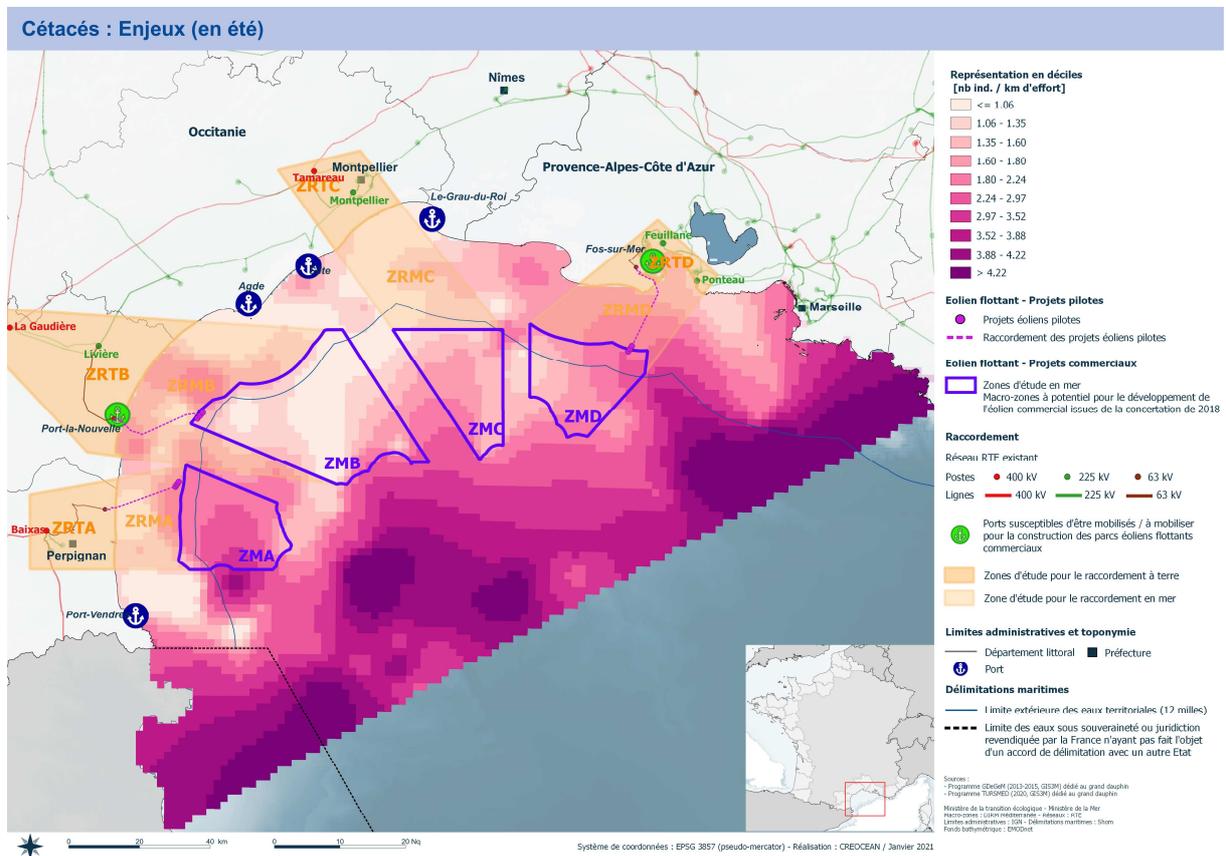


## ANNEXE 5. MAMMIFÈRES MARINS

**Tableau 9. Liste des espèces de mammifères marins intégrées aux analyses, indice de responsabilité hiver et été, indice de sensibilité à l'enchevêtrement, aux perturbations acoustiques, à la modification d'habitat.**

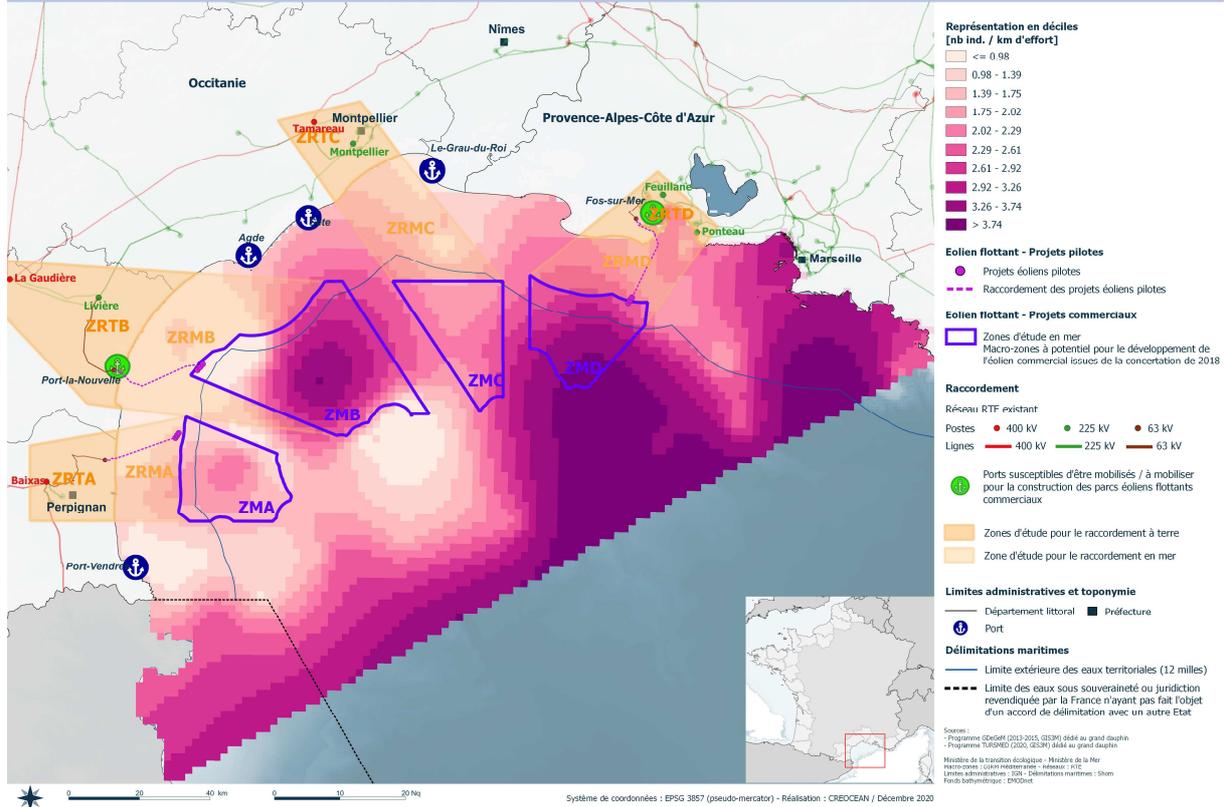
Espèces ou groupe d'espèce	Obs hiver	Obs été	Responsabilité hiver	Responsabilité été	Sensib. Enchevêtrement	Sensib. acoustique	Sensib. habitat	sensibilité globale	valeur correction (+)
Grand dauphin	79	147	4	5	5	3	2	1	0
Dauphin bleu et blanc/commun	38	76	2,8	2,8	5	3	2	1	0
Rorqual commun	-	17	5	4,8	10	6	5	6	2

### Carte d'enjeu

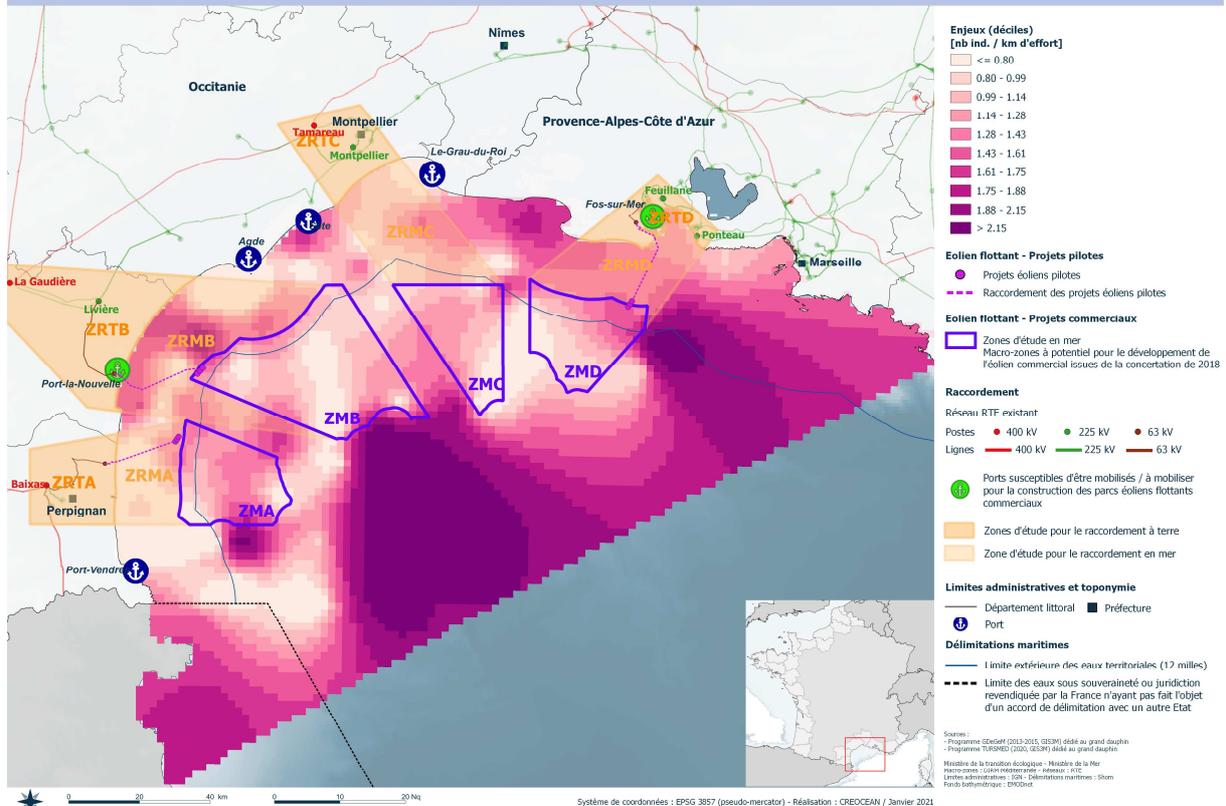


# MINISTRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE

## Cétacés : Enjeux (en hiver)

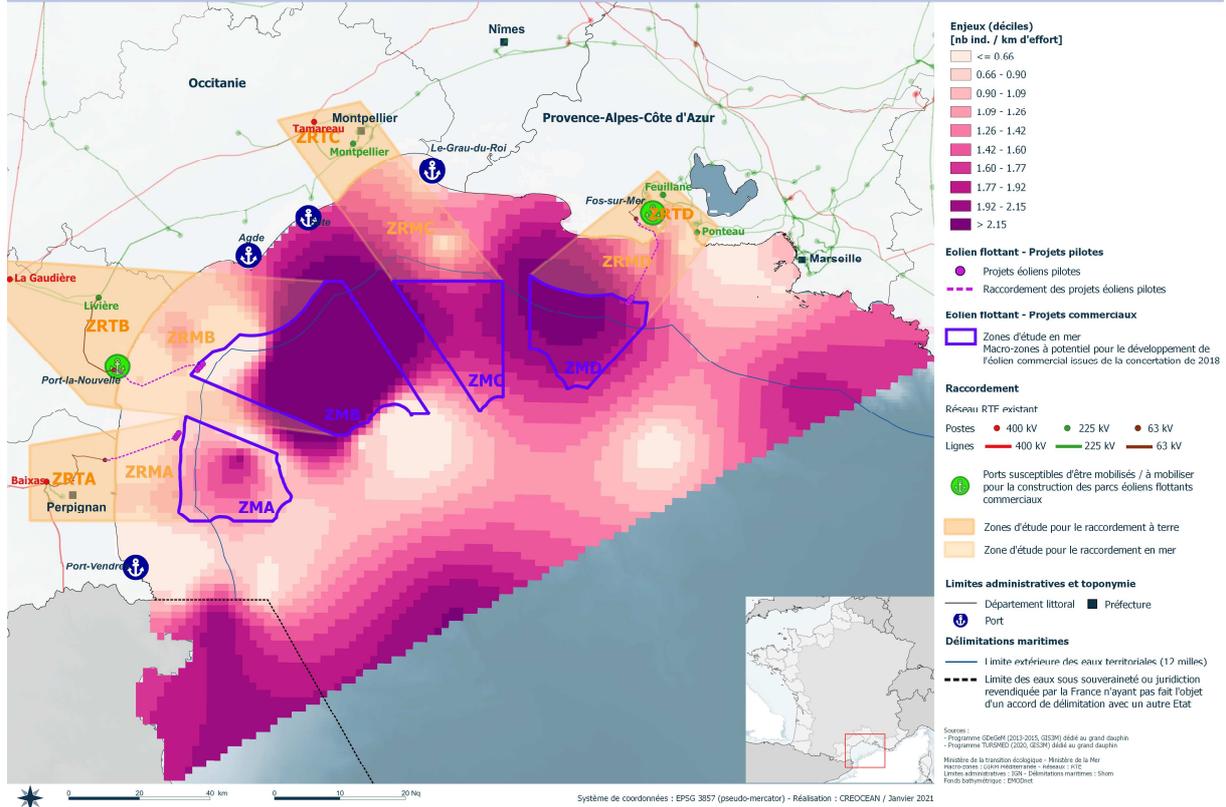


## Grand dauphin : Enjeux (en été)



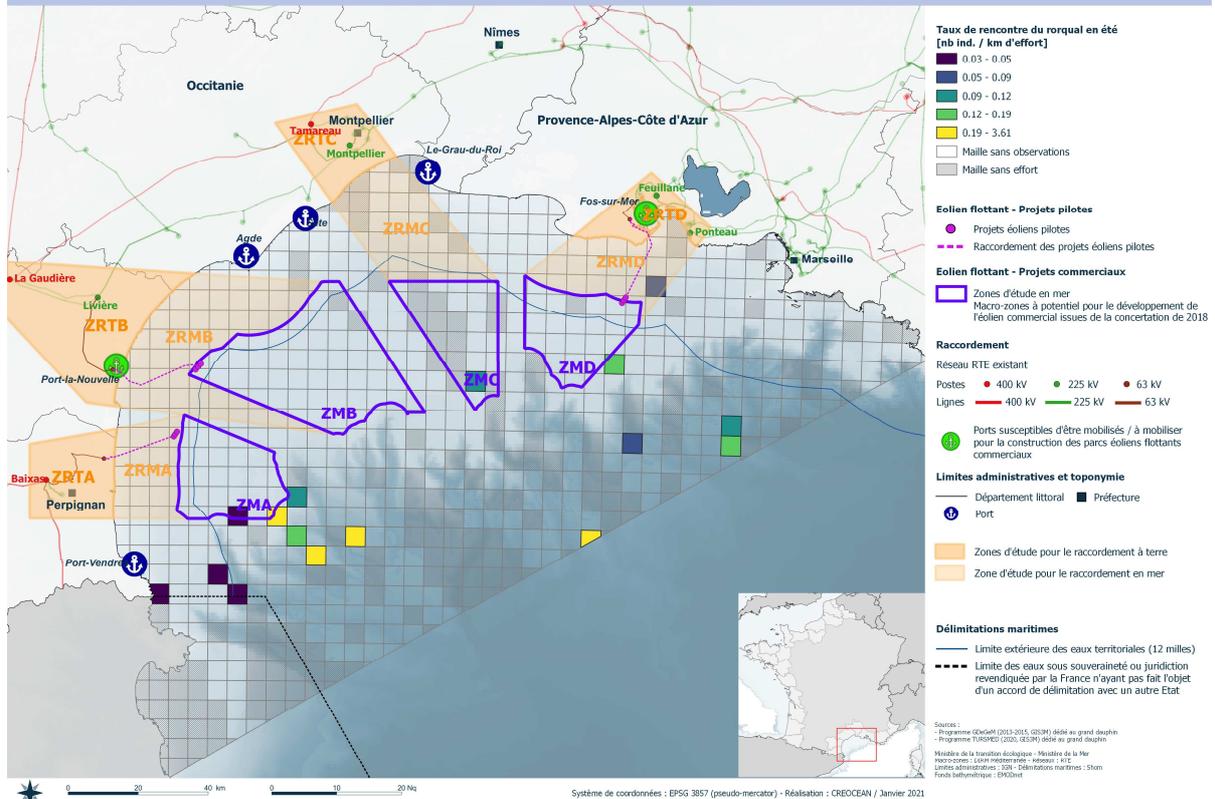
# MINISTRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE

