



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Groupe de travail ECUME

Note de recommandations pour le cadrage de l'évaluation des impacts cumulés de projets de parcs éoliens en mer



Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
VF	Février 2021	

Affaire suivie par

Adeline MORLIERE - MTE/DGEC
[REDACTED]
[REDACTED]
Marie-Pierre CABOS - MTE/DEB
[REDACTED]
[REDACTED]

Rédacteurs

Jean-Marc BRIGNON - INERIS

Maëlle NEXER - FEM

Morgane LEJART - FEM

Léa THIEBAUD - CEREMA

Sylvain MICHEL - OFB

Alan QUENTRIC - CEREMA

Relecteurs

Adeline MORLIERE - MTE/DGEC

Marie-Pierre CABOS - MTE/DEB

Tristan BATTAILLE - MTE/DDTM Corse-du-Sud

Eric VINDIMIAN - Ae/CGEDD

Experts membres du GT ECUME :			
Nom	Prénom	Organisme de rattachement	Thématique de recherche
Brivois	Olivier	BRGM	Habitats benthiques
Capderrey	Cécile	BRGM	Habitats benthiques
Desmazes	Franck	BRGM	Evolution du trait de côte
Gremillet	David	CEFE, CNRS	Oiseaux marins
Hedou	François	Cerema	Evolution du trait de côte
Michard	Bertrand	Cerema	Morphologie des fonds marins
Gervaise	Cédric	Chorus CNRS Grenoble	Bruit sous-marin
Artigas	Felipe	CNRS (Univ. Lille)	Habitats pélagiques et plancton
Samaran	Flore	ENSTA Bretagne	Bruit sous-marin
Safi	Georges	France Energies Marines	Modélisation réseaux trophiques
Gally	François	GECC	Mammifères marins et Pinnipèdes
Chabrolle	Antoine	GISOM	Oiseaux marins
Chevalier	Alexis	GISOM	Oiseaux marins (modèles de collision)
Callard	Benjamin	GISOM	Oiseaux marins
Carlier	Antoine	Ifremer	Habitats benthiques
Simon	Maximilien	Ifremer	Activités de pêche
Talidec	Catherine	Ifremer	Activités de pêche
Vogel	Camille	Ifremer	Ichthyofaune - pêche
Andres	Sandrine	INERIS	Chimie / Ecotoxicologie
Dallet	Melissa	INERIS	Chimie / Ecotoxicologie
Baudouin	Marie	MNHN	Tortues
Claro	Françoise	MNHN	Tortues
Feunteun	Eric	MNHN	Elasmobranchie/Ichthyofaune
Siblet	Jean-Philippe	MNHN	Oiseaux marins
Iglesias	Samuel	MNHN Concarneau	Elasmobranches
Kerbiriou	Christian	MNHN Concarneau	Chiroptères
Entraygues	Matthieu	OFB	Oiseaux marins
Authier	Matthieu	Pelagis, CNRS - Univ La Rochelle	Mammifères
Ridoux	Vincent	Pelagis, CNRS - Univ La Rochelle	Mammifères marins et Pinnipèdes
Garlan	Thierry	Shom	Morphologie des fonds marins
Le Courtois	Florent	Shom	Bruit sous-marin
Ollivier	Benjamin	Shom	Bruit sous-marin
Tew Kaï	Emilie	Shom	Habitats
Guérin	Laurent	UMS Patrinat (MNHN/OFB)	Espèces non-indigènes invasives
Massé	Cécile	UMS Patrinat (MNHN/OFB)	Espèces non-indigènes invasives

SOMMAIRE

01	GLOSSAIRE.....	5
02	INTRODUCTION.....	7
03	ORGANISATION DES TRAVAUX.....	11
04	CADRAGE DE L’EVALUATION.....	13
I.	LES PARCS EOLIENS EN MER ET LEURS IMPACTS POTENTIELS	13
II.	DEROULEMENT DE L’ETUDE DES IMPACTS CUMULES.....	14
1)	<i>Démarche générale.....</i>	14
2)	<i>Analyse du projet d’EMR et priorisation de l’évaluation des impacts cumulés.....</i>	16
(A)	Recensement et pré-hiérarchisation des récepteurs, des activités et pressions.....	17
(B)	Hiérarchisation des « couples Pression/Récepteur »	20
05	REFERENCES.....	23
06	ANNEXE : EXEMPLE DE RESULTATS DE PRIORISATION DES PRESSIONS ET RECEPTEURS DEVANT FAIRE L’OBJET D’UNE EVALUATION DES IMPACTS CUMULES (CAS DES PARCS DE COURSEULLES-SUR-MER ET FECAMP).....	24
I.	MATRICE DE CORRESPONDANCE ENTRE ACTIVITES DE PRESSION	24
II.	NOTATION DES RELATIONS ENTRE CHAQUE PRESSION ET CHAQUE RECEPTEUR EN TERMES DE “SENSIBILITE”. 25	
III.	NOTATION DES RELATIONS ENTRE CHAQUE PRESSION ET CHAQUE RECEPTEUR EN TERMES DE “CONNAISSANCE” DU NIVEAU DE SENSIBILITE.....	26
IV.	NOTATION DE CHAQUE RECEPTEUR EN TERMES D’“ENJEU”	26
V.	SCORES DE PRIORISATION DES RELATIONS PRESSION/RECEPTEURS	28
VI.	LISTE DES COUPLES PRESSION/RECEPTEUR(S) POUR LES HABITATS ET COMMUNAUTES BENTHIQUES :....	29
VII.	LISTE DES COUPLES PRESSION/RECEPTEUR(S) POUR LES MAMMIFERES ET TORTUES.....	30
VIII.	LISTE DES COUPLES PRESSION/RECEPTEUR(S) POUR LE PLANCTON ET LES POISSONS.....	31
IX.	LISTE DES COUPLES PRESSION/RECEPTEUR(S) POUR LA FAUNE VOLANTE	32

01 Glossaire

Activité (anthropique) :

Action de l'homme qui crée une pression au sein du milieu marin. Exemple : Rotation des pales d'une éolienne.

Effet (d'un projet) :

Conséquences objectives en termes de variations de pressions (paramètres physico-chimiques notamment) susceptibles de générer ensuite un impact dans le milieu vivant marin. Exemples : différentiel de niveau sonore induit dans l'environnement marin, effet barrière d'un champ d'éoliennes, effet récif des fondations des éoliennes.

Enjeu (écologique) :

Éléments des écosystèmes marins ou de leur fonctionnement dont on doit rétablir ou maintenir le bon état.

Appréciation à dire d'expert de l'importance d'un récepteur pour le Bon Etat Ecologique du Milieu Marin. Des enjeux écologiques ont été définis dans les Documents Stratégiques de Façades Maritimes.

Exposition (à une pression) :

Situation d'un récepteur qui est soumis à une pression.

Impact :

Transposition d'un effet sur l'écosystème marin tenant compte de sa sensibilité. (Adapté du guide MTES, « Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer », 2017)

Impacts cumulés :

Cumul des impacts de plusieurs projets de parcs éoliens en mer, et cumul de ces impacts avec ceux des autres activités anthropiques.

Méthode :

Pour un(des) récepteur(s) et une(des) pressions, une méthode permet l'évaluation des impacts cumulés quand un modèle mathématique n'existe pas.

Modèle (mathématique, numérique) :

Pour un(des) récepteur(s) et une(des) pressions, un modèle permet l'évaluation des impacts cumulés de façon mathématique. Un modèle permet notamment de tenir compte, outre du cumul, des effets des interactions (synergies ou antagonismes) entre les différentes pressions.

Pression :

Traduction des activités dans le milieu se matérialisant éventuellement par le changement d'état, dans l'espace ou dans le temps, des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du milieu (d'après l'Arrêté du 17 décembre 2012 relatif à la définition du bon état écologique¹). Exemple : émission de bruit sous-marin, augmentation de la turbidité.

Récepteur :

Habitat, organisme ou groupe d'organismes vivants susceptible de subir un impact lié à une activité anthropique. NB : Dans ce guide, on travaille uniquement sur les différents récepteurs du milieu vivant.

Résilience :

La résilience d'un élément à une perturbation peut être définie comme sa capacité à retrouver un état proche à celui prévalant avant la perturbation. La résilience intègre une notion de temporalité qui doit être adaptée à chaque élément considéré. (MTES, Étude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques des énergies marines renouvelables, 2012).

Risque :

Probabilité de survenue d'un phénomène redouté ou indésirable sur un récepteur (ou sur l'ensemble de l'écosystème), résultant de son exposition directe ou indirecte à une (des) pression(s), ou de l'exposition d'autres récepteurs. Exemple : Probabilité d'installation d'une espèce non indigène.

Sensibilité :

La sensibilité d'une espèce est déterminée par estimation de sa tolérance et de sa résilience à une perturbation externe. Elle est déterminée sur la base des caractéristiques biologiques et physiques de l'espèce et de l'amplitude, de la durée et de la fréquence de la perturbation. (MTES, Étude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques des énergies marines renouvelables, 2012).

Tolérance :

La tolérance d'un élément à un effet peut être définie comme sa susceptibilité d'être affectée par cet effet. Pour un élément d'un écosystème, par exemple un habitat ou une espèce, elle décrit le potentiel de destruction, dégradation, de réduction ou d'amélioration de la viabilité qu'a l'effet sur cet élément. (MTES, Étude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques des énergies marines renouvelables, 2012). NB : Le MNHN (La Rivière M. et al., 2015) utilise ce terme en tant que synonyme de résistance dans la méthode développée pour l'évaluation de la sensibilité des habitats benthiques.

¹ abrogé par l'Arrêté du 9 Septembre 2019 - L'arrêté en vigueur en date du 9 septembre 2019, ne donne pas une définition de ce terme mais cite dans le chapitre « définition » le terme de pressions anthropiques comme étant les pressions qui s'exercent sur le milieu à savoir les pressions biologiques, physiques, substances, déchets et énergie.

02 Introduction

La capacité du milieu marin à recevoir plus d'activités doit être évaluée au-delà de projets autorisés de manière successive, en portant un regard global sur leurs effets cumulés à l'échelle du milieu marin.

Le GT ECUME (Groupe de travail sur les Effets CUMulés des projets d'énergies Marines Renouvelables sur l'Environnement marin) répond au besoin identifié lors de la 2ème Conférence nationale de l'Océan d'avril 2016 de mener une réflexion sur l'intégration environnementale des projets d'énergies renouvelables en mer (EMR) en amont de toute décision d'implantation d'un de ces parcs. Cela nécessite en particulier une analyse des impacts cumulés de ces projets sur les écosystèmes marins et littoraux.

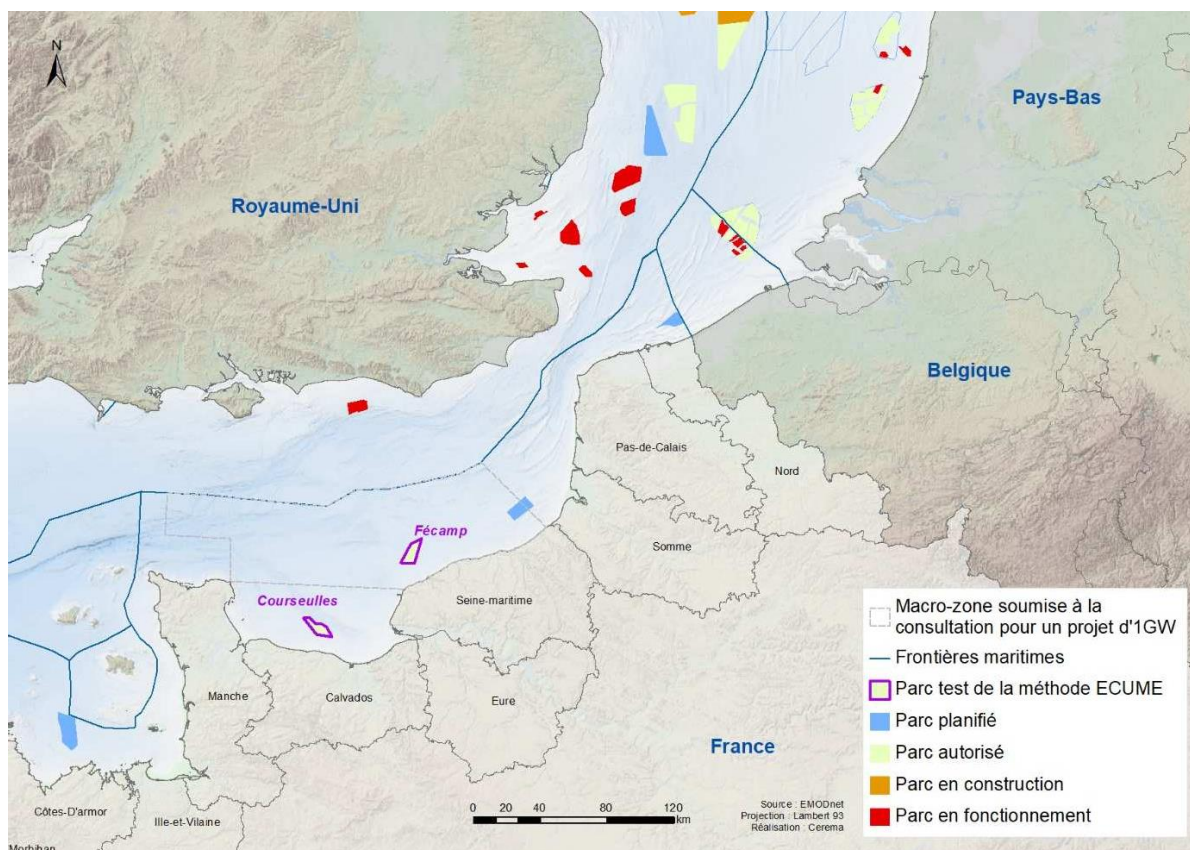
A cet égard, quatre objectifs complémentaires ont été identifiés pour le GT ECUME :

- améliorer les évaluations des projets d'EMR sur le volet « analyse des impacts cumulés », pour les services de l'État comme pour les porteurs des projets,
- identifier les connaissances scientifiques manquantes pour réaliser cette analyse et proposer une méthode opérationnelle pour combler les lacunes identifiées,
- améliorer la prise en compte des autres sources de pression que les projets EMR et de leurs évolutions futures,
- sécuriser les autorisations administratives des projets d'EMR vis-à-vis des engagements de la France pour la préservation des écosystèmes marins.

