

## AVERTISSEMENT/LICENCE

Le présent rapport est un document administratif produit par le Service hydrographique et océanographique de la marine dans le cadre de ses missions de service public de description de l'environnement physique marin. Sa communicabilité et sa réutilisation sont en conséquence régies par les dispositions en vigueur du code de l'environnement et du code des relations entre le public et l'administration (CRPA).

Le présent rapport est communiqué sous Licence Ouverte V2.0 d'Etalab disponible à l'URL : <https://www.etalab.gov.fr/licence-ouverte-open-licence/>

Selon les termes de cette licence il sera rappelé que :

- *« le Réutilisateur est libre de réutiliser l'information sous réserve de mentionner la paternité de l' « Information » : sa source (au moins le nom du « Concédant ») et la date de dernière mise à jour de l'« Information » réutilisée.*
  - *Le « Réutilisateur » est seul responsable de la « Réutilisation » de l'« Information ».*
- *La « Réutilisation » ne doit pas induire en erreur des tiers quant au contenu de l'« Information », sa source et sa date de mise à jour.*

Mots clés : Bruit sous-marin, Bruit impulsif anthropique, Bruit continu anthropique

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

L. Ceyrac, B. Ollivier, D. Dellong & B. Kinda (2022) Evaluation du descripteur D11 – Bruit sous-marin en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation cycle 3 au titre de la DCSMM.

N° 7 SHOM/DOPS/STM/ASM/NP

Shom 2022



### DIRECTIVE CADRE STRATÉGIE POUR LE MILIEU MARIN

#### Evaluation du descripteur D11 – Bruit sous-marin en France métropolitaine.

#### Rapport scientifique pour l'évaluation cycle 3 au titre de la DCSMM



L. Ceyrac, B. Ollivier, D. Dellong, G. B. Kinda

Direction des opérations, de la production et des services

Division Sciences et Techniques Marines

Département Acoustique Sous-Marine (ASM)

**N° 7 SHOM/DOPS/STM/ASM**



Pour citer ce document :

L. Ceyrac, B. Ollivier, D. Dellong & G. B. Kinda (2022) Evaluation du descripteur D11 – Bruit sous-marin en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation cycle 3 au titre de la DCSMM. N° 7 SHOM/DOPS/STM/ASM/NP.

Financements :

"Etude réalisée dans le cadre de la convention 2018-2022 N°2102851462 entre la Direction de l'Eau et de la Biodiversité et le SHOM"

Listes de contributeurs/relecteurs (experts associés) :

	Contributeurs	Relecteurs
Shom	Laura Ceyrac, Benjamin Ollivier, G. Bazile Kinda, David Dellong	Coordination BEE Ifremer : Céline Tixier, Yann Gratacap

## Synthèse des résultats

Le Descripteur 11 s'intéresse à l'introduction d'énergie, dont les sources acoustiques dans le milieu marin. Il s'agit d'un descripteur de la pression lié au bruit généré par les activités anthropiques. Il est évalué selon deux critères basés sur les caractéristiques des signaux émis : les sons impulsifs ou transitoires de courte durée et de forte intensité (D11C1) d'une part, et d'autre part les sons continus (D11C2). Le D11C1 repose sur le recensement des jours d'émissions impulsives. Le D11C2 repose sur la modélisation du bruit mensuel imputable au trafic maritime.

Les résultats de l'évaluation du D11C1 relative aux émissions impulsives présentant un risque de dérangement pour les animaux marins montrent un nombre constant d'émissions impulsives potentiellement gênantes sur la période 2017-2021 pour la sous-région marine Golfe de Gascogne, avec un cumul de 5 jours par an. En effet ce nombre est assez variable et présente une augmentation des émissions de niveaux faibles en 2021 avec l'implantation du parc éolien de St Nazaire. La majorité des événements impulsifs recensés présentent des niveaux forts et très forts en région Manche Atlantique. Mais le pourcentage de surface impactées sur la région Manche-Atlantique est stable sur la période 2017-2021 (~8 % en Manche-Mer du Nord, ~1 % en Mers Celtiques et Golfe de Gascogne). En région Méditerranée Occidentale le nombre d'émission impulsives potentiellement gênantes est constant (hors 2020) avec un cumul de 20 jours par an, impactant 2% de sa superficie.

Les résultats de l'évaluation du D11C1 relative aux émissions impulsives présentant un risque de surmortalité pour les animaux marins montrent un nombre variable d'émissions impulsives potentiellement létales sur la période 2017-2021, allant jusqu'à 48 jours par an en 2020 pour la Manche-Mer du Nord, 41 jours en 2018 pour les Mers Celtiques et 5 jours pour le Golfe de Gascogne. La majorité des événements impulsifs recensés présentent des niveaux acoustiques très forts en Manche-Mer du Nord et forts en Mers Celtiques. L'emprise spatiale des émissions impulsives dans les



3 sous-régions reste faible (de 1% en Mers Celtiques et Golfe de Gascogne à 8% en Manche-Mer du Nord).

En Méditerranée Occidentale, le nombre d'émissions impulsives potentiellement létales est constant sur la période 2017-2021 (hormis 2020), avec un cumul de 12 jours par an, avec une emprise spatiale de 2% localisée principalement dans les zones de contre-minage en rade d'Hyères.

Les résultats de l'évaluation du D11C2 relative au bruit anthropique continu présentant un risque de masquage pour les animaux marins dans la région Manche-Atlantique, montrent que pour les bandes de fréquences 63 Hz et 125 Hz respectivement, les niveaux de bruit ambiant sont de l'ordre de 100 dB et 95 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds (> 200 m), de 90 dB et 85 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur le plateau, inférieur à 90 dB et 80 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en côtier (< 12 mn des côtes) et atteignent 120 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  le long des grands rails de trafic maritime. Les valeurs présentées sont les maximums annuels calculés sur les moyennes mensuelles et ne tiennent pas compte de l'écart-type des niveaux de bruit mensuels en sortie du modèle d'au moins 4 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ . La majorité de la superficie évaluée pour les 3 sous-régions marines présente une tendance stable. On notera des incertitudes sur les tendances plus importantes en dehors des rails de trafic, probablement dû à la variation de l'activité de pêche. Cependant, 28%, 38% et 7% des sous-régions Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne, respectivement présentent une tendance positive, signifiant une augmentation des niveaux sonores sur la période 2015-2021. En Méditerranée Occidentale, pour les bandes de tiers d'octave centrée sur 63 Hz et 125 Hz respectivement, les niveaux de bruit ambiant sont de l'ordre de 100 dB et 95 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds (> 200 m), 90 dB et 85 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur le plateau et inférieur à 90 dB et 80 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en côtier (< 12 mn des côtes). Cette sous-région marine présente une tendance stable pour 98% de sa superficie et une tendance positive pour 2% de sa superficie. Les tendances calculées montrent une stabilité du bruit généré par le trafic maritime dans cette région.

## Synthesis of results

Descriptor 11 is concerned with the introduction of energy, including acoustic sources, into the marine environment. It is a descriptor of the noise pressure generated by anthropogenic activities. It is assessed according to two criteria based on the characteristics of the signals emitted: impulsive or transient sounds of short duration and high intensity (D11C1) on the one hand, and continuous sounds (D11C2) on the other. D11C1 is based on the identification of days of impulsive emissions. D11C2 is based on the modelling of monthly noise from maritime traffic.

The results of the D11C1 assessment of impulsive emissions presenting a risk of disturbance to marine animals show a constant number of potentially disturbing impulsive emissions over the period 2017-2021 only for the Bay of Biscay marine sub-region, with a cumulative number of 5 days per year. This number is quite variable and shows an increase in low level emissions in 2021 with the implementation of the St Nazaire wind farm. The majority of the impulsive events recorded present strong and very strong levels in the English Channel-Atlantic region. However, the percentage of surface areas impacted in this region is stable over the period 2017-2021 (~8% in the English Channel-North Sea and ~1% in the Celtic Seas and Bay of Biscay). In the Western Mediterranean region, the number of potentially disturbing impulsive emissions is constant (excluding 2020) with a cumulative 20 days per year, impacting 2% of its surface area.

The results of the D11C1 assessment of impulsive emissions presenting a risk of excess mortality for marine animals show a variable number of lethal impulsive emissions over the period 2017-2021, ranging from 48 days per year in 2020 for the English Channel-North Sea, 41 days in 2018 for the Celtic



Seas and 5 days for the Bay of Biscay. The majority of the impulsive events recorded have very high acoustic levels in the English Channel-North Sea and high levels in the Celtic Seas. The spatial extent of impulsive emissions in the 3 sub-regions remains low (from 1% in the Celtic Seas and Bay of Biscay to 8% in the English Channel-North Sea).

In the Western Mediterranean, the number of potentially lethal impulsive emissions is constant over the period 2017-2021 (except for 2020), with a total of 12 days per year, with a spatial extent of 2% located mainly in the counter-mining areas in the Hyères bay.

The results of the D11C2 assessment of continuous anthropogenic noise presenting a masking risk to marine animals in the English Channel-Atlantic region show that for the 63 Hz and 125 Hz frequency bands respectively, ambient noise levels are in the order of 100 dB and 95 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  in the deep sea (> 200 m), 90 dB and 85 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  on the shelf, less than 90 dB and 80 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  inshore (< 12 nm from the coast) and up to 120 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  along major shipping routes. The values presented are annual maximums calculated on monthly averages and do not consider the standard deviation of monthly noise levels at the model output of at least 4 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ . The majority of the area assessed for the 3 marine sub-regions shows a stable trend. There are uncertainties about the trends outside the traffic rails, probably due to the variation in fishing activity. However, 28%, 38% and 7% of the Channel-North Sea, Celtic Seas and Bay of Biscay sub-regions, respectively, show a positive trend, meaning an increase in noise levels over the period 2015-2021. In the Western Mediterranean, for the one-third octave bands centered on 63 Hz and 125 Hz respectively, ambient noise levels are in the order of 100 dB and 95 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  in the deep sea (> 200 m), 90 dB and 85 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  on the shelf and less than 90 dB and 80 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  in the coastal area (< 12 nm from the coast). This marine sub-region shows a stable trend for 98% of its area and a positive trend for 2% of its area. The calculated trends show a stability of noise generated by maritime traffic in this region.



<b>1.</b>	<b>GLOSSAIRE/LISTE DES ABBREVIATIONS .....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>0</b>
<b>3.</b>	<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>1</b>
<b>4.</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>2</b>
<b>5.</b>	<b>CONTEXTE REGLEMENTAIRE .....</b>	<b>3</b>
5.1.	ELEMENTS DE CADRAGE (DECISION 2017/848 ET DU FUTUR ARRETE BEE DE 2023) .....	3
5.2.	ACTIVITES EN LIEN AVEC LES PRESSIONS RELEVANT DE L'APPORT DE SONS ANTHROPIQUES.....	7
5.3.	OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX EN LIEN AVEC LES ATTRIBUTS ET/OU LES INDICATEURS DE CE DESCRIPTEUR.....	7
5.4.	CORRESPONDANCE AVEC LES SOUS-PROGRAMMES DE SURVEILLANCE TELS QUE DEFINIS DANS LES PAMM.....	9
5.5.	PROGRAMMES DE MESURES EN LIEN AVEC LES ATTRIBUTS ET/OU LES INDICATEURS DE CE DESCRIPTEUR : .....	9
<b>6.</b>	<b>ETAT DE L'ART .....</b>	<b>10</b>
6.1	INDICATEURS BRUIT IMPULSIF ET BRUIT CONTINU.....	10
6.2	TRAVAUX EUROPEENS ET DANS LES CONVENTIONS DE MERS REGIONALES.....	11
<b>7.</b>	<b>METHODE D'EVALUATION .....</b>	<b>12</b>
7.1.	METHODES ET ECHELLES D'EVALUATION SELON LES UNITES MARINES DE RAPPORTAGE (UMR). LIENS AVEC LES DESCRIPTEURS, THEMATIQUE, CRITERE, INDICATEURS ET FICHES INDICATEURS BEE CORRESPONDANTS.....	12
7.2.	DETERMINATION DE LA CONFIANCE EN L'EVALUATION .....	15
7.2.1.	<i>Méthodologie "confiance et précision" pour le D11C1 Bruit anthropique impulsif :.....</i>	<i>15</i>
7.2.2.	<i>Méthodologie et confiance pour le D11C2 Bruit anthropique continu .....</i>	<i>16</i>
7.3.	ASPECTS METHODOLOGIQUES ISSUS DES TRAVAUX INTERNATIONAUX ET COMMUNAUTAIRES DE COOPERATION.....	16
7.4.	VISION D'ENSEMBLE DE LA METHODE D'EVALUATION DE L'ATTEINTE DU BEE POUR LE DESCRIPTEUR / ATTRIBUT(S) CORRESPONDANT(S) : .....	16
<b>8.</b>	<b>SYNTHESE DES RESULTATS.....</b>	<b>17</b>
8.1.	CRITERE D11C1 BRUIT IMPULSIF ANTHROPIQUE.....	17
8.2.	CRITERE D11C2 BRUIT CONTINU ANTHROPIQUE.....	19
<b>9.</b>	<b>ANALYSE DE LA METHODE ET DES OUTILS D'EVALUATION .....</b>	<b>19</b>
9.1.	ANALYSE CRITIQUE DE L'INDICATEUR D11C2 BRUIT CONTINU A 63 HZ ET 125 HZ DURANT L'EPIDEMIE DE COVID-19 (2019-2020) .....	19
9.2.	ANALYSE STATISTIQUE DU BRUIT AMBIANT .....	21
9.3.	COMPARAISON MODELE-MESURES .....	22
9.3.1.	<i>Méthode de comparaison.....</i>	<i>23</i>
9.3.2.	<i>Mesure, estimation et comparaison du bruit ambiant dans le cadre de la DCSMM pour le D11C2</i>	<i>23</i>
9.3.3.	<i>Estimations du niveau moyen et estimation de la dynamique du bruit .....</i>	<i>24</i>
9.3.4.	<i>Estimation de la couverture théorique de la comparaison.....</i>	<i>24</i>
9.3.5.	<i>Etude de l'origine des erreurs et incertitudes de modélisation (pistes d'amélioration des modèles)</i>	<i>25</i>
9.4.	DEVELOPPEMENT D'UNE METHODE PROBABILISTE POUR L'ETABLISSEMENT DES SEUILS.....	26
9.4.1.	<i>Etude de cas Zone Économique Exclusive Française Atlantique .....</i>	<i>26</i>
9.4.2.	<i>Méthodologie par chaîne de valeurs seuils imbriquées.....</i>	<i>27</i>
9.4.3.	<i>Analyse de Monte Carlo : prise en compte des incertitudes et erreurs de modélisation .....</i>	<i>28</i>
9.4.4.	<i>Distribution marginale des valeurs seuils .....</i>	<i>28</i>
9.4.5.	<i>Carte de probabilité d'atteinte d'un niveau de risque de bruit durable .....</i>	<i>30</i>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>32</b>
<b>11.</b>	<b>REFERENCES .....</b>	<b>32</b>



## 1. Glossaire/Liste des abréviations

OFB : Office Française pour la Biodiversité  
BEE : Bon Etat Ecologique  
D1 : Descripteur 1  
D11 : Descripteur 11  
DCSMM : Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin  
DGEC : Direction Générale  
DST : Dispositif de Séparation du Trafic  
GdC : Golfe de Gascogne  
OE : Objectif Environnemental  
MAMBO : Monitoring Acoustique et Mesures de Bruit d'Opportunité  
MMN : Manche-Mer du Nord  
MC : Mers Celtiques  
MO : Méditerranée Occidentale  
MSFD : Marine Strategic Framework Directive  
MSCG : Marine Strategy Coordination Group  
OSPAR : OSlo-PARis convention  
PdM : Programme de Mesures  
PdS : Programme de Surveillances  
SIRENE : Sons Impulsifs REGistre National d'Emission  
SP1 : Sous-Programme 1 Emissions continues  
SP2 : Sous-Programme 2 Emissions impulsives  
SP3 : Sous-Programme 3 Mesures en mer du bruit  
SP4 : Sous-Programme 4 Impact des bruits  
SRM : Sous-Région Marine  
TG Noise : Technical Group on Noise  
UE : Union Européenne  
WG GES : Working Group Good Environmental Status

## 2. Liste des figures

Figure 1 Echelle d'évaluation du descripteur 11 relatif aux perturbations sonores3.2 Détermination de la confiance en l'évaluation.....	15
Figure 2 Schéma général du processus d'évaluation de l'atteinte du BEE pour le D11 .....	17
Figure 3 Distributions spatiales de la différence des niveaux de bruit maximaux dans la colonne d'eau en dB pour la bande de tiers d'octave centrée sur 63 Hz dans les eaux marines de la SRM Méditerranée Occidentale. A gauche, des différences positives et négatives sont observées entre les mois de janvier 2020 et janvier 2019. A droite, des différences strictement négatives pour les mois de mai 2020 et mai 2019 montrent que le confinement lié à la pandémie impact largement le bruit continu. ....	20
Figure 4 Le dispositif Monitoring Acoustique et Mesures de Bruit sur Opportunités (MAMBO) est composé de 12 stations d'acquisition acoustique déployées sur l'ensemble des SRM. Ces stations sont opérées par le Shom et ses partenaires comme indiqué dans la légende. Les zones grises correspondent aux zones où la délimitation maritime est sous réserve d'accord avec un autre Etat. ....	21
Figure 5 Analyse de la couverture empirique de la comparaison entre le modèle et les données. La confiance estimée qualitativement dans le tableau 6 est reportée ici sur la carte de bruit. En rouge (station 04C) : confiance limitée dans le modèle d'après la comparaison. En bleu (station 05G) : cohérence suffisante entre modèle et mesure. Figure issue du rapport de Kinda et al., 2022.....	25
Figure 6 Schéma récapitulatif des données utilisées pour la modélisation du bruit de navire. ....	26
Figure 7 Carte de bruit ambiant au tier d'octave 63 Hz pour le mois de Janvier 2019 (JONAS) pour les sous-régions marine de la ZEE Atlantique Française. ....	27
Figure 8 Méthodologie par chaîne de valeurs seuils imbriquées .....	28
Figure 9 Triplets de distributions marginales des valeurs seuils par SRM (A) Manche - Mer du Nord ; B) Mers Celtiques ; C) Golfe de Gascogne. Chaque triplet comprend trois graphiques, représentant l'ensemble des seuils des trois dimensions : seuils de niveau, seuils temporels et seuils spatiaux et cela pour chaque SRM. La comparaison graphique entre les SRM se fait dans la diagonale. ....	29
Figure 10 Carte représentant la probabilité. Probabilité d'atteindre un niveau de risque de bruit soutenable si le niveau seuil de 100 dB n'est pas dépassé 50 % du temps en janvier 2019. Cette probabilité est calculée dans chaque SRM indépendamment. La variation de couleur est obtenue à partir de 250 simulations de Monte Carlo sur des écarts-type suivant une distribution normale et représente l'incertitude de la carte de bruit. Ainsi, plus la maille est proche de la probabilité centrale de 0,5, plus l'incertitude sur l'évaluation du risque de bruit est élevée. ....	31

### 3. Liste des tableaux

Tableau 1 Critères et normes méthodologiques pour l'évaluation du bon état écologique du descripteur 11 dans la décision révisée (2017/848/UE). .....	4
Tableau 2 Objectifs environnementaux communs aux 4 façades maritimes en lien avec les indicateurs pour le cycle 3.....	7
Tableau 3 Sous-programmes du programme de surveillance « Bruit » 2nd cycle, critères (primaires) et indicateurs BEE associés (selon arrêté 2019 et décision UE 2017/848). .....	9
Tableau 4 Tableau de synthèse présentant les liens Descripteurs Thématique Critères Indicateurs FI BEE .....	12
Tableau 5 Méthode d'évaluation de l'indice de confiance des données d'émissions impulsives .....	16
Tableau 6 Résultats de l'évaluation qualitative de la confiance pour les deux stations 04C et 05G dans l'étude de cas des SRM Mers Celtiques et Golfe de Gascogne. L'erreur moyenne correspond à l'écart entre les niveaux moyens sur la période et l'erreur dynamique aux différences de forme des distributions. ....	25

### 4. Introduction

Ce rapport scientifique pour le Descripteur 11 Bruit sous-marin pour l'évaluation DCSMM cycle 3 du Bon Etat Ecologique (BEE) vise à présenter une évaluation de l'atteinte du BEE au niveau le plus intégré possible sur la base de la décision 2017/848/UE. Il se base et complète les informations présentées dans les Fiches Indicateurs BEE (FI BEE) pour le critère D11C1 bruit impulsif anthropique (Région Manche-Atlantique D11C1 dérangement ; Région Manche-Atlantique D11C1 surmortalité ; Région Méditerranée D11C1 dérangement ; Région Méditerranée D11C1 surmortalité.) et pour le critère D11C2 bruit continu anthropique à basse fréquence (Région Manche-Atlantique D11C2 Risque de masquage ; Région Méditerranée D11C2 Risque de masquage). L'évaluation de ce descripteur ~~sur ce~~ cycle se base sur les émissions sonores dans les eaux marines. Elle est de nature qualitative et repose sur les meilleures connaissances scientifiques disponibles, compte tenu de l'absence de seuils européens au moment de l'évaluation. Un cadre d'évaluation des valeurs seuils européennes pour les sons impulsifs et continus a été produit par le Groupe Technique européen sur le bruit sous-marin (TG Noise) à travers les livrables DL1 et DL3 respectivement, publié par la Commission Européenne en novembre 2021 puis suivi en novembre 2022, par un autre livrable, DL2-DL4, proposant des options de seuils spatiaux des sons impulsifs et continus. Les options de seuils ont été validées trop tardivement (novembre 2022) pour être pris en compte lors de l'évaluation du cycle 3 (juin 2022).

Les résultats de l'évaluation pour le critère D11C1 se basent sur l'emprise temporelle et spatiale des événements impulsifs au-delà desquelles le risque de perturbation ou de surmortalité des mammifères marins est considéré comme significatif. Pour le critère D11C2, les résultats se basent sur les tendances du niveau sonore continu notamment lié au trafic maritime, sur son emprise spatiale et son étendue temporelle pouvant être nuisibles aux populations d'animaux marins dans les eaux françaises métropolitaine.

### 5. Contexte réglementaire

La directive 2008/56/CE, dite Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM), fixe aux États membres de l'Union Européenne l'obligation d'atteindre et/ou de maintenir le bon état écologique (BEE) dans les eaux européennes à l'horizon 2020. Son implémentation opérationnelle, qui est conduite sur la base de cycles de six ans, comporte 5 volets principaux :

- L'évaluation des eaux marines (article 8) : ce volet consiste à quantifier l'état écologique des eaux sous juridiction nationale sur la base d'indicateurs et critères méthodologiques établis sur la base d'une décision communautaire, éventuellement complétée au niveau national ; cette évaluation doit permettre de conclure sur l'atteinte ou la non atteinte du BEE dont la définition est l'objet de l'article 9 ;
- La définition du BEE (article 9) : ce volet a pour but de fournir une définition réglementaire du BEE sur la base de caractéristiques vérifiables à partir des indicateurs et critères d'évaluation ;
- La définition d'objectifs environnementaux (OE) (article 10) : ce volet a pour but d'orienter les efforts pour atteindre et/ou maintenir le BEE. Il doit être compris comme la définition des moyens et des jalons d'atteinte et de maintien du BEE, sous la forme de la définition d'objectifs spécifiques, mesurables, acceptables, réalisables et bornés dans le temps ;
- La mise en place d'un programme de surveillance (PdS) (article 11) : le programme de surveillance définit les contours et les moyens à mettre en œuvre pour fournir les données d'activité, de pression, d'impact et d'état nécessaires à l'évaluation des eaux et de la tenue des objectifs environnementaux ;
- La mise en place d'un programme de mesures réglementaires (PdM) pour assurer la tenue des objectifs et l'atteinte du BEE (article 13). Le programme de mesure a pour but que les activités anthropiques soient conduites et gérées aux échelles spatiales et temporelles ad hoc dans le respect des caractéristiques du BEE.

La directive repose sur l'évaluation de l'état écologique des eaux marines suivant 11 descripteurs thématiques, dont des descripteurs d'états et des descripteurs de pression. Le descripteur 11 qui est défini comme « L'introduction d'énergie, y compris de sources sonores sous-marines, s'effectue à des niveaux qui ne nuisent pas au milieu marin ».

#### 5.1. Eléments de cadrage (décision 2017/848 et du futur arrêté BEE de 2023)

Le descripteur 11 -Bruit sous-marin fait référence à l'introduction d'énergie, y compris de sources sonores sous-marines, et s'effectue à des niveaux qui ne nuisent pas au milieu marin.

Les critères D11C1 et D11C2 et leurs normes méthodologiques d'évaluation de l'atteinte du BEE au titre du descripteur 11 portent exclusivement sur les émissions sonores dans les eaux marines (Tableau 1). L'arrêté du 09/09/2019 a été révisé en 2022 pour une application lors de l'évaluation du cycle 3 dès 2023. Or aucune modification n'a été apporté à la version 2019 révisée. Les critères pour le D11 et leurs définitions reste inchangés dans le futur arrêté 2023.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Tableau 1 Critères et normes méthodologiques pour l'évaluation du bon état écologique du descripteur 11 dans la décision révisée (2017/848/UE).

Éléments constitutifs des critères	Critères	Normes méthodologiques
Bruit impulsif anthropique dans l'eau.	<p>D11C1 – Primaire :</p> <p>La répartition spatiale, l'étendue temporelle et les niveaux des sources de sons impulsifs anthropiques ne dépassent pas les niveaux nuisibles aux populations d'animaux marins.</p> <p>Les États membres coopèrent au niveau de l'Union en vue d'établir des valeurs seuils pour ces niveaux, en tenant compte des particularités régionales ou sous-régionales.</p>	<p>Echelle d'évaluation :</p> <p>Région, sous-région ou subdivisions.</p> <p>Application des critères :</p> <p>Le degré de réalisation du bon état écologique est exprimé de la manière suivante pour chaque zone évaluée :</p> <p>a) pour le critère D11C1, durée par année civile des sons impulsifs, répartition desdits sons sur l'année et dans la zone d'évaluation, et respect ou non des valeurs seuils ;</p>
Bruit continu anthropique à basse fréquence dans l'eau.	<p>D11C2 – Primaire :</p> <p>La répartition spatiale, l'étendue temporelle et les niveaux des sons continus anthropiques ne dépassent pas les niveaux nuisibles aux populations d'animaux marins.</p> <p>Les États membres coopèrent au niveau de l'Union en vue d'établir des valeurs seuils pour ces niveaux, en tenant compte des particularités régionales ou sous-régionales.</p>	<p>b) pour le critère D11C2, moyenne annuelle du niveau sonore, ou autre indicateur temporel approprié arrêté au niveau régional ou sous-régional, par unité de surface, et répartition spatiale de celle-ci dans la zone d'évaluation, et étendue (en % ou km<sup>2</sup>) de la zone d'évaluation dans laquelle les valeurs seuils sont respectées.</p> <p>L'utilisation des critères D11C1 et D11C2 dans l'évaluation du bon état écologique au titre du descripteur 11 est convenue au niveau régional ou sous-régional. Les résultats pour ces critères contribuent également aux évaluations réalisées au titre du descripteur 1.</p>

Les deux critères sont évalués à l'échelle de la sous-région marine (SRM) pour les sous-régions "Manche et Mer du nord", "Mers Celtiques", "Golfe de Gascogne" et "Méditerranée Occidentale".

**Le critère D11C1** - Bruit impulsif anthropique est représenté par la répartition spatiale, l'étendue temporelle et les niveaux des sources de sons impulsifs anthropiques ne dépassant pas les niveaux nuisibles aux populations d'animaux marins. L'élément constitutif de ce critère est le son impulsif anthropique dans l'eau généré par les émissions de sources sonores sous-marines d'origine humaine, par les explosions sous-marines et par le battage de pieux. Les activités en lien avec le bruit impulsif sont notamment les travaux publics maritimes, les activités parapétrolières et para-gazières offshore, l'action de l'Etat en mer et la recherche et le développement technologique.

Selon le futur arrêté 2023, on entend par Emission impulsive, un son de durée limitée, décrit comme le niveau d'émission d'une source monopolaire, en unités de dB re 1  $\mu\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$ , ou comme le niveau d'émission de crête d'une source monopolaire, en unités de dB re 1  $\mu\text{Pa}$  @ 1 m, mesurés dans les deux cas sur la bande de fréquences de 10 Hz à 10 kHz. D'autres sources spécifiques ayant des bandes de fréquences plus élevées peuvent être considérées si les effets à plus longue distance sont jugés importants. Et on entend par niveaux nuisibles pour les populations des animaux marins, des niveaux

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

d'emprise temporelle et spatiale des émissions sonores induisant au moins l'un des risques suivants, risque de perturbation du cycle de vie des mammifères marins à l'échelle des populations ; risque de surmortalité directe ou indirecte des mammifères marins exposés à des sons impulsifs ; risque de masquage des communications acoustiques des cétacés.

Les émissions impulsives considérées au titre du critère D11C1 sont de niveaux supérieurs aux seuils suivants :

- 0,008 kg TNT eq. pour les explosions sous-marines ;
- tout battage de pieux ;
- 209 N0-p dB re 1  $\mu\text{Pa}$  @ 1 m pour les émissions des canons à air ;<sup>1</sup>
- 186 Ne dB re 1  $\mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2 \text{ s}$  @ 1 m pour les autres sources impulsives ;<sup>2</sup>
- 176 N0-p dB re 1  $\mu\text{Pa}$  @ 1 m pour les autres sources.

Les émissions impulsives sont qualifiées comme fortes à très fortes si elles dépassent les seuils suivants :

- 22 kg TNT eq. pour les explosions sous-marines ;
- 28 Mj pour le battage de pieux ;
- 253 N0-p dB re 1  $\mu\text{Pa}$  @ 1 m pour les émissions des canons à air ;
- 230 Ne dB re 1  $\mu\text{Pa}^2 \text{ m}^2 \text{ s}$  @ 1 m pour les autres sources impulsives ;
- 220 N0-p dB re 1  $\mu\text{Pa}$  @ 1 m pour les autres sources.

Les unités de mesure du critère D11C1 sont le nombre de jours par trimestre (ou par mois, selon le cas) comportant des sources de sons impulsifs ; la proportion (%) d'unités de surface ou étendue en kilomètres carrés ( $\text{km}^2$ ) de la zone d'évaluation comportant des sources de sons impulsifs, par an.

Les indicateurs du D11C1 sont :

- le risque de dérangement, faisant référence à la distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives, correspondant à la distribution temporelle des émissions impulsives, exprimée en nombre de jours comportant des sources d'émissions impulsives par trimestre (ou par mois), et la distribution spatiale du cumul de jours par trimestre (ou par mois) par maille.
- le risque de surmortalité, faisant référence à la distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort, correspondant à la distribution temporelle des émissions impulsives fortes et très fortes, exprimée en nombre de jours comportant des sources d'émissions impulsives par trimestre (ou par mois), et la distribution spatiale du cumul de jours par trimestre (ou par mois) par maille.

Comme le prévoit l'article 6 de l'arrêté 2023, les valeurs seuils du BEE ont été précisées à la suite d'études complémentaires. En effet, ces valeurs seuils ont été établies par le TG Noise au niveau Européen et sont aujourd'hui disponibles (DL2 TG Noise) mais n'ont pu être intégrées à la présente évaluation compte tenu de leur validation par le WG GES le 14 Novembre 2022. Ces valeurs seuils incluent la définition du LOBE qui représente le seuil de niveau sonore à partir duquel on observe des effets néfastes sur une espèce. Aucune espèce n'est actuellement définie au niveau européen, et chaque État membre est en charge de définir les espèces qu'il considère au titre de ce seuil. Les recommandations de seuils temporels incluent la notion de court terme et de long terme. Ainsi, pour des expositions à court terme, la proportion maximale de la zone d'habitat d'une espèce d'intérêt exposée à des bruits impulsifs supérieurs au LOBE ne doit pas excéder 20% sur une journée. Pour une exposition à long terme, l'exposition moyenne est calculée. La proportion maximale de la zone

<sup>1</sup> N0-p représente le niveau sonore 0-peak.

<sup>2</sup> Ne représente le niveau sonore énergétique.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

d'habitat d'une espèce d'intérêt exposée à des bruits impulsifs supérieurs au LOBE ne doit pas excéder 10%. Ces valeurs peuvent toutefois être abaissées par l'État membre si le milieu subit d'autres pressions.

**Le critère D11C2** - Bruit continu anthropique à basse fréquence est représenté par la répartition spatiale, l'étendue temporelle et le niveau des sons continus anthropiques ne dépassent pas les niveaux nuisibles aux populations d'animaux marins. L'élément constitutif de ce critère est le bruit continu anthropique à basse fréquence dans l'eau, notamment celui généré par le trafic maritime.

L'indicateur utilisé est le risque de masquage. Il s'agit de la distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz), correspondant au niveau de bruit continu exprimé en dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur la bande de tiers d'octave centré sur 63 Hz, respectivement sur 125 Hz, et la distribution spatiale des maximums annuels atteint par maille dans la colonne d'eau. Les niveaux acoustiques sont mesurés in situ ou inférés à l'aide de modèles numériques, validés localement par des mesures in situ.

Les unités de mesure du critère D11C2 sont la moyenne annuelle (ou autre indicateur temporel) du niveau sonore continu par unité de surface ; la proportion (%) ou étendue en kilomètres carrés ( $\text{km}^2$ ) de la zone d'évaluation présentant des niveaux sonores supérieurs aux valeurs seuils.

Comme le prévoit l'article 6 de l'arrêté 2023, les valeurs seuils du BEE ont été précisées à la suite d'études complémentaires. En effet, ces valeurs seuils ont été établies par le TG Noise au niveau Européen et sont aujourd'hui disponible (DL4 TG Noise) mais n'ont pu être intégrés à la présente évaluation compte tenu de leur validation par le WG GES le 14 Novembre 2022. Ces valeurs seuils incluent la définition du LOBE qui représente le seuil de niveau sonore à partir duquel on observe des effets néfastes sur une espèce. Aucune espèce n'est actuellement définie au niveau européen, et chaque État membre est en charge de définir les espèces qu'il considère au titre de ce seuil. Il a été recommandé de ne pas dépasser le LOBE sur plus de 20% de l'habitat de l'espèce afin de ne pas atteindre son intégrité lorsque le bruit est continu. Ces valeurs peuvent toutefois être abaissées par l'État membre si le milieu subit d'autres pressions.

- Lien avec les autres critères et indicateurs.

L'indicateur D11C2 est potentiellement lié aux critères d'abondance (D1C2), de distribution (D1C4) des groupes d'espèces de mammifères et à leurs indicateurs associés (M3-OSPAR, M4a-OSPAR, M4b-OSPAR, MM-abond et MM-distrib) (Spitz *et al.*, 2017). Toutefois, compte tenu du manque de connaissances scientifiques concernant les perturbations sonores et l'absence de critères d'impact sur les espèces sensibles, il n'y a pas pour 2022 d'évaluation conjointe entre le D11 et le D1. Cependant, des pistes sont envisagées depuis la dernière révision du Programme de Surveillance, en vue de l'opérationnalisation du SP4 dédié aux impacts du bruit sur les mammifères marins, par corrélation notamment des indicateurs de pression sonore anthropique et d'état des espèces. En effet, le développement d'un critère D1 acoustique est envisagé et le développement de la coopération inter-descripteurs est en cours d'élaboration. Les travaux sont à l'état de la recherche pour le croisement des données D1MMT et D11. Deux stages ont été encadrés au Shom<sup>3,4</sup> avec un co-encadrement respectif de Pelagis et de l'IUEM. Ces résultats ont été présentés en conférences internationales. Néanmoins des travaux supplémentaires sont nécessaires pour proposer un dispositif opérationnel.

<sup>3</sup> Marie Mauran (2018), Vers une définition du risque écologique lié à une pollution sonore sous-marine, Stage de M2, Université de Bordeaux

<sup>4</sup> Eva Chamorro Guarrido (2019), Analysis of the influence of the marine traffic noise in whales trajectories, Stage de M1, IUEM

### 5.2. Activités en lien avec les pressions relevant de l'apport de sons anthropiques

Pour le critère D11C1, les activités concernées sont :

- Structures en mer (autres que celles aménagées pour l'exploitation du pétrole/du gaz/des énergies renouvelables).
- Production d'énergies renouvelables (énergie éolienne, houlomotrice et marémotrice), y compris les infrastructures.
- Activités de recherche, étude et activités éducatives.
- Sécurité/ Défense (Unexploded Ordnance).

Pour le cycle 3, les jours d'émissions recensés pour les années 2017 à 2021 proviennent de l'ensemble de ces activités.

Pour le critère D11C2, les activités concernées sont :

- Transport — navigation.
- Infrastructures de transport.
- Activités de recherche, étude et activités éducatives.
- Structures en mer (autres que celles aménagées pour l'exploitation du pétrole/du gaz/des énergies renouvelables).
- Activités de tourisme et de loisirs.

Pour le cycle 3, l'ensemble des navires équipés d'un AIS ou d'une VMS, quel que soit leur activité sont recensés pour les années 2017 à 2021.

### 5.3. Objectifs environnementaux en lien avec les attributs et/ou les indicateurs de ce descripteur

Les objectifs environnementaux proposés pour le 3ème cycle pour le descripteur D11 (bruit sous-marin) concernent la pression (pollution sonore sous-marine) liée au bruit généré par des sons impulsifs (explosions, battage de pieux, canons à air sismique) et par des sons continus (bruit généré par les navires). Ils sont communs pour les quatre façades maritimes françaises (Tableau 2).

Tableau 2 Objectifs environnementaux communs aux 4 façades maritimes en lien avec les indicateurs pour le cycle 3

	Objectifs environnementaux	Indicateurs associés
<b>Bruit impulsif</b>	<b>D11-OE01</b> : Réduire le niveau de bruit lié aux émissions impulsives au regard des risques de dérangement et de mortalité des mammifères marins.	<b>D11-OE01-ind1</b> : Emprise spatiale des événements recensés de niveau "forts" à "très forts" en pourcentage sur la façade.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

		<p><b>Cible 2026 (seuil compatible avec le BEE)</b> : définie, concertée et adoptée en façade simultanément au plan d'action du DSF.</p> <p>Statut de l'indicateur : opérationnel</p> <p><b>D11-OE01-ind2</b> : Taux de projets générant des émissions impulsives présentant un risque de dérangement et de mortalité des mammifères marins (suite à l'évaluation environnementale) et ayant mis en place des mesures de réduction de l'impact acoustique.</p> <p><b>Cible 2026</b> : 100% des projets autorisés à compter de l'adoption de la stratégie de façade maritime.</p> <p>Statut de l'indicateur : opérationnel</p>
<b>Bruit Continu</b>	<p><b>D11-OE02</b> : Maintenir ou réduire le niveau de bruit continu produit par les activités anthropiques, notamment le trafic maritime.</p>	<p><b>D11-OE02-ind1</b> : Bruit anthropique à basse fréquence dans l'eau (niveau maximum et étendue spatiale). (Critère D11C2 du BEE).</p> <p><b>Cible 2026</b> : Diminution (i.e. la médiane spatiale des différences interannuelles des niveaux maximaux par façade est nulle ou négative).</p> <p>Statut de l'indicateur : opérationnel</p>

### Éléments de justification des cibles 2026 :

Cible de l'indicateur 1 de l'OE D11-OE01 : Un groupe de travail européen d'experts travaille sur la définition des seuils du BEE au regard du D11. En l'absence d'un consensus au niveau européen concernant ces seuils BEE, il est difficile de proposer une cible pour cet indicateur. Cible de l'indicateur 2 de l'OE D11-OE01 : L'indicateur vise à mesurer le nombre de projets ayant mis en place des mesures d'atténuation (réduction) du bruit permettant de limiter le dérangement et le risque de mortalité des mammifères marins. La cible de 100 % est réglementaire pour les projets soumis à évaluation environnementale. L'objectif d'absence de perte nette de biodiversité, voire de gain, et l'obligation de respecter la séquence « éviter, réduire, compenser » pour tout projet impactant la biodiversité et les services qu'elle fournit est maintenant inscrit dans la loi 2016-1087 du 8 août 2016. Le porteur de projet doit éviter les atteintes à l'environnement, réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits ; à défaut le projet n'est pas autorisé en l'état (cf. article L. 161-1 du code de l'environnement).

**Remarque** : S'agissant des bruits impulsifs, les conséquences pour les mammifères marins peuvent aller du dérangement (entraînant la fuite) à la mortalité des individus. Un guide définissant des préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine est disponible et a été communiqué aux services instructeurs en 2020 (Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine).

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### 5.4. Correspondance avec les sous-programmes de surveillance tels que définis dans les PAMM

Les critères D11C1 et D11C2 sont associés à des sous-programmes de surveillance pour le recensement des émissions impulsives et continu et les mesures en mer (Tableau 3).

Tableau 3 Sous-programmes du programme de surveillance « Bruit » 2nd cycle, critères (primaires) et indicateurs BEE associés (selon arrêté 2019 et décision UE 2017/848).

Sous-Programme	Critères	Indicateur BEE et seuils
Sous- programme 2 - Emissions impulsives	Critère D11C1 – Bruit impulsif anthropique	<p><b>Risque de dérangement</b> : distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives, correspondant à la distribution temporelle des émissions impulsives, exprimée en nombre de jours comportant des sources d'émissions impulsives par trimestre (ou par mois), et la distribution spatiale du cumul de jours par trimestres (ou par mois) par maille.</p> <p><b>Risque de surmortalité</b> : distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveaux acoustiques forts et très forts, correspondant à la distribution temporelle des émissions impulsives « fortes et très fortes », exprimée en nombre de jours comportant des sources d'émissions impulsives par trimestre (ou par mois), et la distribution spatiale du cumul de jours par trimestre (ou par mois) par maille.</p> <p><i>Seuils à définir – Les Etats membre coopèrent au niveau de l'Union Européenne en vue d'établir des valeurs seuils pour ces niveaux, en tenant compte des particularités régionales ou sous-régionales.</i></p>
Sous- programme 1 – Emissions continues Sous- programme 3 – Mesures en mer du bruit Continu	Critères D11C2 – Bruit continu anthropique à basse fréquence	<p><b>Risque de masquage</b> : distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz), correspondant au niveau de bruit continu exprimé en dB re 1 <math>\mu\text{Pa}^2</math> sur la bande de tiers d'octave centrée sur 63 Hz, respectivement sur 125 Hz, et la distribution spatiale des maximums annuels atteint par maille dans la colonne d'eau.</p> <p><i>Seuils à définir – Les Etats membre coopèrent au niveau de l'Union Européenne en vue d'établir des valeurs seuils pour ces niveaux, en tenant compte des particularités régionales ou sous-régionales.</i></p>

### 5.5. Programmes de mesures en lien avec les attributs et/ou les indicateurs de ce descripteur :

Publication du guide de “Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine” dans le Programme de mesures du D11 (MTES, 2020).

### 6. Etat de l'art

#### 6.1 Indicateurs bruit impulsif et bruit continu

Le milieu marin est un environnement complexe qui possède des caractéristiques physiques et chimiques permettant au son de se propager plus rapidement et sur de plus longues distances que dans l'air, jusqu'à des centaines de kilomètres aux basses fréquences. C'est un excellent guide d'ondes sonores alors que la lumière n'y pénètre que sur quelques mètres. Les bruits ambiants sous-marins incluent trois composantes : i) la biophonie qui est l'ensemble des sons d'origine biologique non humaine, émis volontairement (vocalises, clics, etc.) ou involontairement (déplacement) ; ii) la géophonie qui est l'ensemble des sons naturels non biologiques (bruit des vagues et du vent, tonnerre, glissements sédimentaires, tremblements de terre) et iii) l'anthropophonie qui est l'ensemble des sons générés par l'activité humaine (Duarte *et al.*, 2021). Certaines espèces marines exploitent leur environnement sonore pour réaliser des fonctions vitales (communication, repérage, prédation et soin des jeunes) (Erbe *et al.*, 2018). C'est le cas des mammifères marins, pour lesquels les paysages sonores constituent un élément essentiel de leur habitat (Southall *et al.*, 2021). D'autres espèces, bien que n'exploitant pas les sons sous la mer, sont sensibles à l'environnement sonore et en particulier à ses changements [Hawkins *et al.*, 2021]. Les effets potentiellement néfastes des sons émis par l'Homme dans le milieu marin font l'objet d'une attention accrue depuis plusieurs décennies. En effet, au cours de ces dernières décennies, la communauté scientifique a fourni de nouvelles connaissances sur les impacts induits et l'anticipation des effets nocifs du bruit sur la faune marine (Popper *et al.*, 2020 ; Di Franco *et al.*, 2020).

D'une part, il a été observé une augmentation du niveau de bruit de fond à basse fréquence : en lien avec l'augmentation globale et rapide du trafic maritime commercial au cours du XXe siècle. Le bruit peut couvrir les communications animales, en particulier chez les espèces dont les fréquences de vocalises sont dans la même gamme de fréquence que celles générées par le bruit des navires (par exemples chez certains mysticètes et certaines espèces d'odontocètes grands plongeurs). Ce phénomène s'appelle masquage (Dunlop *et al.*, 2019 ; Erbe *et al.*, 2015 ; Clark *et al.*, 2009). En première approximation, le masquage peut s'exprimer par une réduction de la distance théorique de détection des vocalises. Ainsi l'augmentation du bruit ambiant conduit à une diminution de l'espace de communication (Putland *et al.*, 2018). Ce masquage peut induire des perturbations comportementales d'ordre vital, notamment, le succès reproducteur et la cohésion sociale, pouvant à terme porter atteinte à la santé d'une population, par une baisse de la démographie et de la survie des jeunes (Gallagher *et al.*, 2021 ; Mortensen *et al.*, 2021).

D'autre part, le milieu marin est également exposé à des signaux acoustiques dits impulsifs, de courte durée mais de fortes intensités, dont l'usage s'est répandu en mer depuis la seconde moitié du XXème siècle. Une exposition à ces signaux peut provoquer des traumatismes physiologiques (perte d'audition temporaire ou permanente, embolie, accident de décompression, ...) ou causer des comportements dangereux (fuite, échouage de masse, ...), pouvant entraîner directement ou indirectement des risques de surmortalité (Fernández *et al.*, 2005). Des dérangements acoustiques peuvent également être provoqués par ces signaux (Bejder *et al.*, 2006, Stockin *et al.*, 2008) causant des changements de comportement de groupe et perturbant le cycle vital (interruption des phases de repos, de socialisation, de chasse, ...). Enfin, des risques d'évitement voire de désertion d'habitats, de zones écologiques fonctionnelles ou encore la modification des routes migratoires peuvent impacter jusqu'à la population (Castellote *et al.*, 2012).

Mais dans l'attente de l'établissement de seuils de risque et d'impact, la prise en compte des nuisances sonores dans les usages s'appuie d'une part sur des comportements précautionneux (adoption de zones d'exclusions, mesures d'effarouchement, émissions graduelles, ...) (MTES, 2020) et d'autre part

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

sur l'amélioration de la surveillance des pressions et de l'évaluation des échelles spatiales et temporelles sur lesquelles elles s'exercent (Schneider & Glotin, 2022).

### 6.2 Travaux européens et dans les conventions de mers régionales

Les travaux menés par le groupe technique européen sur le bruit sous-marin (TG Noise), permettent une mise en œuvre coordonnée du D11. Depuis 2017 et l'adoption de la décision 2017/848 de la Commission, le TG Noise se concentre sur les évaluations des impacts du bruit et l'élaboration de seuils en relation avec les indicateurs développés dans le cadre de la DCSMM. Deux livrables ont été adoptés en 2021 :

- Un cadre d'évaluation visant à définir les valeurs seuils de l'UE pour le bruit impulsif (livrable 1) a été adopté comme orientation par le Groupe de coordination de la stratégie marine (MSCG) le 28 mai 2021.
- Un cadre d'évaluation pour définir les valeurs seuils de l'UE pour le bruit continu (livrable 3) a été adopté en tant que directive par le MSCG le 12 novembre 2021.

Sur la base de ces méthodologies recommandées, le TG Noise travaille actuellement à l'élaboration d'options pour les seuils européens concernant le bruit impulsif et le bruit continu (respectivement les livrables 2 et 4). Ces travaux ont été finalisés en Novembre 2022, afin d'atteindre les objectifs fixés par le "Zero Pollution" Action Plan ([https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan\\_fr](https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan_fr)).

En parallèle, le groupe de correspondance intersession sur le bruit (ICG Noise : Intersessional Correspondence Group on Underwater Noise) de la convention de mer OSPAR (Convention pour la Protection de l'Environnement Marin de l'Atlantique Nord-Est) a envisagé une approche différente de l'évaluation. Le groupe a proposé deux indicateurs d'impact candidat basés sur le calcul de la courbe d'exposition (Merchant *et al.*, 2018), déclinés pour le bruit impulsif et pour le bruit continu. Cette proposition ne fait pas consensus. En effet, cette méthodologie n'a pas démontré un fort potentiel opérationnel pour l'établissement des valeurs seuils et n'inclut pas pour l'instant de justification biologique à leurs indicateurs. Ces indicateurs sont en test sur la région OSPAR Mer du Nord. La France ne contribue pas au calcul de ces indicateurs, mais continue à fournir les données récoltées dans ses eaux. Les travaux du TG Noise sont actuellement plus avancés en termes d'opérationnalisation et de connexion inter-directives.

Le projet INTERREG Atlantic Area-funded research project, JONAS (Joint Framework for Ocean Noise in the Atlantic Seas) a débuté en 2018 et s'est terminé en septembre 2022. Le projet avait pour objectif de supporter les actions des États membres de l'arc Atlantique afin de répondre aux exigences de la DCSMM pour l'évaluation du descripteur 11, et en particulier le critère 2 : bruit continu. Le projet JONAS s'intéresse aux risques des pressions acoustiques sur la biodiversité marine en améliorant la surveillance du bruit océanique et la prévision des risques. Ce projet repose sur la réalisation de standards de traitement des données et de méthodologies pour le calcul et la modélisation de cartes de bruit. Le projet a notamment permis de modéliser finement le bruit anthropique à différentes échelles (à grande échelle sur l'Atlantique Nord Européen et à fine échelle sur 7 zones de très haute résolution). Ces calculs ont permis d'améliorer les méthodes de production des cartes pour ces différentes échelles. Un travail sur l'incertitude a été produit avec notamment des comparaisons modèle/mesure et analyse de confiance (incluent dans ce document). Les cartes de bruit ont été exploitées par les partenaires du projet pour inférer le risque d'impact acoustique du bruit de trafic, en mettant en relation les modèles et les connaissances biologiques de la zone. Le projet a par ailleurs bénéficié d'un effort conséquent de communication pour améliorer la visibilité de ce sujet auprès du grand public.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Le projet QUIETSEAS "Assistance à la coopération (sous) régionale pour la mise en œuvre pratique du second cycle de la DCSMM en fournissant des méthodes et des outils pour le D11 (Bruit sous-marin)" (<https://quietseas.eu/>) est un projet financé par la DG Environnement de la Commission Européenne ayant débuté en 2021 pour 2 ans. Ce projet regroupant 10 partenaires UE et non UE, ainsi que des membres du TG Noise, les autorités compétentes des Conventions de mers régionales (Barcelone, PNUE/PAM, OSPAR). Le projet QUIETSEAS vise à définir des spécificités régionales d'une approche basée sur le risque pour l'évaluation du bruit continu, de proposer des méthodologie en vue d'établir des valeurs seuils, de réaliser une évaluation préliminaire du BEE, de développer des outils opérationnels communs pour soutenir la prise de décision pour une gestion durable des zones marines sensible et enfin fournir des recommandations et des mesures de mitigation au niveau régional et sous-régional en mer Méditerranée et en mer Noire.

## 7. Méthode d'évaluation

### 1.1 Méthodes et échelles d'évaluation selon les unités marines de rapportage (UMR).

Liens avec les descripteurs, thématique, critère, indicateurs et Fiches indicateurs BEE correspondants.

L'évaluation repose sur l'interprétation qualitative des indicateurs sur la base des critères et normes méthodologiques (Tableau 4) fixées par décision de la Commission Européenne (CE, 2017).

Tableau 4 Tableau de synthèse présentant les liens Descripteurs Thématique Critères Indicateurs FI BEE

Critère	« D11C1 - Bruit impulsif anthropique (Primaire) »		« D11C2- Bruit continu anthropique à basse fréquence (Primaire) »
Indicateur associés	« Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives »	« Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort »	« Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz) »
Source de l'évaluation de l'indicateur	« Nationale »	« Nationale »	« Nationale »
Unités marines de rapportage	SRM MMN SRM MC SRM GdG SRM MO		
	ANS-FR-MS-MMN ACS-FR-MS-MC ABI-FR-MS-GDG MWE-FR-MS-MO		

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Echelle géographique d'évaluation	15 minutes d'arc de côté	15 minutes d'arc de côté	10 minutes d'arc de côté
Métrique	<p>1/ Recensement du nombre de jours d'émissions impulsives potentiellement gênantes par trimestre</p> <p>2/ Distribution spatiale du cumul de jours par trimestre par maille</p>	<p>1/ Recensement du nombre de jours d'émission impulsive fortes et très fortes par trimestre</p> <p>2/ Distribution spatiale du cumul de jours par trimestre par maille</p>	<p>Pour chacune des bandes de fréquences :</p> <p>1/ Par maille et par année :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul des niveaux acoustiques (en dB re 1 <math>\mu\text{Pa}^2</math>* par unité de surface) par modélisation du bruit de trafic mensuel pour les mois de janvier, mai, août et novembre et pour les profondeurs de 5, 20, 30, 50, 80, 150 et 300 m</li> <li>• Détermination de la valeur maximale du niveau acoustique moyen mensuel maximal dans la colonne d'eau (parmi les différentes profondeurs)</li> </ul> <p>2/ Spatialisation des niveaux de bruit ambiant maximaux par an</p> <p>3/ Détermination par régression linéaire de la tendance des niveaux maximaux de bruit ambiant annuel par maille sur la période 2015-2021 (pour les bandes de fréquences centrées sur 63 et 125 Hz)</p>
Paramètres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durée (nombre de jours/trimestre)</li> <li>• Etendue (% de surface impactée)</li> </ul>		<p>Pour chacune des bandes de fréquences :</p> <p>Tendance du niveau maximal sonore annuel par unité de surface (en dB re 1 <math>\mu\text{Pa}^2</math>* par an par unité de surface)</p> <p>* dB re 1 <math>\mu\text{Pa}^2</math> : unité de mesure du niveau de pression sonore, avec dB = décibel ; re 1 <math>\mu\text{Pa}</math> = pression de référence pour le bruit sous-marin</p>
Règle d'intégration	Non pertinent		« One-Out-All-Out » sur l'évolution (stable, augmentation, diminution) du bruit ambiant pour les deux bandes de fréquences.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Seuils	Non défini <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>		Non défini <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>
Jeux de données sources/ Réseaux de surveillance	SIRENE : Sons Impulsifs : REgistre National des Émissions	SIRENE : Sons Impulsifs : REgistre National des Émissions	Données de mesures in situ du bruit qui s'appuie notamment sur le Réseau MAMBO (Monitoring Acoustique et Mesures de Bruit sur Opportunités - SHOM) et BOMBYX (BOuée Multimodale pour la Biodiversité et l'océanophYsique) Lloyd's List Intelligence - données de trafic maritime : Répartition mondiale annuelle du trafic maritime déclarée par la Lloyd's Maritime Intelligence Unit (LMIU) Service d'analyse ENVironnementale par Système d'Identification Automatique - données AIS (ENVISIA) Système de surveillance des navires de pêche-données VMS
Années considérées	« 2016-2021 »		

Concernant les normes méthodologiques associées, ces critères sont évalués à l'échelle des SRM régions "Manche Mer du nord", "Mers Celtiques", "Golfe de Gascogne" et "Méditerranée Occidentale". Ce découpage reprend les mêmes échelles d'évaluation que celles utilisées pour la biodiversité concernant les mammifères marins (descripteur 1, D1 Biodiversité-MM).

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

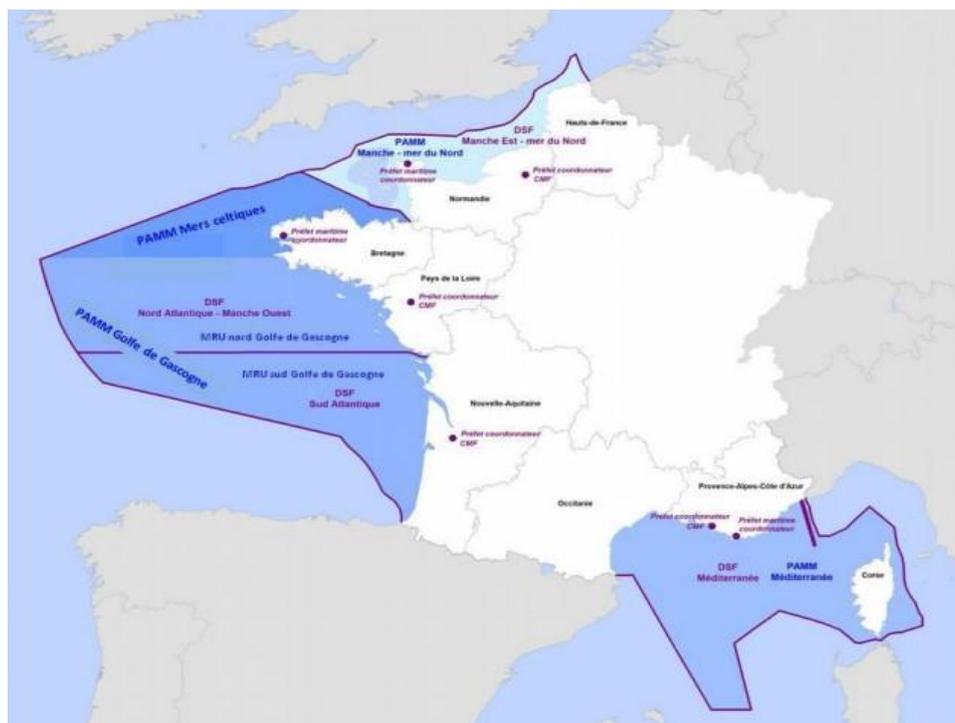


Figure 1 Echelle d'évaluation du descripteur 11 relatif aux perturbations sonores.

## 1.2 Détermination de la confiance en l'évaluation

### 7.2.1. Méthodologie "confiance et précision" pour le D11C1 Bruit anthropique impulsif :

De par la diversité des activités en mer, la confiance et les incertitudes sur les positions, les dates et les niveaux acoustiques associés aux impulsions identifiées varient beaucoup. Par ailleurs, la plupart des activités font l'objet de déclarations d'intention préalables (demandes d'autorisation de travaux, informations nautiques, ...) mais l'accès aux émissions effectivement réalisées nécessite un travail de recensement auprès des opérateurs en temps différé. Pour tenir compte de cette spécificité, le recensement des données repose sur un recensement *a priori* des intentions d'émissions à partir des sources documentaires diverses suivant les protocoles et les opérateurs. Les intentions d'émissions (émissions d'occurrence non-avérée) ont un indice de confiance de 1 si les prévisions des dates et des positions associées ne sont pas obtenues avec une résolution temporelle maximale à l'échelle du jour et une résolution spatiale maximale de 15 minutes d'arc et un indice de confiance de 2 si leurs résolutions sont adaptées au critère. Une phase de validation est ensuite réalisée pour confirmer les dates et lieux des émissions. Les émissions dont l'occurrence est avérée ont deux autres niveaux de validité qui sont respectivement de 3 pour les émissions dont les dates et positions sont peu résolues et 4 pour les émissions à dates et positions précises. Le Tableau 5 rappelle la méthode d'évaluation des indices de confiance. Les données de niveau de confiance 1, 2 et 3 ne sont pas utilisées pour le calcul de l'indicateur ; elles pourront l'être ultérieurement si leur indice de confiance remonte. Les données de niveau de confiance 4 sont systématiquement prises en compte. Il est à noter que cette méthode de qualification par contrôle *a posteriori* a pour conséquence que le recensement annuel n'est pas figé puisque que des données peuvent voir leur indice de confiance évoluer en fonction des contraintes réglementaires et opérationnelles (temps de mise à disposition, précision des reports, délais de carence, évolutions réglementaires, ...).