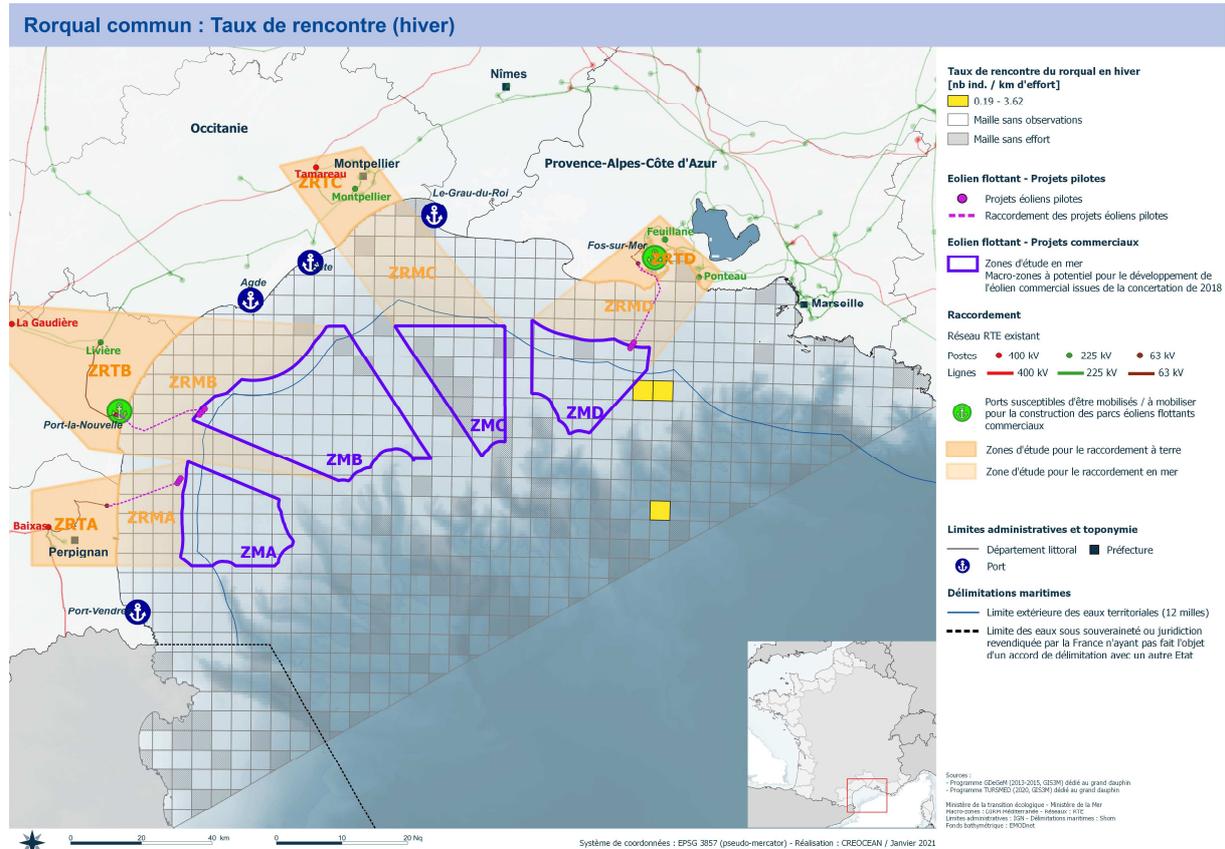
## Grand dauphin : Enjeux (en hiver)



## Carte de taux de rencontre

### Rorqual commun : Taux de rencontre (été)





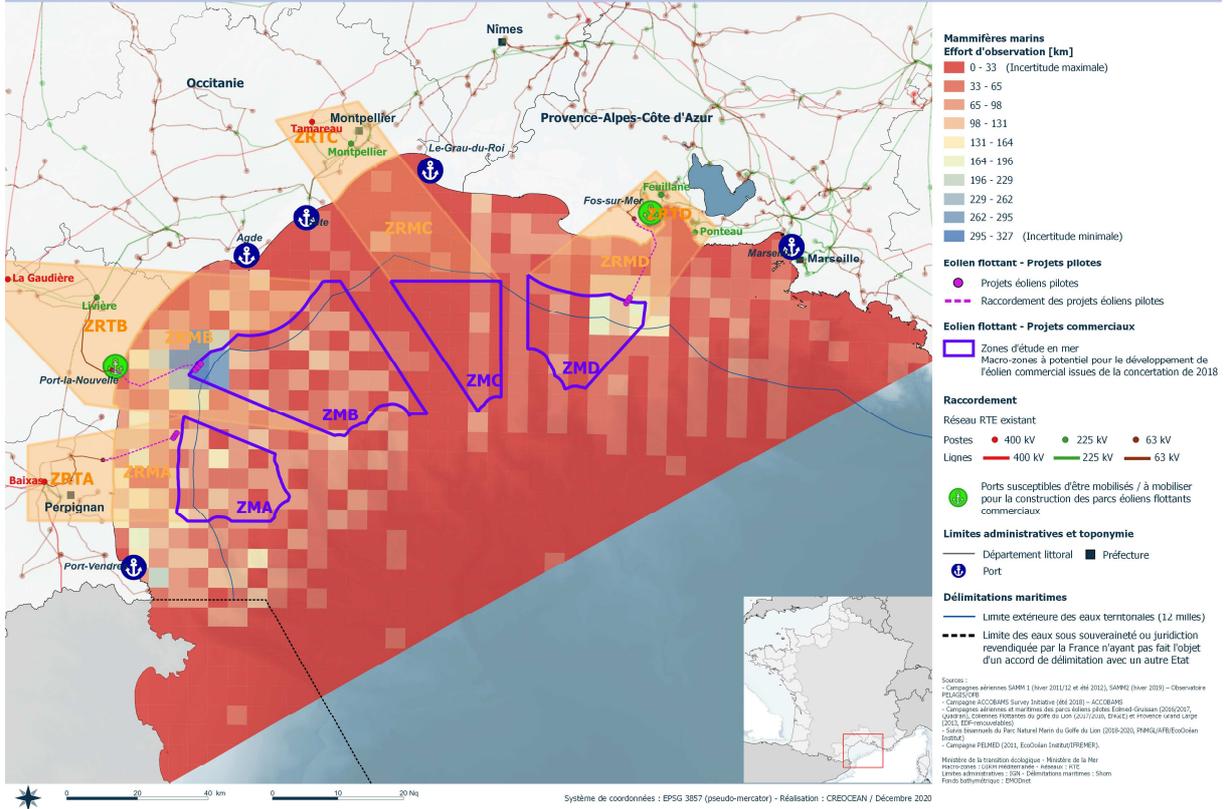
### Carte de confiance du risque d'effet

Les données d'observations de mammifères et d'oiseaux marins issues des campagnes en mer ont été agrégées à partir de jeux de données indépendants, produits à partir de plateformes et de plans d'échantillonnages différents. Si les protocoles sont standardisés et permettent de réunir ces jeux de données, il faut noter que l'effort d'observation (nombre de kilomètres parcourus) qui résulte de l'agrégation est hétérogène, à la fois spatialement et temporellement, sur la zone d'étude. Certains secteurs côtiers ont ainsi été échantillonnés régulièrement, sur plusieurs années et à fine échelle, dans ce cas l'effort d'observation est élevé. Par contre, les secteurs les plus océaniques du golfe du Lion ont été échantillonnés lors de campagnes à grande échelle avec peu de répétition, l'effort d'observation est plus faible. L'indice de confiance des cartes d'enjeux et de risques d'effets peut donc s'exprimer en nombre de kilomètres d'effort réalisés au sein de chaque maille dans la carte d'incertitude présentée ci-dessous.

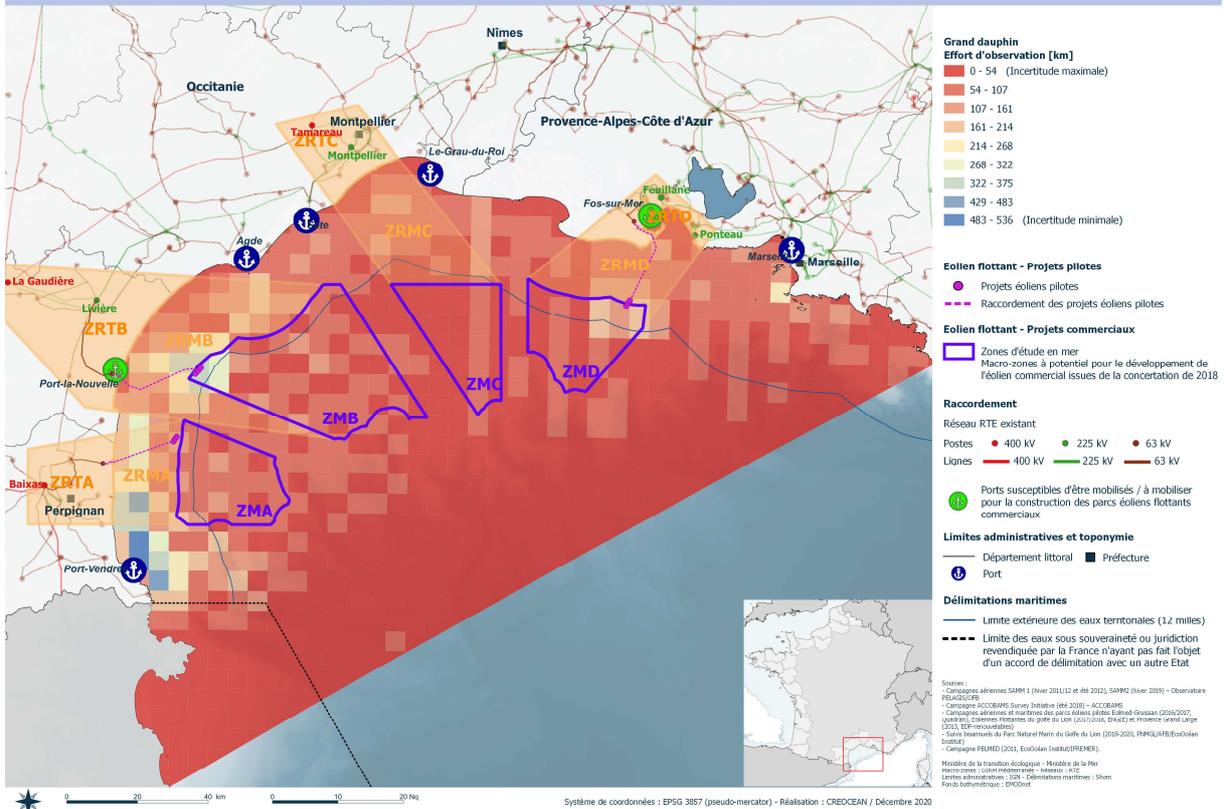
Plus l'effort est important, plus le taux de rencontre calculé est robuste et proche de la réalité.

# MINISTRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE

## Mammifères marins : Incertitude liée à l'effort d'observation



## Grand dauphin : Incertitude liée à l'effort d'observation



## ANNEXE 6. POISSONS, CRUSTACÉS ET MOLLUSQUES

### Liste des espèces

Le tableau ci-dessous liste des espèces considérées dans l'analyse de la partie « Poissons, mollusques et crustacés ».