L'atteinte de ces objectifs implique la proposition de méthodes d'évaluation nécessaires à mettre en place afin que les projets français d'énergies renouvelables en mer – non encore autorisés – puissent être mis en œuvre en répondant à l'exigence introduite par la loi sur la biodiversité de 2016² à savoir « l'absence de perte nette de biodiversité » par la mise en place de mesures de la séquence « éviter, réduire, compenser », dite « séquence ERC ».

Dans ce contexte, le GT ECUME a pour but d'apporter des réponses d'experts de l'environnement marin, sur les impacts cumulés des projets de parcs éoliens en mer déjà attribués afin de bien les prendre en compte pour les futurs projets de parcs non encore autorisés. Pour cela une démarche méthodologique d'analyse de ces impacts cumulés doit être proposée. Cette démarche est, dans un premier temps, définie et testée sur un périmètre d'étude restreint constitué de deux parcs situés au large de la Normandie, ceux de Fécamp et Courseulles-sur-Mer. Elle a vocation à être ensuite généralisée et appliquée à l'ensemble des projets de parcs éoliens en mer de la façade Manche- Mer du Nord, ou adaptée et reproduite pour d'autres façades.

² Loi n° 2016-1087 « Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature, et des paysages »



Projets éoliens en mer en Manche - Mer du Nord (Carte Cerema ; Données The European Marine Observation and Data Network)

ECUME apportera également des réponses pour la mise en œuvre des obligations réglementaires concernant l'évaluation des impacts de certains projets sur l'environnement (selon la Directive 2014/52/UE notamment), ainsi que les incidences environnementales des plans et programmes concernés (Documents stratégiques de façade notamment). En effet, les projets d'EMR doivent faire l'objet d'une étude d'impact, préalable indispensable à la délivrance de toute autorisation administrative, devant notamment analyser les interactions du projet avec d'autres projets, autorisés ou en cours d'autorisation, en particulier du point de vue de leurs impacts cumulés. La notion de cumul concerne le cumul des différents impacts d'un projet sur plusieurs espèces et compartiments, ainsi que sur l'ensemble des fonctionnalités de l'écosystème marin. Le cumul porte enfin également sur le cumul d'impacts entre plusieurs parcs éoliens en mer, et entre ces parcs et les autres sources de pression.

Le GT ECUME a développé la méthode de cadrage d'une évaluation des impacts cumulés, qui consiste à déterminer les activités, les pressions et les récepteurs à étudier en priorité. Cette méthode est illustrée ici pour le cas des parcs éoliens en mer de Fécamp et Courseulles-sur-Mer.

Le but de ce document est de présenter ces travaux de façon synthétique et de guider dès à présent les porteurs de projets de parc éolien en mer pour le cadrage de leurs études des impacts cumulés. Elle décrit une méthode qui est recommandée pour les prochains porteurs de projets. Cette méthode permet l'identification de couples Pression/Récepteur sur lesquels portera l'évaluation des impacts cumulés.

Ce document ne se substitue pas aux guides existants, mais en précise de façon opérationnelle certaines étapes, et fournit un exemple d'application concrète.

Les **recommandations du GT ECUME en termes de méthodes et modèles** pour l'évaluation des impacts cumulés pour les pressions et récepteurs prioritaires font l'objet de la prochaine phase des travaux et seront rapportées dans un document ultérieur.

Ci-après, sont rappelés, les principaux travaux antérieurs sur lesquels le GT ECUME s'est appuyé jusqu'à présent. Le lecteur est invité à s'y rapporter pour approfondir les aspects qui ne seront qu'abordés rapidement dans ce document.

Groupe de travail CGDD « effets cumulés en mer »

ECUME s'inscrit dans le prolongement du groupe de travail « effets cumulés en mer », coordonné par le CGDD, qui a piloté pour le MTES un rapport de recommandations en septembre 2017³. Il s'agit ici de commencer à décliner les conclusions de ce GT pour le cas particulier des plans, programmes et projets d'EMR.

Les travaux de ce groupe ont été une première étape vers l'appropriation de la notion juridique d'impacts cumulés par les porteurs de projet, les services instructeurs, les bureaux d'études et de poser les premiers jalons de la méthode permettant l'évaluation des impacts cumulés. On y trouve principalement de nombreuses références juridiques issues du Code de l'environnement sur le sujet et des premiers éléments méthodologiques pour mettre en œuvre concrètement ces exigences réglementaires.

Enfin, ce groupe a soulevé des points techniques qui sont pris en considération par le GT ECUME : la problématique de l'aire d'étude des impacts cumulés, qui peut se rapprocher de l'aire de répartition des espèces migratrices, et celle de la « capacité de charge », ou du seuil de résilience.

Missions d'inspection du CGEDD

ECUME s'inscrit aussi dans les recommandations issues des rapports des **Missions d'inspection du CGEDD et du CGEJET de mars 2013 sur les énergies marines renouvelables, et du rapport d'octobre 2017 du CGEDD concernant la mise en œuvre de la séquence ERC en mer**⁴.

Avis de l'autorité environnementale

Après l'analyse des études d'impact des parcs éoliens en mer des AO 1 et 2, l'autorité environnementale (CGEDD) a formulé des recommandations sur la prise en compte des effets cumulés. Elles sont retranscrites ci-dessous :

- *« L'Ae recommande, malgré la difficulté de l'exercice, une approche plus large des effets cumulatifs, en cherchant notamment à identifier par type d'impact ceux pour lesquels le cumul d'effets non significatifs pour chaque projet considéré individuellement est susceptible de devenir significatif. »*
- *« L'Ae recommande de revoir les conclusions relatives aux effets cumulés en s'appuyant sur une méthodologie rigoureuse et en se rapprochant des autres maîtres d'ouvrages afin de coordonner les suivis sur la faune marine pour en tirer les conséquences en termes d'impact et appliquer la séquence ERC en particulier pour les espèces patrimoniales. »*
- *« Sans demander au maître d'ouvrage une analyse qui ne pourrait être menée de manière sérieuse qu'à l'échelle européenne, l'Ae s'est également interrogée sur l'impact possible cumulé d'une succession de parcs éoliens offshore le long des routes migratoires de certains oiseaux venant du nord de l'Europe et note l'absence d'étude environnementale préalable »*

³ Rapport du MTES, Collection THEMA, CGDD « Evaluation environnementale – premiers éléments méthodologiques sur les effets cumulés en mer » - septembre 2017. Ce rapport constituait l'une des mesures nationales du programme de mesures des plans d'action pour le milieu marin.

⁴ Rapport du CGEDD « Mise en œuvre de la séquence "éviter-réduire-compenser" en mer » - octobre 2017

au choix des implantations retenues, réalisée à une échelle pertinente pour apprécier notamment les enjeux de préservation des couloirs de migration. »

Le GT ECUME a pour but d'apporter des éléments de réponse opérationnels pour que les porteurs de projet puissent satisfaire aux recommandations de l'Autorité environnementale (Ae-CGEDD).

Documents stratégiques de façade

Le Document Stratégique de Façade (DSF) est un document de planification, assorti d'une obligation de compatibilité pour différentes autorisations en mer, qui précise les conditions de mise en œuvre de la Stratégie nationale pour la mer et le littoral (SNML) et des directives cadres planification de l'espace maritime (DCPEM) et stratégie pour le milieu marin (DCSMM), en tenant compte des spécificités locales de la façade maritime considérée. Le GT ECUME a utilisé la "synthèse des enjeux environnementaux forts et majeurs" du DSF Manche-Est Mer du Nord pour focaliser l'évaluation des impacts cumulés sur un nombre limité de couples "pressions/récepteurs" (voir section 4.2.2).

ECUME s'appuie par ailleurs sur les travaux

- du Muséum National d'Histoire Naturelle réalisés à la demande du Ministère de l'écologie, concernant l'évaluation de la sensibilité des habitats benthiques aux pressions d'origine anthropique⁵, en reprenant notamment certaines définitions concernant les pressions anthropiques;
- du projet Carpe Diem, porté par l'OFB et relatif à la modélisation spatiale des pressions anthropiques et de leurs effets sur les habitats benthiques.

ECUME tient enfin compte des travaux réalisés à la suite de la déclaration politique d'Etats Membres sur les énergies renouvelables en Mer du Nord (2016), qui a donné lieu à la définition d'un cadre commun d'évaluation environnementale (Common Environmental Assessment Framework – CEAF⁶).

⁵ La Rivière M., Aish A., Aubry I., Ar Gall E., Dauvin J.-C., de Bettignies T., Derrien-Courtrel S., Dubois S., Gauthier O., Grall J., Janson A.-L. & Thiébaud E., 2017. Evaluation de la sensibilité des habitats élémentaires (DHFF) d'Atlantique, de Manche et de Mer du Nord aux pressions physiques. Rapport SPN 2017-4. MNHN. Paris, 93 pp.

⁶ <https://northseaportal.eu/publish/pages/144481/flyerceaf.pdf>

03 Organisation des travaux

Le GT ECUME fait intervenir plusieurs types d'acteurs et d'experts scientifiques. Le rôle de chacun est exposé dans ce paragraphe et dans l'organigramme ci-après.

Le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (DGEC, DEB, CGEDD, CGDD, services déconcentrés) est présent à plusieurs niveaux du GT ECUME. La DEB et la DGEC interviennent pour la prise des décisions, la validation, le pilotage et en appui technique. Ces deux directions convient officiellement les experts à intégrer le GT et apportent un soutien financier lorsqu'il est nécessaire. Les services déconcentrés (DDTM, DREAL) et le CGDD fournissent un appui technique au GT en termes de méthodologie d'évaluation des impacts.

Le CGEDD (Conseil général de l'environnement et du développement durable) apporte sa vision globale de l'environnement afin de veiller à la conformité avec la réglementation et notamment avec les lignes directrices nationales de la séquence « Éviter, Réduire, Compenser »⁷.

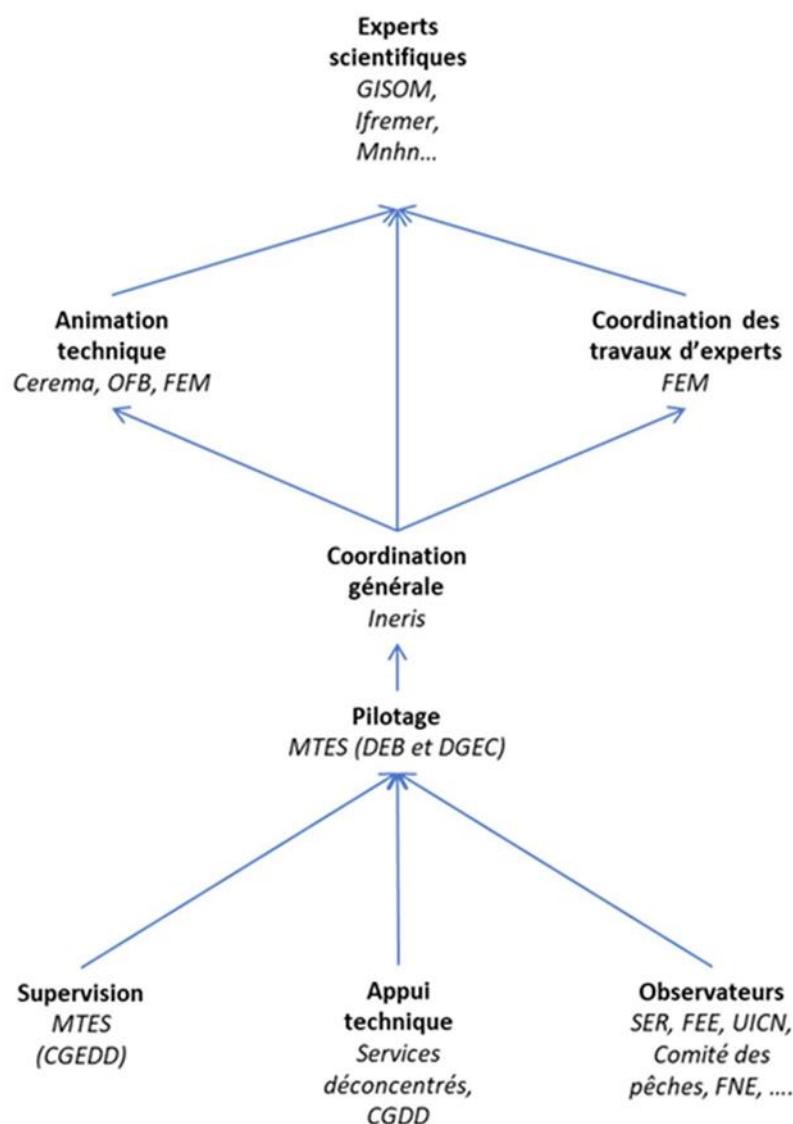
La coordination scientifique du GT ECUME est assurée par l'Ineris, en lien avec l'équipe d'animation, constituée de France Energies Marines, du Cerema, et de l'OFB. L'équipe d'animation intervient en tant qu'animateur technique et à ce titre, prépare et anime les travaux des experts.