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Tableau 5 Méthode d'évaluation de l'indice de confiance des données d'émissions impulsives

OCCURRENCE	résolution Groupe Position date	INDICE
PREVUE	FAIBLE	1
	FORTE	2
CONFIRMEE	FAIBLE	3
	FORTE	4

### 7.2.2. Méthodologie et confiance pour le D11C2 Bruit anthropique continu

La méthodologie de calcul de cet indicateur repose sur l'utilisation conjointe de données in situ (mesures sur hydrophones) et de modèles numériques de bruit généré par le trafic maritime. Pour cette évaluation, les niveaux acoustiques sont calculés par modélisation du bruit de trafic mensuel, pour les mois représentatifs des quatre saisons (janvier, mai, août et novembre) et pour les profondeurs de 5, 30, 50, 90, 150, 300 et 1000 m. La métrique mensuelle retenue est le niveau acoustique maximal dans la colonne d'eau (i.e. prise parmi les profondeurs de calcul) par maille. La métrique retenue est le niveau maximum annuel par maille déterminé à partir des métriques mensuelles obtenues pour chacun des 4 mois considérés. Les mesures *in situ* recueillies via le Programme de Surveillance sur le réseau MAMBO (Kinda *et al.*, 2022) entre 2019 et 2021 pour les mouillages 04C et 05G (Figure 5, exemple des stations 04C et 05G) ont été analysées et ont permis la comparaison du modèle statistique de bruit de trafic (CABAT, Calcul du Bruit Ambiant du trafic) utilisé au Shom depuis 2006. Cette analyse comparative est développée dans la partie Analyse de la méthode et des outils d'évaluation du présent rapport.

### 1.3 Aspects méthodologiques issus des travaux internationaux et communautaires de coopération

Concernant les méthodes d'établissement des seuils et les valeurs seuils pour le bruit continu, un cadre d'évaluation a été adopté par le MSCG (Marine Strategy Coordination Group) sur proposition TG Noise (Livrable 3) et sur la base de cette méthodologie, l'élaboration des options de seuils a été finalisé fin 2022 (§5.1 et 6.2).

Dans l'attente de ces recommandations européennes, le Shom a développé un outil opérationnel d'aide à la décision, à travers une méthode probabiliste d'évaluation pour le bruit continu, se basant sur la covariance entre les seuils de niveaux de bruit, les seuils spatiaux et les seuils temporels à partir de cartes de bruit. Le détail de ce travail sera développé dans la section Analyse de la méthode et des outils d'évaluation du présent rapport.

### 1.4 Vision d'ensemble de la méthode d'évaluation de l'atteinte du BEE pour le descripteur / attribut(s) correspondant(s) :

Pour le cycle 3, en l'absence de seuils pour l'évaluation des critères, l'évaluation porte uniquement sur le premier niveau d'évaluation, à savoir les paramètres associés aux critères (Figure 2). Aucune évaluation de l'état des critères ou de l'atteinte du BEE au niveau des attributs ne sera réalisée.

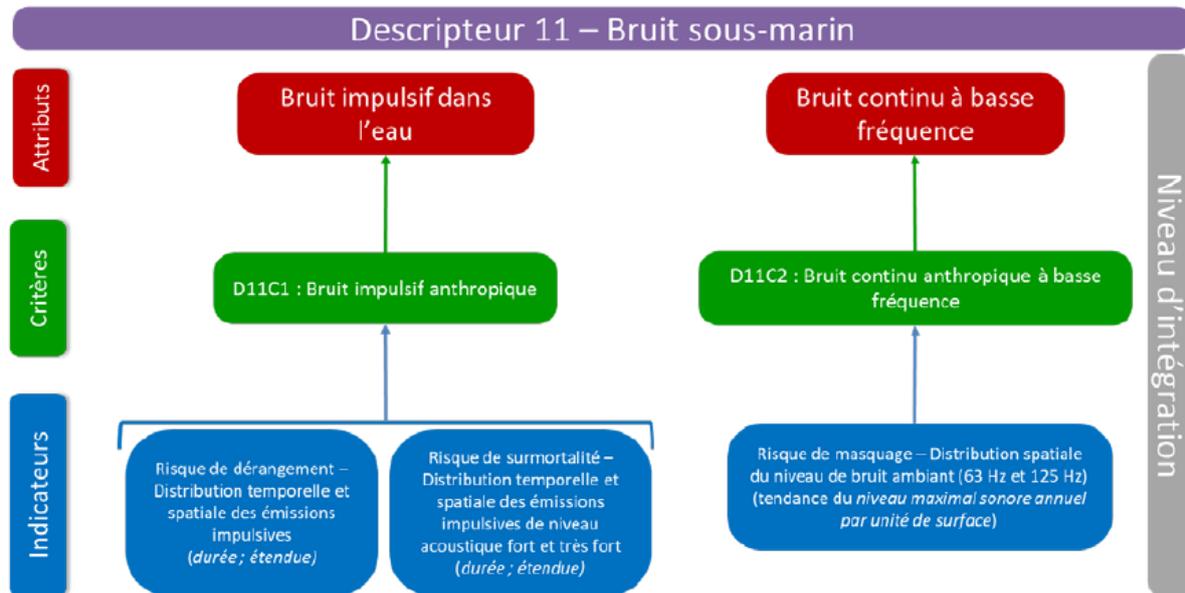


Figure 2 Schéma général du processus d'évaluation de l'atteinte du BEE pour le D11

- **Attributs considérés pour l'évaluation du BEE pour le descripteur 11 :**

Les attributs correspondant au descripteur 11 sont le « Bruit impulsif dans l'eau » exprimé en jour par unité de surface et le « Bruit continu à basse fréquence » exprimé en dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  par unité de surface.

L'atteinte du BEE ne sera pas évalué compte tenu de l'absence de seuils et aucun élément n'est à considérer, car l'état de l'attribut est directement renseigné par l'état du critère.

Les fiches indicateurs relatives au critère bruit impulsif (en Annexes du présent rapport) :

- FI BEE\_Région MA D11C1 dérangement
- FI BEE\_Région MA D11C1 surmortalité
- FI BEE\_Région MED D11C1 dérangement
- FI BEE\_Région MED D11C1 surmortalité

Les fiches indicateurs relatives au critère bruit continu (en Annexes du présent rapport) :

- FI BEE\_Région MA D11C2 Risque de masquage
- FI BEE\_Région MED D11C2 Risque de masquage

## 8. Synthèse des résultats

### 1.5 Critère D11C1 Bruit impulsif anthropique

Les résultats d'évaluation de l'indicateur de risque dérangement (cf. Annexes : Fiche indicateur « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » - Région Manche-Atlantique et fiche indicateur « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » - Région Méditerranée), montre que :

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

- Le nombre d'émissions impulsives potentiellement gênantes varie de manière non-linéaire sur la période 2017-2021 pour les SRM Manche Mer du Nord et Mers Celtiques.
- Le nombre d'émissions impulsives potentiellement gênantes est constant sur la période 2017-2021 pour la SRM Golfe de Gascogne, avec un cumul de 5 jours par an. L'année 2021 est marquée par la première installation par battage de pieux du parc éolien de Saint-Nazaire.
- Le pourcentage de la surface des 3 SRM sur laquelle des émissions impulsives tous niveaux confondus ont été observées (~8 % pour la MMN, ~1 % pour la MC et le GdG) reste stable sur la période prise en compte (2017-2021) ;
- La majorité des événements impulsifs recensés présente des niveaux acoustiques forts et très forts, quelle que soit la SRM marine de la région Manche-Atlantique, hormis en 2021 où les niveaux de battage de pieux ont été recensés comme « faibles » ;
- Le nombre d'émissions impulsives potentiellement gênantes est constant sur la période 2017-2021 (hormis 2020), avec un cumul d'environ 20 jours par an pour la SRM Méditerranée Occidentale ;
- Le pourcentage de la surface de la SRM Méditerranée Occidentale sur laquelle des émissions impulsives tous niveaux confondus ont été observées (~2 %) reste stable sur la période d'évaluation (2017-2021) ;
- Des zones comme la rade d'Hyères sont particulièrement impactées par la présence d'une zone de contre minage ;

Les résultats d'évaluation de l'indicateur de risque de surmortalité (cf. Annexes : Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort – Région marine Manche – Atlantique et Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort – Région marine Méditerranée Occidentale), montre que :

- Environ 8 % de la SRM Manche Mer du Nord est impactée par la présence d'émissions impulsives potentiellement létales, avec un nombre de jours par an variant de 16 en 2021 à 48 en 2020.
- Environ 1 % de la SRM Mers Celtiques est impactée par la présence d'émissions impulsives potentiellement létales, avec un nombre de jours par an variant de 11 en 2020 et 2021 à 41 en 2018.
- Environ 1 % de la SRM Golfe de Gascogne est impactée par la présence d'émissions impulsives potentiellement létales, avec un nombre de jours par an variant de 2 en 2021 à 5 en 2017, 2018 et 2019.
- La majorité des événements impulsifs recensés présentent des niveaux acoustiques très forts pour la sous-région marine Manche-Mer du Nord, et des niveaux acoustiques forts pour la sous-région marine Mers Celtiques ;
- La sous-région marine Golfe de Gascogne ne recense que peu ou pas d'évènements de niveaux forts et très forts ;
- Le nombre d'émissions impulsives potentiellement létales est constant sur la période 2017-2021 (hormis 2020), avec un cumul d'environ 12 jours par an pour la région marine Méditerranée Occidentale ;
- Le pourcentage de la surface de la région Méditerranée Occidentale sur laquelle des émissions impulsives tous niveaux confondus ont été observées (~2 %) reste stable sur la période d'évaluation (2017-2021) ;
- Des zones comme la rade d'Hyères sont particulièrement impactées par la présence d'une zone de déminage ;



## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### 1.6 Critère D11C2 Bruit continu anthropique

Les résultats d'évaluation de l'indicateur de risque de masquage (cf. Annexes : Fiche indicateur - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz) - Région Manche -Atlantique et fiche indicateur - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz) – région marine Méditerranée Occidentale) incluant la région marine Manche-Atlantique et la région marine Méditerranée Occidentale montre que :

- Pour le région marine Manche-Atlantique, le tiers d'octave centré à 63 Hz, les niveaux de bruit ambiant sont de l'ordre de 100 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds (> 200 m), 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur le plateau et inférieur à 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en côtier (< 12 mn des côtes) et atteignent 120 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  le long des grands rails de trafic maritime ;
- Pour le tiers d'octave centré à 125 Hz, les niveaux de bruit ambiant sont de l'ordre de 95 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds, 85 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur le plateau et inférieur à 80 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en côtier et atteignent 120 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  le long des grands rails de trafic maritime ;
- Le bruit ambiant est sous-estimé en environnement côtier du fait des activités nautiques non-équipés d' AIS comme la plaisance ;
- Maximum annuel des moyennes mensuelles pour la Sous-région marine Manche-Mer du Nord : 28% de la superficie évaluée sur le cycle a une tendance positive et 72% a un signe de tendance indéterminé ;
- Maximum annuel des moyennes mensuelles pour la Sous-région marine Mers Celtiques : 38% de la superficie évaluée sur le cycle a une tendance positive et 62% a un signe de tendance indéterminé ;
- Maximum annuel des moyennes mensuelles pour la Sous-région marine Golfe de Gascogne : 7% de la superficie évaluée sur le cycle a une tendance positive et 93% a un signe de tendance indéterminé ;
- Les incertitudes sur les tendances sont les plus importantes sur le plateau dans le Golfe de Gascogne ;
- Pour la région marine Méditerranée Occidentale, le tiers d'octave centré à 63 Hz, les niveaux de bruit ambiant sont de l'ordre de 100 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds (> 200 m), 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur le plateau et inférieur à 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en côtier (< 12 mn des côtes) ;
- Pour le tiers d'octave centré à 125 Hz, les niveaux de bruit ambiant sont de l'ordre de 95 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds, 85 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur le plateau et inférieur à 80 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en côtier.
- Le bruit ambiant est sous-estimé en environnement côtier du fait des activités nautiques non-équipés d' AIS comme la plaisance ;
- Maximum annuel des moyennes mensuelles pour la Sous-région marine Méditerranée : 98% de la superficie évaluée sur le cycle a un signe de tendance indéterminé ;
- Les tendances calculées montrent une stabilité du bruit généré par le trafic maritime ;
- Les zones côtières et peu denses en trafic maritime ont des niveaux d'incertitude plus élevés ;

## 9. Analyse de la méthode et des outils d'évaluation

### 1.7 Analyse critique de l'indicateur D11C2 bruit continu à 63 Hz et 125 Hz durant l'épidémie de Covid-19 (2019-2020)

Face à la déstabilisation du trafic maritime mondial due à la pandémie de Covid-19, l'année 2020 en Europe a été particulièrement impactée, notamment suite à la succession des confinements des Etats Membres et à la limitation des déplacements, incluant les déplacements maritimes. Aussi, il a été complexe d'évaluer l'indicateur D11C2 lié aux niveaux de bruit du trafic maritime pour les années postérieures à 2019. Afin d'évaluer cette modification, une étude de cas a été réalisée pour la SRM mer Méditerranée Occidentale, qui connaît en règle générale une stabilité de son trafic maritime au cours du temps. La carte de la figure 3 représentant la variation mensuelle des niveaux maximaux à 63

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Hz dans la colonne d'eau entre janvier 2019 et janvier 2020, illustre l'étendue des variations de niveau de bruit du trafic maritime observé habituellement pour la Méditerranée entre deux années sans perturbation. Au contraire, la carte représentant la variation mensuelle des niveaux maximaux à 63 Hz dans la colonne d'eau entre mai 2019 et mai 2020, illustre l'étendue de l'impact des confinements sur le trafic maritime qui a été observé lors de cette année exceptionnelle en Méditerranée.

Des différences positives et négatives entre les mois de janvier 2019 et 2020 (pré-confinement) sont observées et des différences exclusivement négatives (réduction du bruit ambiant sur toute la sous-région marine) sur le mois de mai entre 2019 et 2020 sont mises en évidence. Ainsi, à la vue de cet événement exceptionnel et de son impact marqué sur le bruit ambiant, l'année 2020 n'a pas été incluse dans le calcul de la tendance pour l'évaluation de l'indicateur D11C2 pour le cycle 3.

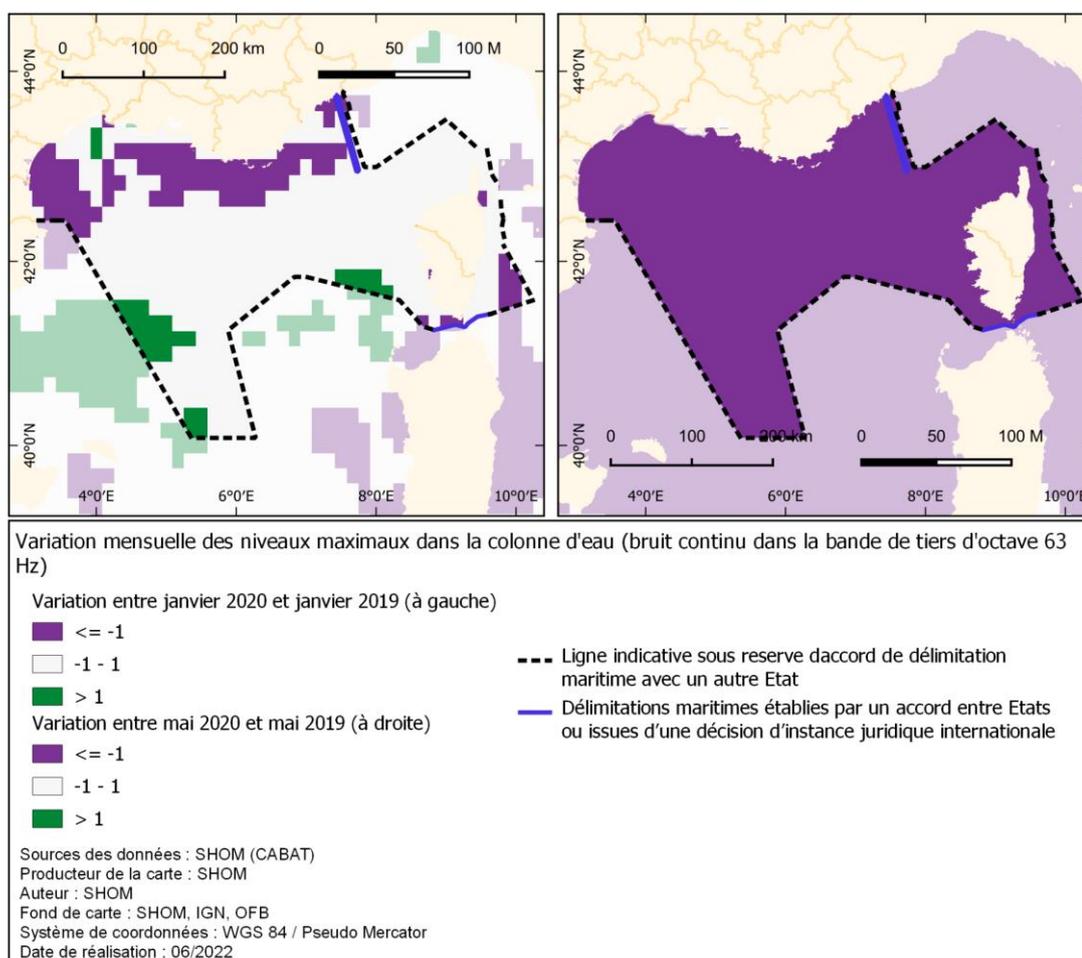


Figure 3 Distributions spatiales de la différence des niveaux de bruit maximaux dans la colonne d'eau en dB pour la bande de tiers d'octave centrée sur 63 Hz dans les eaux marines de la SRM Méditerranée Occidentale. A gauche, des différences positives et négatives sont observées entre les mois de janvier 2020 et janvier 2019. A droite, des différences strictement négatives pour les mois de mai 2020 et mai 2019 montrent que le confinement lié à la pandémie impacte largement le bruit continu.

### 1.8 Analyse statistique du bruit ambiant

La validation des modèles de bruit via le réseau MAMBO permet une couverture éparse mais globale des eaux marines. Un des objectifs du réseau est d'acquérir des points de comparaison entre mesures *in situ* et sorties des modèles de bruit sur l'ensemble des régions à cartographier. Le réseau sera, en cela, complété par les mesures d'opportunité. Dans le cadre du programme de surveillance, les enregistrements des mouillages 05G, 06G, 07G et 08G du réseau MAMBO (Figure 4) ont été traités et une première analyse statistique des niveaux de bruit ambiant pour les bandes de tiers d'octave centrées sur 63 et 125 Hz a été réalisée (Kinda *et al.*, 2022).

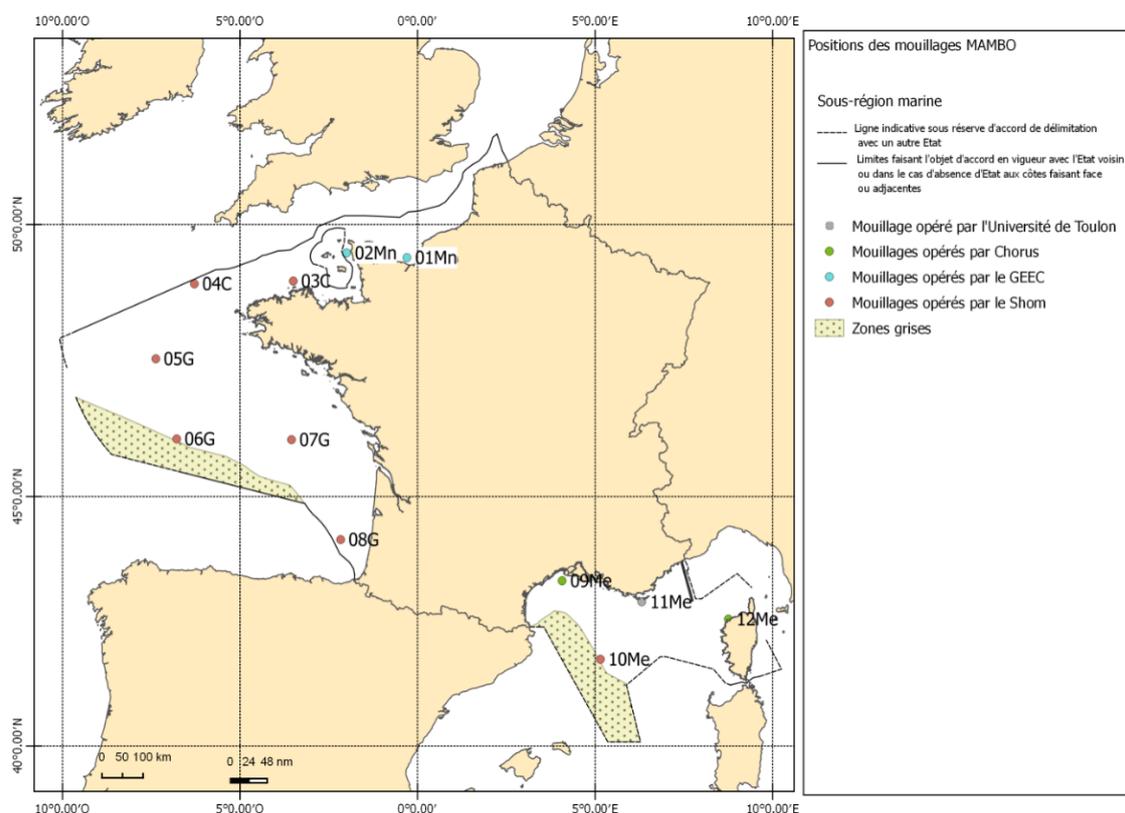


Figure 4 Le dispositif Monitoring Acoustique et Mesures de Bruit sur Opportunités (MAMBO) est composé de 12 stations d'acquisition acoustique déployées sur l'ensemble des SRM. Ces stations sont opérées par le Shom et ses partenaires comme indiqué dans la légende. Les zones grises correspondent aux zones où la délimitation maritime est sous réserve d'accord avec un autre Etat.

Dans le présent rapport, l'analyse se limite principalement à la station 05G dans le Golfe de Gascogne pour lequel les données ont été acquises sur des durées suffisamment longues en 2020 (janvier à mai) et 2021 (février à août). Cependant les données de l'ensemble des stations ont été traitées et qualifiées, à l'exception de la station 07G pour laquelle ce travail est en cours. Chaque station est constituée de quatre enregistreurs autonomes. La stratégie retenue est un échantillonnage de la colonne d'eau entre 30 et 300 m. Afin d'optimiser la durée d'acquisition, les enregistreurs sont configurés pour fonctionner par paire avec un recouvrement de 10% du temps entre deux paires d'enregistreurs. Le travail d'analyse est présenté de manière plus détaillé dans Kinda *et al.*, 2022.

Le fait que 2020 ait été une année exceptionnelle (covid-19) ne modifie pas la pertinence des données acquises et leur comparaison. En effet, malgré une diminution globale du trafic maritime et des niveaux de bruit en 2020 due à la pandémie (cf. §9.1), des niveaux de bruit plus importants localement,

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

notamment proche d'un rail de trafic important comme celui de Ouessant sont tout à fait possibles. Une augmentation locale du niveau de bruit sur une période donnée ne reflète pas forcément la situation globale à une échelle plus large. De plus, la comparaison modèles/mesures se basant sur des données AIS (2020) et des données in-situ (enregistrements 2020) respectivement, il était donc pertinent de comparer pour des niveaux plus faibles de bruit de trafic maritime le comportement de nos modèles.

L'analyse statistique des enregistrements de la station 05G a montré :

- Une variabilité selon la profondeur d'enregistrement ;

En 2020, les statistiques (moments statistiques) de niveau sonore dans la bande de tiers d'octave centré sur 63 Hz sont relativement constantes pour la même période d'enregistrement. Une légère variabilité selon la profondeur peut être observée, contrairement à la bande de tiers d'octave 125 Hz, où aucune tendance claire ne ressort. Pour l'année 2021, les densités de probabilité des niveaux de bruit sont les mêmes pour les paires d'enregistreurs situées à des profondeurs différentes, et ce dans les deux bandes de fréquences (Kinda *et al.*, 2022).

- Une variabilité mensuelle ;

Une analyse statistique mensuelle a été conduite pour étudier la stabilité des niveaux de bruit ambiant au cours du temps. Cette analyse a montré une variabilité entre les mois pouvant atteindre 7 dB pour les deux bandes de fréquences. Cette variabilité est plus marquée pour la période d'enregistrement en 2021, pour la bande de tiers d'octave 125 Hz. A noter que cette session d'enregistrement 2021 couvre la période estivale alors que celle de 2020 couvre la période hiver-printemps. A ce stade, des analyses complémentaires sont nécessaires pour déterminer les causes de cette variabilité.

- Une variabilité interannuelle ;

Les statistiques globales sur les périodes totales d'enregistrements pour chaque année montrent que le niveau de bruit le plus probable observé en 2021 est inférieur de 10 dB à celui observé en 2020 à la même position pour des profondeurs d'enregistrements identiques. Toutefois, il est prématuré de tirer une conclusion, car les mois d'acquisition sont différents. De plus, il s'agit ici d'enregistrements à un point donnée sur une période donnée. Des analyses complémentaires tenant compte des conditions d'environnement s'avèrent nécessaires, en particulier les conditions de propagation et la densité du trafic maritime local.

- Une variabilité spatiale ;

L'étude comparative des niveaux de bruit ambiant dans le Golfe de Gascogne en 2021 pour les deux bandes de fréquences, démontre une variabilité des niveaux de bruit les plus probables. Cette variabilité des niveaux de bruit ambiant est moyenne et relativement peu étendue pour le mouillage 05G en comparaison avec les autres mouillages 06G et 08G. L'analyse de la variabilité spatiale est d'avantage détaillée dans Kinda *et al.*, 2022.

### 1.9 Comparaison modèle-mesures

L'opérationnalité des mouillages du réseau MAMBO, permet depuis 2020 une comparaison des niveaux de bruit ambiant modélisés aux mesures recueillies *in situ*. La validation des modèles est un processus complexe mais primordial afin de prendre en compte les incertitudes inhérentes à toute modélisation mathématique. Cela permet également d'inclure les informations issues des mesures



## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

acoustiques enregistrées en mer dans les résultats issues des modèles ou dans les modèles eux-mêmes. Plusieurs étapes sont nécessaires. Tout d'abord les comparaisons du modèle et des mesures, que nous avons réalisé dans le cadre du projet JONAS (production de cartes de bruit issues de nos modèles, comparées avec les enregistrements issus du réseau MAMBO) en incluant les SRM Mers Celtiques et Golfe de Gascogne (cf. § 7.1). La comparaison des niveaux de bruit mesurés et simulés a permis de fournir des cartes de confiance. Elle s'appuie sur la comparaison issue des différences statistiques des distributions des niveaux de bruit dans le temps entre les mesures et les modèles (Folegot *et al.*, 2016). La seconde étape sera la calibration qui interviendra à la suite de la comparaison mais nécessite une bonne densité de mesures *in-situ* (difficile à atteindre dans le projet JONAS au regard de la taille de la zone d'étude). La calibration permettra d'ajuster différents paramètres de modélisation pour relancer les modèles, ou bien d'ajuster les modèles eux-mêmes, et d'adapter les distributions de niveaux de bruit calculées, aux mesures. Des études d'harmonisation des méthodes de calibration sont nécessaire et en cours d'investigation.

### 9.3.1. Méthode de comparaison

L'estimation du niveau de bruit sur une période de temps à partir des mesures et des cartes de bruit modélisées permet d'estimer la fréquence d'occurrence de plusieurs valeurs de niveaux acoustiques en construisant un histogramme. La fonction de densité de probabilité (PDF) est construite en normalisant la distribution des occurrences temporelles dans une cellule de la carte. La distribution ainsi obtenue permet de comparer les valeurs de densité entre les deux ensembles de données (modélisées et mesurées). D'autres études considèrent généralement une comparaison directe de la distribution en utilisant des moments statistiques comme la moyenne, la médiane et l'écart-type (SD). Un ensemble de percentiles peut être choisi pour comparer les distributions dans une analyse plus détaillée. Dans le projet BIAS (Baltic Sea Information on the Acoustic Soundscape), la comparaison a été effectuée en utilisant les fonctions de répartition ou de densité cumulative (CDF) de la distribution temporelle des niveaux de bruit (Folegot *et al.*, 2016). La méthode de comparaison est décrite en détail dans le livrable 5.3 du projet JONAS (Duarte *et al.* 2022).

### 9.3.2. Mesure, estimation et comparaison du bruit ambiant dans le cadre de la DCSMM pour le D11C2

La mesure et l'estimation du niveau de bruit est en lien direct avec l'évaluation du D11C2. La directive recommande l'utilisation conjointe de la mesure et de la modélisation cartographique du bruit pour l'évaluation du BEE. Il n'y a pas de consensus actuellement sur une méthode à utiliser, on distingue néanmoins deux grandes approches : la calibration des cartes de bruit par la mesure et la comparaison modèle/mesures. La première approche consiste à corriger le modèle, on parle alors de calibration des cartes de bruit. Elle reste très complexe à mettre en œuvre en raison de la distribution parcimonieuse des points de mesures, des contributions des sources biologiques (macrofaune benthique et mammifères marins notamment) et géophoniques (activité sismique, fluctuation de pression, vagues), et principalement des erreurs de modélisation. La plupart des travaux s'inscrivent dans la deuxième approche pour estimer la confiance dans le modèle en comparant les niveaux mesurés et les modèles. Nous avons contribué à cette thématique dans le contexte des travaux d'évaluations en développement au TG Noise. L'objectif est d'estimer la capacité des mesures à fournir des indicateurs BEE cohérents avec ceux du modèle.

Pour valider le processus d'évaluation, la comparaison se base sur trois critères : la capacité à estimer un niveau moyen, la capacité à estimer la dynamique du bruit et la couverture théorique de la comparaison. Les deux premiers critères se basent sur le calcul de distances entre les distributions. Le troisième critère en figure 6 permet d'identifier une zone sur laquelle la comparaison d'une mesure ponctuelle à un modèle peut être étendue. Cette étendue est complexe à définir, elle repose sur la similarité de l'environnement sonore en termes de bruit ambiant, de présence de sources et de propagation.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### 9.3.3. Estimations du niveau moyen et estimation de la dynamique du bruit

L'étude de cas est réalisée en Mers Celtiques et Golfe de Gascogne, à partir des données acoustiques enregistrées aux stations 04C et 05G du réseau MAMBO. Les résultats de la modélisation se basent sur les cartes de bruit réalisées au sein du projet JONAS et sont calculées pour chaque point à partir des données AIS pour l'année 2019. Les valeurs de bruit modélisées ont été extraites aux positions et profondeurs les plus proches des enregistreurs et traitées comme des vecteurs de séries temporelles. Les données acoustiques enregistrées aux stations 04C et 05G ont été traitées pour produire un niveau de bruit ambiant mesuré toutes les 10 secondes pour les bandes de tiers d'octave centrées sur 63 et 125 Hz.

Les résultats de comparaisons des distributions des niveaux de bruit mesurés et modélisés sur les stations 04C et 05G sont exprimés dans le tableau 6. Ce tableau résume qualitativement ces résultats en termes **d'erreurs moyennes** (écart entre les niveaux moyens sur la période) et **d'erreurs dynamiques** (différences de forme des distributions). Cette dernière a pour but d'estimer la variabilité temporelle du bruit ambiant, qui est liée à l'environnement de propagation et aux sources de bruit sur toute la période d'investigation. Pour la station 04C une sélection temporelle des moments où le bruit lié au courant et au mouillage était le plus faible a été réalisée, ce qui a permis d'isoler les contributions des navires proches. Cette sélection temporelle des moments les moins affectés par les bruits de courant et de mouillage, met aussi en évidence les difficultés techniques et opérationnelles liées à l'acquisition de ce type de données, mais aussi les moyens possibles de traiter ces difficultés *a posteriori*.

Pour les deux points de mesure, les modèles tendent à estimer des niveaux plus élevés que ceux mesurés, à des degrés différents. Ce constat est observé assez généralement dans les études de comparaisons entre les modèles et les mesures (Putland *et al.*, 2016, Folegot *et al.*, 2018). Il est difficile d'identifier une raison unique à ces inadéquations, mais plusieurs origines à ces erreurs sont considérées pour les améliorations futures (Tableau 6). Les mesures acoustiques sont aussi très incertaines et nécessitent des traitements avancés. Il n'est pas possible de conclure définitivement sur d'éventuelles sur ou sous estimations du modèle par rapport aux mesures. Les travaux d'agrégations s'orientent sur une pondération de l'évaluation entre les valeurs mesurées et les valeurs modélisées, pour une couverture spatiale définie.

### 9.3.4. Estimation de la couverture théorique de la comparaison

Dans cette étude de cas, nous cherchons à associer une étendue spatiale au point de mesure. L'objectif est de définir une zone autour de laquelle, les propriétés physiques de la contribution du trafic maritime au bruit ambiant sont physiquement cohérentes. Il s'agit d'une étape de classification empirique qui permet d'associer une étendue spatiale au paysage sonore, au sens du D11C2. Peu de travaux s'intéressent à cette problématique en acoustique sous-marine et pour le moment nous avons essentiellement travaillé sur une approche empirique. Nous définissons la couverture comme le disque autour du point de mesure, pour lequel le champ de perte est inférieur à 100 dB. D'autres travaux sur la classification des environnements sont en cours.

La comparaison est réalisée pour les mesures 04C et 05G, sur les années 2019 et 2020, respectivement. La dernière ligne du tableau 6 présente la taille de cette couverture. Pour les données 04C, le niveau moyen présente un écart important, bien que l'étalement soit similaire. On évalue la couverture de la comparaison de 77 km autour du point. En l'état, il est difficile de conclure sur le BEE dans cette zone à partir du modèle seul. Pour les données 05G, l'écart moyen est plus faible. La dynamique est aussi similaire. En raison de la propagation en grand fond, la couverture est plus importante, et évaluée à 94 km. Dans cette zone, le modèle et les mesures tendent à fournir des valeurs cohérentes pour l'évaluation des indicateurs. Cette comparaison est reprise sur la figure 6, où les disques représentent la couverture théorique de la comparaison.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

La principale perspective est de pouvoir intégrer les indicateurs calculés par modélisation et mesures acoustiques dans l'évaluation BEE. Cette approche doit se faire en parallèle des travaux européens, mais elle s'inscrit dans la démarche d'analyse et d'évaluation.

Tableau 6 Résultats de l'évaluation qualitative de la confiance pour les deux stations 04C et 05G dans l'étude de cas des SRM Mers Celtiques et Golfe de Gascogne. L'erreur moyenne correspond à l'écart entre les niveaux moyens sur la période et l'erreur dynamique aux différences de forme des distributions.

	04C	05G
<b>Erreur moyenne</b>	Importante	Moyenne
<b>Erreur dynamique</b>	Faible	Faible
<b>Couverture empirique (km)</b>	77	94

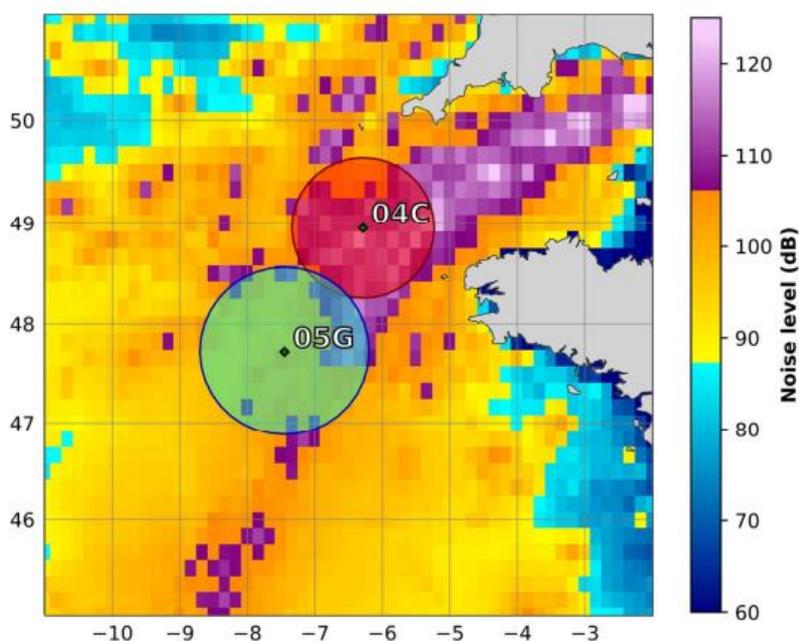


Figure 5 Analyse de la couverture empirique de la comparaison entre le modèle et les données. La confiance estimée qualitativement dans le tableau 6 est reportée ici sur la carte de bruit. En rouge (station 04C) : confiance limitée dans le modèle d'après la comparaison. En bleu (station 05G) : cohérence suffisante entre modèle et mesure. Figure issue du rapport de Kinda et al., 2022.

### 9.3.5. Etude de l'origine des erreurs et incertitudes de modélisation (pistes d'amélioration des modèles)

La modélisation des niveaux de bruit ambiant sous-marin repose fortement sur la connaissance du milieu de propagation (Figure 6). La résolution, la qualité et l'incertitude sur ces données environnementales sont des facteurs d'incertitudes pour les modèles et d'écart entre les modèles et la mesure. La nature du fond, l'épaisseur des couches superficielles et profondes restent encore des inconnues dans de nombreuses régions. Ces paramètres influencent grandement la propagation acoustique et ainsi les résultats de la modélisation du bruit. Lors de la simulation de la propagation acoustique, sous-estimer les pertes par propagation revient à modéliser des niveaux reçus plus hauts. Un autre facteur d'incertitude et d'erreur est lié à l'estimation des niveaux sources. Elle repose sur les connaissances des positions et des informations des navires. Parfois incomplètes, avec des problèmes

d'échantillonnage ou des informations erronées, ces données apportent des incertitudes sur l'estimation des niveaux émis par les navires. Enfin la mesure est elle aussi soumise à des facteurs d'incertitudes tout comme l'estimation du niveau de bruit à partir de cette mesure. Les valeurs d'incertitude liées à la mesure sont tout de même de moindre amplitude par comparaison à celle des modèles.

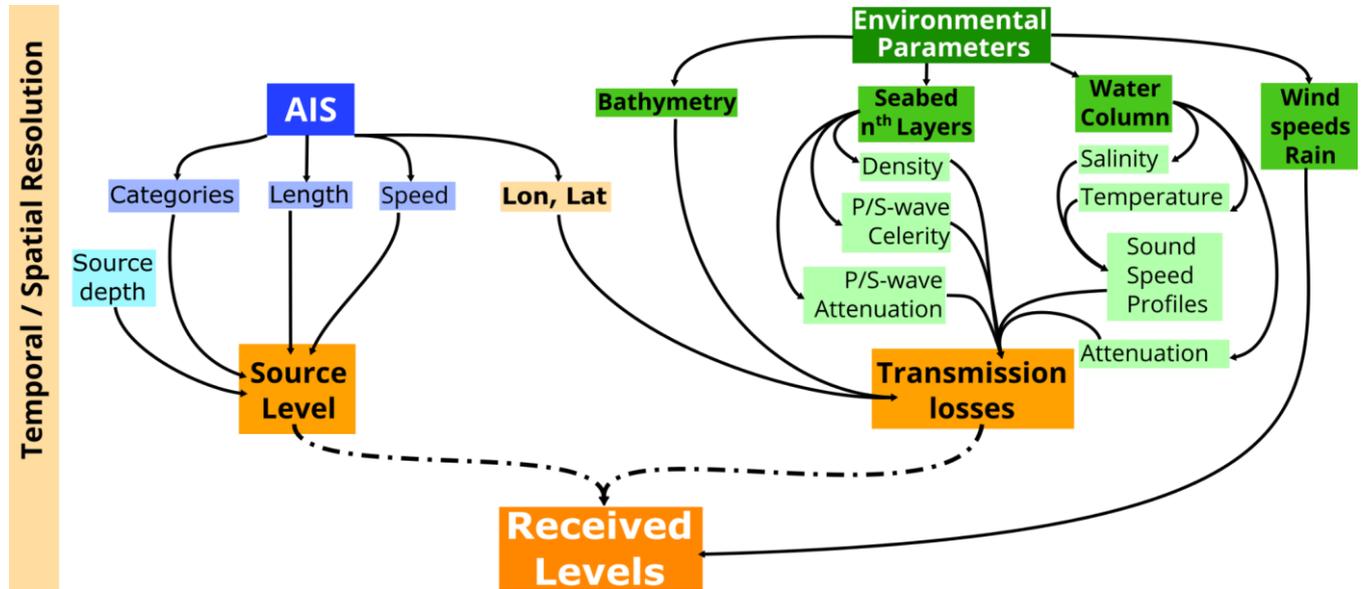


Figure 6 Schéma récapitulatif des données utilisées pour la modélisation du bruit de navire.

### 1.10 Développement d'une méthode probabiliste pour déterminer l'incertitude d'une décision basée sur des seuils

Face aux difficultés à définir et à fixer des valeurs seuils pour une réglementation et une gestion commune à l'échelle des pays membres, et dans l'attente d'une définition des options de seuils relative au descripteur 11 bruit sous-marin par le TG Noise en 2022, le Shom a développé une méthode probabiliste d'aide à la décision. Cette étude vise à étudier la sensibilité de l'évaluation des risques en fonction de valeurs seuils fixées et des incertitudes liées aux données et modèles, en tenant compte de la complexité des impacts sur les futurs espèces et habitats marins. En effet, les habitats et les espèces cibles n'ont pas été définis au niveau européen ni au niveau national. C'est pourquoi dans cette étude de cas, seules les SRM sont considérées. Compte tenu de ces lacunes, premièrement plusieurs plages de valeurs pour chaque seuil sont étudiées afin d'estimer les covariances entre ces seuils et deuxièmement, les incertitudes sur les cartes de bruit sont ajoutées pour être intégrées dans le processus de prise de décision.

#### 9.4.1. Etude de cas Zone Économique Exclusive Française Atlantique

Une étude de cas dans les trois sous-régions marines (SRM) de la Zone Économique Exclusive (ZEE) Atlantique Française a été menée. Cette étude, qui combine l'approche probabiliste et la cartographie du bruit, peut aider efficacement les régulateurs à identifier et à hiérarchiser les zones touchées en fonction de la disponibilité des connaissances biologiques. La prise en compte des incertitudes dans l'évaluation du risque d'impact est une préoccupation majeure et peut aider à fixer des objectifs environnementaux concernant le bruit de la navigation. Les cartes de bruit ambiant prises en compte pour cette étude proviennent du projet Interreg-Atlantique Area JONAS (<https://www.jonasproject.eu/>). Il s'agit de cartes de niveau de bruit ambiant moyen journalier pour les tiers d'octave centrés sur 63Hz pour le mois de Janvier 2019, avec une résolution spatiale de 10 minutes d'arc par 10 minutes d'arc (Figure 7).

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

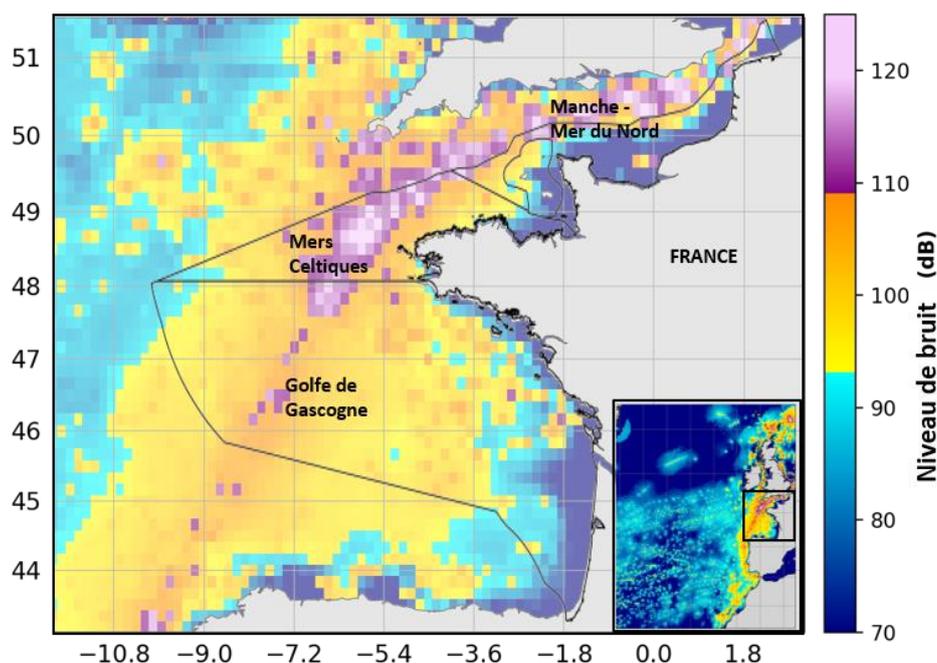


Figure 7 Carte de bruit ambiant au tier d'octave 63 Hz pour le mois de Janvier 2019 (JONAS) pour les sous-régions marine de la ZEE Atlantique Française.

### 9.4.2. Méthodologie par chaîne de valeurs seuils imbriquées

La méthode vise à définir les conditions d'évaluation du risque de bruit dans une zone donnée en suivant une chaîne de valeurs seuils imbriquées (Figure 8). Un triplet unique de seuils est constitué de trois seuils consécutifs qui sont : 1) un seuil de niveau sonore (LT) exprimé en dB ref  $1\mu\text{Pa}$ , compris entre 50 et 130 dB ; 2) un seuil temporel (TT) compris entre 0% et 100% d'une période de temps considérée (par exemple mois, année) ; 3) et un seuil spatial (ST) compris entre 0% et 100% de la zone sélectionnée (100% étant le nombre total de mailles considérées dans la zone). La détermination de l'évaluation du risque utilise cet ensemble de seuils pour renvoyer un résultat binaire, en satisfaisant ou non toutes les conditions des seuils, selon les cartes de bruit sources considérées.

En considérant une zone sélectionnée (SRM), pour chaque maille de la carte de bruit modélisée dans le temps, LT (Level Threshold) est une valeur seuil de niveau de bruit. Au-delà de la valeur fixée pour LT, la cellule est considérée comme "significativement affectée" par le bruit. TT (Time Threshold) représente le pourcentage de temps pendant lequel LT est dépassé où 100% étant la période totale d'observation considérée. Si l'on considère maintenant la zone, ST (Spatial Threshold) est le nombre de mailles qui dépassent à la fois LT et TT (100% étant le nombre total de mailles dans la zone). Les cartes de bruit modélisées doivent renvoyer des valeurs inférieures aux trois valeurs seuils sélectionnées afin d'obtenir des conditions de risque d'impact non significatif. Pour une zone les résultats sont exprimés de façon booléenne, atteintes ou non des objectifs fixés par les 3 seuils combinés. Cette approche a en partie été intégrée dans la réflexion méthodologique et les options de seuils du TG Noise pour le bruit continu (TG Noise Deliverable 3 et 4).

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

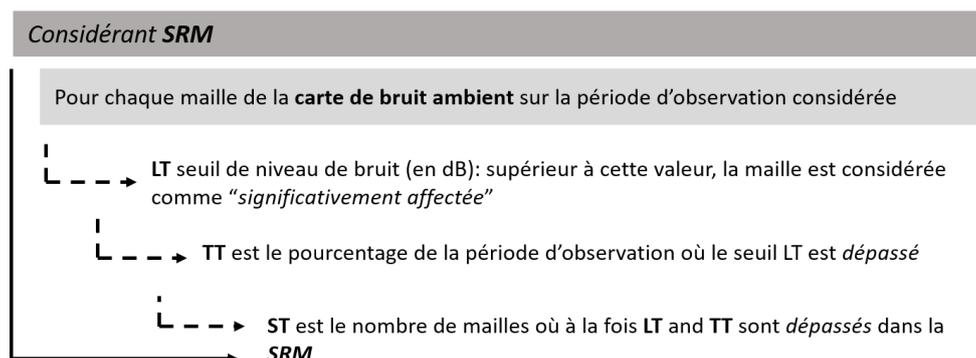


Figure 8 Méthodologie par chaîne de valeurs seuils imbriquées

### 9.4.3. Analyse de Monte Carlo : prise en compte des incertitudes et erreurs de modélisation

Afin d'évaluer la robustesse de la méthode d'estimation du risque de bruit liée aux incertitudes des cartes de bruit ambiant, une analyse Monte Carlo est réalisée. Les entrées de la carte de bruit (valeurs de niveau de bruit moyen) sont simulées 250 fois. Pour chaque itération, une valeur d'écart-type aléatoire est sélectionnée dans la zone considérée (carte de valeur d'écart type générée lors du calcul de la carte de bruit ambiant). Ensuite, une valeur aléatoire de modification du bruit est choisie au hasard dans une distribution normale définie par cette valeur d'écart-type et centrée sur zéro. A partir de là, l'ensemble des données de la carte de bruit est modifié en ajoutant cette valeur unique de modification de bruit aléatoire. Cette méthode permet de conserver la continuité spatiale du bruit entre les mailles tout en tenant compte de la variation des niveaux de bruit suivant la loi normale définie par les écart-types. La méthode de la chaîne d'estimation du risque de bruit est ensuite appliquée à cette carte de bruit modifiée et utilise tous les triplets de seuils.

### 9.4.4. Distribution marginale des valeurs seuils

Comme les valeurs seuils restent difficiles à estimer et pourront varier selon les espèces clés qui seront potentiellement considérées par chaque Etat membre, cette méthode de seuils imbriqués d'estimation du risque est appliquée à un grand nombre de seuils (LT, TT, ST). Le résultat est un graphique en trois dimensions (figure 9) représentant toutes les combinaisons de seuils explorées, et contient une information booléenne sur les conditions de risque (atteintes ou non) pour la zone étudiée. Dans notre étude de cas, un total de 41 seuils de niveau de bruit (LT) a été exploré, de 50 dB à 130 dB tous les 2 dB. Le pourcentage des seuils temporels (TT) ainsi que des seuils spatiaux (ST) considérés vont de 0 à 100 % tous les 5%. Ces ensembles de seuils ont été choisis afin d'obtenir un degré d'information relativement élevé, mais ils peuvent être adaptés. En particulier, le nombre de seuils de niveau de bruit pourrait être réduit en dessous de 80 dB par exemple.

La figure 9 montre les 3 triplets de distribution marginale pour les 3 SRM considérées dans l'étude de cas. Chaque triplet de graphiques est obtenu en appliquant la méthode proposée à une seule SRM de la ZEE française. Ces graphiques sont les distributions marginales obtenues à partir des trois dimensions de seuils (niveau, temporel, spatial). Chaque graphique dans un triplet correspond à la moyenne des valeurs booléennes de la dimension du seuil de l'échelle de couleur. Pour une combinaison de 2 seuils, la couleur correspondante doit être lue sur l'échelle de couleur comme étant la 3<sup>ème</sup> valeur de seuil qui qualifie la zone étudiée pour cette combinaison des 3 seuils. De plus, les valeurs présentées dans les graphiques sont la moyenne des 250 simulations Monte-Carlo.

Pour une SRM donnée, chaque graphique représente toutes les relations possibles entre les trois dimensions des seuils dans la zone. Dans la figure 9-B), sur le graphique en haut à gauche, le pourcentage des seuils temporels (TT) est représenté sur l'axe des abscisses, la gamme des seuils de niveau de bruit (LT) en dB est représentée sur l'axe des ordonnées et le pourcentage de la zone sélectionnée (ST) est représenté par une gamme de couleurs. Ainsi, la sélection d'un seuil de niveau

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

de bruit et d'un seuil temporel permet de trouver quelle surface est affectée dans la SRM. Et inversement, par exemple, ce graphique permet d'observer rapidement que 30 % de la zone de la sous-région Mers Celtiques est affectée 50 % du temps par un niveau sonore d'au moins 100 dB. Par exemple, avec un LT fixé à 100 dB, un TT à 50 % du mois et un ST à 10 % de la SRM, sur la base de futures données scientifiques, le niveau de risque de bruit ne sera pas soutenable dans la SRM.

Les deux autres graphiques du triplet permettent d'observer cette même information sous d'autres angles. Un élément important est la dynamique d'une dimension seuil donnée, qui est observée différemment sous ces angles. Par exemple, toujours dans la figure 9-B), sur le graphique en bas à gauche, la dimension temporelle semble avoir peu d'effet sur l'estimation du niveau de risque de bruit dans cette zone.

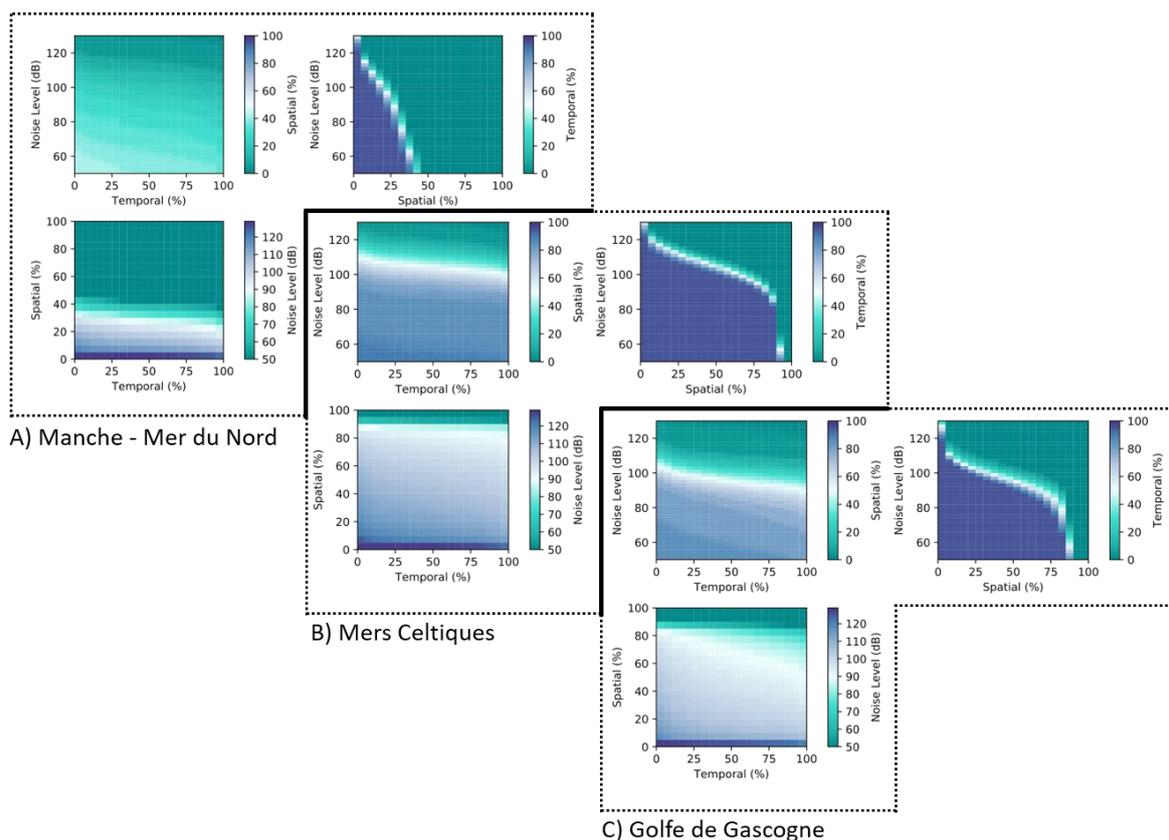


Figure 9 Triplets de distributions marginales des valeurs seuils par SRM (A) Manche - Mer du Nord ; B) Mers Celtiques ; C) Golfe de Gascogne. Chaque triplet comprend trois graphiques, représentant l'ensemble des seuils des trois dimensions : seuils de niveau, seuils temporels et seuils spatiaux et cela pour chaque SRM. La comparaison graphique entre les SRM se fait dans la diagonale.

Les triplets de distributions marginales sont basés sur les cartes de bruit et peuvent donner des informations plus générales sur les seuils. En effet, lorsque l'on compare la distribution temporelle, spatiale et l'intensité du bruit, graphique par graphique, dans les trois SRM, on constate que les zones Mers Celtiques et Golfe de Gascogne sont assez similaires, tandis que la Manche - Mer du Nord présentent une nette différence. En effet, la sous-région de la Manche - Mer du Nord est spatialement dominée par le bruit, tous niveaux confondus, sur près de 45 % de la superficie, en permanence. Alors que, dans les Mers Celtiques et le Golfe de Gascogne, environ un tiers des zones est dominé par un niveau de bruit supérieur à 100 dB. En outre, il semble dans ces deux SRM, que les niveaux de bruit élevés (supérieurs à 120 dB) soient permanents et concentrés dans une zone réduite (5%). Enfin, la dimension temporelle a un faible impact dans les trois SRM, suggérant que l'intensité et la représentation spatiale du bruit sont stables au cours du mois.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### 9.4.5. Carte de probabilité d'atteinte d'un niveau de risque de bruit durable

En complément des triplets de distributions marginales des seuils, une telle carte de probabilité fournit la probabilité d'atteindre un niveau de risque de bruit durable pour chaque SRM indépendamment, lorsque TT et LT sont fixés. Dans la figure 10, des seuils intermédiaires ont été choisis. Elle montre dans chaque maille une probabilité de risque, si le seuil LT à 100 dB n'est pas dépassé plus de 50% du temps (seuil TT). L'échelle de couleur est réalisée à partir de 250 simulations de Monte Carlo en fonction des incertitudes du modèle (loi normale définie par les écarts-types de variabilité du niveau de bruit modélisé). Les valeurs de probabilité de 1 et 0 indiquent respectivement la certitude d'atteindre les objectifs fixés par les seuils considérés (en violet) et de ne pas les atteindre (en orange). En conséquence, plus la valeur de probabilité d'une maille est proche de 0,5 (en blanc), plus l'incertitude de la décision est grande pour cette combinaison de seuils dans cette maille.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

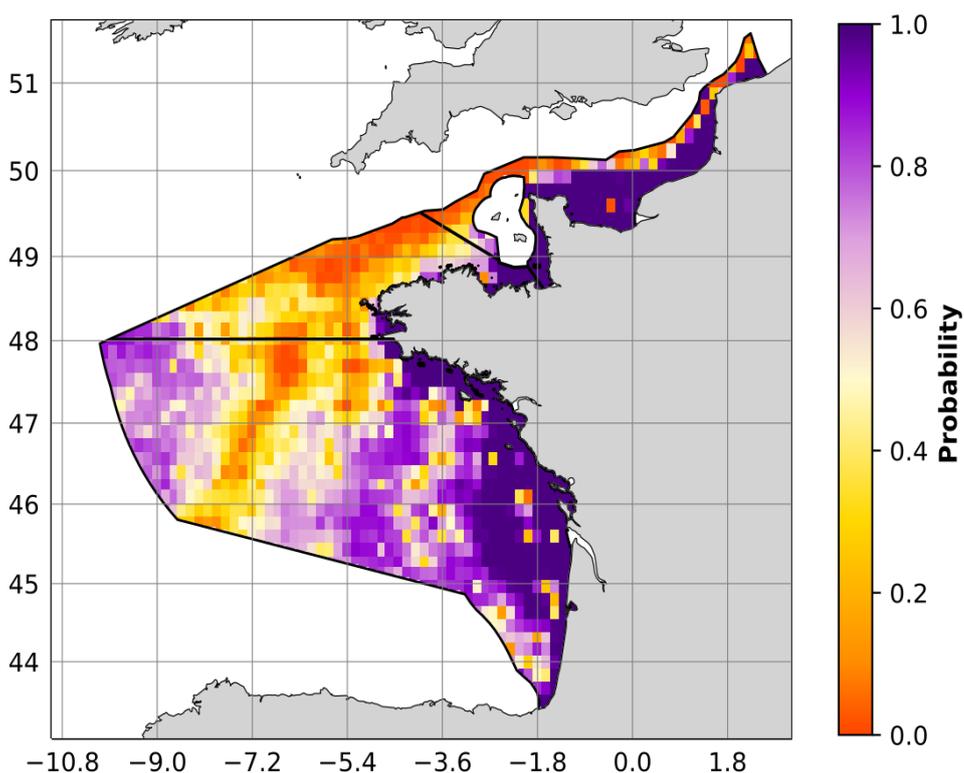


Figure 10 Carte représentant la probabilité. Probabilité d'atteindre les objectifs fixés par un seuil de niveau de 100 dB à ne pas dépasser 50 % du temps en janvier 2019. Cette probabilité est calculée dans chaque SRM indépendamment. La variation de couleur est obtenue à partir de 250 simulations de Monte Carlo suivant l'incertitudes des modèles. Ainsi, plus la maille est proche de la probabilité centrale de 0.5, plus l'incertitude sur l'évaluation du risque de bruit est élevée pour cette combinaison de seuils.

