



Evaluation de l'atteinte du bon état écologique au titre du descripteur 7 - Changements hydrographiques

Messages-clés

L'évaluation du descripteur 7 « Changements hydrographiques » (D7) est renseignée par deux critères :

- le **D7C1** qui porte sur la détermination de la **modification permanente des conditions hydrographiques sur les fonds marins et dans la colonne d'eau** (associée à un indice d'exposition) ;
- le **D7C2** qui porte sur la détermination de l'**impact de cette modification sur les habitats benthiques (hors zone intertidale)** : surface de l'habitat subissant des effets néfastes (et niveau de risque associé).

Les modifications de **six conditions hydrographiques** ont été considérées : les modifications de la nature du fond ainsi que des régimes de courants, des vagues, de température, de salinité et de turbidité.

Ces changements hydrographiques ont été évalués pour la **période 2015-2020** à l'échelle de la **zone côtière, du plateau continental et du large** au sein de la Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale (SRM MO).

Sur la base de l'analyse de données relatives aux activités anthropiques pouvant être à l'origine des modifications permanentes des conditions hydrographiques, **d'importantes variations de l'exposition aux changements hydrographiques** ont été mises en évidence au sein de la SRM MO :

- la **surface de la SRM exposée aux changements hydrographiques varie de 0,1 à 50 %** respectivement pour la modification des régimes de vagues et celle de la turbidité ;
- la **zone côtière est la zone la plus exposée** aux changements hydrographiques considérés, en termes d'exposition (niveau) et de diversité de conditions hydrographiques modifiées ;
- les modifications de la **turbidité** et de la **nature du fond** concernent **les plus grandes étendues d'exposition potentielle** (respectivement **49,9 %** et **34,5 % de la SRM MO**, avec cependant un **indice d'exposition de niveau faible**).

A l'échelle de la SRM MO, les **18 grands types d'habitats benthiques évalués (sur les 20 présents)** sont considérés « à risque » face aux changements hydrographiques sur au moins **80 % de leur surface**, à l'exception des « sables circalittoraux du large » (77%), « roches et récifs biogènes circalittoraux » (54 %), « sédiments du bathyal supérieur ou du bathyal inférieur » (49,6 %), « zone abyssale » (21,2 %), « roches et récifs biogènes du bathyal supérieur ou du bathyal inférieur » (0%), « vases infralittorales » (0 %) et « sédiments hétérogènes infralittoraux » (inconnu). De plus, pour la moitié de la superficie de la SRM (concernant 16 grands types d'habitats benthiques), le **risque de subir des effets néfastes est d'un niveau moyen (12,5 % de la SRM) à fort (37,5 % de la SRM)**, conséquence d'une exposition cumulée aux changements hydrographiques. Cependant, aucun risque d'exposition n'est observé pour l'autre moitié de la superficie de la SRM.

Du fait de l'**évolution du cadre méthodologique** entre le **cycle 2** et le **cycle 3**, la **comparaison** directe des résultats de cette évaluation avec ceux du cycle précédent n'est **pas pertinente**. Ainsi, afin de s'affranchir de cette évolution du cadre méthodologique, une seconde version de l'évaluation se basant sur les données d'activités considérées au cycle 2 et du cadre méthodologique du cycle 3 a été générée. Les résultats de cette seconde évaluation montrent que pour **plus de la moitié de la SRM MO, les surfaces subissant au moins une pression hydrographique semblent stables** entre les deux cycles à l'exception de celles exposées à des modifications de nature du fond qui augmentent fortement. En revanche, les surfaces des **grands types d'habitats benthiques** considérées à risque lors de la précédente évaluation voient une **augmentation de leur surface à risque et du niveau de risque**. De plus, **deux grands types d'habitats** « zone abyssale » et « sédiments du bathyal inférieur ou du bathyal supérieur », **non évalués au cycle 2** et **représentant plus de 80 % de la surface de la SRM** sont considérés à **risque fort** sur respectivement **21,2 %** et **49,6 %** de leur surface en raison d'une sensibilité très élevée. Ces résultats sont cependant à prendre avec précaution du fait de l'importante évolution entre les 2 cycles des connaissances sur la sensibilité des habitats benthiques aux changements hydrographiques et des données d'activités.

Par ailleurs, l'incomplétude et les incertitudes liées aux données mobilisées, ainsi que l'utilisation du dire d'experts tout au long du processus conduisent à une **propagation importante de l'incertitude**. **Les résultats sont donc à prendre avec précaution.**

1. Introduction

Les activités humaines ainsi que les infrastructures génèrent de multiples pressions susceptibles d'altérer de façon permanente les conditions hydrographiques. Ces modifications hydrographiques permanentes peuvent se présenter sous la forme de changements de régime de température ou de salinité, de changements du régime de marée (non pertinent en Méditerranée), de l'action des courants ou des vagues, d'une modification de la nature du fond, et enfin de changements de turbidité.

L'évaluation des changements hydrographiques doit être faite en prenant en compte la colonne d'eau et le fond car ces changements peuvent impacter négativement les communautés biologiques associées à ces deux compartiments. En effet, les espèces et habitats sensibles impactés ne peuvent plus assurer leurs fonctions écosystémiques, menant parfois jusqu'à la déstabilisation de l'écosystème entier *via*, entre autres, un changement de structure du réseau trophique.

Il apparaît donc indispensable de mieux connaître et de suivre avec attention les changements hydrographiques pour la gestion globale des eaux marines.

Une description détaillée des secteurs d'activités responsables des changements hydrographiques et de ceux susceptibles d'être impactés par ces changements est disponible dans les fiches activités listées dans la section Analyse Economique et Sociale (AES) au chapitre 7. « Pour en savoir plus... ».

2. Présentation de l'évaluation du descripteur

Le Descripteur 7 (D7) est défini comme « **une modification permanente des conditions hydrographiques ne nuit pas aux écosystèmes marins** » (directive 2008/56/CE). Il est constitué de deux critères : le critère D7C1 renseignant les pressions associées à la modification des conditions hydrographiques des fonds marins et de la colonne d'eau et le critère D7C2 renseignant l'impact de ces pressions sur les habitats benthiques (Tableau 1).

La « permanence » d'une modification hydrographique n'a pas été définie pour le D7. Cependant, la décision 2017/848 suggère qu'une modification permanente des fonds marins est une « modification [...] ayant duré ou censée durer pendant une période correspondant à au moins deux cycles de rapports (soit douze ans) ».

L'évaluation du critère D7C1 est partiellement renseignée par les résultats de l'évaluation du critère D6C1 (Perte physique des fonds marins) et contribue à son tour à l'évaluation du critère D7C2 et du critère D1C6 (Caractéristiques du type d'habitat pélagique). Les résultats de l'évaluation du critère D7C2 contribuent quant à eux à l'évaluation du critère D6C5 (Etendue des effets néfastes sur l'état du type d'habitat benthique).

Les normes méthodologiques générales sont détaillées dans la décision 2017/848/UE et les spécificités nationales dans l'arrêté relatif à la définition du Bon Etat Ecologique (BEE) des eaux marines et aux normes méthodologiques d'évaluation (JORF, 2023).

Pour des informations plus détaillées concernant cette évaluation, se référer au rapport scientifique (Cachera *et al.*, 2022) ainsi qu'aux fiches indicateur BEE (voir chapitre 7. « Pour en savoir plus... »).

A noter également qu'une partie des représentations graphiques présentées dans ce document provient de Cachera *et al.* (2022).

Tableau 1: Critères et éléments constitutifs associés pour l'évaluation du bon état écologique du descripteur 7 (décision 2017/848/UE).