La coordination des travaux des experts est réalisée par France Energies Marines qui par ailleurs représente la France au CEAF.

Les experts scientifiques apportent des connaissances, participent aux travaux scientifiques et techniques. Ces experts scientifiques sont des spécialistes de toutes les composantes de l'écosystème marin mais aussi des pressions qui s'appliquent sur celui-ci (bruit, pollution, modifications des habitats physiques, etc.). La communauté scientifique d'ECUME provient d'organismes publics et d'universités : SHOM, BRGM, Ifremer, Ineris, OFB, Cerema, le GISOM (groupement d'intérêt scientifique oiseaux marins), MNHN – UMS Patrinat, UMS Pelagis, CNRS, etc.

Enfin, le GT ECUME intègre des « observateurs socio-professionnels » à certains de ses comités techniques. Ces observateurs sont issus des acteurs de la biodiversité et des activités professionnelles en milieu marin : associations environnementales (FNE, UICN), Comité National des pêches (CNPME), énergéticiens de la Fédération des Energies Eoliennes et du Syndicat des Energies Renouvelables (FEE et SER), gestionnaire du réseau électrique (RTE)...

⁷ MTES, 2013, « Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels », CGDD/DEB, Collection « Références ».



Organigramme du GT ECUME

Le GT ECUME réunit régulièrement des comités techniques (CoTech), qui sont les jalons du GT, et se déroulent en présentiel dans la mesure du possible. Ils sont destinés à solliciter les experts sur des points précis, définis au préalable, par la coordination en lien avec l'équipe d'animation. Ainsi les méthodes qui sont présentées dans ce document ont été préparées, discutées et validées lors de plusieurs CoTech par la communauté scientifique rassemblée au sein d'ECUME.

Recommandation n°1:

Les porteurs de projets doivent s'appuyer sur une expertise scientifique reconnue, compétente à la fois sur les différentes composantes de l'environnement marin, et aussi sur la vision d'ensemble écosystémique. Cette expertise leur permettra de préparer et valider les choix scientifiques structurants, notamment en termes de méthodologie de sélection des pressions et récepteurs prioritaires, et de définition du périmètre de l'étude. Les modalités de prise en compte de l'expertise scientifique devront être explicitées dans les études d'impact.

04 Cadrage de l'évaluation

I. Les parcs éoliens en mer et leurs impacts potentiels

Le contenu des études d'impact est défini par la réglementation (Cf. article R122-5 du code de l'environnement), auquel le lecteur est renvoyé pour le détail de ces obligations réglementaires.

La mise en place d'un projet peut impacter l'environnement, le paysage et les activités et usages. Les composantes de l'environnement potentiellement impactées sont listées ci-dessous :

- **milieu physique** : fonds marins (morphodynamique, nature et qualité des sédiments), conditions océanographiques (courants, vagues et marées), qualité des eaux, bruit sous-marin, champs électromagnétiques ;
- **milieu biologique** : espèces et habitats pélagiques, habitats et biocénose benthiques, ichtyofaune, mammifères marins et tortues marines, faune volante (avifaune et chiroptères), continuités écologiques et équilibres biologiques (interactions trophiques, zones de reproduction et de nurseries...).

Parmi les pressions généralement considérées comme notables, on peut mentionner le remaniement des fonds et la remise en suspension de matériaux, le bruit et les vibrations, les modifications hydro sédimentaires liées à la présence des installations et la présence même des éoliennes/pales.

Le GT ECUME, a travaillé au recensement des activités liées aux parcs éoliens posés en mer ainsi que des pressions qu'elles génèrent. Ces activités doivent être identifiées pour chacune des phases de la vie du parc, comme indiqué dans le Tableau 1 (exemple de la phase de construction). Les récepteurs biologiques impactés par ces pressions ont été identifiés. Tout ce processus de sélection est exposé dans le paragraphe 4.2.2.1. Les effets sur les récepteurs biologiques, peuvent se cumuler à l'échelle du projet ou de la façade maritime. Il en est de même pour les impacts générés par ces effets.

Phase de vie du parc	Effet	Composantes potentiellement impactées
Phase de construction	Remaniement des fonds et remise en suspension de matériaux	Qualité physico-chimique de la colonne d'eau Habitats benthiques ¹² Poissons et mollusques Plancton Activités et usages
	Bruits et vibrations	Bruit ambiant Mammifères marins Poissons et mollusques Avifaune Activités et usages
	Pollution chimique	Qualité physico-chimique de la colonne d'eau Plancton Habitats benthiques Poissons et mollusques Mammifères marins Avifaune Activités et usages
	Augmentation de la fréquentation du site	Bruit ambiant Qualité de l'air Poissons et mollusques Mammifères marins Avifaune Activités et usages

Tableau 1 : Récapitulatif des effets environnementaux attendus et des récepteurs potentiellement impactés. MEEM, Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer, Édition 2017

II. Déroulement de l'étude des impacts cumulés

1) DEMARCHE GENERALE

La démarche méthodologique proposée par le GT ECUME est fondée sur l'application de la méthodologie d'évaluation des impacts de projets. Cette méthodologie du GT ECUME, dans ses grands principes, est partagée au niveau international et a été notamment codifiée par de nombreux organismes comme par exemple l'Union Européenne ou la Banque Mondiale, dans différentes contextes (projets d'infrastructures privés ou publics, évaluation de politiques publiques ou de réglementations, ...).

Des guides ciblés sur le cas des énergies marines ont également été produits dans certains pays (Renewables UK, 2013). En France, le Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer (MTES, Édition 2017) aborde également déjà la question de l'analyse des effets cumulés, et le présent travail contribue à le préciser et le rendre opérationnel dans le cadre du GT ECUME. L'Ifremer a produit un rapport de synthèse des connaissances sur les impacts des câbles électriques sous-marins, dans lequel des modalités de prise en compte des impacts cumulés sont indiquées (Carlier A. et al., 2019).

La méthodologie générale, présentée et validée lors d'un webinaire des experts scientifiques du GT ECUME en février 2019, reprend ces principes généraux et les précise pour tenir compte du fait que l'éolien en mer est l'une des très nombreuses activités pouvant impacter le milieu marin.

Le milieu marin est caractérisé à la fois par sa richesse et sa complexité, et par un déficit de connaissance significatif, en particulier quant à sa réponse potentielle aux pressions.

Recommandation n° 2 :

Le principe premier de l'évaluation d'impact doit être celui d'une évaluation comparative, qui repose sur la **création d'au moins deux scénarios prospectifs**⁸, de façon à disposer d'une base de comparaison crédible entre :

- Un **scénario de référence** (plusieurs éventuellement) dans lequel seul l'impact des autres activités qui ont des effets sur l'écosystème marin est évalué. Ce scénario de référence sera également dénommé dans le cadre du GT ECUME « Etat Initial Dynamique ». La construction d'un scénario de référence, qui doit prendre en compte l'ensemble des pressions et de leurs évolutions et leurs effets sur le milieu marin, est complexe et n'est en général possible que dans le contexte des connaissances et données disponibles⁹.

- Un ou plusieurs **scénarios « projet »** dans lesquels les projets de parcs éoliens en mer (avec plusieurs variantes possibles) se rajoutent aux activités précédentes dans l'évaluation des impacts

Le dimensionnement des mesures d'évitement/réduction/compensation des impacts dans le cadre d'une séquence ERC (Eviter, Réduire, Compenser) doit être réalisé :

- Avant toute évaluation des impacts cumulés, s'il apparaît dès sa planification et sa conception que des mesures d'évitement sont possibles,

- Tout au long de l'évaluation, en déterminant la compatibilité des impacts cumulés qui ont été évalués dans les scénarios « projet » avec les objectifs environnementaux, qui ont été élaborés par ailleurs dans le cadre de la DCSMM. Cette évaluation doit être répétée jusqu'à ce que les mesures ERC retenues (en commençant par les mesures les plus acceptables (par exemple en termes de rapport coût/efficacité, et/ou de robustesse, ...) garantissent le respect des objectifs environnementaux des documents stratégiques de façades.

La connaissance de l'état et du fonctionnement des écosystèmes marins, étant donné leur richesse et leur complexité, est encore lacunaire. Les mécanismes par lesquels des projets d'énergie marine renouvelable peuvent les impacter ne sont pas tous compris.

Recommandation n° 3:

La réponse aux incertitudes et manques de connaissance reposera sur deux approches complémentaires :

- Une modélisation des impacts cumulés par un ou plusieurs modèles écosystémiques ;
- Une évaluation des impacts cumulés sur certaines espèces indicatrices, par modélisation si possible, ou par tout autre méthode validée scientifiquement par les experts associés à la démarche (indicateurs d'exposition, de risque, ...)

On ne dispose pas de modèles pour l'ensemble des effets de ces projets, et les modèles disponibles portent sur un nombre réduit d'espèces (par exemple, très peu de modèles existent

⁸ En termes réglementaires, cette recommandation s'appuie sur l'Article R122-5 Modifié par l'article 3 du Décret du 2 Avril 2017. Ce texte stipule, que l'étude d'impact comporte « une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, dénommée "scénario de référence", et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles ». Ce même texte indique également, concernant le « scénario projet », que l'étude des incidences du projet doit tenir compte « Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées ».

⁹ Le GT ECUME travaille à une méthode de construction d'un tel Etat Initial Dynamique

concernant le compartiment benthique). Dans ces conditions, l'approche d'évaluation des impacts nécessite d'être adaptée au manque structurel de connaissance et d'outils. Le but est d'éviter des biais fondamentaux qui seraient liés à une focalisation sur les seules connaissances et modèles disponibles. La recherche de quantification ne doit pas se faire au détriment d'une vision plus qualitative mais systémique des risques encourus par le milieu marin.

Ainsi, plutôt que d'emblée centrer l'étude d'impact sur les données et modèles disponibles, on procédera au préalable à un recensement complet des activités et pressions liées aux projets d'éoliennes en mer, et des récepteurs composant l'écosystème.

Ce recensement pourra être ensuite traduit sous forme de « chaînes d'impact » : activité => pression => récepteur. La notion de « chaîne d'impact » ou « impact pathway », très communément utilisée en évaluation sanitaire et environnementale, a également été utilisée dans le cadre des effets cumulés en milieu marin (cf. par exemple (Bailey H., 2014) et (Menegon S., 2018)).

Ce recensement complet aboutirait toutefois à un nombre extrêmement élevé d'activités, pressions, récepteurs, et chaînes dont l'impact serait à évaluer (ex : 5132 chaînes pour le cas d'étude de Fécamp et Courseulles).

Afin de permettre une mise en œuvre concrètement réalisable de l'évaluation, ce recensement sera suivi d'un processus de hiérarchisation pour sélectionner les pressions et récepteurs prioritaires (et non celles a priori « modélisables »). Ces deux étapes de hiérarchisation, préliminaires à la mise en œuvre de l'évaluation des impacts, sont décrites dans la section 3.2.2.

Ainsi le schéma général élaboré dans ce guide est celui reproduit par la Figure 2.