Dans la SRM Manche - Mer du Nord, la zone côtière atteint une forte probabilité d'atteinte des objectifs fixés pour ces seuils. Cependant, à la frontière avec les eaux britanniques (au large des îles Anglo-Normandes, de Jersey et de Guernesey), où le rail d'Ouessant est très impactant, la probabilité est nulle pour ces seuils. Dans la sous-région Mers Celtiques, la majeure partie de la zone est très impactée par le bruit de la navigation, notamment par le passage du rail d'Ouessant à proximité des côtes bretonnes. La probabilité d'atteindre avec certitude les objectifs fixés par les seuils ne concerne que la rade de Brest et la côte d'émeraude le long des côtes bretonnes. En limite maritime de la SRM, hors de l'influence du rail de trafic maritime, la probabilité est supérieure à 60 %. Ailleurs, la probabilité est inférieure à 50%. Dans la SRM Golfe de Gascogne, il est très visible que la probabilité est nulle au milieu du rail où la densité de trafic y est forte. Mais à proximité, la probabilité augmente rapidement, atteignant 0,5 lorsque les incertitudes de modélisation sont les plus importantes. En dehors de cette zone, la probabilité s'élève à 60 %, pour atteindre 100 % près des côtes. Certaines zones à faible probabilité au milieu de zones à forte probabilité, correspondent à des rails de trafic secondaire et à une forte activité de pêche le long du talus continental et sur le plateau.

Dans la prise de décision en matière de gestion environnementale, la prise en compte des risques potentiels peut avoir un effet important sur la biodiversité. En outre, la dégradation de l'écosystème peut également avoir des conséquences sociales et économiques importantes. L'objectif de la modélisation probabiliste est de fournir un outil scientifique avec des incertitudes identifiées et évaluées, afin de définir explicitement dans quelle mesure, où et quand les pressions sont les plus



## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

fortes ainsi que le risque inhérent à ces pressions. En effet, le besoin d'obtenir une vue d'ensemble, grâce au calcul d'un grand nombre de combinaisons de seuils différents, à des échelles temporelle et spatiale données devient primordial dans la prise de décision. Cette méthode s'intègre particulièrement dans un contexte de gestion intégrée des écosystèmes marins à l'échelle de façades maritimes, d'États, voire d'un continent. De plus, elle permet une première évaluation face au manque de données scientifiques pour l'établissement de valeurs de références de différentes pressions sur la faune sauvage.

Cette méthode probabiliste appliquée à des combinaisons de seuils permet de prendre en compte les incertitudes des modèles directement lors de l'étape de décision. Cela permet alors aux décisionnaires et aux gestionnaires d'orienter leurs prises de décisions afin de les rendre plus efficaces. Notre étude de cas avec les seuils médians choisis, met en évidence qu'appliquer un seuil de niveau plus ou moins bas sera plus efficace que de modifier un seuil temporel, étant donné que la dimension temporelle semble rester stable au cours du mois considéré. Ceci pourra être confirmé dans une étude approfondie sur une échelle temporelle plus grande. Cependant, le trafic maritime est relativement stable au cours du temps même si une variabilité saisonnière peut être observée localement (§8). Cette méthodologie permettra également de localiser et de prioriser les zones les plus impactées lorsque les seuils et les espèces cibles et les habitats auront été déterminés à l'échelle européenne et nationale respectivement.

Les perspectives de développement de cette méthodologie seraient d'inclure les futures informations biologiques de sensibilité au bruit, utilisation du milieu, saisonnalité) relative aux espèces cibles et aux habitats qui seront déterminés par chaque Etat membre à l'échelle nationale. Cette méthodologie permettrait aussi la prise en compte de mesures d'opportunités afin de les intégrer à l'algorithme de décision et d'ouvrir l'approche probabiliste à d'autres pressions (contaminant, déchets, ...) et multi-pressions.

## 10. Conclusion

L'ensemble des travaux entrepris lors de cette évaluation du cycle 3 ont permis de mettre en évidence la tendance de bruit sous-marin pour les deux critères. Cependant, en l'absence de seuils au niveau européen au moment de l'évaluation de juin 2020, il n'a pas été possible de réaliser une évaluation du BEE. En effet, les seuils spatiaux et temporels pour les critères sons impulsifs et sons continus ont été approuvés au niveau européen en novembre 2022, ils seront pris en compte dans la prochaine évaluation. Quant aux seuils de niveaux de bruit, ils seront déterminés au niveau national et sous-régional pour chaque Etat membre, en prenant en compte les spécificités des habitats et des espèces marines de chaque pays membre. Les travaux de comparaison modèles/mesures et d'étude probabiliste d'obtention des seuils menés par le Shom lors de ce cycle, permettront également de consolider les connaissances déjà acquises sur le bruit sous-marin et d'apporter un soutien important au développement des seuils de niveaux sonores pour les deux critères au cours du prochain cycle de la DCSMM.

## 11. Références

An assessment framework to define EU threshold values for impulsive underwater noise (TG Noise deliverable 1) 28 May 2021. [https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise\\_2021.pdf](https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise_2021.pdf)

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Setting of EU Threshold Values for impulsive underwater sound. Recommendations from the Technical Group on Underwater Noise (TG Noise). *Deliverable 2 of the work programme of TG Noise 2022*. <https://circabc.europa.eu/ui/group/326ae5ac-0419-4167-83ca-e3c210534a69/library/edd5bf34-f124-4689-9bba-f754259e0b9f/details>

An assessment framework to define EU threshold values for continuous underwater noise (TG Noise deliverable 3) 12 November 2021. <https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%20%20-%20TG%20Noise%20DL3%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20continuous%20noise.pdf>

Setting of EU Threshold Values for continuous underwater sound. Recommendations from the Technical Group on Underwater Noise (TG Noise). *Deliverable 4 of the work programme of TG Noise 2022*. <https://circabc.europa.eu/ui/group/326ae5ac-0419-4167-83ca-e3c210534a69/library/bc3ed92d-4c77-4d61-b92a-b906278236a9/details>

DÉCISION (UE) 2017/848 DE LA COMMISSION du 17 mai 2017 établissant des critères et des normes méthodologiques applicables au bon état écologique des eaux marines ainsi que des spécifications et des méthodes normalisées de surveillance et d'évaluation, et abrogeant la directive 2010/477/UE <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0848&from=SK>

Arrêté du 9 septembre 2019 relatif à la définition du bon état écologique des eaux marines et aux normes méthodologiques d'évaluation.  
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000039130954>

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

Bejder, L., Samuels, A., Whitehead, H., and Gales, N. (2006). Interpreting short-term behavioural responses to disturbance within a longitudinal perspective, *Animal Behaviour*, 72, 1149-1158.

Castellote, M., Clark, C. W. & Lammers, M. O., 2012. Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. *Biological Conservation* 147 (1), 115-122.

Clark, C. W., Ellison, W. T., Southall, B. L., Hatch, L., Van Parijs, S. M., Frankel, A., & Ponirakis, D. (2009). Acoustic masking in marine ecosystems: intuitions, analysis, and implication. *Marine Ecology Progress Series*, 395, 201-222.

Di Franco, E., Pierson, P., Di Iorio, L., Calò, A., Cottalorda, J. M., Derijard, B., ... & Guidetti, P. (2020). Effects of marine noise pollution on Mediterranean fishes and invertebrates: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 159, 111450.

Duarte, C. M., Chapuis, L., Collin, S. P., Costa, D. P., Devassy, R. P., Eguiluz, V. M., ... & Juanes, F. (2021). The soundscape of the Anthropocene ocean. *Science*, 371(6529), [DOI: 10.1126/science.aba4658](https://doi.org/10.1126/science.aba4658)

Duarte, R., Jesus, S.M., Le Courtois, F., Dellong, D., 2022, Standards for the calibration of acoustic modeling, JONAS Deliverable D5.3

Dunlop, R. A. (2019). The effects of vessel noise on the communication network of humpback whales. *Royal Society open science*, 6(11), 190967.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Erbe, C., Reichmuth, C., Cunningham, K., Lucke, K., & Dooling, R. (2016). Communication masking in marine mammals: A review and research strategy. *Marine pollution bulletin*, 103(1), 15-38.

Erbe, C., Dunlop, R., & Dolman, S. (2018). Effects of noise on marine mammals. In *Effects of anthropogenic noise on animals* (pp. 277-309). Springer, New York, NY.

European Maritime Safety Agency. COVID-19 - Impact on shipping. 22 Avril 2022.

Fernández, A., Edwards, J. F., Rodriguez, F., De Los Monteros, A. E., Herraiez, P., Castro, P., ... & Arbelo, M. (2005). "Gas and fat embolic syndrome" involving a mass stranding of beaked whales (family Ziphiidae) exposed to anthropogenic sonar signals. *Veterinary Pathology*, 42(4), 446-457.

Folegot, T., Clorennec, D., Chavanne, R., and Gallou, R. (2016). Mapping of ambient noise for bias. Quiet-Oceans technical report QO, 20130203.

Gallagher, C. A., Grimm, V., Kyhn, L. A., Kinze, C. C., & Nabe-Nielsen, J. (2021). Movement and seasonal energetics mediate vulnerability to disturbance in marine mammal populations. *The American Naturalist*, 197(3), 296-311.

Hawkins, A. D., Hazelwood, R. A., Popper, A. N., & Macey, P. C. (2021). Substrate vibrations and their potential effects upon fishes and invertebrates. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 149(4), 2782-2790.

Kinda B., B. Ollivier, F. Le Courtois, L. Ceyrac, H. Pihan-Le Bars, D. Dellong & R. James (2022). DCSMM - Bilan des actions financées du programme de surveillance 9 Bruit sous-marin :no 8 Shom/DOPS/STM/ASM/NP du 8 avril 2022.

Merchant, N. D., Faulkner, R. C., & Martinez, R. (2018). Marine noise budgets in practice. *Conservation Letters*, 11(3), e12420.

Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (2020). *Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine*.

Mortensen, L. O., Chudzinska, M. E., Slabbekoorn, H., & Thomsen, F. (2021). Agent-based models to investigate sound impact on marine animals: bridging the gap between effects on individual behaviour and population level consequences. *Oikos*, 130(7), 1074-1086.

Popper, A. N., Hawkins, A. D., & Thomsen, F. (2020). Taking the animals' perspective regarding anthropogenic underwater sound. *Trends in ecology & evolution*, 35(9), 787-794.

Putland, R. L., Merchant, N. D., Farcas, A., & Radford, C. A. (2018). Vessel noise cuts down communication space for vocalizing fish and marine mammals. *Global change biology*, 24(4), 1708-1721.

Schneider F. & H. Glotin (2022). Acoustique sous-marine et environnement. *Le bruit en mer : Développement des activités maritimes et protection de la faune marine*, 13.

Southall, B. L., Nowacek, D. P., Bowles, A. E., Senigaglia, V., Bejder, L., & Tyack, P. L. (2021). Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Assessing the Severity of Marine Mammal Behavioral Responses to Human Noise. *Aquatic Mammals*, 47(5), 421-464.

Stockin, K. A., Lusseau, D., Binedell, V., Wiseman, N., and Orams, M. B. (2008). Tourism affects the behavioural budget of the common dolphin *Delphinus* sp. in the Hauraki Gulf, New Zealand. *Marine Ecology Progress Series*, 355, 287-295.



## *Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)*

## 12. Annexe

En annexe sont respectivement présentes les fiches suivantes :

FI BEE\_Région MA D11C1 dérangement

FI BEE\_Région MA D11C1 surmortalité

FI BEE\_Région MA D11C2 Risque de masquage

FI BEE\_Région MED D11C1 dérangement

FI BEE\_Région MED D11C1 surmortalité

FI BEE\_Région MED D11C2 Risque de masquage

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### AVERTISSEMENT/LICENCE

Le présent rapport est un document administratif produit par le Service hydrographique et océanographique de la marine dans le cadre de ses missions de service public de description de l'environnement physique marin. Sa communicabilité et sa réutilisation sont en conséquence régies par les dispositions en vigueur du code de l'environnement et du code des relations entre le public et l'administration (CRPA).

Le présent rapport est communiqué sous Licence Ouverte V2.0 d'Etalab disponible à l'URL :  
<https://www.etalab.gouv.fr/licence-ouverte-open-licence/>

Selon les termes de cette licence il sera rappelé que :

- « le Réutilisateur est libre de réutiliser l'information sous réserve de mentionner la paternité de l'« Information » : sa source (au moins le nom du « Concédant ») et la date de dernière mise à jour de l'« Information » réutilisée.
- Le « Réutilisateur » est seul responsable de la « Réutilisation » de l'« Information ».
- La « Réutilisation » ne doit pas induire en erreur des tiers quant au contenu de l'« Information », sa source et sa date de mise à jour.

Mots clés : Bruit sous-marin, Bruit impulsif anthropique

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

L. Ceyrac, B. Ollivier, D. Dellong & B. Kinda (2022) Evaluation DCSMM BEE - cycle 3 « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives ». - Région marine Manche Atlantique.

**N° 1 SHOM/DOPS/STM/ASM/NP du 9 janvier 2023**

Shom 2022

### Risque de dérangement – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives – Région marine Manche-Atlantique



Descripteur *D11 - Bruit sous-marin*

Critère : *D11C1 - Bruit impulsif anthropique (Primaire, Pression)*

Attribut correspondant : Bruit impulsif dans l'eau

Evaluation DCSMM BEE : Cycle 3

Période d'évaluation : 2015-2021

Zones d'évaluation : France (FR) ; Région marine Manche Atlantique

Sous-Régions Marines (SRM) : Manche-Mer du Nord (MMN),

Mers Celtiques (MC), Golfe de Gascogne (GdG)



Document de référence

Thème INSPIRE : Régions marines

Pays contributeurs : France, FR

Citation :

### Messages clés de l'évaluation

L'indicateur « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » montre que :

- Le nombre d'émissions impulsives potentiellement gênantes varie de manière non-linéaire sur la période 2017-2021 pour les SRM Manche Mer du Nord et Mers Celtiques.
- Le nombre d'émissions impulsives potentiellement gênantes est constant sur la période 2017-2020 pour la SRM Golfe de Gascogne, avec un cumul de 5 jours par an. L'année 2021 est marquée par la première installation par battage de pieux du parc éolien de Saint-Nazaire.
- Le pourcentage de la surface des 3 SRM sur laquelle sont recensées des émissions impulsives tous niveaux confondus est stable (~8 % pour la MMN, ~1 % pour la MC et le GdG) sur la période prise en compte (2017-2021) ;
- La majorité des événements impulsifs recensés présente des niveaux acoustiques forts et très forts, quelle que soit la sous-région marine, hormis en 2021 où les niveaux de battage de pieux ont été recensés comme « faibles » ;
- En l'absence d'un consensus entre les Etats Membre sur la définition de seuils quantitatifs, aucune évaluation n'a pu être menée pour renseigner cet indicateur.

## 1 Contexte / Introduction

### Description générale de la fiche indicateur BEE grand public :

Les effets potentiellement néfastes des sons émis par les activités humaines dans le milieu marin font l'objet d'une attention accrue depuis plusieurs décennies. Cette attention tire son origine de deux alertes scientifiques apparues il y a une vingtaine d'années :

- L'augmentation du niveau de bruit de fond à basse fréquence dits sons continus.  
En lien avec l'augmentation globale du trafic maritime, le bruit peut couvrir les communications animales. C'est le cas, notamment, pour les espèces dont les vocalises sont dans la même gamme de fréquence que celle générée par le bruit des navires (par exemples chez certains mysticètes et certaines espèces d'odontocètes grands plongeurs). Il s'agit du phénomène de masquage.
- L'exposition à des sons de durée limitée mais de fortes intensités dits sons impulsifs.  
L'usage en mer de tels signaux s'est largement répandu depuis la seconde moitié du vingtième siècle. Une exposition à ces sons peut causer des traumatismes physiologiques (perte d'audition temporaire ou permanente, embolie pulmonaire, traumatisme interne ...) ou provoquer des comportements dangereux (fuite, piégeage, remontée rapide en surface, ...). Ces pressions conduisent à des risques de surmortalité directe ou indirecte. Ces signaux peuvent également provoquer des dérangements acoustiques, voire du harcèlement susceptible d'impacter le comportement en masse ou de groupe ainsi que l'état physiologique de l'animal (interruption d'activités vitales, effort d'adaptation rapide, stress, fatigue, ...).

Le descripteur 11 s'intéresse à l'introduction d'énergie dans le milieu marin, dont les sources sonores<sup>5</sup>. Il s'agit d'un descripteur de la pression lié au bruit généré par les activités anthropiques. Ce descripteur a été intégré dans l'évaluation du Bon État Écologique (BEE) de la DCSMM (Décision 2010/477/EU Commission Européenne). Son évaluation repose sur deux critères : le critère D11C1 basé sur les sons impulsifs ou transitoires de courte durée et de forte intensité et le critère D11C2 basé sur les caractéristiques des signaux émis de type continu, de moyenne intensité et de basse fréquence. Cette fiche indicateur concerne uniquement le renseignement du critère D11C1. Les informations relatives au critère D11C2 sont disponibles dans la Fiche Indicateur « Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz) – Région marine Manche Atlantique »

Le critère D11C1 repose sur le recensement des jours d'émissions impulsives. Il est renseigné par deux indicateurs : l'indicateur « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » qui prend en compte tout niveau acoustique potentiellement gênant et l'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort » qui considère uniquement les niveaux acoustiques forts et

---

<sup>5</sup> Le son est mesuré suivant une échelle logarithmique, ce qui veut dire qu'une augmentation de 3 décibels équivaut à doubler le niveau sonore.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

très forts. Cette fiche indicateur porte uniquement sur le premier indicateur « risque de dérangement ». Les informations relatives à l'autre indicateur sont disponibles dans la Fiche Indicateur « Risque de surmortalité - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort – Région marine Manche Atlantique »

### Justification et pertinence de chaque indicateur :

L'indicateur « Risque de dérangement » est renseigné par 2 paramètres, le D11C1.1 correspondant à la distribution calendaire des émissions impulsives (tous niveaux confondus), le D11C1.2 à la distribution spatiale annuelle de ces émissions.

L'usage en mer de signaux de durée limitée mais de fortes puissances s'est largement répandu depuis la seconde moitié du vingtième siècle. L'exposition à de tels signaux peut provoquer des dérangements acoustiques susceptible d'impacter le comportement de groupe ainsi que l'état physiologique de l'animal (interruption d'activités vitales, effort d'adaptation rapide, stress, épuisement) (Gomez et al., 2016). Ce dérangement peut entraîner un risque d'évitement, voire de désertion d'habitats, de zones écologiques fonctionnelles ou de routes migratoires si le dérangement devient permanent (Brandt et al., 2018 ; Graham et al., 2019 and Thompson et al., 2013). Cela représente en outre un symbole fort de nuisances des activités humaines auprès du grand public et peut avoir un impact socio-économique important.

Les pressions considérées pour l'évaluation du critère D11C1 (sons impulsifs) sont les suivantes :

- Les émissions acoustiques des canons à air : ces systèmes sont utilisés dans les activités de prospection sismique pour l'industrie ainsi qu'en recherche et exploration scientifique ;
- Les émissions acoustiques par des sources impulsives autres que les canons à air : ces sources (sparker, boomer, chirp, ...) sont utilisées dans les activités de prospection sismique et géophysique légère ainsi qu'en recherche et exploration scientifique ;
- Les explosions sous-marines : les explosions sous-marines sont réalisées principalement pour la neutralisation de munitions, la dépollution pyrotechnique et certains travaux d'aménagement côtiers ;
- Les émissions dues au battage de pieux : ces émissions interviennent dans certains travaux d'aménagement et de construction d'infrastructures littorales et off-shore (parcs éoliens).

Lors de la précédente évaluation, les jours d'émissions recensés provenaient exclusivement des explosions sous-marines de contre-minage. Au cours de la présente évaluation, les émissions provenaient également de canons à airs et d'autres sources impulsives, lors de prospection sismique scientifiques (la prospection sismique à but d'exploration pétrolière étant interdite dans la ZEE française) ou de battage de pieux.

Pertinence politique (à compléter par MTE)

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Objectifs de la politique (à compléter par MTE)

## 2 Méthode

### 2.1 Echelles spatiales (zones de rapportage ; zones d'évaluation)

Unités marines de rapportage (UMR) :

L'indicateur est évalué à l'échelle de la partie française des sous-régions marines : Manche Mer du Nord (ANS-FR-MS-MMN), Mers Celtiques (ACS-FR-MS-MC) et Golfe de Gascogne (ABI-FR-MS-GDG).

Echelle géographique d'évaluation :

L'indicateur est évalué à l'échelle de chacune des sous-régions sur la base de mailles géographiques élémentaires de 15 minutes d'arc (Figure 11).

Description de la zone d'évaluation :

A l'échelle de la région marine Manche-Atlantique, la zone d'évaluation correspond aux parties françaises des sous-régions marines Manche et Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne comprenant la Zone Economique Exclusive de la Façade Atlantique. Ces zones complexes en termes de bathymétrie, de nature de fond et de diversité biologique relèvent d'un fort intérêt, de par leurs hautes productivités pour les espèces marines, notamment au niveau du talus et du plateau continental.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

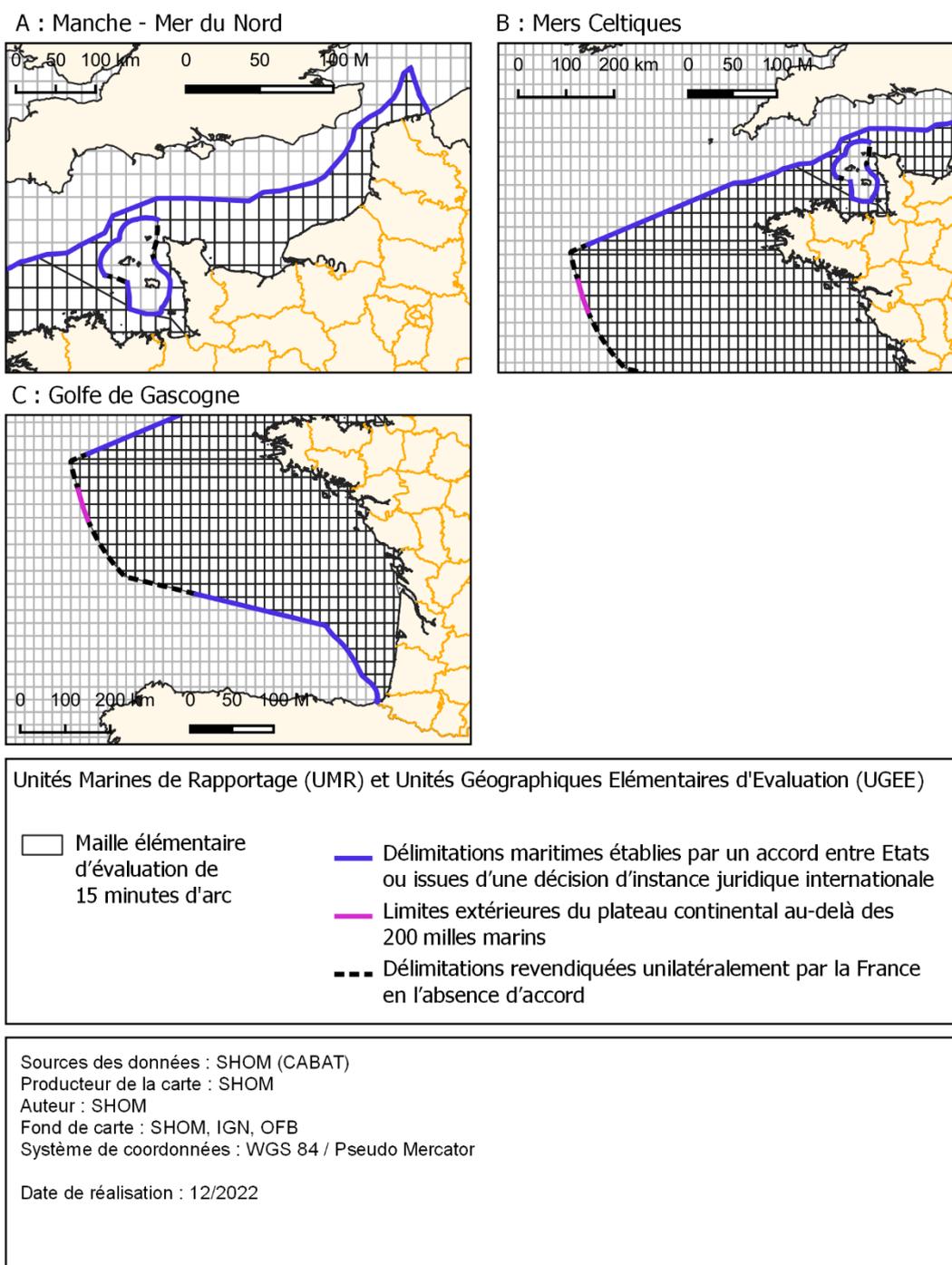


Figure 11 Unités marines de rapportage (UMR) et unités géographiques élémentaires d'évaluation (UGEE) pour les sous-régions Manche – Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

## 2.2 Méthode de surveillance

### Méthode de suivi/surveillance :

Les données nécessaires au calcul de cet indicateur sont des données déclaratives d'émissions tracées par les opérateurs des activités génératrices de bruits impulsifs. Les données sont recueillies directement auprès des opérateurs et/ou services instructeurs de l'état selon des protocoles de recensement définis dans le cadre du dispositif de surveillance associé [registre des émissions impulsives, baptisé SIRENE (Stephan, 2016)]. Les services instructeurs sont : la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) pour la prospection sismique, l'État-Major de la Marine (EMM) et

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

les Préfectures Maritimes (PREMAR) pour les travaux ainsi que les PREMAR pour les explosions. Une fois compilées et validées, ces données sont référencées annuellement. Pour cette évaluation, les données déclaratives de 2017 à 2021 ont été considérées. Les données sont archivées dans le registre SIRENE en vue de leur exportation dans les registres multinationaux (opérationnel pour la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (OSPAR) et l'Impulsive Noise Register in the Mediterranean region (INR-MED)). Les flux de données et les modalités d'accessibilité sont en cours d'opérationnalisation (données issues des études d'impact, données protégées par des droits commerciaux ou par exemption de défense ou encore données faisant l'objet de délais de carence). Le périmètre de recensement des données fait l'objet de recommandations via le Groupe Technique européen sur le bruit sous-marin (TG Noise).

### 2.3 Méthode d'évaluation

#### Description de la méthode d'évaluation :

L'indicateur « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » traduit la distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives potentiellement gênantes (tous niveaux sonores confondus) pour la faune marine. La distribution temporelle est exprimée en nombre de jours d'occurrence de ces émissions impulsives par trimestre et la distribution spatiale en cumul de jours d'occurrence par trimestre par maille. Plus l'emprise temporelle est grande, plus le risque d'impact est élevé.

Concernant les seuils de niveau acoustique des émissions considérées comme « potentiellement gênantes » : les seuils de recensement retenus suivent les recommandations du TG Noise (Tableau 1, Dekeling et al., 2014). Ces seuils sont à considérer comme des seuils précautionneux de nuisance potentielle. Les caractéristiques des signaux recensés sont réparties en trois catégories (sources acoustiques, explosions sous-marines et battages de pieux) :

GAMMES DE GRANDEUR		SEUILS				
		sources			Explosions sous-marines	Battelements de pieux
Niveaux	Hors recensement	inférieur à 209	inférieur à 186	inférieur à 176	inférieur à 0.008	0
	très faible	de 210 à 233	de 187 à 210	de 177 à 200	inférieur à 0.220	inférieur à 0.280
	faible	de 234 à 243	de 211 à 220	de 201 à 210	de 0.22 à 2.100	de 0.290 à 2.8
	modéré	de 244 à 253	de 221 à 230	de 211 à 220	de 2.11 à 21	de 2.81 à 28
	fort	supérieur à 253	supérieur à 230	supérieur à 220	de 22 à 210	Supérieur à 28
Très fort				supérieur à 210		
Unités		$N_{0p}$ dB ref 1 $\mu$ Pa @ 1 m	$N_z$ dB ref 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> m <sup>2</sup> s	$N_{0p}$ dB ref 1 $\mu$ Pa @ 1 m	eq TNT kg	Mj
Fréquences	ultra basse	< 50				
	Très basse	entre 50 et 2000				
	basse	entre 2000 et 5000				
	moyenne	entre 5000 et 8000				
	haute	supérieur à 8000				
Unités		Hz				

Pour le D11C1.1, les seuils de recensement de niveau de pression doivent s'exprimer principalement par un nombre annuel, trimestriel ou mensuel de jours d'occurrence d'émissions au minimum gênantes. Pour le D11C1.2, les seuils de pression sont exprimés en pourcentage de la surface de la sous-région sur laquelle ces émissions ont été observées sur une année. Conformément aux exigences de la décision, ils doivent être définis au niveau européen. Cependant, il s'agit d'un indicateur provisoire mise en place par la France dans l'attente d'une méthodologie et de seuils commun à l'ensemble des pays membres, développés par le TG Noise (Technical Group of Noise) au niveau européen. La méthodologie de calcul pour le bruit continu est disponible sur le site de la Commission Européenne (<https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%20%20->

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

[%20TG%20Noise%20DL3%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20continuous%20noise.pdf](#)) et les seuils seront mis à disposition d'ici fin 2022

### Concepts et méthodes pour l'établissement de valeurs seuils :

La validation des seuils au niveau européen ayant été trop tardive dans le cycle d'évaluation (novembre 2022), nous n'avons pas été en mesure d'évaluer l'atteinte du paramètre renseignant l'état du critère D11C1. Seules les évolutions interannuelles du bruit impulsif sont présentées dans la présente fiche. Les niveaux estimés tiennent compte de l'indicateur, de l'emprise temporelle et de l'emprise spatiale des trois sous-régions marines. Cependant, afin d'appliquer un principe de précaution, nous étudions l'évolution du nombre d'évènements impulsifs tous niveaux confondus de 2017 à 2021, afin de suivre l'évolution du nombre d'évènements impulsifs sur le cycle. Cependant on ne sait pas déterminer quelle tendance d'augmentation du nombre d'évènements impulsifs a des effets néfastes sur les populations d'espèces marines.

### Règle d'intégration paramètres/critère :

- Règle d'intégration choisie : « non pertinent pour la fiche »

La règle d'intégration n'est pas pertinente pour la fiche, car l'indicateur « risque de mortalité » doit être renseigné conjointement pour renseigner le critère. En effet, cet indicateur à lui seul ne permet pas de renseigner l'état du critère.

Tableau 7 : Outils d'évaluation utilisés pour renseigner l'indicateur « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » dans le cadre de l'évaluation cycle 3 pour la Région Marine Manche-Atlantique

Indicateur	Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives		
Attribut	Bruit impulsif dans l'eau		
Critère associé	D11C1 - Bruit impulsif anthropique (Primaire)		
Source de l'évaluation de l'indicateur	Nationale		
Unités marines de rapportage	SRM MMN	SRM MC	SRM GdG
	ANS-FR-MS-MMN	ACS-FR-MS-MC	ABI-FR-MS-GDG
Echelle géographique d'évaluation	Sous-région marine Echelle d'évaluation élémentaire : maille de 15 minutes d'arc		

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Métrique	1/ Recensement du nombre de jours d'émissions impulsives potentiellement gênantes par trimestre  2/ Distribution spatiale du cumul de jours par trimestre par maille
Paramètre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durée (nombre de jours/trimestre)</li> <li>• Etendue (% de surface impactée)</li> </ul>
Seuil fixé pour le paramètre	Non défini  <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>
Seuil fixé pour l'unité proportionnelle	Non défini  <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>
Jeux de données sources/ Réseaux surveillance	SIRENE : Registre des émissions impulsives
Années considérées	2017-2021

### 2.4 Incertitude sur les résultats

#### Confiance dans les données :

De par la diversité des activités en mer, la confiance et les incertitudes sur les positions, les dates et les niveaux acoustiques associés aux impulsions identifiées varient beaucoup. Par ailleurs, la plupart des activités font l'objet de déclarations d'intention préalables (demandes d'autorisation de travaux, informations nautiques, ...) mais l'accès aux émissions effectivement réalisées nécessite un travail de recensement auprès des opérateurs en temps différé. Pour tenir compte de cette spécificité, le recensement des données repose sur un recensement a priori des intentions d'émissions à partir des sources documentaires diverses suivant les protocoles et les opérateurs. Les intentions d'émissions (émissions d'occurrence non-avérée) ont un indice de confiance de 1 si les prévisions des dates et des positions associées ne sont pas obtenues avec une résolution temporelle maximale à l'échelle du jour et une résolution spatiale maximale de 15 minutes d'arc et un indice de confiance de 2 si leurs résolutions sont adaptées au critère. Une phase de validation est ensuite réalisée pour confirmer les dates et lieux des émissions. Les émissions dont l'occurrence est avérée ont deux autres niveaux de validité qui sont respectivement de 3 pour les émissions dont les dates et positions sont peu résolues et 4 pour les émissions à dates et positions précises.

Le Tableau 8 rappelle la méthode d'évaluation des indices de confiance. Les données de niveau de confiance 1, 2 et 3 ne sont pas utilisées pour le calcul de l'indicateur ; elles pourront l'être ultérieurement si leur indice de confiance remonte. Les données de niveau de confiance 4 sont systématiquement prises en compte. Il est à noter que cette méthode de qualification par contrôle a posteriori a pour conséquence que le recensement annuel n'est pas figé puisque que des données peuvent voir leur indice de confiance évoluer en fonction des contraintes réglementaires et

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

opérationnelles (temps de mise à disposition, précision des reports, délais de carence, évolutions réglementaires, ...).

Tableau 8 : Méthode d'évaluation de l'indice de confiance des données d'émissions impulsives.

OCCURRENCE	résolution Groupe Position date	INDICE
PREVUE	FAIBLE	1
	FORTE	2
CONFIRMEE	FAIBLE	3
	FORTE	4

### Confiance dans chaque indicateur :

Il existe des incertitudes liées aux émissions non confirmées ou non rapportées, notamment dans le cadre d'émissions par des structures commerciales privées.

## 3 Résultats de l'évaluation

### 3.1 Etat

#### Résumé des résultats :

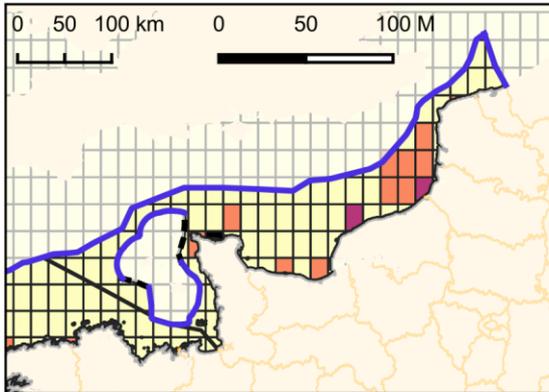
En l'absence de seuils déterminés à l'échelle européenne, l'atteinte des différents paramètres renseignant l'indicateur « Risque de dérangement – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » n'a pas pu être renseignée pour ce cycle. Cependant, l'emprise spatiale des événements impulsifs tous niveaux confondus potentiellement gênants (D11C1.2) est présentée pour les années 2017 à 2021 dans cette section. La distribution calendaire (trimestrielle) des événements impulsifs pour chacun des niveaux potentiellement gênants ainsi que pour le cumul de tous ces niveaux (D11C1.1) est présentée à la suite. En complément, l'évolution de ses émissions sur la période 2017-2021 est présentée dans la section tendance.

#### Cartes des résultats de l'évaluation :

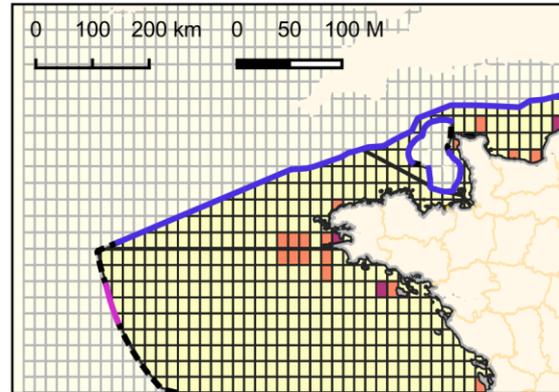
Les Figure 12 à Figure 17 illustrent l'emprise spatiale (D11C1.2) des événements impulsifs de niveaux potentiellement gênants sur les années 2017 à 2021.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

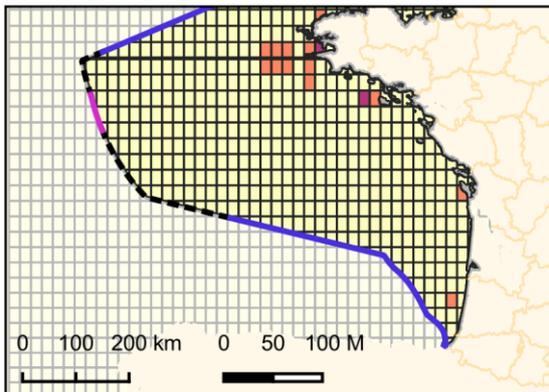
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de dérangement

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles tous niveaux en nombre de jours (2016)

- = 0
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 31
- 31 - 50

- Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale
- Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins
- Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

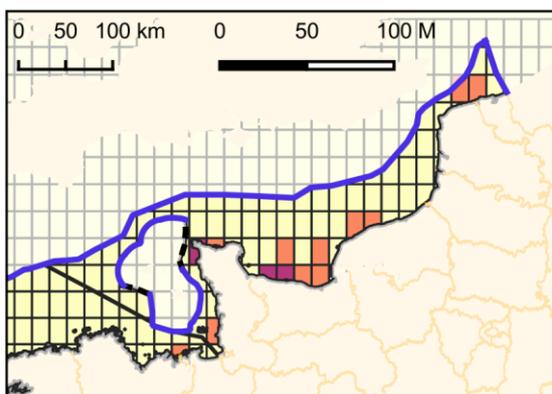
Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

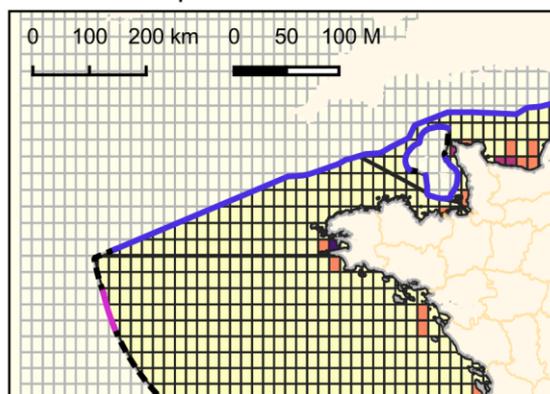
Figure 12 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2016 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

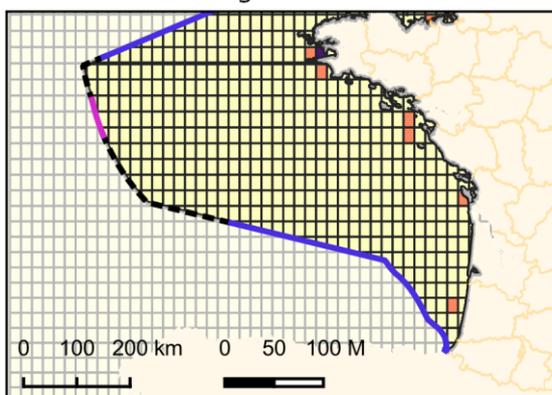
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de dérangement

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles tous niveaux en nombre de jours (2017)

- = 0
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 31
- 31 - 50

- Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale
- Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins
- Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

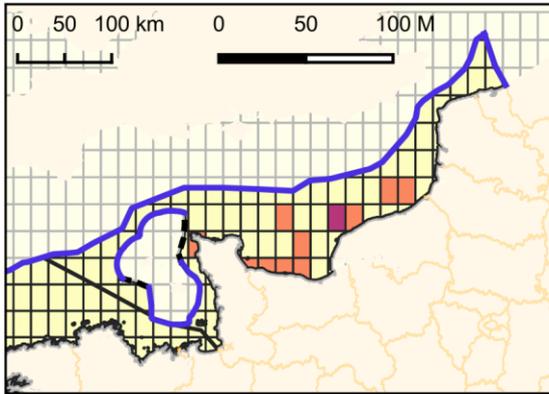
Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

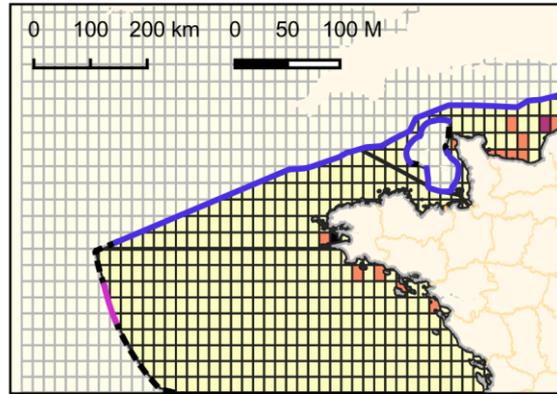
Figure 13 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2017 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

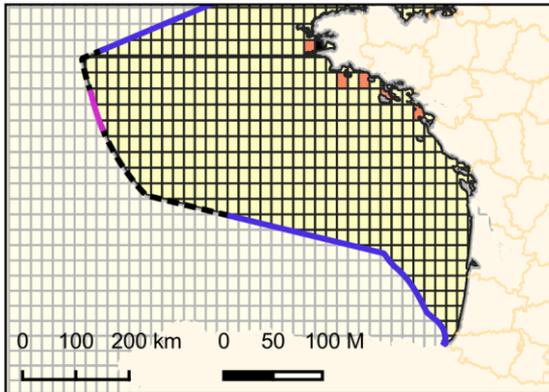
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de dérangement

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles tous niveaux en nombre de jours (2018)

- = 0
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 31
- 31 - 50

- Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale
- Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins
- Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

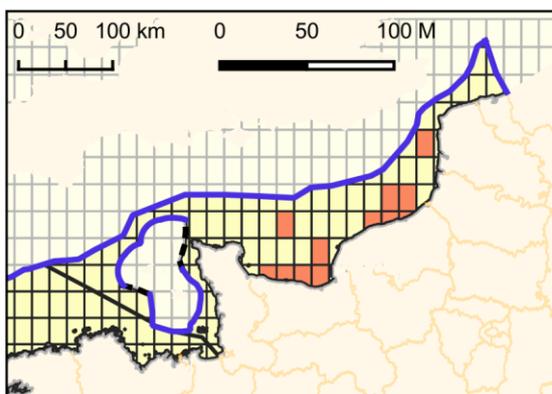
Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

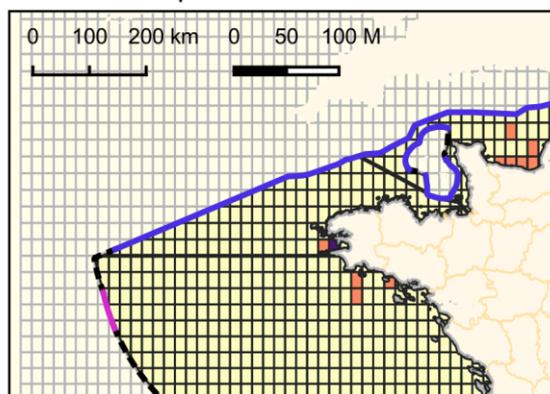
Figure 14 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2018 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

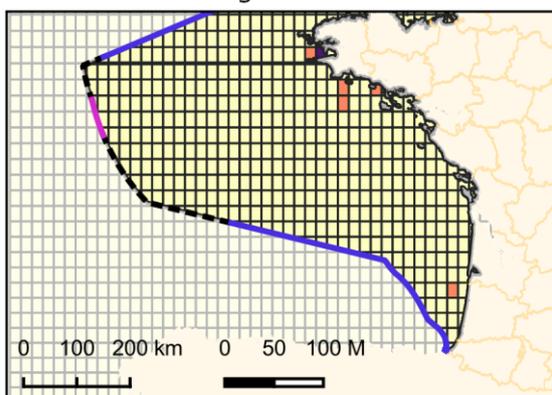
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de dérangement

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles tous niveaux en nombre de jours (2019)

- = 0
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 31
- 31 - 50

- Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale
- Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins
- Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

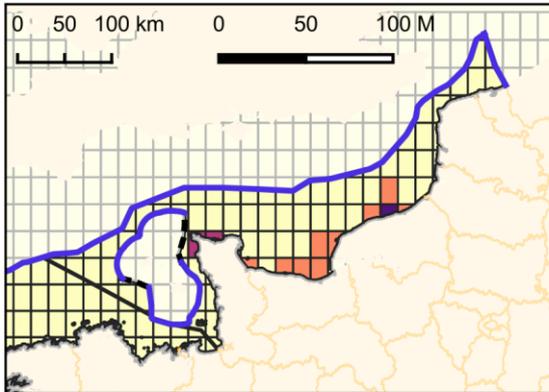
Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

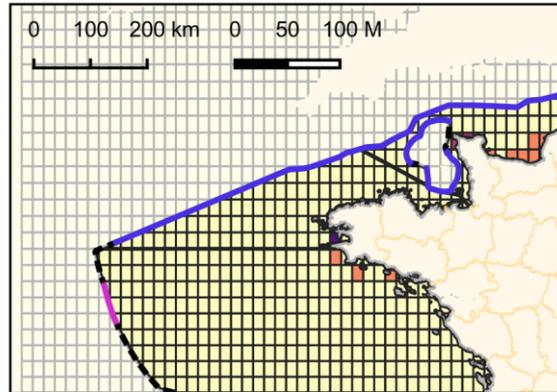
Figure 15 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2019 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

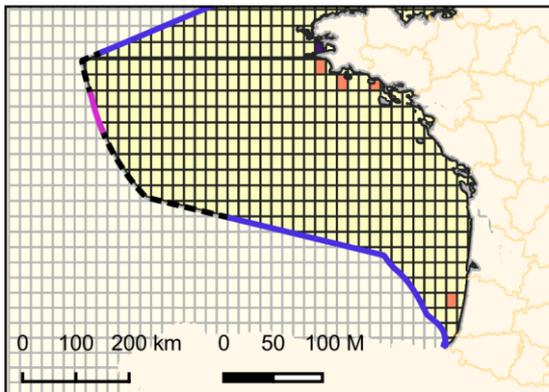
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de dérangement

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles tous niveaux en nombre de jours (2020)

- = 0
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 31
- 31 - 50

- Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale
- Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins
- Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

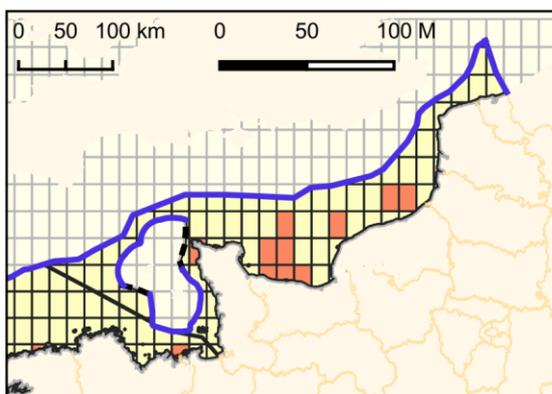
Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

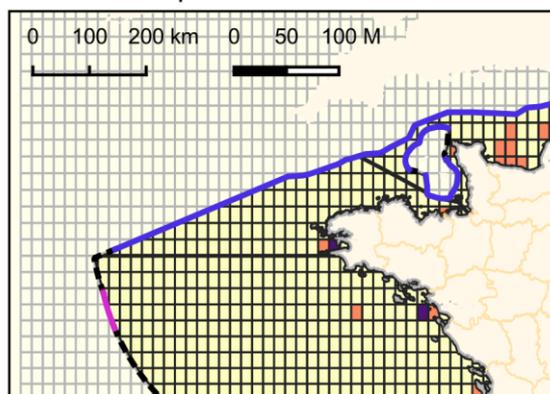
Figure 16 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2020 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

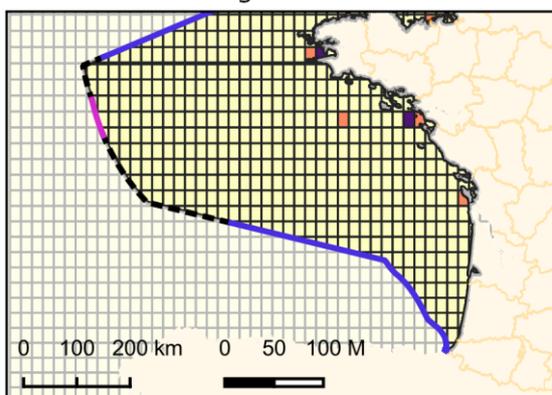
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de dérangement

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles tous niveaux en nombre de jours (2021)

- = 0
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 31
- 31 - 50

- Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale
- Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins
- Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

Figure 17 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2021 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

### Tableau des résultats :

Date de modification : rempli par coord BEE, Date de publication : rempli par coord BEE

Contacts : Laura Ceyrac, Shom, laura.ceyrac@shom.fr  
 Benjamin Ollivier, Shom, benjamin.ollivier@shom.fr  
 David Dellong, Shom, david.dellong@shom.fr  
 Bazile Kinda, Shom, bazile.kinda@shom.fr

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Statut des paramètres : non évalué.

Evolution état : inconnu.

Le Tableau 9 montre la répartition des jours d'émissions impulsives tous niveaux potentiellement gênant par trimestre et par année pour chaque SRM. Le pourcentage de la surface des SRM pour lequel il y a eu des émissions impulsives tous niveaux confondus reste stable, autour de 8% pour la MMN, 1 % pour la MC et le GdG, sur la période 2017-2021. On notera dans les figures 3 à 7, que des zones comme la rade de Brest et la Baie de Douarnenez sont particulièrement impactées par la présence de zones de déminage. Enfin, le déminage étant la principale activité génératrice de bruit impulsif, celle-ci est principalement située en zones côtières.

Tableau 9 : Répartition des jours d'émissions impulsives tous niveaux potentiellement gênant par trimestre et par année pour chaque SRM.

	Manche - Mer du Nord																			
	2017				2018				2019				2020				2021			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Nb jours émissions impulsives tous niveaux gênants	8	17	13	7	3	12	6	12	8	6	5	9	8	29	9	2	1	4	5	6
Cumul des jours	45				33				28				48				16			
% SRM impactée	9				7				9				9				7			
	Mers Celtiques																			
	2017				2018				2019				2020				2021			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Nb jours émissions impulsives tous niveaux gênants	8	8	5	9	20	19	5	4	6	4	4	0	10	6	2	2	13	6	4	2
Cumul des jours	30				48				14				20				25			
% SRM impactée	1				1				1				1				1			
	Golfe de Gascogne																			
	2017				2018				2019				2020				2021			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Nb jours émissions impulsives tous niveaux gênants	4	1	0	0	0	2	2	1		1	2	2	0	2	2	1	1	9	12	10
Cumul des jours	5				5				5				5				32			
% SRM impactée	1				1				1				1				1			

### 3.2 Tendances

#### Tendance :

La Figure 18 présente la distribution trimestrielle des émissions impulsives potentiellement gênantes pour les 3 sous-régions marine de la façade Manche-Atlantique pour les années 2017,2018,2019,2020 et 2021. L'année 2016 est également représentée à des fins de comparaison avec l'année de référence du cycle 2.

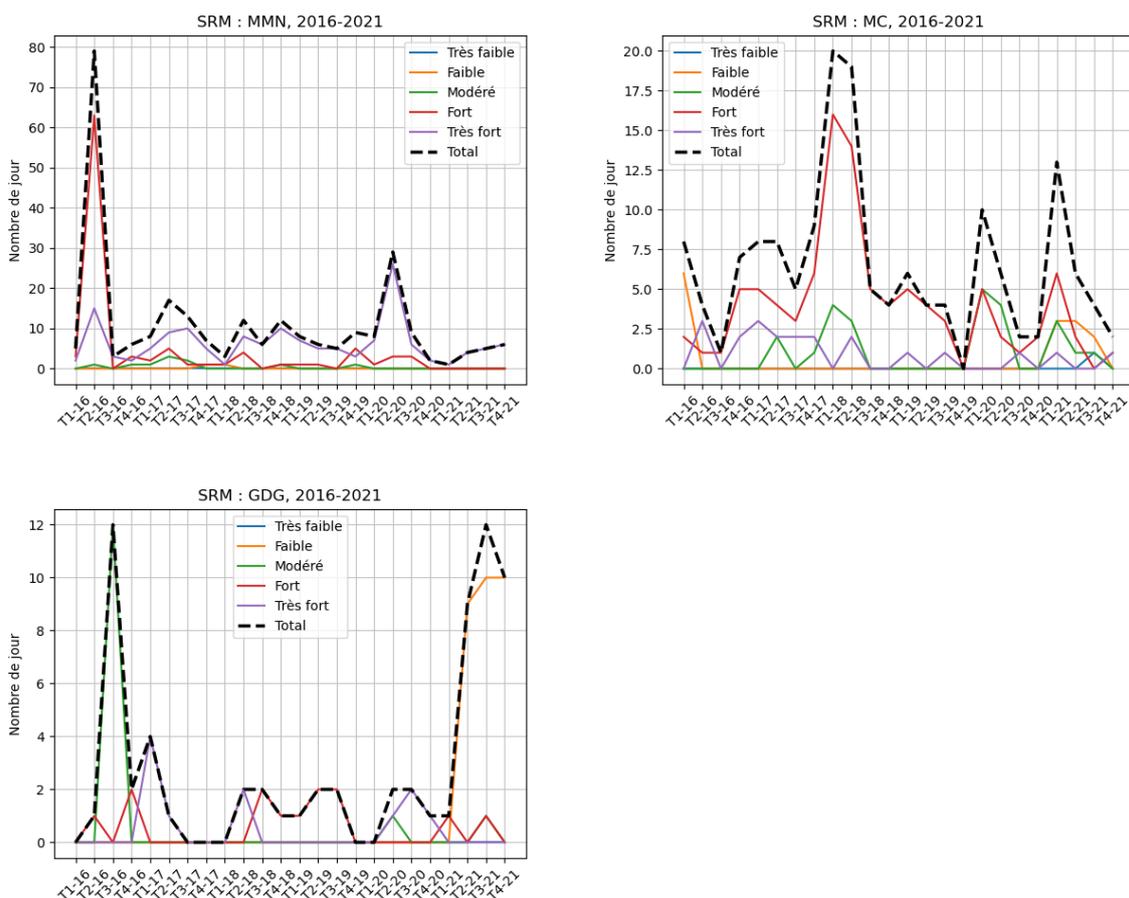


Figure 18 : Distribution trimestrielle (T1 à T4) des émissions impulsives potentiellement gênantes (total et par niveau acoustique) pour les sous-régions marines Manche - Mer du Nord (MMN), Mers Celtiques (MC) et Golfe de Gascogne (GDG).

Evolution des distributions temporelles des évènements impulsifs pour tous niveaux acoustiques potentiellement gênant (D11C1.1) et pour chacun de ces niveaux acoustiques au cours des années du cycle 3, par sous-région marine :

- Pour la sous-région marine Manche-Mer du Nord :

Le nombre d'émissions impulsives potentiellement gênantes varie sur la période 2017-2021, avec un cumul des jours allant de 16 sur l'année 2021 à 48 sur l'année 2020. Pas de tendance visible.

- Pour la sous-région marine Mers Celtiques :

Le nombre d'émissions impulsives potentiellement gênantes varie sur la période 2017-2021, avec un cumul des jours allant de 14 sur l'année 2019 à 48 sur l'année 2018. Pas de tendance visible.

- Pour la sous-région marine Golfe de Gascogne :

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Le nombre d'émissions impulsives potentiellement gênantes est constant sur la période 2017-2020, avec un cumul de 5 jours par an. Enfin, l'année 2021 est marquée par une augmentation des émissions impulsives correspondantes aux battages de pieux pour le parc éolien de Saint-Nazaire. A noter que l'installation des parcs éoliens a commencé en 2021, et que seul le parc de Saint-Nazaire a utilisé la technique du battage de pieux.

## 4 Comparaison avec la précédente évaluation

### Evolution générale par rapport au cycle précédent :

- *Evolution de l'état :*

La répartition spatiale des émissions impulsives du cycle précédent (2016) est présentée en Figure 12. Les zones ainsi que le pourcentage spatial des SRM impactées restent inchangées du cycle 2 au cycle 3 (Figure 2 à 7 et Tableau 9). Il en va de même pour la répartition trimestrielle des événements impulsifs, hormis le trimestre 2 en 2016 qui montre un grand nombre d'évènements de niveaux « faibles », comme en 2021 pour le parc éolien de Saint-Nazaire.

## 5 Références bibliographiques

Assessment framework for EU Threshold values for impulsive noise (DL1), may 2021.  
[https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise\\_2021.pdf](https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise_2021.pdf)

Brandt, M.J., A-C. Dragon, A. Diederichs, M.A. Bellmann, V. Wahl, W. Piper, J. Nabe-Nielsen & G. Nehls, 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 596: 213 – 232.

Dekeling, R., Tasker, M., Van der Graaf, A. M., Andersson, M., André, M., Borsani, J., ... Castellote, M. C. (2014). Monitoring guidance for underwater noise in European Seas Part II : Monitoring Guidance Specifications. European Union. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Dekeling, R., Tasker, M., Van der Graaf, A., Ainlie, M., Anderson, M. A., Brensing, K., ... Young, J. (2014). Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Gomez, Catalina, Jack W. Lawson, Andrew J. Wright, Alejandro Buren, Dominic J. Tollit and Véronique S. Lesage. "A systematic review on the behavioural responses of wild marine mammals to noise: the disparity between science and policy." *Canadian Journal of Zoology* 94 (2016): 801-819.

Graham, I.M., Merchant, N.D., Farcas, A., Barton, T.R., Cheney, B., Bono, S., Thompson, P.M., 2019. Harbour porpoise responses to pile-driving diminish over time. *R. Soc. Open Sci.* 6.  
<https://doi.org/10.1098/rsos.190335>

Stéphan, Y. (2016). *Sons Impulsifs : Registre National des Emissions (SIRENE)*. Spécifications d'ensemble, Shom, Brest.

Thompson, P.M., Hastie, G.D., Nedwell, J., Barham, R., Brookes, K.L., Cordes, L.S., Bailey, H., McLean, N., 2013. Framework for assessing impacts of pile-driving noise from offshore wind farm construction

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

on a harbour seal population. Environ. Impact Assess. Rev. 43, 73–85.