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

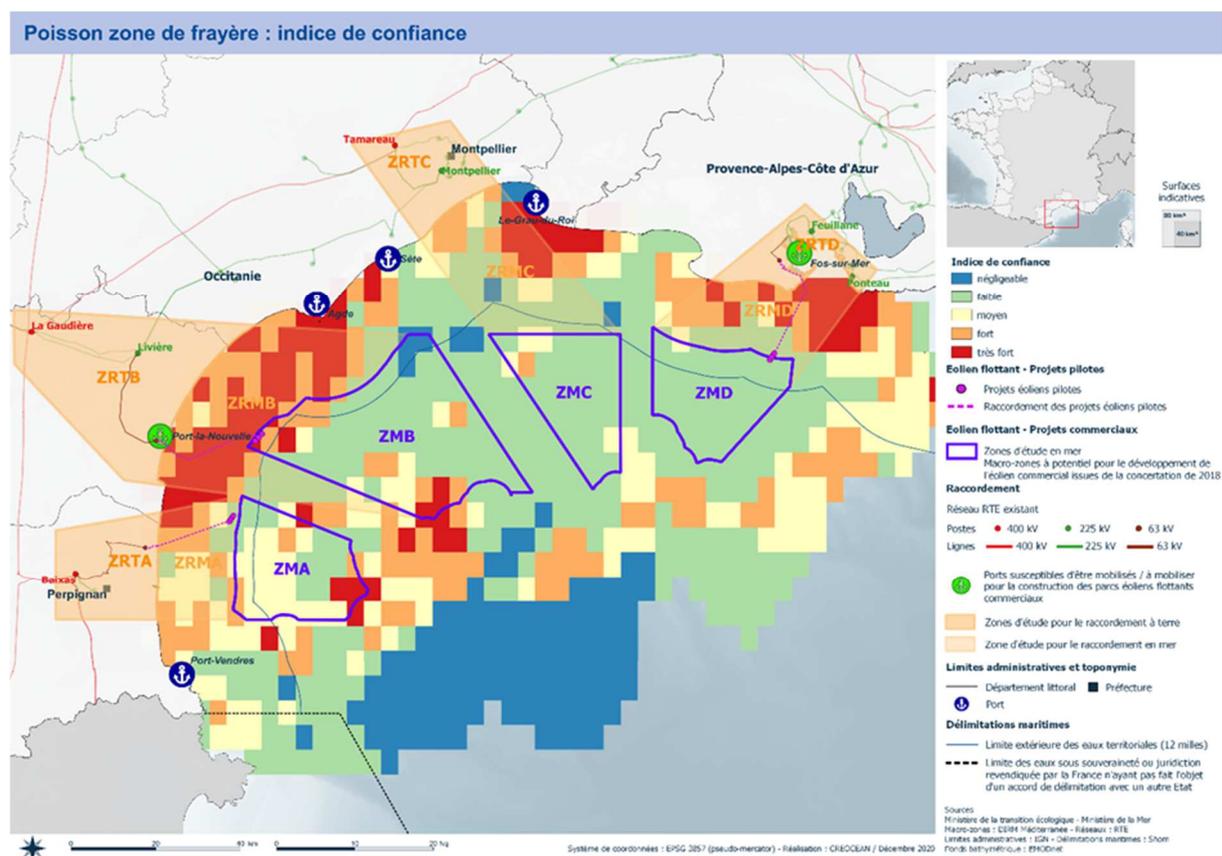
<b>Groupe taxonomique</b>	<b>Nom scientifique</b>	<b>Nom commun</b>
Invertébré benthique	<i>Alcyonium palmatum</i>	Main de mer
Mollusque	<i>Alloteuthis media</i>	Casseron bambou
Mollusque	<i>Alloteuthis spp.</i>	Casseron non identifié
Ichthyofaune	<i>Gaidropsarus biscayensis</i>	Motelle mouchetée
Ichthyofaune	<i>Argentina sphyraena</i>	Petite argentine
Crustacé	<i>Aristaeomorpha foliacea</i>	Gambon rouge
Ichthyofaune	<i>Arnoglossus laterna</i>	Arnoglosse lanterne
Ichthyofaune	<i>Chelidonichthys cuculus</i>	Grondin pin
Ichthyofaune	<i>Blennius ocellaris</i>	Blennie ocellée
Ichthyofaune	<i>Boops boops</i>	Bogue
Ichthyofaune	<i>Callionymus maculatus</i>	Dragonnet tacheté
Ichthyofaune	<i>Capros aper</i>	Sanglier
Ichthyofaune	<i>Centrophorus granulosus</i>	Squale-chagrin commun
Ichthyofaune	<i>Cepola macrophthalma</i>	Cépole commune
Ichthyofaune	<i>Chimaera monstrosa</i>	Chimère commune
Ichthyofaune	<i>Citharus linguatula</i>	Feuille
Ichthyofaune	<i>Conger conger</i>	Congre commun
Ichthyofaune	<i>Pteroplatytrygon violacea</i>	Pastenague violette
Ichthyofaune	<i>Diplodus sp</i>	Sar non identifié
Mollusque	<i>Eledone cirrhosa</i>	Pieuvre blanche
Mollusque	<i>Eledone moschata</i>	Elédone musquée
Ichthyofaune	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois commun
Ichthyofaune	<i>Etmopterus spinax</i>	Sagre commun
Ichthyofaune	<i>Eutrigla gurnardus</i>	Grondin gris
Invertébré benthique	<i>Funiculina quadrangularis</i>	Anthozoaire
Ichthyofaune	<i>Galeus melastomus</i>	Chien espagnol
Ichthyofaune	<i>Lesueurigobius friesii</i>	Gobie à grandes écailles
Ichthyofaune	<i>Gobius niger</i>	Gobie noir
Ichthyofaune	<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	Gobie à quatre tâches
Ichthyofaune	<i>Hexanchus griseus</i>	Requin gris
Mollusque	<i>Illex coindetii</i>	Encornet
Invertébré benthique	<i>Isidella elongata</i>	Corail bambou
Ichthyofaune	<i>Lepidorhombus boscii</i>	Cardine à quatre tâches
Invertébré benthique	<i>Leptometra spp.</i>	Comatule non identifié
Ichthyofaune	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	Cavillone commun
Ichthyofaune	<i>Lophius budegassa</i>	Baudroie rousse
Ichthyofaune	<i>Lophius piscatorius</i>	Baudroie commune
Invertébré benthique	<i>Lytocarpia myriophyllum</i>	Hydraire plume de faisan
Ichthyofaune	<i>Merluccius merluccius</i>	Merlu
Ichthyofaune	<i>Micromesistius poutassou</i>	Merlan bleu
Ichthyofaune	<i>Microchirus variegatus</i>	Sole-perdrix commune
Ichthyofaune	<i>Mugilidae</i>	Mugiliformes
Ichthyofaune	<i>Mullus barbatus</i>	Rouget de vase
Mollusque	<i>Neopycnodonte cochle</i>	Pycnodonte-cuillère
Crustacé	<i>Nephrops norvegicus</i>	Langoustine comune
Mollusque	<i>Octopus vulgaris</i>	Poulpe commun
Ichthyofaune	<i>Pagellus acarne</i>	Pageot acarné

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

Groupe taxonomique	Nom scientifique	Nom commun
Ichthyofaune	<i>Pagellus bogaraveo</i>	Pageot rose
Ichthyofaune	<i>Pagellus erythrinus</i>	Pageot commun
Crustacé	<i>Parapenaeus longirostris</i>	Crevette rose
Invertébré benthique	<i>Pennatula phosphorea</i>	Pennatule phosphorescente
Invertébré benthique	<i>Pennatula rubra</i>	Pennatule rouge
Ichthyofaune	<i>Phycis blennoides</i>	Phycis de fond
Crustacé	<i>Atrina pectinata</i>	Jambonneau pectine
Invertébré benthique	<i>Pteroeides spinosum</i>	Pennatule grise
Ichthyofaune	<i>Raja asterias</i>	Raie étoilée
Ichthyofaune	<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée
Ichthyofaune	<i>Raja miraletus</i>	Raie miroir
Ichthyofaune	<i>Raja montagui</i>	Raie douce
Ichthyofaune	<i>Leucoraja naevus</i>	Raie fleurie
Ichthyofaune	<i>Dipturus oxyrinchus</i>	Pocheteau noir
Ichthyofaune	<i>Raja polystigma</i>	Raie douce
Ichthyofaune	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine
Ichthyofaune	<i>Scomber colias</i>	Maquereau espagnol atlantique
Ichthyofaune	<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau
Ichthyofaune	<i>Dalatias licha</i>	Squale liche
Ichthyofaune	<i>Scylliorhinus canicula</i>	Petite roussette
Mollusque	<i>Sepia elegans</i>	Seiche
Mollusque	<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune
Mollusque	<i>Sepia orbignyana</i>	Seiche rose
Mollusque	<i>Sepioloa spp.</i>	Seiche non identifiée
Ichthyofaune	<i>Serranus cabrilla</i>	Serran-chèvre
Ichthyofaune	<i>Serranus hepatus</i>	Serran-hépaté
Ichthyofaune	<i>Sparus aurata</i>	Dorade royale
Ichthyofaune	<i>Sprattus sprattus</i>	Sprat
Ichthyofaune	<i>Squalus acanthias</i>	Aiguillat commun
Crustacé	<i>Squilla mantis</i>	Squille ocellée
Mollusque	<i>Todaropsis eblanae</i>	Toutenon souffleur
Ichthyofaune	<i>Torpedo marmorata</i>	Torpille marbrée
Ichthyofaune	<i>Trachurus mediterraneus</i>	Chinchard méditerranéen
Ichthyofaune	<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard d'Europe
Ichthyofaune	<i>Trachinus draco</i>	Grande vive
Ichthyofaune	<i>Trigla lyra</i>	Grondin lyre
Ichthyofaune	<i>Trisopterus capellanus</i>	Capelan de méditerranée
Invertébré benthique	<i>Veretillum cynomorium</i>	Vérétille verge de chien
Ichthyofaune	<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre

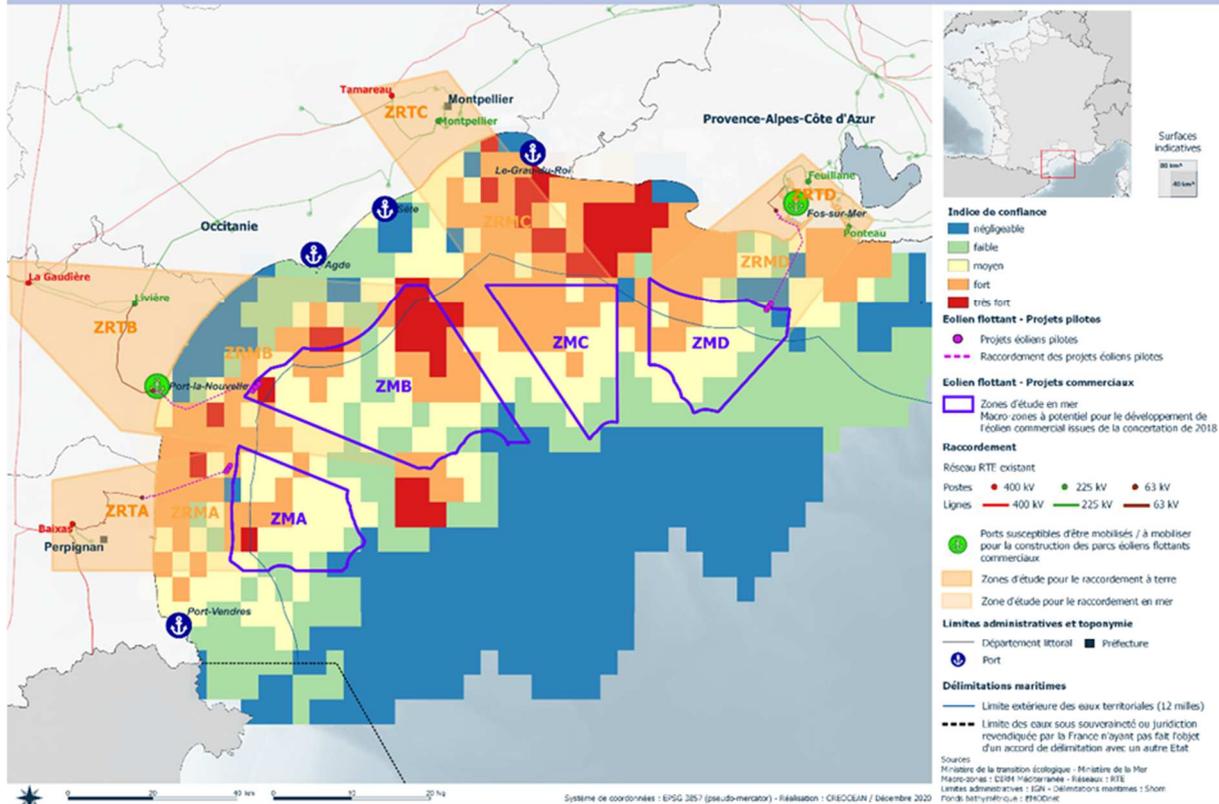
### Carte de confiance du risque d'effet

L'incertitude associée au risque d'effet a été évaluée avec une technique de ré échantillonnage appelée bootstrapping. Cette technique permet de créer plusieurs nouveaux échantillons par tirage aléatoire à partir de l'échantillon initial. Cette méthode a été développée afin de prendre en compte l'incertitude des données d'entrées ainsi que tout le processus de propagation d'incertitude dans les différentes étapes de calcul. Concrètement, la valeur de chaque pixel étudié de la carte est associée à une valeur tirée aléatoirement dans la plage de l'écart-type. Ce processus est répété une centaine de fois afin de présenter l'ensemble des solutions possibles pour la densité, la capture et l'effort de pêche et de créer ainsi des cartes bruitées. C'est l'ensemble de ses cartes bruitées qui sont utilisées pour calculer ensuite les indices de représentativité et les autres indices qui en dépendent. Le score de vulnérabilité, déterminé à partir de données de statut réglementaire, n'a pas donné lieu à un calcul d'incertitude.