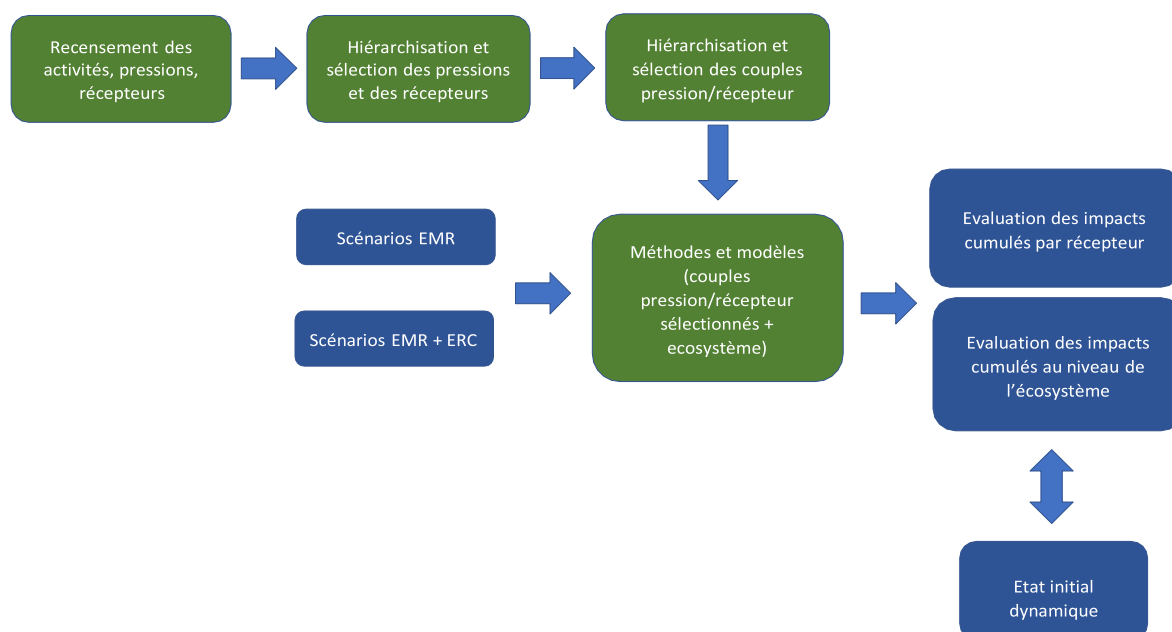


Figure 2 : Représentation schématique du processus du GT ECUME

2) ANALYSE DU PROJET D'EMR ET PRIORISATION DE L'EVALUATION DES IMPACTS CUMULES

Cette section décrit l'approche par récepteurs qui sera menée en parallèle et en complément d'une évaluation au niveau de l'ensemble de l'écosystème.

(A) Recensement et pré-hiérarchisation des récepteurs, des activités et pressions

Les espèces potentiellement impactées doivent être recensées. Pouvant être très nombreuses, il sera généralement utile de procéder à un **filtrage initial basé sur les connaissances d'experts scientifiques avant d'appliquer une méthode de hiérarchisation plus structurée**. Ce filtrage peut utiliser des travaux pré-existants, mais doit être revisité si besoin pour tenir compte des spécificités des projets évalués, et la consultation d'experts des différents compartiments de l'écosystème marin est nécessaire.

Dans le cadre du GT ECUME, les travaux ont été réalisés de la façon suivante :

- Liste des récepteurs

Etablissement de la liste complète des récepteurs des parcs éoliens de Courseulles et Fécamp :

Les espèces biologiques présentes dans et autour de ces deux parcs ont été listées par les animateurs du GT ECUME à partir de l'état initial réalisé dans les études d'impact de ces deux parcs. Toutes les espèces ont été répertoriées et classées selon quatre groupes :

- habitats et communautés benthiques
- ichtyofaune, flore et faune planctoniques
- mammifères et tortues marines
- faune volante

Cette liste complète, qui comprenait 494 espèces, a donc été réduite avec le concours des experts de chaque groupe d'espèces afin de pouvoir travailler de façon efficace.

Les deux études d'impact dénombrent 300 **espèces benthiques** ou groupes d'espèces. Dans le GT ECUME, le choix a donc été fait de lister les habitats et communautés benthiques en se limitant à la classe EUNIS 5. Seuls les habitats sub-tidaux sont étudiés.

Les communautés et habitats benthiques étudiés sont finalement les suivants :

Bancs d'Ophiures Ophiothrix fragilis (EUNIS A5.445), Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux (EUNIS A5.44),

Branchiostoma lanceolatum dans du sédiment grossier sablo-graveleux circalittoral (Eunis A5.145), Mediomastus fragilis, Lumbrineris spp. et bivalves vénérédés dans du sable grossier ou du gravier circalittoral (EUNIS A5.142),

Sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux (Eunis A5.14),

Spirobranchus triqueter (anciennement Pomatoceros triqueter), balanes et bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux (EUNIS A5.141)

Pour l'**ichtyofaune**, les études d'impact recensent 101 espèces de poissons et élasmobranches. Afin de simplifier cette liste, les experts ont choisi de regrouper les espèces par catégories puis par habitats, ce qui a permis de réduire le nombre d'objets d'étude de 101 espèces à 12 catégories. Ces catégories sont les suivantes :

Raies benthiques - fonds mixtes - côtier

Raies benthiques-meubles - au large

Raies benthiques-meubles - côtier

Céphalopodes Benthiques côtier - fonds meubles

Actinoptérygiens Amphihalins

Actinoptérygiens Benthiques - fonds meubles
Actinoptérygiens Benthiques côtier - fonds rocheux
Actinoptérygiens Benthopélagique - fonds sableux
Actinoptérygiens Démersaux - fonds meubles
Actinoptérygiens Démersaux côtier - fonds mixtes
Actinoptérygiens Démersaux - fonds mixtes
Actinoptérygiens Pélagiques

Neuf espèces de **mammifères marins** et cinq espèces de **tortues marines** ont été recensées dans l'état initial des études d'impact des parcs de Fécamp et Courseulles. Dans un souci de hiérarchisation, les experts ont sélectionné les quatre espèces de mammifères marins et les deux espèces de tortues marines les plus communes. Concernant les tortues, le principe a été de retenir les tortues qui peuvent être observées sur la zone Manche / Mer du Nord, mais de ne pas retenir celles qui ne le sont que plus rarement observées (ce qui a conduit à écarter la Tortue verte, sur la base de (Nivière M. et al., 2018)). Les espèces ainsi sélectionnées sont les suivantes :

Phoque gris
Phoque veau marin
Marsouin commun
Grand dauphin
Tortue Luth Dermochelys coriacea
Tortue caouanne Caretta caretta

Trente-six **espèces d'oiseaux** ont été recensées dans l'état initial des études d'impact des parcs de Fécamp et Courseulles. L'équipe d'animation et les experts ECUME sur les oiseaux marins ont décidé de sélectionner parmi cette liste **14 espèces « indicatrices »** représentant les différentes familles d'oiseaux marins. Outre l'expertise individuelle et collective, ce travail a été basé sur une recherche bibliographique sur les méthodes de hiérarchisation déjà utilisées pour les éoliennes en mer, qui a été identifiée dans les travaux de (Furness R. et al., 2013), (Desholm M., 2009) et (Garthe S. et al., 2009). Les travaux de (Furness S. et al., 2013), complétés par ceux de (Bradbury et al., 2014) ont été utilisés. Ils proposent des indices de risque de collision et de déplacement spécifiques à chacune des espèces étudiées. Les choix d'espèces ne peuvent reposer uniquement sur ces indices car leur transposition aux eaux françaises est débattue. Pour le cas d'ECUME, les indices qui ont été utilisés sont basés sur des observations dans les eaux britanniques de mer du Nord, avec des données d'observations parfois extrapolées. Ils sont estimés pour des éoliennes de 150m de haut, alors que celles des projets français atteindront 180 à 220 m et ne tiennent pas compte des différences entre sites, colonies ou populations. Enfin, ils ne tiennent pas compte des différences entre périodes de reproduction et d'hivernage et ils ne sont pas utilisables pour les périodes de migrations. L'avis du panel d'experts ornithologues ECUME a donc été demandé pour confirmer cette pré-sélection.

Les espèces d'oiseaux finalement retenues, dans le cadre spécifique des travaux ECUME sont les suivantes :

Fou de bassan
Fulmar boréal
Plongeon catmarin
Mouette tridactyle
Guillemot de Troïl

Goéland argenté
Cormoran huppé
Goélan brun
Puffin des baléares
Sterne Caugek
Mouette pygmée Canards (macreuse)
Courlis cendré
Passereaux (pipit farlouse, alouette des champs)

Un travail similaire a été réalisé pour **les chiroptères**, pour lesquels les six espèces suivantes ont été sélectionnées :

Pipistrelle commune
Sérotine commune
Pipistrelle de Nathusius
Noctule commune
Noctule de Leiler
Sérotine bicolore

- Liste des activités

D'après leurs connaissances et les études d'impact des parcs éoliens en mer, les animateurs ont listé toutes les activités liées au cycle de vie d'un parc éolien posé en mer. Les adhérents du SER et de la FEE ont révisé cette liste en ajoutant ou modifiant quelques activités.

Ces activités ont été classées selon les phases du cycle de vie d'un parc éolien en mer : construction, exploitation, démantèlement, afin de prendre en compte leur cadre temporel lors de la phase d'évaluation. Elles ont ensuite été subdivisées selon le milieu qu'elles peuvent impacter : milieu sous- marin, interface entre l'air et l'eau, ou milieu aérien, afin de les situer spatialement lors de la phase d'évaluation des impacts.

- Liste des pressions

Les animateurs ont choisi de travailler sur la liste des **34 pressions** établie dans le cadre du projet Carpe Diem (OFB). Cette liste a été étendue à partir de l'arrêté définissant le « bon état écologique » en date de 2019 qui liste **18 pressions**. La liste Carpe Diem détaille de façon plus précise les pressions de certaines composantes notamment pour ce qui concerne le milieu physique.

Cette liste de pressions Carpe Diem a été modifiée par les animateurs et les experts du GT ECUME selon deux axes :

- suppression des pressions non applicables aux parcs éoliens posés en mer (ex : exposition aux blooms phytoplanctoniques toxiques),
- dédoublement de pressions qui nécessitent une différenciation entre le milieu sous-marin et aérien (ex : « collision » a été dédoublée en « collision sous-marine » et « collision aérienne »).

La liste des pressions utilisées dans le cadre du GT ECUME en comporte 27 :

Perte d'un habitat sous-marin
Perte d'un habitat aérien

Changement d'habitat sous-marin
 Changement d'habitat aérien
 Extraction de substrat
 Action physique sur le fond (sans dépôt et extraction)
 Dépôt de matériel
 Modif. des cond. hydrodynamiques
 Modif. de la charge en particules
 Modification de la température
 Emissions sonores sous-marines
 Emissions sonores aériennes
 Emissions électromagnétiques
 Emission de lumière
 Métaux synthétiques et non synthétiques
 Composés organiques et non synthétiques
 Autres substances chimiques (solides, liquides, gazeuses)
 Enrichissement organique
 Hypoxie
 Introduction d'individus génétiquement différents d'espèces indigènes
 Introduction ou propagation d'espèces non indigènes
 Collisions sous-marines
 Collisions aériennes
 Obstacle au mouvement, à l'alimentation, au repos, à la mue en milieu sous-marin (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)
 Obstacle au mouvement, à l'alimentation, au repos, à la mue en milieu aérien (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)
 Fréquentation humaine milieu sous-marin (dérangement, perturbations sonores exceptées)
 Fréquentation humaine milieu aérien (dérangement, perturbations sonores exceptées)

(B) Hierarchisation des « couples Pression/Récepteur »

Même après le filtrage réalisé à l'étape précédente, le nombre de couples Pression/Récepteur et a fortiori, de chaînes Activité/Pression/Récepteur devant potentiellement être étudiées peut être considérable. Dans ce cas, **il est nécessaire de recourir à une hiérarchisation pour ensuite sélectionner les couples pressions/récepteurs pour lesquels une évaluation spécifique des impacts cumulée sera réalisée.**

Ainsi, lors du test sur la zone des projets de Fécamp et Courseulles, il est apparu que le nombre de couples et de chaînes (> 5000) serait trop élevé pour la suite de l'exercice. Par conséquent, une procédure de hiérarchisation des couples Pressions/Récepteurs a été élaborée.

Le but de cette étape est donc de hiérarchiser et sélectionner les couples Pression/Récepteurs. Dans les travaux du GT ECUME, cette hiérarchisation est fondée sur **3 critères** :

- le niveau de **sensibilité** du récepteur à la pression,

- le degré d'**incertitude scientifique** sur la connaissance du lien entre exposition à la pression, et les effets sur le récepteur.
- l'**enjeu écologique** que représente chaque récepteur pour le bon état de l'écosystème marin.

Le principe est donc de centrer l'évaluation sur les espèces les plus sensibles, à plus fort enjeu pour l'écosystème pour lesquelles elle est réalisable et avec un niveau d'incertitude acceptable.

Cette hiérarchisation doit aussi être l'occasion de recenser les récepteurs sensibles et à enjeu, mais pour lesquels il n'a pas été possible d'évaluer les impacts du fait de lacunes dans les connaissances scientifiques, ou d'incertitudes trop importantes¹⁰. Le porteur de projet rapportera ces situations au comité scientifique (CS) référent (soit le CS mis en place pour le parc, soit le CS de la façade maritime).

Quel que soit le système de hiérarchisation adopté, une consultation étroite d'experts des différents compartiments de l'écosystème marin est nécessaire.

Dans le cadre d'ECUME, la sélection a reposé sur un système de hiérarchisation utilisant des scores, et une consultation approfondie des experts du GT ECUME.