<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2013.06.005>

Joint register of impulsive underwater noise in the Mediterranean Sea Region

[http://80.73.144.60/CTN\\_Geoportal/home/](http://80.73.144.60/CTN_Geoportal/home/)

Register for the Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic

<http://underwaternoise.ices.dk>

## 6 Droits, copyright et politique d'utilisation des données

**Limitation d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'accès :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

### Pour en savoir plus

**Lien URL vers fiche métadonnées sextant de chaque jeu de données source :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

**Lien URL vers jeux de données évaluation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

**Lien URL vers évaluation précédente :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

**Liens utilisés dans le tableau 1 ou cités dans le document.**

[https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

### Autres documents/Informations à fournir pour le rapportage

**Carte des résultats de l'évaluation :** [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024)

**Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément :** *EU Union Européenne*

**Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément associé :** *EU Union Européenne*

### Informations relatives à chaque jeu de données source :

Pour l'ensemble des SRM et des années, le registre national SIRENE (Sons Impulsifs : Registre National des Emissions) intègre les types de données suivants :

- Bilan des explosions sous-marines *via* une veille sur les AVURNAV, les communiqués de presse et auprès des services compétents des préfectures maritimes pour les bilans de pétardements ;
- Projets soumis à étude d'impact *via* le site <https://www.projets-environnement.gouv.fr/pages/home/> et groupes de travail ;



## *Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)*

- Émissions sismiques (canons à airs, autres sources, ...) *via* la DGEC (Direction Générale de l'Energie et du Climat) ;
- Campagnes scientifiques potentiellement génératrices d'émissions impulsives *via* le site de l'Ifremer.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### AVERTISSEMENT/LICENCE

Le présent rapport est un document administratif produit par le Service hydrographique et océanographique de la marine dans le cadre de ses missions de service public de description de l'environnement physique marin. Sa communicabilité et sa réutilisation sont en conséquence régies par les dispositions en vigueur du code de l'environnement et du code des relations entre le public et l'administration (CRPA).

Le présent rapport est communiqué sous Licence Ouverte V2.0 d'Etalab disponible à l'URL : <https://www.etalab.gouv.fr/licence-ouverte-open-licence/>

Selon les termes de cette licence il sera rappelé que :

- *« le Réutilisateur est libre de réutiliser l'information sous réserve de mentionner la paternité de l'« Information » : sa source (au moins le nom du « Concédant ») et la date de dernière mise à jour de l'« Information » réutilisée.*
- *Le « Réutilisateur » est seul responsable de la « Réutilisation » de l'« Information ».*
- *La « Réutilisation » ne doit pas induire en erreur des tiers quant au contenu de l'« Information », sa source et sa date de mise à jour.*

Mots clés : Bruit sous-marin, Bruit impulsif anthropique

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

L. Ceyrac, B. Ollivier, D. Dellong & B. Kinda (2022). Evaluation DCSMM BEE - Cycle 3 « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort » - Région Manche Atlantique.

**N° 2 SHOM/DOPS/STM/ASM/NP du 9 janvier 2023**

Shom 2022

# Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort – Région marine Manche - Atlantique



Descripteur *D11 - Bruit sous-marin*

Critère : *D11C1 - Bruit impulsif anthropique (Primaire, Pression)*

Attribut correspondant : Bruit impulsif dans l'eau

Évaluation DCSMM BEE : Cycle 3

Période d'évaluation : 2015-2021

Zones d'évaluation : France (FR) ; Région marine Manche Atlantique ;

Sous-Région Marine (SRM) : Manche-Mer du Nord (MMN),

Mers Celtiques (MC), Golfe de Gascogne (GdG)



Document de référence

Thème INSPIRE : Régions marine

Pays contributeurs : France, FR

Citation :



## Messages clés de l'évaluation

A l'échelle de la région marine Manche Atlantique, l'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort » montre que :

- Environ 8 % de la SRM Manche-Mer du Nord est impactée par la présence d'émissions impulsives potentiellement létales, avec un nombre de jours par an variant de 16 en 2021 à 48 en 2020.
- Environ 1 % de la SRM Mers Celtiques est impactée par la présence d'émissions impulsives potentiellement létales, avec un nombre de jours par an variant de 11 en 2020 et 2021 à 41 en 2018.
- Environ 1 % de la SRM Golfe de Gascogne est impactée par la présence d'émissions impulsives potentiellement létales, avec un nombre de jours par an variant de 2 en 2021 à 5 en 2017, 2018 et 2019.
- La majorité des événements impulsifs recensés présentent des niveaux acoustiques très forts pour la sous-région marine Manche-Mer du Nord, et des niveaux acoustiques forts pour la sous-région marine Mers Celtiques ;
- La sous-région marine Golfe de Gascogne ne recense que peu ou pas d'événements de niveaux forts et très forts ;
- En l'absence d'un consensus entre les Etats-Membres sur la définition de seuils quantitatifs, aucune évaluation n'a pu être menée pour renseigner cet indicateur.

# 1 Contexte / Introduction

## Description générale de la fiche indicateur BEE grand public :

Les effets potentiellement néfastes des sons émis par les activités humaines dans le milieu marin font l'objet d'une attention accrue depuis plusieurs décennies. Cette attention tire son origine de deux alertes scientifiques apparues il y a une vingtaine d'années :

- L'augmentation du niveau de bruit de fond à basse fréquence dits sons continus.  
En lien avec l'augmentation globale du trafic maritime, le bruit peut couvrir les communications animales. C'est le cas, notamment, pour les espèces dont les vocalises sont dans la même gamme de fréquence que celle générée par le bruit des navires (par exemples chez certains mysticètes et certaines espèces d'odontocètes grands plongeurs). Il s'agit du phénomène de masquage.
- L'exposition à des sons de durée limitée mais de fortes intensités dits sons impulsifs.  
L'usage en mer de tels signaux s'est largement répandu depuis la seconde moitié du vingtième siècle. Une exposition à ces sons peut causer des traumatismes physiologiques (perte d'audition temporaire ou permanente, embolie pulmonaire, traumatisme interne ...) ou provoquer des comportements dangereux (fuite, piégeage, remontée rapide en surface, ...). Ces pressions conduisent à des risques de surmortalité directe ou indirecte. Ces signaux peuvent également provoquer des dérangements acoustiques, voire du harcèlement susceptible d'impacter le comportement en masse ou de groupe ainsi que l'état physiologique de l'animal (interruption d'activités vitales, effort d'adaptation rapide, stress, fatigue, ...).

Le descripteur 11 s'intéresse à l'introduction d'énergie dans le milieu marin, dont les sources sonores<sup>6</sup>. Il s'agit d'un descripteur de la pression lié au bruit généré par les activités anthropiques. Ce descripteur a été intégré dans l'évaluation du Bon État Écologique (BEE) de la DCSMM (Décision 2010/477/EU Commission Européenne). Son évaluation repose sur deux critères : le critère D11C1 basé sur les sons impulsifs ou transitoires de courte durée et de forte intensité et le critère D11C2 basé sur les caractéristiques des signaux émis de type continu, de moyenne intensité et de basse fréquence. Cette fiche indicateur concerne uniquement le renseignement du critère D11C1. Les informations relatives au critère D11C2 sont disponibles dans la Fiche Indicateur « Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz) – Région marine Manche Atlantique ».

Le critère D11C1 repose sur le recensement des jours d'émissions impulsives. Il est renseigné par deux indicateurs : l'indicateur « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » qui prend en compte tout niveau acoustique potentiellement gênant et l'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort » qui considère uniquement les niveaux acoustiques forts et très forts. Cette fiche indicateur porte uniquement sur le deuxième indicateur « Risque de surmortalité ». Les informations relatives à l'autre indicateur sont disponibles dans la Fiche

<sup>6</sup> Le son est mesuré suivant une échelle logarithmique, ce qui veut dire qu'une augmentation de 3 décibels équivaut à doubler le niveau sonore.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Indicateur « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives – Région marine Manche Atlantique »

### Justification et pertinence de chaque indicateur :

L'indicateur « Risque de surmortalité » est renseigné par deux paramètres : le D11C1.1 correspondant à la distribution calendaire des émissions impulsives de niveaux forts à très forts et le D11C1.2 à la distribution spatiale annuelle de ces émissions.

L'usage en mer de signaux de durée limitée mais de fortes puissances s'est largement répandu depuis la seconde moitié du vingtième siècle. L'exposition à de tels signaux peut causer des traumatismes physiologiques (perte d'audition temporaire, surdité, embolie, ...) ou provoquer des comportements dangereux (fuite, piégeage). Ces pressions peuvent ainsi conduire à une surmortalité directe ou indirecte et provoquer des échouages en masse, ce qui représente en outre un symbole fort de nuisances des activités humaines auprès du grand public et peut avoir un impact socio-économique important.

Les pressions considérées pour l'évaluation du critère D11C1 (sons impulsifs) sont les suivantes :

- Les émissions acoustiques des canons à air : ces systèmes sont utilisés dans les activités de prospection sismique pour l'industrie ainsi qu'en recherche et exploration scientifique ;
- Les émissions acoustiques par des sources impulsives autres que les canons à air : ces sources (sparker, boomer, chirp, ...) sont utilisées dans les activités de prospection sismique et géophysique légère ainsi qu'en recherche et exploration scientifique ;
- Les explosions sous-marines : les explosions sous-marines sont réalisées principalement pour la neutralisation de munitions, la dépollution pyrotechnique et certains travaux d'aménagement côtiers ;
- Les émissions dues au battage de pieux : ces émissions interviennent dans certains travaux d'aménagement et de construction d'infrastructures littorales et off-shore (parcs éoliens).

Lors de la précédente évaluation, les jours d'émissions recensés provenaient exclusivement des explosions sous-marines de contre-minage. Au cours de cette évaluation, les émissions provenaient également de canons à airs et d'autres sources impulsives, lors de prospection sismique scientifiques (la prospection sismique à but d'exploration pétrolière étant interdite dans la ZEE française).

Pertinence politique (à compléter par MTE)

Objectifs de la politique (à compléter par MTE)

## 2 Méthode

### 4.1 Echelles spatiales (zones de rapportage ; zones d'évaluation)

#### Unités marines de rapportage (UMR) :

L'indicateur est évalué à l'échelle de la partie française des sous-régions marines : Manche Mer du Nord (ANS-FR-MS-MMN), Mers Celtiques (ACS-FR-MS-MC) et Golfe de Gascogne (ABI-FR-MS-GDG).

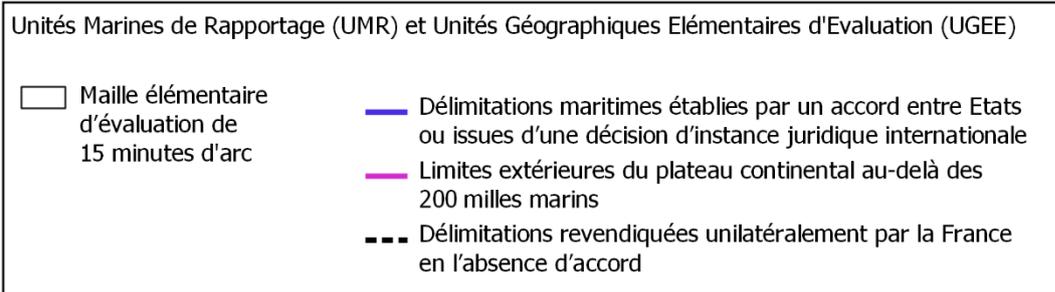
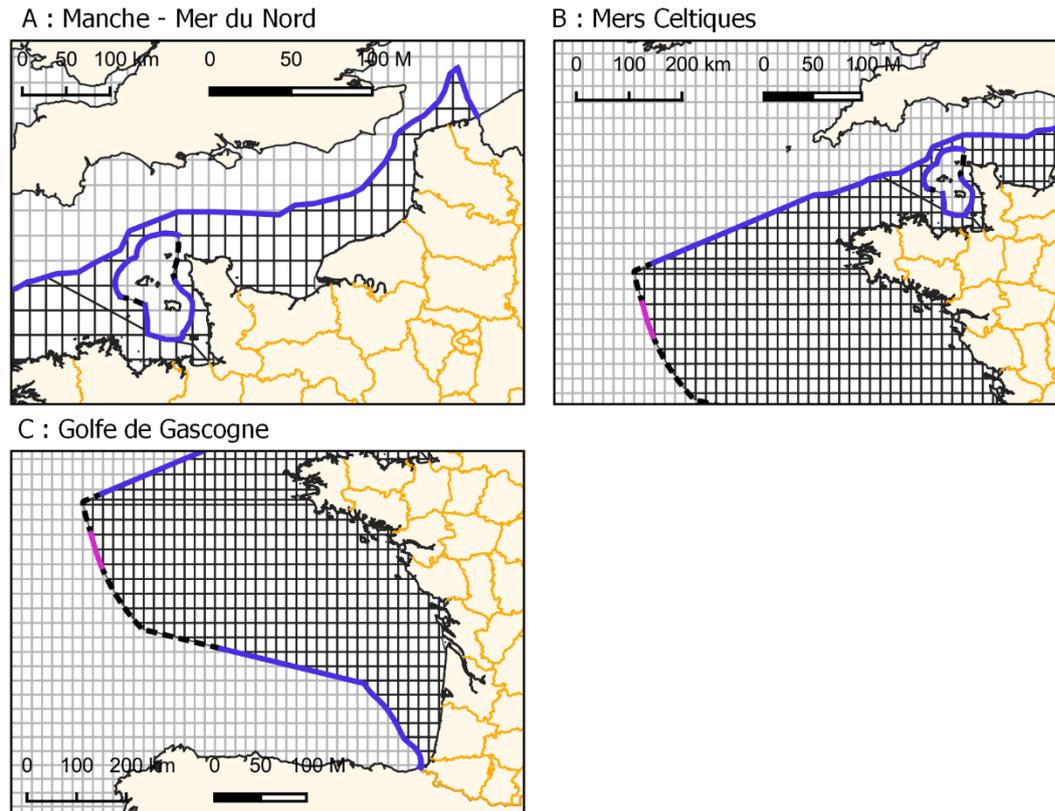
#### Echelle géographique d'évaluation :

L'indicateur est évalué à l'échelle de chacune des sous-régions sur la base de mailles géographiques élémentaires de 15 minutes d'arc (Figure 19).

#### Description de la zone d'évaluation :

A l'échelle de la région marine Manche-Atlantique, la zone d'évaluation correspond aux parties françaises des sous-régions marines Manche et Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne comprenant la Zone Economique Exclusive de la Façade Atlantique. Ces zones complexes en termes de bathymétrie, de nature de fond et de diversité biologique relèvent d'un fort intérêt, de par leurs hautes productivités pour les espèces marines, notamment au niveau du talus et du plateau continental.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)



Sources des données : SHOM (CABAT)  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

Figure 19 : Unités marines de rapportage (UMR) et unités géographiques élémentaires d'évaluation (UGEE) pour les sous-régions Manche – Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne

## 4.2 Méthode de surveillance

### Méthode de suivi/surveillance :

Les données nécessaires au calcul de cet indicateur sont des données déclaratives d'émissions tracées par les opérateurs des activités génératrices de bruits impulsifs. Les données sont recueillies directement auprès des opérateurs et/ou services instructeurs de l'état selon des protocoles de

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

recensement définis dans le cadre du dispositif de surveillance associé [registre des émissions impulsives, baptisé SIRENE (Stephan, 2016)]. Les services instructeurs sont : la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) pour la prospection sismique, l'État-Major de la Marine (EMM) et les Préfectures Maritimes (PREMAR) pour les travaux ainsi que les PREMAR pour les explosions. Une fois compilées et validées, ces données sont référencées annuellement. Pour cette évaluation, les données déclaratives de 2017 à 2021 ont été considérées. 1. Les données sont archivées dans le registre SIRENE en vue de leur exportation dans les registres multinationaux (opérationnel pour la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (OSPAR) et l'Impulsive Noise Register in the Mediterranean region (INR-MED)). Les flux de données et les modalités d'accessibilité sont en cours d'opérationnalisation (données issues des études d'impact, données protégées par des droits commerciaux ou par exemption de défense ou encore données faisant l'objet de délais de carence). Le périmètre de recensement des données fait l'objet de recommandations via le Groupe Technique européen sur le bruit sous-marin (TG Noise).

### 4.3 Méthode d'évaluation

#### Description de la méthode d'évaluation :

L'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort » traduit l'intensité de la pression sonore par les sources impulsives de niveau acoustique susceptible de causer de la surmortalité par effet traumatique directe ou indirecte.

Cet indicateur renseigne sur la distribution des émissions impulsives de niveaux forts à très forts à l'échelle de chaque sous-région marine. La distribution temporelle est exprimée en nombre de jours d'occurrence de ces émissions impulsives par trimestre et la distribution spatiale du cumul de jours d'occurrence par trimestre par maille.

Concernant les seuils de niveau acoustique des émissions : les seuils de recensement retenus suivent les recommandations du TG Noise (Tableau 1, Dekeling *et al.*, 2014). Ces seuils sont à considérer comme des seuils précautionneux de nuisance potentielle. Les caractéristiques des signaux recensés sont réparties en trois catégories (sources acoustiques, explosions sous-marines et battages de pieux) :

GAMMES DE GRANDEUR		SEUILS				
		sources			Explosions sous-marines	Battements de pieux
Niveaux	Hors recensement	Canons à air	Autres sources impulsives	Autres sources		
	très faible	inférieur à 209	inférieur à 186	inférieur à 176	inférieur à 0.008	0
	faible	de 210 à 233	de 187 à 210	de 177 à 200	inférieur à 0.220	inférieur à 0.280
	modéré	de 234 à 243	de 211 à 220	de 201 à 210	de 0.22 à 2.100	de 0.290 à 2.8
	fort	de 244 à 253	de 221 à 230	de 211 à 220	de 2.11 à 21	de 2.81 à 28
	Très fort	supérieur à 253	supérieur à 230	supérieur à 220	de 22 à 210	Supérieur à 28
Unités		$N_{0p}$ dB ref 1 $\mu$ Pa @ 1 m	$N_E$ dB ref 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> m <sup>2</sup> s	$N_{0p}$ dB ref 1 $\mu$ Pa @ 1 m	eq TNT kg	Mj
Fréquences	ultra basse	< 50				
	Très basse	entre 50 et 2000				
	basse	entre 2000 et 5000				
	moyenne	entre 5000 et 8000				
	haute	supérieur à 8000				
Unités		Hz				

Tableau 10 : Périmètre de recensement des émissions impulsives contributives à l'évaluation du critère D11C1 adapté de Dekeling *et al.*, 2014.  $N_{0p}$  : zero-peak sound pressure level ;  $N_E$  : Energy source level ;  $Mj$  : Mega Joule, eq TNT kg : kg equivalent TNT.

Pour le D11C1.1, les seuils de recensement de niveau de pression doivent s'exprimer principalement par un nombre annuel, trimestriel ou mensuel de jours d'occurrence d'émissions potentiellement

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

létales (de niveau forts et très forts). Pour le D11C1.2, les seuils de pression sont exprimés en pourcentage de la surface de la sous-région sur laquelle ces émissions ont été observées sur une année. Conformément aux exigences de la décision, ils doivent être définis au niveau européen. Cependant, il s'agit davantage ici d'une description de la pression via des seuils de recensement, dans l'attente d'une méthodologie et de seuils commun à l'ensemble des pays membres, développés par le TG Noise (Technical Group of Noise) au niveau européen. La méthodologie de calcul pour le bruit impulsif est disponible sur le site de la Commission Européenne

([https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise\\_2021.pdf](https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise_2021.pdf))

et les options de seuils en novembre 2022 <https://circabc.europa.eu/ui/group/326ae5ac-0419-4167-83ca-e3c210534a69/library/edd5bf34-f124-4689-9bba-f754259e0b9f/details>.

### Concepts et méthodes pour l'établissement de valeurs seuils :

La validation des seuils étant trop tardive dans le cycle d'évaluation (Novembre 2022), nous ne sommes pas en mesure d'évaluer l'atteinte du paramètre renseignant l'état du critère D11C1. Seules les évolutions interannuelles du bruit impulsif de niveaux « forts à très forts » sont présentées dans la présente fiche. Les niveaux estimés tiennent compte de l'indicateur, de l'emprise temporelle et de l'emprise spatiale des trois sous-régions marines. Cependant, afin d'appliquer un principe de précaution, nous étudions l'évolution du nombre d'évènements impulsifs de niveaux « forts à très forts » de 2017 à 2021, afin de suivre l'évolution du nombre d'évènements impulsifs sur le cycle. Cependant on ne sait pas déterminer quelle tendance d'augmentation du nombre d'évènements impulsifs a des effets néfastes sur les populations d'espèces marines.

### Règle d'intégration paramètres/critère :

- Règle d'intégration choisie : « non pertinent pour la fiche »

La règle d'intégration n'est pas pertinente pour la fiche, car l'indicateur « risque de dérangement » doit être renseigné conjointement pour renseigner le critère. En effet, cet indicateur à lui seul ne permet pas de renseigner l'état du critère.

Tableau 11 : Outils d'évaluation utilisés pour renseigner l'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveaux acoustique forts et très forts » dans le cadre de l'évaluation cycle 3 pour la Région Marine Manche-Atlantique

Indicateur	Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort		
Attribut	Bruit impulsif dans l'eau		
Critère associé	D11C1 - Bruit impulsif anthropique (Primaire)		
Source de l'évaluation de l'indicateur	Nationale		
	SRM MMN	SRM MC	SRM GdG

Date de modification : rempli par coord BEE, Date de publication : rempli par coord BEE

Contacts : Laura Ceyrac, Shom, [laura.ceyrac@shom.fr](mailto:laura.ceyrac@shom.fr)  
Benjamin Ollivier, Shom, [benjamin.ollivier@shom.fr](mailto:benjamin.ollivier@shom.fr)  
David Dellong, Shom, [david.dellong@shom.fr](mailto:david.dellong@shom.fr)  
Bazile Kinda, Shom, [bazile.kind@shom.fr](mailto:bazile.kind@shom.fr)

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Unités marines de rapportage	ANS-FR-MS-MMN	ACS-FR-MS-MC	ABI-FR-MS-GDG
Echelle géographique d'évaluation	Sous-région marine Echelle d'évaluation élémentaire : maille de 15 minutes d'arc		
Métrique	1/ Recensement du nombre de jours d'émission impulsive fortes et très fortes par trimestre  2/ Distribution spatiale du cumul de jours par trimestre par maille		
Paramètre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durée (nombre de jours/trimestre)</li> <li>Etendue (% de surface impactée)</li> </ul>		
Seuil fixé pour le paramètre	Non défini  <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>		
Seuil fixé pour l'unité proportionnelle	Non défini  <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>		
Jeux de données sources/Réseaux de surveillance	SIRENE : Sons Impulsifs : Registre National des Emissions		
Années considérées	2017-2021		

### 4.4 Incertitude sur les résultats

#### Confiance dans les données :

De par la diversité des activités en mer, la confiance et les incertitudes sur les positions, les dates et les niveaux acoustiques associés aux impulsions identifiées varient beaucoup. Par ailleurs, la plupart des activités font l'objet de déclarations d'intention préalables (demandes d'autorisation de travaux, informations nautiques, ...) mais l'accès aux émissions effectivement réalisées nécessite un travail de recensement auprès des opérateurs en temps différé. Pour tenir compte de cette spécificité, le recensement des données repose sur un recensement a priori des intentions d'émissions à partir des sources documentaires diverses suivant les protocoles et les opérateurs. Les intentions d'émissions (émissions d'occurrence non-avérée) ont un indice de confiance de 1 si les prévisions des dates et des positions associées ne sont pas obtenues avec une résolution temporelle maximale à l'échelle du jour et une résolution spatiale maximale de 15 minutes d'arc et un indice de confiance de 2 si leurs résolutions sont adaptées au critère. Une phase de validation est ensuite réalisée pour confirmer les dates et lieux des émissions. Les émissions dont l'occurrence est avérée ont deux autres niveaux de validité qui sont respectivement de 3 pour les émissions dont les dates et positions sont peu résolues et 4 pour les émissions à dates et positions précises.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Le Tableau 12 rappelle la méthode d'évaluation des indices de confiance. Les données de niveau de confiance 1, 2 et 3 ne sont pas utilisées pour le calcul de l'indicateur ; elles pourront l'être ultérieurement si leur indice de confiance remonte. Les données de niveau de confiance 4 sont systématiquement prises en compte. Il est à noter que cette méthode de qualification par contrôle a posteriori a pour conséquence que le recensement annuel n'est pas figé puisque que des données peuvent voir leur indice de confiance évoluer en fonction des contraintes réglementaires et opérationnelles (temps de mise à disposition, précision des reports, délais de carence, évolutions réglementaires, ...).

Tableau 12 : Méthode d'évaluation de l'indice de confiance des données d'émissions impulsives.

OCCURRENCE	résolution Groupe Position date	INDICE
PREVUE	FAIBLE	1
	FORTE	2
CONFIRMEE	FAIBLE	3
	FORTE	4

### Confiance dans chaque indicateur :

Il existe des incertitudes liées aux émissions non confirmées ou non rapportées, notamment dans le cadre d'émissions par des structures commerciales privées.

## 5 Résultats de l'évaluation

### 6.1 Etat

#### Résumé des résultats :

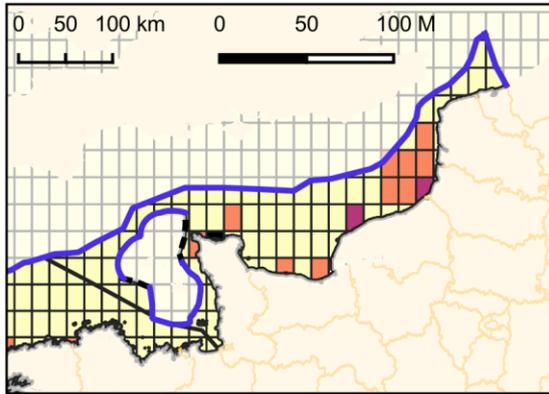
En l'absence de seuils déterminés à l'échelle européenne, l'atteinte des différents paramètres renseignant l'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » n'a pas pu être renseignée pour ce cycle. Cependant, l'emprise spatiale des événements impulsifs de niveau acoustique « fort » et « très fort » (D11C1.2) est présentée pour les années 2017 à 2021 dans cette section. La distribution calendaire (trimestrielle) des événements impulsifs pour chacun des niveaux potentiellement gênants ainsi que pour le cumul de tous ces niveaux (D11C1.1) est présentée à la suite. En complément, l'évolution de ses émissions sur la période 2017-2021 est présentée dans la section tendance.

#### Carte des résultats de l'évaluation :

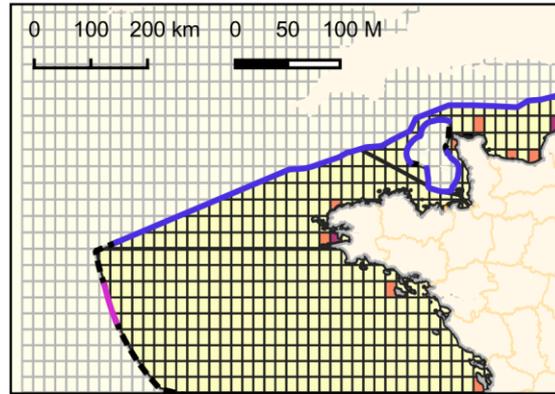
Les Figure 20 à Figure 25 illustrent l'emprise spatiale (D11C1.2) des événements impulsifs de niveau acoustique « fort » et « très fort » sur les années 2016 à 2021.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

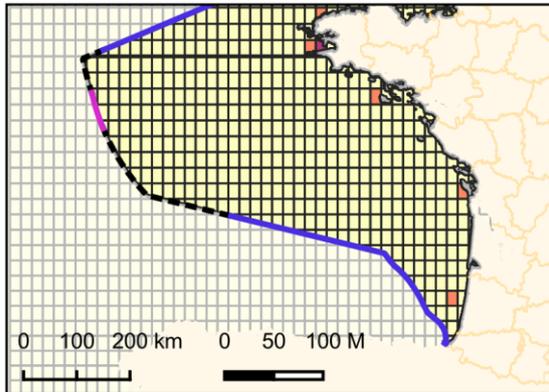
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de surmortalité

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort et très fort en nombre de jours (2016)

- = 0
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 31
- 31 - 50

- Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale
- Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins
- Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

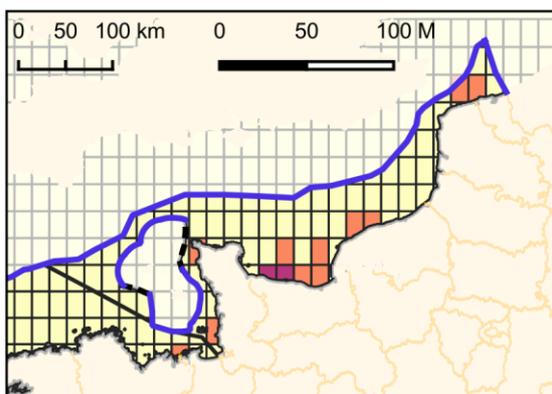
Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

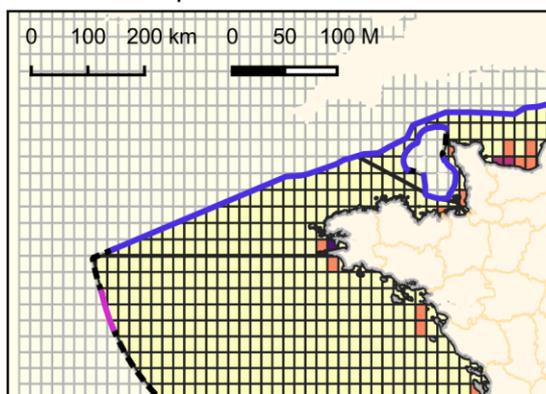
Figure 20 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2016 des sons impulsifs de niveau fort et très fort pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

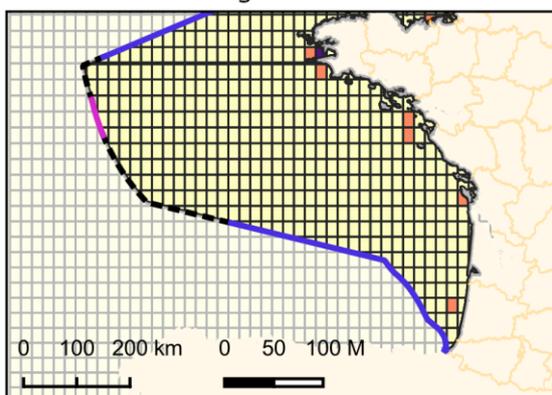
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de surmortalité

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort et très fort en nombre de jours (2017)

= 0  
 1 - 5  
 5 - 10  
 10 - 31  
 31 - 50

Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale  
 Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins  
 Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

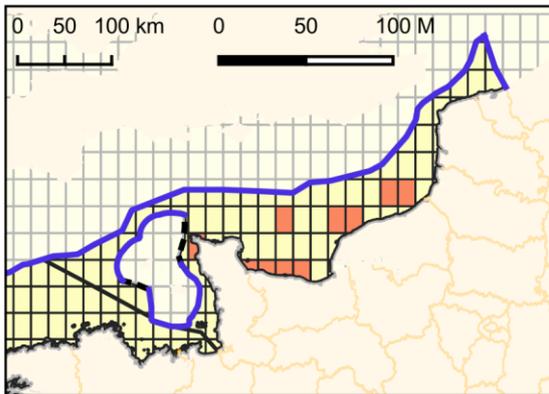
Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

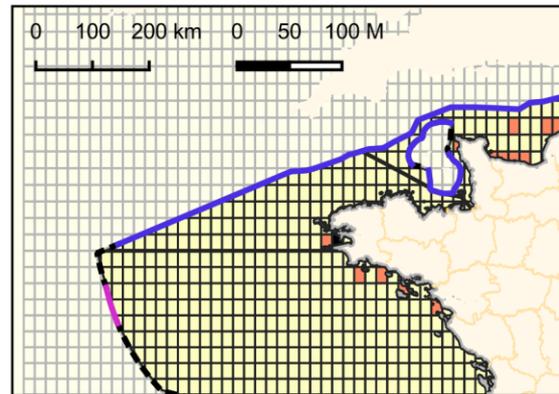
Figure 21 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2017 des sons impulsifs de niveau fort et très fort pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

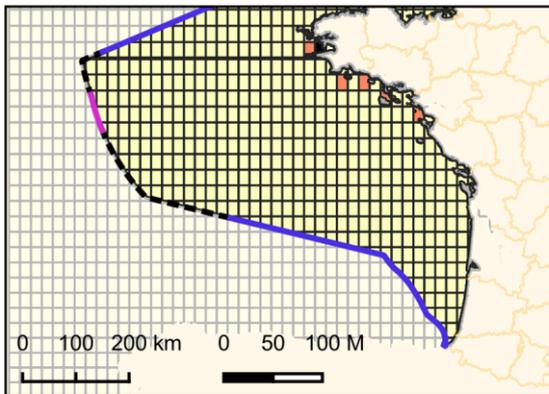
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de surmortalité

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort et très fort en nombre de jours (2018)

= 0  
 1 - 5  
 5 - 10  
 10 - 31  
 31 - 50

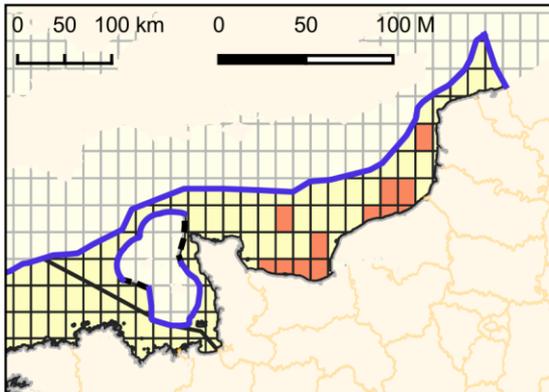
Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale  
 Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins  
 Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

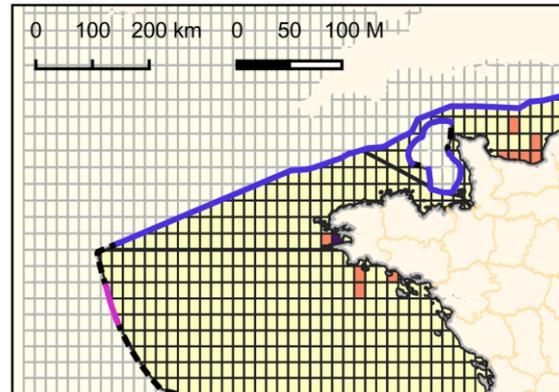
Date de réalisation : 12/2022

Figure 22 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2018 des sons impulsifs de niveaux forts et très forts pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

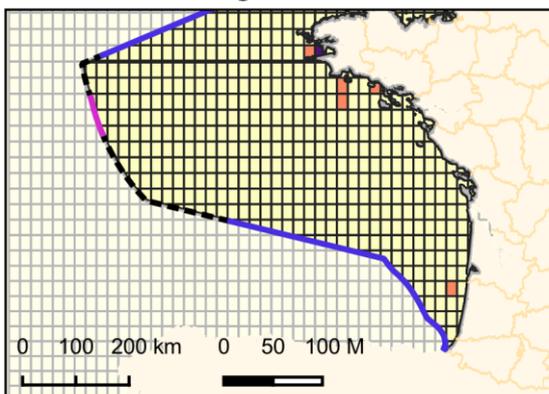
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de surmortalité

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort et très fort en nombre de jours (2019)

= 0  
 1 - 5  
 5 - 10  
 10 - 31  
 31 - 50

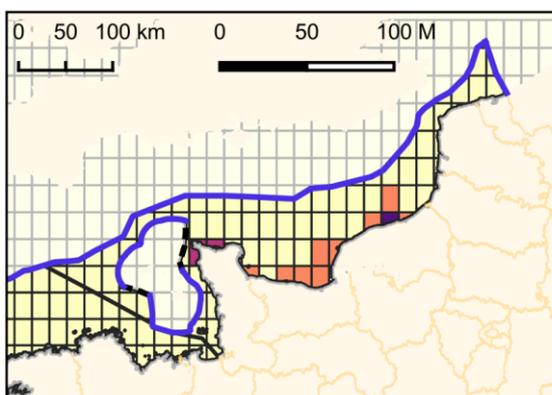
Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale  
 Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins  
 Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

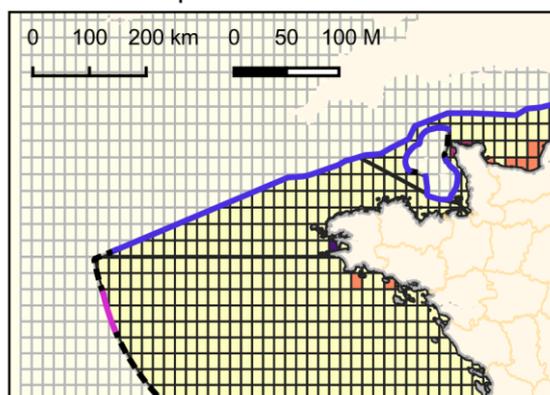
Date de réalisation : 12/2022

Figure 23 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2019 des sons impulsifs de niveaux forts et très forts pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

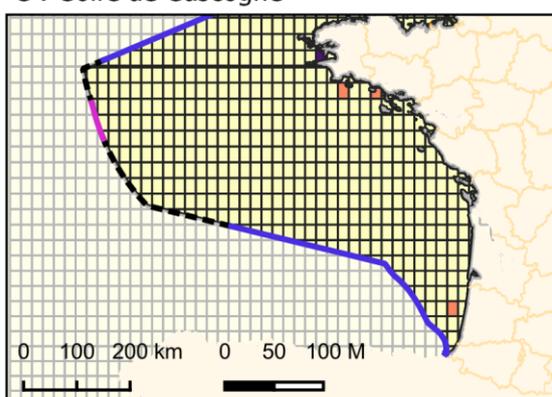
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de surmortalité

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort et très fort en nombre de jours (2020)

= 0  
 1 - 5  
 5 - 10  
 10 - 31  
 31 - 50

Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale  
 Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins  
 Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

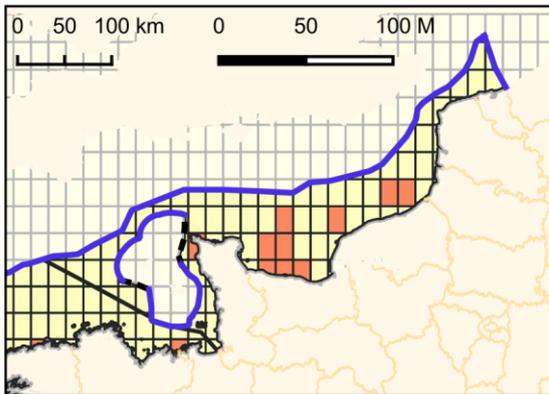
Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

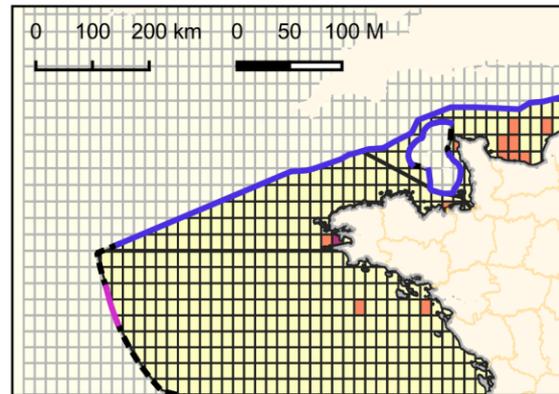
Figure 24 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2020 des sons impulsifs de niveaux forts et très forts pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

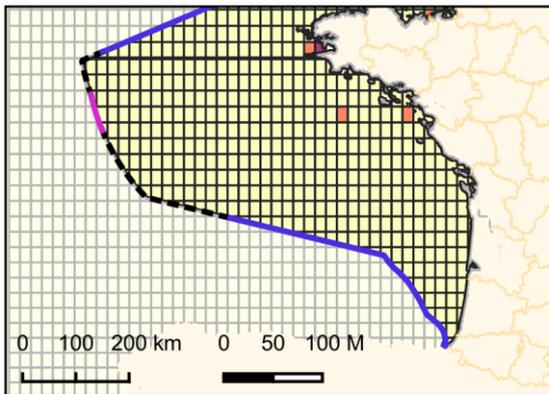
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de surmortalité

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort et très fort en nombre de jours (2021)

= 0  
 1 - 5  
 5 - 10  
 10 - 31  
 31 - 50

Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale  
 Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins  
 Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

Sources des données : SHOM  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

Figure 25 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2021 des sons impulsifs de niveaux forts et très forts pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour les sous-régions marines Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

### Tableau des résultats :

Date de modification : rempli par coord BEE, Date de publication : rempli par coord BEE

Contacts : Laura Ceyrac, Shom, laura.ceyrac@shom.fr  
 Benjamin Ollivier, Shom, benjamin.ollivier@shom.fr  
 David Dellong, Shom, david.dellong@shom.fr  
 Bazile Kinda, Shom, bazile.kinda@shom.fr

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Statut des paramètres : non évalué.

Evolution état : non pertinent.

Le Tableau 13 montre la répartition des jours d'émissions impulsives tous niveaux potentiellement gênant par trimestre et par année pour chaque SRM. Le pourcentage de la surface des SRM sur lequel il y a eu des émissions impulsives de niveaux forts et très forts confondus ne varie pas de manière générale pour les SRM Manche – Mer du Nord, Mers Celtiques. Un faible pourcentage de la SRM Golfe de Gascogne est impacté par la présence de bruit impulsif de niveau acoustique légal sur la période d'évaluation.

Tableau 13 : Répartition des jours d'émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort par trimestre et par année pour chaque SRM.

	Manche - Mer du Nord																			
	2017				2018				2019				2020				2021			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Nb jours émissions impulsives tous niveaux gênants	7	14	11	6	2	12	6	11	8	6	5	8	8	29	9	2	1	4	5	6
Cumul des jours	38				31				27				48				16			
% SRM impactée	9				7				9				9				7			
	Mers Celtiques																			
	2017				2018				2019				2020				2021			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Nb jours émissions impulsives tous niveaux gênants	8	6	5	8	16	16	5	4	6	4	4	0	5	2	2	2	7	2	0	2
Cumul des jours	27				41				14				11				11			
% SRM impactée	1				1				1				1				1			
	Golfe de Gascogne																			
	2017				2018				2019				2020				2021			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Nb jours émissions impulsives tous niveaux gênants	4	1	0	0	0	2	2	1	1	2	2	0	0	1	2	1	1	0	1	0
Cumul des jours	5				5				5				4				2			
% SRM impactée	1				1				1				1				1			

## 6.2 Tendances

Date de modification : rempli par coord BEE, Date de publication : rempli par coord BEE

Contacts : Laura Ceyrac, Shom, laura.ceyrac@shom.fr  
 Benjamin Ollivier, Shom, benjamin.ollivier@shom.fr  
 David Dellong, Shom, david.dellong@shom.fr  
 Bazile Kinda, Shom, bazile.kinda@shom.fr

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### Tendance :

La Figure 26 présente la distribution trimestrielle des émissions impulsives potentiellement létales pour les 3 sous-régions marine de la façade Manche -Atlantique pour les années 2017, 2018, 2019, 2020 et 2021. L'année 2016 est également représentée à des fins de comparaison avec l'année de référence du cycle 2.

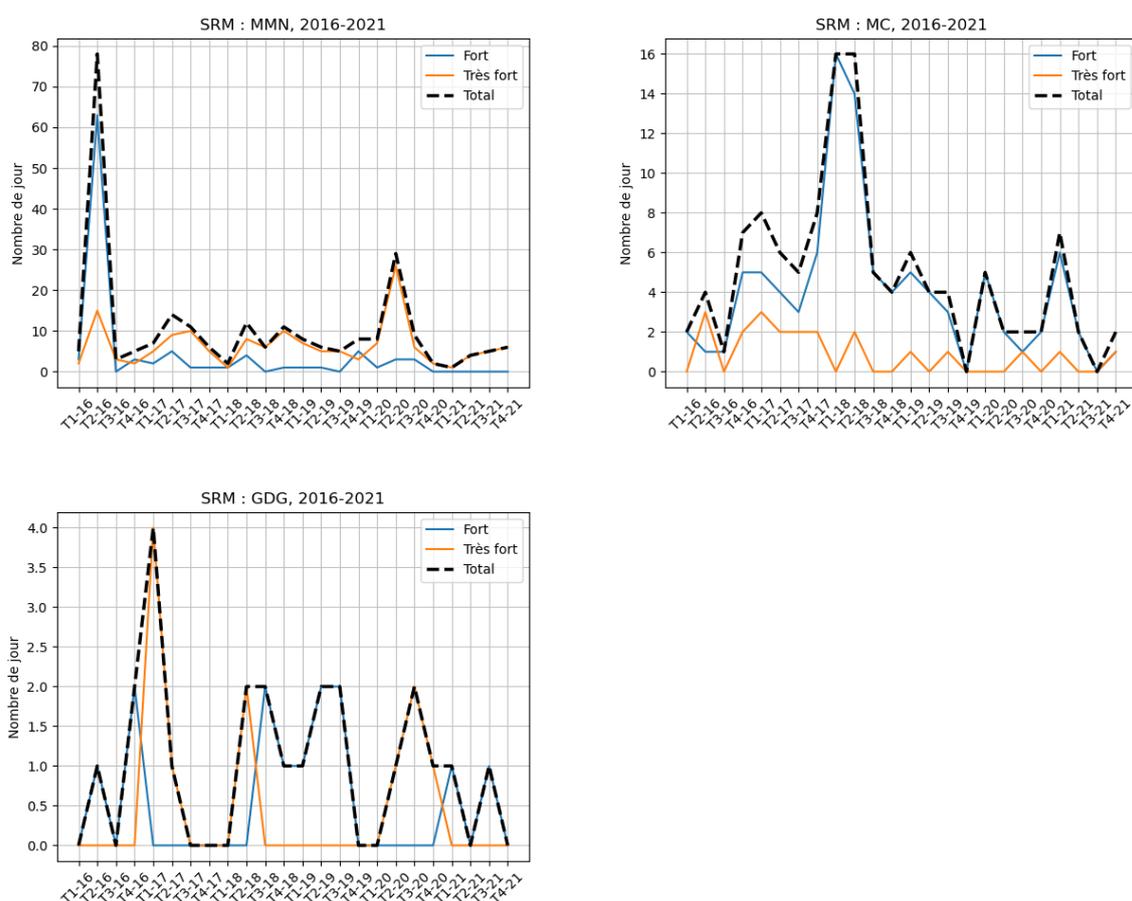


Figure 26: Distribution trimestrielle (T1 à T4) des émissions impulsives potentiellement létales (total et par niveau acoustique fort ou très fort) pour les sous-régions marines Manche et Mer du Nord (MMN), Mers Celtiques (MC) et Golfe de Gascogne (GDG) pour les années 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 et 2021.

Evolution des distributions temporelles des événements impulsifs de niveau acoustique fort et très fort (D11C1.1) au cours des années du cycle 3, par sous-région marine :

- Pour la sous-région marine Manche-Mer du Nord :

Le nombre d'émissions impulsives potentiellement létales varie sur la période 2017-2021, avec un cumul des jours allant de 16 sur l'année 2021 à 48 sur l'année 2020. Pas de tendance visible.

- Pour la sous-région marine Mers Celtiques :

Le nombre d'émissions impulsives potentiellement létales varie sur la période 2017-2021, avec un cumul des jours allant de 14 sur l'année 2019 à 41 sur l'année 2018. Pas de tendance visible.

- Pour la sous-région marine Golfe de Gascogne :

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Le nombre d'émissions impulsives potentiellement létales est constant sur la période 2017-2021, avec un cumul égal ou inférieur à 5 jours par an.

## 7 Comparaison avec la précédente évaluation

### Evolution générale par rapport au cycle précédent :

- *Evolution de l'état :*

La répartition spatiale des émissions impulsives du cycle précédent (2016) est présentée en Figure 20. Les zones ainsi que les pourcentages des SRM impactés inchangés du cycle 2 au cycle 3 (Figure 2 à 7 et Tableau 13). Il en va de même pour la répartition trimestrielle des événements impulsifs, hormis le trimestre 2 en 2016 qui montre un grand nombre d'évènements de niveaux « faibles ».

## 8 Références bibliographiques

Assessment framework for EU Threshold values for impulsive noise (DL1), may 2021.

[https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise\\_2021.pdf](https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise_2021.pdf)

Brandt, M.J., A-C. Dragon, A. Diederichs, M.A. Bellmann, V. Wahl, W. Piper, J. Nabe-Nielsen & G. Nehls, 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 596: 213 – 232.

Dekeling, R., Tasker, M., Van der Graaf, A. M., Andersson, M., André, M., Borsani, J., ... Castellote, M. C. (2014). Monitoring guidance for underwater noise in European Seas Part II : Monitoring Guidance Specifications. European Union. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Dekeling, R., Tasker, M., Van der Graaf, A., Ainlie, M., Anderson, M. A., Brensing, K., ... Young, J. (2014). Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Gomez, Catalina, Jack W. Lawson, Andrew J. Wright, Alejandro Buren, Dominic J. Tollit and Véronique S. Lesage. "A systematic review on the behavioural responses of wild marine mammals to noise: the disparity between science and policy." *Canadian Journal of Zoology* 94 (2016): 801-819.

Graham, I.M., Merchant, N.D., Farcas, A., Barton, T.R., Cheney, B., Bono, S., Thompson, P.M., 2019. Harbour porpoise responses to pile-driving diminish over time. *R. Soc. Open Sci.* 6. <https://doi.org/10.1098/rsos.190335>

Stéphan, Y. (2016). *Sons Impulsifs : Registre National des Emissions (SIRENE)*. Spécifications d'ensemble, Shom, Brest.

Thompson, P.M., Hastie, G.D., Nedwell, J., Barham, R., Brookes, K.L., Cordes, L.S., Bailey, H., McLean, N., 2013. Framework for assessing impacts of pile-driving noise from offshore wind farm construction on a harbour seal population. *Environ. Impact Assess. Rev.* 43, 73–85. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2013.06.005>

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Joint register of impulsive underwater noise in the Mediterranean Sea Region

[http://80.73.144.60/CTN\\_Geoportal/home/](http://80.73.144.60/CTN_Geoportal/home/)

Register for the Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic

<http://underwaternoise.ices.dk>

## 9 Droits, copyright et politique d'utilisation des données

**Limitation d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'accès :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

### Pour en savoir plus

**Lien URL vers fiche métadonnées sextant de chaque jeu de données source :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

**Lien URL vers jeux de données évaluation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

**Lien URL vers évaluation précédente :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

**Liens utilisés dans le tableau 1 ou cités dans le document**

[https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

### Autres documents/Informations à fournir pour le rapportage

**Carte des résultats de l'évaluation :** [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024)

**Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément :** *EU Union Européenne*

**Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément associé :** *EU Union Européenne*

**Informations relatives à chaque jeu de données source :**

Pour l'ensemble des SRM et des années, le registre national SIRENE (Sons Impulsifs : Registre National des Emissions) intègre les types de données suivants :

- Bilan des explosions sous-marines *via* une veille sur les AVURNAV, les communiqués de presse et auprès des services compétents des préfectures maritimes pour les bilans de pétardements ;
- Projets soumis à étude d'impact *via* le site <https://www.projets-environnement.gouv.fr/pages/home/> et groupes de travail ;



## *Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)*

- Émissions sismiques (canons à airs, autres sources, ...) *via* la DGEC (Direction Générale de l'Energie et du Climat) ;
- Campagnes scientifiques potentiellement génératrices d'émissions impulsives *via* le site de l'Ifremer.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### AVERTISSEMENT/LICENCE

Le présent rapport est un document administratif produit par le Service hydrographique et océanographique de la marine dans le cadre de ses missions de service public de description de l'environnement physique marin. Sa communicabilité et sa réutilisation sont en conséquence régies par les dispositions en vigueur du code de l'environnement et du code des relations entre le public et l'administration (CRPA).

Le présent rapport est communiqué sous Licence Ouverte V2.0 d'Etalab disponible à l'URL : <https://www.etalab.gov.fr/licence-ouverte-open-licence/>

Selon les termes de cette licence il sera rappelé que :

- « le Réutilisateur est libre de réutiliser l'information sous réserve de mentionner la paternité de l'« Information » : sa source (au moins le nom du « Concédant ») et la date de dernière mise à jour de l'« Information » réutilisée.
- Le « Réutilisateur » est seul responsable de la « Réutilisation » de l'« Information ».
- La « Réutilisation » ne doit pas induire en erreur des tiers quant au contenu de l'« Information », sa source et sa date de mise à jour.

Mots clés : Bruit sous-marin, Bruit continu anthropique

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

L. Ceyrac, B. Ollivier, D. Dellong & B. Kinda (2022). Evaluation DCSMM BEE - Cycle 3 « Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz) - Région marine Manche Atlantique ».

**N° 3 SHOM/DOPS/STM/ASM/NP du 9 janvier 2023**

Shom 2022

### Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz) - Région marine Manche-Atlantique



Descripteur : *D11 Bruit sous-marin*

Critère : D11C2 Bruit continu anthropique à basse fréquence , (Primaire, Pression)

Attribut correspondant : Bruit continu à basse fréquence

Evaluation DCSMM BEE : Cycle 3

Période d'évaluation : 2015-2021

Zones d'évaluation : France (FR) ; Région marine Manche Atlantique

Trois Sous-Régions Marines (SRM) : Manche-Mer du Nord (MMN), Mers Celtiques (MC), Golfe de Gascogne (GdG)



Document de référence

Thème INSPIRE : Régions marines

Pays contributeurs : France, FR

Citation :

### Messages clés de l'évaluation

L'évaluation de l'indicateur « Risque de masquage – Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125Hz) » pour la région marine Manche Atlantique montre que :

- Pour le tiers d'octave centré à 63 Hz, les niveaux de bruit ambiant sont de l'ordre de 100 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds (> 200 m), 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur le plateau, inférieur à 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en côtier (< 12 mn des côtes) et atteignent 120 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  le long des grands rails de trafic maritime ;
- Pour le tiers d'octave centré à 125 Hz, les niveaux de bruit ambiant sont de l'ordre de 95 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds, 85 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur le plateau, inférieur à 80 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en côtier et atteignent 110 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  le long des grands rails de trafic maritime ;
- Maximum annuel des moyennes mensuelles pour la Sous-région marine Manche-Mer du Nord : 28% de la superficie évaluée sur le cycle a une tendance positive et 72% une tendance stable ;
- Maximum annuel des moyennes mensuelles pour la Sous-région marine Mers Celtiques : 38% de la superficie évaluée sur le cycle a une tendance positive et 62% une tendance stable ;
- Maximum annuel des moyennes mensuelles pour la Sous-région marine Golfe de Gascogne : 7% de la superficie évaluée sur le cycle a une tendance positive et 93% une tendance stable ;
- En l'absence d'un consensus entre les Etats Membre sur la définition de seuils quantitatifs, aucune évaluation n'a pu être menée pour renseigner cet indicateur.

# 1 Contexte / Introduction

## Description générale de la fiche indicateur BEE grand public :

Les effets potentiellement néfastes des sons émis par les activités humaines dans le milieu marin font l'objet d'une attention accrue depuis plusieurs décennies. Cette attention tire son origine de deux alertes scientifiques apparues il y a une vingtaine d'années :

- L'augmentation du niveau de bruit de fond à basse fréquence dits sons continus.  
En lien avec l'augmentation globale du trafic maritime, le bruit peut couvrir les communications animales. C'est le cas, notamment, pour les espèces dont les vocalises sont dans la même gamme de fréquence que celle générée par le bruit des navires (par exemples chez certains mysticètes et certaines espèces d'odontocètes grands plongeurs). Il s'agit du phénomène de masquage.
- L'exposition à des sons de durée limitée mais de fortes intensités dits sons impulsifs.  
L'usage en mer de tels signaux s'est largement répandu depuis la seconde moitié du vingtième siècle. Une exposition à ces sons peut causer des traumatismes physiologiques (perte d'audition temporaire ou permanente, embolie pulmonaire, traumatisme interne ...) ou provoquer des comportements dangereux (fuite, piégeage, remontée rapide en surface, ...). Ces pressions conduisent à des risques de surmortalité directe ou indirecte. Ces signaux peuvent également provoquer des dérangements acoustiques, voire du harcèlement susceptible d'impacter le comportement en masse ou de groupe ainsi que l'état physiologique de l'animal (interruption d'activités vitales, effort d'adaptation rapide, stress, fatigue, ...).

Le descripteur 11 s'intéresse à l'introduction d'énergie dans le milieu marin, dont les sources sonores<sup>7</sup>. Il s'agit d'un descripteur de la pression du bruit généré par les activités anthropiques. Ce descripteur a été intégré dans l'évaluation du Bon État Écologique (BEE) de la DCSMM (Décision 2010/477/EU Commission Européenne) [2]. Son évaluation repose sur deux critères : le critère D11C1 basé sur les sons impulsifs ou transitoires de courte durée et de forte intensité et le critère D11C2 basé sur les caractéristiques des signaux émis de type continu, de moyenne intensité et de basse fréquence. Cette fiche indicateur concerne uniquement le renseignement du critère D11C2. Les informations relatives au critère D11C1 sont disponibles dans les Fiches Indicateurs « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives – Région marine Manche Atlantique » et « Risque de surmortalité - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives – Région marine Manche Atlantique ».

## Justification et pertinence de chaque indicateur :

L'indicateur « Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 Hz et 125 Hz) fait référence au bruit continu anthropique à basse fréquence dans l'eau. Il repose sur la

---

<sup>7</sup> Le son est mesuré suivant une échelle logarithmique, ce qui veut dire qu'une augmentation de 3 décibels équivaut à doubler le niveau sonore.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

modélisation du bruit mensuel imputable au trafic maritime. Cet indicateur est renseigné par intégration du niveau sur deux bandes de fréquences, aux tiers d'octave centré sur 63 Hz et 125 Hz respectivement. En effet, il a été démontré que l'intensité du niveau sonore est la plus importante dans les bandes de fréquences de 63 et 125 Hz ; Wenz, 1962. Ces sons à basses fréquences peuvent entraîner un phénomène de masquage. Ils représentent un risque de perturbations des comportements vitaux (succès de reproduction, cohésion des groupes, chasse, socialisation...). À terme, l'augmentation du bruit de fond pourrait fragiliser la santé des individus et entraîner une décroissance des populations (baisse de la démographie, surmortalité de juvéniles).

Cependant, il s'agit d'un indicateur provisoire mise en place par la France dans l'attente d'une méthodologie et de seuils commun à l'ensemble des pays membres, développés par le TG Noise (Technical Group of Noise) au niveau européen. La méthodologie de calcul pour le bruit continu est disponible sur le site de la Commission Européenne (<https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%20%20-%20TG%20Noise%20DL3%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20continuous%20noise.pdf>) et les seuils ont été mis à disposition en Novembre 2022.

Pertinence politique (à compléter par MTE)

Objectifs de la politique (à compléter par MTE)

## 2 Méthode

### 2.1 Echelles spatiales (zones de rapportage ; zones d'évaluation)

Unités marines de rapportage (UMR) :

L'indicateur est évalué à l'échelle de la partie française des sous-régions marines : Manche Mer du Nord (ANS-FR-MS-MMN), Mers Celtiques (ACS-FR-MS-MC) et Golfe de Gascogne (ABI-FR-MS-GDG).

Echelle géographique d'évaluation :

L'indicateur est évalué à l'échelle de chacune des sous-régions marines sur la base de mailles géographiques élémentaires de 10 minutes d'arc (Figure 1).

## *Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)*

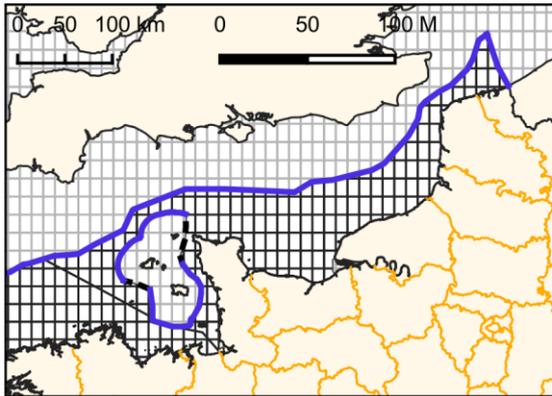
La distribution spatiale du bruit se base sur une résolution spatiale de 10 minutes d'arc car elle représente un compromis en termes de résolution pour tenir compte, à la fois des zones de fort trafic et de faible trafic. De plus, cette résolution spatiale reste cohérente avec les contraintes de temps de calcul de propagation acoustique et de modélisation.