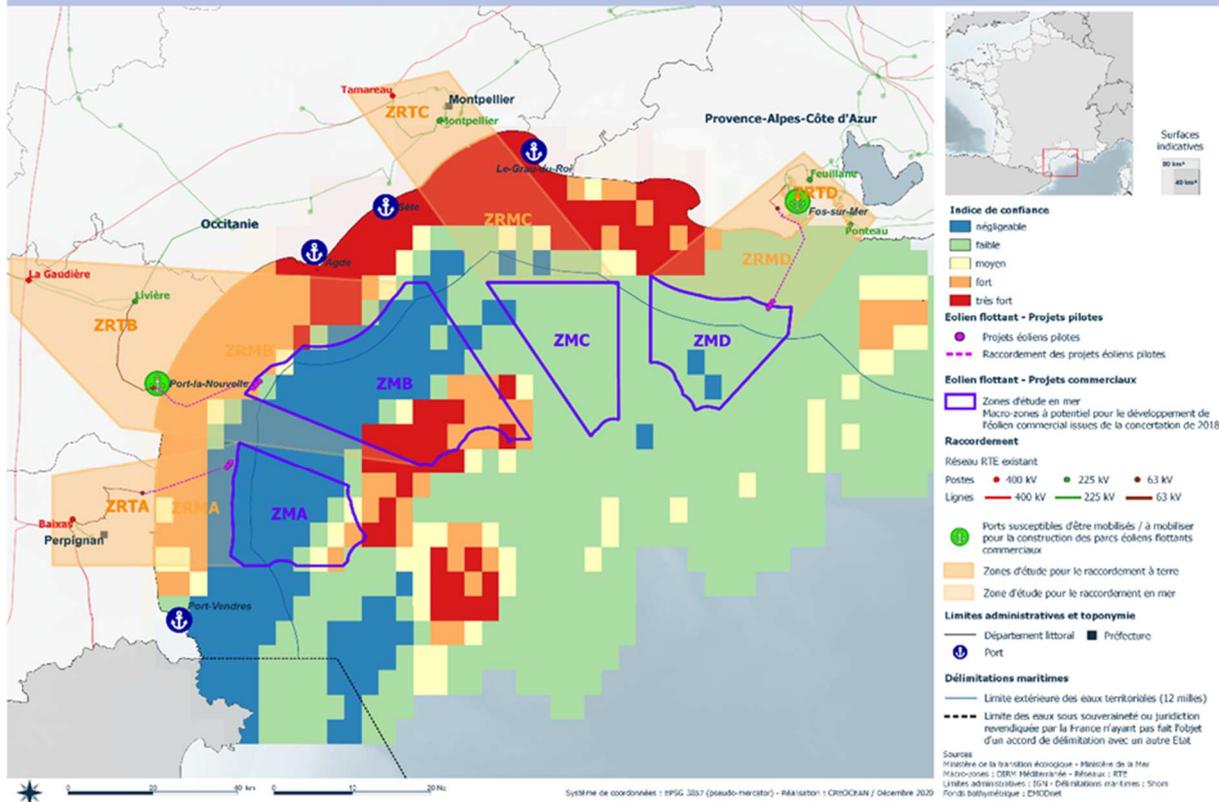


# MINISTRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE

## Poisson zone de nurseries : indice de confiance

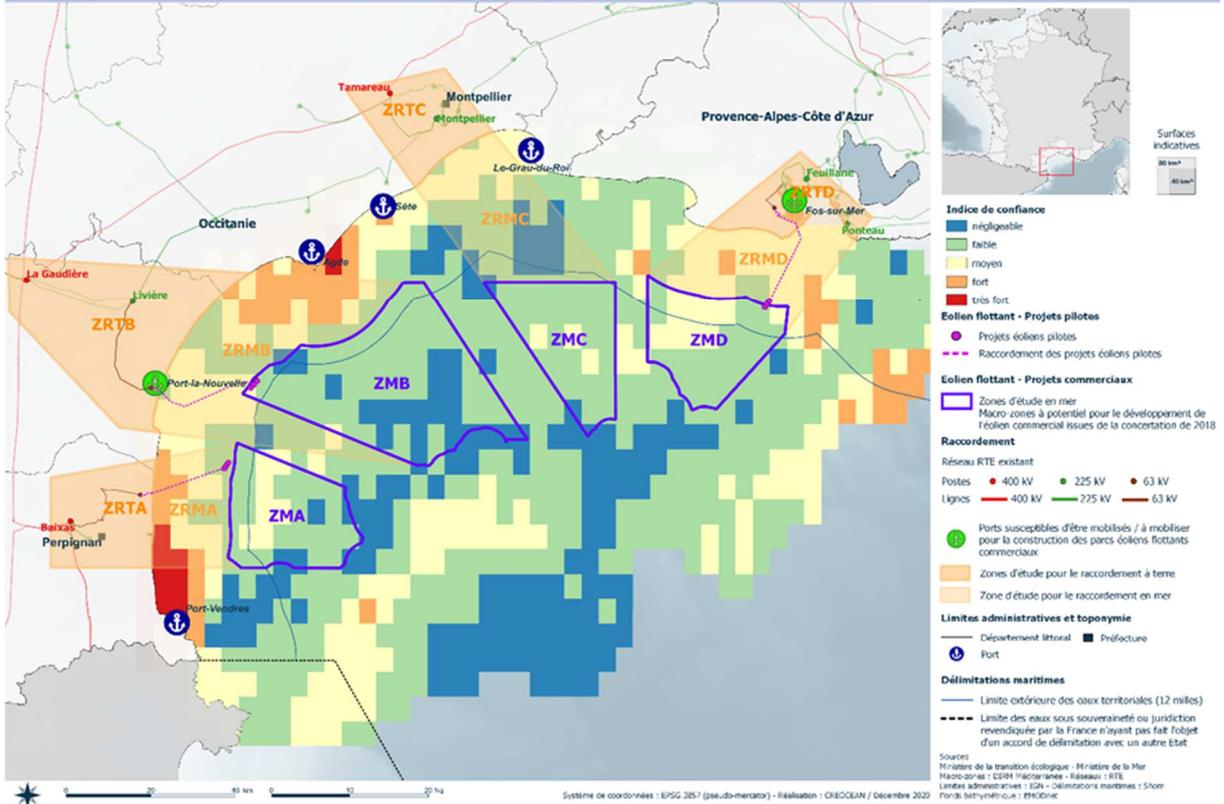


## Crustacés : indice de confiance

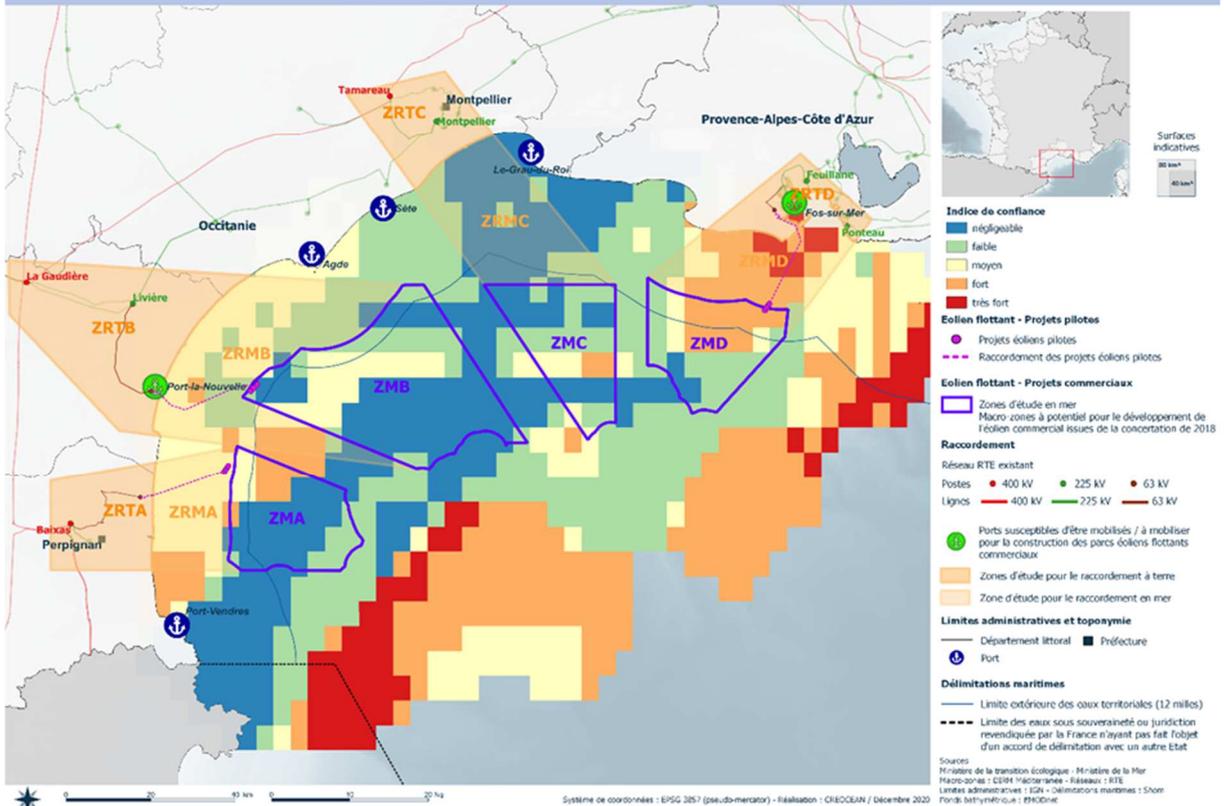


**MINISTRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE  
PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

**Mollusque : indice de confiance**



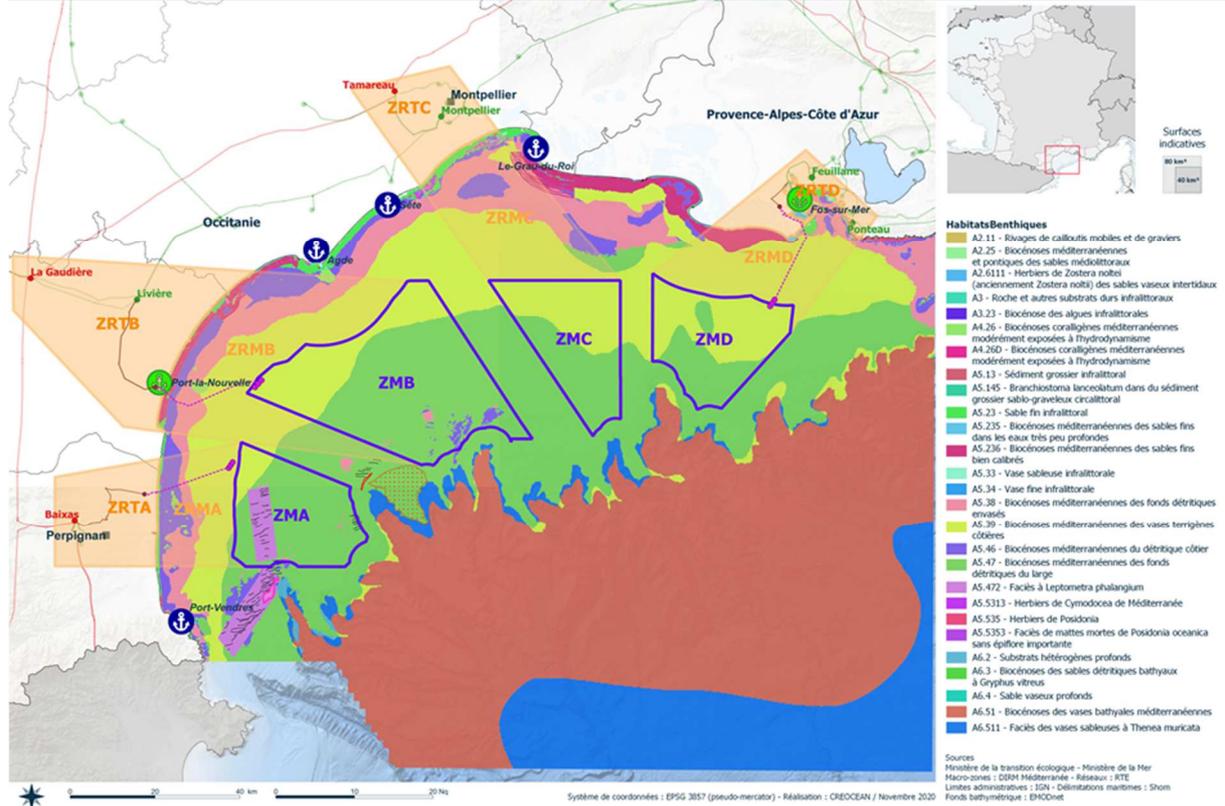
**Invertébrés benthiques : indice de confiance**