Le système de hiérarchisation est basé sur la production de trois scores affectés aux relations identifiées entre chaque pression et chaque récepteur :

- Un premier score de 1 à 10, qui reflète le **niveau de sensibilité (S)** de l'effet potentiel de la pression sur le récepteur, indépendamment de l'intensité de la pression ou de l'intensité de la relation pression/récepteur (ces deux éléments entreront en ligne de compte ensuite lors de l'évaluation des impacts). Ce niveau peut aussi être considéré comme la « sensibilité » à la pression du récepteur.
- Un second score également de 1 à 10 qui reflète le **niveau de connaissance scientifique (C)** (différente de l'incertitude) dans le fait que cette relation pression-récepteur est avérée et quantifiable (importance du corpus scientifique, niveau de controverse scientifique, similarité avec le récepteur ECUME si cette relation n'a été établie que pour un récepteur proche mais distinct, ...).
- Un troisième score représentant l'**enjeu pour l'écosystème (E)** a été produit en retranscrivant sur une échelle numérique de 1 à 10 des évaluations d'experts réalisées dans le cadre du Document Stratégique de Façade Manche-Est Mer du Nord, ou à défaut les statuts de conservation des espèces au niveau national publiés par l'UICN.

Ces scores sont combinés de façon multiplicative ($S \times C \times E$), afin que les chaînes reflétant une sensibilité plus critique et mieux établie scientifiquement, remontent dans la hiérarchie.

L'Annexe montre ces trois scores, et le score intégré qui en a résulté.

Cette hiérarchisation a constitué une base de travail qui a permis d'identifier plus aisément dans un second temps les couples pression/récepteur présentant un score élevé, et donc devant faire de façon incontestable l'objet d'une évaluation. Toutefois, un faible score (notamment du fait d'une mauvaise connaissance C) ne doit pas nécessairement conduire à écarter des couples pression/récepteurs.

Ainsi un **travail a été ensuite mené en concertation et avec la participation active des experts** de l'écosystème marin, qui ont été sollicités lors d'un séminaire, pour réexaminer, indépendamment de leur classement, tous les couples pression/récepteur. A l'issue de ce travail d'autres couples ont été retenus, dans le cas où les sensibilités et les enjeux sont importants, malgré une connaissance pouvant être déficiente.

¹⁰ Les Annexes à ce document fournissent des exemples de telles lacunes scientifiques selon les experts du milieu marin réunis dans le GT ECUME.

Enfin, certaines pressions, ou certains récepteurs ont été regroupés¹¹, et les possibilités opérationnelles d'évaluation des impacts (disponibilité de données, modèles, méthodes susceptibles d'être mis en œuvre dans les contraintes opérationnelles du GT ECUME) ont été prises en compte pour écarter certains couples pressions/récepteurs et parvenir à une liste gérable.

Toutefois, les couples Pression/Récepteur écartés à ce dernier stade seront considérés comme de potentielles priorités en matière d'acquisition de données et de développement de connaissance et méthodes d'évaluation.

Comme il a été expliqué plus haut, le processus de sélection de pressions et récepteurs prioritaires pour une évaluation des impacts cumulés, est aussi l'occasion d'identifier les priorités en termes d'acquisition scientifique sur les effets des pressions anthropiques sur l'écosystème marin.

La qualification des relations pression/récepteur selon ces trois critères peut aussi être utilisée pour identifier les effets devant faire en priorité l'objet de projets de recherche au niveau de la communauté scientifique. Le porteur de projet rapportera ces cas au comité de référence et une fois le parc en exploitation, il devra réaliser les mesures in-situ et études demandées par ce comité en vue de pallier ces lacunes et permettre une meilleure évaluation à l'avenir.

Recommandation n° 4 :

Il convient de définir et mettre en œuvre en lien avec les experts scientifiques une méthode de recensement puis de hiérarchisation des couples pression/récepteur.

Son choix est laissé à l'appréciation du porteur du projet, mais il est toutefois recommandé de respecter les principes de hiérarchisation suivants :

- Fonder la méthode sur la notion de sensibilité pour les espèces sélectionnées, indépendamment des pressions spécifiques induites par le projet dont les impacts cumulés doivent être évalués,
- Concentrer l'effort d'évaluation sur les situations pour lesquelles un niveau suffisant de connaissance scientifique des relations entre pressions et l'état des récepteurs est mobilisable avec un niveau d'incertitude acceptable,
- En relation avec le comité scientifique de référence, identifier les pressions et récepteurs potentiellement sensibles et à enjeu, mais pour lesquels la connaissance scientifique fait défaut,

Recommandation n° 5

En lien avec le comité scientifique de référence, mettre en place une veille et une stratégie scientifique tout au long de la vie du parc permettant de réduire l'incertitude des évaluations d'impacts cumulés, et de mettre à jour les mesures de la séquence ERC.

¹¹ Ces regroupements peuvent être examinés dans le détail en comparant, dans l'Annexe, les récepteurs mentionnés dans les tableaux résumant les scores pour la hiérarchisation, et ceux fournissant la liste finale des couples pressions/récepteurs par compartiment de l'environnement marin.

05 Références

- Bailey H. et al., 2014, "Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future" *Aquatic Biosystems* 2014, 10:8
- (CE) European Commission, 2013 "EU Guidance on wind energy development in accordance with the EU nature legislation"
- Carlier, A., Vogel, C., Alemany, J. 2019. Synthèse des connaissances sur les impacts des câbles électriques sous-marins : phases de travaux et d'exploitation. Rapport IFREMER. 99 pp. + Annexes.
- Desholm M., 2009, "Avian sensitivity to mortality: Prioritising migratory bird species for assessment at proposed wind farms" *Journal of Environmental Management* 90 (2009) 2672–2679
- Furness R. et al., 2013 'Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms', *Journal of Environmental Management* 119 (2013) 56-66
- Gansner E. et al., 1999, "An open graph visualization system and its applications to software engineering", *Softw. Pract. Exper.*, 00(S1), 1–5 (1999)
- Garthe S., 2009, Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index, *Journal of Applied Ecology* 2004 41, 724–734
- (IFC) International Finance Corporation, 2013, "Cumulative Impact Assessment and Management: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets"
- La Rivière M., Aish A., Gauthier O., Grall J., Guérin L., Janson A.-L., Labrune C., Thibaut T. et Thiébaud E., 2015. Méthodologie pour l'évaluation de la sensibilité des habitats benthiques aux pressions anthropiques. Rapport SPN 2015-69. MNHN. Paris, 52 pp.
- Ménégon S et al., 2018, "A modelling framework for MSP-oriented cumulative effects assessment", *Ecological Indicators* 91 (2018) 171–181
- Nivière M. et al., 2018, "Rapport d'activité 2016-2017 de l'Observatoire des Tortues Marines de France Métropolitaine » - Rapport PATRINAT 2018-114
- Renewable UK, 2013, "Cumulative Assessment Guidelines : Guidance principles for cumulative assessment in offshore wind farms"

06 Annexe : Exemple de Résultats de priorisation des pressions et récepteurs devant faire l'objet d'une évaluation des impacts cumulés (cas des parcs de Courseulles-sur-Mer et Fécamp).

1. Matrice de correspondance entre activités de pression

	Groupes	Famille d'espèces ou type d'habitats	Perte d'un habitat sous marin	Perte d'un habitat aérien	Changement d'habitat sous-marin	Changement d'habitat aérien	Extraction de substrat	Action physique sur le fond (sans dépôt et extraction)	Dépôt de matériel	Modif. des cond. hydrodynamiques	Modif. de la charge en particules	Modification de la température	Emissions sonores sous-marines	Emissions sonores aériennes	Emissions électromagnétiques	Emission de lumière	Métaux synthétiques et non synthétiques	Composés organiques et non synthétiques	Autres substances chimiques (solides, liquides, gazeuses)	Enrichissement organique	Hypoxie	Introduction d'individus génétiquement différents d'espèces indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Collisions sous marines	Collisions aériennes	Obstacle au mouvement, à l'alimentation, au repos, à la mue en milieu sous-marin (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)	Obstacle au mouvement, à l'alimentation, au repos, à la mue en milieu aérien (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)	Fréquentation humaine milieus sous-marins (dérangeant perturbations sonores exceptées)	Fréquentation humaine milieus aériens (dérangeant perturbations sonores exceptées)
Habitats et communautés benthiques		Sédiments grossiers à cannelures circulaires (EUNIS A5.14)	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
		Sphérulites brisées (cancrologues) (EUNIS A5.14)	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
		Medusaires Vagiles, Luminaires, etc. et biotopes associés dans du sable grossier (EUNIS A5.14)	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
		Ensemble de sédiments hétérogènes circulaires (EUNIS A5.14)	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
Mammifères marins	Principales	Proche vau marin	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Citadins	Marquise commun	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Régimes marins	Forêts marines	Forêt à Laminaires	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Forêts marines	Forêt à Laminaires	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Communautés pélagiques	Prophétisation	Prophétisation	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Prophétisation	Prophétisation	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Poissons	Elasmobranches (raies et requins)	Raie berrichonne - fonds meubles - côtes	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Elasmobranches (raies et requins)	Raie berrichonne - fonds meubles - côtes	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Elasmobranches (raies et requins)	Raie berrichonne - fonds meubles - côtes	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Elasmobranches (raies et requins)	Raie berrichonne - fonds meubles - côtes	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Poissons	Actinoptérygiens	Actinoptérygiens	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Actinoptérygiens	Actinoptérygiens	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Actinoptérygiens	Actinoptérygiens	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	Actinoptérygiens	Actinoptérygiens	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Oiseaux		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Oiseaux		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Chiroptères		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
		Forêt de basan	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-

II. Notation des relations entre chaque pression et chaque récepteur en termes de "Sensibilité".

Les cellules vides correspondent aux cas dans lesquels aucune relation significative potentielle n'existe entre la pression et le récepteur (dans le cadre des parcs éoliens en mer). L'échelle de notation a été construite qualitativement de 1 à 10, 10 correspondant à un niveau de sensibilité maximal sur l'ensemble des pressions et récepteurs présélectionnés dans ECUME.

	Groupes	Famille d'espèces ou type d'habitats	Perte d'un habitat sous marin	Perte d'un habitat aérien	Changement d'habitat sous-marin	Changement d'habitat aérien	Extraction de substrat	Action physique sur le fond (sans dépôt et extraction)	Dépôt de matériel	Modif. des cond. hydrodynamiques	Modif. de la charge en particules	Modification de la température	Emissions sonores sous-marines	Emissions sonores aériennes	Emissions électromagnétiques	Emission de lumière	Métaux synthétiques et non synthétiques	Composés organiques et non synthétiques	Autres substances (solides, liquides, gazeuses)	Enrichissement organique	Hypoxie	Introduction d'individus génétiquement différents indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Collisions sous marines	Collisions aériennes	Obstacle au mouvement à l'alimentation, au repos, à la mue en milieu sous marin (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)	Obstacle au mouvement à l'alimentation, au repos, à la mue en milieu aérien (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)	Fréquentation humaine sous marin (dérangement, perturbations sonores exceptées)	Fréquentation humaine milieu aérien (dérangement, perturbations sonores exceptées)
Habitats et communautés benthiques		Sédiments grossiers à cailloux circalittoraux (Eunis A5.14)	10	5			6	5	4	3	3	2	2		2		6	6	6	3	6	7	7						
		Spirobranchus triquetris (anciennement Pomatoceros triquetris), balanes et bry	10	5			6	5	4	3	3	2	2		2		6	6	6	3	6	7	7						
		Mediomastus fragilis, Lumbinaria spp. et bivalves vernières dans du sable gris	10	5			6	5	4	3	3	2	2		2		6	6	6	3	6	7	7						
		Brachidostoma lanceolatum dans du sédiment grossier sable-gravilleux circalitt	10	5			6	5	4	3	3	2	2		2		6	6	6	3	6	7	7						
		Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux (Eunis A5.44)	10	5			6	5	4	3	3	2	2		2		6	6	6	3	6	7	7						
Mammifères marins		Bank d'Ophureles Ophiostreus fragilis (Eunis A5.44)	10	5			6	5	4	3	3	2	2		2		6	6	6	3	6	7	7						
		Crustacés benthiques	10	5			6	5	3	2	3				4		4	4	4	3	10	1	1						
	Pinnipèdes	Phoque gris	4	4			1	1	1				6	1	1	1	5	7	3	1				8		3		5	1
		Phoque veau marin	5	5			2	1	2				6	1	1	1	5	7	3	1				8		6		5	1
	Cétacés	Marsouin commun	4	4			1	1	2				7		1	1	5	7	3	1				8		5		4	
Reptiles marins		Grand dauphin	5	5			2	1	2				7		1	1	5	7	3	1				8		5		4	
		Tortue légal, Dermochelys coriacea	4	1						5		1	7		10	1	3	3	3	1				10		4		8	
		Tortue caouanne Caretta caretta	5	2							7	7	7		10	8	3	3	3	1				10		4		8	
		Phytoplancton	1	5			5			7	7	5	1		1	5	3	3	3	3	5	1	5						
	Zooplancton	Zooplancton	1	5			5			7	7	5	1		1	5	3	3	3	3	5	1	5						
Poissons		Elasmobranches (raies et requins)	5	1					1	5	1	5	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1			2		5	
		Raies benthiques-meuables - au large		1						1			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					5	
		Raies benthiques-meuables - côtier	10	10			10	5	5		1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					5	
		Benthiques côtier - fonds meubles	1	1			1	1		1		1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					5	
		Amphipodes	1	1			1	1		1		1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					5	
		Benthiques - fonds meubles	10	10			10	1	5	1	1		3		1	1	1	1	1	1	1	1	1					5	
		Benthiques côtier - fonds rocheux	1	1			1	1		1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1					2	
		Benthos pélagique - fonds sableux	1	1			10	1	1	1	1	5	1		3	1	1	1	1	1	1	1	1					2	
		Démersaux - fonds meubles	7	5			10	1	5	1	1		1		3	1	1	1	1	1	1	1	1					5	
		Démersaux - fonds rocheux	3	1			5	1	1	1	1	1	1		3	1	1	1	1	1	1	1	1					2	
		Démersaux - fonds mixtes	3	1			1	1	1	1	1	1	1		3	1	1	1	1	1	1	1	1					2	
		Démersaux - fonds mixtes	3	1			1	1	1	1	1	1	1		3	1	1	1	1	1	1	1	1					2	
		Poissons	1	1			1	1		1	5		3		3	1	1	1	1	1	1	1	1					2	
		Poissons	1	1			1	1		1	5		3		3	1	1	1	1	1	1	1	1					2	
Oiseaux		Fou de bassin	7	7			6	6					3	3		5	2	2	2					6	6	7	7	3	3
		Fulmar boréal	1	4	1	3							1	3		8	2	2	2					1	3	1	7	1	3
		Plongeon commun	4	4	2	2							4	4		3	3	3	3					5	5	5	6	6	6
		Mouette tridactyle	1	1	1	4							1	3		5	2	2	2					1	7	1	3	1	3
		Guillemot de Trol	1	1	1	6	6						3	3		3	3	3	3					3	3	5	5	5	5
		Gaillard argenté	1	2	1	3							1	3		5	2	2	2					1	9	1	3	1	3
		Corromeur huppé	2	2	2	3	3						3	3		3	2	2	2					5	5	1	3	1	3
		Gaillard bleu	1	2	1	3							1	3		5	2	2	2					1	9	1	3	1	3
		Puffin des baléares	1	6	1	6							1	3		8	2	2	2					1	3	6	6	1	6
		Sterne Caspik	1	3	1	5							1	3		3	2	2	2					1	5	1	4	1	4
		Mouette pygmée	1	4	1	4							1	3		3	2	2	2					1	6	1	4	1	4
		Conart (maîtrise)	1	4	1	4							1	4		3	3	3	3					1	5	1	4	1	4
		Conart (maîtrise)	1	4	1	4							1	4		3	3	3	3					1	5	1	4	1	4
		Conart (maîtrise)	1	4	1	4							1	4		3	3	3	3					1	5	1	4	1	4
Chiroptères		Chiroptères	1	1	1	1							1	4		3	1	1	1					1	5	1	2	1	1
		Passerneau (grit farouche, alouette des champs)	1	1		1							1	2		8	1	1	1					1	7		2	1	1
		Chiroptère commun																											
		Chiroptère commun																											
		Chiroptère commun																											