### Description de la zone d'évaluation :

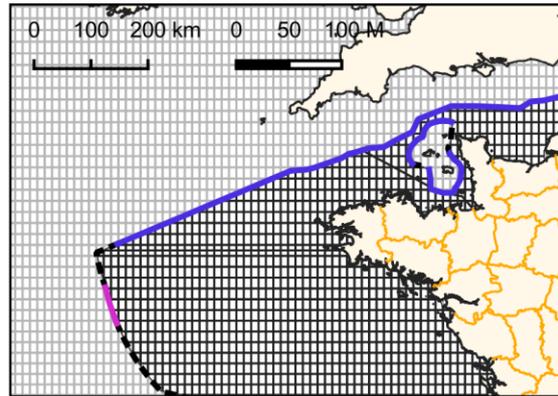
La façade atlantique abrite de larges rails de navigation, notamment en Manche et au large de la pointe bretonne jusqu'aux côtes espagnoles. La zone d'évaluation de la région marine Manche-Atlantique correspond aux parties françaises des sous-régions marines de la Manche et Mer du Nord, des Mers Celtiques et du Golfe de Gascogne comprenant la Zone Economique Exclusive de la Façade Atlantique. Ces zones sont complexes en termes de bathymétrie, de nature de fond, de densité de trafic et de diversité biologique . Elles représentent donc un défi en terme de modélisation de la propagation acoustique dans le milieu.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

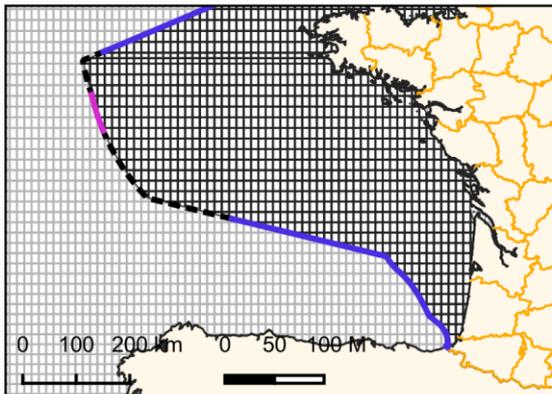
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques



C : Golfe de Gascogne



### Unités Marines de Rapportage (UMR) et Unités Géographiques Élémentaires d'Évaluation (UGEE)

 Maille élémentaire  
 d'évaluation de  
 10 minutes d'arc

 Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats  
 ou issues d'une décision d'instance juridique internationale

 Limites extérieures du plateau continental au-delà des  
 200 milles marins

 Délimitations revendiquées unilatéralement par la France  
 en l'absence d'accord

Sources des données : SHOM (CABAT)  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

Figure 27 : Unités marines de rapportage (UMR) et unités géographiques élémentaires d'évaluation (UGEE) pour les sous-régions Manche-Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### 2.2 Méthode de surveillance

#### Méthode de suivi/surveillance :

L'évaluation du critère D11C2 se fait, d'une part avec des mesures *in situ* via un réseau de bouées et de capteurs, le dispositif MAMBO (Monitoring Acoustique et Mesure par Bruit d'Opportunité ; Stéphane, 2016). Ce dispositif s'appuie sur un réseau pérenne de stations de mesure et via la collecte de données d'opportunité (mesures d'incidence, expérimentations technologiques, surveillance océanographique, etc...). D'autre part, par une modélisation intégrant la connaissance du trafic maritime à travers la collecte de données AIS (Automatic Identification System) terrestres et satellitaires des fournisseurs Lloyd's List Intelligence et Exact Earth, ainsi que de données dites SPATIONAV récupérées auprès du Cerema. Ces données sont pour une partie commerciale et font l'objet d'une licence d'exploitation. Pour l'évaluation, ces données sont exploitées sous formes de densité de présence par maille par mois disponibles et par catégorie de navires.

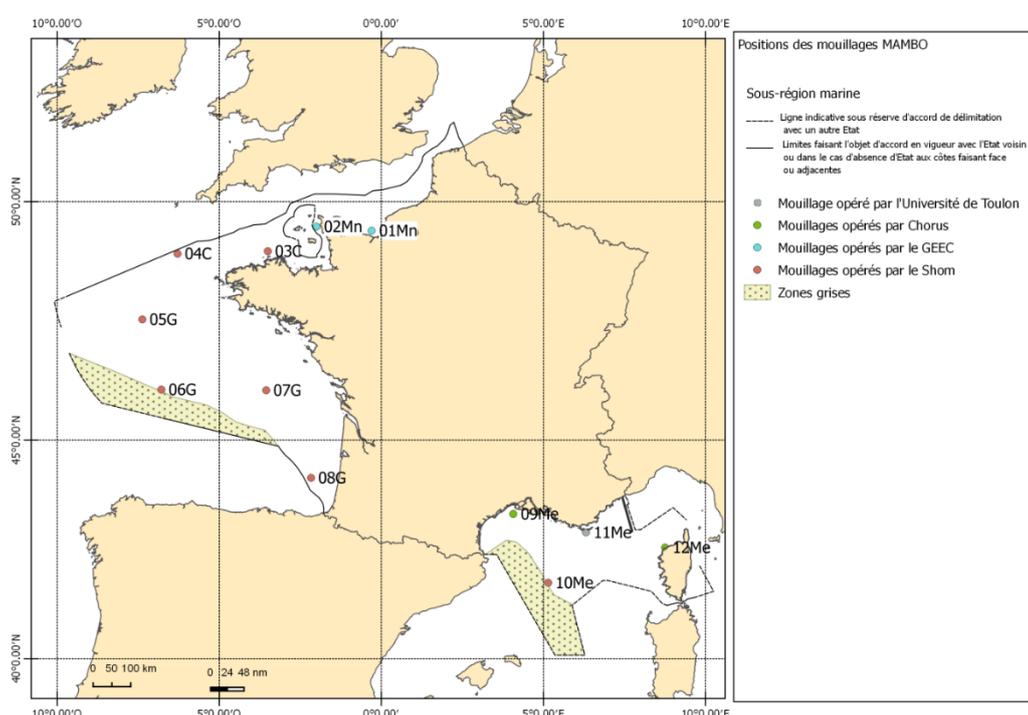


Figure 28 : Le dispositif Monitoring Acoustique et Mesures de Bruit sur Opportunités (MAMBO) est composé de 12 stations d'acquisition acoustique déployées sur l'ensemble des SRM. Ces stations sont opérées par le Shom et ses partenaires comme indiqué dans la légende. Les zones grises correspondent aux zones où la délimitation maritime est sous réserve d'accord avec un autre Etat.

### 2.3 Méthode d'évaluation

#### Description de la méthode d'évaluation :

La méthodologie de calcul de cet indicateur repose sur l'utilisation conjointe de données *in situ* (mesures sur hydrophones) et de modèles numériques de bruit généré par le trafic maritime. Pour cette évaluation, les niveaux acoustiques sont calculés par modélisation du bruit de trafic mensuel, pour les mois représentatifs des quatre saisons (janvier, mai, août et novembre) et pour les profondeurs de 5, 20, 30, 50, 80, 90, 150 et 300 m. La moyenne mensuelle par maille retenue est le niveau acoustique maximal dans la colonne d'eau (i.e. pris parmi les profondeurs de calcul) par maille de 10 minutes d'arc. Enfin pour chaque année de la période d'évaluation, la valeur retenue

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

est le maximum annuel par maille parmi les moyennes mensuelles calculées. La modélisation numérique est ensuite validée localement par comparaison avec des mesures in-situ recueillies par le dispositif MAMBO. Le modèle utilisé est un modèle statistique de bruit de trafic (CABAT, Calcul du Bruit Ambiant du trafic) utilisé au Shom depuis 2006.

Le calcul des niveaux acoustiques est effectué par intégration des niveaux sur deux bandes de fréquences. La première centrée sur 63 Hz (de 56 Hz à 71 Hz, dite bande de 1/3 d'octave centrée sur 63 Hz) et la seconde sur une bande de fréquence centrée sur 125 Hz (de 112 Hz à 141 Hz, dite bande de 1/3 d'octave centrée sur 125 Hz).

Cet indicateur traduit l'emprise spatiale d'exercice de la pression sonore par les sources continues de niveau acoustique potentiellement gênant. Plus cette emprise est forte, plus le risque d'impact est élevé.

- Les niveaux sonores maximum annuels pour les années 2015 à 2021 sont calculés pour cette évaluation. Les cartes des niveaux maximum pour les bandes tiers d'octave centrées sur 63 et 125 Hz sont présentées dans le rapport pour la dernière année évaluée.
- Concernant les seuils de niveau du bruit ambiant, nous étudions les tendances des niveaux de bruit ambiant des années 2015 à 2021. Cependant, l'année 2020, n'a pas été pris en compte dans le calcul de tendance compte tenu de la forte influence sur le trafic maritime des confinements liés au COVID-19 en Europe.
- Cependant comme il n'existe pas de seuil de pression en l'état, on ne sait pas déterminer quelle tendance d'augmentation annuelle du niveau de bruit a des effets néfastes sur les populations d'espèces marines. De plus, l'erreur sur l'estimation de la tendance entre 2015 et 2021 est à prendre en considération.
- Concernant les seuils de pression, ils sont définis en pourcentage de superficie de la sous-région marine sur laquelle le niveau sonore sous-marin respecte la valeur seuil. Là encore, les seuils de niveau ne sont pas encore définis dans l'attente d'une méthodologie et de seuils commun à l'ensemble des pays membres, développés par le TG Noise (Technical Group of Noise) au niveau européen. Cependant, un cadre d'évaluation des valeurs seuils européennes pour les sons continus a été produit par le Groupe Technique européen sur le bruit sous-marin (TG Noise) à travers le livrable DL3, publié par la Commission Européenne en novembre 2021 suivi en 2022, par un second livrable, DL4, proposant des options de seuils des sons continus. Ces options de seuils ont été validées trop tardivement (Novembre 2022) pour être prises en compte lors de l'évaluation du cycle 3 (juin 2022).

Les niveaux maximums annuels sont calculés sur la dernière année de l'évaluation (Figure 58 et Figure 59) pour les bandes de fréquences de tiers d'octave centrées sur 63 et 125 Hz. Les tendances des niveaux maximaux annuels (en dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$ ) sont calculées par régression linéaire sur la période 2015-2021 pour les tiers d'octaves centrés sur 63 Hz (Figure 61) et 125 Hz (Figure 62). L'erreur associée à l'estimation de la tendance est obtenue par l'erreur standard du gradient de la tendance de la régression linéaire pour les tiers d'octave centrés sur 63 Hz (Figure 37) et 125 Hz (Figure 38). Enfin, les signes des tendances estimés tenant compte de l'erreur liée à la régression linéaire sont présentés en Figure 63 pour la bande de fréquence de tiers d'octave centrée sur 63 Hz et en Figure 64 pour la fréquence 125 Hz.

[Concepts et méthodes pour l'établissement de valeurs seuils :](#)

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Les seuils ne sont pas encore définis. Cependant, un cadre d'évaluation des valeurs de seuils européennes pour les sons continus a été produit par le Groupe Technique européen sur le bruit sous-marin (TG Noise) à travers le livrable DL3, publié par la Commission Européenne en novembre 2021 suivi en 2022, par un second livrable, DL4, proposant des options de seuils des sons continus. <https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%202%20-%20TG%20Noise%20DL3%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20continuous%20noise.pdf>

Les options de seuils ont été validés trop tardivement (novembre 2022) pour être pris en compte lors de l'évaluation du cycle 3 (juin 2022) <https://circabc.europa.eu/ui/group/326ae5ac-0419-4167-83ca-e3c210534a69/library/bc3ed92d-4c77-4d61-b92a-b906278236a9/details>

En l'absence de seuil nous n'avons pas été en mesure d'évaluer l'atteinte du paramètre renseignant l'état du critère D11C2. Seules les tendances interannuelles du bruit continu dans les bandes de tiers d'octave 63 Hz et 125 Hz sont présentées dans la présente fiche. Les niveaux estimés tiennent compte de l'indicateur, des spécificités de la physique de propagation acoustique des trois sous-régions marines et des connaissances complémentaires sur le suivi du trafic maritime.

### Règle d'intégration paramètres/critère :

- Règle d'intégration choisie : « One Out All Out » (OOAO)

L'évaluation porte sur la combinaison des tendances sur la période 2015-2020 des niveaux maximaux annuels par maille pour les deux bandes de fréquences. Selon la méthode d'intégration « One-Out-All-Out » pour les paramètres, si une maille a une tendance positive ou négative pour l'une ou l'autre des bandes de fréquences, alors la tendance de la maille est considérée respectivement comme positive ou négative. Par ailleurs, la tendance est considérée comme stable si la valeur absolue de la tendance est inférieure à l'erreur standard du gradient de la tendance estimée lors de la régression linéaire.

### Règle d'intégration critères/élément :

- Règle d'intégration choisie : non pertinent

Tableau 1 : Outils d'évaluation utilisés pour renseigner « Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz) » dans le cadre de l'évaluation cycle 3 pour la Région Marine Manche-Atlantique

Indicateur	Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz)
Attribut	Bruit continu à basse fréquence
Critère associé	D11C2 - Bruit continu anthropique à basse fréquence (Primaire)
Source de l'évaluation de l'indicateur	Nationale
Paramètre	Pour chacune des bandes de fréquences :

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

	Tendance du niveau maximal sonore annuel par unité de surface (en dB re 1 $\mu\text{Pa}^{2*}$ par an par unité de surface) * <b>dB re 1 <math>\mu\text{Pa}^2</math></b> : unité de mesure du niveau de pression sonore, avec dB = décibel ; re 1 $\mu\text{Pa}$ = pression de référence pour le bruit sous-marin		
Unités marines de rapportage	SRM MMN	SRM MC	SRM GdG
	ANS-FR-MS-MMN	ACS-FR-MS-MC	ABI-FR-MS-GDG
Echelle géographique d'évaluation	Sous-région marine Echelle d'évaluation élémentaire : maille de 10 minutes d'arc de côté		
Métrique	<p>Pour chacune des bandes de fréquences :</p> <p>1/ Par maille et par année :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calcul des niveaux acoustiques (en dB re 1 <math>\mu\text{Pa}^{2*}</math> par unité de surface) par modélisation du bruit de trafic mensuel pour les mois de janvier, mai, août et novembre et pour les profondeurs de 5, 20, 30, 50, 80, 150 et 300 m</li> <li>Détermination de la valeur maximale du niveau acoustique moyen mensuel maximal dans la colonne d'eau (parmi les différentes profondeurs)</li> </ul> <p>2/ Spatialisation des niveaux de bruit ambiant maximaux par an</p> <p>3/ Détermination par régression linéaire de la tendance des niveaux maximaux de bruit ambiant annuel par maille sur la période 2015-2021 (pour les bandes de fréquences centrées sur 63 et 125 Hz)</p>		
Règle d'intégration paramètres/critère	« One-Out-All-Out » sur l'évolution (stable, augmentation, diminution) du bruit ambiant pour les deux bandes de fréquences		
Seuil fixé pour le paramètre	Non défini <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>		
Seuil fixé pour l'unité proportionnelle	Non défini <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>		
Jeux de données sources/ Réseaux de surveillance	<p>Données de mesures in situ du bruit qui s'appuie notamment sur le Réseau MAMBO (Monitoring Acoustique et Mesures de Bruit sur Opportunités - SHOM) et BOMBYX (BOuée Multimodale pour la Biodiversité et l'océanophYSique)</p> <p>Lloyd's List Intelligence - données de trafic maritime : Répartition mondiale annuelle du trafic maritime déclarée par la Lloyd's Maritime Intelligence Unit (LMIU)</p>		

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

	Service d'analyse ENVironnementale par Système d'Identification Automatique - données AIS (ENVISIA)  Système de surveillance des navires de pêche-données VMS
Années considérées	2016-2021

### 2.4 Incertitude sur les résultats

#### Confiance dans les données :

Les données de trafic maritime : les données AIS terrestres et satellitaires utilisées sont les données collectées par les fournisseurs LLOYD's List Intelligence ou Exact Earth, les données dites SPATIONAV récupérées auprès du Cerema et les données VMS pour l'activité de pêche. Ces données sont considérées comme fiables et permettent une couverture spatiale et temporelle importante.

Les niveaux de pression acoustique sont ensuite évalués en fonction de la magnitude de la tendance par rapport à l'incertitude et sa répartition spatiale de l'incertitude des tendances.

Les données de bruit *in situ* recueillies à partir du dispositif MAMBO permettent une comparaison avec les modèles et limitent donc les incertitudes au niveau des dispositifs de monitoring.

#### Confiance dans chaque indicateur :

Les incertitudes sur les modèles sont estimées de façon systématiques et l'incertitude sur la mesure réside dans la prise en compte d'éléments transitoires (courbes des calibrations pour tous les instruments).

## 3 Résultats de l'évaluation

### 3.1 Etat

#### Résumé des résultats :

La Figure 3 illustre la densité de trafic mensuel en août 2021 pour toutes les catégories de trafic confondu. La densité de trafic est calculée selon le ratio du temps de présence du trafic et du temps d'observation par maille de 10 min d'arc. La densité de trafic sur l'ensemble des rails de trafic principaux et secondaires sur les 3 SRM est alors observable.

Les Figure 30 et Figure 31 sont les résultats de la modélisation du bruit sous-marin issu du trafic maritime pour les bandes de tiers d'octave centrée sur 63 Hz et 125 Hz respectivement, pour l'année 2021. Les valeurs présentées sont les maximums annuels calculés sur les moyennes mensuelles et

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

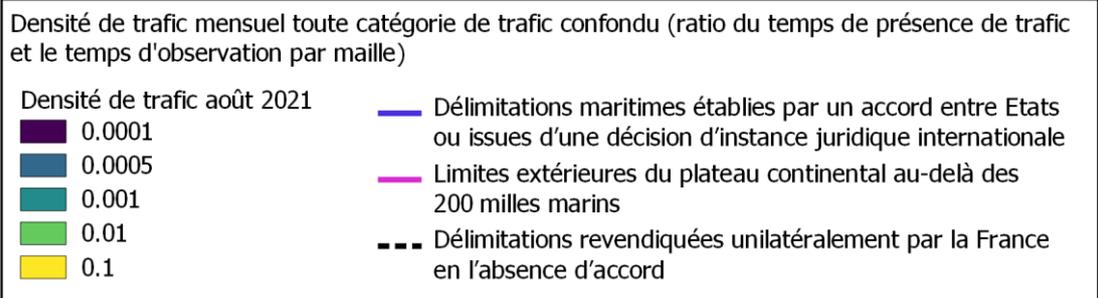
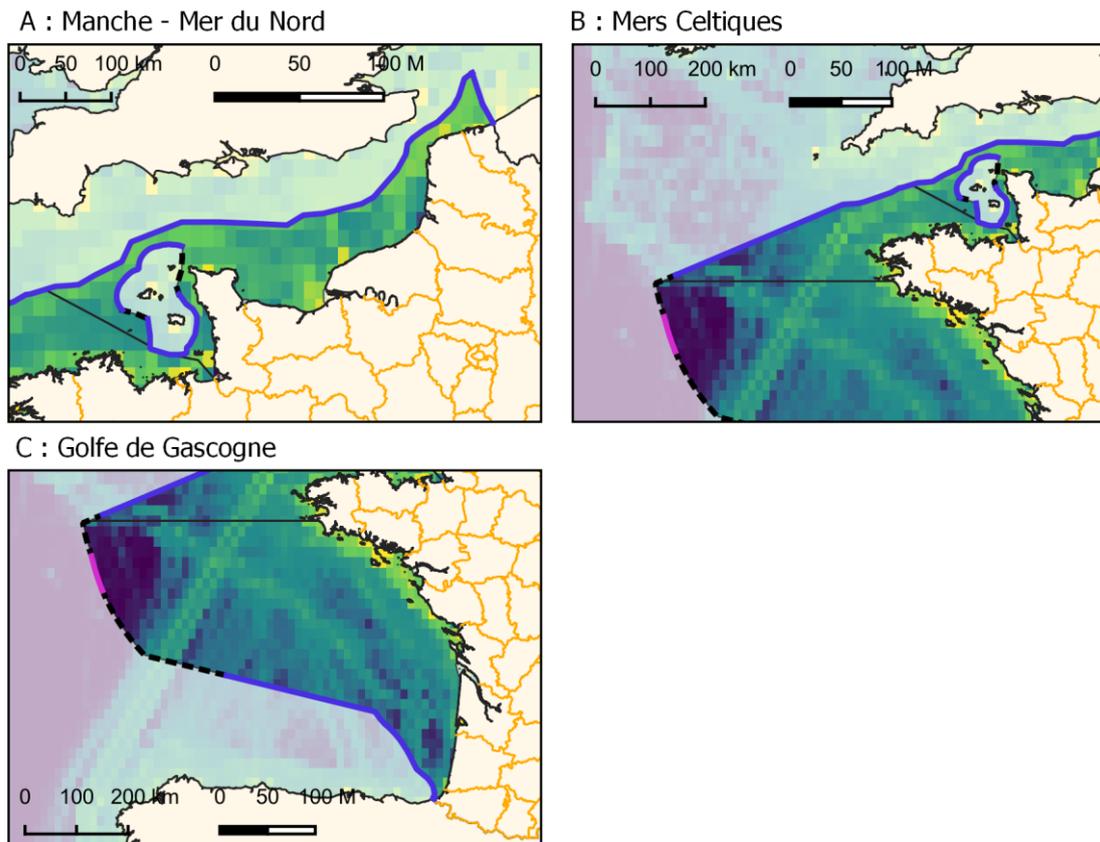
ne tiennent pas compte de l'écart-type des niveaux de bruit mensuels en sortie du modèle d'au moins 4 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ .

Les niveaux sonores sont compris entre 50 et 120 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ . Pour les deux bandes de fréquences, le rail de concentration de trafic principal traversant les 3 SRM est visible et présente des niveaux sonores maximaux compris entre 100 et 120 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  pour le tiers d'octave 63 Hz et 80 et 110 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  pour le tiers d'octave 125 Hz. Cependant, la SRM Manche – Mer du Nord est particulièrement peu exposée au bruit de trafic avec des niveaux majoritairement inférieurs à 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ . Cela s'explique par la présence du rail de trafic au Nord de la SRM uniquement et à l'environnement petit fond (< 200 m), peu propice à la propagation du son.

On notera des niveaux de l'ordre de 100 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds pour le tiers d'octave centré sur 63 Hz (95 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  pour 125 Hz) ainsi que sur le plateau. Des niveaux inférieurs à 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en environnement côtier (< 12 mn) pour le tiers d'octave centré sur 63 Hz (< 80 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  pour 125 Hz) sont également observables. Pour rappel, l' AIS n'est obligatoire que sur certains types de navire (navires de commerce de plus de 15 mètres (ou 300 tonnes), sur les navires de transport de plus de 11 passagers, les navires de pêche > 15 m...). Ainsi, certaines activités comme la plaisance ne sont pas complètement prises en compte dans l'estimation du bruit ambiant, notamment en très côtier (< 12 mn).

En l'absence de seuil nous ne sommes pas en mesure d'évaluer l'atteinte des paramètres pour le critère D11C2 pour ce cycle. Seules les tendances interannuelles du bruit continu dans les bandes de tiers d'octave 63 Hz et 125 Hz sont rapportées dans la section tendance. Les niveaux estimés tiennent compte de l'indicateur, des spécificités de la physique de propagation acoustique de la sous-région marine et des connaissances complémentaires sur le suivi du trafic maritime.

### Carte des résultats de l'évaluation :

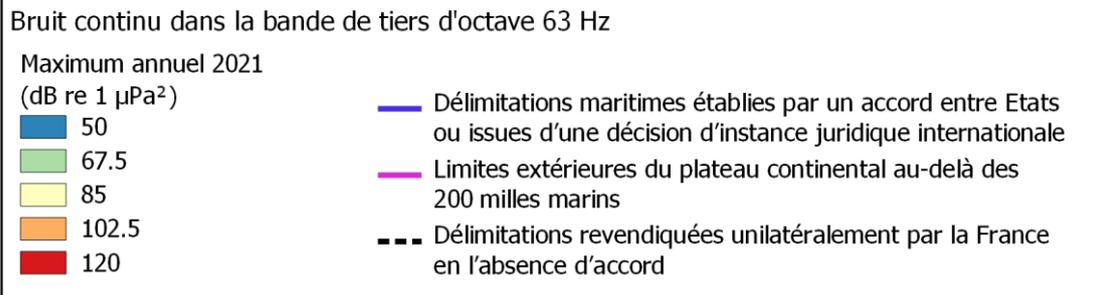
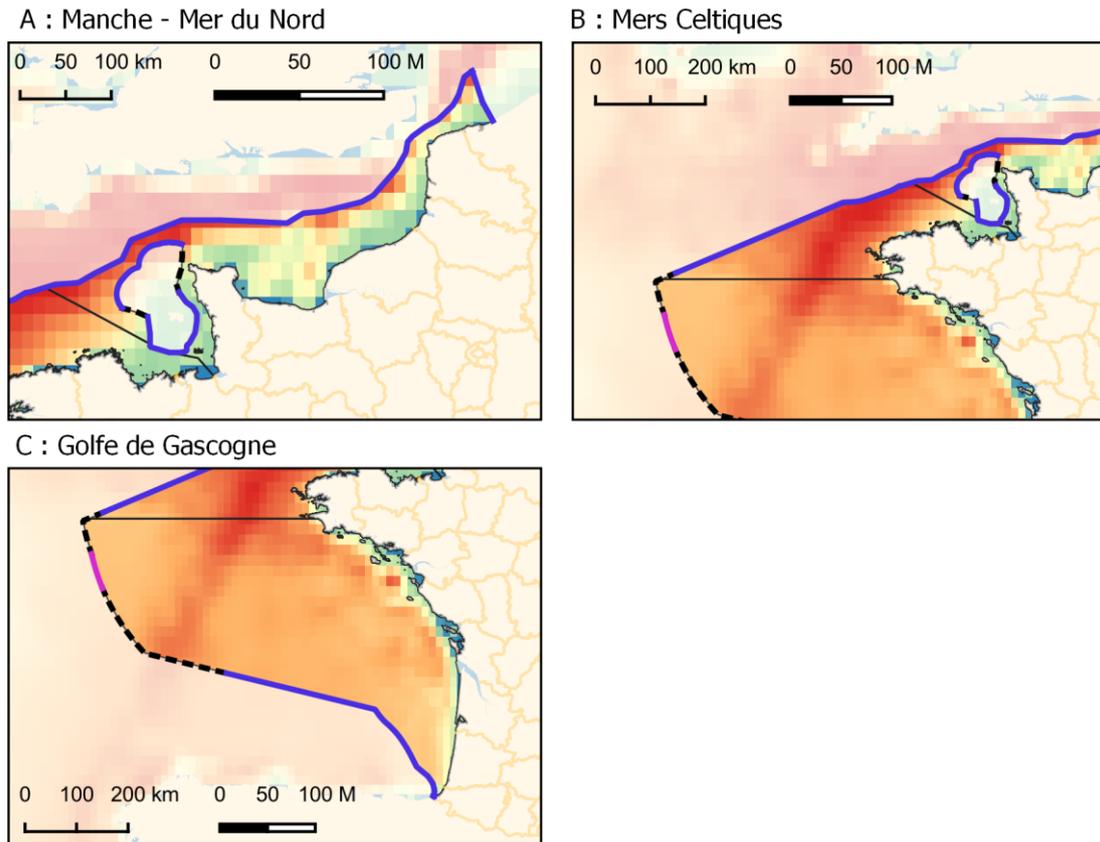


Sources des données : SHOM (CABAT)  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

Figure 29 : Densité de trafic mensuel toute catégorie de trafic confondu pour le mois d'août 2021 (ratio du temps de présence de trafic et le temps d'observation par maille).

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

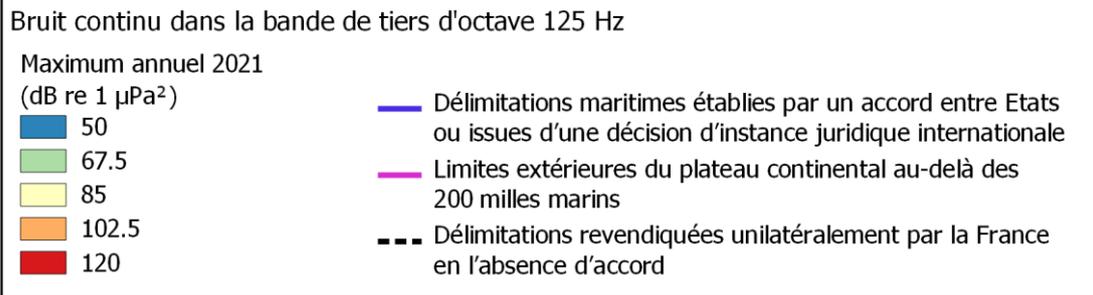
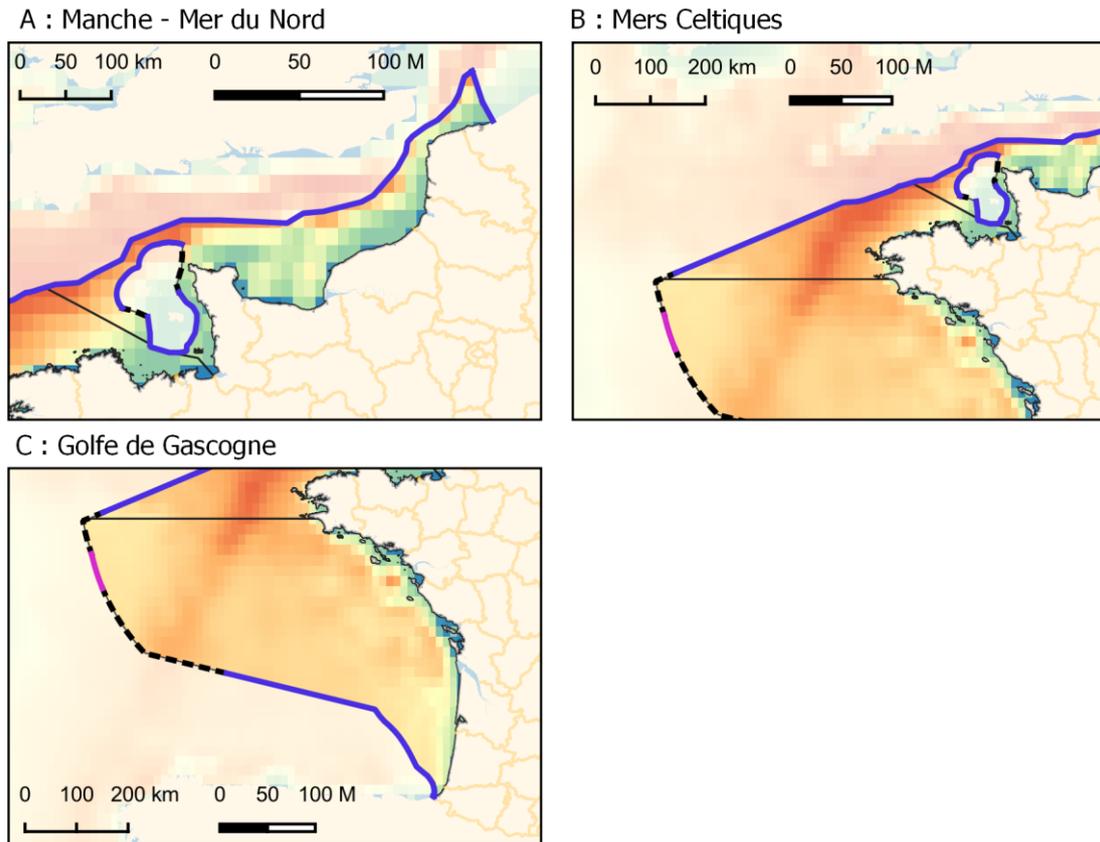


Sources des données : SHOM (CABAT)  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

Figure 30 : Maximum annuel du bruit continu dans la bande de tiers d'octave 63 Hz pour l'année 2021 (dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ )

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)



Sources des données : SHOM (CABAT)  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

Figure 31 : Maximum annuel du bruit continu dans la bande de tiers d'octave 125 Hz pour l'année 2021 (dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ )

### Tableau des résultats :

Statut du paramètre : inconnu.

Evolution état : inconnu.

### 3.2 Tendances

#### Tendance :

La Figure 32 montre la proportion de la SRM pour laquelle il y a soit une augmentation, soit une diminution ou une tendance stable des niveaux maximums annuel dans la bande de tiers d'octave centrée sur 63 Hz ou 125 Hz. Pour rappel, si une maille a une tendance positive ou négative pour l'une ou l'autre des bandes de tiers d'octave, alors la tendance de la maille est considérée comme positive ou négative, respectivement. C'est le principe d'intégration « One Out All Out » des paramètres pour le critère D11C2. La tendance est considérée comme stable si la valeur absolue de la tendance est inférieure à l'erreur standard du gradient de la tendance estimée lors de la régression linéaire. Les valeurs de tendances calculées sur la période 2015-2021 sont présentées en Figure 33 pour la bande de tiers d'octave 63 Hz et en Figure 34 pour la bande de tiers d'octave 125 Hz. Les signes des tendances sur les SRM sont présentés en Figure 35 et Figure 36. Enfin, les erreurs standard du gradient des tendances associées au calcul de la régression linéaire sont présentées en Figure 37 et Figure 38.

La Figure 6 permet donc de mettre en évidence que la grande majorité de la surface des 3 SRM présente une tendance stable, 72 % pour la SRM Manche-Mer du Nord, 62 % pour le SRM Mers Celtiques et 93% pour la SRM Golfe de Gascogne. Aussi, 7%, 28% et 38% de la surface des SRM Golfe de Gascogne, Manche-Mer du Nord et Mers Celtiques, respectivement, présentent une augmentation des niveaux sonores maximaux annuels pour les deux bandes de tiers d'octave.

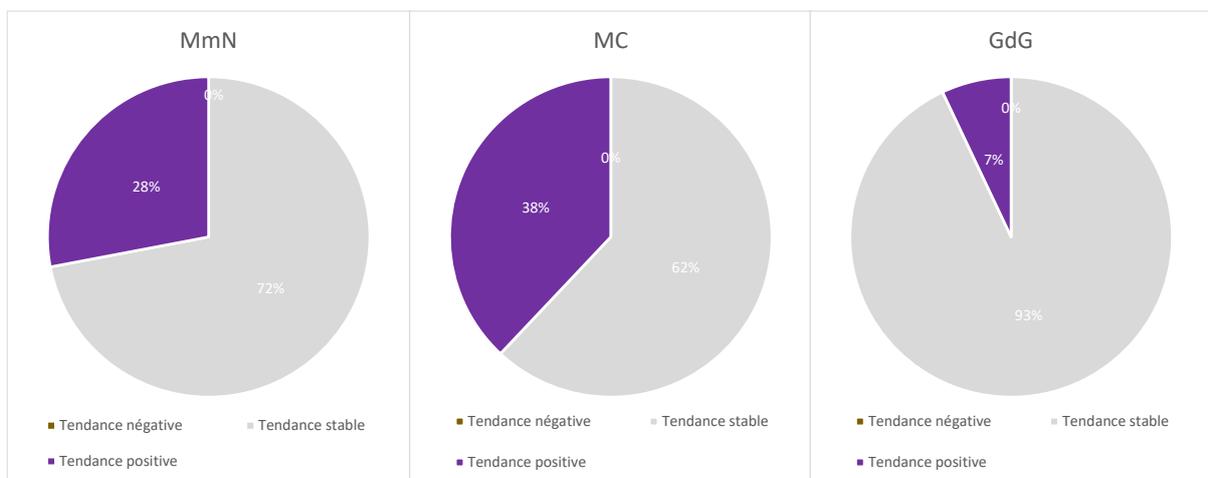


Figure 32 : Proportion de la surface de la SRM présentant une augmentation (mauve), une stabilité (gris) ou une diminution (marron) des niveaux sonores maximaux annuels pour les bandes de tiers d'octave centrées sur 63 et 125 Hz.

Les Figures 7 et 8, permettent de visualiser la répartition spatiale des tendances sur les 3 SRM. Les valeurs de tendances qui tendent vers 1 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$  pour les deux bandes de tiers d'octave sont particulièrement représentées le long des côtes des 3 sous-régions. Les valeurs autour de 0.5 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$  sont plus diffuses sur l'ensemble des SRM. Et les valeurs de tendance négatives se situent principalement de part et d'autre du rail de concentration de trafic.

Dans les Figures 9 et 10, si l'erreur standard du gradient de la tendance est supérieure à la tendance calculée, alors la tendance est considérée comme stable. Dans le cas contraire, le signe de la tendance du maximum annuel des moyennes mensuelles est considéré comme positif ou négatif. Pour les



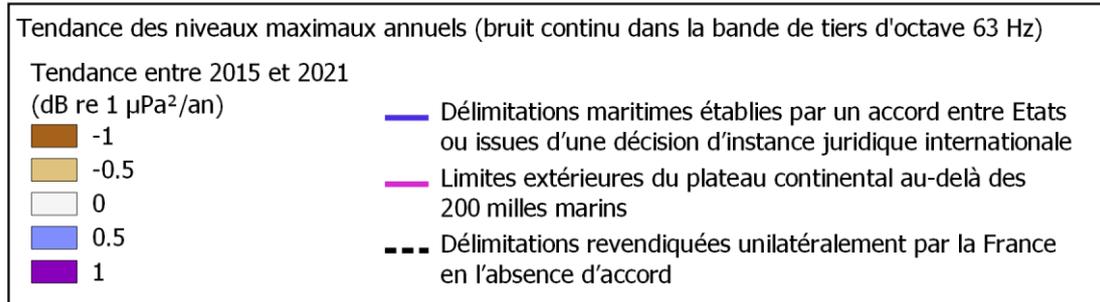
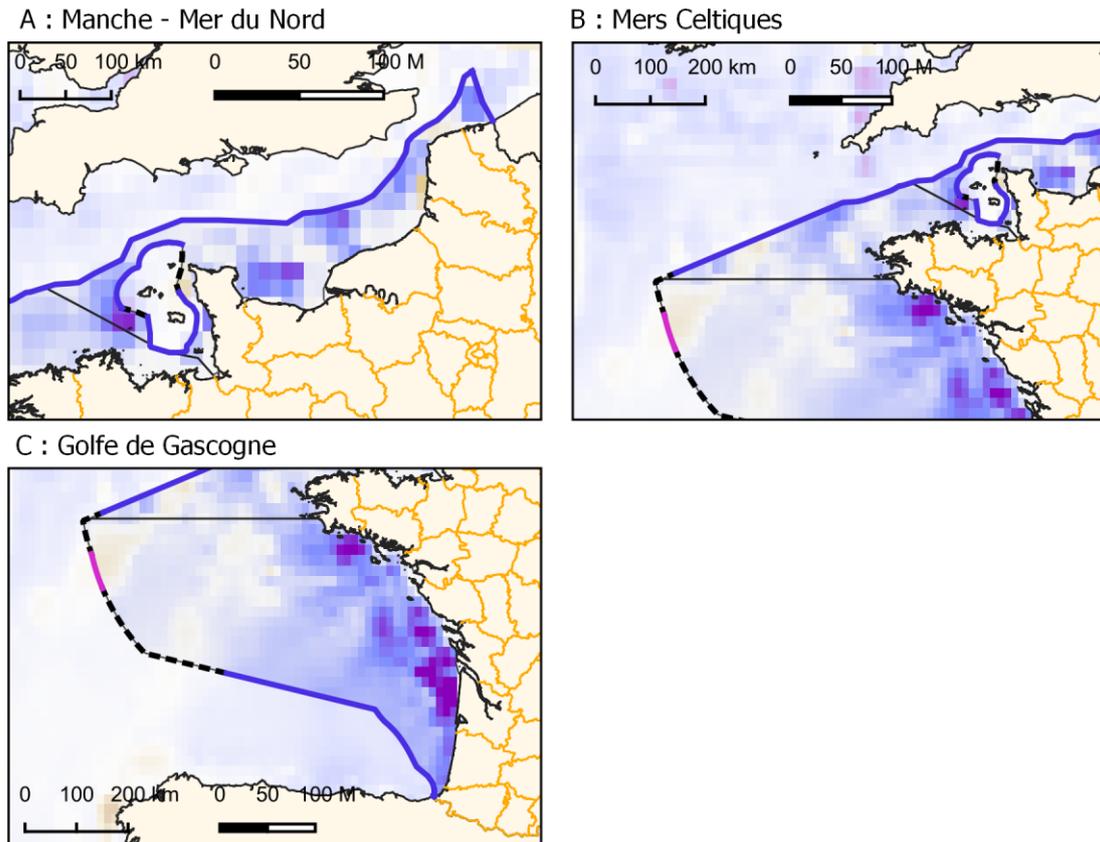
## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

zones dont la tendance n'est pas stable, toutes présentent une augmentation, notamment en Manche-Mer du Nord, au niveau du DSF de Ouessant et le long des côtes du Golfe de Gascogne.

Les Figures 11 et 12 illustrent l'erreur standard du gradient de tendance spatiale répartie sur les 3 SRM. La majorité des 3 SRM présente des incertitudes de tendance inférieures à 1 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$  pour les deux bandes de fréquences. Il est important de noter que les incertitudes sont localisées dans des zones où le trafic varie beaucoup. En effet, les rails de trafic pour le transport de marchandises ou de passagers sont stables dans le temps et les variations de niveau sont faibles. L'activité de pêche est au contraire très variable dans le temps car les zones exploitées changent d'année en année, ce qui engendre des incertitudes plus importantes dans le calcul de tendances.

En conclusion, bien que les tendances estimées pour le bruit de trafic entre 2015 et 2021 soit stables pour la majeure partie des SRM, on observe une augmentation générale des niveaux pour les deux bandes de fréquence de tiers d'octave centrée sur 63 et 125 Hz. On notera des incertitudes sur les tendances plus importantes en dehors des rails de trafic, probablement dû à la variation de l'intensité de pêche, présente dans les 3 SRM.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)



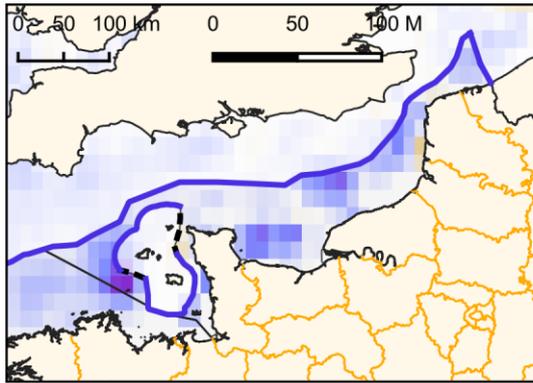
Sources des données : SHOM (CABAT)  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

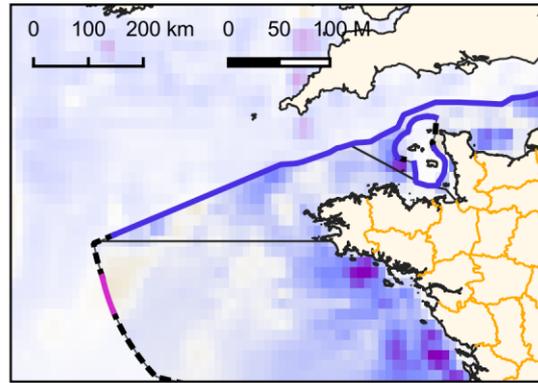
Figure 33 : Tendance des niveaux maximaux annuels (bruit continu dans la bande de tiers d'octave 63 Hz).

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

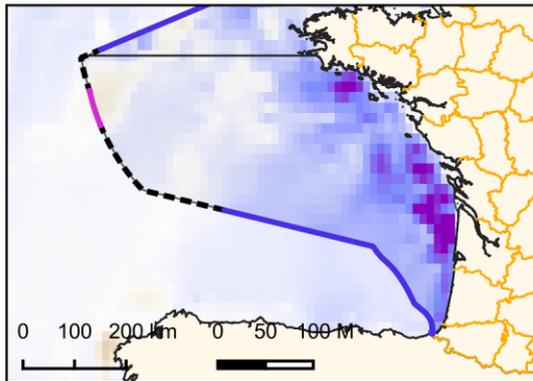
A : Manche - Mer du Nord



B : Mers Celtiques

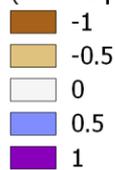


C : Golfe de Gascogne



Tendance des niveaux maximaux annuels (bruit continu dans la bande de tiers d'octave 125 Hz)

Tendance entre 2015 et 2021  
 (dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$ )



- Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale
- Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins
- - - Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

Sources des données : SHOM (CABAT)  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

Figure 34 : Tendance des niveaux maximaux annuels (bruit continu dans la bande de tiers d'octave 125 Hz).

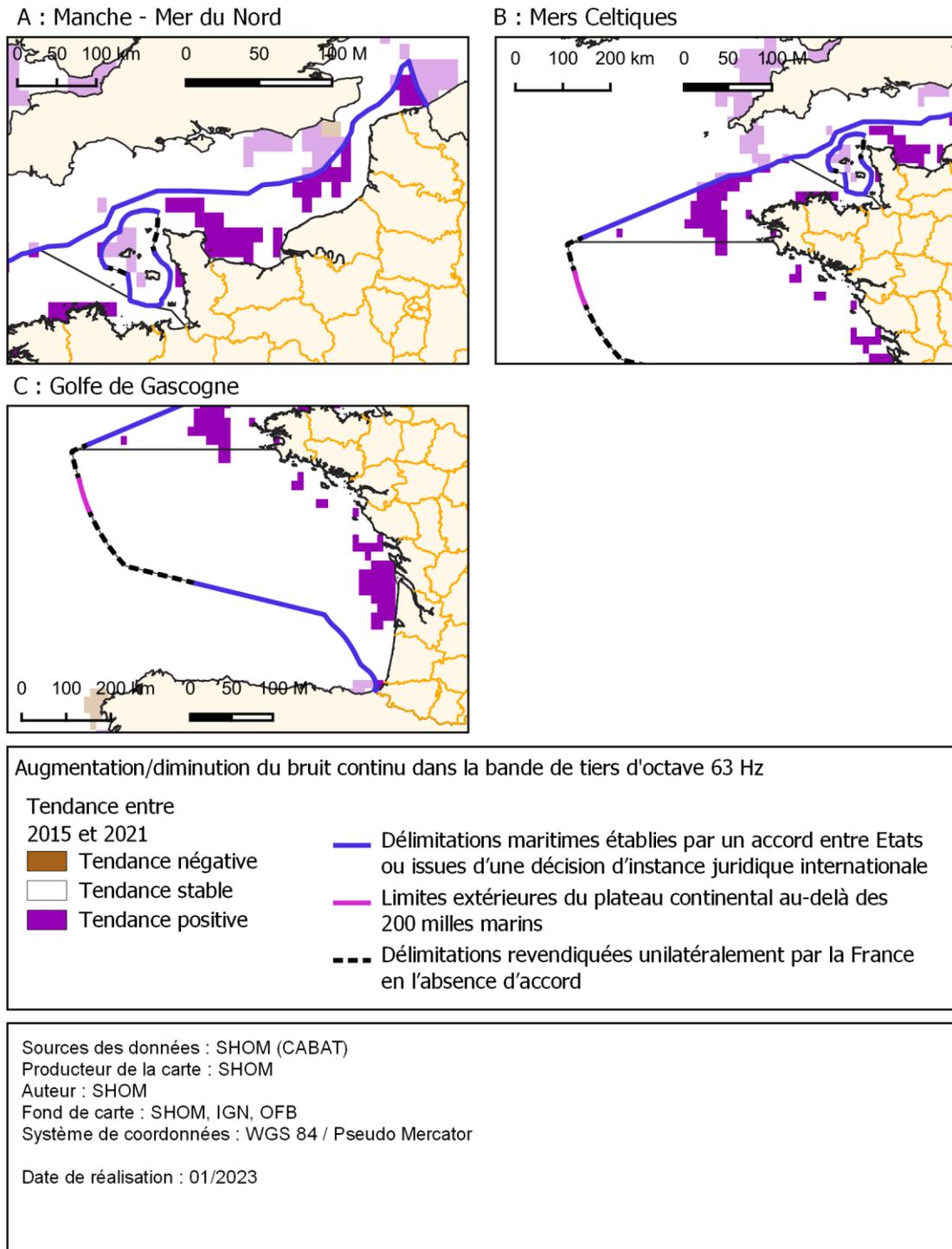
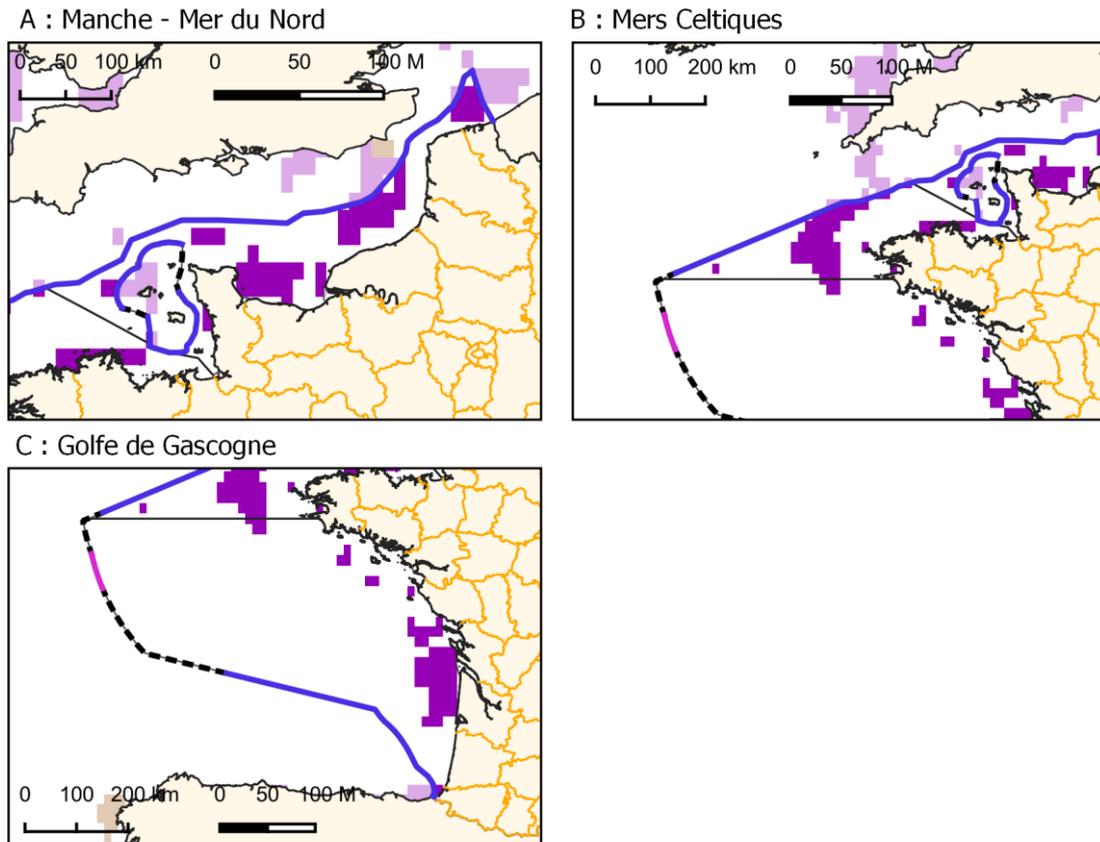


Figure 35 : Tendance du bruit continu dans la bande de tiers d'octave 63 Hz

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)



Augmentation/diminution du bruit continu dans la bande de tiers d'octave 125 Hz

Tendance entre 2015 et 2021

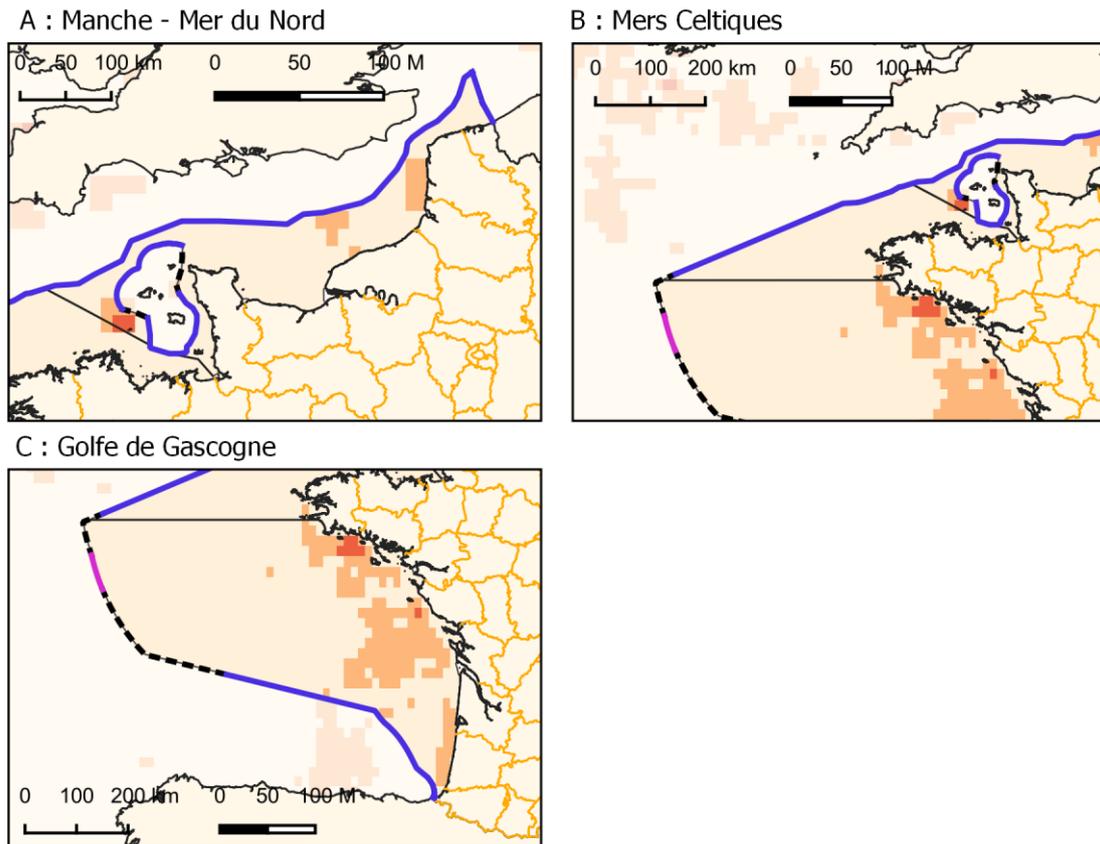
- Tendance négative
- Tendance stable
- Tendance positive

- Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale
- Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins
- Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

Sources des données : SHOM (CABAT)  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

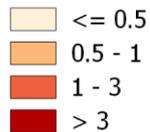
Date de réalisation : 01/2023

Figure 36 : Tendance du bruit continu dans la bande de tiers d'octave 125 Hz



Erreur standard du gradient de la tendance du bruit continu dans la bande de tiers d'octave 63 Hz

Incertitude tendance entre  
2015 et 2021 (dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$ )



— Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats  
ou issues d'une décision d'instance juridique internationale

— Limites extérieures du plateau continental au-delà des  
200 milles marins

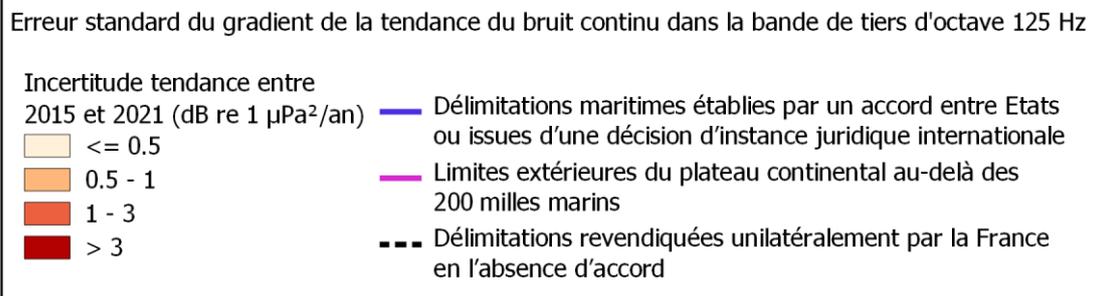
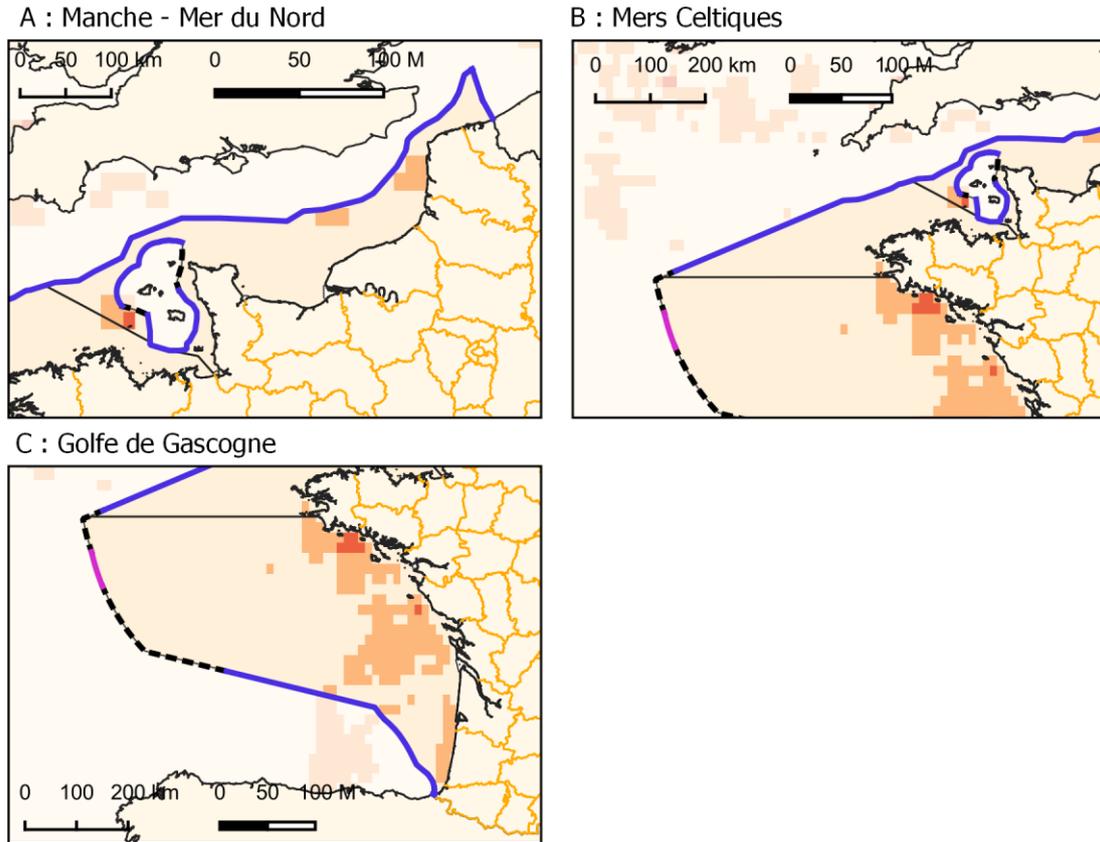
- - - Délimitations revendiquées unilatéralement par la France  
en l'absence d'accord

Sources des données : SHOM (CABAT)  
Producteur de la carte : SHOM  
Auteur : SHOM  
Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

Figure 37 : Erreur standard du gradient de la tendance des niveaux maximaux annuels (bruit continu dans la bande de tiers d'octave 63 Hz).