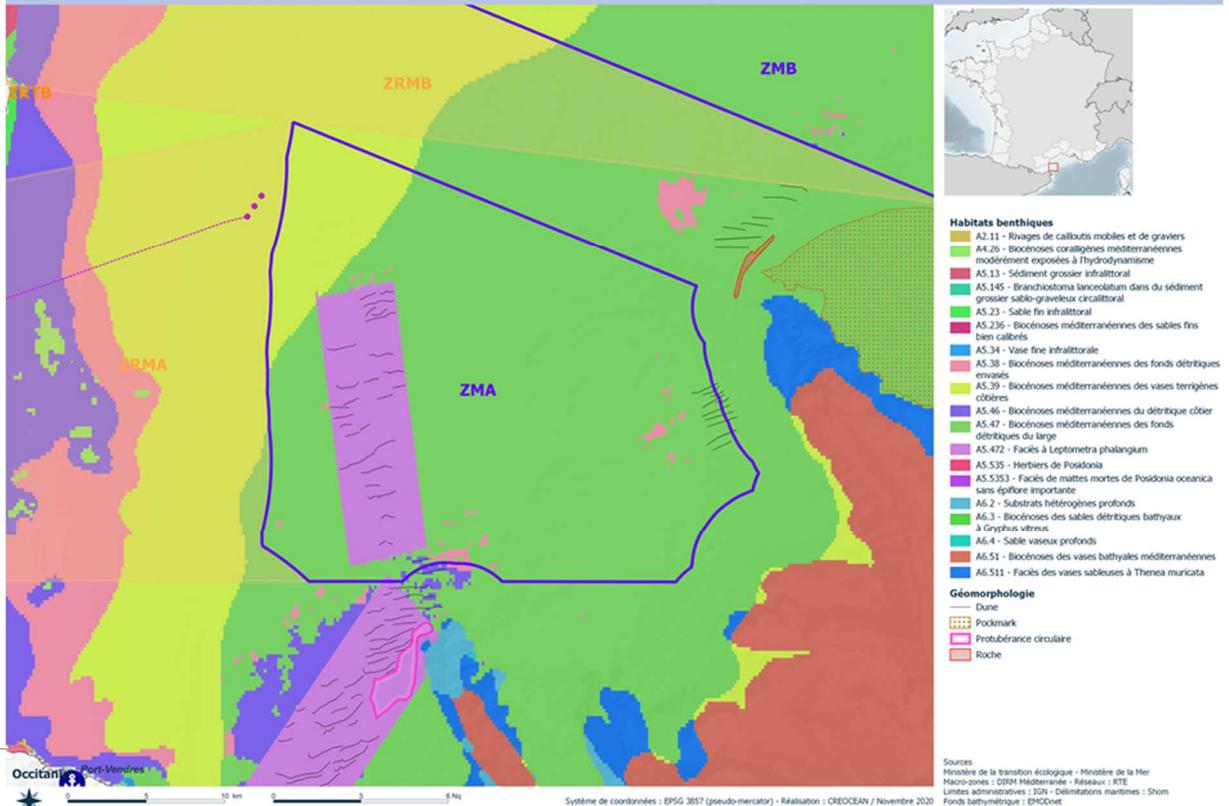
## ANNEXE 7. HABITATS BENTHIQUES

### Cartes des données existantes

#### Typologie des habitats benthiques

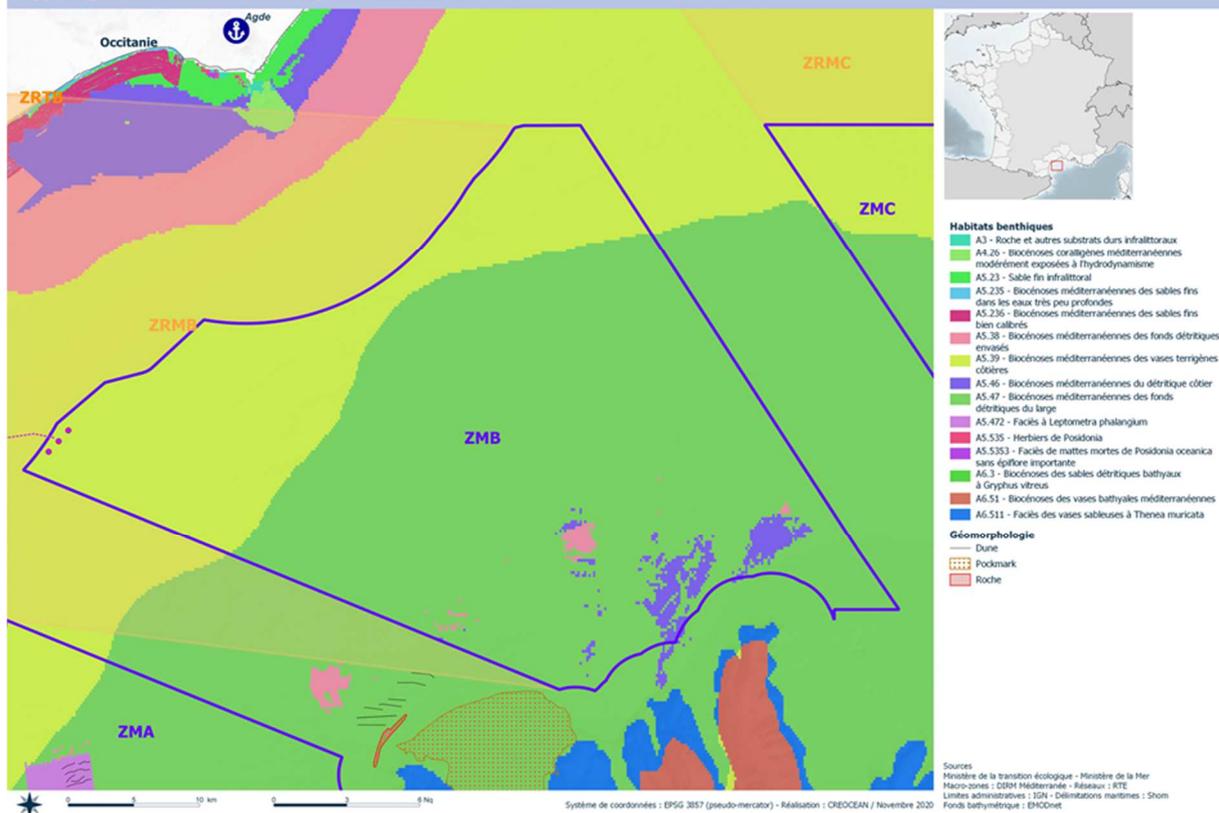


#### Typologie des habitats benthiques - Zone ZMA

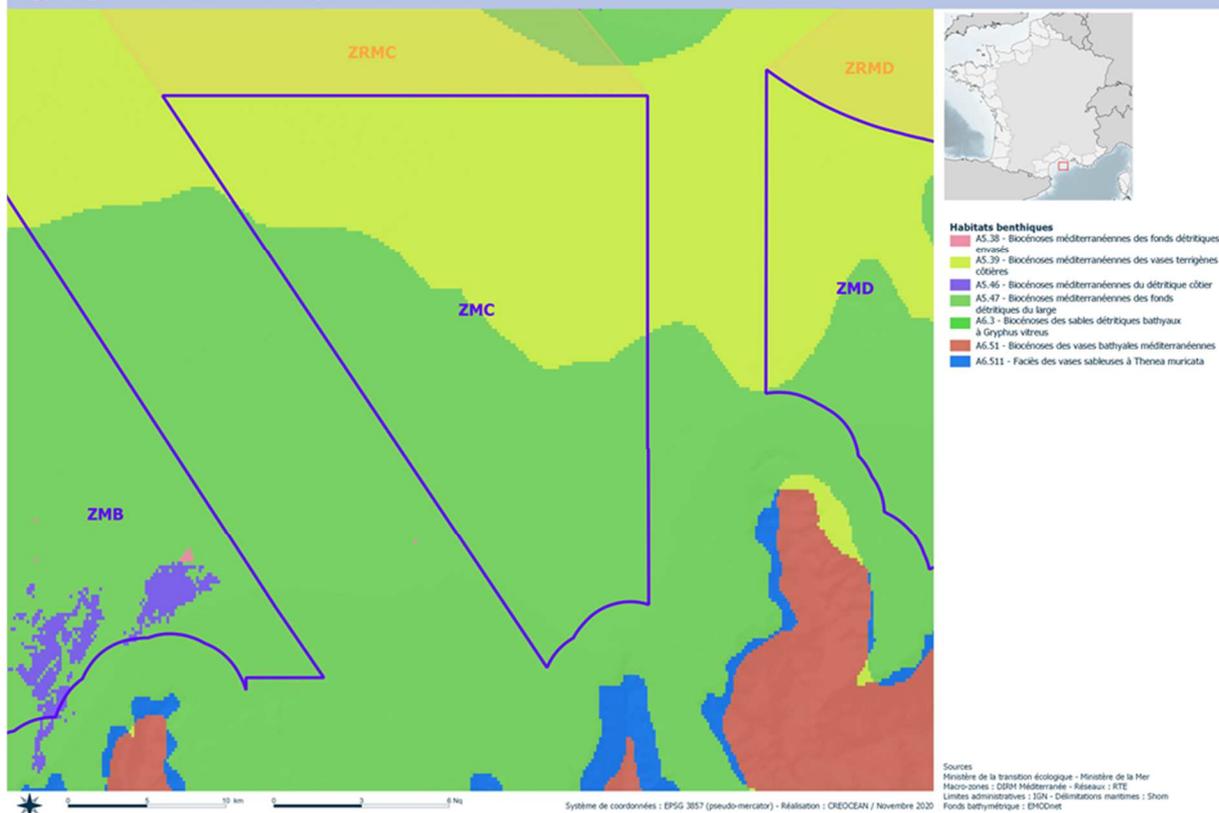


MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE  
PROJET D'ÉOLIENNES FLOTTANTES EN MÉDITERRANÉE

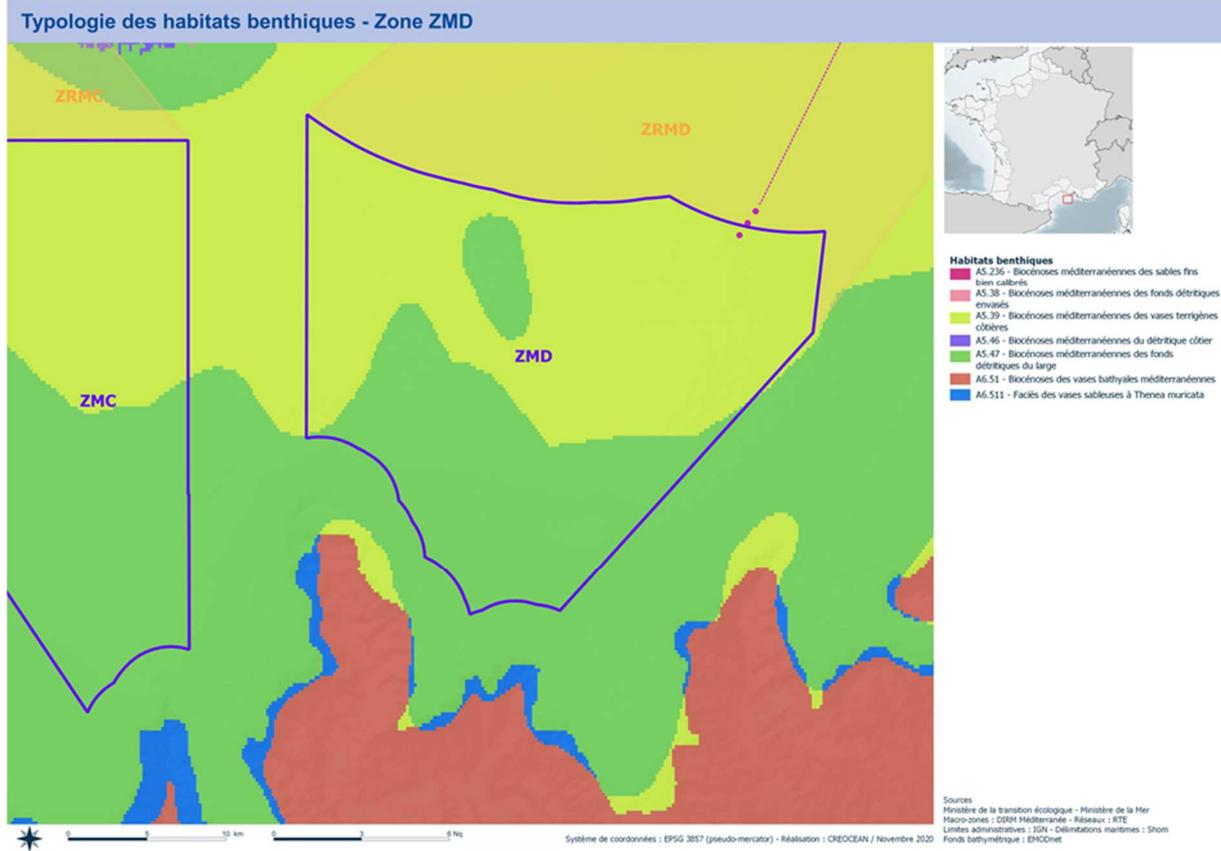
Typologie des habitats benthiques - Zone ZMB



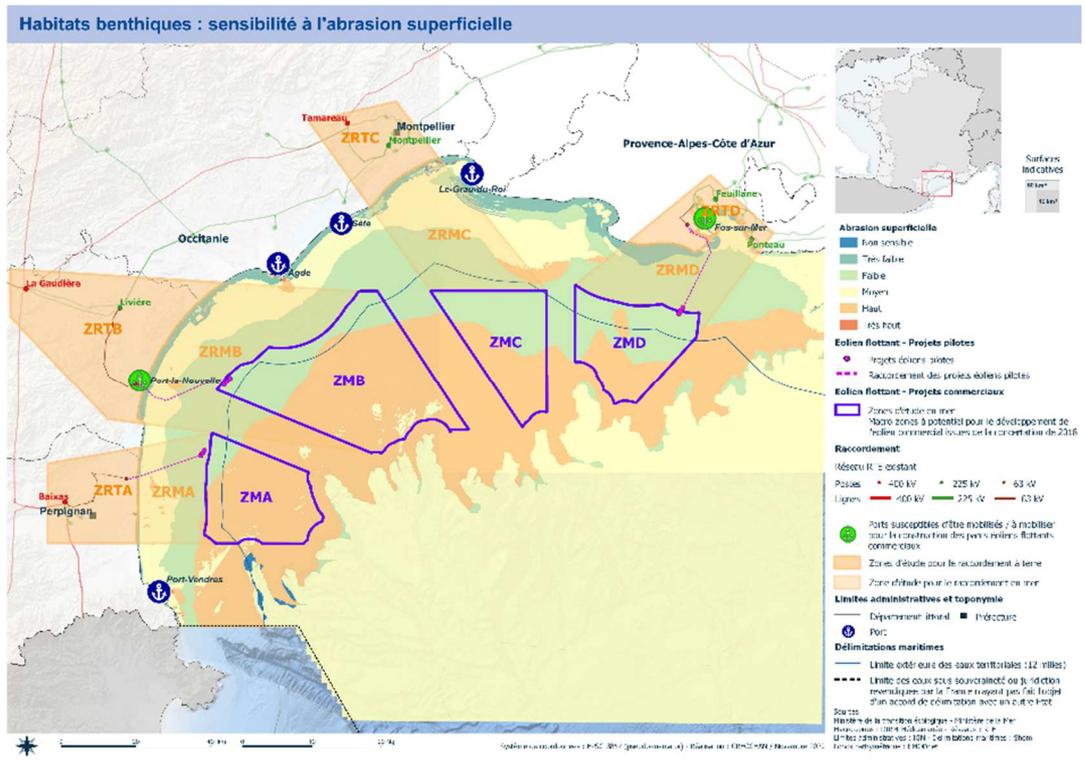
Typologie des habitats benthiques - Zone ZMC



**MINISTRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE  
PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

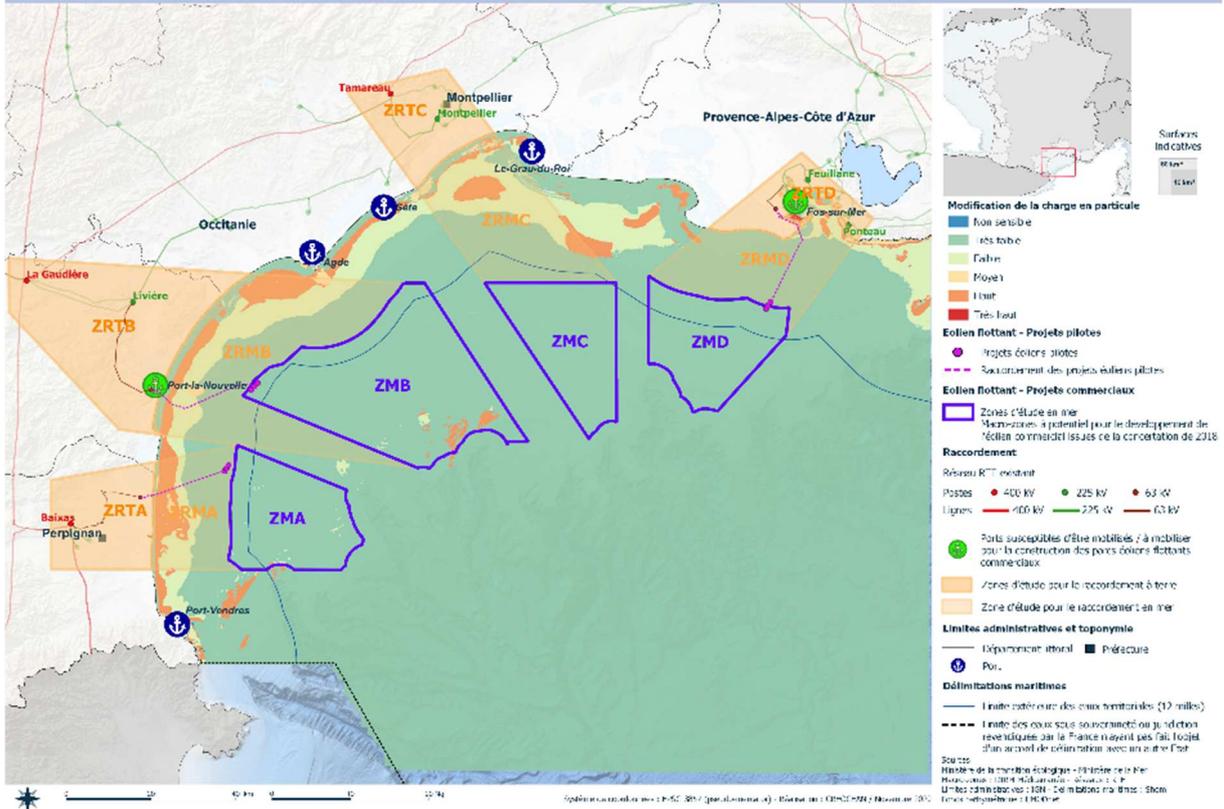


### Cartes des sensibilités

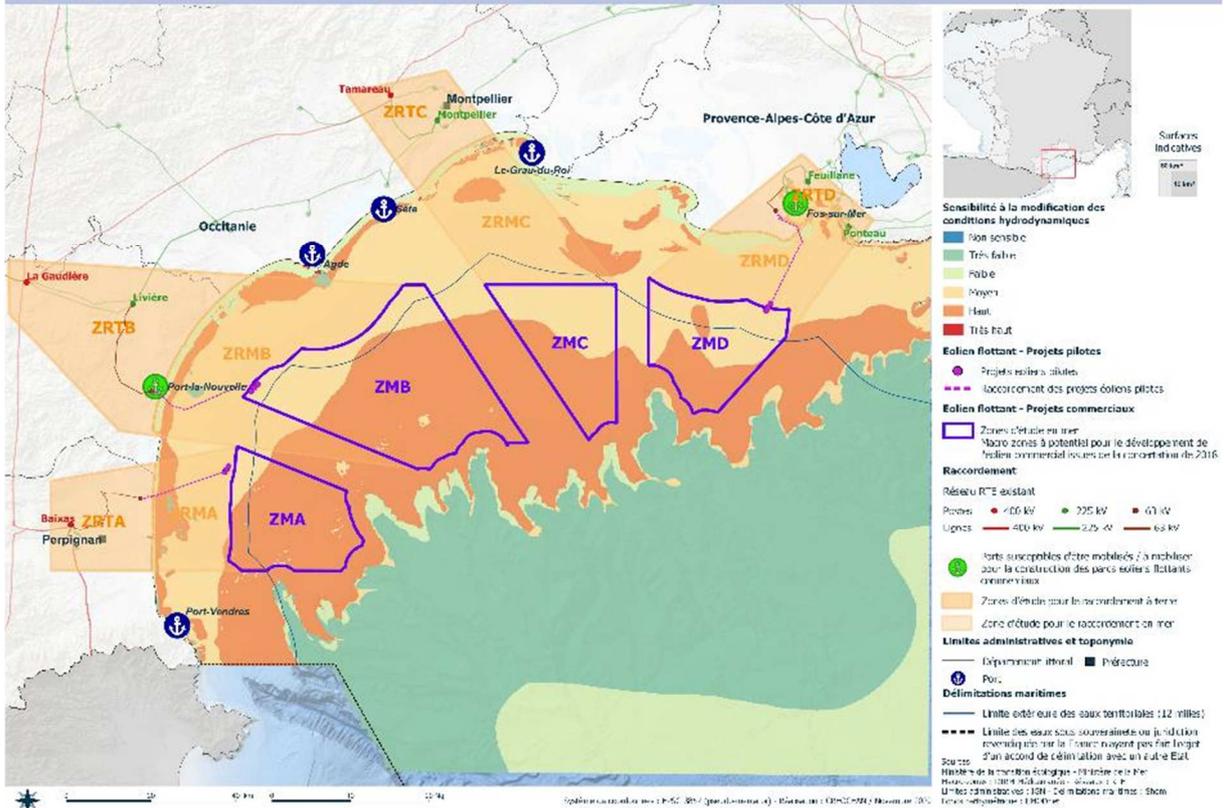


MINISTRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE  
 PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE

Habitats benthiques : sensibilité à la modification de la charge en particules

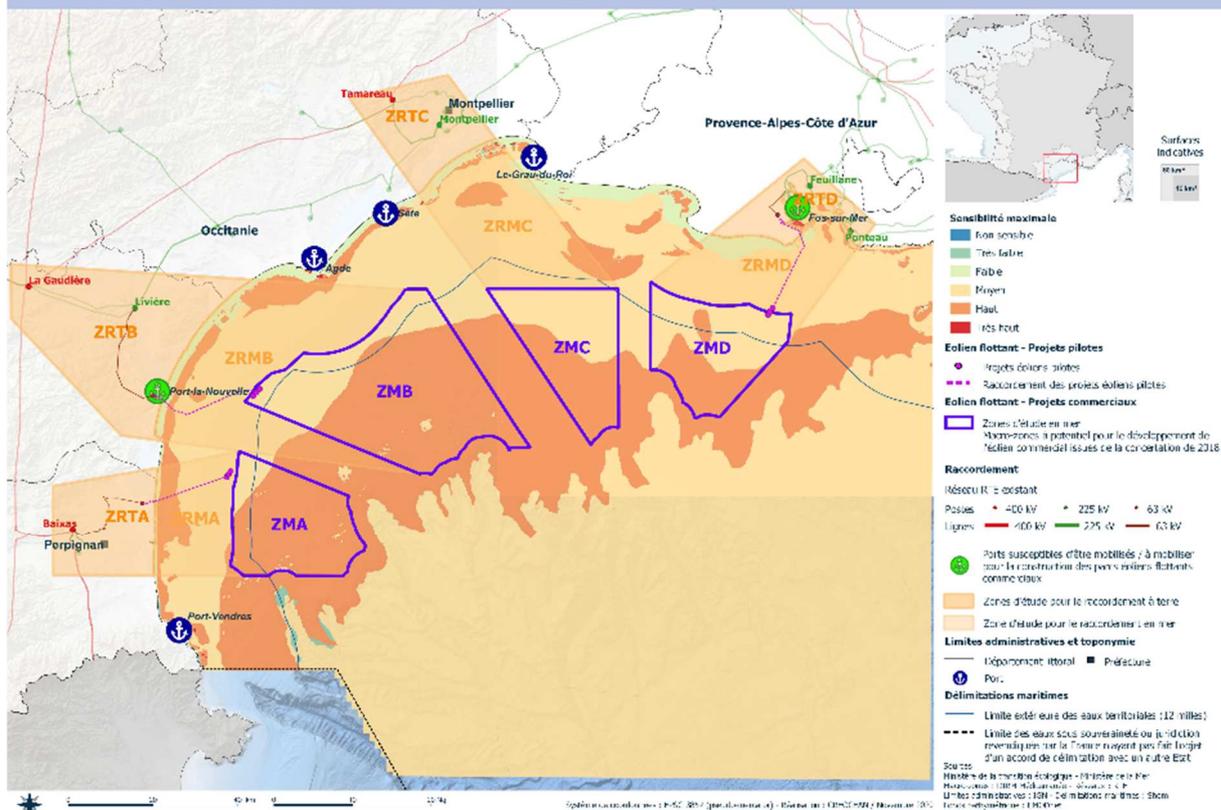


Habitats benthiques : sensibilité à la modification des conditions hydrodynamiques

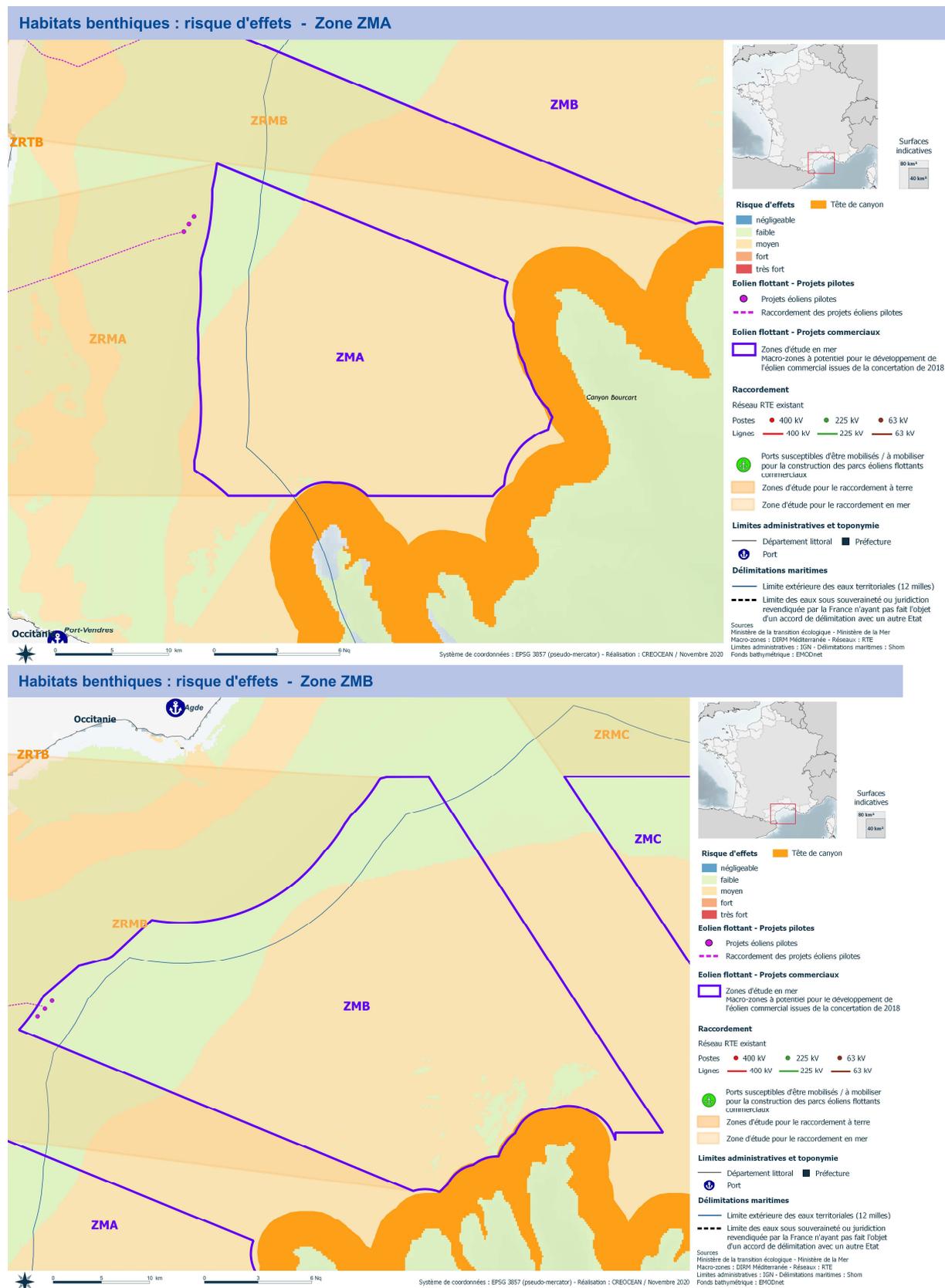


**MINISTRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE  
PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

**Habitats benthiques : sensibilité maximale selon les pressions retenues**

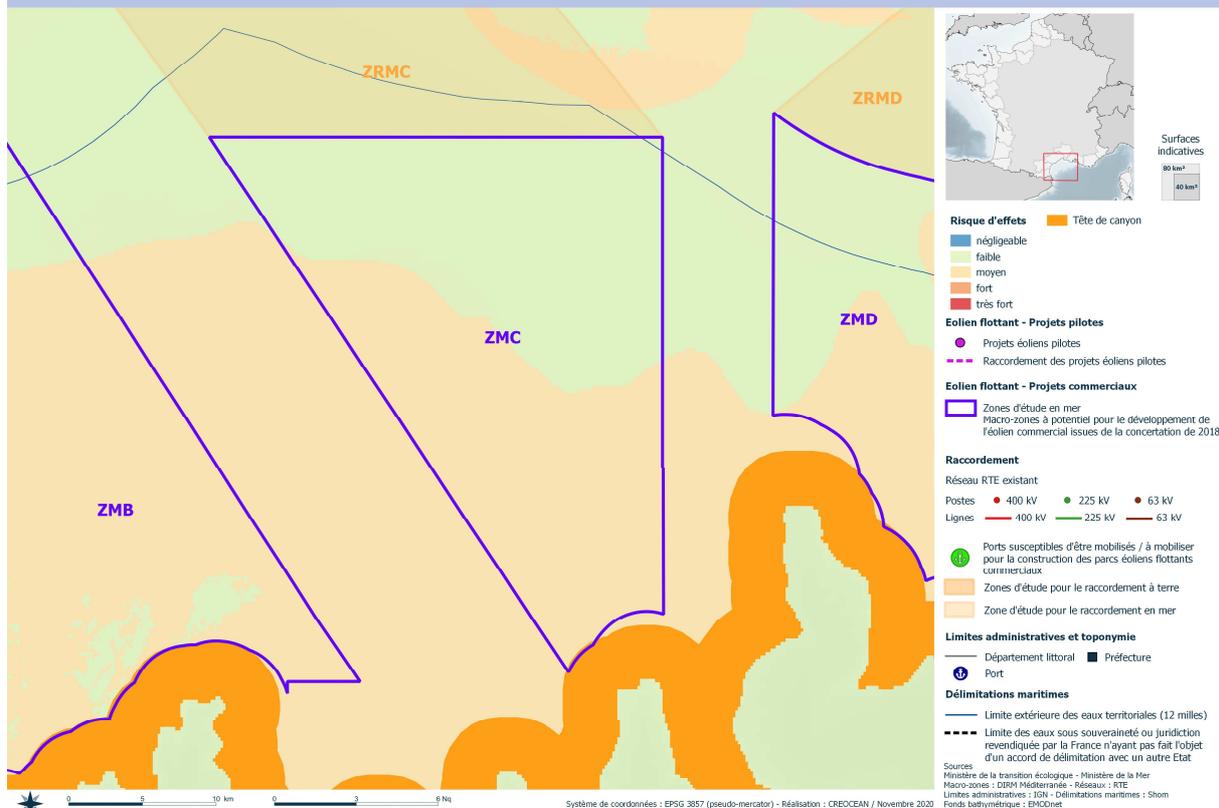


Cartes zoomées du risque d'effets pour les habitats benthiques sur les différentes zones d'étude