Critères	Éléments constitutifs des critères
D7C1 (secondaire): Etendue spatiale et répartition de la modification permanente des conditions hydrographiques (par exemple modifications de l'action des vagues, des courants, de la salinité, de la température) sur les fonds marins et dans la colonne d'eau, associée, notamment, à une perte physique des fonds marins naturels.	Modifications hydrographiques des fonds marins et de la colonne d'eau (y compris dans les zones intertidales).
D7C2 (secondaire) : Etendue spatiale de chaque type d'habitat benthique subissant des effets néfastes (caractéristiques physiques et hydrographiques et communautés biologiques associées) en raison de la modification permanente des conditions hydrologiques. Les états membres coopèrent au niveau régional ou sous-régional en vue d'établir des valeurs seuils en ce qui concerne les effets néfastes des modifications permanentes des conditions hydrologiques.	Grands types d'habitats benthiques ou autres types d'habitats, tels qu'utilisés dans le cadre des descripteurs 1 et 6.

3. Méthode d'évaluation

3.1. Echelles spatiales (zones de rapportage ; zones d'évaluation)

Pour la façade maritime Méditerranée (MED), les résultats de l'évaluation du D7 sont présentés pour la partie française de la Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale (SRM MO). De plus, un sous découpage de cette zone a été réalisé et trois Unités Marines de Rapportage (UMR) ont été définies (Figure 1) :

- la zone côtière inférieure à 1 mille nautique, correspondant à l'emprise spatiale des Masses d'Eau Côtières (MEC) de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE ; directive 2000/60/EC) : zone nommée MEC DCE ;
- le plateau continental, dans la limite des 200 premiers mètres de bathymétrie : zone nommée Z200 ;
- la zone large, au-delà des 200 m de bathymétrie : zone nommée L200.

Par ailleurs, pour chaque UMR, conformément à la décision 2017/848, l'évaluation des deux critères est réalisée à une échelle différente :

- critère D7C1 : emprise de l'UMR grillée sur un carroyage en mer, d'une maille d'une minute d'arc par une minute d'arc, développé par le groupe de travail Géo-Informations pour la Mer et le Littoral (GIMeL) et qui permet à la fois de synthétiser des processus très locaux avec une dégradation de l'information raisonnable et de décomposer des processus régionaux avec une précision suffisante ;
- critère D7C2 : emprise de chaque grand type d'habitat benthique (habitat(s) EUNIS¹ de niveau 2 ; hors zone intertidale) grillée sur le carroyage GIMeL utilisé pour l'évaluation du D7C1.

¹ EUNIS : la [typologie EUNIS](#) (European Nature Information System) est une classification des habitats naturels, semi-naturels et anthropiques des secteurs terrestres et marins d'Europe.

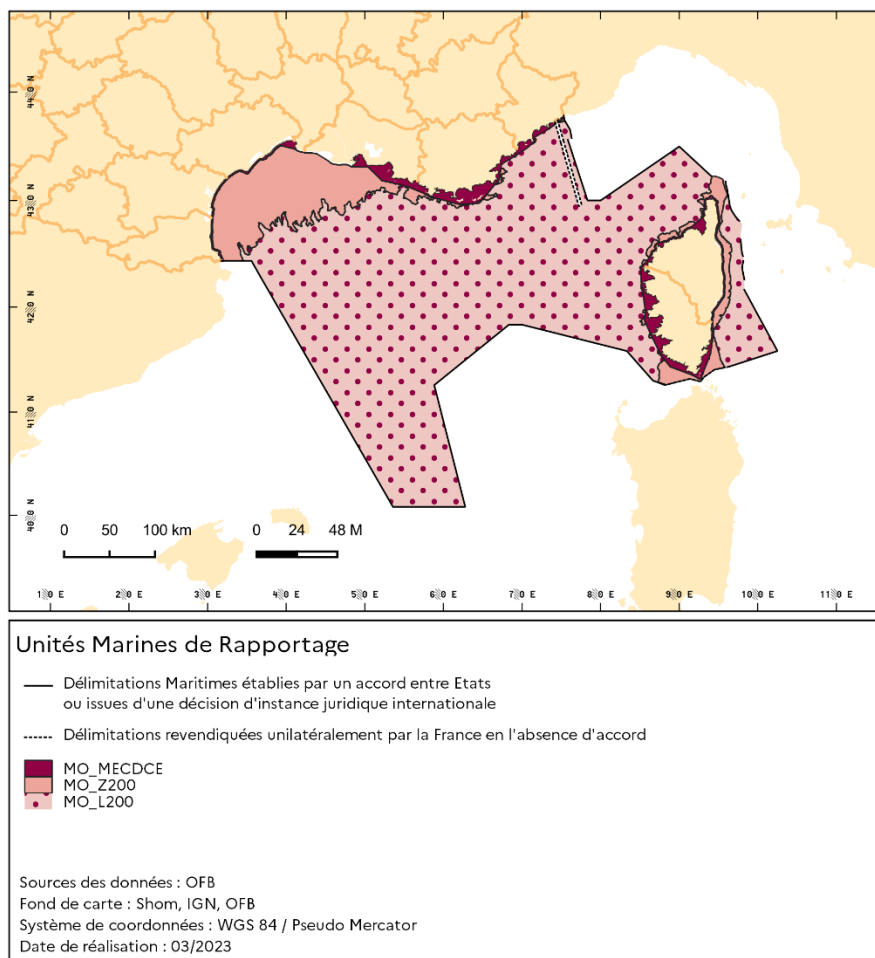


Figure 1 : Unités marines de rapportage pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale. Emprise des Masses d'Eau Côtières de la Directive Cadre sur l'Eau (MEC DCE), zone du plateau allant jusqu'à la limite des 200 mètres de bathymétrie (Z200) et zone du large allant au-delà des 200 mètres de bathymétrie (L200).

3.2. Méthode de suivi/surveillance

Le Programme de Surveillance (PdS) « Changements hydrographiques » a pour objectif de suivre, à la côte et au large, l'étendue, la répartition et l'intensité des modifications permanentes des conditions hydrographiques (modification de la nature de fond, de la bathymétrie, et des régimes des courants, de marée, des vagues, de température, de salinité et de turbidité) induites par les activités et usages anthropiques sur les fonds marins et la colonne d'eau. Ce programme de surveillance permet également d'estimer si les modifications permanentes des conditions hydrographiques peuvent impacter les habitats benthiques et de déterminer l'étendue du risque d'effets néfastes par grand type d'habitat benthique. Les activités et usages anthropiques considérés par ce programme de surveillance sont les ouvrages côtiers et au large, l'extraction sélective de matériaux en mer (absent en SRM MO), le dragage et l'immersion de matériaux en mer, l'aquaculture, les centrales de production d'électricité (absent en SRM MO), les câbles et conduites sous-marins ainsi que la pêche professionnelle.

Pour cela, il s'appuie sur le suivi conjoint :

- des activités et usages du milieu (des zones exploitées, durée et intensité des activités, paramètres caractéristiques de chaque activité, etc.) ;
- des modifications hydrographiques induites par ces activités.

Le PdS « Changements hydrographiques » repose sur quatre dispositifs de surveillance opérationnels² à l'échelle de la façade maritime MED listés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Dispositifs de surveillance opérationnels du Programme de Surveillance « Changements hydrographiques ».