III. Notation des relations entre chaque pression et chaque récepteur en termes de "Connaissance" du niveau de sensibilité.

Les cellules vides correspondent aux cas dans lesquels aucune relation significative potentielle n'existe entre la pression et le récepteur (dans le cadre des parcs éoliens en mer).

L'échelle de notation a été construite qualitativement de 1 à 10, 10 correspondant à un niveau de connaissance scientifique maximal sur l'ensemble des pressions et récepteurs présélectionnés dans ECUME.

	Groupes	Famille d'espèces ou type d'habitats	Perte d'un habitat sous marin	Perte d'un habitat aérien	Changement d'habitat sous-marin	Changement d'habitat aérien	Extraction de substrat	Action physique sur le fond (sans dépôt et extraction)	Dépôt de matériel	Modif. des cond. hydrodynamiques	Modif. de la charge en particules	Modification de la température	Emissions sonores sous-marines	Emissions sonores aériennes	Emissions électromagnétiques	Emission de lumière	Métaux synthétiques et non synthétiques	Composés organiques et non synthétiques	Autres substances chimiques (solides, liquides, gazeuses)	Enrichissement organique	Hypoxie	Introduction d'individus génétiquement différents d'espèces indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Collisions sous marines	Collisions aériennes	Obstacle au mouvement, à l'alimentation, au repos, à la mue en milieu sous-marin (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)	Obstacle au mouvement, à l'alimentation, au repos, à la mue en milieu aérien (entraînant une perturbation des sonores exceptées)	Fréquentation humaine en milieu marin (dérangeant, perturbations sonores exceptées)	Fréquentation humaine en milieu aérien (dérangeant, perturbations sonores exceptées)		
Habitats et communautés benthiques		Sédiments grossiers à cailloux circalittoraux (EUNIS A5.14)	8		6		5	4	5	4	3	4	1		1		5	5	5	5	5	5	5								
		Cirripèdes fixés (anciennement Pennatulacores, triquetres), balanes et bry.	6		6		5	4	5	4	3	4	1		1		5	5	5	5	5	5	5								
		Mediomastus fragilis, Lumbinieris spp. et bivalves vénéridés dans du sable gros	6		6		5	4	5	4	3	4	1		1		5	5	5	5	5	5	5								
		Brachiosquilla lanceolatum dans du sédiment grossier sablo graveleux circalitt.	6		6		5	4	5	4	3	4	1		1		5	5	5	5	5	5	5								
		Ensemble de sédiments hétérogènes circalittoraux (EUNIS A5.44)	6		6		5	4	5	4	3	4	1		1		5	5	5	5	5	5	5								
		Bancs d'Ophiures Ophiostellus Fragilis (EUNIS A5.45)	6		6		5	4	5	4	3	4	1		1		5	5	5	5	5	5	5								
Mammifères marins		Crustacés benthiques	10		5		5	5	3	4	4				1	3		4	4	4	5	10	1	1				5			
		Phoque gris	10		3		3	3	3				7	1	1	1	4	6	1	1				7			5		7	1	
		Phoque veau marin	10		3		3	3	3				7	1	1	1	4	6	1	1			7			5		7	1		
		Maroulin commun	10		2		2	2	2				7				1	1	4	6	1	1		7			5		7	1	
Reptiles marins		Grand dauphin	10		2		2	2	2				7				1	1	4	6	1	1		7			5		7	1	
		tortue Luth. Dermochelys coriacea	10		1								7				4	5	4	4				10			2		2		
Communautés pélagiques		Batracien - Garette carente	10		2					5		3	2		2		0	5	4	4				10			2		2		
		Phytoplancton	1		5		3			5	5	5	1			1	3	3	2	2	3	5	1	2			2		2		
Elasmobranches (raies et requins)		Zooplancton	1		5					3	3	5	1			1	3	3	2	2	3	5	1	4							
		Raie benthique - fonds mixtes - côtier	10		6					4						4	3	4	3	3	3	6		7			10		3		
		Raies benthiques-mébiles - au large	10		6								2		5		4	3	4	3	3	6		7			10		3		
		Raies benthiques-mébiles - côtier	10		6		5	5	4	4	2			5		4	3	4	3	3	3	6		7			10		3		
Poissons		Benthiques - fonds meubles	10		6		5	4			2		5		4	3	4	3	3	3	6		7			10		3			
		Benthiques - fonds rochers	10		6		5	4		2	2		5		4	3	4	3	3	3	6		7			10		3			
		Benthos pélagique - fonds sableux	10		6		5	4	2	2	2		5		4	3	4	3	3	2	6		7			10		2			
		Démersaux - fonds meubles	10		6		5	4	2	3	2		5		4	3	4	3	3	2	6		7			10		2			
		Démersaux - fonds mixtes	10		6		5	4	2	3	2		5		4	3	4	3	3	2	6		7			10		2			
		Démersaux - fonds mixtes	10		6		5	4	2	3	2		5		4	3	4	3	3	2	6		7			10		2			
		Pélagiques	10		6		5	4		3	2		5		4	3	4	3	3	2						10		2			
		Fau de poisson	6		3		3							2	2		2	2							6	6	3	3	4	4	
		Falmar boreal	5		3		3							2	2		2	2							4	4	4	3	4	4	
		Pomarine catmarin	4		3		3							2	2		2	2							5	5	3	3	4	4	
		Mouette tridactyle	6		3		3							2	2		2	2								6	6	3	3	4	4
		Gullinor de Trégl	7		3		3							2	2		2	2								5	5	3	3	4	4
		Gullinor argente	6		3		3							2	2		2	2								5	5	3	3	4	4
	Oiseaux		Commanon tuppé	4		3		3						2	2		2	2								3	3	3	3	4	4
		Gullinor brun	6		3		3							2	2		2	2							5	5	3	3	4	4	
		Puffin des basaires	2		3		3							2	2		2	2							2	2	2	2	4	4	
		Bonin Caugre	4		3		3							2	2		2	2							5	5	3	3	4	4	
		Mouette pygmée	6		3		3							2	2		2	2							5	5	3	3	4	4	
		Canards (macroscopie)	10		10		3	3						2	2		2	2							8	8	3	3	4	4	
		Courte cendre	1		1		1							2	2		2	2							2	2	2	2	4	4	
		Passepied (pépil farious, alouette des champs)			4		1							2	2		2	2								6	6	3	3	4	4
Chiroptères			Papstrelle commune			4										1		4	4							4	4	1			
			Serotine commune			4										1		4	4							4	4	1			
			Pipistrelle de Nathusius			4										1		4	4							4	4	1			
		Neoule commune			4										1		4	4							4	4	1				
		Neoule de Leisler			4										1		4	4							4	4	1				
		Serotine bicolor			4										1		4	4							4	4	1				

IV. Notation de chaque récepteur en termes d'"enjeu"

Les cellules vides correspondent aux cas dans lesquels aucune relation significative potentielle n'existe entre la pression et le récepteur (dans le cadre des parcs éoliens en mer). L'échelle de notation a été construite qualitativement de 1 à 10, 10 correspondant à un niveau

d'enjeu maximal. Les qualificatifs en termes de niveaux d'enjeu utilisés dans le cadre DCSMM ont été convertis en notes d'enjeu attribuées à chacun des secteurs de la façade Manche-Est / Mer du Nord. Lorsque les niveaux d'enjeu DCSMM n'étaient pas disponibles, on a eu recours aux statuts UICN des espèces. Plusieurs options sont a priori possibles pour obtenir une note d'enjeu globale à partir des notes pour les secteurs. Dans une optique de précaution, le choix a été fait de retenir le score d'enjeu maximum.