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)



Sources des données : SHOM (CABAT)  
 Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 12/2022

Figure 38 : Erreur standard du gradient de la tendance des niveaux maximaux annuels (bruit continu dans la bande de tiers d'octave 125 Hz).

### 4 Comparaison avec la précédente évaluation

#### Evolution générale par rapport au cycle précédent :

Evolution de l'état : non pertinent car aucun état n'a été évalué au cycle précédent.

### 5 Références bibliographiques

Assessment framework for EU Threshold values for continuous noise (DL3), November 2021.  
<https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%20%20-%20TG%20Noise%20DL3%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20continuous%20noise.pdf>

European Commission. Decision 2010/477/EU of the European Commission of 1 September 2010 on Criteria and Methodological Standards on Good Environmental Status of Marine Waters; European Parliament and Council: Strasbourg, France, 2010.

Stéphan, Y. (2016) Monitoring Acoustique et Mesures de Bruit d'Opportunité (MAMBO), Spécifications d'ensemble, Shom, Brest.

Technical Group of Noise. [https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-11/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-11/index_en.htm)

Wenz G.M. (1962), Acoustic Ambient Noise in the Ocean: Spectra and Sources, *The Journal of the Acoustical Society of America*; 34 :12 p1936-1956. DOI : 10.1121/1.1909155).

<https://www.lloydslistintelligence.com/>

<https://www.exactearth.com/>

### 6 Droits, copyright et politique d'utilisation des données

**Limitation d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'accès :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

### Pour en savoir plus

[Lien URL vers fiche métadonnées sextant de chaque jeu de données source](#) : rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

[Lien URL vers jeux de données évaluation](#) : rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

[Lien URL vers évaluation précédente](#) : rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

**Date de modification :** rempli par coord BEE. **Date de publication :** rempli par coord BEE

**Contacts :** Laura Ceyrac, Shom, [laura.ceyrac@shom.fr](mailto:laura.ceyrac@shom.fr)  
Benjamin Ollivier, Shom, [benjamin.ollivier@shom.fr](mailto:benjamin.ollivier@shom.fr)  
David Dellong, Shom, [david.dellong@shom.fr](mailto:david.dellong@shom.fr)  
Bazile Kinda, Shom, [bazile.kinda@shom.fr](mailto:bazile.kinda@shom.fr)

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Liens utilisés dans le tableau 1 ou cités dans le document : rempli au moment du rapportage  
(coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024)

## Autres documents/Informations à fournir pour le rapportage

Carte des résultats de l'évaluation : [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément : *EU Union Européenne*

Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément associé : *EU Union Européenne*

### Informations relatives à chaque jeu de données source :

Données AIS utilisées pour la Région Manche Atlantique :

- *Lloyd's List Intelligence* : 2012-2017 (Données non disponibles au public)
- *Exact Earth* : 2019-2021 (Données non disponibles au public)
- *VMS (Vessel Monitoring System)* : 2012-2021 (Données non disponibles au public)

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### AVERTISSEMENT/LICENCE

Le présent rapport est un document administratif produit par le Service hydrographique et océanographique de la marine dans le cadre de ses missions de service public de description de l'environnement physique marin. Sa communicabilité et sa réutilisation sont en conséquence régies par les dispositions en vigueur du code de l'environnement et du code des relations entre le public et l'administration (CRPA).

Le présent rapport est communiqué sous Licence Ouverte V2.0 d'Etalab disponible à l'URL :  
<https://www.etalab.gouv.fr/licence-ouverte-open-licence/>

Selon les termes de cette licence il sera rappelé que :

- *« le Réutilisateur est libre de réutiliser l'information sous réserve de mentionner la paternité de l'« Information » : sa source (au moins le nom du « Concedant ») et la date de dernière mise à jour de l'« Information » réutilisée.*
- *Le « Réutilisateur » est seul responsable de la « Réutilisation » de l'« Information ».*
- *La « Réutilisation » ne doit pas induire en erreur des tiers quant au contenu de l'« Information », sa source et sa date de mise à jour.*

Mots clés : Bruit sous-marin, Bruit impulsif anthropique

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

L. Ceyrac, B. Ollivier, D. Dellong & B. Kinda (2022) Evaluation DCSMM BEE - cycle 3 « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives ». - Région marine Méditerranée.

**N° 4 SHOM/DOPS/STM/ASM/NP du 9 janvier 2023**

Shom 2022

### Risque de dérangement – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives – Région marine Méditerranée

Descripteur *D11 - Bruit sous-marin*

Critère : *D11C1 - Bruit impulsif anthropique (Primaire, Pression)*

Attribut correspondant : Bruit impulsif dans l'eau

Évaluation DCSMM BEE : Cycle 3

Période d'évaluation : 2015-2021

Zones d'évaluation : France (FR) ; Région marine Méditerranée

Sous-Région Marine (SRM) : Méditerranée Occidentale

Document de référence **rempli par coord**



Thème INSPIRE : Régions marines

Pays contributeurs : France, FR

Citation : **rempli par coord**



### Messages clés de l'évaluation

A l'échelle de la sous-région marine Méditerranée Occidentale, l'indicateur « Risque de dérangement – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » montre que :

- Le nombre d'émissions impulsives potentiellement gênantes est constant sur la période 2017-2021 (hormis 2020), avec un cumul d'environ 20 jours par an ;
- Le pourcentage de la surface de la sous-région Méditerranée Occidentale sur laquelle sont recensées des émissions impulsives tous niveaux confondus reste stable (~2 %) sur la période d'évaluation (2017-2021) ;
- Des zones comme la rade d'Hyères sont particulièrement impactées par la présence d'une zone de déminage ;
- En l'absence d'un consensus entre les Etats Membre sur la définition de seuils quantitatifs, aucune évaluation n'a pu être menée pour renseigner cet indicateur.

# 1 Contexte / Introduction

## Description générale de la fiche indicateur BEE grand public :

Les effets potentiellement néfastes des sons émis par les activités humaines dans le milieu marin font l'objet d'une attention accrue depuis plusieurs décennies. Cette attention tire son origine de deux alertes scientifiques apparues il y a une vingtaine d'années :

- L'augmentation du niveau de bruit de fond à basse fréquence dits sons continus.  
En lien avec l'augmentation globale du trafic maritime, le bruit peut couvrir les communications animales. C'est le cas, notamment, pour les espèces dont les vocalises sont dans la même gamme de fréquence que celle générée par le bruit des navires (par exemples chez certains mysticètes et certaines espèces d'odontocètes grands plongeurs). Il s'agit du phénomène de masquage.
- L'exposition à des sons de durée limitée mais de fortes intensités dits sons impulsifs.  
L'usage en mer de tels signaux s'est largement répandu depuis la seconde moitié du vingtième siècle. Une exposition à ces sons peut causer des traumatismes physiologiques (perte d'audition temporaire ou permanente, embolie pulmonaire, traumatisme interne ...) ou provoquer des comportements dangereux (fuite, piégeage, remontée rapide en surface, ...). Ces pressions conduisent à des risques de surmortalité directe ou indirecte. Ces signaux peuvent également provoquer des dérangements acoustiques, voire du harcèlement susceptible d'impacter le comportement en masse ou de groupe ainsi que l'état physiologique de l'animal (interruption d'activités vitales, effort d'adaptation rapide, stress, fatigue, ...).

Le descripteur 11 s'intéresse à l'introduction d'énergie dans le milieu marin, dont les sources sonores<sup>8</sup>. Il s'agit d'un descripteur de la pression lié au bruit généré par les activités anthropiques. Ce descripteur a été intégré dans l'évaluation du Bon État Écologique (BEE) de la DCSMM (Décision 2010/477/EU Commission Européenne). Son évaluation repose sur deux critères : le critère D11C1 basé sur les sons impulsifs ou transitoires de courte durée et de forte intensité et le critère D11C2 basé sur les caractéristiques des signaux émis de type continu, de moyenne intensité et de basse fréquence. Cette fiche indicateur concerne uniquement le renseignement du critère D11C1. Les informations relatives au critère D11C2 sont disponibles dans la Fiche Indicateur « Risque de masquage – Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz) – Région marine Méditerranée ».

Le critère D11C1 repose sur le recensement des jours d'émissions impulsives. Il est renseigné par deux indicateurs : l'indicateur « Risque de dérangement – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » qui prend en compte tout niveau acoustique potentiellement gênant et l'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort » qui considère uniquement les niveaux acoustiques forts et très forts. Cette fiche indicateur porte uniquement sur le premier indicateur « risque de dérangement ». Les informations relatives à l'autre indicateur sont disponibles dans la Fiche

---

<sup>8</sup> Le son est mesuré suivant une échelle logarithmique, ce qui veut dire qu'une augmentation de 3 décibels équivaut à doubler le niveau sonore.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort – Région marine Méditerranée »

### Justification et pertinence de chaque indicateur :

L'indicateur « Risque de dérangement » est renseigné par 2 paramètres, le D11C1.1 correspondant à la distribution calendaire des émissions impulsives (tous niveaux confondus), le D11C1.2 à la distribution spatiale annuelle de ces émissions

L'usage en mer de signaux de durée limitée mais de fortes puissances s'est largement répandu depuis la seconde moitié du vingtième siècle. L'exposition à de tels signaux peut causer des traumatismes physiologiques (perte d'audition temporaire, surdité, embolie, ...) ou provoquer des comportements dangereux (fuite, piégeage). Ces signaux peuvent provoquer des dérangements acoustiques, voire du harcèlement susceptible d'impacter le comportement en masse ou de groupe ainsi que l'état physiologique de l'animal (interruption d'activités vitales, effort d'adaptation rapide, stress, épuisement). Le risque d'évitement, voire de désertion, d'habitats, de zones écologiques fonctionnelles ou de routes migratoires, ainsi que d'échouages en masse représente en outre un symbole fort de nuisances des activités humaines auprès du grand public et peut avoir un impact socio-économique important.

Les pressions considérées pour l'évaluation du critère D11C1 (sons impulsifs) sont les suivantes :

- Les émissions acoustiques des canons à air : ces systèmes sont utilisés dans les activités de prospection sismique pour l'industrie ainsi qu'en recherche et exploration scientifique ;
- Les émissions acoustiques par des sources impulsives autres que les canons à air : ces sources (sparker, boomer, chirp, ...) sont utilisées dans les activités de prospection sismique et géophysique légère ainsi qu'en recherche et exploration scientifique ;
- Les explosions sous-marines : les explosions sous-marines sont réalisées principalement pour la neutralisation de munitions, la dépollution pyrotechnique et certains travaux d'aménagement côtiers ;
- Les émissions dues au battage de pieux : ces émissions interviennent dans certains travaux d'aménagement et de construction d'infrastructures littorales et off-shore (parcs éoliens).

Lors de la précédente évaluation, les jours d'émissions recensés provenaient exclusivement des explosions sous-marines de contre-minage. Au cours de cette évaluation, les émissions provenaient également de canons à airs et d'autres sources impulsives, lors de prospection sismique scientifiques (la prospection sismique à but d'exploration pétrolière étant interdite dans la ZEE française) et du battage de pieux.

### Pertinence politique (à compléter par MTE)

Objectifs de la politique *(à compléter par MTE)*

## 2 Méthode

### 2.1 Echelles spatiales (zones de rapportage ; zones d'évaluation)

Unités marines de rapportage (UMR) :

L'indicateur est évalué à l'échelle de la partie française de la sous-région marine Méditerranée Occidentale (MWE-FR-MS-MO).

Echelle géographique d'évaluation :

L'indicateur est évalué à l'échelle de chacune des sous-régions sur la base de mailles géographiques élémentaires de 15 minutes d'arc (Figure 39).

Description de la zone d'évaluation :

La zone d'évaluation correspond à la partie française de la sous-région marine Méditerranée Occidentale, qui comprend l'ensemble de la Zone Economique Exclusive Française.

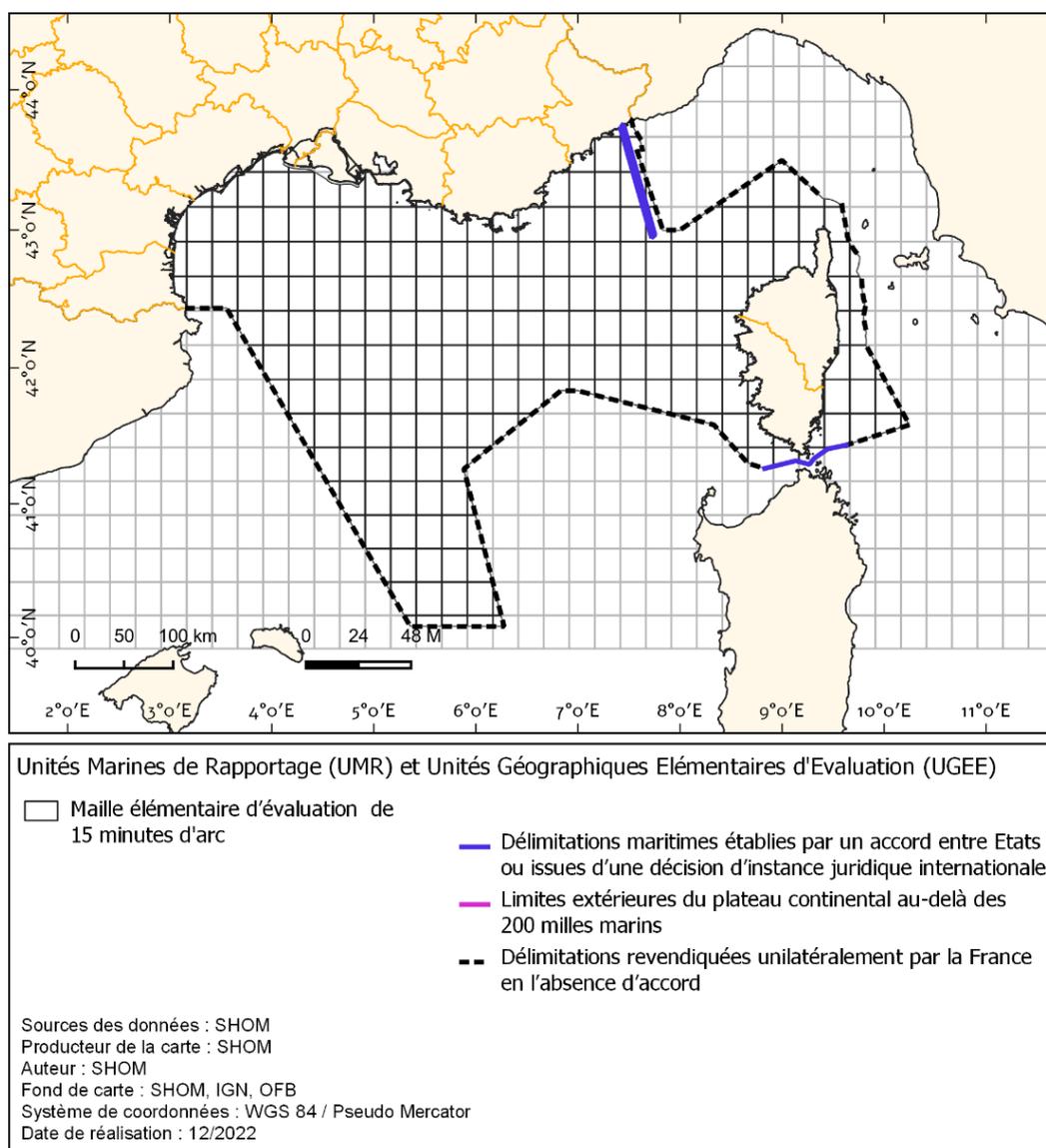


Figure 39 : Unités marines de rapportage (UMR) et unités géographiques élémentaires d'évaluation (UGEE) pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

## 2.2 Méthode de surveillance

### Méthode de suivi/surveillance :

Les données nécessaires au calcul de cet indicateur sont des données déclaratives d'émissions tracées par les opérateurs des activités génératrices de bruits impulsifs. Les données sont recueillies directement auprès des opérateurs et/ou services instructeurs de l'état selon des protocoles de recensement définis dans le cadre du dispositif de surveillance associé [registre des émissions impulsives, baptisé SIRENE (Stephan, 2016)]. Les services instructeurs sont : la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) pour la prospection sismique, l'État-Major de la Marine (EMM) et les Préfectures Maritimes (PREMAR) pour les travaux ainsi que les PREMAR pour les explosions. Une fois compilées et validées, ces données sont référencées annuellement. Le référencement pour l'année 2021 est en cours, certaines émissions restent à confirmer. Les données sont archivées dans le registre SIRENE en vue de leur exportation dans les registres multinationaux (opérationnel pour

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

La Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (OSPAR) et l'Impulsive Noise Register in the Mediterranean region (INR-MED)). Les flux de données et les modalités d'accessibilité sont en cours d'opérationnalisation (données issues des études d'impact, données protégées par des droits commerciaux ou par exemption de défense ou encore données faisant l'objet de délais de carence). Le périmètre de recensement des données fait l'objet de recommandations via Groupe Technique européen sur le bruit sous-marin (TG Noise).

### 2.3 Méthode d'évaluation

#### Description de la méthode d'évaluation :

L'indicateur « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » traduit la distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives potentiellement gênantes (tous niveaux sonores confondus) pour la faune marine. La distribution temporelle est exprimée en nombre de jours d'occurrence de ces émissions impulsives par trimestre et la distribution spatiale en cumul de jours d'occurrence par trimestre par maille. Plus l'emprise temporelle est grande, plus le risque d'impact est élevé.

Concernant les seuils de niveau acoustique des émissions considérées comme « potentiellement gênantes » : les seuils de recensement retenus suivent les recommandations du TG Noise (Tableau 1, Dekeling et al., 2014). Ces seuils sont à considérer comme des seuils précautionneux de nuisance potentielle. Les caractéristiques des signaux recensés sont réparties en trois catégories (sources acoustiques, explosions sous-marines et battages de pieux) :

GAMMES DE GRANDEUR		SEUILS				
		sources			Explosions sous-marines	Battelements de pieux
Niveaux	Hors recensement	inférieur à 209	inférieur à 186	inférieur à 176	inférieur à 0.008	0
	très faible	de 210 à 233	de 187 à 210	de 177 à 200	inférieur à 0.220	inférieur à 0.280
	faible	de 234 à 243	de 211 à 220	de 201 à 210	de 0.22 à 2.100	de 0.290 à 2.8
	modéré	de 244 à 253	de 221 à 230	de 211 à 220	de 2.11 à 21	de 2.81 à 28
	fort	supérieur à 253	supérieur à 230	supérieur à 220	de 22 à 210	Supérieur à 28
	Très fort				supérieur à 210	
Unités		$N_{0,p}$ dB ref $1 \mu\text{Pa}$ @ 1 m	$N_e$ dB ref $1 \mu\text{Pa}^2 \text{m}^2 \text{s}$	$N_{0,p}$ dB ref $1 \mu\text{Pa}$ @ 1 m	eq TNT kg	Mj
Fréquences	ultra basse	< 50				
	Très basse	entre 50 et 2000				
	basse	entre 2000 et 5000				
	moyenne	entre 5000 et 8000				
	haute	supérieur à 8000				
Unités		Hz				

Tableau 14 : Périmètre de recensement des émissions impulsives contributives à l'évaluation du critère D11C1 adapté de Dekeling et al., 2014.  $N_{0,p}$  : zero-peak sound pressure level ;  $N_e$  : Energy source level ; Mj : Mega Joule, eq TNT kg : kg equivalent TNT.

Pour le D11C1.1, les seuils de recensement de niveau de pression doivent s'exprimer principalement par un nombre annuel, trimestriel ou mensuel de jours d'occurrence d'émissions au minimum gênantes. Pour le D11C1.2, les seuils de pression sont exprimés en pourcentage de la surface de la sous-région sur laquelle ces émissions ont été observées sur une année. Conformément aux exigences de la décision, ils doivent être définis au niveau européen. Cependant, il s'agit davantage ici d'une description de la pression via des seuils de recensement, dans l'attente d'une méthodologie et de seuils commun à l'ensemble des pays membres, développés par le TG Noise (Technical Group of Noise) au niveau européen. La méthodologie de calcul pour le bruit impulsif est disponible sur le site de la Commission Européenne

([https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise\\_2021.pdf](https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise_2021.pdf))

et les options de seuils en novembre 2022 <https://circabc.europa.eu/ui/group/326ae5ac-0419-4167-83ca-e3c210534a69/library/edd5bf34-f124-4689-9bba-f754259e0b9f/details>.

### Concepts et méthodes pour l'établissement de valeurs seuils :

La validation des seuils étant trop tardive dans le cycle d'évaluation (Novembre 2022), nous ne sommes pas en mesure d'évaluer l'atteinte du paramètre renseignant l'état du critère D11C1. Seules les évolutions interannuelles du bruit impulsif sont présentées dans la présente fiche. Les niveaux estimés tiennent compte de l'indicateur, de l'emprise temporelle et de l'emprise spatiale des trois sous-régions marines. Cependant, afin d'appliquer un principe de précaution, nous étudions l'évolution du nombre d'évènements impulsifs tous niveaux confondus de 2017 à 2021, afin de suivre l'évolution du nombre d'évènements impulsifs sur le cycle. Cependant on ne sait pas déterminer quelle tendance d'augmentation du nombre d'évènements impulsifs a des effets néfastes sur les populations d'espèces marines.

### Règle d'intégration paramètres/critère :

- Règle d'intégration choisie : « non pertinent pour la fiche »

La règle d'intégration n'est pas pertinente pour la fiche, car l'indicateur « risque de mortalité » doit être renseigné conjointement pour renseigner le critère. En effet, cet indicateur à lui seul ne permet pas de renseigner l'état du critère.

Tableau 15 : Outils d'évaluation utilisés pour renseigner l'indicateur « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » dans le cadre de l'évaluation cycle 3 pour la Région Marine Méditerranée

Indicateur	Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives
Attribut	Bruit impulsif dans l'eau
Critère associé	D11C1 - Bruit impulsif anthropique (Primaire)
Source de l'évaluation de l'indicateur	Nationale
Unités marines de rapportage	Partie française de la Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale SRM MO
	MWE-FR-MS-MO
Echelle géographique d'évaluation	Sous-région marine Echelle d'évaluation élémentaire : maille de 15 minutes d'arc de côté
Métrique	1/ Recensement du nombre de jours d'émissions impulsives potentiellement gênantes par trimestre

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

	2/ Distribution spatiale du cumul de jours par trimestre par maille
Paramètre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durée (nombre de jours/trimestre)</li> <li>• Etendue (% de surface impactée)</li> </ul>
Seuil fixé pour le paramètre	Non défini <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>
Seuil fixé pour l'unité proportionnelle	Non défini <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>
Jeux de données sources/Réseaux surveillance	SIRENE : Registre des émissions impulsives
Années considérées	2017-2021

### 2.4 Incertitude sur les résultats

#### Confiance dans les données :

De par la diversité des activités en mer, la confiance et les incertitudes sur les positions, les dates et les niveaux acoustiques associés aux impulsions identifiées varient beaucoup. Par ailleurs, la plupart des activités font l'objet de déclarations d'intention préalables (demandes d'autorisation de travaux, informations nautiques, ...) mais l'accès aux émissions effectivement réalisées nécessite un travail de recensement auprès des opérateurs en temps différé. Pour tenir compte de cette spécificité, le recensement des données repose sur un recensement à priori des intentions d'émissions à partir des sources documentaires diverses suivant les protocoles et les opérateurs. Les intentions d'émissions (émissions d'occurrence non-avérée) ont un indice de confiance de 1 si les prévisions des dates et des positions associées ne sont pas obtenues avec une résolution temporelle maximale à l'échelle du jour et une résolution spatiale maximale de 15 minutes d'arc et un indice de confiance de 2 si leurs résolutions sont adaptées au critère. Une phase de validation est ensuite réalisée pour confirmer les dates et lieux des émissions. Les émissions dont l'occurrence est avérée ont deux autres niveaux de validité qui sont respectivement de 3 pour les émissions dont les dates et positions sont peu résolues et 4 pour les émissions à dates et positions précises.

Le Tableau 16 rappelle la méthode d'évaluation des indices de confiance. Les données de niveau de confiance 1, 2 et 3 ne sont pas utilisées pour le calcul de l'indicateur ; elles pourront l'être ultérieurement si leur indice de confiance remonte. Les données de niveau de confiance 4 sont systématiquement prises en compte. Il est à noter que cette méthode de qualification par contrôle a posteriori a pour conséquence que le recensement annuel n'est pas figé puisque que des données peuvent voir leur indice de confiance évoluer en fonction des contraintes réglementaires et

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

opérationnelles (temps de mise à disposition, précision des reports, délais de carence, évolutions réglementaires, ...).

Tableau 16 : Méthode d'évaluation de l'indice de confiance des données d'émissions impulsives.

OCCURRENCE	résolution Groupe Position date	INDICE
PREVUE	FAIBLE	1
	FORTE	2
CONFIRMEE	FAIBLE	3
	FORTE	4

### Confiance dans chaque indicateur :

Il existe des incertitudes liées aux émissions non confirmées ou non rapportées, notamment dans le cadre d'émissions par des structures commerciales privées.

## 3 Résultats de l'évaluation

### 3.1 Etat

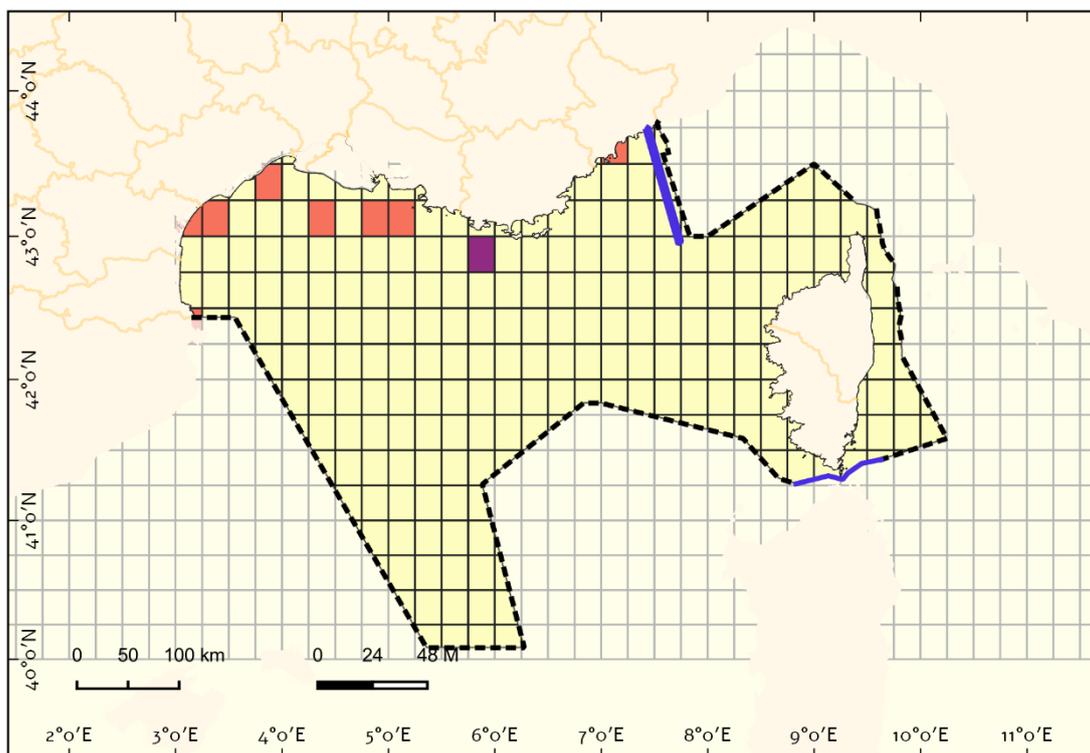
#### Résumé des résultats :

En l'absence de seuils déterminés à l'échelle européenne, l'atteinte des différents paramètres renseignant l'indicateur « Risque de dérangement – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » n'a pas pu être renseignée pour ce cycle. Cependant, l'emprise spatiale des événements impulsifs tous niveaux potentiellement gênants confondus (D11C1.2) est présentée pour les années 2017 à 2021 dans cette section. La distribution calendaire (trimestrielle) des événements impulsifs pour chacun des niveaux potentiellement gênants ainsi que pour le cumul de tous ces niveaux (D11C1.1) est présentée à la suite. En complément, l'évolution de ses émissions sur la période 2017-2021 est présentée dans la section tendance.

#### Carte des résultats de l'évaluation :

Les Figure 40 à Figure 45 illustrent l'emprise spatiale (D11C1.2) des événements impulsifs de niveaux potentiellement gênants sur les années 2017 à 2021.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)



Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de dérangement

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles tous niveaux en nombre de jours (2016)

- <= 0
- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 31
- 31 - 50

Producteur de la carte : SHOM  
Auteur : SHOM  
Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator  
Date de réalisation : 12/2022

- Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale
- Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins
- Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

Figure 40 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2016 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

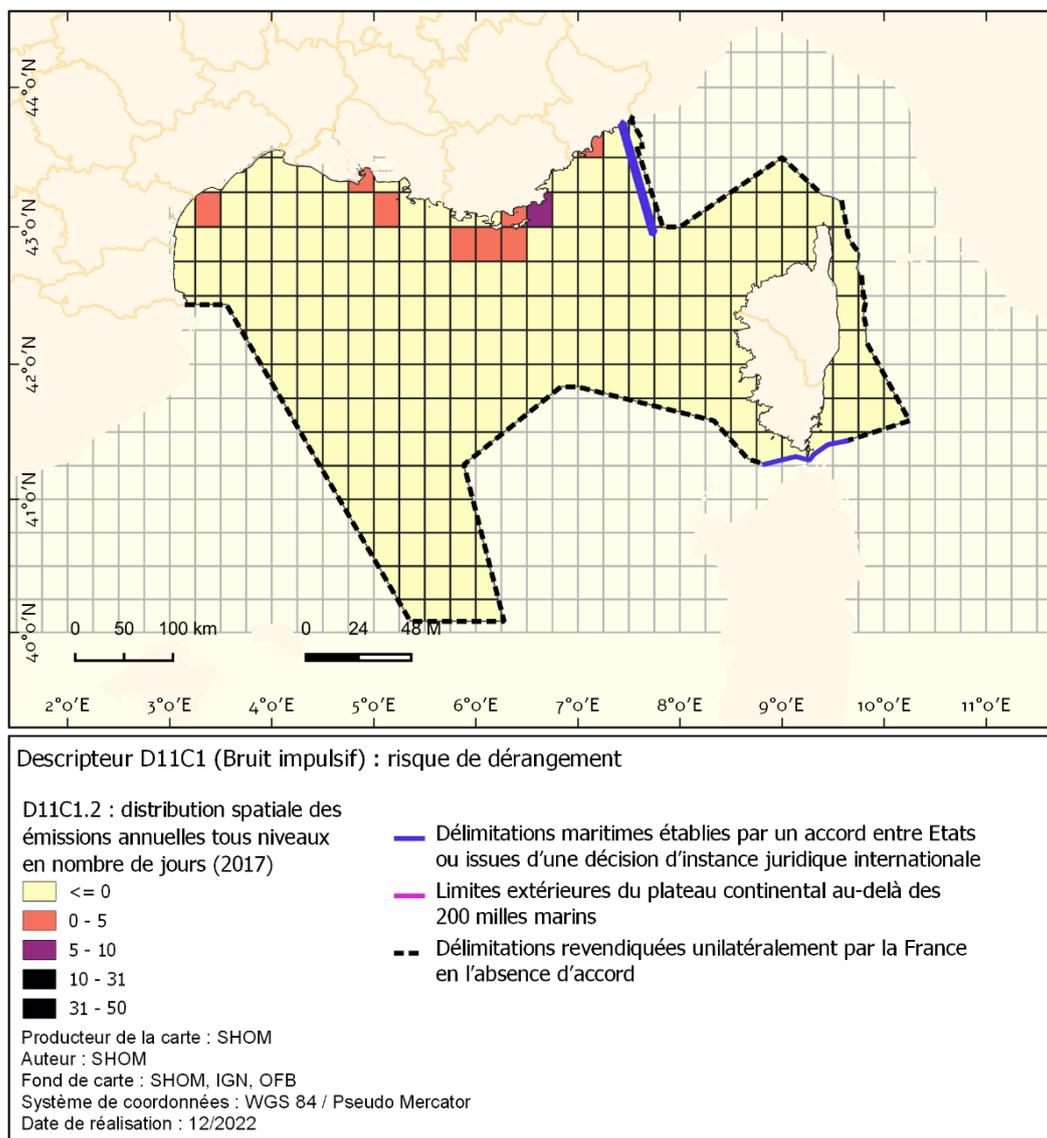


Figure 41 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2017 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

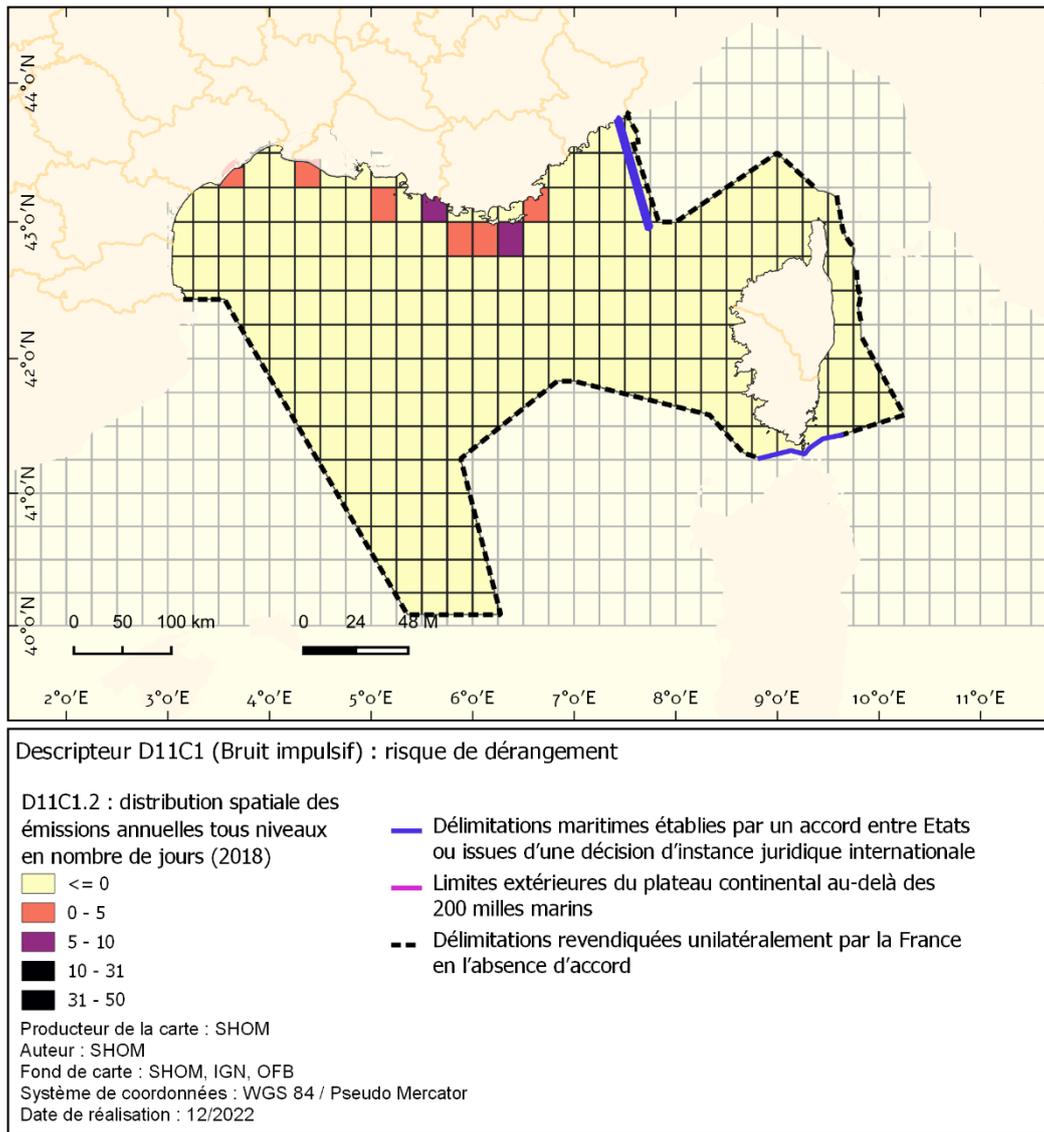


Figure 42 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2018 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

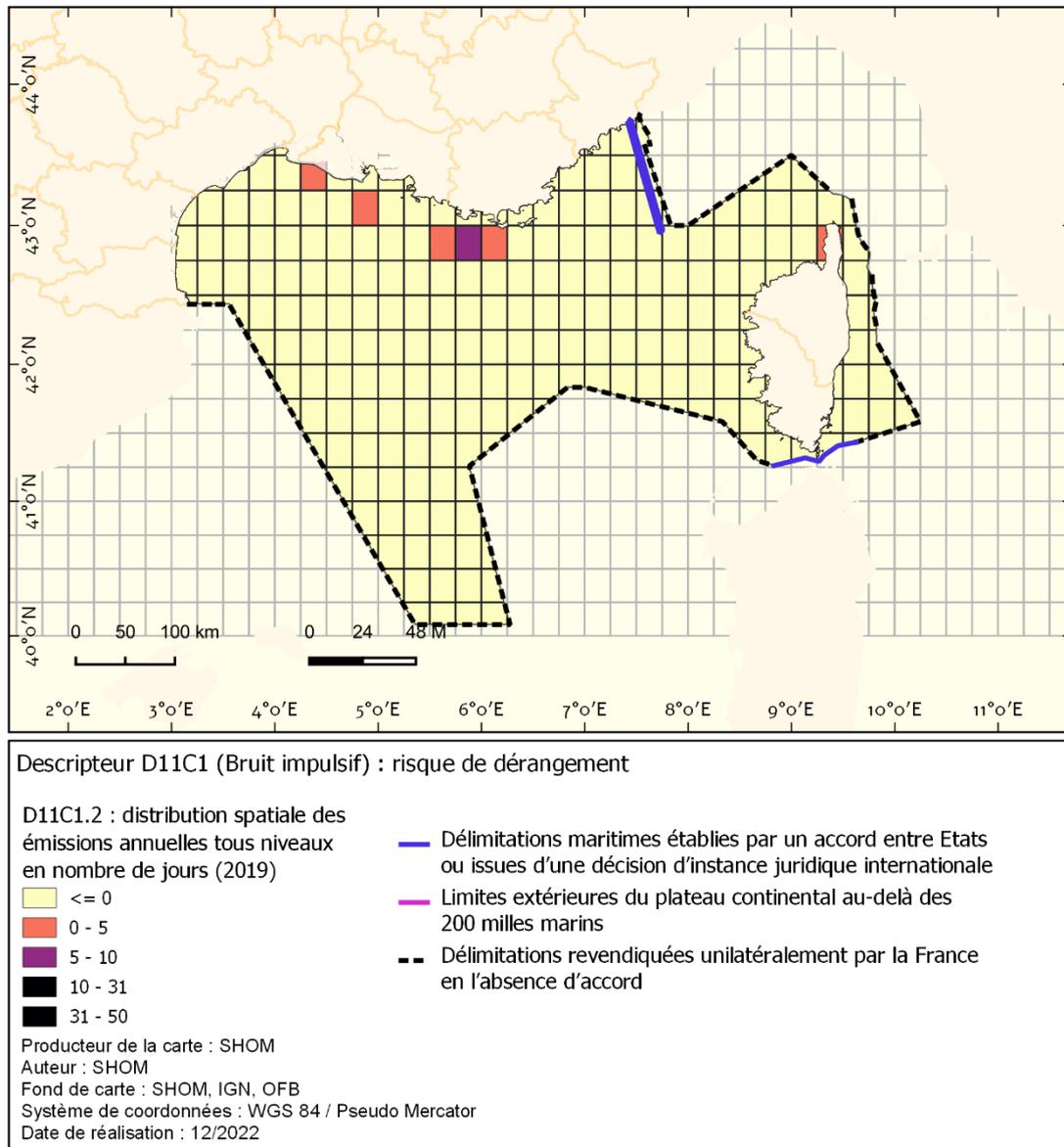


Figure 43 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2019 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

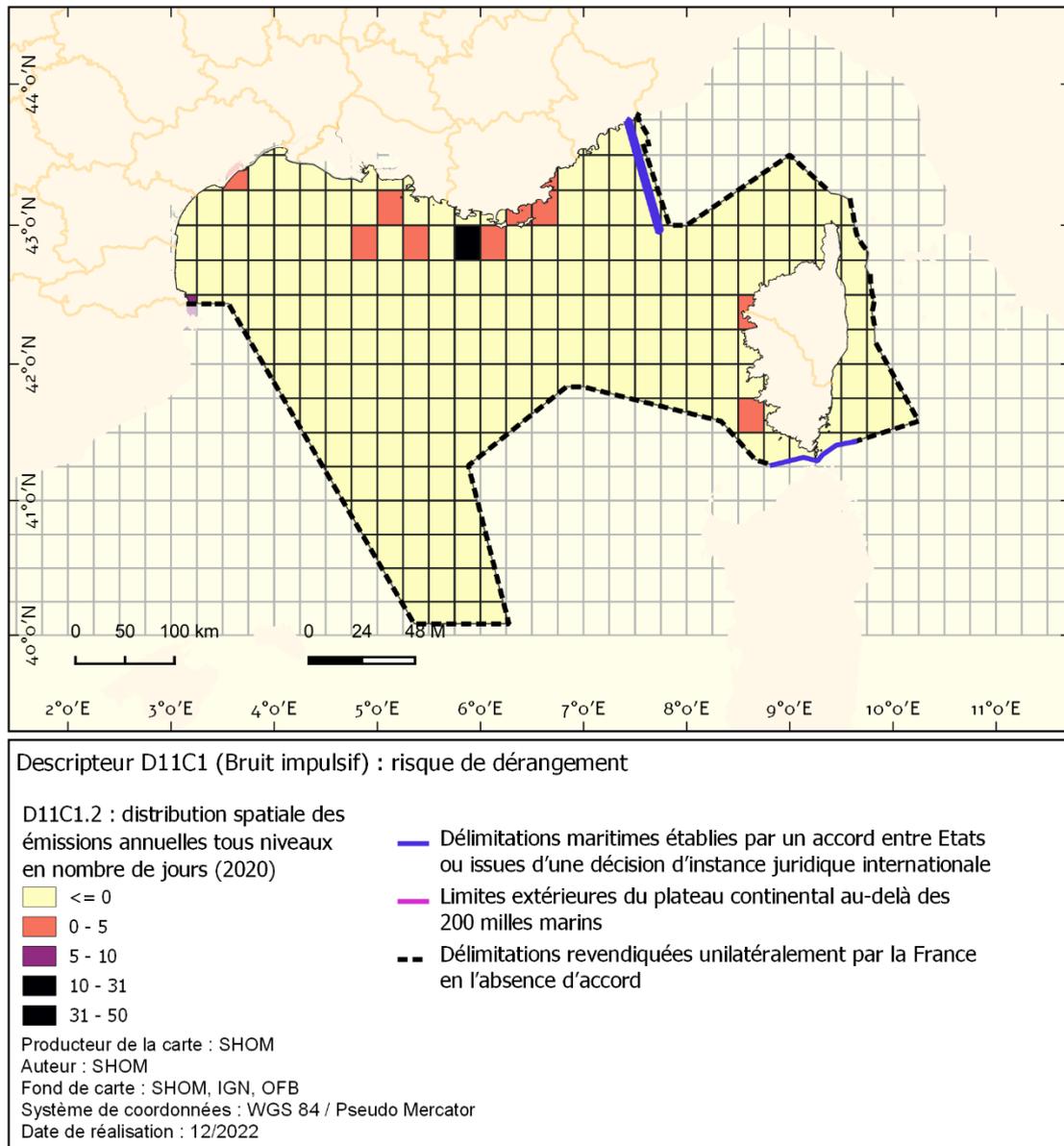


Figure 44 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2020 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

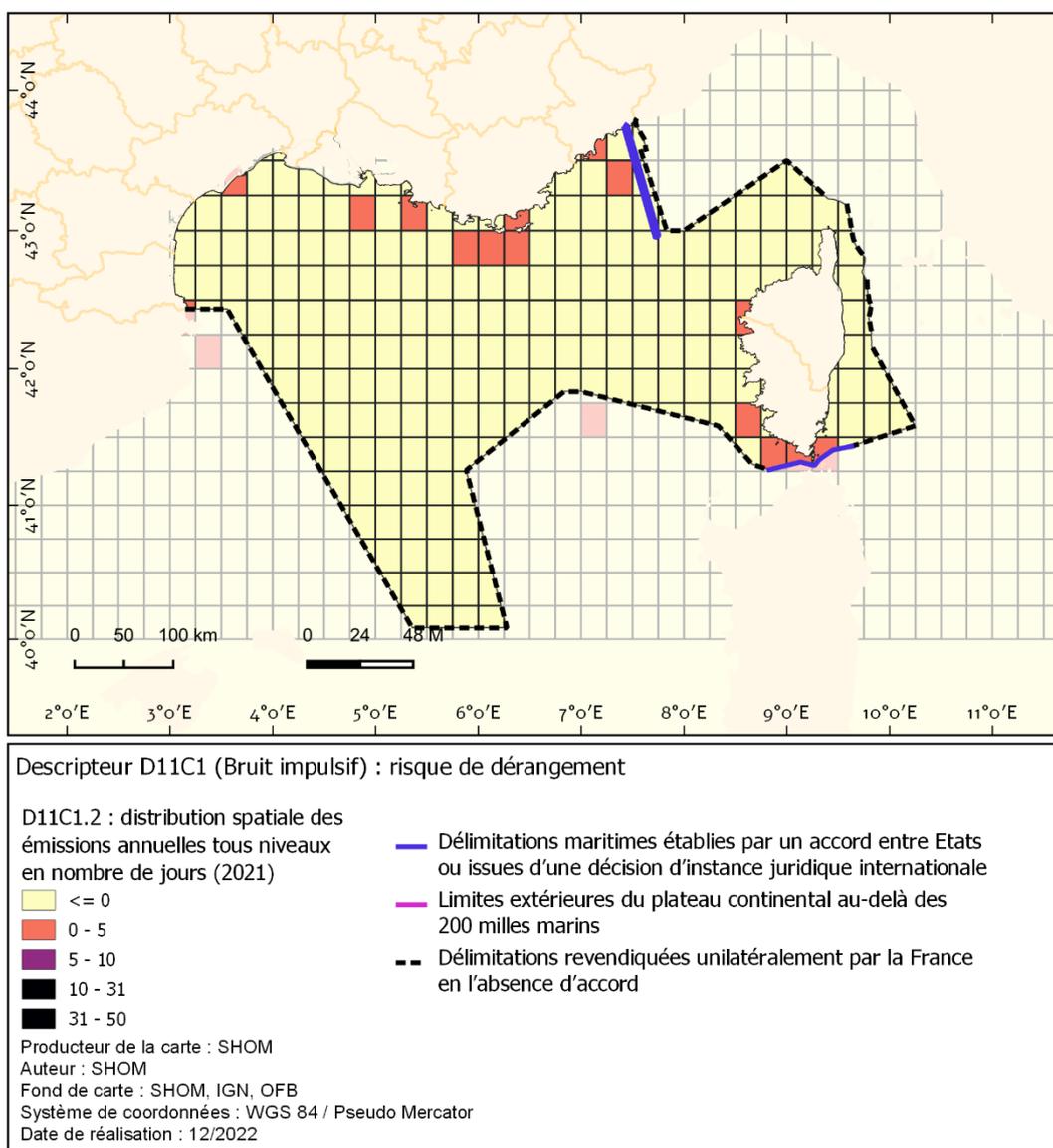


Figure 45 : Distribution spatiale des émissions annuelles pour 2021 des sons impulsifs tous niveaux pouvant entraîner un risque de dérangement, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

### Tableau des résultats :

Statut des paramètres : non évalué.

Evolution état : inconnu.

Le Tableau 9 montre la répartition des jours d'émissions impulsives tous niveaux potentiellement gênant par trimestre et par année pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale. Le pourcentage de la surface de la sous-région marine Méditerranée Occidentale pour lequel il y a eu des émissions impulsives tous niveaux confondus reste stable, autour de 2%, sur la période 2017-2021. On notera dans les figures 3 à 7, que la rade d'Hyères est particulièrement impactée par sa zone de déminage. Enfin, le déminage étant la principale activité génératrice de bruit impulsif, celles-ci sont principalement situées en zones côtières.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

	Méditerranée Occidentale																			
	2017				2018				2019				2020				2021			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Nb jours émissions impulsives tous niveaux gênants	10	9	3	3	7	5	4	6	3	1	3	10	13	15	11	5	8	1	3	11
Cumul des jours	25				22				17				44				23			
% SRM impactée	2				2				2				2				3			

Tableau 17 : Répartition des jours d'émissions impulsives tous niveaux potentiellement gênant par trimestre et par année pour la Méditerranée Occidentale.

### 3.2 Tendances

#### Tendance :

La Figure 46 présente la distribution trimestrielle des émissions impulsives potentiellement gênantes pour la Méditerranée Occidentale pour les années 2017, 2018, 2019, 2020 et 2021. L'année 2016 est également représentée à des fins de comparaison avec l'année de référence du cycle 2.

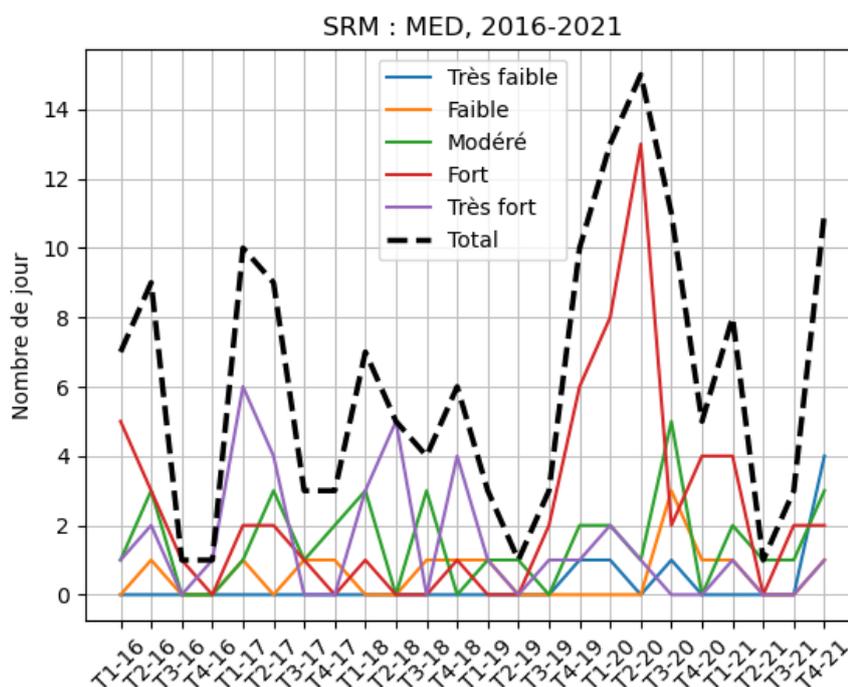


Figure 46 : Distribution trimestrielle (T1 à T4) des niveaux émissions impulsives potentiellement gênantes (total et par niveau acoustique) pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale pour les années 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 et 2021.

Evolution des distributions temporelles des événements impulsifs pour tout niveau acoustique potentiellement gênant (D11C1.1) et pour chacun de ces niveaux acoustiques au cours des années du cycle 3, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale :

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

- Le nombre d'émissions impulsives potentiellement gênantes est constant sur la période 2017-2021 (hormis 2020), avec un cumul d'environ 20 jours par an. L'année 2020 est particulièrement impactée par des émissions de niveaux « forts ».

## 4 Comparaison avec la précédente évaluation

### Evolution générale par rapport au cycle précédent :

- Evolution de l'état :*

La répartition spatiale des émissions impulsives du cycle précédent (2016) est présentée en Figure 40. Les zones ainsi que le pourcentage spatial des SRM impactées restent inchangées du cycle 2 au cycle 3 (Figure 2 à 7 et Tableau 9). Il en va de même pour la répartition trimestrielle des événements impulsifs hormis le trimestre 2 en 2020 qui montre un grand nombre d'évènements de niveaux « forts ».

## 5 Références bibliographiques

Assessment framework for EU Threshold values for impulsive noise (DL1), may 2021.

[https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise\\_2021.pdf](https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise_2021.pdf)

Brandt, M.J., A-C. Dragon, A. Diederichs, M.A. Bellmann, V. Wahl, W. Piper, J. Nabe-Nielsen & G. Nehls, 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 596: 213 – 232.

Dekeling, R., Tasker, M., Van der Graaf, A. M., Andersson, M., André, M., Borsani, J., ... Castellote, M. C. (2014). Monitoring guidance for underwater noise in European Seas Part II : Monitoring Guidance Specifications. European Union. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Dekeling, R., Tasker, M., Van der Graaf, A., Ainlie, M., Anderson, M. A., Brensing, K., ... Young, J. (2014). Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Gomez, Catalina, Jack W. Lawson, Andrew J. Wright, Alejandro Buren, Dominic J. Tollit and Véronique S. Lesage. "A systematic review on the behavioural responses of wild marine mammals to noise: the disparity between science and policy." *Canadian Journal of Zoology* 94 (2016): 801-819.

Graham, I.M., Merchant, N.D., Farcas, A., Barton, T.R., Cheney, B., Bono, S., Thompson, P.M., 2019. Harbour porpoise responses to pile-driving diminish over time. *R. Soc. Open Sci.* 6. <https://doi.org/10.1098/rsos.190335>

Stéphan, Y. (2016). *Sons Impulsifs : Registre National des Emissions (SIRENE)*. Spécifications d'ensemble, Shom, Brest.



## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Thompson, P.M., Hastie, G.D., Nedwell, J., Barham, R., Brookes, K.L., Cordes, L.S., Bailey, H., McLean, N., 2013. Framework for assessing impacts of pile-driving noise from offshore wind farm construction on a harbour seal population. Environ. Impact Assess. Rev. 43, 73–85.  
<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2013.06.005>

Joint register of impulsive underwater noise in the Mediterranean Sea Region  
[http://80.73.144.60/CTN\\_Geoportal/home/](http://80.73.144.60/CTN_Geoportal/home/)

Register for the Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic  
<http://underwaternoise.ices.dk>

## 6 Droits, copyright et politique d'utilisation des données

**Limitation d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'accès :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

### Pour en savoir plus

[Lien URL vers fiche métadonnées sextant de chaque jeu de données source](#) : rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

[Lien URL vers jeux de données évaluation](#) : rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

[Lien URL vers évaluation précédente](#) : rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

[Liens utilisés dans le tableau 1 ou cités dans le document](#)

[https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

## Autres documents/Informations à fournir pour le rapportage

[Carte des résultats de l'évaluation](#) : [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024)

[Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément](#) : *EU Union Européenne*

[Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément associé](#) : *EU Union Européenne*

[Informations relatives à chaque jeu de données source](#) :

Pour l'ensemble des SRM et des années, le registre national SIRENE (Sons Impulsifs : Registre National des Emissions) intègre les types de données suivants :

- Bilan des explosions sous-marines *via* une veille sur les AVURNAV, les communiqués de presse et auprès des services compétents des préfectures maritimes pour les bilans de pétardements ;

Date de modification : rempli par coord BEE, Date de publication : rempli par coord BEE

Contacts :  
Laura Ceyrac, Shom, [laura.ceyrac@shom.fr](mailto:laura.ceyrac@shom.fr)  
Benjamin Ollivier, Shom, [benjamin.ollivier@shom.fr](mailto:benjamin.ollivier@shom.fr)  
David Dellong, Shom, [david.dellong@shom.fr](mailto:david.dellong@shom.fr)  
Bazile Kinda, Shom, [bazile.kinda@shom.fr](mailto:bazile.kinda@shom.fr)



## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

- Projets soumis à étude d'impact via le site <https://www.projets-environnement.gouv.fr/pages/home/> et groupes de travail ;
- Émissions sismiques (canons à airs, autres sources, ...) *via* la DGEC (Direction Générale de l'Energie et du Climat) ;
- Campagnes scientifiques potentiellement génératrices d'émissions impulsives *via* le site de l'Ifremer.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### AVERTISSEMENT/LICENCE

Le présent rapport est un document administratif produit par le Service hydrographique et océanographique de la marine dans le cadre de ses missions de service public de description de l'environnement physique marin. Sa communicabilité et sa réutilisation sont en conséquence régies par les dispositions en vigueur du code de l'environnement et du code des relations entre le public et l'administration (CRPA).

Le présent rapport est communiqué sous Licence Ouverte V2.0 d'Etalab disponible à l'URL : <https://www.etalab.gouv.fr/licence-ouverte-open-licence/>

Selon les termes de cette licence il sera rappelé que :

- *« le Réutilisateur est libre de réutiliser l'information sous réserve de mentionner la paternité de l'« Information » : sa source (au moins le nom du « Concédant ») et la date de dernière mise à jour de l'« Information » réutilisée.*
- *Le « Réutilisateur » est seul responsable de la « Réutilisation » de l'« Information ».*
- *La « Réutilisation » ne doit pas induire en erreur des tiers quant au contenu de l'« Information », sa source et sa date de mise à jour.*

Mots clés : Bruit sous-marin, Bruit impulsif anthropique

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

L. Ceyrac, B. Ollivier, D. Dellong & B. Kinda (2022). Evaluation DCSMM BEE - Cycle 3 « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort » - Région marine Méditerranée.

**N° 5 SHOM/DOPS/STM/ASM/NP du 9 janvier 2023**

Shom 2022

# Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort – Région marine Méditerranée



Descripteur *D11 - Bruit sous-marin*

Critère : *D11C1 - Bruit impulsif anthropique (Primaire, Pression)*

Attribut correspondant : Bruit impulsif dans l'eau

Evaluation DCSMM BEE : Cycle 3

Période d'évaluation : 2015-2021

Zones d'évaluation : France (FR) ; Région marine Méditerranée

Sous-Région Marine (SRM) : Méditerranée Occidentale

Document de référence

Thème INSPIRE : Régions marine

Pays contributeurs : France, FR

Citation :



## Messages clés de l'évaluation

A l'échelle de la sous-région marine Méditerranée Occidentale, l'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort » montre que :

- Le nombre d'émissions impulsives potentiellement létales est constant sur la période 2017-2021 (hormis 2020), avec un cumul d'environ 12 jours par an ;
- Le pourcentage de la surface de la sous-région Méditerranée Occidentale sur laquelle sont recensées des émissions impulsives tous niveaux confondus reste stable (~2 %) sur la période d'évaluation (2017-2021) ;
- Des zones comme la rade d'Hyères sont particulièrement impactées par la présence d'une zone de déminage ;
- En l'absence d'un consensus entre les Etats-Membres sur la définition de seuils quantitatifs, aucune évaluation n'a pu être menée pour renseigner cet indicateur.

## Description générale de la fiche indicateur BEE grand public :

Les effets potentiellement néfastes des sons émis par les activités humaines dans le milieu marin font l'objet d'une attention accrue depuis plusieurs décennies. Cette attention tire son origine de deux alertes scientifiques apparues il y a une vingtaine d'années :

- L'augmentation du niveau de bruit de fond à basse fréquence dits sons continus.  
En lien avec l'augmentation globale du trafic maritime, le bruit peut couvrir les communications animales. C'est le cas, notamment, pour les espèces dont les vocalises sont dans la même gamme de fréquence que celle générée par le bruit des navires (par exemples chez certains mysticètes et certaines espèces d'odontocètes grands plongeurs). Il s'agit du phénomène de masquage.
- L'exposition à des sons de durée limitée mais de fortes intensités dits sons impulsifs.  
L'usage en mer de tels signaux s'est largement répandu depuis la seconde moitié du vingtième siècle. Une exposition à ces sons peut causer des traumatismes physiologiques (perte d'audition temporaire ou permanente, embolie pulmonaire, traumatisme interne ...) ou provoquer des comportements dangereux (fuite, piégeage, remontée rapide en surface, ...). Ces pressions conduisent à des risques de surmortalité directe ou indirecte. Ces signaux peuvent également provoquer des dérangements acoustiques, voire du harcèlement susceptible d'impacter le comportement en masse ou de groupe ainsi que l'état physiologique de l'animal (interruption d'activités vitales, effort d'adaptation rapide, stress, fatigue, ...).