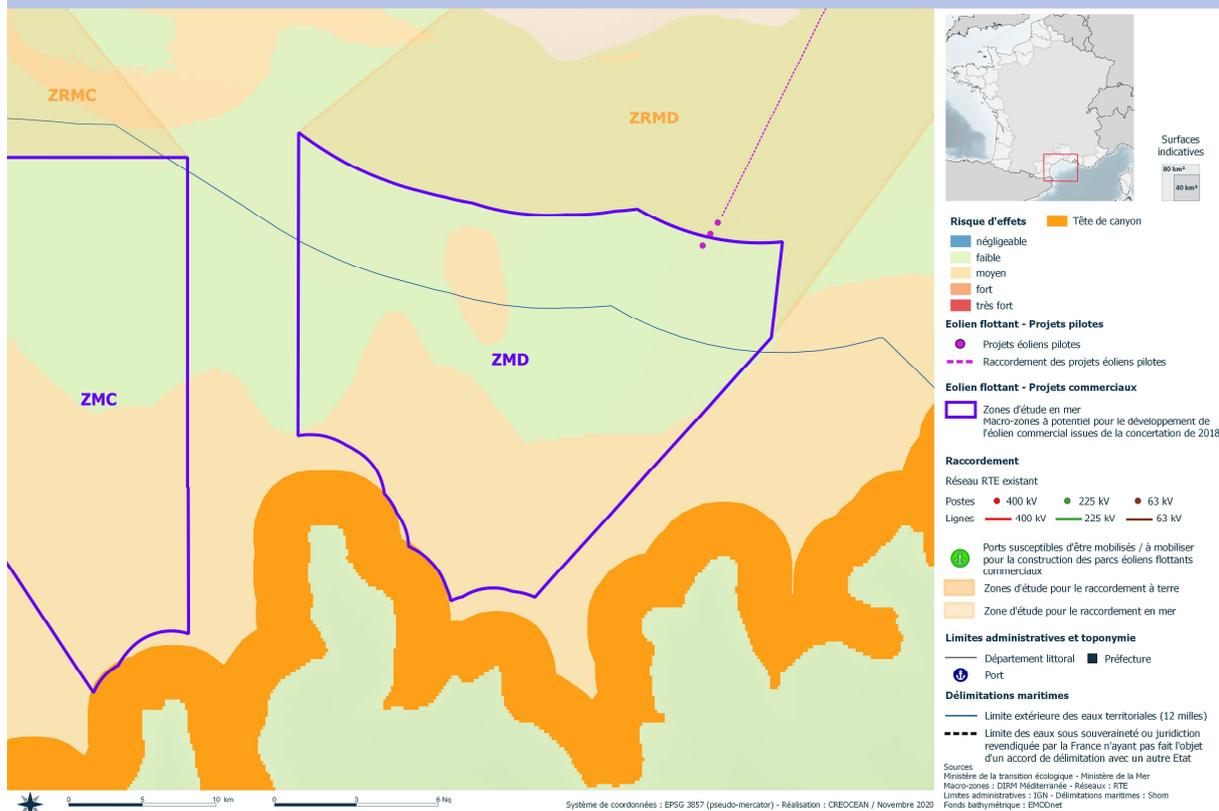


# MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE

## Habitats benthiques : risque d'effets - Zone ZMC



## Habitats benthiques : risque d'effets - Zone ZMD



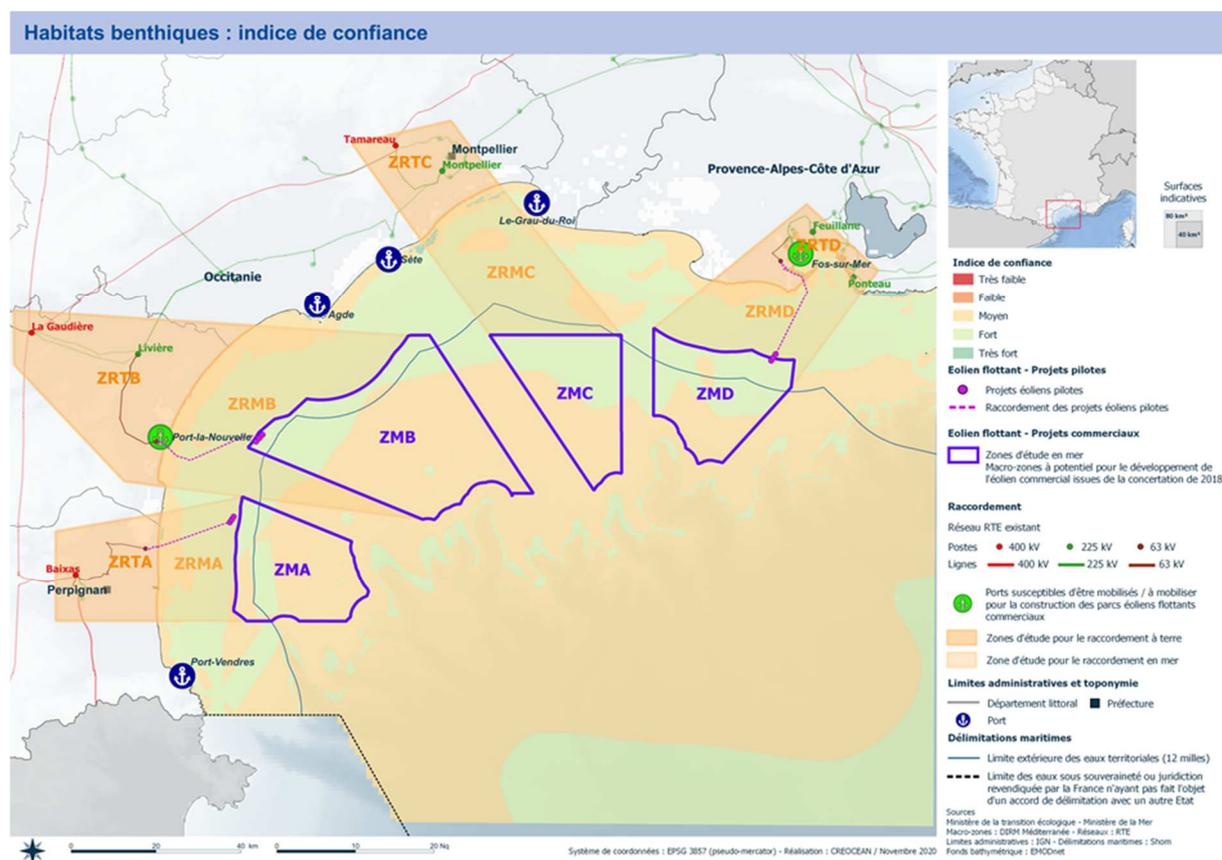
### Cartes de confiance du risque d'effets

Les cartes présentées dans la partie « Habitats benthiques », sont issues de différentes sources agrégées. Les informations sont de natures très différentes pouvant aller de « direx d'experts » à des documents de synthèse acceptés comme documents de référence sur la thématique. Afin de traduire ces différences et donc la confiance des données, les cartes ci-dessous présentent l'indice de confiance associées aux données présentées.

L'indice de confiance global présenté dans les cartes est calculée à partir d'une moyenne simple entre l'indice de confiance pour la définition de l'habitat et l'indice de confiance pour la définition de la vulnérabilité et la sensibilité de cet habitat.

L'indice de confiance pour la définition de l'habitat et l'indice de confiance pour la définition de la vulnérabilité et la sensibilité des habitats sont définis selon une échelle de valeurs de confiance de 1 (confiance basse) à 5 (confiance haute) selon la provenance des données :

- 1 : Dires d'expert / publications isolées
- 2 : Modèles prédictifs
- 3 : Données de campagnes occasionnelles
- 4 : Données de campagnes régulières
- 5 : Documents de référence



## ANNEXE 8. RETOUR D'EXPERIENCE – SITE DE FLOATGEN

Installée en 2018 au large du Croisic, sur le site d'expérimentation en mer de l'École Centrale de Nantes (SEM-REV), Floatgen est la première éolienne en service dans les eaux françaises. Elle constitue à ce titre une source précieuse de retour d'expérience, en particulier pour le suivi environnemental lors des phases de travaux, d'exploitation et de maintenance.

L'analyse acoustique de la phase des travaux d'installation des lignes d'ancrage de l'éolienne flottante Floatgen a permis de constater que les plus hauts niveaux de bruit étaient générés par le système de propulsion du navire d'installation lors des phases de mise en tension des ancrages et de l'ensouillage des ancres. En phase d'exploitation et de maintenance, les émissions acoustiques produites par cette éolienne flottante d'une puissance de 2 MW sont bien moindres que lors de l'installation et présentent deux types de signatures : des vibrations en hautes fréquences dues aux équipements électriques et mécaniques présents sur le flotteur, et des sons impulsionnels dus aux ancrages. Des enregistrements complémentaires sont en cours de réalisation afin de vérifier la directionnalité des émissions.

L'analyse des effets sonores en phase de travaux sur les mammifères marins a permis d'évaluer les impacts comme négligeables ; excepté pour le petit rorqual (un périmètre maximal de perte d'audition a été modélisé jusqu'à 390 m de la source sonore), le marsouin commun et le phoque gris (un périmètre maximal de perte d'audition temporaire (TTS) a été modélisé jusqu'à 250 m de la source sonore).

En phase d'exploitation, les impacts sont également évalués comme étant négligeables sur les mammifères marins, excepté pour le petit rorqual (un TTS jusqu'à 67 m de l'éolienne) et le marsouin commun (un TTS jusqu'à 46 m de l'éolienne). Ces périmètres sont faibles, notamment devant la dimension caractéristique de la structure (~40 m) et ils sont issus de modélisations basées sur des hypothèses conservatrices.

La traçabilité des produits et des matériaux sur le site d'essais SEM-REV permet de vérifier leur bonne conformité réglementaire et qu'ils sont les moins nocifs pour l'environnement. Un suivi spécifique a été mis en place pour les éléments traces métalliques notamment pour la dissolution des anodes sacrificielles. A ce jour aucune pollution de l'eau ou des sédiments n'a été engendrée lors des phases de travaux, d'exploitation et de maintenance.

Des prélèvements ont permis de suivre l'état des habitats du fond marin d'après l'évolution de différents paramètres écologiques. En 2019, après un an de fonctionnement, les communautés benthiques à proximité de l'éolienne FloatGen et de ses infrastructures sont évaluées comme étant en bonne santé. Ainsi aucune perturbation/pollution n'est détectée (notamment en matière organique) à ce jour sur le site SEM-REV. La présence de l'amphipode *Ampelisca brevicornis*, qui est sensible aux pollutions aux hydrocarbures, permet également de confirmer l'absence de rejets accidentels de fluides de maintenance et/ou de fuites. Les paramètres écologiques vont dans le sens de communautés benthiques stables et non soumises à un stress.

Par ailleurs, la colonisation des structures immergées par de nouveaux organismes fait aussi l'objet d'un suivi approfondi. L'étude est en cours, mais les scientifiques ont d'ores et déjà recensé au moins 38 espèces fixées sur les équipements et prototypes du site d'essais SEM-REV, dont certaines indicatrices d'une bonne qualité d'eau. Une seule espèce non indigène et invasive a été repérée dans un périmètre circonscrit.

Un suivi des ressources halieutiques et des grands crustacés est en cours de réalisation grâce au déploiement de capteurs dans le cadre de plusieurs projets de recherches : les premiers retours devraient être disponibles dans quelques mois.

Enfin, en plus d'observations, les scientifiques analysent des vidéos depuis mars 2020 issues des caméras de surveillance du flotteur afin de suivre les oiseaux. Leurs analyses, encore partielles, montrent que certaines espèces seraient attirées par la structure puisque celle-ci créerait un site de repos et d'alimentation au large. La cause de la mort des dix individus retrouvés sur la structure, en

deux ans de suivi, reste encore à élucider (collision, individus faibles trouvant refuge sur la structure, etc.). Ces résultats sont donc encore partiels et à prendre avec précaution, d'où la poursuite et le développement de nombreux projets de recherche sur le site du SEM-REV.

## **ANNEXE 9. PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DE MEDITERRANEE**

**MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE**  
**PROJET D'ÉOLIENNES FLOTTANTES EN MÉDITERRANÉE**

	Avis et recommandations du Conseil Scientifique	Modifications ou non de l'étude en conséquence	Justifications et remarques éventuelles
<b>Général</b>	En l'état actuel des connaissances, le CS ne dispose pas des données suffisantes permettant d'évaluer l'impact de l'éolien offshore sur l'ensemble des compartiments écologiques, et en particulier concernant l'avifaune terrestre migratrice.	utilisation d'un maximum des données actuellement disponibles et acquisition de données additionnelles précises sur la zone choisie après le débat public	Pour les migrateurs terrestres le Cerema mène une étude pour exploiter les données télémétriques disponibles et le programme MIGRALION a été lancé. Pour les autres compartiments, l'Etat réalisera l'état actuel de l'environnement
	Il est essentiel de prendre en compte <b>l'effet des impacts cumulés</b> (des parcs éoliens, mais également des autres activités anthropiques existantes) sur ces écosystèmes déjà sous pression dont les espèces pour certaines, sont déjà en déclin.	Pas de prise en compte des effets cumulés des parcs et des autres activités anthropiques	Absence de données suffisantes et de méthodologie définie. Lancement de programmes en ce sens (par exemple GT ECUME). Le GT ECUME travaille sur des méthodes/modèles pour 5 couples de pression/récepteur (oiseaux/collision, Perte et modification/habitats et communautés benthiques, bruit/MM...). Ces méthodes/modèles sont actuellement testés pour deux parcs en MEMN et des adaptations sont prévues pour la Méditerranée et le flottant. Ces modèles devraient être disponibles quand les développeurs réaliseront leurs études d'impacts pour les deux projets de l'AO6 permettant une amélioration de l'évaluation des impacts cumulés avec l'arrivée de parcs commerciaux en Méditerranée.