Nom du dispositif	Milieux	Descriptif
Titres miniers et autorisations de travaux relatifs à l'extraction de granulats	Côte & Large	Collecte des données, au format cartographique (SIG), des périmètres des sites d'extraction de matériaux marins autorisés ou en cours d'instruction et des permis de recherche sollicités en France métropolitaine. Source/Producteur : Ifremer
Cadastres aquacoles	Côte	Localisation, répartition spatiale et superficies et/ou longueurs associées des activités d'exploitation de cultures marines. Source/Producteur : Cerema/DDTM-DIRM
Enquête nationale sur les dragages des ports maritimes (« enquête dragage »)	Côte	Enquête annuelle visant à collecter un ensemble de données relatives aux opérations de dragages portuaires et d'immersions de sédiments, telles que les quantités de sédiments dragués, les techniques utilisées, leur destination ou le niveau de contaminations des sédiments. Source : Cerema
Système de surveillance des navires de pêche - données VMS	Côte & Large	Système de surveillance par satellite des navires de pêche, obligatoire pour les navires de pêche professionnelle de plus de 12 mètres, sous pavillon de l'Union européenne, depuis le 1er janvier 2012. Il fournit à intervalles réguliers des données sur la position, la route et la vitesse des navires aux autorités de pêche. Source/Producteur : DPMA/SIH

En complément, d'autres dispositifs [Base de données Artificialisation DCE-DCSMM (Cerema/BRGM), Câbles et conduites sous-marins (Shom)] et jeux de données ont été mobilisés pour l'évaluation cycle 3. L'ensemble des informations sont répertoriées dans le Tableau 4.

Une description détaillée de ces dispositifs de surveillance est disponible dans [l'annexe 1 des DSF relative au PdS cycle 2 « Changements hydrographiques »](#).

3.3. Vision globale du processus d'évaluation

L'évaluation du D7 est réalisée selon une approche basée sur une analyse du risque. Dans un premier temps, un indice d'exposition à la modification permanente d'une condition hydrographique donnée (source de pression) est calculé à partir des données des activités la générant (D7C1). Dans un second temps, un risque cumulatif d'altération de chaque grand type d'habitat benthique [selon cartographie dans [EUSeaMap](#) (Vasquez *et al.*, 2021), hors zone intertidale] est évalué grâce au croisement de l'indice d'exposition et de la sensibilité du grand type d'habitat à ladite pression (D7C2).

La détermination de l'atteinte du BEE pour le D7 n'est pas requise par la décision 2017/848/UE, tout comme celle de l'état des critères D7C1 et D7C2 (Figure 2). Ainsi, aucune intégration n'est effectuée et les résultats de l'évaluation sont présentés pour chacun des critères séparément.

² **Dispositif opérationnel** : un dispositif est considéré comme opérationnel lorsque la méthode d'échantillonnage est stabilisée (i.e. couverture spatio-temporelle, protocole d'échantillonnage, bancarisation...) et que les données collectées ont renseigné, et/ou pourront renseigner, un indicateur d'ores et déjà opérationnel du bon état écologique ou des objectifs environnementaux.

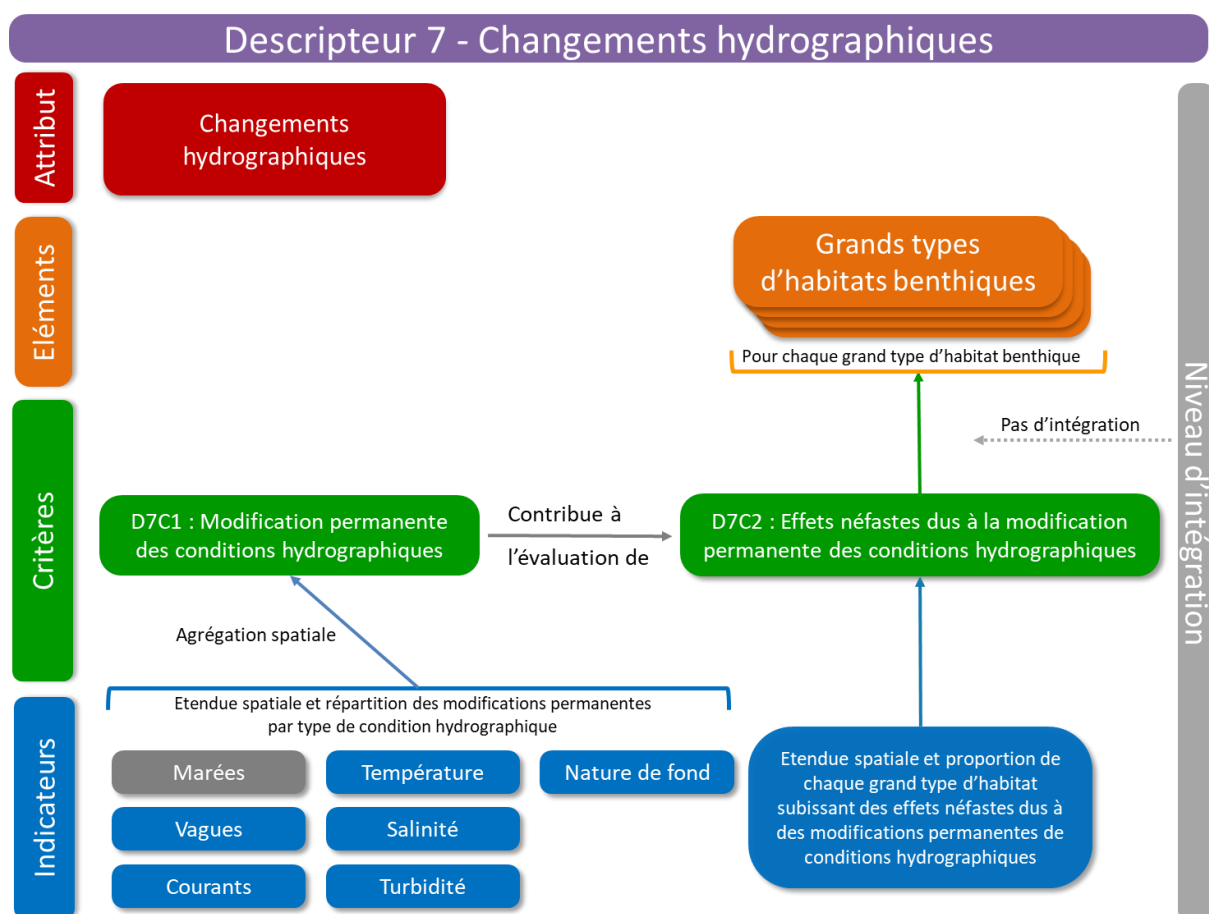


Figure 2 : Processus d'évaluation, pour la façade maritime Méditerranée, du descripteur 7 : niveaux d'évaluation et méthodes d'intégration (adapté de EC, 2022). En gris : niveau d'évaluation non renseigné car indicateur non pertinent pour cette façade.

3.4. Evaluation des critères

Les outils et la méthode d'évaluation des critères utilisés pour le D7 sur la façade maritime MED sont présentés dans le Tableau 4.

3.4.1. Critère D7C1 - Modification permanente des conditions hydrographiques

L'évaluation du critère D7C1 consiste à :

- identifier/cartographier les activités anthropiques potentiellement génératrices de pressions hydrographiques (c'est-à-dire de modifications permanentes des conditions hydrographiques). A noter que seules les activités en phase d'opération sont utilisées pour cette évaluation en raison du manque d'information pour caractériser les autres phases d'activités (construction, démantèlement, etc.) ;
- calculer un **indice d'exposition** potentielle (IE_x) à chacune de ces pressions x à partir d'une matrice « activités-pressions³ » prenant en compte l'intensité, la répartition spatiale et la fréquence des activités considérées ainsi que la probabilité qu'elles modifient effectivement ladite condition hydrographique (Figure 3) ;
- caractériser l'**étendue de la zone d'évaluation potentiellement exposée** à ces pressions (en km² ou en pourcentage d'UMR/SRM), à partir de l'étendue spatiale de l'activité et de sa zone

³ **Matrice « activités-pressions »** : matrice issue d'une compilation de plusieurs sources : ODEMM (Options for Delivering Ecosystem-Based Marine Management), JNCC (Join Nature Conservation Committee), DEVOTES (DEvelopment Of innovative Tools for understanding marine biodiversity and assessing good Environmental Status), MNHN (Muséum National d'Histoire Naturelle) et Carpe Diem.

d'influence (surface autour de la zone d'activité où il est probable que la pression aura un impact).