	Groupes	Famille d'espèces ou type d'habitats	Secteur 1 : Mer du Nord Méditerranée et détroit du Pas de Calais	Secteur 2 : Estuaires Picards et mer d'Opale	Secteur 3 : Fleuve côtier – littoral seino-marin	Secteur 4 : Manche orientale	Secteur 5 : Baie de Seine	Secteur 1 : Mer du Nord Méditerranée et détroit du Pas de Calais	Secteur 2 : Estuaires Picards et mer d'Opale	Secteur 3 : Fleuve côtier – littoral seino-marin	Secteur 4 : Manche orientale	Secteur 5 : Baie de Seine	Moyenne façade Manche- Est mer du Nord	Maximum façade Manche- Est mer du Nord	
Habitats et communautés benthiques		Sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux (Eunis A5.14)	nd (cailloutis, graviers)	faible (sédiments grossiers)	faible (A5.1)	fort (sédiments grossiers)	moyen (A5.1)	5	4	4	8	6	5.4	8	
		Spirobranchus triquetra (anciennement Pomatoceros triquetra), balanes et bry	nd (cailloutis, graviers)	faible (sédiments grossiers)	faible (A5.1)	fort (sédiments grossiers)	moyen (A5.1)	5	4	4	8	6	5.4	8	
		Mediomastus fragilis, Lumbineris spp. et bivalves vénérables dans du sable gro	nd (cailloutis, graviers)	faible (sédiments grossiers)	faible (A5.1)	fort (sédiments grossiers)	moyen (A5.1)	5	4	4	8	6	5.4	8	
		Branchiostoma lanceolatum dans du sédiment grossier sablo-graveleux circalitt	fort (dunes hydrauliques)	fort (dunes hydrauliques)	faible (A5.1)	fort (sédiments grossiers)	moyen (A5.1)	8	8	4	8	6	6.8	8	
		Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux (EUNIS A5.44)	moyen	moyen	nd (A5.4)		majeur (A5.4)	6	6	5	2	10	5.8	10	
		Bancs d'Ophiures Ophiothrix fragilis (EUNIS A5.445)	fort (sables moyens)	fort (sables fins et moyens)	nd (A5.4)		majeur (A5.4)	8	8	5	2	10	6.6	10	
Mammifères marins		Crustacés benthiques	fort	faible	fort	moyen	faible	8	3	7	6	4	5.6	8	
	Pinnipèdes	Phoque gris	majeur	fort	moyen		faible	10	8	6	2	4	6	10	
		Phoque veau marin	moyen	majeur	moyen		fort	6	10	6	2	8	6.4	10	
	Cétacés	Marsouin commun	fort	fort	fort (en hiver)	fort (en hiver)	moyen (en été)	8	8	8	8	6	7.6	8	
		Grand dauphin			faible	fort	2	2	4	2	8	3.6	8		
Reptiles marins	Tortues marines	tortue Luth Dermochelys coriacea						2	2	2	2	2	2	2	
Communautés pélagiques		tortue caouanne Caretta caretta						2	2	2	2	2	2	2	
	Phytoplancton	Phytoplancton	nd	fort	fort		nd	5	8	8	2	5	5.6	8	
Poissons		Zooplankton	fort	fort	fort		fort	8	8	8	2	8	6.8	8	
	Elasmobranches (raies et requins)	Raies benthique -fonds mixtes - côtier	fort (raie bouclée)	fort (raie bouclée)	fort (raie bouclée)	fort (raie bouclée)	fort (raie bouclée)	8	8	8	8	8	8	8	8
		Raies benthiques-meubles - au large	fort (raie douce)	fort (raie douce)	fort (raie douce)	fort (raie douce)	fort (raie douce)	8	8	8	8	2	6.8	8	
		Raies benthiques-meubles - côtier	fort (raie brunette)	fort (raie brunette)	fort (raie brunette)	fort (raies brunette, pastenague)		8	8	8	8	2	6.8	8	
		Benthiques côtier - fonds meubles		fort (frayères seiche)			fort (seiche)	2	8	2	2	8	4.4	8	
		Actinoptérygiens	Amphihalins		moyen-fort			moyen-fort	2	2	8	2	8	4.4	8
			Benthiques - fonds meubles	fort (callionymes, frayères)	fort (callionymes, nourriceries plie, sole)			fort (callionymes, gobie var	8	8	2	2	8	5.6	8
			Benthiques côtier - fonds rocheux		fort (gobies, crevettes)			fort (gobie paganel)	2	8	2	2	8	4.4	8
			Bentho-pélagique - fonds sableux		fort (lançons)		nd (gobies), fort (frayères p	fort (lançons)	2	8	2	8	8	5.6	8
			Démersaux - fonds meubles	fort (nourriceries merlan)	fort (nourriceries bar, merlan)			fort (merlan)	8	8	2	2	8	5.6	8
			Démersaux côtier - fonds mixtes		fort (dorade grise)			fort (dorade grise, tacaud)	2	2	8	2	8	4.4	8
			Démersaux - fonds mixtes	fort (frayères rouget)	fort (frayères rouget)	fort (chinchard, hareng)	fort (frayères rouget, gadid	fort (bar)	8	8	2	8	8	6.8	8
			Pélagiques	fort (frayères hareng)	fort (frayères hareng)	fort (chinchard, hareng)	fort (sprat, griset, maquere		8	8	8	2	8	6.8	8
			Fou de bassin	migrateur ?	faible (migrateur)	migrateur ?	fort (hivernant, migrateur)	migrateur ?	2	4	2	8	2	3.6	8
Fulmar boréal	moyen (nicheur)		migrateur ?	fort (nicheur)	fort (nicheur)	fort (nicheur)	6	2	8	2	8	5.2	8		
Plongeon catmarin	migrateur ?		fort (hivernant)	moyen (en hivernage)	fort (hivernant, migrateur)	faible (hivernant)	2	8	6	8	4	5.6	8		
Mouette tridactyle	migrateur (nicheur)		migrateur ?	moyen (nicheur)	migrateur ?	fort (nicheur)	10	2	6	2	8	5.6	10		
Guillemot de Troil	migrateur ?	migrateur ?	faible (nicheur)	migrateur ?	migrateur ?	2	2	4	2	2	2.4	4			
Oiseaux		Goéland argenté	migrateur ?	migrateur ?	fort (nicheur)	migrateur ?	fort (nicheur)	2	2	8	2	8	4.4	8	
	Cormoran huppé	migrateur ?	migrateur ?	migrateur ?	migrateur ?	moyen (nicheur)	2	2	2	2	6	2.8	6		
	Goélan brun	migrateur ?	migrateur ?	migrateur ?	migrateur ?	migrateur ?	2	2	2	2	2	2	2		
	Puffin des baléares	migrateur ?	migrateur ?	migrateur ?	migrateur ?	migrateur ?	2	2	2	2	2	2	2		
	Sterne Caugek	moyen (nicheur)	faible (migrateur)	migrateur ?	migrateur ?	migrateur ?	6	4	2	2	2	3.2	6		
	Mouette pygmée	migrateur ?	migrateur ?	faible (nicheur)	migrateur ?	migrateur ?	2	2	4	2	2	2.4	4		
	Canards (macreuse)		fort (hivernant)			fort (hivernant)	2	8	2	2	8	4.4	8		
	Courlis cendré	moyen (grand gravelot)	fort (grand gravelot)			moyen (gravelot à collier in	6	8	2	2	6	4.8	8		
	Passereaux (pipit farlouse, alouette des champs)	nd	nd	nd	nd	nd	5	5	5	5	5	5	5		
	Chiroptères		préoccupation mineure	préoccupation mineure	préoccupation mineure	préoccupation mineure	préoccupation mineure	1	1	1	1	1	1	1	
		Pipistrelle commune	préoccupation mineure	préoccupation mineure	préoccupation mineure	préoccupation mineure	préoccupation mineure	1	1	1	1	1	1	1	
		Sérotine commune	quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	4	4	4	4	4	4	4	
		Pipistrelle de Nathusius	quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	4	4	4	4	4	4	4	
		Noctule commune	quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	4	4	4	4	4	4	4	
Noctule de Leifer		quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	quasi-ménacé	4	4	4	4	4	4	4		
		Sérotine bicolor	données insuffisantes	données insuffisantes	données insuffisantes	données insuffisantes	données insuffisantes	5	5	5	5	5	5		
Enjeux écologiques DCSMM - 2nd cycle		majeur	10												
		fort	8												
		moyen	6												
		faible	4												
		non défini (nd)	5												
Statuts liste rouge UICN France		pas d'enjeu	2												
		danger critique d'extinction	10												
		vulnérable	7												
		quasi-ménacé	4												
		préoccupation mineure	1												
		données insuffisantes	5												

V. Scores de priorisation des relations pression/récepteurs

Les cellules vierges correspondent aux cas dans lesquels aucune relation significative potentielle n'existe entre la pression et le récepteur (dans le cadre des parcs éoliens en mer). Le score rapporté dans le tableau ci-dessous est le produit des trois précédents scores de sensibilité, de connaissance, et d'enjeu. C'est sur cette base qu'une priorisation a été proposée aux experts du GT ECUME.

	Groupes	Famille d'espèces ou type d'habitats	Perte d'un habitat sous marin	Perte d'un habitat aérien	Changement d'habitat sous-marin	Changement d'habitat aérien	Extraction de substrat	Action physique sur le fond (sans dépôt et extraction)	Dépôt de matériel	Modif. des cond. hydrodynamiques	Modif. de la charge en particules	Modification de la température	Emissions sonores sous-marines	Emissions sonores aériennes	Emissions électromagnétiques	Emission de lumière	Métaux synthétiques et non synthétiques	Composés organiques et non synthétiques	Autres substances chimiques (solides, liquides, gazeuses)	Enrichissement organique	Hypoxie	Introduction d'individus génétiquement différents d'espèces indigènes	Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Collisions sous marines	Collisions aériennes	Obstacle au mouvement, à l'alimentation, au repos, la mue en milieu sous-marin (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)	Obstacle au mouvement, à l'alimentation, au repos, la mue en milieu aérien (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)	Fréquentation humaine milieu sous-marin (dérangement, perturbations sonores exceptées)	Fréquentation humaine milieu aérien (dérangement, perturbations sonores exceptées)		
Habitats et communautés benthiques		Sédiments grossiers à cailloutils circalittoraux (Eunis A)	640	432			240	160	160	96	72	64	16		16		240	240	240	120	240	280	280								
		Spirobranchus triquetris (anciennement Pomatoceros)	640	432			240	160	160	96	72	64	16		16		240	240	240	120	240	280	280								
		Mediomastus fragilis, Lumbinieris spp. et bivalves vé	640	432			240	160	160	96	72	64	16		16		240	240	240	120	240	280	280								
		Branchiostoma lanceolatum dans du sédiment grossier	640	432			240	160	160	96	72	64	16		16		240	240	240	120	240	280	280								
		Recouvrement de sédiments hétérogènes circalittoraux	600	540			300	200	200	120	90	80	20		20		300	300	300	150	300	350	350								
Mammifères marins		Bancs d'Ophiures Ophiothrix fragilis (EUNIS A3.443)	600	540			300	200	200	120	90	80	20		20		300	300	300	150	300	350	350								
		Crustacés benthiques	800	200			240	240	72					32	96		128	128	128	120								120			
	Pinnipèdes	Phoque gris	400	120			30	30	30					400	10	10	10	200	400	30	10						560	300		350	10
		Phoque veau marin	500	150			60	30	60					400	10	10	10	200	400	30	10						560	300		350	10
	Cétacés	Marsouin commun	320	64			16	16	32					302	8	8	160	336	24	8							448	200		224	
Reptiles marins		Grand dauphin	400	80			32	16	32					302	8	8	160	336	24	8							448	200		224	
	Tortues marines	Tortue Luth Dermochelys coriacea	80	2						50			8	28	80	80	24	24	24	24	8						200	16		32	
Communautés pélagiques		Surcoucou carotte carotte	100	8					70		36		140	120	42	42	42	42									200	16		32	
	Phytoplancton	Phytoplancton	8	200			120		280	280	200	8	8	120	72	48	48	72	200	8	80										
Poissons		Zooplankton	8	200			120		120	120	200	8	8	120	72	48	48	72	200	8	160										
		Rais benthique - fonds mixtes - côtier	400	48					32					40	32	24	32	24	24	24	48							160		120	
		Rais benthique - fonds mixtes - large	400	48					32					40	32	24	32	24	24	24	48							160		120	
		Rais benthique - fonds mixtes - côtier	400	48			400	160	160	16				40	32	24	32	24	24	24	48							160		120	
		Rais benthique - fonds mixtes - large	400	48			400	160	160	16				40	32	24	32	24	24	24	48							160		120	
		Benthiques côtier - fonds meubles	80	48			40	32		16	16	16		200		16	120	32	24	24	16	48					400	56		160	
		Benthiques - fonds meubles	400	480			400	32	160	16	16			120	32	24	24	24	24	24	56						400	56		160	
		Benthiques côtier - fonds rocheux	80	48			40	32	32	16	16	16		40		24	32	24	24	24	240	56					160	24		160	
		Benthogéologique - fonds sableux	400	240			400	32	16	16	80			200		120	32	24	24	16	240	56					160	160		160	
		Démersaux - fonds meubles	560	240			400	32	80	24	16			120		72	32	24	24	16	240	56					400	160		160	
		Démersaux côtier - fonds mixtes	240	40			200	32	16	24	10			40		72	32	24	24	16	160	56					160	160		160	
		Démersaux - fonds mixtes	240	48			40	32	16	24	16			40		72	32	24	24	16	160	56					160	160		160	
		Pélagiques	80	48			40			24	80			200		120	32	24	24	16	240	56					160	160		160	
	Oiseaux		Fou de bassan	336	336	144	144							48	48		80	32	64	64			288	288			288	280	96	96	
		Pigeon foréuse	40	160	24	72							160	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
		Pomarine cathartus	128	128	168	168							64	64		24	48	96	96			200	200	144	144	256	256				
		Mouette tridactyle	80	80	30	120							20	60		200	80		80				420	30	90	40	120				
		Guillemot de Traz	84	84	72	72							36	36		24	24	48	48			60	60	60	60	80	80				
		Goéland argenté	64	128	24	72							16	48		160	48		64				576	32	96	32	96				
		Corromeur huppé	48	48	128	128							16	16		96	96		96			112	54	120	120						
		Goélan brun	16	32	6	18							4	12		40	12		24				144	8	24	8	24	8			
		Puffin des banksies	4	24	6	36							4	12		80	8		24			4	12	24	24	8	48				
		Bonaparte Gannet	24	72	18	90							12	36		54	24		24			150	18	72	24	96					
		Mouette argente	20	80	12	48							8	24		36	16		32	23			12	48	16	64					
		Canards (maritimes)	80	320	24	168							16	64		48	48		96			320	40	160	64	512					
		Courlis cendré	8	8	8	8							16	64		16	64		32				80	16	32	92	92				
Chiroptères			Passereaux (pigeon foréuse, alouette des champs)	8	20		5							10	20		320	10		20			210	20				80	16	32	92
		Alouette commune	12											1	20		160	10				10	20				10	20			
		Alouette commune	12											1	20		160	10				10	20				10	20			
		Pipistrelle de Nathusius	48											4			80						140				12				
		Noctuelle commune	48											4			80						140				12				
		Noctuelle commune	48											4			80						140				12				