Le descripteur 11 s'intéresse à l'introduction d'énergie dans le milieu marin, dont les sources sonores. Il s'agit d'un descripteur de la pression du bruit généré par les activités anthropiques. Ce descripteur a été intégré dans l'évaluation du Bon État Écologique (BEE) de la DCSMM (Décision 2010/477/EU Commission Européenne). Son évaluation repose sur deux critères : le critère D11C1 basé sur les sons impulsifs ou transitoires de courte durée et de forte intensité et le critère D11C2 basé sur les caractéristiques des signaux émis de type continus, de moyenne intensité et de basse fréquence. Cette Fiche Indicateur concerne uniquement le renseignement du critère D11C1. Les informations relatives au critère D11C2 sont disponibles dans la Fiche Indicateur « Risque de masquage – Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125Hz) – Région marine Méditerranée ».

Le critère D11C1 repose sur le recensement des jours d'émissions impulsives. Il est renseigné par deux indicateurs : l'indicateur « Risque de dérangement – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » qui prend en compte tout niveau acoustique potentiellement gênant et l'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort » qui considère uniquement les niveaux acoustiques forts et très forts. Cette fiche indicateur porte uniquement sur le deuxième indicateur « risque de surmortalité ». Les informations relatives à l'autre indicateur sont disponibles dans la Fiche indicateur « Risque de dérangement – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives – Région marine Méditerranée »

## Justification et pertinence de chaque indicateur :

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

L'indicateur « Risque de surmortalité » est renseigné par deux paramètres : le D11C1.1 correspondant à la distribution calendaire des émissions impulsives de niveaux forts à très forts et le D11C1.2 à la distribution spatiale annuelle de ces émissions.

L'usage en mer de signaux de durée limitée mais de fortes puissances s'est largement répandu depuis la seconde moitié du vingtième siècle. L'exposition à de tels signaux peut causer des traumatismes physiologiques (perte d'audition temporaire, surdité, embolie, ...) ou provoquer des comportements dangereux (fuite, piégeage). Ces pressions peuvent ainsi conduire à une surmortalité directe ou indirecte et provoquer des échouages en masse, ce qui représente en outre un symbole fort de nuisances des activités humaines auprès du grand public et peut avoir un impact socio-économique important.

Les pressions considérées pour l'évaluation du critère D11C1 (sons impulsifs) sont les suivantes :

- Les émissions acoustiques des canons à air : ces systèmes sont utilisés dans les activités de prospection sismique pour l'industrie ainsi qu'en recherche et exploration scientifique ;
- Les émissions acoustiques par des sources impulsives autres que les canons à air : ces sources (sparker, boomer, chirp, ...) sont utilisées dans les activités de prospection sismique et géophysique légère ainsi qu'en recherche et exploration scientifique ;
- Les explosions sous-marines : les explosions sous-marines sont réalisées principalement pour la neutralisation de munitions, la dépollution pyrotechnique et certains travaux d'aménagement côtiers ;
- Les émissions dues au battage de pieux : ces émissions interviennent dans certains travaux d'aménagement et de construction d'infrastructures littorales et off-shore (parcs éoliens).

Lors de la précédente évaluation, les jours d'émissions recensés provenaient exclusivement des explosions sous-marines de contre-minage. Au cours de cette évaluation, les émissions provenaient également de canons à airs et d'autres sources impulsives, lors de prospection sismique scientifiques (la prospection sismique à but d'exploration pétrolière étant interdite dans la ZEE française).

Pertinence politique (à compléter par MTE)

Objectifs de la politique (à compléter par MTE)

## 2 Méthode

### 2.1 Echelles spatiales (zones de rapportage ; zones d'évaluation)

#### Unités marines de rapportage (UMR) :

L'indicateur est évalué à l'échelle de la partie française de la sous-région marine Méditerranée Occidentale (MWE-FR-MS-MO).

#### Echelle géographique d'évaluation :

L'indicateur est évalué à l'échelle de chacune des sous-régions sur la base de mailles géographiques élémentaires de 15 minutes d'arc (Figure 47).

#### Description de la zone d'évaluation :

La mer Méditerranée abrite l'une des plus fortes densités de trafic maritime au monde. La zone d'évaluation de l'UMR MWE-FR-MS-MO, soit la partie française de la sous-région marine Méditerranée Occidentale comprend l'ensemble de la Zone Economique Exclusive Française. Cette zone complexe en termes de bathymétrie, de nature du fond, de densité de trafic et de diversité biologique relève ainsi un fort intérêt. Elle représente donc un défi en terme de modélisation de la propagation acoustique dans le milieu.

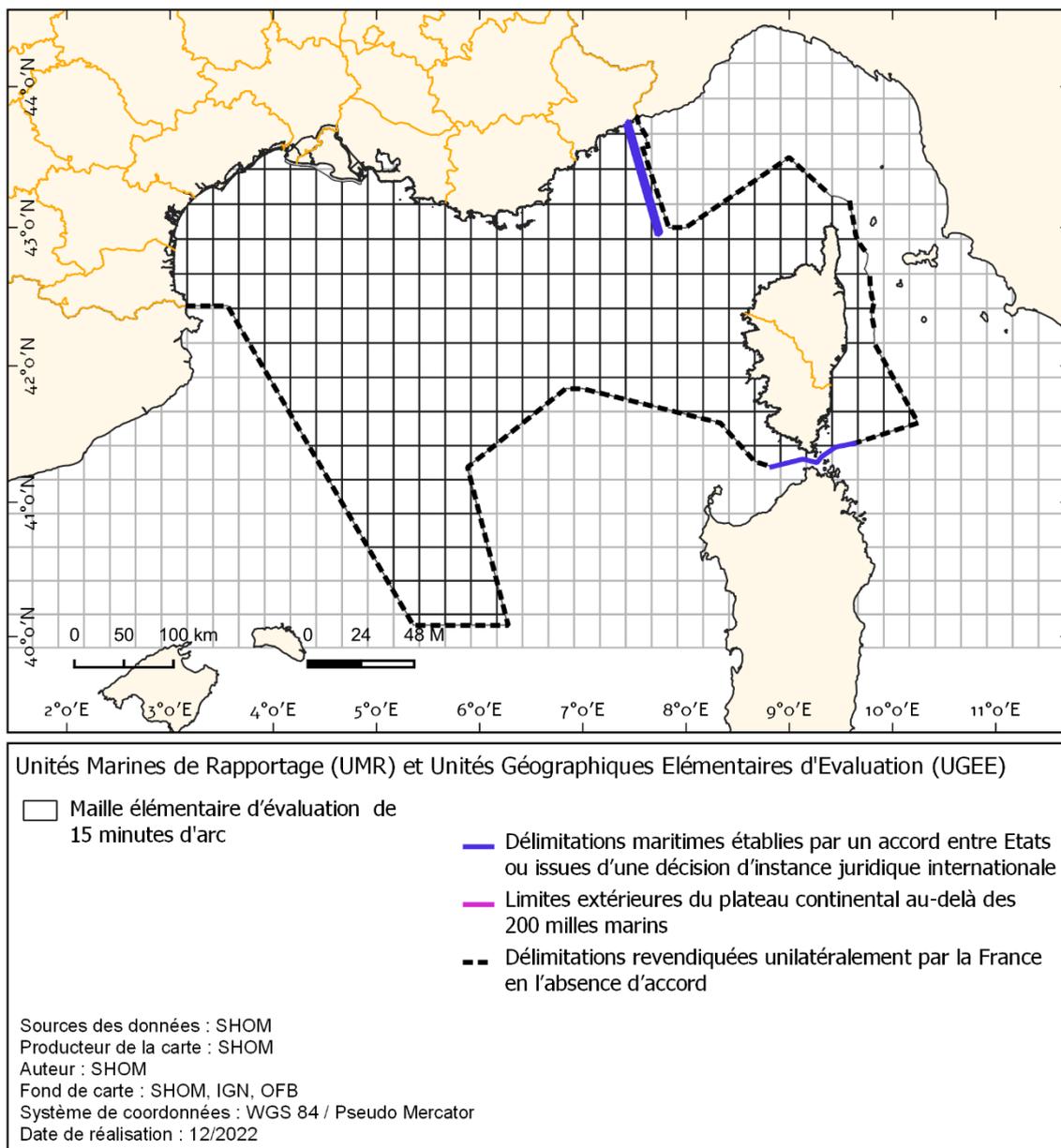


Figure 47 : Unités marines de rapportage (UMR) et unités géographiques élémentaires d'évaluation (UGEE) pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

## 2.2 Méthode de surveillance

### Méthode de suivi/surveillance :

Les données nécessaires au calcul de cet indicateur sont des données déclaratives d'émissions tracées par les opérateurs des activités génératrices de bruits impulsifs. Les données sont recueillies directement auprès des opérateurs et/ou services instructeurs de l'état selon des protocoles de recensement définis dans le cadre du dispositif de surveillance associé [registre des émissions impulsives, baptisé SIRENE (Stephan, 2016)]. Les services instructeurs sont : la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) pour la prospection sismique, l'État-Major de la Marine (EMM) et les Préfectures Maritimes (PREMAR) pour les travaux ainsi que les PREMAR pour les explosions. Une fois compilées et validées, ces données sont référencées annuellement. Pour cette évaluation, les

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

données déclaratives de 2017 à 2021 ont été considérées. 1. Les données sont archivées dans le registre SIRENE en vue de leur exportation dans les registres multinationaux (opérationnel pour la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (OSPAR) et l'*Impulsive Noise Register in the Mediterranean region* (INR-MED)). Les flux de données et les modalités d'accessibilité sont en cours d'opérationnalisation (données issues des études d'impact, données protégées par des droits commerciaux ou par exemption de défense ou encore données faisant l'objet de délais de carence). Le périmètre de recensement des données fait l'objet de recommandations via le Groupe Technique européen sur le bruit sous-marin (TG Noise).

### 2.3 Méthode d'évaluation

#### Description de la méthode d'évaluation :

L'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort » traduit l'intensité de la pression sonore par les sources impulsives de niveau acoustique susceptible de causer de la surmortalité par effet traumatique directe ou indirecte.

Cet indicateur renseigne sur la distribution des émissions impulsives de niveaux forts à très forts à l'échelle de chaque sous-région marine. La distribution temporelle est exprimée en nombre de jours d'occurrence de ces émissions impulsives par trimestre et la distribution spatiale du cumul de jours d'occurrence par trimestre par maille.

Concernant les seuils de niveau acoustique des émissions : les seuils de recensement retenus suivent les recommandations du TG Noise (Dekeling *et al.*, 2014). Ces seuils sont à considérer comme des seuils précautionneux de nuisance potentielle. Les caractéristiques des signaux recensés sont réparties en trois catégories (sources acoustiques, explosions sous-marines et battages de pieux) :

GAMMES DE GRANDEUR		SEUILS				
		sources			Explosions sous-marines	Battements de pieux
		Canons à air	Autres sources impulsives	Autres sources		
Niveaux	Hors recensement	inférieur à 209	inférieur à 186	inférieur à 176	inférieur à 0.008	0
	très faible	de 210 à 233	de 187 à 210	de 177 à 200	inférieur à 0.220	inférieur à 0.280
	faible	de 234 à 243	de 211 à 220	de 201 à 210	de 0.22 à 2.100	de 0.290 à 2.8
	modéré	de 244 à 253	de 221 à 230	de 211 à 220	de 2.11 à 21	de 2.81 à 28
	fort	supérieur à 253	supérieur à 230	supérieur à 220	de 22 à 210	Supérieur à 28
Très fort					supérieur à 210	
Unités		$N_{0,p}$ dB ref 1 $\mu$ Pa @ 1m	$N_E$ dB ref 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> m <sup>2</sup> s	$N_{0,p}$ dB ref 1 $\mu$ Pa @ 1m	eq TNT kg	Mj
Fréquences	ultra basse	< 50				
	Très basse	entre 50 et 2000				
	basse	entre 2000 et 5000				
	moyenne	entre 5000 et 8000				
	haute	supérieur à 8000				
Unités		Hz				

Tableau 18 : Périmètre de recensement des émissions impulsives contributives à l'évaluation du critère D11C1 adapté de Dekeling *et al.*, 2014.  $N_{0-p}$  : zero-peak sound pressure level ;  $N_E$  : Energy source level ;  $Mj$  : Mega Joule, eq TNT kg : kg equivalent TNT

Pour le D11C1.1, les seuils de recensement de niveau de pression doivent s'exprimer principalement par un nombre annuel, trimestriel ou mensuel de jours d'occurrence d'émissions potentiellement létales (de niveau forts et très forts). Pour le D11C1.2, les seuils de pression sont exprimés en pourcentage de la surface de la sous-région sur laquelle ces émissions ont été observées sur une année. Conformément aux exigences de la décision, ils doivent être définis au niveau européen. Cependant, il s'agit davantage ici d'une description de la pression via des seuils de recensement, dans l'attente d'une méthodologie et de seuils commun à l'ensemble des pays membres,

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

développés par le TG Noise (Technical Group of Noise) au niveau européen. La méthodologie de calcul pour le bruit impulsif est disponible sur le site de la Commission Européenne

([https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise\\_2021.pdf](https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise_2021.pdf))

et les options de seuils en novembre 2022 <https://circabc.europa.eu/ui/group/326ae5ac-0419-4167-83ca-e3c210534a69/library/edd5bf34-f124-4689-9bba-f754259e0b9f/details>.

### Concepts et méthodes pour l'établissement de valeurs seuils :

La validation des seuils étant trop tardive dans le cycle d'évaluation (Fin 2022), nous ne sommes pas en mesure d'évaluer l'atteinte du paramètre renseignant l'état du critère D11C1. Seules les évolutions interannuelles du bruit impulsif de niveaux « forts à très forts » sont présentées dans la présente fiche. Les niveaux estimés tiennent compte de l'indicateur, de l'emprise temporelle et de l'emprise spatiale des trois sous-régions marines. Cependant, afin d'appliquer un principe de précaution, nous étudions l'évolution du nombre d'évènements impulsifs de niveaux « forts à très forts » de 2017 à 2021, afin de suivre l'évolution du nombre d'évènements impulsifs sur le cycle. Cependant on ne sait pas déterminer quelle tendance d'augmentation du nombre d'évènements impulsifs a des effets néfastes sur les populations d'espèces marines.

### Règle d'intégration paramètres/critère :

- Règle d'intégration choisie : non pertinent pour la fiche

La règle d'intégration n'est pas pertinente pour la fiche, car l'indicateur « risque de dérangement » doit être renseigné conjointement pour renseigner le critère. En effet, cet indicateur à lui seul ne permet pas de renseigner l'état du critère.

*Tableau 19 : Outils d'évaluation utilisés pour renseigner l'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveaux acoustique forts et très forts » dans le cadre de l'évaluation cycle 3 pour la Région Marine Méditerranée.*

Indicateur	Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives de niveau acoustique fort et très fort
Attribut	Bruit impulsif dans l'eau
Critère associé	D11C1 - Bruit impulsif anthropique (Primaire)
Source de l'évaluation de l'indicateur	Nationale
Unités marines de rapportage	Partie française de la Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale SRM MO
	MWE-FR-MS-MO

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Echelle géographique d'évaluation	Sous-région marine Echelle d'évaluation élémentaire : maille de 15 minutes d'arc de côté
Métrique	1/ Recensement du nombre de jours d'émission impulsive fortes et très fortes par trimestre 2/ Distribution spatiale du cumul de jours par trimestre par maille
Paramètre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durée (nombre de jours/trimestre)</li> <li>• Etendue (% de surface impactée)</li> </ul>
Seuil fixé pour le paramètre	Non défini <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>
Seuil fixé pour l'unité proportionnelle	Non défini <i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i>
Jeux de données sources/Réseaux de surveillance	SIRENE : Sons Impulsifs : Registre National des Emissions
Années considérées	2017-2021

### 2.4 Incertitude sur les résultats

#### Confiance dans les données :

De par la diversité des activités en mer, la confiance et les incertitudes sur les positions, les dates et les niveaux acoustiques associés aux impulsions identifiées varient beaucoup. Par ailleurs, la plupart des activités font l'objet de déclarations d'intention préalables (demandes d'autorisation de travaux, informations nautiques, ...) mais l'accès aux émissions effectivement réalisées nécessite un travail de recensement auprès des opérateurs en temps différé. Pour tenir compte de cette spécificité, le recensement des données repose sur un recensement a priori des intentions d'émissions à partir des sources documentaires diverses suivant les protocoles et les opérateurs. Les intentions d'émissions (émissions d'occurrence non-avérée) ont un indice de confiance de 1 si les prévisions des dates et des positions associées ne sont pas obtenues avec une résolution temporelle maximale à l'échelle du jour et une résolution spatiale maximale de 15 minutes d'arc et un indice de confiance de 2 si leurs résolutions sont adaptées au critère. Une phase de validation est ensuite réalisée pour confirmer les dates et lieux des émissions. Les émissions dont l'occurrence est avérée ont deux autres niveaux de validité qui sont respectivement de 3 pour les émissions dont les dates et positions sont peu résolues et 4 pour les émissions à dates et positions précises.

Le Tableau 20 rappelle la méthode d'évaluation des indices de confiance. Les données de niveau de confiance 1, 2 et 3 ne sont pas utilisées pour le calcul de l'indicateur ; elles pourront l'être ultérieurement si leur indice de confiance remonte. Les données de niveau de confiance 4 sont systématiquement prises en compte. Il est à noter que cette méthode de qualification par contrôle

Date de modification : rempli par coord BEE, Date de publication : rempli par coord BEE

Contacts :  
 Laura Ceyrac, Shom, laura.ceyrac@shom.fr  
 Benjamin Ollivier, Shom, benjamin.ollivier@shom.fr  
 David Dellong, Shom, david.dellong@shom.fr  
 Bazile Kinda, Shom, bazile.kinda@shom.fr

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

a posteriori a pour conséquence que le recensement annuel n'est pas figé puisque que des données peuvent voir leur indice de confiance évoluer en fonction des contraintes réglementaires et opérationnelles (temps de mise à disposition, précision des reports, délais de carence, évolutions réglementaires, ...).

Tableau 20 : Méthode d'évaluation de l'indice de confiance des données d'émissions impulsives.

OCCURRENCE	résolution Groupe Position date	INDICE
PREVUE	FAIBLE	1
	FORTE	2
CONFIRMEE	FAIBLE	3
	FORTE	4

### Confiance dans chaque indicateur :

Il existe des incertitudes liées aux émissions non confirmées ou non rapportées, notamment dans le cadre d'émissions par des structures commerciales privées.

## 3 Résultats de l'évaluation

### 3.1 Etat

#### Résumé des résultats :

En l'absence de seuils déterminés à l'échelle européenne, l'atteinte des différents paramètres renseignant l'indicateur « Risque de surmortalité – Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives » n'a pas pu être renseignée pour ce cycle. Cependant, l'emprise spatiale des événements impulsifs de niveau acoustique « fort » et « très fort » (D11C1.2) est présentée pour les années 2017 à 2021 dans cette section. La distribution calendaire (trimestrielle) des événements impulsifs pour chacun des niveaux potentiellement gênants ainsi que pour le cumul de tous ces niveaux (D11C1.1) est présentée à la suite. En complément, l'évolution de ses émissions sur la période 2017-2021 est présentée dans la section tendance.

#### Carte des résultats de l'évaluation :

Les Figure 48 à Figure 53 illustrent l'emprise spatiale (D11C1.2) des événements impulsifs de niveaux niveau acoustique « fort » et « très fort » sur les années 2016 à 2021.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

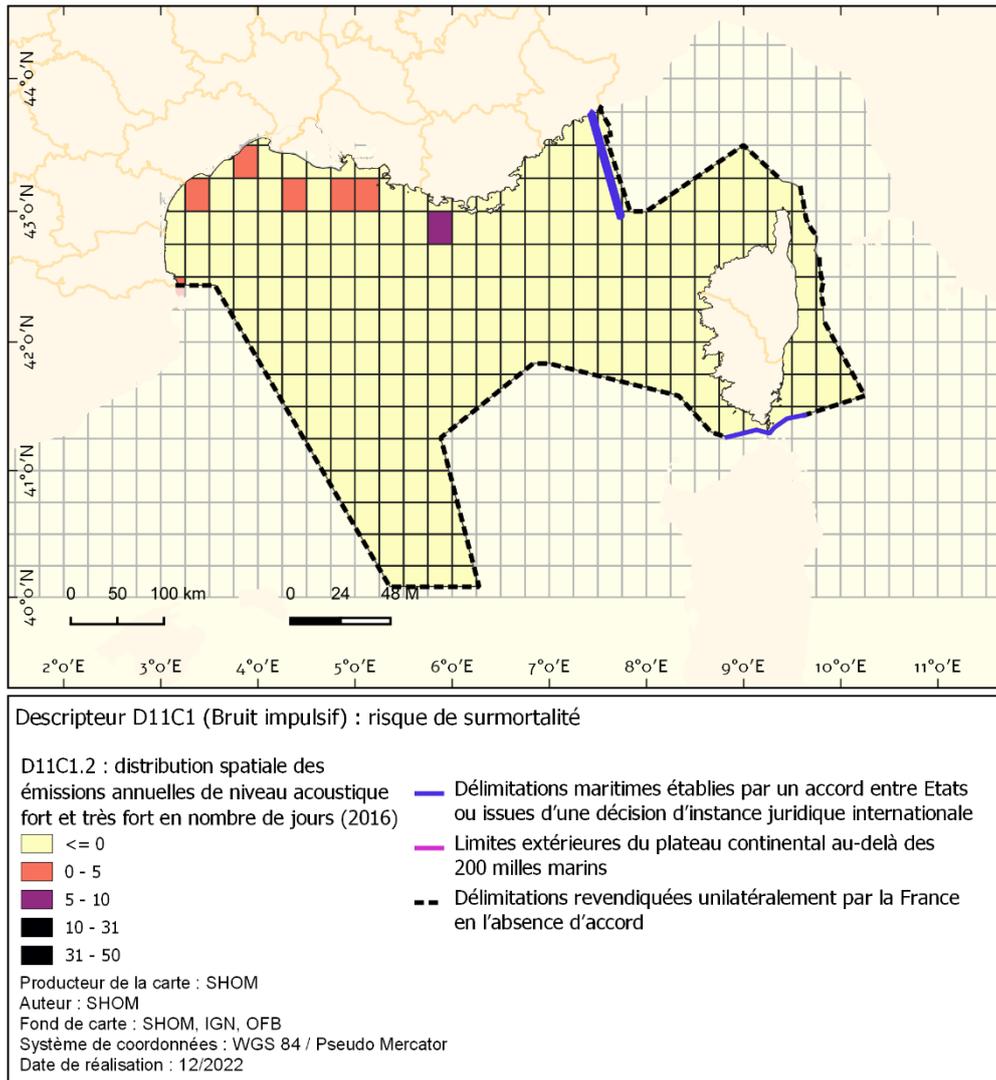


Figure 48 : Distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort à très fort en 2016 pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

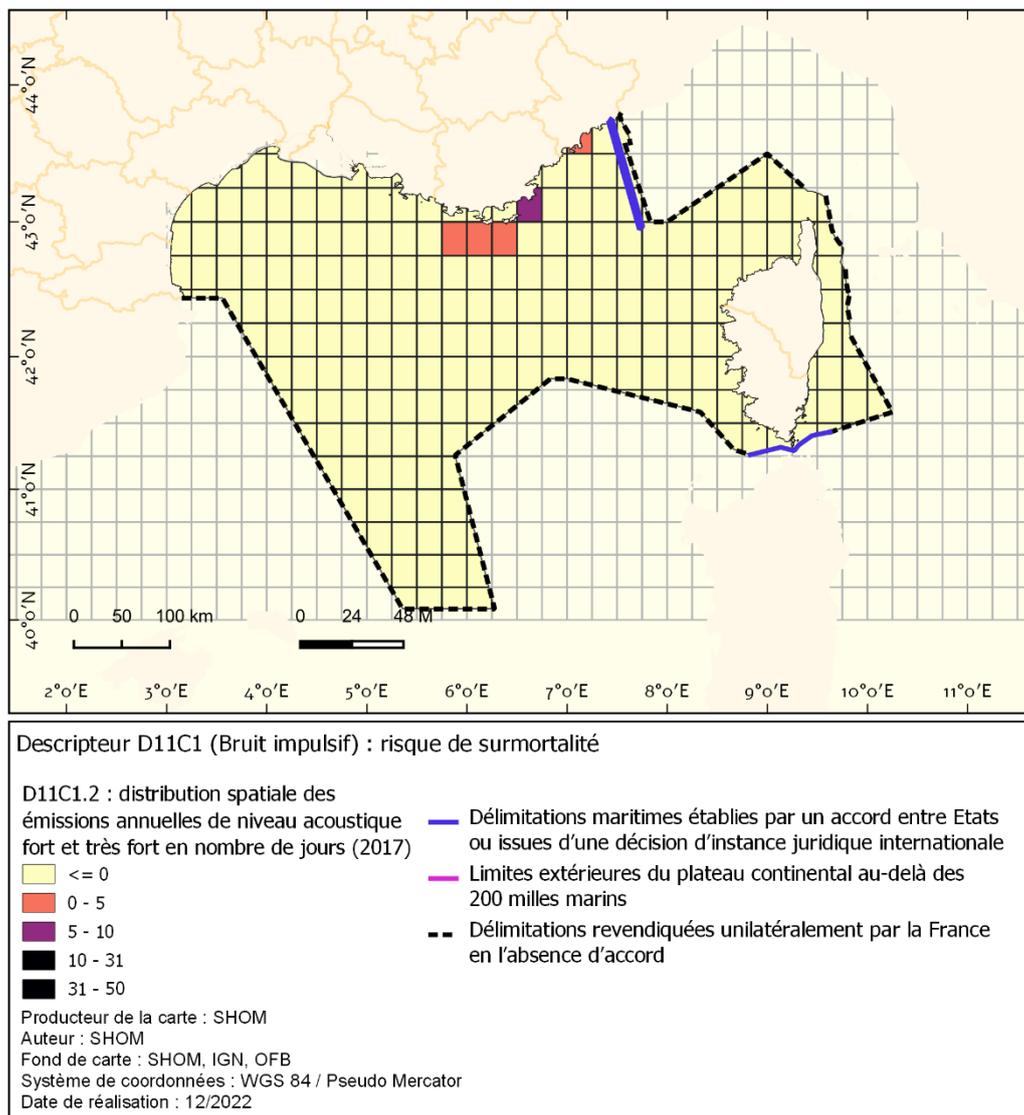


Figure 49 : Distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort à très fort en 2017 pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

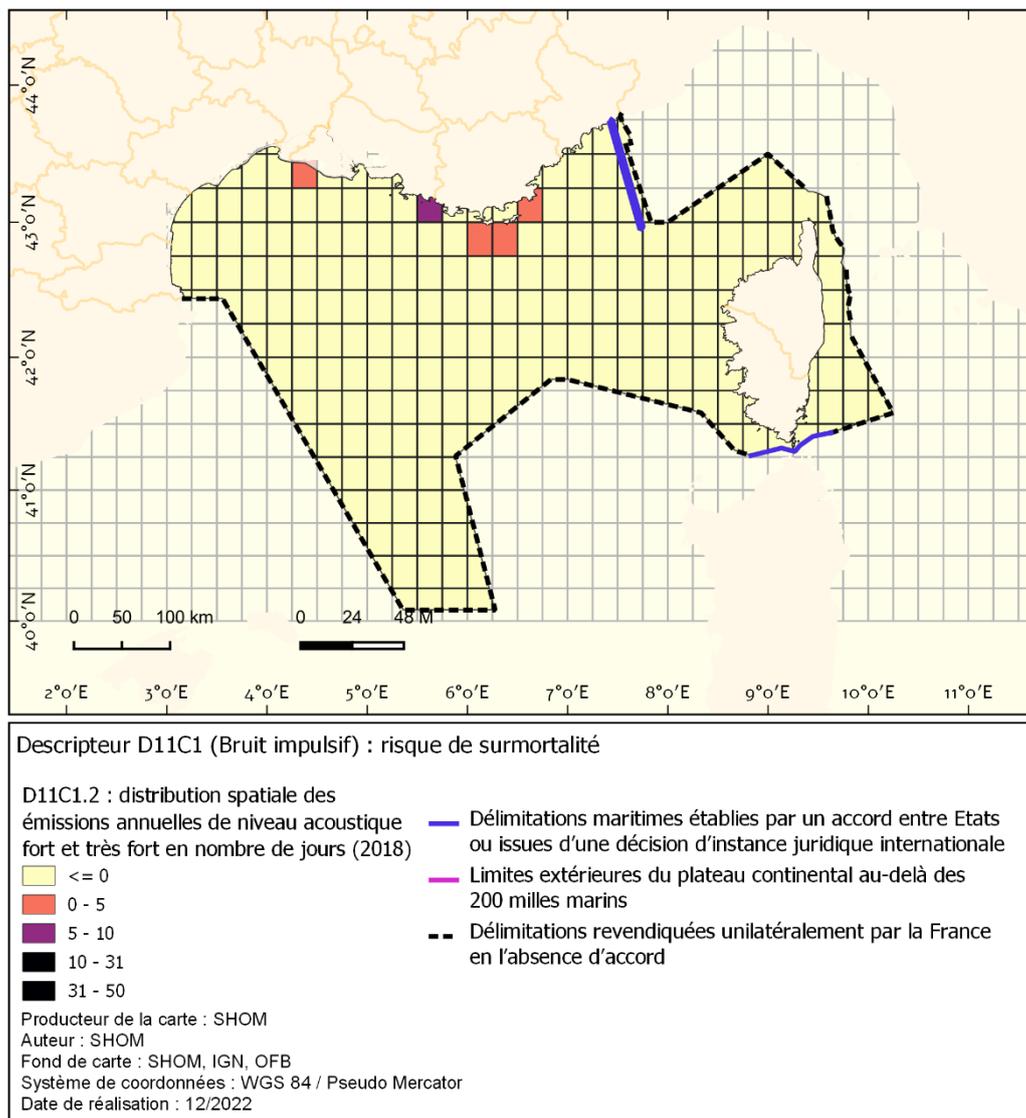
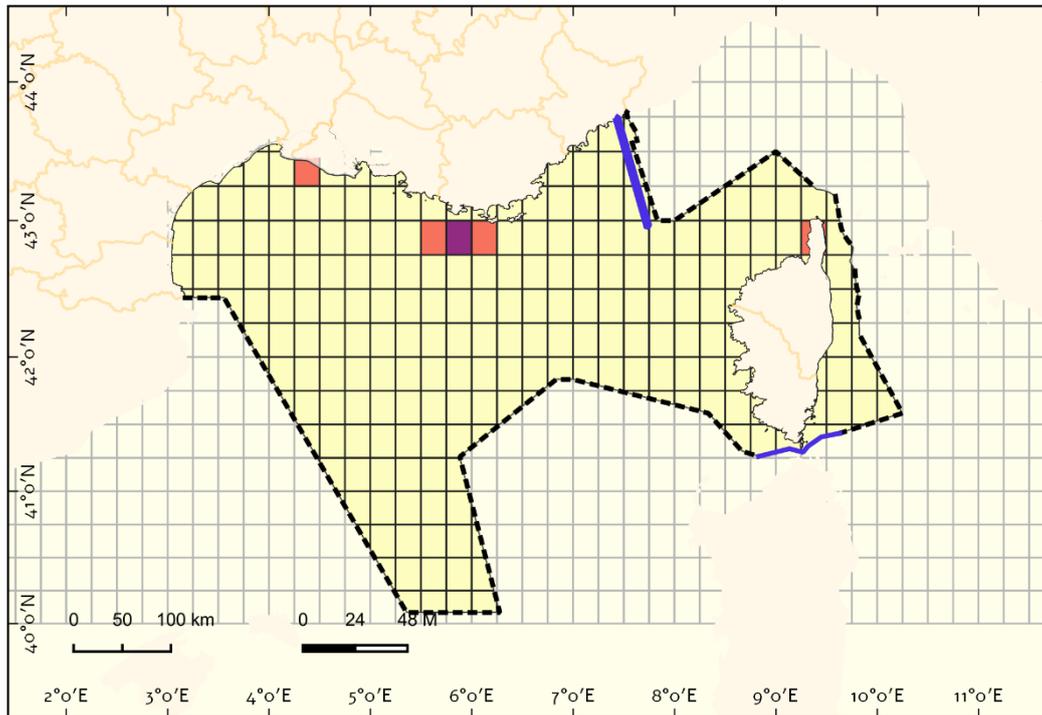


Figure 50 : Distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort à très fort en 2018 pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)



Descripteur D11C1 (Bruit impulsif) : risque de surmortalité

D11C1.2 : distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort et très fort en nombre de jours (2019)

<= 0  
 0 - 5  
 5 - 10  
 10 - 31  
 31 - 50

Délimitations maritimes établies par un accord entre Etats ou issues d'une décision d'instance juridique internationale  
 Limites extérieures du plateau continental au-delà des 200 milles marins  
 Délimitations revendiquées unilatéralement par la France en l'absence d'accord

Producteur de la carte : SHOM  
 Auteur : SHOM  
 Fond de carte : SHOM, IGN, OFB  
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator  
 Date de réalisation : 12/2022

Figure 51 : Distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort à très fort en 2019 pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

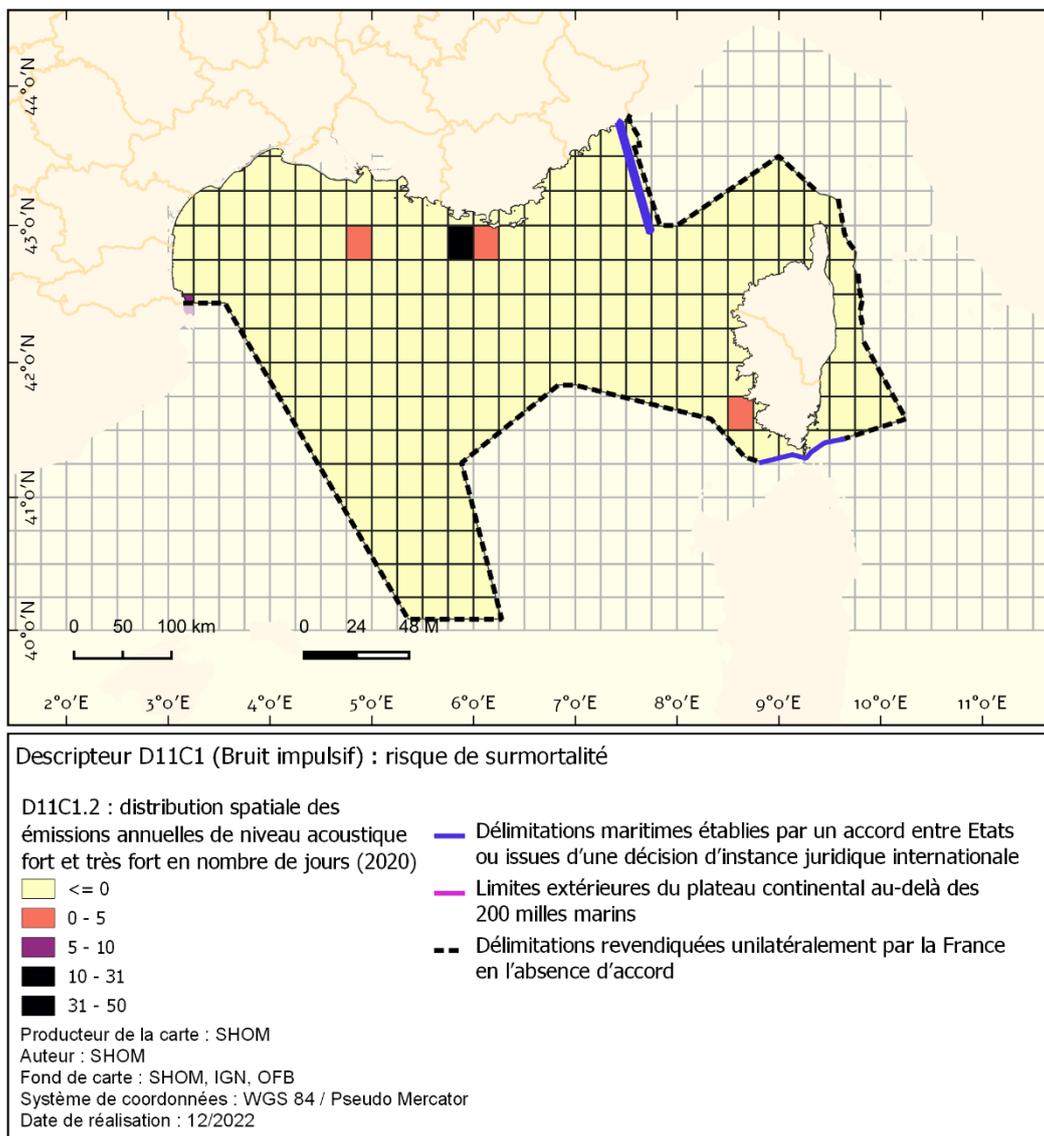


Figure 52 : Distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort à très fort en 2020 pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

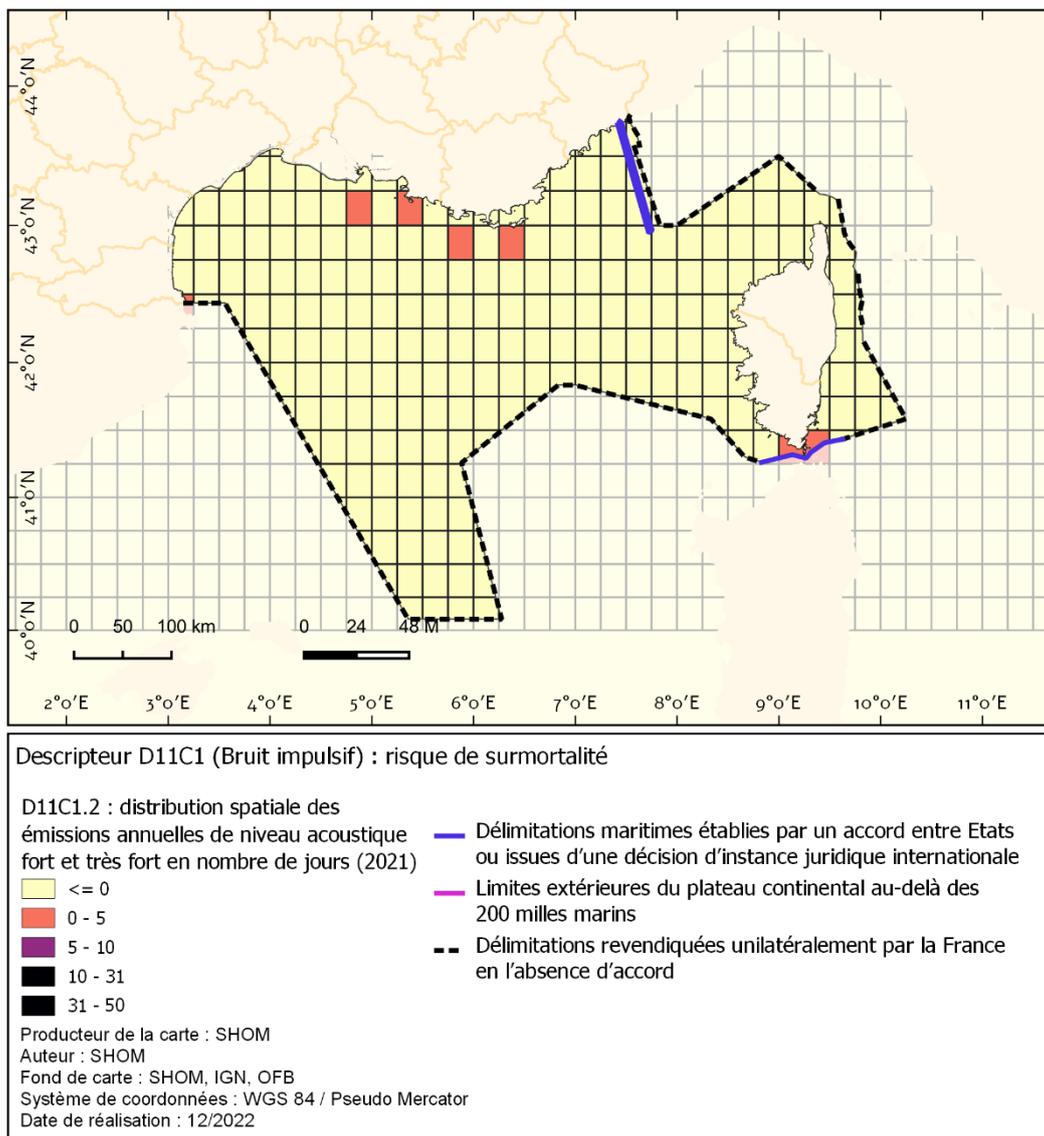


Figure 53 : Distribution spatiale des émissions annuelles de niveau acoustique fort à très fort en 2021 pouvant entraîner un risque de surmortalité, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale.

### Tableau des résultats :

Statut des paramètres : non évalué.

Evolution état : non pertinent.

Le Tableau 21 montre la répartition des jours d'émissions impulsives tous niveaux potentiellement gênant par trimestre et par année pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale. Le pourcentage de la surface de la sous-région marine Méditerranée Occidentale sur laquelle il y a eu des émissions impulsives de niveaux forts et très forts confondus est stable sur la période 2017-2021, avec 2 % de la SRM impactée.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Tableau 21 : Répartition des jours d'émissions impulsives tous niveaux potentiellement gênant par trimestre et par année pour la Méditerranée Occidentale.

	Méditerranée Occidentale																			
	2017				2018				2019				2020				2021			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Nb jours émissions impulsives tous niveaux gênants	8	6	1	0	4	5	0	5	1	0	3	7	10	14	2	4	5	0	2	3
Cumul des jours	15				14				11				30				10			
% SRM impactée	2				2				2				2				2			

### 3.2 Tendances

#### Tendance :

La Figure 54 présente la distribution trimestrielle des émissions impulsives potentiellement létales pour la Méditerranée Occidentale pour les années 2017, 2018, 2019, 2020 et 2021. L'année 2016 est également représentée à des fins de comparaison avec l'année de référence du cycle 2.

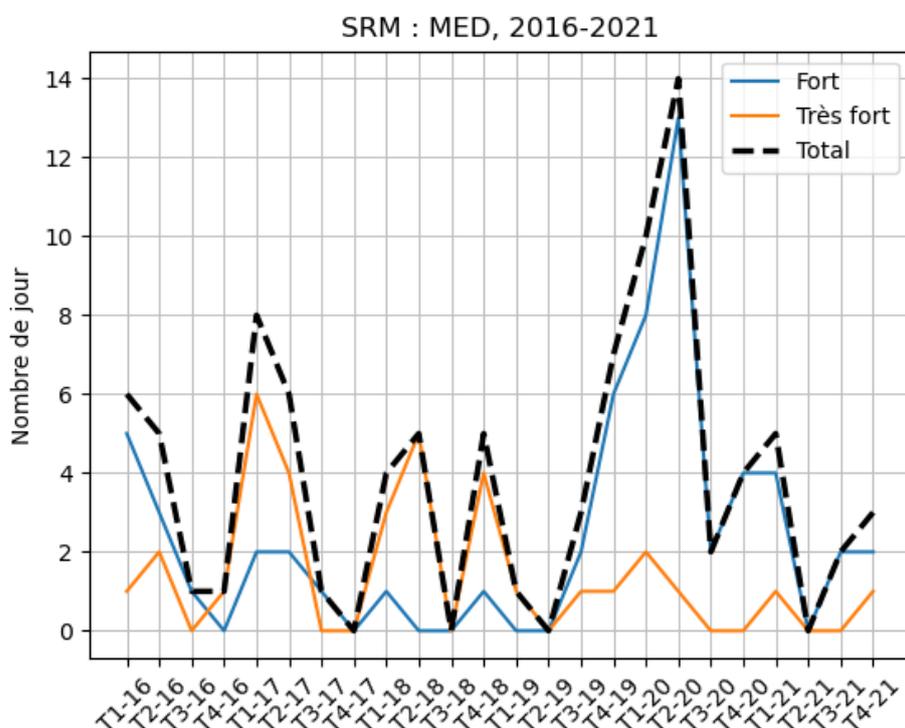


Figure 54 : Distribution trimestrielle (T1 à T4) des niveaux des émissions impulsives potentiellement létales (total et par niveau acoustique) pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale pour les années 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 et 2021.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Evolution des distributions temporelles des évènements impulsifs de niveau fort et très fort (D11C1.1) et pour chacun de ces niveaux acoustiques au cours des années du cycle 3, pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale :

- Le nombre d'émissions impulsives potentiellement létales est constant sur la période 2017-2021 (hormis 2020), avec un cumul d'environ 12 jours par an. L'année 2020 est particulièrement impactée avec 30 jours présentant des émissions impulsives potentiellement létales.

## 4 Comparaison avec la précédente évaluation

### Evolution générale par rapport au cycle précédent :

- *Evolution de l'état :*

La répartition spatiale des émissions impulsives du cycle précédent (2016) est présentée en Figure 48. Les zones ainsi que les pourcentages des SRM impactés restent inchangés avec le précédent cycle (Figure 2 à 7 et Tableau 21). Il en va de même pour la répartition trimestrielle des évènements impulsifs.

## 5 Références bibliographiques

Assessment framework for EU Threshold values for impulsive noise (DL1), may 2021.  
[https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise\\_2021.pdf](https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%201-%20TG%20Noise%20DL1%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20impulsive%20noise_2021.pdf)

Brandt, M.J., A-C. Dragon, A. Diederichs, M.A. Bellmann, V. Wahl, W. Piper, J. Nabe-Nielsen & G. Nehls, 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 596: 213 – 232.

Dekeling, R., Tasker, M., Van der Graaf, A. M., Andersson, M., André, M., Borsani, J., ... Castellote, M. C. (2014). Monitoring guidance for underwater noise in European Seas Part II : Monitoring Guidance Specifications. European Union. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Dekeling, R., Tasker, M., Van der Graaf, A., Ainlie, M., Anderson, M. A., Brensing, K., ... Young, J. (2014). Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Gomez, Catalina, Jack W. Lawson, Andrew J. Wright, Alejandro Buren, Dominic J. Tollit and Véronique S. Lesage. "A systematic review on the behavioural responses of wild marine mammals to noise: the disparity between science and policy." *Canadian Journal of Zoology* 94 (2016): 801-819.

Graham, I.M., Merchant, N.D., Farcas, A., Barton, T.R., Cheney, B., Bono, S., Thompson, P.M., 2019. Harbour porpoise responses to pile-driving diminish over time. *R. Soc. Open Sci.* 6.  
<https://doi.org/10.1098/rsos.190335>

Stéphan, Y. (2016). *Sons Impulsifs : Registre National des Emissions (SIRENE)*. Spécifications d'ensemble, Shom, Brest.

Thompson, P.M., Hastie, G.D., Nedwell, J., Barham, R., Brookes, K.L., Cordes, L.S., Bailey, H., McLean, N., 2013. Framework for assessing impacts of pile-driving noise from offshore wind farm construction on a harbour seal population. *Environ. Impact Assess. Rev.* 43, 73–85.

<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2013.06.005>

Joint register of impulsive underwater noise in the Mediterranean Sea Region

[http://80.73.144.60/CTN\\_Geoportal/home/](http://80.73.144.60/CTN_Geoportal/home/)

Register for the Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic

<http://underwaternoise.ices.dk>

## 6 Droits, copyright et politique d'utilisation des données

**Limitation d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'accès :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

### Pour en savoir plus

**Lien URL vers fiche métadonnées sextant de chaque jeu de données source :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

**Lien URL vers jeux de données évaluation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

**Lien URL vers évaluation précédente :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

**Liens utilisés dans le tableau 1 ou cités dans le document**

[https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

### Autres documents/Informations à fournir pour le rapportage

**Carte des résultats de l'évaluation :** [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024)

**Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément :** *EU Union Européenne*

**Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément associé :** *EU Union Européenne*

**Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément :** *EU Union Européenne*

**Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément associé :** *EU Union Européenne*

**Informations relatives à chaque jeu de données source :**

Pour l'ensemble des SRM et des années, le registre national SIRENE (Sons Impulsifs : Registre National des Emissions) intègre les types de données suivants :



## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

- Bilan des explosions sous-marines *via* une veille sur les AVURNAV, les communiqués de presse et auprès des services compétents des préfectures maritimes pour les bilans de pétardements ;
- Projets soumis à étude d'impact *via* le site <https://www.projets-environnement.gouv.fr/pages/home/> et groupes de travail ;
- Émissions sismiques (canons à airs, autres sources, ...) *via* la DGEC (Direction Générale de l'Energie et du Climat) ;
- Campagnes scientifiques potentiellement génératrices d'émissions impulsives *via* le site de l'Ifremer.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

### AVERTISSEMENT/LICENCE

Le présent rapport est un document administratif produit par le Service hydrographique et océanographique de la marine dans le cadre de ses missions de service public de description de l'environnement physique marin. Sa communicabilité et sa réutilisation sont en conséquence régies par les dispositions en vigueur du code de l'environnement et du code des relations entre le public et l'administration (CRPA).

Le présent rapport est communiqué sous Licence Ouverte V2.0 d'Etalab disponible à l'URL : <https://www.etalab.gov.fr/licence-ouverte-open-licence/>

Selon les termes de cette licence il sera rappelé que :

- *« le Réutilisateur est libre de réutiliser l'information sous réserve de mentionner la paternité de l'« Information » : sa source (au moins le nom du « Concédant ») et la date de dernière mise à jour de l'« Information » réutilisée.*
  - *Le « Réutilisateur » est seul responsable de la « Réutilisation » de l'« Information ».*
- *La « Réutilisation » ne doit pas induire en erreur des tiers quant au contenu de l'« Information », sa source et sa date de mise à jour.*

Mots clés : Bruit sous-marin, Bruit impulsif anthropique, Bruit continu anthropique

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

L. Ceyrac, B. Ollivier, D. Dellong & B. Kinda (2022) Evaluation du descripteur D11 – Bruit sous-marin en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation cycle 3 au titre de la DCSMM.

**N° 6 SHOM/DOPS/STM/ASM/NP du 9 janvier 2023**

Shom 2022

### Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz) – Région marine Méditerranée

Descripteur : *D11 Bruit sous-marin*

Critère : D11C2 - Bruit continu anthropique à basse fréquence, (Primaire, Pression)

Attribut correspondant : Bruit continu à basse fréquence

Evaluation DCSMM BEE : Cycle 3

Période d'évaluation : 2015-2021

Zones d'évaluation : France (FR) ; Région marine Méditerranée

Sous-Région Marine (SRM) : Méditerranée Occidentale

Document de référence

Thème INSPIRE : Régions marines

Pays contributeurs : France, FR

Citation :



## Messages clés de l'évaluation

L'évaluation de l'indicateur « Risque de masquage – Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125Hz) » pour la région Méditerranée montre que :

- Pour le tiers d'octave centré à 63 Hz, les niveaux de bruit ambiant sont de l'ordre de 100 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds (> 200 m), 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur le plateau et inférieur à 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en côtier (< 12 mn) ;
- Pour le tiers d'octave centré à 125 Hz, les niveaux de bruit ambiant sont de l'ordre de 95 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds, 85 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur le plateau et inférieur à 80 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en côtier.
- Le bruit ambiant est sous-estimé en environnement côtier du fait des activités nautiques non-équipés d'AIS comme la plaisance ;
- Maximum annuel des moyennes mensuelles pour la Sous-région marine Méditerranée : 98% de la superficie évaluée sur le cycle présente une tendance stable du bruit généré par le trafic maritime ;
- Les zones côtières et peu denses en trafic maritime ont des niveaux d'incertitude plus élevés ;
- En l'absence d'un consensus entre les Etats Membre sur la définition de seuils quantitatifs, aucune évaluation n'a pu être menée pour renseigner cet indicateur.

## 1 Contexte / Introduction

### Description générale de la fiche indicateur BEE grand public :

Les effets potentiellement néfastes des sons émis par les activités humaines dans le milieu marin font l'objet d'une attention accrue depuis plusieurs décennies. Cette attention tire son origine de deux alertes scientifiques apparues il y a une vingtaine d'années :

- L'augmentation du niveau de bruit de fond à basse fréquence dits sons continus.  
En lien avec l'augmentation globale du trafic maritime, le bruit peut couvrir les communications animales. C'est le cas, notamment, pour les espèces dont les vocalises sont dans la même gamme de fréquence que celle générée par le bruit des navires (par exemples chez certains mysticètes et certaines espèces d'odontocètes grands plongeurs). Il s'agit du phénomène de masquage.
- L'exposition à des sons de durée limitée mais de fortes intensités dits sons impulsifs.  
L'usage en mer de tels signaux s'est largement répandu depuis la seconde moitié du vingtième siècle. Une exposition à ces sons peut causer des traumatismes physiologiques (perte d'audition temporaire ou permanente, embolie pulmonaire, traumatisme interne ...) ou provoquer des comportements dangereux (fuite, piégeage, remontée rapide en surface, ...). Ces pressions conduisent à des risques de surmortalité directe ou indirecte. Ces signaux peuvent également provoquer des dérangements acoustiques, voire du harcèlement susceptible d'impacter le comportement en masse ou de groupe ainsi que l'état

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

physiologique de l'animal (interruption d'activités vitales, effort d'adaptation rapide, stress, fatigue, ...).

Le descripteur 11 s'intéresse à l'introduction d'énergie dans le milieu marin, dont les sources sonores<sup>9</sup>. Il s'agit d'un descripteur de la pression lié au bruit généré par les activités anthropiques. Ce descripteur a été intégré dans l'évaluation du Bon État Écologique (BEE) de la DCSMM (Décision 2010/477/EU Commission Européenne). L'évaluation repose sur deux critères : le critère D11C1 basé sur les sons impulsifs ou transitoires de courte durée et de forte intensité et le critère D11C2 basé sur les caractéristiques des signaux émis de type continu, de moyenne intensité et de basse fréquence. Cette fiche indicateur concerne uniquement le renseignement du critère D11C2. Les informations relatives au critère D11C1 sont disponibles dans les Fiches Indicateurs « Risque de dérangement - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives – Région marine Manche Atlantique » et « Risque de surmortalité - Distribution temporelle et spatiale des émissions impulsives – Région marine Manche Atlantique ».

### Justification et pertinence de chaque indicateur :

L'indicateur « Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 Hz et 125 Hz) fait référence au bruit continu anthropique à basse fréquence dans l'eau. Il repose sur la modélisation du bruit mensuel imputable au trafic maritime. Cet indicateur est renseigné par intégration du niveau sur deux bandes de fréquences, aux tiers d'octave centré sur 63 Hz et 125 Hz respectivement. En effet, il a été démontré que l'intensité du niveau sonore est la plus importante dans les bandes de fréquences de 63 et 125 Hz ; Wenz, 1962. Ces sons à basses fréquences peuvent entraîner un phénomène de masquage. Ils représentent un risque de perturbations des comportements vitaux (succès de reproduction, cohésion des groupes, chasse, socialisation...). À terme, l'augmentation du bruit de fond pourrait fragiliser la santé des individus et entraîner une décroissance des populations (baisse de la démographie, surmortalité de juvéniles).

Cependant, il s'agit d'un indicateur provisoire mise en place par la France dans l'attente d'une méthodologie et de seuils commun à l'ensemble des pays membres, développés par le TG Noise (Technical Group of Noise) au niveau européen. La méthodologie de calcul pour le bruit continu est disponible sur le site de la Commission Européenne (<https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%2020-%20TG%20Noise%20DL3%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20continuous%20noise.pdf>) et les seuils seront mis à disposition d'ici fin 2022

### Pertinence politique (à compléter par MTE)

<sup>9</sup> Le son est mesuré suivant une échelle logarithmique, ce qui veut dire qu'une augmentation de 3 décibels équivaut à doubler le niveau sonore.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Objectifs de la politique (à compléter par MTE)

## 2 Méthode

### 2.1 Echelles spatiales (zones de rapportage ; zones d'évaluation)

Unités marines de rapportage (UMR) :

L'indicateur est évalué à l'échelle de la partie française de la sous-région marine Méditerranée Occidentale (MWE-FR-MS-MO).

Echelle géographique d'évaluation :

L'indicateur est évalué à l'échelle de la sous-région marine Méditerranée Occidentale sur la base de mailles géographiques élémentaires de 10 minutes d'arc.

La distribution spatiale du bruit se base sur une résolution spatiale de 10 minutes d'arc de degrés car elle représente un compromis en termes de résolution pour tenir compte, à la fois des zones de fort trafic et de faible trafic. De plus, cette résolution spatiale reste cohérente avec les contraintes de temps de calcul de propagation acoustique et de modélisation.

Description de la zone d'évaluation :

La mer Méditerranée abrite l'une des plus fortes densités de trafic maritime au monde. La zone d'évaluation de l'UMR MWE-FR-MS-MO, soit la partie française de la sous-région marine Méditerranée Occidentale comprend l'ensemble de la Zone Economique Exclusive Française. Cette zone complexe en termes de bathymétrie, de nature du fond, de densité de trafic et de diversité biologique relève ainsi un fort intérêt. Elle représente donc un défi en terme de modélisation de la propagation acoustique dans le milieu.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

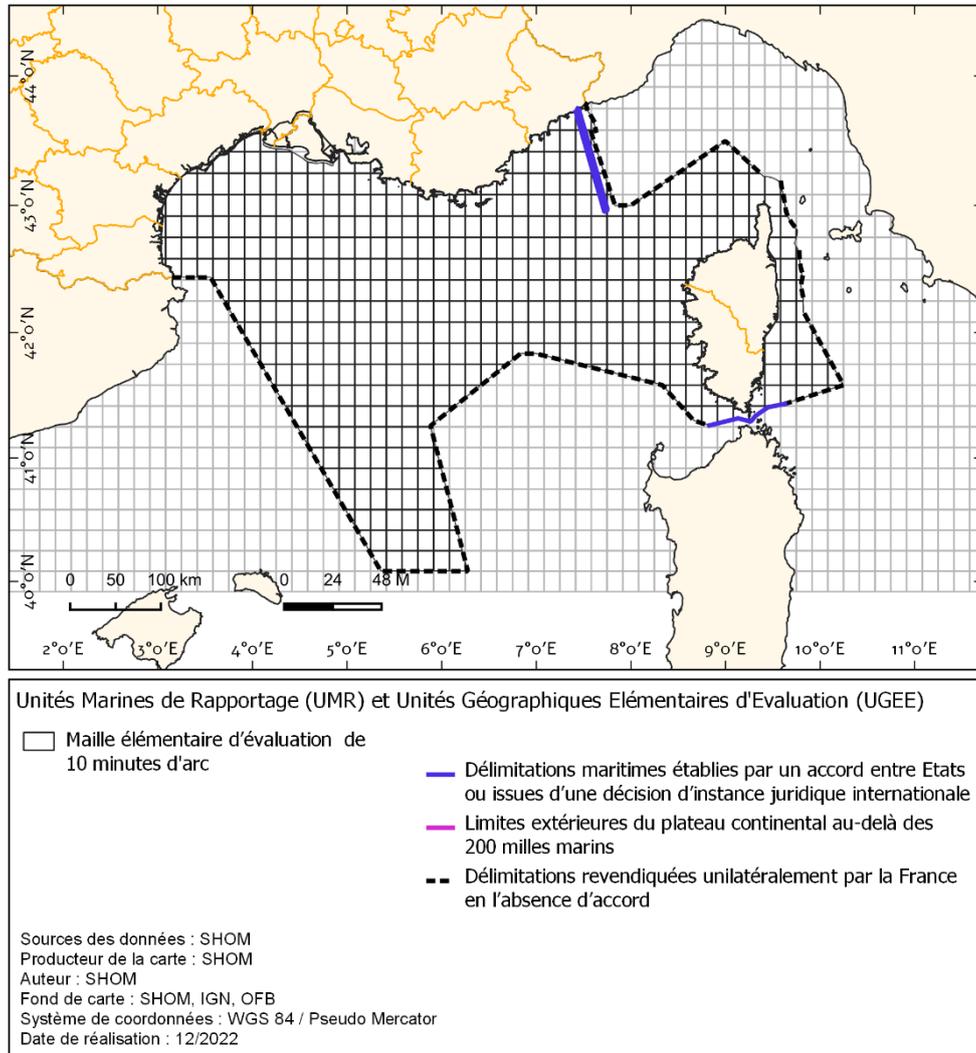


Figure 55 : Unités marines de rapportage (UMR) et unités géographiques élémentaires d'évaluation (UGEE) pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale. Maille élémentaire d'évaluation de 10 minutes d'arc.