Exposition

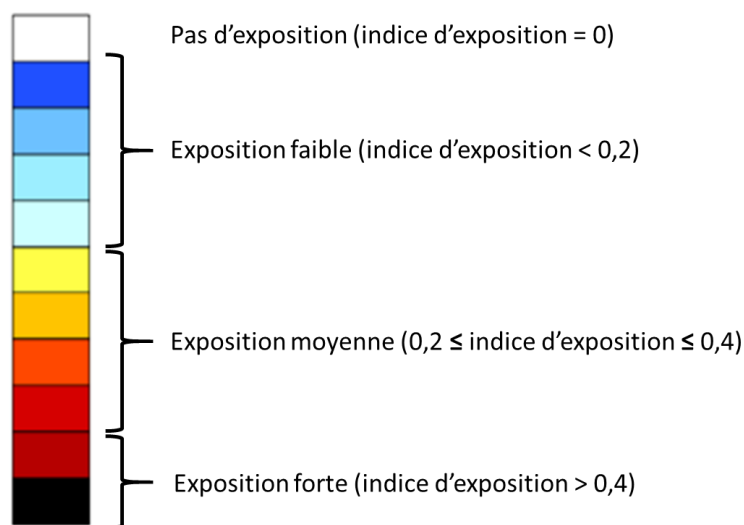


Figure 3 : Définition des quatre niveaux d'exposition potentielle à la modification permanente d'une condition hydrographique donnée.

Le critère D7C1 est ainsi renseigné par **six indicateurs**, chacun se rapportant à une pression hydrographique qui est évaluée individuellement : modification du régime de température, de salinité, des courants ou des vagues ; modification de la turbidité ou de la nature du fond.

Enfin, l'identification des sources d'incertitude (voir § 5.3 « Confiance dans l'évaluation ») à chaque étape de l'évaluation permet de fournir un **indice de confiance** compris entre 0 (confiance nulle) et 1 (confiance maximale).

N.B. : concernant la zone côtière, l'indice d'exposition à la modification du régime de la température se base sur l'évaluation DCE de l'élément de qualité « température ». Une correspondance (Tableau 3) a été définie entre l'état de l'élément de qualité « température » déterminé dans le cadre de l'évaluation DCE et l'indice d'exposition défini pour l'évaluation DCSMM (JORF, 2023).

Tableau 3 : Correspondance entre l'état de l'élément de qualité « température » déterminé dans le cadre de l'évaluation DCE et le niveau d'exposition à la pression hydrographique « température » déterminé pour le critère D7C1 dans le cadre de l'évaluation DCSMM.

Etat de l'élément Evaluation DCE	Niveau d'exposition à la pression Evaluation DCSMM
Très bon	Pas d'exposition
Bon	Faible
Moyen	Moyen
Médiocre	Fort
Mauvais	Fort

3.4.2. Critère D7C2 - Effets néfastes dus à la modification permanente des conditions hydrographiques

L'évaluation du **critère D7C2** consiste à estimer le Risque (R_{ix}) qu'un grand type d'habitat benthique (i) subisse des effets néfastes dus à la modification de conditions hydrographiques. Ce Risque (R_{ix}) est calculé selon l'Indice d'Exposition à la pression hydrographique x (IE_x), quantifié dans le cadre du D7C1, et en considérant la Sensibilité de l'habitat i à ladite pression (S_{ix}), c'est-à-dire sa capacité à tolérer une pression (résistance) et le temps nécessaire à sa récupération suite à une dégradation (résilience) (La Rivière *et al.*, 2015). Cette sensibilité de l'habitat est définie en fonction d'une matrice « pressions - sensibilité » développée par le Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN) qui permet de caractériser les conséquences d'une pression sur un habitat benthique donné. Une procédure d'agrégation a donc été nécessaire pour attribuer une sensibilité à chaque grand type d'habitat qui peut couvrir plusieurs habitats : ainsi, en accord avec le principe de précaution établi dans La Rivière *et al* (2015), la sensibilité attribuée au grand type d'habitat correspond à la sensibilité maximale observée pour les habitats associés.

Les risques sont ensuite additionnés pour évaluer, *in fine*, le risque « total » pour chaque grand type d'habitat de subir des effets néfastes toutes pressions cumulées (*i.e.* somme des risques relatifs à chaque pression potentielle exercée sur un habitat). Ainsi, l'évaluation du critère D7C2 est menée individuellement pour chaque grand type d'habitat et consiste en la détermination de l'étendue spatiale potentiellement exposée à des pressions hydrographiques (en km²) à laquelle est associée un niveau de risque cumulé (Figure 4).

Enfin, l'identification des sources d'incertitude (voir § 5.3 « Confiance dans l'évaluation ») à chaque étape de l'évaluation permet de fournir un indice de confiance compris entre 0 (confiance nulle) et 1 (confiance maximale).

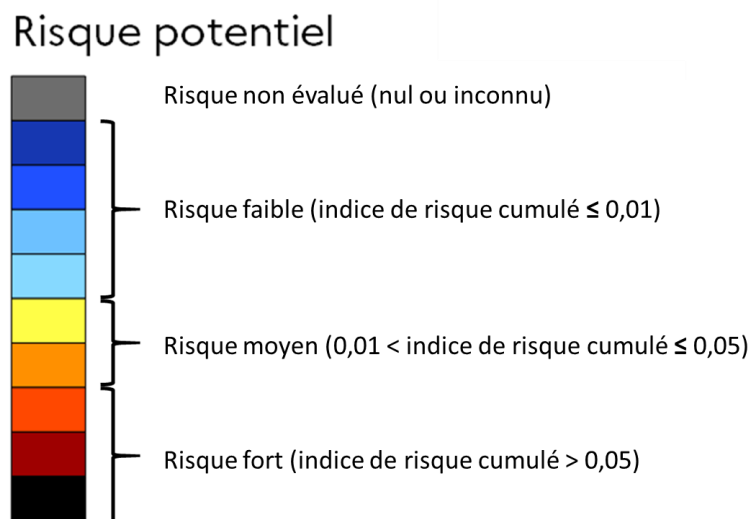


Figure 4 : Définition des quatre niveaux de risque cumulé pour un grand type d'habitat benthique donné.

Tableau 4 : Outils d'évaluation du Bon Etat Ecologique (BEE) pour l'évaluation du descripteur 7 pour la façade maritime Méditerranée. Pour plus d'informations, voir fiches indicateurs BEE (Tableau 7).

Unités marines de rapportage	Partie française de la Sous-Région marine Méditerranée Occidentale (SRM MO) : Zone côtière inférieure à 1 mille nautique (MEC DCE) MWE-FR-MS-MO-MEC2016 Plateau continental, dans la limite des 200 premiers mètres de bathymétrie (Z200) MWE-FR-MS-MO-Z200 Zone large, au-delà des 200 mètres de bathymétrie (L200) MWE-FR-MS-MO-L200					
Attributs	Changements hydrographiques					Grands types d'habitats benthiques ¹
Eléments considérés	Non pertinent					20 grands types d'habitats benthiques présents ² en SRM MO tels que définis dans la décision 2017/848/UE
Critères	D7C1 - Modification permanente des conditions hydrographiques					D7C2 - Effets néfastes dus à la modification permanente des conditions hydrographiques
Indicateurs associés	Etendue spatiale et répartition des modifications permanentes d'un type de condition hydrographique Régime des courants	Régime de vagues	Régime de salinité	Régime de turbidité	Régime thermique	Nature du fond (dont la bathymétrie) Etendue spatiale et proportion de chaque grand type d'habitat benthique subissant des effets néfastes dus à la modification permanente des conditions hydrographiques
Echelles d'évaluation	SRM MO : • UMR MEC DCE • UMR Z200 • UMR L200					Emprise de chaque grand type d'habitat benthique
Echelle géographique élémentaire d'évaluation	Carroyage défini par la grille GIMeL (une minute d'arc de côté)					