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

	<p>Une <b>harmonisation des échelles des indices entre les différents compartiments</b>, pour la communication auprès du public et des décideurs (si cela est possible), faciliterait la compréhension pour les non-experts.</p>	<p>Pour les mammifères marins, l'avifaune, les poissons, mollusques, crustacés et invertébrés benthiques harmonisation du nombre de classe mais pas des bornes des classes. Pour les habitats benthiques, la logique de construction de la carte considérant les données disponibles n'a pas permis d'harmonisation avec les autres compartiments.</p>	<p>L'objectif est, pour chaque compartiment, d'établir une carte des zones de moindre risque d'effets. Les données très différentes pour les habitats permettant de réaliser cette carte en absolu. Pour les autres compartiments, la représentation en déciles, avec un enjeu de départ différent et l'agrégation toutes espèces toutes saisons, conduit à l'élaboration de classes avec des bornes différentes. Une harmonisation serait dangereuse car le public pourrait souhaiter comparer les cartes entre les compartiments mais ce serait écologiquement un non-sens. Un travail est à mener pour établir des cartes en absolu pour ces 3 compartiments nécessitant de définir une valeur de référence non disponible à date. L'élaboration de ces cartes en absolu avec des classes avec des bornes identiques permettrait de pouvoir comparer les compartiments entre eux. L'harmonisation considérant les données d'entrée et une écologie différentes serait complexe et conduirait à des cartes simplifiées avec le risque de perte d'information.</p>
<b>Bruit</b>	<p>Il serait également pertinent d'<b>ajouter une carte de risque de bruit ou d'état initial du bruit</b> ambiant dans le golfe du Lion.</p>	<p>Pas de carte de bruit (note de Cédric Gervaise en complément)</p>	<p>difficulté d'accès aux données</p>
<b>Habitats benthiques</b>	<p>Prendre en compte de la <b>présence de contaminants dans les sédiments de surface</b>, impliquant un risque d'effets plus élevé sur les zones à sédiments fortement contaminés (remise en suspension etc.). S'appuyer sur les travaux de <b>Vincent Roussiez, 2007</b> couvrant assez bien le golfe du Lion, ainsi que ceux de <b>l'IRSN</b> portant sur le plateau continental. Il est possible d'y adjoindre des cartes de</p>	<p>Prise en compte de la présence éventuelle de contaminants des sédiments en surface, en s'appuyant notamment sur le rapport de l'IRSN.</p>	<p>Les données disponibles n'ont pas permis d'élaborer de carte mais elles ont été décrites qualitativement.</p>

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

	<p>confiance tel que cela a été fait dans l'étude présentée par Creocean.</p>		
	<p>Mieux mettre en valeur des <b>spécificités géomorphologiques</b> (dunes, pockmarks, etc.), formations remarquables, notamment dans la macrozone A, qui ne ressortent pas suffisamment sur les cartes alors qu'elles présentent une sensibilité forte à l'abrasion ou à la remise en suspension des sédiments. La solution pourrait être de zoomer plus précisément sur chaque macrozone.</p>	<p>Description des formations remarquables approfondies avec prise en compte des dunes, pockmarks, etc.)</p>	<p>carte zoomée des macro-zones en annexe</p>
	<p>Les fonctions écologiques de ces habitats remarquables, vis-à-vis des espèces benthiques présentes ne sont pas connues. Il conviendrait de <b>réaliser un état initial plus précis de ces fonctionnalités</b>, notamment pour les espèces cibles de la pêche, afin de mieux évaluer les incidences des parcs industriels (e.g. estimer les surfaces des ancrages et nombreux câbles introduisant de nouveaux substrats durs), qui seront installés pour au moins 25 ans (effets à long terme).</p>	<p>Niveau étude d'impact</p>	

MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE  
PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE

	<p><b>Supprimer le paramètre "modifications hydrodynamiques"</b> dans l'analyse du risque d'effet. Pour chaque habitat, la sensibilité est évaluée selon trois pressions : abrasion, remise en suspension et modifications hydrodynamiques. Dans le cas de l'éolien flottant, cette pression sur les habitats benthiques, liée à la présence des flotteurs, est négligeable (la hauteur d'eau dépassant 60 mètres) en comparaison des deux autres pressions. La sensibilité maximale retenue dans l'analyse du risque d'effet est donc celle correspondant à l'abrasion.</p>	<p>Suppression de la prise en compte de la modification de l'hydrodynamisme dans le calcul du risque d'effets et justification de cette suppression.</p>	
	<p><b>Prendre en considération la proximité des canyons sous-marins</b> concernant la sensibilité des habitats à la remise en suspension des sédiments, et pas uniquement les habitats présents dans les macrozones. En effet, plus on se rapproche des canyons, plus le risque d'effet sur les biocénoses présentes sur les têtes de canyons est important. Il conviendrait de <b>se rapprocher de l'Université de Perpignan (UPVD) et de l'Observatoire océanologique de Banyuls (OOB)</b> qui possèdent tous deux les compétences dans la conception de modèles hydrodynamiques de transport de particules et modèles de dispersion larvaire, pour définir jusqu'à quelle distance peuvent se déplacer les sédiments remis en suspension.</p>	<p>Description du phénomène de cascading et représentation d'une zone tampon de 2 miles nautiques aux abords des têtes de canyons</p>	

**MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE**  
**PROJET D'ÉOLIENNES FLOTTANTES EN MÉDITERRANÉE**

	<p>Indiquer sur les cartes du degré de pertinence des données utilisées. De nombreuses zones sont sujettes à des incertitudes sur la qualité ou la disponibilité des données. Il conviendra de signaler ces zones sur les cartes qui seront produites par des hachures par exemple, ou de modifier l'échelle de valeurs de confiance (par exemple baisser la pondération de la classification EUNIS) afin que ces incertitudes fortes ressortent sur les cartes.</p>	<p>carte d'incertitudes et précision dans le texte</p>	
<p><b>Avifaune marine, Mammifères marins et Tortues marines</b></p>	<p>Utiliser pour le calcul de l'indice de représentativité de l'avifaune et des mammifères marins, un indice basé sur la moyenne entre la proportion des effectifs présents dans le golfe du Lion par rapport à ceux présents dans la sous-région marine Méditerranée, et la proportion des effectifs présents dans la sous-région marine par rapport à ceux présents en France. Concernant les mammifères marins, il ne semble pas pertinent de prendre en compte la représentativité de la France par rapport à une zone plus grande car il existe des sous-populations méditerranéennes.</p>	<p>Quand cela était possible, la proportion des effectifs présents dans la zone d'étude (golfe du Lion) a été prise en compte par rapport à la sous-région marine Méditerranée (dans la limite de la ZEE France). Sinon, les effectifs méditerranéens ont été comparés aux effectifs nationaux, pour calculer un ratio.</p>	
	<p>Utiliser le statut de conservation liste rouge UICN Méditerranée lorsqu'il existe, car la vulnérabilité peut être, pour certaines espèces, plus importante pour la Méditerranée qu'à une échelle France, Europe ou Monde.</p>	<p>Utilisation du statut IUCN le plus conservateur et de la tendance d'évolution en France</p>	

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

	<p>Exploiter les données complémentaires sur la mégafaune marine : des <b>données</b> collectées dans le <b>Parc naturel régional de Camargue par EcoOcéan Institut</b> sur maîtrise d'ouvrage DREAL Occitanie, qui sont en cours de traitement, ainsi que des données collectées par <b>Miraceti</b> dans le golfe du Lion en 2020. Concernant les oiseaux, se référer à l'étude réalisée par <b>M. Beaubrun, financée par l'Agence des aires marines protégées</b>, reprenant l'ensemble des données d'observation d'oiseaux marins collectées lors des campagnes MEDITS de l'Ifremer sur 10 ans.</p>	<p>Prise en compte des données du PNR (EcoInstitut) et Miraceti</p>	<p>Données PELMED prises en compte mais pas MEDITS faute de transmission</p>
	<p>Utiliser une <b>matrice de cumul</b>, pour calculer la note d'effet global du risque d'effet pour les <b>oiseaux</b> marins, prenant en compte la sensibilité aux collisions et la sensibilité à la perte d'habitat afin de ne pas négliger des sensibilités mineures qui pourraient être augmentées par des effets cumulés. Cette préconisation pourra également <b>s'appliquer aux mammifères marins</b>.</p>	<p>Utilisation d'une matrice de cumul pour l'avifaune marine mais pas pour les mammifères marins</p>	<p>Pour les mammifères marins, avec plus de deux effets potentiels considérés, la création d'une telle matrice n'a pas été retenue.</p>

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

	<p>Prendre en compte les <b>effets cumulés des différents projets éoliens</b> mais également de <b>l'ensemble des activités anthropiques</b> présentes sur la zone d'étude, notamment par rapport à la perte d'habitat, à des éventuels déplacements de population, ou encore vis-à-vis du bruit cumulé qui inclut entre autres la circulation des bateaux de service dont la fréquence devrait être estimée, nécessairement plus impactant que le seul bruit des parcs éoliens. Le conseil scientifique prend acte du fait que ce travail important sera difficile à réaliser à ce stade de la procédure ne connaissant pas les technologies qui seront retenues, et dans les délais impartis. <b>Cette analyse de risques sera à affiner, notamment au cours des études menées sur les zones plus restreintes.</b></p>	<p>Absence de prise en compte des effets cumulés des différents parcs éoliens et activités anthropiques</p>	<p>Absence de données suffisantes et de méthodologie définie. Lancement de programmes en ce sens (par exemple GT ECUME). Le GT ECUME travaille sur des méthodes/modèles pour 5 couples de pression/récepteur (oiseaux/collision, Perte et modification/habitats et communautés benthiques, bruit/MM...). Ces méthodes/modèles sont actuellement testés pour deux parcs en MEMN et des adaptations sont prévues pour la Méditerranée et le flottant. Ces modèles devraient être disponibles quand les développeurs réaliseront leurs études d'impacts pour les deux projets de l'AO6 permettant une amélioration de l'évaluation des impacts cumulés avec l'arrivée de parcs commerciaux en Méditerranée.</p>
	<p><b>Intégrer</b>, pour les cartes de distribution en mer de l'avifaune, de la <b>probabilité de détection des oiseaux car elle est différente selon les espèces</b> (en fonction de la taille et de la couleur), ou bien, si les données disponibles ne le permettent pas, de travailler sur des modèles de Site occupancy (à partir des données de présence-absence sur une maille assez réduite, calcul d'une probabilité d'occupation et d'une probabilité de détection)</p>	<p>Calcul du taux de rencontre pour chaque groupe d'espèces. Taux calculés pour des mailles de 3 kilomètres de côté</p>	

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE  
PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

	L'approche est intéressante mais il jugé difficile de compiler les données de télémétrie dans le temps imparti (d'ici janvier 2021) car la majorité des données est en accès restreint. Cette étude sera donc très partielle	En raison du retard pris sur la date initialement prévue, davantage de données ont pu être prises en compte	
<b>Avifaune terrestre migratrice</b>	Les données Argos et GPS qui seront principalement utilisées ne sont pas suffisantes et cette étude ne pourra donc pas se substituer à l'important programme de recherche en cours d'élaboration (appel d'offre Migralion, publié le 7 décembre 2020) pour étudier la migration dans le golfe du Lion.	Limite reconnue	Lancement du programme MIGRALION acté, avec un début de certaines campagnes (comme la télémétrie) au printemps 2021
	<b>Travailler en densité plutôt qu'en présence-absence</b> car une représentation cartographique en présence-absence risque de n'apporter que peu d'information. De nombreuses trajectoires d'oiseaux marins et migrants se recoupent et s'agrègent très probablement dans certains points du golfe du Lion, c'est pourquoi la représentation en densité par maille serait à privilégier.	Travail en densité par maille	
<b>Ichtyofaune, mollusques et crustacés</b>	<b>L'utilisation du krigeage pour interpoler la densité</b> des espèces sur la zone d'étude, ainsi que les <b>méthodes de calcul des indices de représentativité, de vulnérabilité et de responsabilité des espèces</b> , menant à la production des cartes de risque d'effet, <b>sont jugées pertinentes.</b>	Suivi de cette méthodologie pour la réalisation de l'étude	

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

	<p>L'utilisation du <b>ré-échantillonnage par bootstrapping</b> pour évaluer les incertitudes provenant des cartes de densité et des cartes de captures de pêche et permettant de produire des cartes bruitées prenant en compte l'écart-type, et ainsi de calculer les différents indices cités ci-dessus, <b>est jugée pertinente</b></p>	<p>Suivi de cette méthodologie pour la réalisation de l'étude</p>	
	<p>La méthode de <b>sondage pour recueillir l'avis d'experts</b> quant à la sensibilité des espèces vis-à-vis de l'éolien flottant est jugée <b>pertinente.</b></p>	<p>Suivi de cette méthodologie pour la réalisation de l'étude</p>	
	<p>La méthode de <b>croisement entre la sensibilité et l'enjeu</b> de l'espèce (multiplication) pour établir le risque d'effet est jugée <b>pertinente.</b></p>	<p>Suivi de cette méthodologie pour la réalisation de l'étude</p>	
	<p>La proposition de représenter le risque d'effet global associé à l'implantation d'un parc éolien, en <b>incluant dans l'analyse les invertébrés benthiques</b> (car ces espèces ne sont pas explicitement prises en compte dans la partie habitats benthiques) est <b>validée.</b></p>	<p>Suivi de cette méthodologie pour la réalisation de l'étude</p>	
	<p>L'agrégation multi-spécifique peut masquer certains phénomènes (problème inhérent à l'exercice), il est pertinent de <b>décliner les analyses par sous-fonctions</b> (frayère, nourriceries, croissance) <b>et par groupes d'espèces</b> (mollusques, crustacés, etc.) <b>tel que l'Ifremer l'a fait</b>, afin de voir plus en détail à quoi se rapporte le risque d'effet.</p>	<p>Suivi de cette méthodologie pour la réalisation de l'étude</p>	

**MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE**  
**PROJET D'EOLIENNES FLOTTANTES EN MEDITERRANEE**

	<p>Une <b>approche par guildes serait également intéressante et complémentaire</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ guildes trophiques : planctonophages, omnivores, piscivores, etc.</li> <li>◦ guildes de mobilité (surtout pour les espèces benthiques) : sédentaires, territoriales, mobiles, etc.</li> </ul>	<p>Ce n'est pas l'approche qui a été retenue</p>	<p>Il est nécessaire de ne pas multiplier les cartes et le choix s'est porté sur une présentation par catégorie mollusques, crustacés, poissons et invertébrés benthiques qui se rapproche de la guildes de mobilité demandée. Pour les poissons, des cartes sont présentées en fonction des stades de vie. De plus, le public aura accès via le visualiseur aux cartes espèces par espèces et pourra ainsi voir pour une espèce, en fonction de sa guildes d'appartenance, les zones de moindre risque d'effets.</p>
	<p>Les fonctions écologiques des habitats profonds sont mal connues. Il conviendrait de <b>réaliser un état initial saisonnier plus précis</b> de ces fonctionnalités, notamment sur les espèces cibles de la pêche (benthiques et pélagiques), afin de mieux évaluer les incidences des parcs éoliens (notamment connaître précisément les surfaces des flotteurs, ancrages et nombreux câbles introduisant de nouveaux substrats durs), qui seront installés pour plus de 25 ans (effets à long terme). Ces notions quantitatives sont importantes en vue du débat public et des discussions sur les volets ERC.</p>	<p>Niveau étude d'impact, état actuel prévu et réalisé par l'Etat</p>	

	pris en compte
	partiellement pris en compte
	non pris en compte





**creocean**

Environnement & océanographie

[www.creocean.fr](http://www.creocean.fr)



**sce**

Aménagement  
& environnement

[www.sce.fr](http://www.sce.fr)



**keran**

Des hommes, une planète

[GROUPE KERAN](#)