## 2.2 Méthode de surveillance

### Méthode de suivi/surveillance :

L'évaluation du critère D11C2 se fait, d'une part avec des mesures in situ via un réseau de bouées et de capteurs, le dispositif MAMBO (Monitoring Acoustique et Mesure par Bruit d'Opportunité ; Stéphan, 2016). Ce dispositif s'appuie sur un réseau pérenne de stations de mesure et via la collecte de données d'opportunité (mesures d'incidence, expérimentations technologiques, surveillance océanographique, etc...). D'autre part, par une modélisation intégrant la connaissance du trafic

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

maritime à travers la collecte de données AIS (Automatic Identification System) terrestres et satellitaires des fournisseurs Lloyd's List Intelligence et Exact Earth, ainsi que de données dites SPATIONAV récupérées auprès du Cerema. Ces données sont pour une partie commerciale et font l'objet d'une licence d'exploitation. Pour l'évaluation, ces données sont exploitées sous formes de densité de présence par maille par mois disponibles et par catégorie de navires.

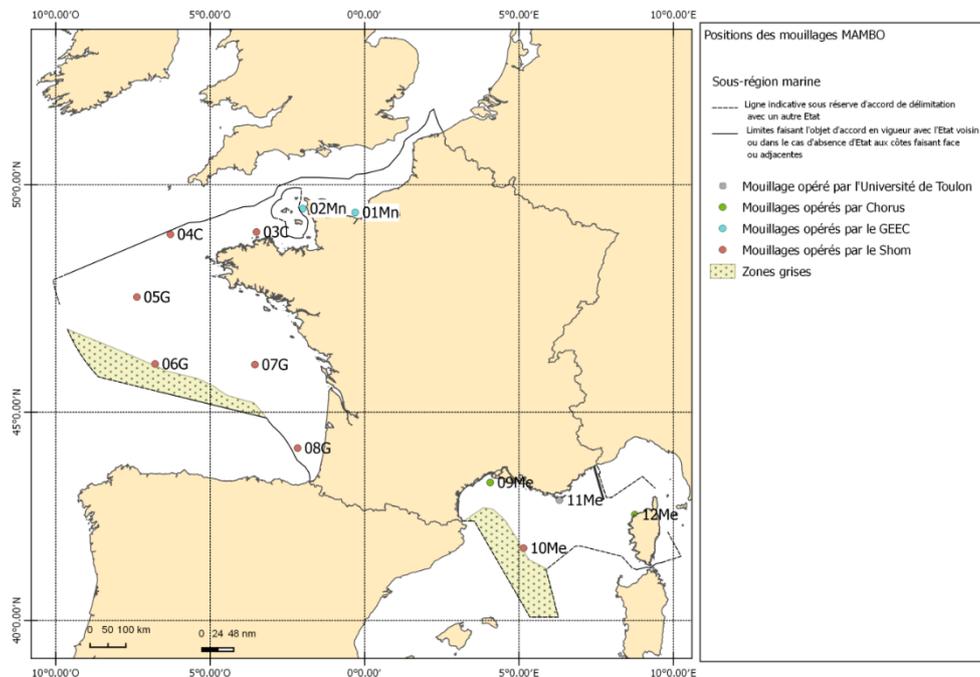


Figure 56 : Le dispositif *Monitoring Acoustique et Mesures de Bruit sur Opportunités (MAMBO)* est composé de 12 stations d'acquisition acoustique déployées sur l'ensemble des SRM. Ces stations sont opérées par le Shom et ses partenaires comme indiqué dans la légende. Les zones grises correspondent aux zones où la délimitation maritime est sous réserve d'accord avec un autre Etat.

### 2.3 Méthode d'évaluation

#### Description de la méthode d'évaluation :

La méthodologie de calcul de cet indicateur repose sur l'utilisation conjointe de données *in situ* (mesures sur hydrophones) et de modèles numériques de bruit généré par le trafic maritime. Pour cette évaluation, les niveaux acoustiques sont calculés par modélisation du bruit de trafic mensuel, pour les mois représentatifs des quatre saisons (janvier, mai, août et novembre) et pour les profondeurs de 5, 20, 30, 50, 80, 90, 150 et 300 m. La moyenne mensuelle par maille retenue est le niveau acoustique maximal dans la colonne d'eau (*i.e.* pris parmi les profondeurs de calcul) par maille de 10 minutes d'arc. Enfin pour chaque année de la période d'évaluation, la valeur retenue est le maximum annuel par maille parmi les moyennes mensuelles calculées. La modélisation numérique est ensuite validée localement par comparaison avec des mesures *in-situ* recueillies par le dispositif MAMBO. Le modèle utilisé est un modèle statistique de bruit de trafic (CABAT, Calcul du Bruit Ambiant du trafic) utilisé au Shom depuis 2006.

Le calcul des niveaux acoustiques est effectué par intégration des niveaux sur deux bandes de fréquences. La première centrée sur 63 Hz (de 56 Hz à 71 Hz, dite bande de 1/3 d'octave centrée

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

sur 63 Hz) et la seconde sur une bande de fréquence centrée sur 125 Hz (de 112 Hz à 141 Hz, dite bande de 1/3 d'octave centrée sur 125 Hz).

Cet indicateur traduit l'emprise spatiale d'exercice de la pression sonore par les sources continues de niveau acoustique potentiellement gênant. Plus cette emprise est forte, plus le risque d'impact est élevé.

- Les niveaux sonores maximum annuels pour les années 2015 à 2021 sont calculés pour cette évaluation. Les cartes des niveaux maximum pour les bandes tiers d'octave centrées sur 63 et 125 Hz sont présentées dans le rapport pour la dernière année évaluée.
- Concernant les seuils de niveau du bruit ambiant, nous étudions les tendances des niveaux de bruit ambiant des années 2015 à 2021. Cependant, l'année 2020, n'a pas été pris en compte dans le calcul de tendance compte tenu de la forte influence sur le trafic maritime des confinements liés au COVID-19 en Europe.
- Cependant comme il n'existe pas de seuil de pression en l'état, on ne sait pas déterminer quelle tendance d'augmentation annuelle du niveau de bruit a des effets néfastes sur les populations d'espèces marines. De plus, l'erreur sur le modèle et l'estimation de la tendance entre 2015 et 2021 est à prendre en considération.
- Concernant les seuils de pression, ils sont définis en pourcentage de superficie de la sous-région marine sur laquelle le niveau sonore sous-marin respecte la valeur seuil. Là encore, les seuils de niveau ne sont pas encore définis dans l'attente d'une méthodologie et de seuils commun à l'ensemble des pays membres, développés par le TG Noise (Technical Group of Noise) au niveau européen. Cependant, un cadre d'évaluation des valeurs seuils européennes pour les sons continus a été produit par le Groupe Technique européen sur le bruit sous-marin (TG Noise) à travers le livrable DL3, publié par la Commission Européenne en novembre 2021 suivi en 2022, par un second livrable, DL4, proposant des options de seuils des sons continus. Ces options de seuils ont été validées trop tardivement (Novembre 2022) pour être pris en compte lors de l'évaluation du cycle 3 (juin 2022).

Les niveaux maximums annuels sont calculés sur la dernière année de l'évaluation (Figure 58 et Figure 59) pour les bandes de fréquences de tiers d'octave centrées sur 63 et 125 Hz. Les tendances des niveaux maximums annuels (en dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$ ) sont calculées par régression linéaire sur la période 2015-2021 pour les tiers d'octaves centrés sur 63 Hz (Figure 61) et 125 Hz (Figure 62). L'erreur associée à l'estimation de la tendance est obtenue par l'erreur standard du gradient de la tendance de la régression linéaire pour les tiers d'octave centrés sur 63 Hz (Figure 37) et 125 Hz (Figure 38). Enfin, les signes des tendances estimés tenant compte de l'erreur liée à la régression linéaire sont présentés en Figure 63 pour la bande de fréquence de tiers d'octave centrée sur 63 Hz et en Figure 64 pour la fréquence 125 Hz.

### Concepts et méthodes pour l'établissement de valeurs seuils :

Les seuils ne sont pas encore définis. Cependant, un cadre d'évaluation des valeurs de seuils européennes pour les sons continus a été produit par le Groupe Technique européen sur le bruit sous-

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

marin (TG Noise) à travers le livrable DL3, publié par la Commission Européenne en novembre 2021 suivi en 2022, par un second livrable, DL4, proposant des options de seuils des sons continus. <https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%20%20-%20TG%20Noise%20DL3%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20continuous%20noise.pdf>

Les options de seuils ont été validés trop tardivement (novembre 2022) pour être pris en compte lors de l'évaluation du cycle 3 (juin 2022) <https://circabc.europa.eu/ui/group/326ae5ac-0419-4167-83ca-e3c210534a69/library/bc3ed92d-4c77-4d61-b92a-b906278236a9/details>

En l'absence de seuil nous n'avons pas été en mesure d'évaluer l'atteinte du paramètre renseignant l'état du critère D11C2. Seules les tendances interannuelles du bruit continu dans les bandes de tiers d'octave 63 Hz et 125 Hz sont présentées dans la présente fiche. Les niveaux estimés tiennent compte de l'indicateur, des spécificités de la physique de propagation acoustique des trois sous-régions marines et des connaissances complémentaires sur le suivi du trafic maritime.

### Règle d'intégration paramètres/critère :

- Règle d'intégration choisie : « One Out All Out » (OOAO)

L'évaluation porte sur la combinaison des tendances sur la période 2015-2020 des niveaux maximaux annuels par maille pour les deux bandes de fréquences. Selon la méthode d'intégration « One-Out-All-Out » pour les paramètres, si une maille a une tendance positive ou négative pour l'une ou l'autre des bandes de fréquences, alors la tendance de la maille est considérée respectivement comme positive ou négative. Par ailleurs, la tendance est considérée comme stable si la valeur absolue de la tendance est inférieure à l'erreur standard du gradient de la tendance estimée lors de la régression linéaire.

### Règle d'intégration critères/élément :

- Règle d'intégration choisie : non pertinent

Tableau 1 : Outils d'évaluation utilisés pour renseigner l'indicateur « Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz) » dans le cadre de l'évaluation cycle 3 pour la Région Marine Méditerranéenne

Indicateur	Risque de masquage - Distribution spatiale du niveau de bruit ambiant (63 et 125 Hz)
Attribut	Bruit continu à basse fréquence
Critère associé	D11C2 - Bruit continu anthropique à basse fréquence (Primaire)
Source de l'évaluation de l'indicateur	Nationale

Date de modification : rempli par coord BEE Date de publication : rempli par coord BEE

Contacts : Laura Ceyrac, Shom, laura.ceyrac@shom.fr  
Benjamin Ollivier, Shom, benjamin.ollivier@shom.fr  
David Dellong, Shom, david.dellong@shom.fr  
Bazile Kinda, Shom, bazile.kind@shom.fr

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Paramètre	<p>Pour chacune des bandes de fréquences :</p> <p>Tendance du niveau maximal sonore annuel par unité de surface (en dB re 1 <math>\mu\text{Pa}^{2*}</math> par an par unité de surface)</p> <p>* <b>dB re 1 <math>\mu\text{Pa}^2</math></b> : unité de mesure du niveau de pression sonore, avec dB = décibel ; re 1 <math>\mu\text{Pa}</math> = pression de référence pour le bruit sous-marin</p>
Unités marines de rapportage	Partie française de la Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale
	SRM MO
Echelle géographique d'évaluation	<p>Sous-région marine</p> <p>Echelle d'évaluation élémentaire : maille de 10 minutes d'arc de côté</p>
Métrique	<p>Pour chacune des bandes de fréquences :</p> <p>1/ Par maille et par année :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul des niveaux acoustiques (en dB re 1 <math>\mu\text{Pa}^{2*}</math> par unité de surface) par modélisation du bruit de trafic mensuel pour les mois de janvier, mai, août et novembre et pour les profondeurs de 5, 20, 30, 50, 80, 150 et 300 m</li> <li>• Détermination de la valeur maximale du niveau acoustique moyen mensuel maximal dans la colonne d'eau (parmi les différentes profondeurs)</li> </ul> <p>2/ Spatialisation des niveaux de bruit ambiant maximaux par an</p> <p>3/ Détermination par régression linéaire de la tendance des niveaux maximaux de bruit ambiant annuel par maille sur la période 2015-2021 (pour les bandes de fréquences centrées sur 63 et 125 Hz)</p>
Règle d'intégration paramètres/critère	« One-Out-All-Out » sur l'évolution (stable, augmentation, diminution) du bruit ambiant pour les deux bandes de fréquences
Seuil fixé pour le paramètre	<p>Non défini</p> <p><i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i></p>
Seuil fixé pour l'unité proportionnelle	<p>Non défini</p> <p><i>Eléments de cadrage pour la définition des seuils validés fin 2022</i></p>
Jeux de données sources/ Réseaux de surveillance	<p>Données de mesures in situ du bruit qui s'appuie notamment sur le Réseau MAMBO (Monitoring Acoustique et Mesures de Bruit sur Opportunités - SHOM) et BOMBYX (BOUée Multimodale pour la Biodiversité et l'océanophYsique)</p> <p>Lloyd's List Intelligence - données de trafic maritime : Répartition mondiale annuelle du trafic maritime déclarée par la Lloyd's Maritime Intelligence Unit (LMIU)</p>

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

	Service d'analyse ENVironnementale par Système d'Identification Automatique - données AIS (ENVISIA) Système de surveillance des navires de pêche-données VMS
Années considérées	2016-2021

### 2.4 Incertitude sur les résultats

#### Confiance dans les données :

Les données de trafic maritime : les données AIS terrestres et satellitaires utilisées sont les données collectées par les fournisseurs *Lloyd's List Intelligence* ou *Exact Earth* [3], les données dites SPATIONAV récupérées auprès du Cerema et les données VMS pour l'activité de pêche. Ces données sont considérées comme fiables et permettent une couverture spatiale et temporelle importante.

Les niveaux de pression acoustique sont ensuite évalués en fonction de la magnitude de la tendance par rapport à l'incertitude et sa répartition spatiale de l'incertitude des tendances.

Les données de bruit *in situ* recueillis à partir du dispositif MAMBO permettent une comparaison avec les modèles et limitent donc les incertitudes au niveau des dispositifs de monitoring.

#### Confiance dans chaque indicateur :

Les incertitudes sur les modèles sont estimées de façon systématique et l'incertitude sur la mesure réside dans la prise en compte d'éléments transitoires (courbes des calibrations pour tous les instruments).

## 3 Résultats de l'évaluation

### 3.1 Etat

#### Résumé des résultats :

La Figure 3 illustre la densité de trafic mensuel en août 2021 pour l'ensemble des catégories de trafic confondu. La densité de trafic est calculée selon le ratio du temps de présence du trafic et du temps d'observation par maille de 10 min d'arc. La densité de trafic sur l'ensemble des rails de trafic principaux et secondaires est observable.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

Les Figure 58 et 59 sont les résultats de la modélisation du bruit sous-marin issu du trafic maritime pour les bandes de tiers d'octave centrée sur 63 Hz et 125 Hz respectivement, pour l'année 2021. Les valeurs présentées sont les maximums annuels calculés sur les moyennes mensuelles et ne tiennent pas compte de l'écart-type des niveaux de bruit mensuels en sortie du modèle d'au moins 4 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ . Les niveaux sonores sont compris entre 50 et 120 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ .

On notera des niveaux de l'ordre de 100 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en grands fonds pour le tiers d'octave centré à 63 Hz (95 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  pour 125 Hz), 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  sur le plateau pour le tiers d'octave centré à 63 Hz (85 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  pour 125 Hz), et des niveaux inférieurs à 90 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  en environnement côtier (< 12 mn) pour le tiers d'octave centré à 63 Hz (<80 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  pour 125 Hz). Pour rappel, l'AIS n'est obligatoire que sur certains types de navire (navires de commerce de plus de 15 mètres (ou 300 tonnes), sur les navires de transport de plus de 11 passagers, les navires de pêche > 15 m...). Ainsi, certaines activités comme la plaisance ne sont pas complètement prises en compte dans l'estimation du bruit ambiant, notamment en très côtier (< 12 mn).

En l'absence de seuil nous ne sommes pas en mesure d'évaluer l'atteinte des paramètres pour le critère D11C2 pour ce cycle. Seules les tendances interannuelles du bruit continu dans les bandes de tiers d'octave 63 Hz et 125 Hz sont rapportées dans la section tendance. Les niveaux estimés tiennent compte de l'indicateur, des spécificités de la physique de propagation acoustique de la sous-région marine et des connaissances complémentaires sur le suivi du trafic maritime.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

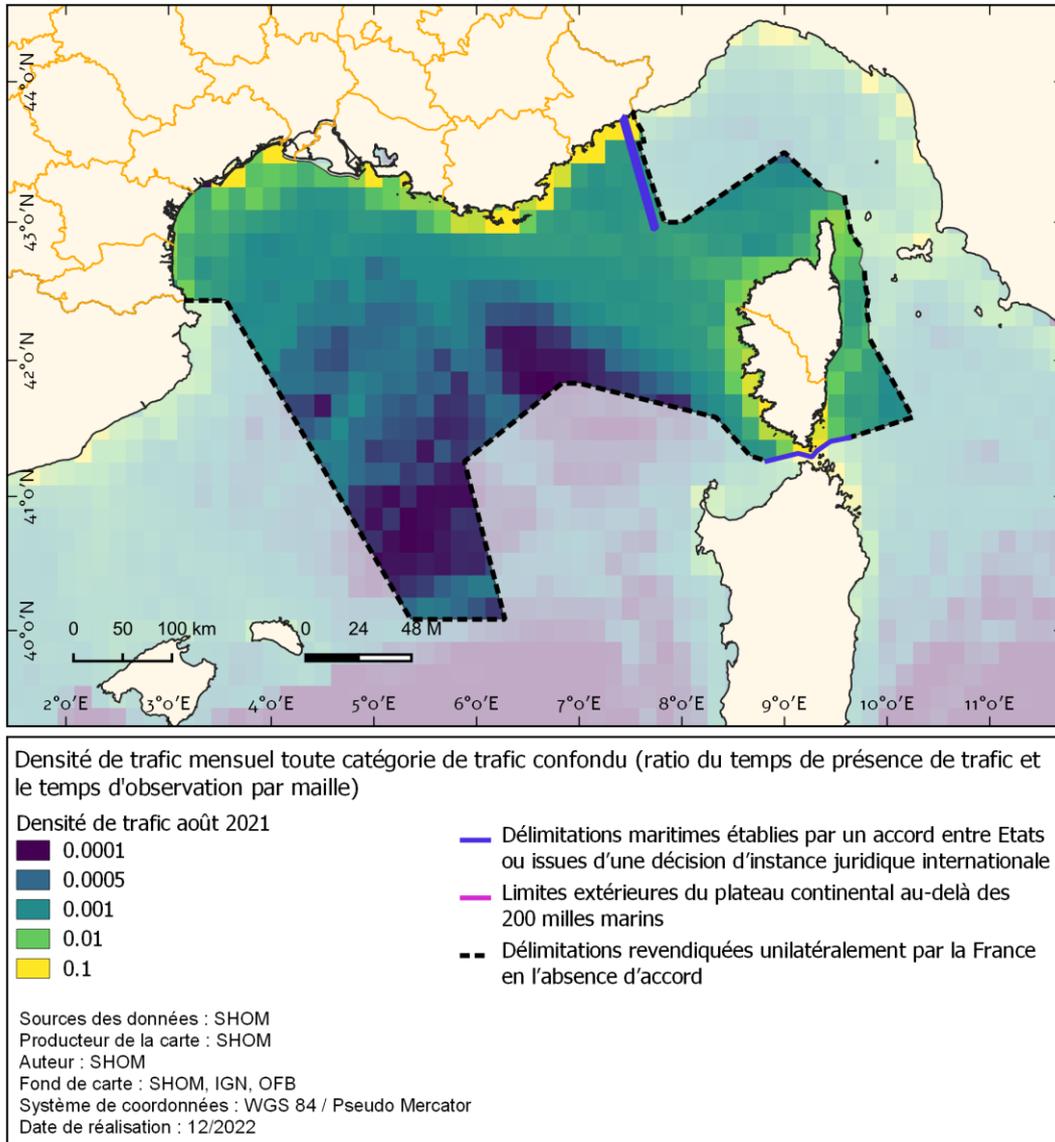


Figure 57 : Densité de trafic mensuel toute catégorie de trafic confondu pour le mois d'août 2021 (ratio du temps de présence de trafic et le temps d'observation par maille).

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

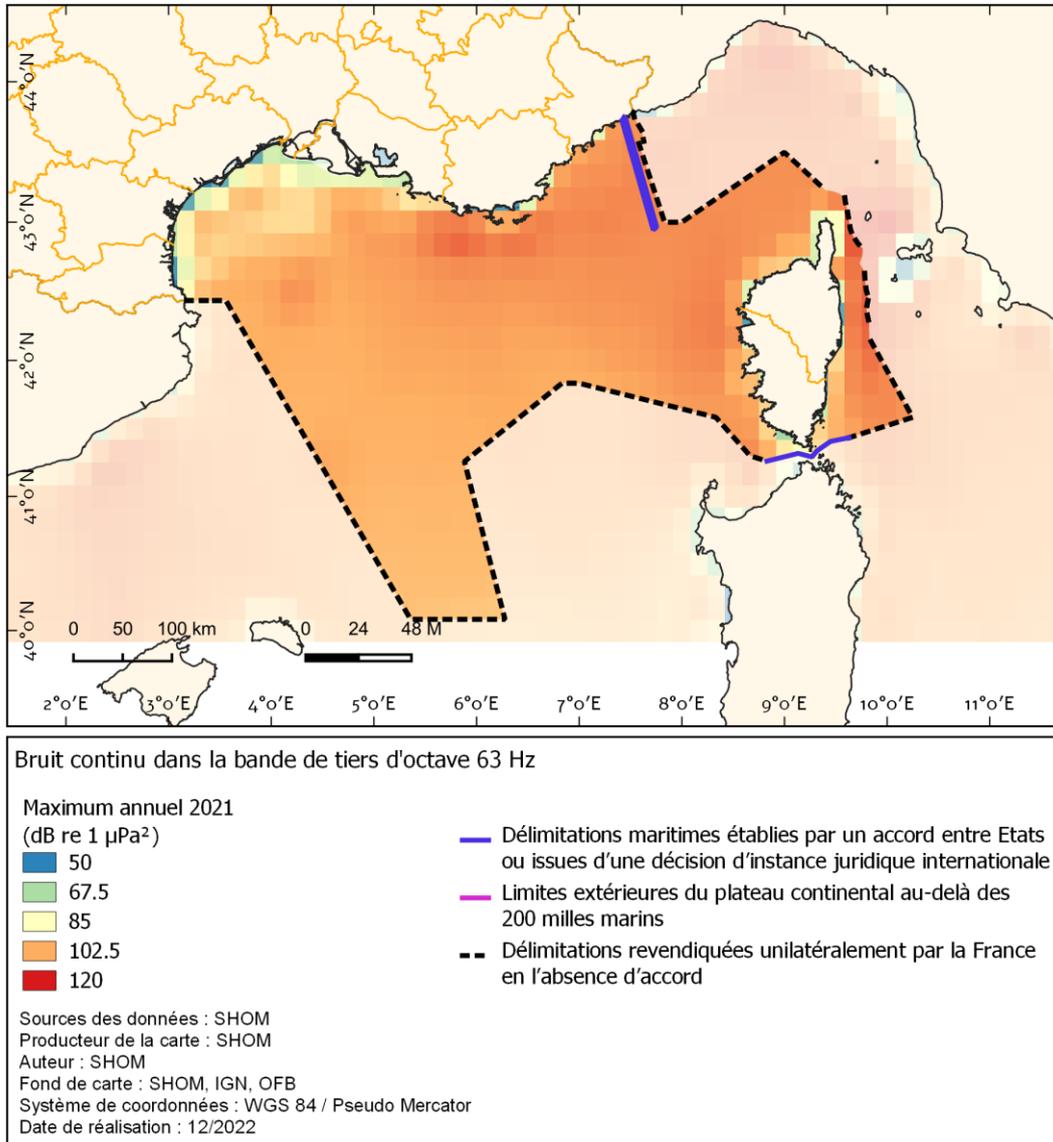


Figure 58 : Maximum annuel du bruit continu dans la bande de tiers d'octave 63 Hz pour l'année 2021 (dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ )

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

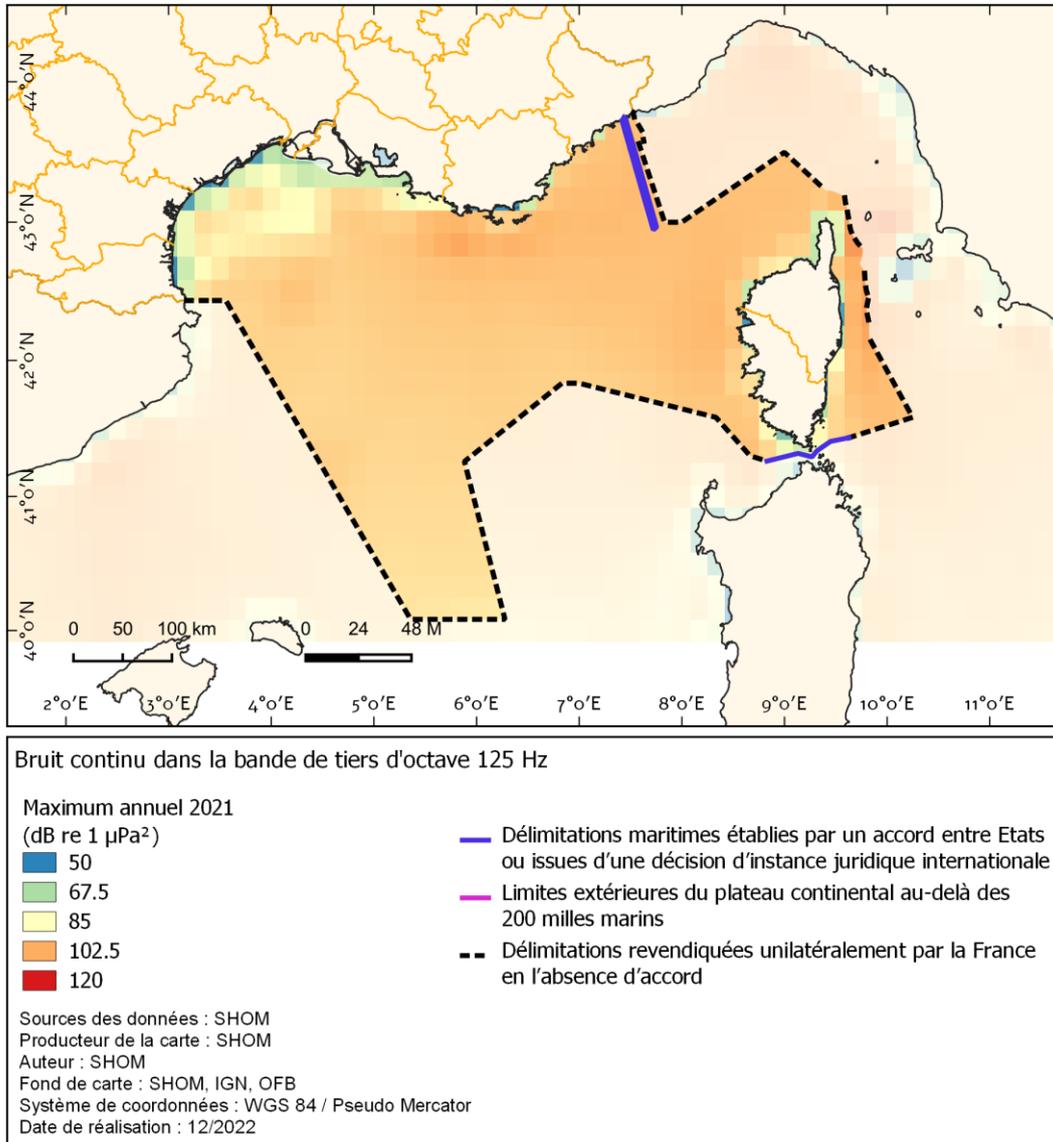


Figure 59 : Maximum annuel du bruit continu dans la bande de tiers d'octave 125 Hz pour l'année 2021 (dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ )

### Tableau des résultats :

Statut du paramètre : inconnu.

Evolution état : inconnu.

### 3.2 Tendence

#### Tendance :

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

La Figure 60 montre la proportion de la SRM pour laquelle il y a soit une augmentation, soit une diminution ou une tendance stable des niveaux maximums annuel dans la bande de tiers d'octave centrée sur 63 Hz ou 125 Hz. Pour rappel, si une maille a une tendance positive ou négative pour l'une ou l'autre des bandes de tiers d'octave, alors la tendance de la maille est considérée comme positive ou négative, respectivement. C'est le principe d'intégration du « One Out All Out » des paramètres pour le critère D11C2. La tendance est considérée comme stable si la valeur absolue de la tendance est inférieure à l'erreur standard du gradient de la tendance estimée lors de la régression linéaire.

Les valeurs de tendances calculées sur la période 2015-2021 sont présentées en Figure 61 pour la bande de tiers d'octave 63 Hz et en Figure 62 pour la bande de tiers d'octave 125 Hz. Les signes des tendances sur la SRM sont présentés en Figure 63 et Figure 64. Enfin, les erreurs standard du gradient des tendances associées au calcul de la régression linéaire sont présentées en Figure 37 et Figure 38.

La Figure 60 permet donc de mettre en évidence que la très grande majorité de la surface de la SRM présente une tendance stable avec 98%. Seul 2% de la SRM présente une tendance positive qui révèle une augmentation des niveaux sonores maximaux annuels sur les deux bandes de fréquences pour le cycle 3 pour la surface considérée.

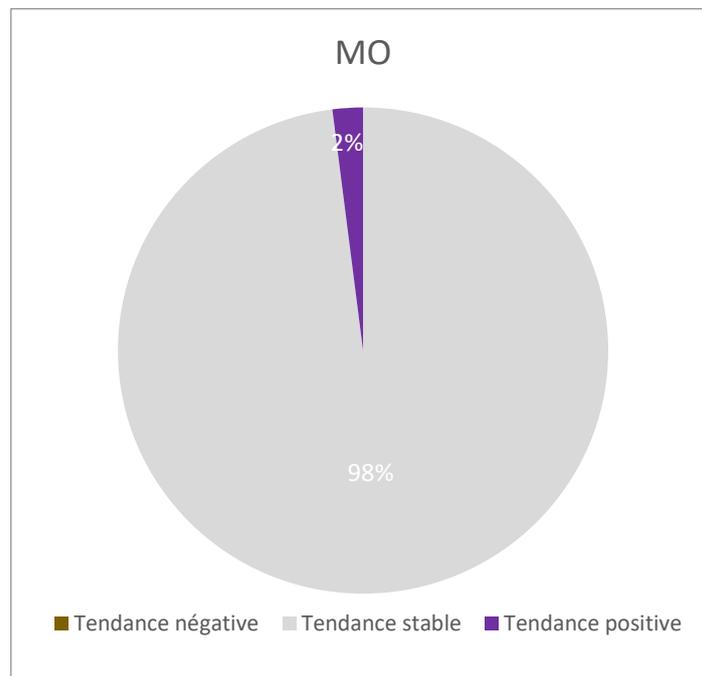


Figure 60 : Proportion de la surface de la SRM présentant une augmentation (mauve), une stabilité (gris) ou une diminution (marron) des niveaux sonores maximaux annuels pour les bandes de tiers d'octave centrées sur 63 et 125 Hz.

Les Figures 7 et 8, permettent de visualiser la répartition spatiale des tendances sur la SRM. Les valeurs de tendances autour de 0.5 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$  pour les deux bandes de tiers d'octave sont particulièrement représentées au large de la SRM. Les mailles représentant des valeurs de tendance

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

nulle sont présentes à la sortie du Golfe du Lion et au niveau de certaines zones très côtières. Les valeurs de tendance négatives se situent à l'Ouest du Golfe du Lion et à l'Est de la SRM.

Les Figures 9 et 10, confirment spatialement que le Golfe du Lion présente une tendance d'augmentation des niveaux de bruit continue pour les deux bandes de fréquences au cours du cycle 3 pour un faible pourcentage de la SRM.

Les Figures 11 et 12 illustrent l'erreur standard du gradient de tendance spatiale répartie sur la SRM. La majorité de la SRM présente des incertitudes de tendance inférieures à 0.5 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$  pour les deux bandes de fréquences. Il est important de noter que les incertitudes sont localisées dans des zones où le trafic varie beaucoup. Le pourtour de la Corse et quelques grandes villes côtières présentent des incertitudes de tendances supérieures à 1 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$ . Enfin seule une maille dans le Golfe du Lion présente une incertitude de tendance entre 1 et 3 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$ .

En conclusion, l'essentiel de la SRM présente des tendances stables avec des variations inférieures à 0.5 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{an}$ .

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

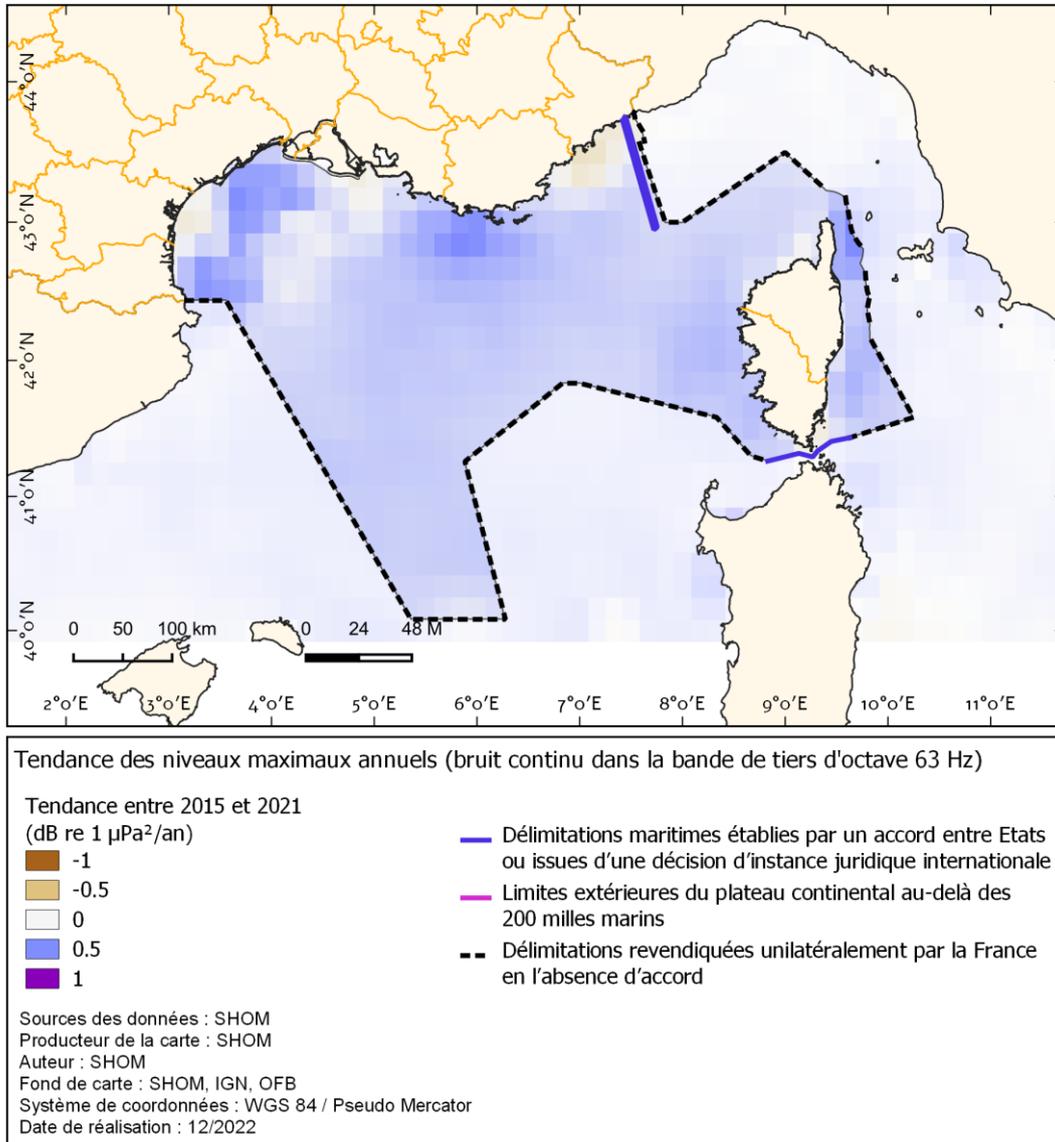


Figure 61 : Tendance des niveaux maximaux annuels (bruit continu dans la bande de tiers d'octave 63 Hz).

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

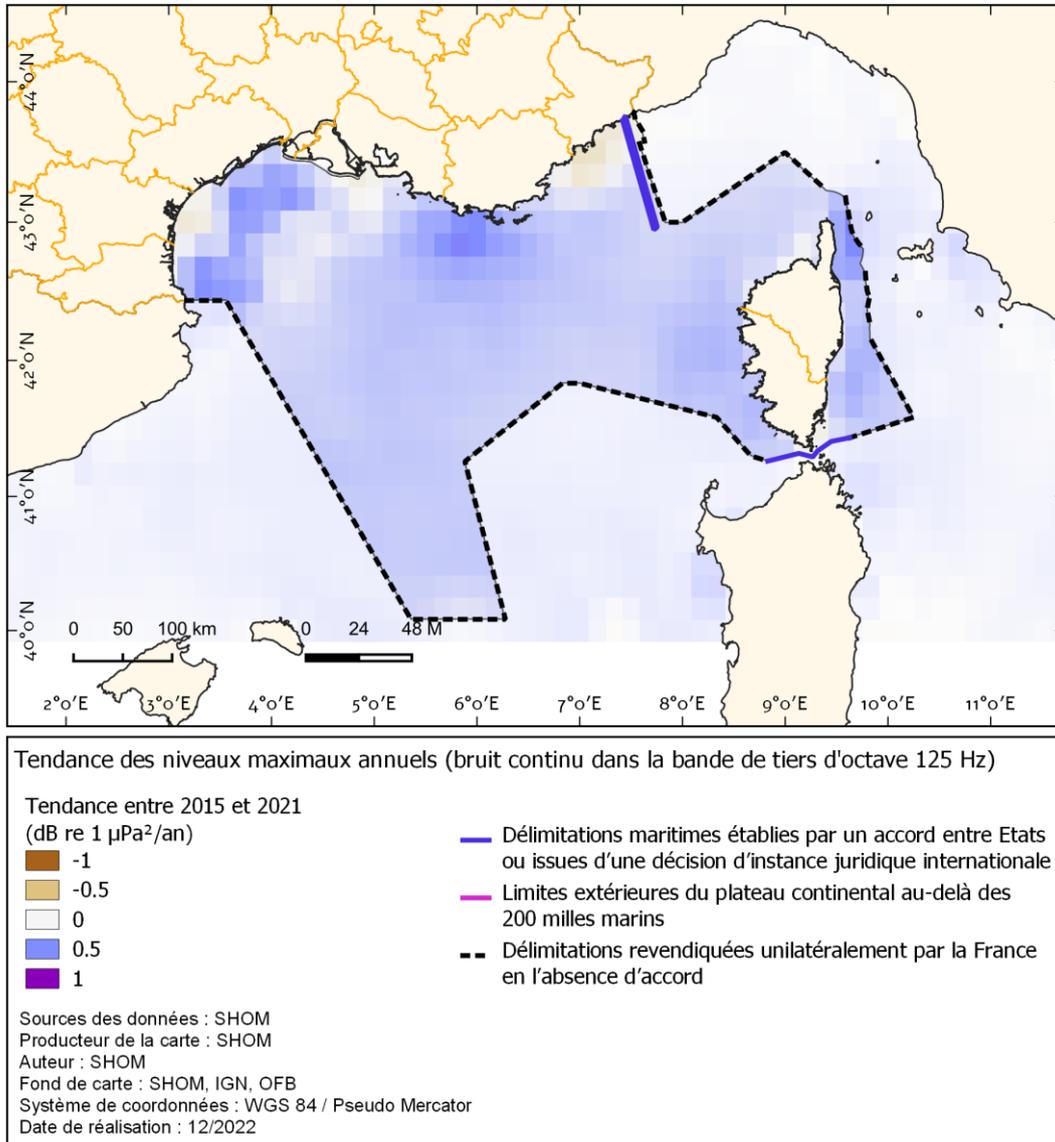


Figure 62 : Tendence des niveaux maximaux annuels (bruit continu dans la bande de tiers d'octave 125 Hz).

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

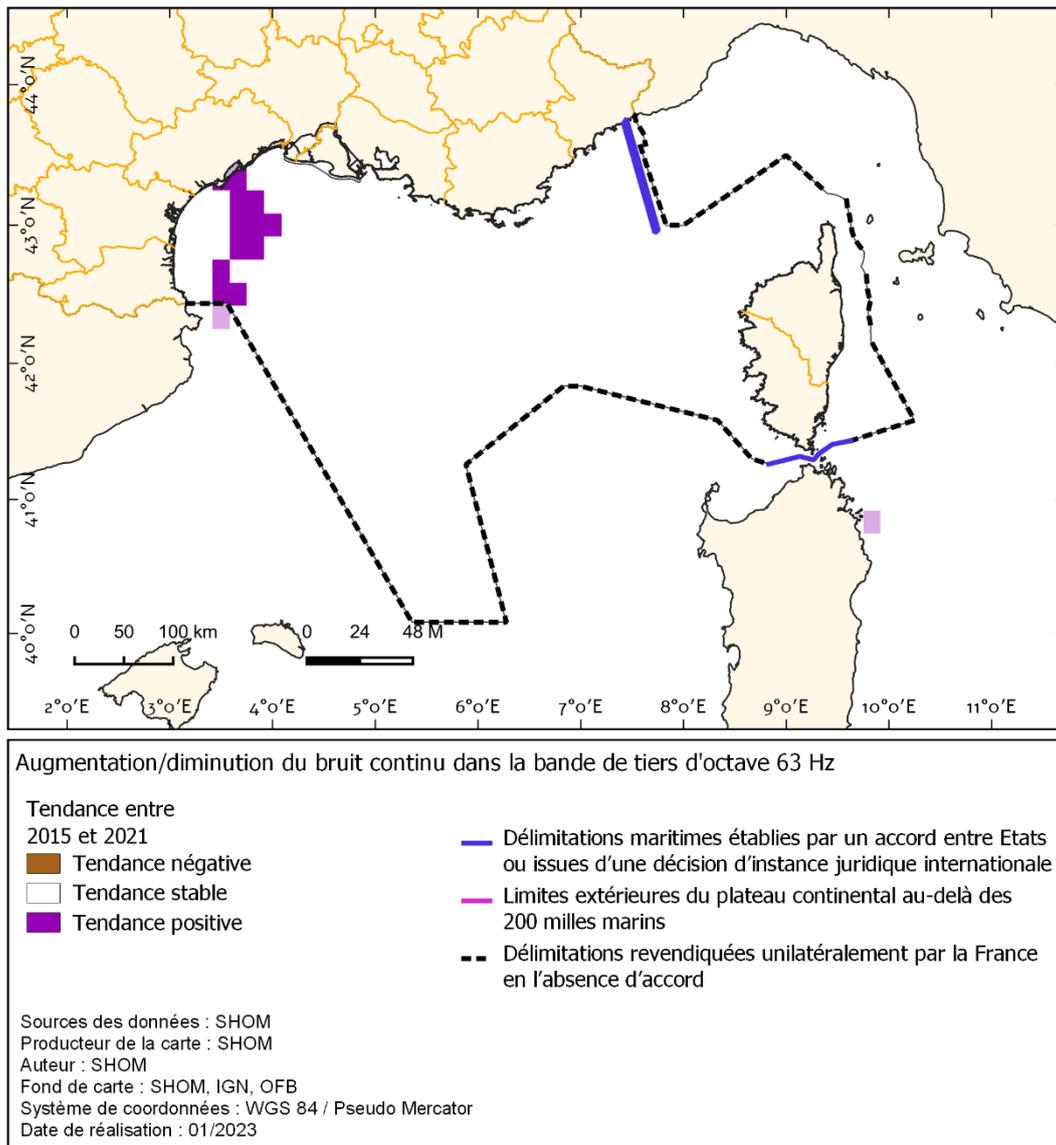


Figure 63 : Tendance du bruit continu dans la bande de tiers d'octave 63 Hz.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

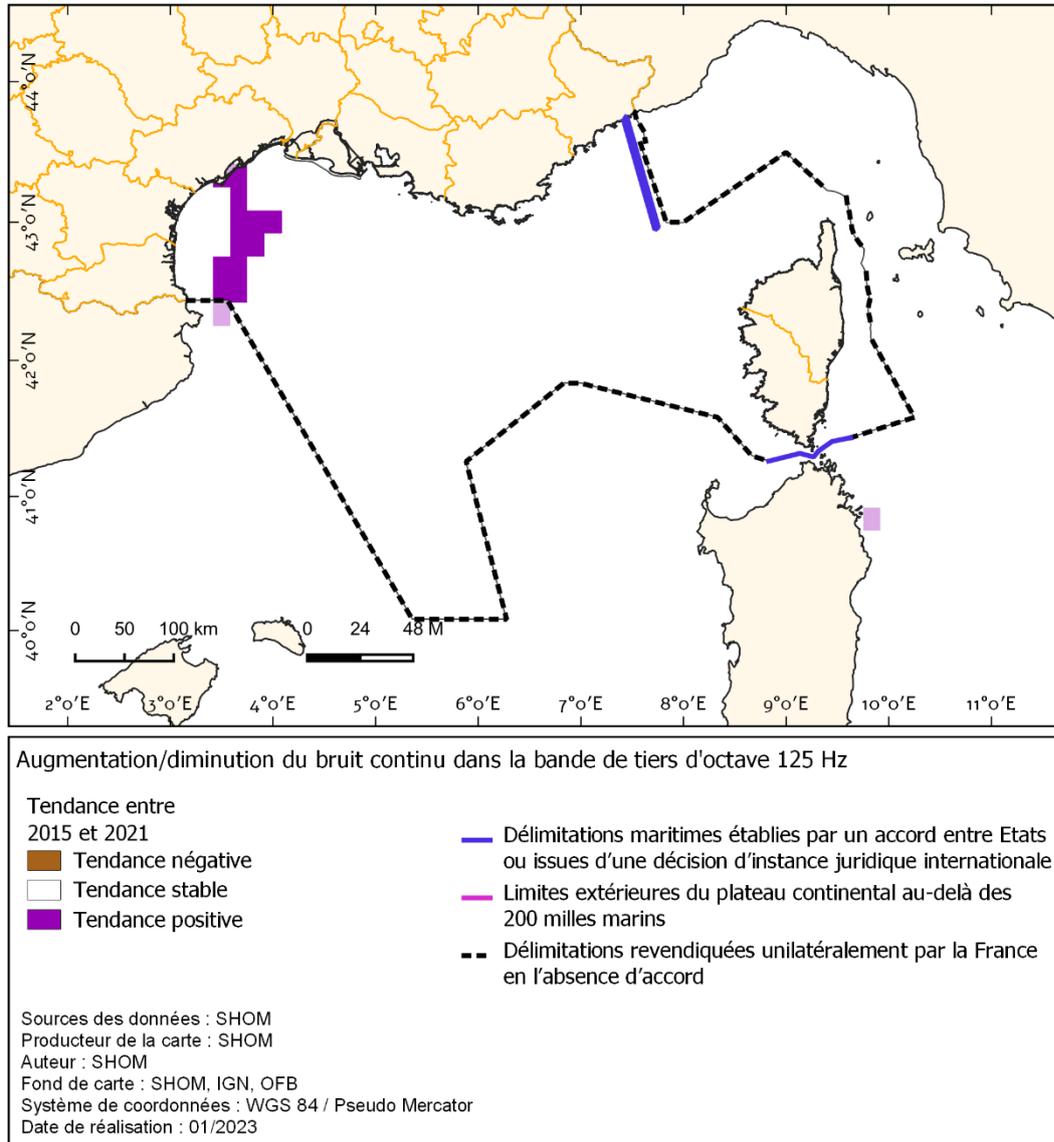


Figure 64 : Tendance du bruit continu dans la bande de tiers d'octave 125 Hz.

## Fiche indicateur du Bon Etat Ecologique (BEE)

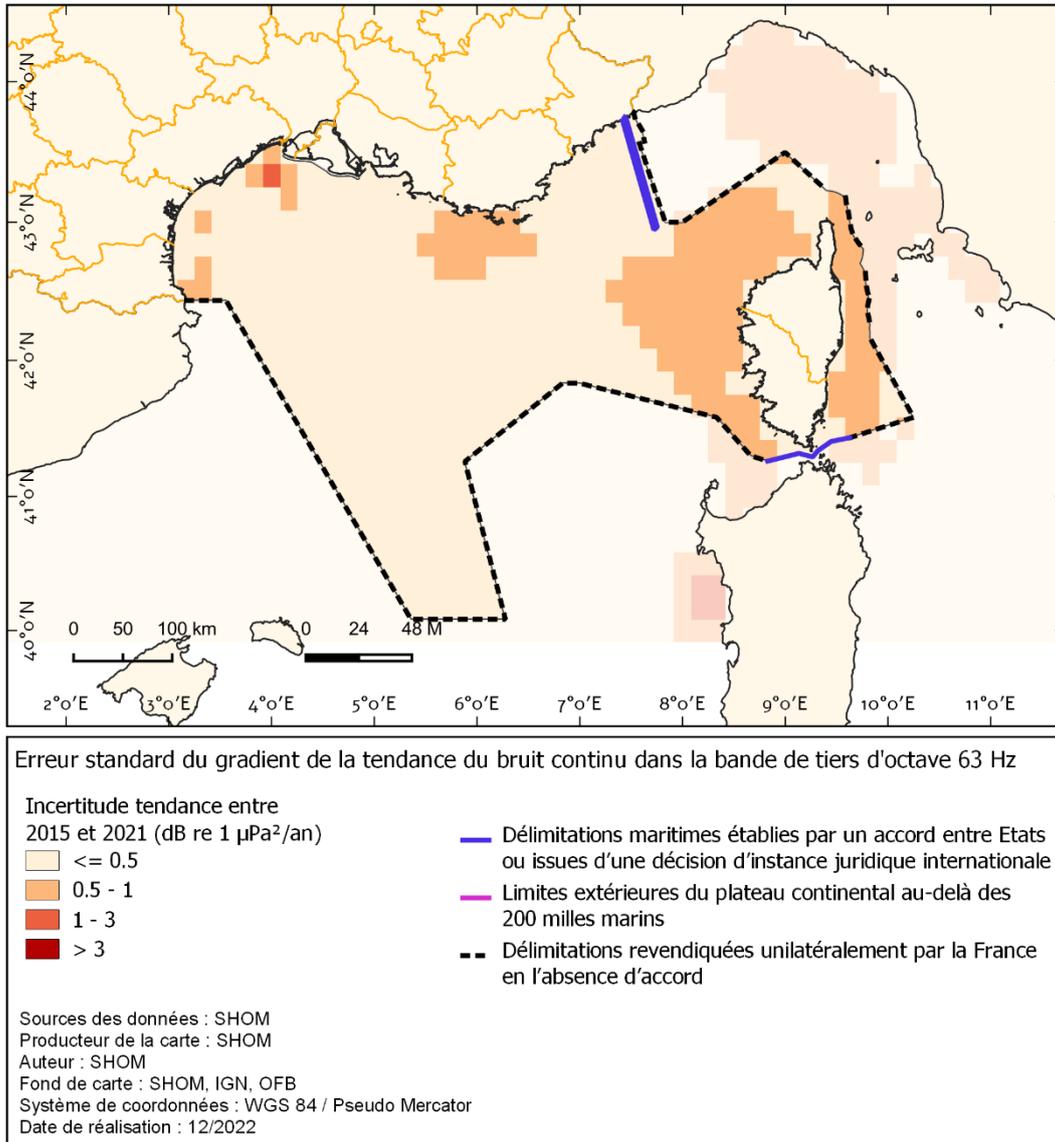


Figure 65 : Erreur standard du gradient de la tendance des niveaux maximaux annuels (bruit continu dans la bande de tiers d'octave 63 Hz).

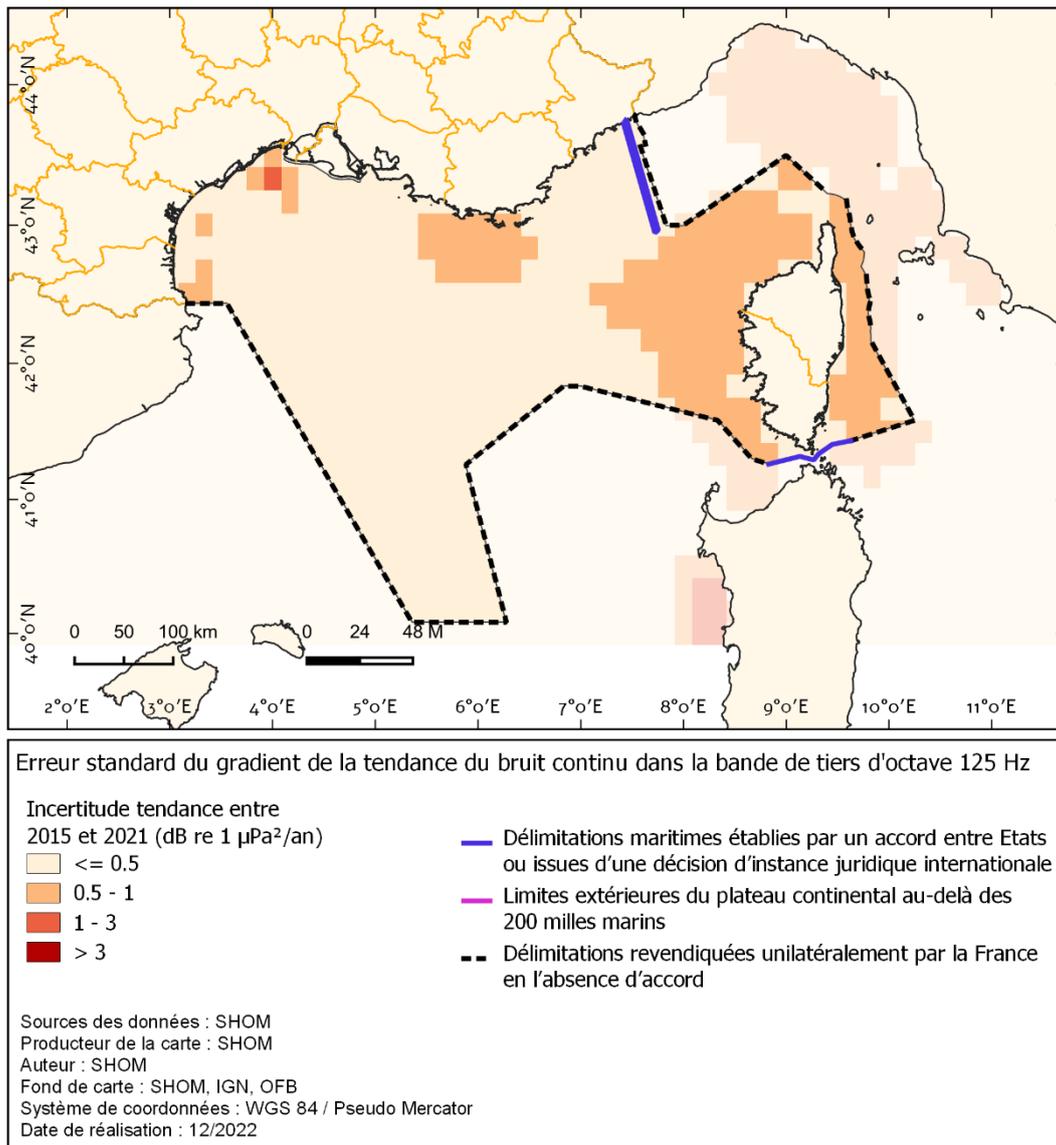


Figure 66 : Erreur standard du gradient de la tendance des niveaux maximaux annuels (bruit continu dans la bande de tiers d'octave 125 Hz).

## 4 Comparaison avec la précédente évaluation

### Evolution générale par rapport au cycle précédent :

Evolution de l'état : non pertinent car aucun état n'a été évalué au cycle précédent.

### 5 Références bibliographiques

Assessment framework for EU Threshold values for continuous noise (DL3), November 2021.  
<https://ec.europa.eu/environment/marine/pdf/Doc%20%20-%20TG%20Noise%20DL3%20-%20AF%20for%20EU%20TV%20for%20continuous%20noise.pdf>

European Commission. Decision 2010/477/EU of the European Commission of 1 September 2010 on Criteria and Methodological Standards on Good Environmental Status of Marine Waters; European Parliament and Council: Strasbourg, France, 2010.

Stéphan, Y. (2016) *Monitoring Acoustique et Mesures de Bruit d'Opportunité (MAMBO), Spécifications d'ensemble*, Shom, Brest.

Technical Group of Noise. [https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-11/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-11/index_en.htm)

Wenz G.M. (1962), *Acoustic Ambient Noise in the Ocean: Spectra and Sources*, *The Journal of the Acoustical Society of America* ; 34 :12 p1936-1956. DOI : 10.1121/1.1909155).

<https://www.lloydslistintelligence.com/>

<https://www.exactearth.com/>

### 6 Droits, copyright et politique d'utilisation des données

**Limitation d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'accès :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

**Contraintes d'utilisation :** rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) **PAGE DE GARDE**

### Pour en savoir plus

[Lien URL vers fiche métadonnées sextant de chaque jeu de données source](#) : rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

[Lien URL vers jeux de données évaluation](#) : rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

[Lien URL vers évaluation précédente](#) : rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024).

[Liens utilisés dans le tableau 1 ou cités dans le document](#) rempli au moment du rapportage (coordination BEE/sextant/...) [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024)

### Autres documents/Informations à fournir pour le rapportage

Carte des résultats de l'évaluation : [https://doi.org/10.17183/DOC\\_D11\\_EVAL\\_2024](https://doi.org/10.17183/DOC_D11_EVAL_2024)

Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément : *EU Union Européenne*

Source de la liste à laquelle est rattaché chaque élément associé : *EU Union Européenne*

#### Informations relatives à chaque jeu de données source :

Données AIS utilisées pour la Région marine Méditerranée :

- *Lloyd's List Intelligence* : 2012-2017 (Données non disponibles au public)
- *Exact Earth* : 2019-2021 (Données non disponibles au public)
- *VMS (Vessel Monitoring System)* : 2012-2021 (Données non disponibles au public)