Métrique	1/ Utilisation d'une matrice activités-pressions issue de la combinaison de cinq matrices activités-pressions différentes : ODEMM, JNCC, DEVOTES, MNHN, Carpe Diem 2) Calcul de l'indice d'exposition à la pression (IE_x) pour chaque indicateur : $IE_x = f(I_y, P_{p_{x y}}, F_y)$ Avec I_y l'intensité de l'activité y, $P_{p_{x y}}$ la probabilité que l'activité y génère la pression x et F_y la fréquence d'occurrence de l'activité y. 3) Classification par les rangs et standardisation sur une échelle entre 0 et 1 de l'indice d'exposition. Définition de quatre niveaux (Samhoury and Levin, 2012) : • Indice d'exposition Fort : $IE > 0,4$ • Indice d'exposition Moyen : $0,2 \leq IE \leq 0,4$ • Indice d'exposition Faible : $0 < IE < 0,2$ • Pas d'exposition : $IE = 0$ 4) Spatialisation de l'indice d'exposition et calcul de la superficie d'exposition pour chaque pression (superficie globale ou en fonction du niveau de l'IE)	1) Calcul du risque de modification de l'habitat (R_{ix}) : $R_{ix} = IE_x * S_{ix}$ Avec IE_x l'indice d'exposition de la pression x et S_{ix} la sensibilité de l'habitat i spatialisée à la pression x. Utilisation de la matrice « pressions - sensibilité » développée par le MNHN 2) Calcul du risque cumulatif en additionnant pour chaque habitat les risques relatifs à chaque pression. Définition de quatre niveaux : • Risque de modification Fort : $R > 0,05$ • Risque de modification Moyen : $0,01 < R \leq 0,05$ • Risque de modification Faible : $0 < R \leq 0,01$ • Risque de modification non évalué ou nul : $R = 0$ 3) Spatialisation du risque et calcul de la superficie d'habitat potentiellement à risque (globale ou en fonction du niveau de risque)
Seuil fixé pour l'indicateur	Non pertinent	

Années considérées	2015-2020						2015-2020
Jeux de données / Réseaux surveillance	Cadastre aquacole Artificialisation	Cadastre aquacole Artificialisation		Câbles et conduites sous-marines Immersion de sédiments de dragage Cadastre aquacole Artificialisation Système de surveillance des navires de pêche - données VMS	Etat des lieux DCE 2019 température (bassin Rhône Méditerranée Corse)	Câbles et conduites sous-marines Immersion de sédiments de dragage Cadastre aquacole Artificialisation Système de surveillance des navires de pêche - données VMS	Utilisation de la classification des grands types d'habitats benthiques (EUSeaMap , 2021) Données d'indice d'exposition du D7C1 : Matrice de sensibilité aux pressions physiques des habitats benthiques présents sur la région marine Méditerranée (MNHN)
Période d'évaluation	2015-2020						

¹ L'attribut "Autres Habitats Benthiques" n'est pas renseigné pour le D7.

² La zone intertidale n'était pas prise en compte dans les données EUSeaMap, l'état du D7C2 est inconnu pour les grands types d'habitats intertidaux du littoral français.

4. Présentation des travaux internationaux et communautaires de coopération

Aucun groupe de travail international, communautaire ou régional ne traite des questions relatives aux changements hydrographiques. Ainsi, aucun développement méthodologique (y compris le développement d'indicateur) n'a été porté à ces mêmes échelles.

Dans le cadre de la [convention de Barcelone](#), l'[Indicateur commun 15](#) relatif aux habitats marins qui peuvent être affectés ou perturbés par les changements des conditions hydrographiques (courants, vagues et charge sédimentaire en suspension) en raison de l'installation de nouveaux aménagements a été défini pour l'objectif écologique OE7 Hydrographie. Le suivi national de l'OE7 dans les pays méditerranéens n'a cependant pas encore été initié, ou vient d'être initié dans certains pays, essentiellement européens, en lien direct avec les travaux menés par ces pays pour l'évaluation du D7 dans le cadre de la DCSMM. [\[Information et lien vers indicateur à mettre à jour suite au MED QSR2024\]](#)

Comme précisé dans le Document Guide de la Commission Européenne pour l'évaluation de l'état des eaux marines selon l'article 8 de la DCSMM (EC, 2022), malgré un développement accru des activités anthropiques au large (en lien notamment avec les énergies marines renouvelables), il n'existe actuellement pas de vision partagée et claire de l'évaluation de ce descripteur qui permettrait d'accompagner le développement de ces activités et le suivi de leurs impacts potentiels sur les conditions hydrographiques.

5. Résultats

Les cartographies des résultats sont disponibles dans les fiches indicateurs BEE (Tableau 7).

5.1. D7C1 - Etendue spatiale et répartition de la modification permanente des conditions hydrographiques

L'évaluation du critère D7C1 est présentée ci-après en regroupant les résultats relatifs aux pressions hydrodynamiques (*i.e.* modification du régime des courants et de vagues), aux pressions hydrologiques (*i.e.* modification du régime de turbidité, de température et de salinité) et aux modifications morpho-sédimentaires (*i.e.* modification de la nature du fond). Il est à noter que la majorité des résultats sont associés à des niveaux de confiance bas.

5.1.1. Pressions hydrodynamiques : modification du régime de courants et de vagues

Les zones potentiellement affectées par une modification du régime des courants correspondent à 0,8 % de la surface de la SRM MO (Figure 5) et sont majoritairement situées dans la zone côtière (18,2 % de l'UMR) avec un indice d'exposition fort. La modification du régime de vagues, très locale et principalement côtière, concerne moins de 0,1 % de la SRM.