VI. Liste des couples Pression/Récepteur(s) pour les Habitats et Communautés Benthiques :

Pression(s)	Récepteur(s)	Modèle/Méthode	Priorité
Modif. des cond. hydrodynamiques	Bancs d'Ophiures <i>Ophiothrix fragilis</i> (EUNIS A5.445), Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux (EUNIS A5.44), <i>Branchiostoma lanceolatum</i> dans du sédiment grossier sablo-graveleux circalittoral (Eunis A5.145), <i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Lumbrineris</i> spp. et bivalves vénérifères dans du sable grossier ou du gravier circalittoral (EUNIS A5.142), Sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux (Eunis A5.14), <i>Spirobranchus triquetus</i> (anciennement <i>Pomatoceros triquetus</i>), balanes et bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux (EUNIS A5.141)	Beaucoup de modèles hydrodynamiques de circulation (CROCO, TELEMAC, DELFT, WW3, SWAN...)	1
Perte d'un habitat sous marin	Bancs d'Ophiures <i>Ophiothrix fragilis</i> (EUNIS A5.445), Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux (EUNIS A5.44), <i>Branchiostoma lanceolatum</i> dans du sédiment grossier sablo-graveleux circalittoral (Eunis A5.145), <i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Lumbrineris</i> spp. et bivalves vénérifères dans du sable grossier ou du gravier circalittoral (EUNIS A5.142), Sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux (Eunis A5.14), <i>Spirobranchus triquetus</i> (anciennement <i>Pomatoceros triquetus</i>), balanes et bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux (EUNIS A5.141)	C'est la même méthode pour la perte d'habitat mais dépend du type de données d'entrée (Niveau eunis).	1
Changement d'habitat sous-marin, Action physique sur le fond (sans dépôt et extraction), Dépôt de matériel, Extraction de substrat	Bancs d'Ophiures <i>Ophiothrix fragilis</i> (EUNIS A5.445), Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux (EUNIS A5.44), <i>Branchiostoma lanceolatum</i> dans du sédiment grossier sablo-graveleux circalittoral (Eunis A5.145), <i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Lumbrineris</i> spp. et bivalves vénérifères dans du sable grossier ou du gravier circalittoral (EUNIS A5.142), Sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux (Eunis A5.14), <i>Spirobranchus triquetus</i> (anciennement <i>Pomatoceros triquetus</i>), balanes et bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux (EUNIS A5.141)	C'est la même méthode que pour la perte d'habitat mais dépend du type de données d'entrée (Eunis niveau 5 max), difficulté d'appréhender la nature du changement d'habitat (suivi in situ nécessaire ?), voir méthodes DCSMM (D6)	2
Métaux synthétiques et non synthétiques	Bancs d'Ophiures <i>Ophiothrix fragilis</i> (EUNIS A5.445), Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux (EUNIS A5.44), <i>Branchiostoma lanceolatum</i> dans du sédiment grossier sablo-graveleux circalittoral (Eunis A5.145), <i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Lumbrineris</i> spp. et bivalves vénérifères dans du sable grossier ou du gravier circalittoral (EUNIS A5.142), Sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux (Eunis A5.14), <i>Spirobranchus triquetus</i> (anciennement <i>Pomatoceros triquetus</i>), balanes et bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux (EUNIS A5.141)	Existence d'un modèle de dispersion pour les anodes mais pas de lien avec les courbes dose/réponse, modèle dépend de l'élément chimique (al, cd),	2
Enrichissement organique	Bancs d'Ophiures <i>Ophiothrix fragilis</i> (EUNIS A5.445), Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux (EUNIS A5.44), <i>Branchiostoma lanceolatum</i> dans du sédiment grossier sablo-graveleux circalittoral (Eunis A5.145), <i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Lumbrineris</i> spp. et bivalves vénérifères dans du sable grossier ou du gravier circalittoral (EUNIS A5.142), Sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux (Eunis A5.14), <i>Spirobranchus triquetus</i> (anciennement <i>Pomatoceros triquetus</i>), balanes et bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux (EUNIS A5.141)	Voir modèle TROPHIKet Steven de Graer (WGMRED)	3
Introduction d'individus génétiquement différents d'espèces indigènes et introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Bancs d'Ophiures <i>Ophiothrix fragilis</i> (EUNIS A5.445), Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux (EUNIS A5.44), <i>Branchiostoma lanceolatum</i> dans du sédiment grossier sablo-graveleux circalittoral (Eunis A5.145), <i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Lumbrineris</i> spp. et bivalves vénérifères dans du sable grossier ou du gravier circalittoral (EUNIS A5.142), Sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux (Eunis A5.14), <i>Spirobranchus triquetus</i> (anciennement <i>Pomatoceros triquetus</i>), balanes et bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux (EUNIS A5.141)	En R&D modélisation de propagation d'ENI, Voir approche DCSMM (D2), voir bulletin COMEST	3
Modif. de la charge en particules	Bancs d'Ophiures <i>Ophiothrix fragilis</i> (EUNIS A5.445), Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux (EUNIS A5.44), <i>Branchiostoma lanceolatum</i> dans du sédiment grossier sablo-graveleux circalittoral (Eunis A5.145), <i>Mediomastus fragilis</i> , <i>Lumbrineris</i> spp. et bivalves vénérifères dans du sable grossier ou du gravier circalittoral (EUNIS A5.142), Sédiments grossiers à cailloutis circalittoraux (Eunis A5.14), <i>Spirobranchus triquetus</i> (anciennement <i>Pomatoceros triquetus</i>), balanes et bryozoaires encroûtants sur galets et cailloutis instables circalittoraux (EUNIS A5.141)	Modélisation ou mesure in situ de la charge en particule, turbidité, Voir approche DCSMM (D7) à dire d'experts mais modèles non opérationnels au stade de R&D (Mustang ? A reprendre, couplage courant de marée et houle avec connaissance bloom) et télédétection pour les données de turbidité de surface, courbe état pression inexistante pour les habitats	3

1

Possible à réaliser directement

2

Possible à réaliser mais pas dans l'immédiat

3

Au stade de R&D

VII. Liste des couples Pression/Récepteur(s) pour les Mammifères et Tortues

Pression(s)	Récepteur(s)	Modèle/Méthode	Priorité
Emissions sonores sous-marines	Phoque gris, Phoque veau marin	Superposition cartes de bruit (avec Quonops par exemple) et cartes d'habitat / Pas de modélisation démographique d'un impact (comme Depons ou IpCod) : R&D	1 et 3
Emissions sonores sous-marines	Marsouin commun, Grand dauphin	Superposition cartes de bruit (avec Quonops par exemple) et cartes d'habitat / Pas de modélisation démographique d'un impact (comme Depons ou IpCod) : R&D	1 et 3
Changement d'habitat sous-marin	Phoque gris, Phoque veau marin	Qualitatif - Cartes d'habitats - Approche comportementale - cartes de répartition d'activités => pas convertible en impact démographique / Photoidentification dans le suivi du parc	1
Changement d'habitat sous-marin	Marsouin commun, Grand dauphin	Qualitatif - Cartes d'habitats - Approche comportementale - cartes de répartition d'activités => pas convertible en impact démographique / Photoidentification dans le suivi du parc	1
Fréquentation humaine milieu sous marin (dérangement, perturbations sonores exceptées)	Phoque gris, Phoque veau marin	Qualitatif - Cartes d'habitats - Approche comportementale - cartes de répartition d'activités => pas convertible en impact démographique / Photoidentification dans le suivi du parc	2
Fréquentation humaine milieu sous marin (dérangement, perturbations sonores exceptées)	Marsouin commun, Grand dauphin	Qualitatif - Cartes d'habitats - Approche comportementale - cartes de répartition d'activités => pas convertible en impact démographique / Photoidentification dans le suivi du parc	2
Métaux synthétiques et non synthétiques	Phoque gris, Phoque veau marin	Bioaccumulation via le réseau trophique	3
Métaux synthétiques et non synthétiques	Marsouin commun, Grand dauphin	Bioaccumulation via le réseau trophique	3
Collisions sous marines	Marsouin commun, Grand dauphin		P1 : si la vitesse des navires > 12 noeuds
Collisions sous marines	tortue caouanne Caretta caretta , tortue Luth Dermochelys coriacea		P1 : si la vitesse des navires > 12 noeuds
Emissions électromagnétiques	tortue caouanne Caretta caretta , tortue Luth Dermochelys coriacea		3
Emission de lumière	tortue caouanne Caretta caretta , tortue Luth Dermochelys coriacea		3

1	Possible à réaliser directement
2	Possible à réaliser mais pas dans l'immédiat
3	Au stade de R&D

VIII. Liste des couples Pression/Récepteur(s) pour le Plancton et les Poissons

Récepteur(s)	Modèle/Méthode	Priorité
Phytoplancton	ECO-MARS3D	2
Zooplancton	ECO-MARS3D	2
Phytoplancton	ECO-MARS3D	2
Zooplancton	ECO-MARS3D	2
raies benthiques, poissons benthiques, benthopélagiques et démersaux	Modèle Atlantis (18 mois de paramétrage)? Modèle trophique envisageable pour effet récif / BACI mais pas du prédictif / Modèles de niche écologique ?	2
Amphihalins	DBHT ? SPEAR ?	2
poissons benthiques, benthopélagiques, démersaux	DBHT ? SPEAR ?	2
Poissons pélagiques	DBHT ? SPEAR ?	2
raies benthiques, Benthiques - fonds meubles	DBHT ? SPEAR ?	2
Raies benthiques	Indicateur de surface perdue ? En relatif par rapport à la surface de l'habitat perdu	2
Poissons benthiques - fonds meubles Démersaux	Indicateur de surface perdue ? En relatif par rapport à la surface de l'habitat perdu	2
Poissons benthopélagique - fonds sableux	Indicateur de surface perdue ? En relatif par rapport à la surface de l'habitat perdu	2
Zooplancton		3
Phytoplancton		3
Raies benthiques-meubles - côtier		3
Raies benthiques-meubles - côtier	Indicateur de surface colonisable, à introduire dans un modèle plus complexe (trophique)	3
Poissons benthiques - fonds meubles	Indicateur de surface colonisable, à introduire dans un modèle plus complexe (trophique)	3
Raies benthiques	Concerne a priori l'ensemble des raies, les câbles ss marins arrivant jusqu'à terre	3
Poissons démersaux - fonds meubles		3

IX. Liste des couples Pression/Récepteur(s) pour la Faune volante

Pression(s)	Récepteur(s)	Modèle/Méthode possible ?	Priorité
Collisions aériennes	Fou de Bassan, Fulmar boréal, Goéland argenté, Goéland brun, Mouette pygmée, Mouette tridactyle, Sterna caugek	opérationnel (ex : Band et al, 2012 ; CRM)	1
Collisions aériennes	Canards (macreuse), Plongeon catmarin	opérationnel (ex : Band et al, 2012 ; CRM) ; données différentes pour les oiseaux hivernants	1
Obstacle au mouvement, à l'alimentation, au repos, à la mue en milieu aérien (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)	Mouette tridactyle, Goéland argenté	même modèle à utiliser, mais données différentes pour les migrateurs et les nicheurs	2
Collisions aériennes	Courlis cendré	manque de données sur migrations	2
Fréquentation humaine milieu aérien (dérangement, perturbations sonores exceptées)	Canards (macreuse)	effets de la fréquentation humaine pourraient être intégrés dans un modèle de déplacement de population/modification d'habitat biologique ?	2
Perte d'un habitat sous-marin	Fou de bassan, Plongeon catmarin	effets de la perte d'habitat sous-marin (donc des ressources alimentaires associées) pourraient être intégrés dans un modèle de déplacement de population/modification d'habitat biologique ?	2
Obstacle au mouvement, à l'alimentation, au repos, à la mue en milieu aérien (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)	Fou de bassan, Fulmar boréal	modèles existants mais peu éprouvés (ex : matriciels, SeaBORD)	2
Fréquentation humaine en milieux sous-marin et aérien (dérangement, perturbations sonores exceptées)	Plongeon catmarin	effets de la fréquentation humaine pourraient être intégrés dans un modèle de déplacement de population/modification d'habitat biologique ?	2
Collisions aériennes	Passereaux (pipit farlouse, alouette des champs)	modèles opérationnels, mais manque de données sur les migrations	2
Obstacle au mouvement, à l'alimentation, au repos, à la mue en milieu aérien (entraînant une perte d'habitat fonctionnel)	Canards (macreuse), Plongeon catmarin	modèles existants mais peu éprouvés (ex : matriciels, SeaBORD)	2
Collisions aériennes	Pipistrelle de Nathusius, Sérotine bicolore	modèles de collisions opérationnels, mais très peu de données existantes sur les chiroptères en mer	2
Emission de lumière	Fulmar boréal, Mouette tridactyle, Goéland argenté	étude à mener pour caractériser l'attraction/répulsion de chaque espèce	3
Emission de lumière	Passereaux (pipit farlouse, alouette des champs)	étude à mener pour caractériser l'attraction/répulsion de chaque espèce	3
Changement d'habitat sous-marin	Plongeon catmarin, Cormoran huppé	nécessite un modèle d'évolution des communautés benthiques ?	3
Changement d'habitat sous-marin	Fou de bassan	nécessite un modèle d'évolution des communautés pélagiques superficielles ?	3
Changement d'habitat sous-marin	Guillemot de Troil	nécessite un modèle d'évolution des communautés pélagiques profondes ?	3
Changement d'habitat sous-marin	Canards (macreuse)	nécessite un modèle d'évolution des espèces benthiques sessiles ?	3



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*