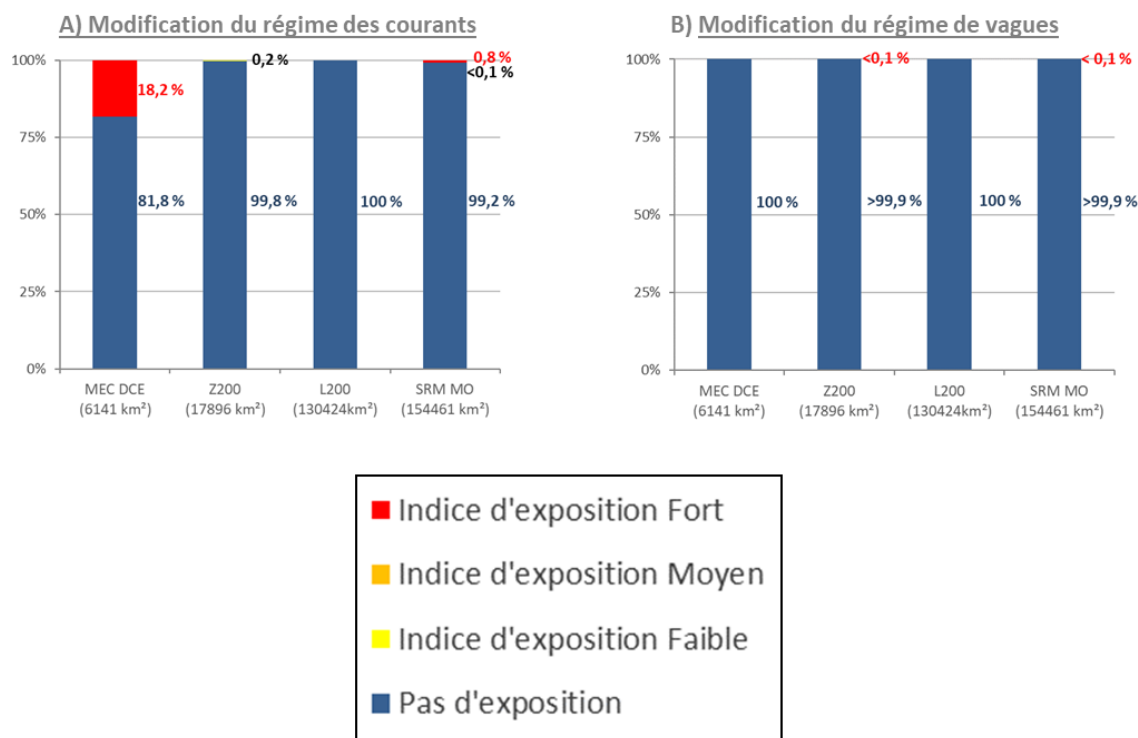


Figure 5 : Répartition (en % de surface) de la modification permanente du régime des courants (A) et de vagues (B) pour chaque Unité Marine de Rapportage (UMR), à savoir - la zone côtière inférieure à 1 mille nautique - MEC DCE et le plateau continental dans la limite des 200 premiers mètres de bathymétrie - Z200 – la zone large au-delà des 200 mètres de bathymétrie - L200 et pour l'ensemble de la Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale (SRM MO) selon quatre niveaux d'indice d'exposition. La superficie indiquée entre parenthèses représente la superficie totale de l'UMR ou de la SRM MO.

5.1.2. Pressions hydrologiques : modification du régime de turbidité, thermique et de salinité

La turbidité est une des deux conditions hydrographiques (avec la nature du fond) dont les modifications potentielles concernent les plus grandes superficies. Les zones potentiellement affectées par une modification du régime de turbidité correspondent ainsi à 49,9 % de la SRM. Cette condition hydrographique est majoritairement associée à un indice d'exposition faible pour l'UMR Z200 et faible/moyen pour la zone côtière (Figure 6).

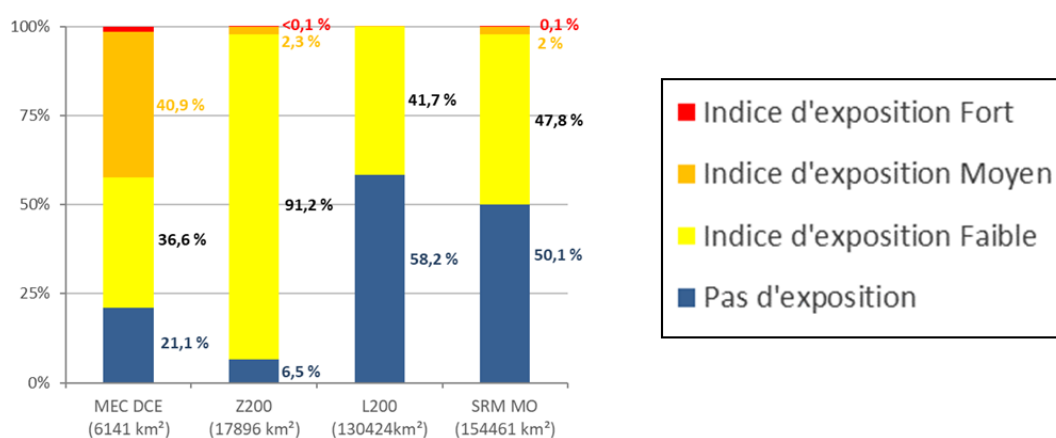


Figure 6 : Répartition (en % de surface) de la modification permanente de la turbidité pour chaque Unité Marine de Rapportage (UMR), à savoir - la zone côtière inférieure à 1 mille nautique - MEC DCE et le plateau continental dans la limite des 200 premiers mètres de bathymétrie - Z200 – la zone large au-delà des 200 mètres de bathymétrie - L200 et pour l'ensemble de la Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale (SRM MO) selon quatre niveaux d'indice d'exposition. La superficie indiquée entre parenthèses représente la superficie totale de l'UMR ou de la SRM MO.

Le lien entre les activités humaines, dont les données étaient disponibles, et la modification du régime de salinité n'a pas été établi dans la littérature scientifique. Par conséquent, il est impossible de donner une estimation de la surface de la SRM subissant une modification du régime de salinité.

L'évaluation des changements de température est basée sur l'évaluation DCE. L'élément « température » étant considéré en « Bon Etat » dans le cadre des évaluations DCE dans les masses d'eau côtières, aucune surface de la SRM ne présente une modification significative du régime de température.

5.1.3. Pressions morpho-sédimentaires : modification de la nature du fond

La nature du fond est une des deux conditions hydrographiques (avec la turbidité) dont les modifications potentielles concernent les plus grandes superficies. Les zones potentiellement affectées par une modification de la nature du fond correspondent ainsi à 34,5 % de la SRM. Elles montrent des indices d'exposition majoritairement faibles (Figure 7).

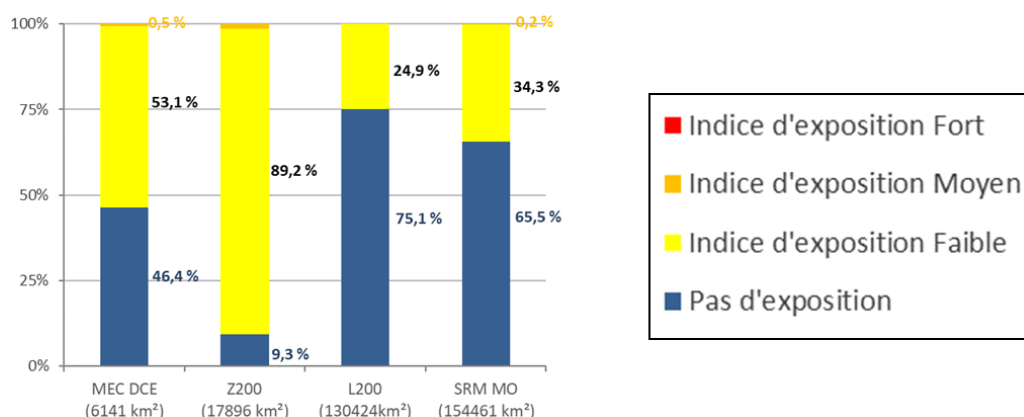


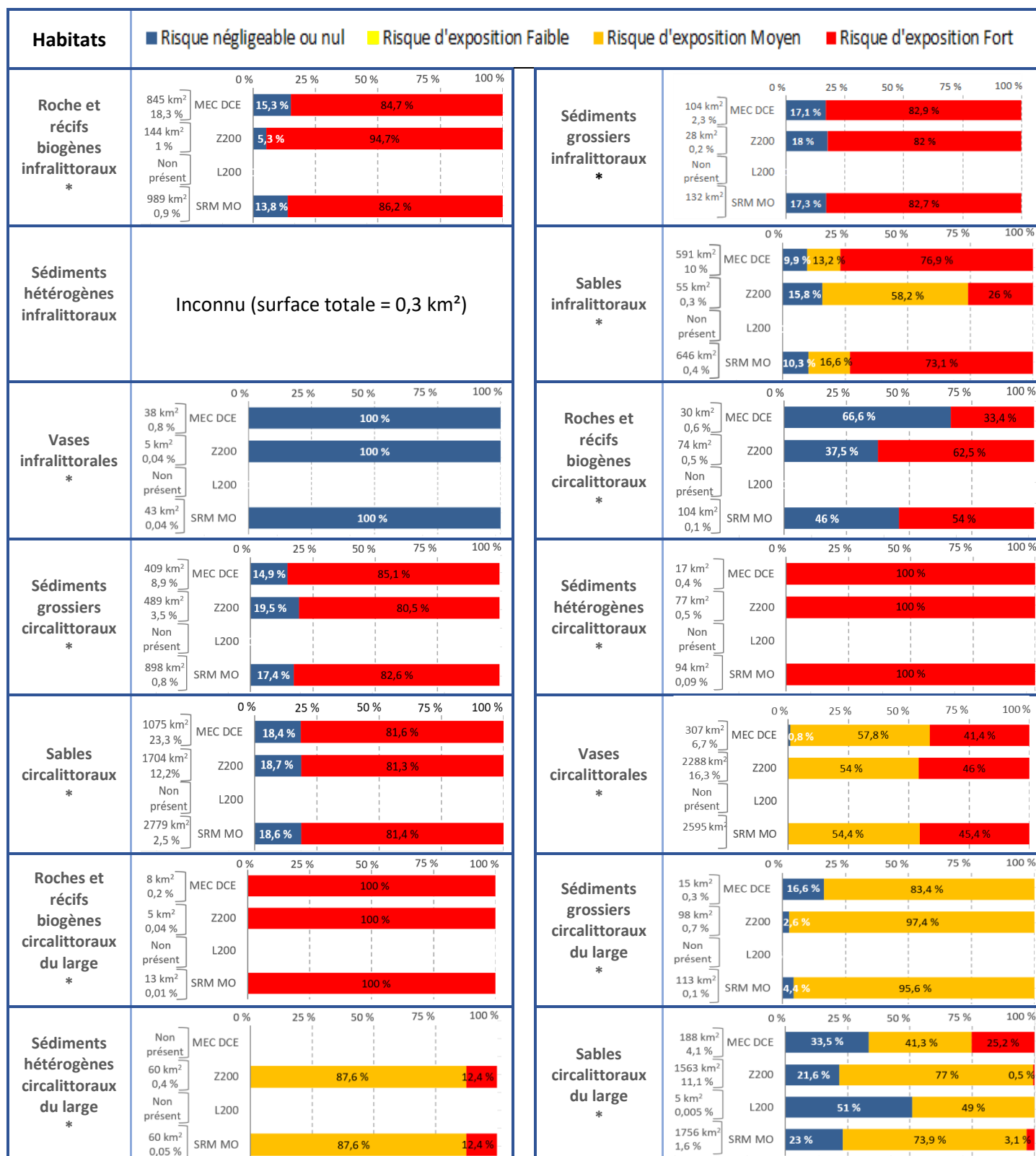
Figure 7 : Répartition (en % de surface) de la modification permanente de la nature du fond pour chaque Unité Marine de Rapportage (UMR), à savoir la zone côtière inférieure à 1 mille nautique - MEC DCE et le plateau continental dans la limite des 200 premiers mètres de bathymétrie - Z200 – la zone large au-delà des 200 mètres de bathymétrie - L200 et pour l'ensemble de la Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale (SRM MO) selon quatre niveaux d'indice d'exposition. La superficie indiquée entre parenthèses représente la superficie totale de l'UMR ou de la SRM MO.

5.2. D7C2 - Etendue spatiale des risques potentiels d'altération des habitats benthiques en lien avec les pressions hydrographiques

L'évaluation du critère D7C2 est présentée pour chaque grand type d'habitat benthique (hors zone intertidale). Ces résultats sont associés à des niveaux de confiance moyens sur l'ensemble de la SRM.

Les résultats montrent que les grands types d'habitats benthiques présents dans la SRM MO sont considérés « à risque » sur au moins 80 % de leur surface (*i.e.* un niveau de risque moyen ou fort est associé à ces habitats) à l'exception de cinq grands types d'habitats : « sables circalittoraux du large » (77%), « roches et récifs biogènes circalittoraux » (54 %), « sédiments du bathyal supérieur ou du bathyal inférieur » (49,6 %), « zone abyssale » (21,2 %), « roches et récifs biogènes du bathyal supérieur ou du bathyal inférieur » (0%) et « vases infralittorales » (0 %). Le grand type d'habitat « sédiments hétérogènes infralittoraux » est dans un état inconnu. Les grands types d'habitats considérés « à risque » présentent un risque d'exposition moyen ou fort (Tableau 5). La distribution spatiale du risque potentiel en SRM MO ainsi que le score de confiance associé sont présentés en Figure 8.

Tableau 5 : Synthèse des résultats obtenus pour le critère D7C2 au regard de chaque grand type d'habitat benthique (hors zone intertidale). L'évaluation du risque cumulé est présentée pour chaque Unité Marine de Rapportage (UMR) - à savoir la zone côtière inférieure à 1 mille nautique - MEC DCE - le plateau continental dans la limite des 200 premiers mètres de bathymétrie - Z200 - la zone large au-delà des 200 mètres de bathymétrie - L200 et pour l'ensemble de la Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale (SRM MO) : surface (km²) et proportion (%) de l'habitat dans l'UMR ou la SRM MO. La proportion (%) de l'habitat potentiellement soumis à un risque de modification (faible, moyen, fort) est indiquée dans les barres du graphique. La superficie (et le pourcentage) indiquée entre crochets représente la superficie totale (et le pourcentage) du grand type d'habitat benthique dans l'UMR ou la SRM MO. Les habitats marqués par une étoile (*) sont considérés comme « bien documentés » tandis que ceux non marqués sont considérés comme « mal connus ».



Vases circalittoraux du large *	58 km ² 1,3 %	MEC DCE	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
	6890 km ² 49,1 %	Z200	4,5 %	43,2 %	52,3 %		
	20 km ² 0,02 %	L200	0,2 %	97,8 %	2 %		
	6968 km ² 6,3 %	SRM MO	0,3 %	97,4 %	2,3 %		
Roches et récifs biogènes du bathyal supérieur ou du bathyal inférieur *	13 km ² 0,3 %	MEC DCE	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
	3 km ² 0,02 %	Z200			100 %		
	37 km ² 0,04 %	L200			100 %		
	53 km ² 0,05 %	SRM MO			100 %		
Sédiments du bathyal supérieur ou du bathyal inférieur *	860 km ² 18,6 %	MEC DCE	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
	546 km ² 3,9 %	Z200	16,6 %	83,4 %			
	67014 km ² 73 %	L200	50,7 %	49,3 %			
	68420 km ² 61,9 %	SRM MO	50,4 %	49,6 %			
Zone abyssale *	Non présent	MEC DCE	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
	Non présent	Z200					
	24438 km ² 26,6 %	L200	78,8 %	21,2 %			
	24438 km ² 22,2 %	SRM MO	78,8 %	21,2 %			

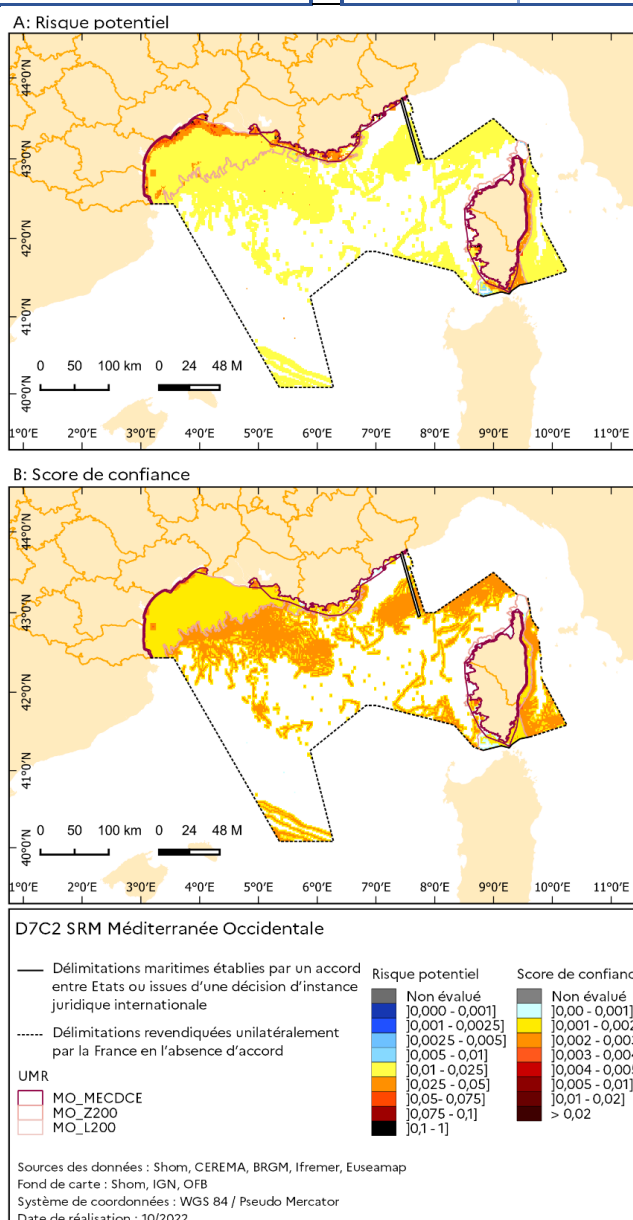


Figure 8 : Localisation du risque potentiel d'effets néfastes dû à la modification des conditions hydrographiques (D7C2) et score de confiance associé dans les trois Unités Marines de Rapportage (UMR) de la Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale (SRM MO). MECDCE : zone côtière inférieure à 1 mille nautique ; Z200 : plateau continental, dans la limite des 200 premiers mètres de bathymétrie ; L200 : zone large, au-delà des 200 mètres de bathymétrie. [Cliquez pour accéder à la cartographie dynamique des résultats.](#)

5.3. Confiance dans l'évaluation

Le dire d'experts est utilisé pour définir des limites aux estimations de risque. Les incertitudes liées aux calculs de l'indice d'exposition et du risque sont nombreuses (Tableau 6). Néanmoins, la caractérisation des sources d'incertitude permet de réaliser une analyse semi-quantitative basée sur la méthode des rangs (Walker *et al.*, 2003). Cette méthode consiste à multiplier entre eux les rangs attribués à chaque source d'incertitude, à les transformer en *ratio* par rapport à la valeur maximale théorique et à définir une classification du niveau de confiance. Cette classification est comprise entre 0 et 1 dans le cas du calcul de l'indice d'exposition et entre 0 et le nombre maximum de conditions hydrographiques modifiées (≤ 7) dans le cas des risques cumulatifs pour un habitat donné. Plus le score est faible, plus l'incertitude par rapport à l'évaluation du risque est forte.

Tableau 6 : Sources d'incertitude identifiées pour l'évaluation du descripteur 7.

Sources d'incertitude	Types d'incertitude
Critère D7C1	Fiabilité de la donnée de base sur les activités incluant : • Incertitudes sur l'intensité de l'activité • Incertitudes sur la fréquence de l'activité • Disponibilité de la donnée • Règles de décision de sélection • Incertitudes sur la probabilité que l'activité génère la pression • Incertitudes liées au dire d'experts de la matrice activité-pression
	Erreurs liées à la définition uniforme de la zone d'influence
Critère D7C2	Toutes les sources définies ci-dessus
	Incertainitudes liées à la construction de la matrice « pressions - sensibilité »
	Incertainitudes liées à la cartographie EUNIS
	Incertainitudes liées à l'agrégation de sensibilité
	Incertainitudes liées à la caractérisation de la relation habitat/pression (typologie de la réponse de l'habitat à la pression)
	Incertainitudes liées à la distance entre la pression et l'habitat
	Incertainitudes liées au formalisme mathématique des modèles d'évaluation du risque

6. Bilan de l'évaluation et comparaison avec l'évaluation BEE DCSMM cycle 2

Les résultats montrent que la SRM MO peut subir des modifications potentielles des conditions hydrographiques allant jusqu'à 49,9 % de sa surface totale. Il existe néanmoins de grandes variations dans les surfaces impactées selon la pression considérée.

Du fait de l'évolution du cadre méthodologique entre le cycle 2 et le cycle 3, **il n'est pas pertinent de comparer les résultats de la précédente évaluation avec ceux de la présente évaluation**. En effet, la DCSMM étant basée sur le principe de précaution, il prévaut d'utiliser « la meilleure connaissance scientifique disponible » ce qui entraîne une mise à jour du cadre méthodologique basé sur la connaissance scientifique la plus récente à chaque cycle.

Ainsi, le carroyage utilisé pour l'évaluation du D7 a évolué avec la mise en place d'une grille officielle qui a été utilisée pour le cycle 3. De plus, la cartographie des habitats benthiques a également été mise à jour, impliquant une modification des « contours » des habitats, impactant potentiellement leur identification et leur classification. Pour ces deux raisons, les échelles d'évaluation sur lesquelles se sont basés les calculs effectués au cycle 2 et au cycle 3 ne sont pas comparables. Par ailleurs, la matrice

« activités – pressions », les zones d’influences, ainsi que les matrices « pressions - sensibilité » des habitats benthiques ont été actualisées, permettant notamment l’évaluation de deux nouveaux grands types d’habitats (« zone abyssale », et « sédiments du bathyal inférieur ou du bathyal supérieur ») représentant plus de 80 % de la SRM. Ainsi, des habitats dont la sensibilité était jusque-là inconnue apparaissent souvent fortement sensibles aux changements de conditions hydrographiques. De même, certaines données d’activité sont plus complètes pour le cycle 3, augmentant *de facto* la surface potentiellement exposée mais permettant une estimation plus réaliste de la situation en Méditerranée.

Pour s’affranchir de ce changement de cadre méthodologique, la comparaison des résultats entre les deux cycles présentée dans la suite du document ne se base pas sur les résultats rapportés au cycle 2 mais sur les résultats d’une version de l’évaluation générée sur la base des activités considérées au cycle 2 et du cadre méthodologique du cycle 3.

Pour le D7C1, les surfaces potentiellement exposées aux modifications de régime de courants et de vagues restent relativement stables (+/- 10 %) entre les deux cycles. Les surfaces exposées aux modifications de régime de turbidité et de nature du fond montrent quant à elles une augmentation importante (+ 390 % et + 310 % respectivement). Cette augmentation est essentiellement due à une augmentation du nombre de données liées aux activités de pêche au cycle 2, notamment dans les zones les plus au large. Cependant, leur indice d’exposition reste globalement faible.

Pour le D7C2 les surfaces potentiellement exposées à des risque de modifications pour les grands types d’habitats benthiques (hors zone intertidale) communs aux 2 cycles d’évaluation augmentent (15 % en moyenne) ainsi que le risque d’exposition (augmentation de la proportion du risque fort de 11 % au cycle 2 à 41 % au cycle 3 pour l’ensemble des surfaces à risques). Deux grands types d’habitats « sédiments du bathyal supérieur ou du bathyal inférieur » et « zone abyssale », non considérés au cycle 2 (sensibilité inconnue), présentent un risque fort sur plus 20 % de leur surface en raison de leur sensibilité très élevée déterminée récemment. Cependant, ces chiffres sont à considérer avec précaution en raison de l’évolution importante de la matrice « pressions – sensibilité » et des données d’activité entre les deux cycles.

Enfin, l’incomplétude et les incertitudes liées aux données d’activité et d’habitats, les approximations liées à la modélisation d’un modèle complexe et les lacunes importantes dans la connaissance scientifique impliquent une propagation importante de l’incertitude. Ainsi, les résultats de l’évaluation du D7 sont à prendre avec précaution et la priorisation de mesures de gestion supposent de définir une acceptabilité des niveaux de risque associés à ces pressions (balance entre risque et incertitude).

Les coûts liés à la dégradation des conditions hydrographiques sont analysés dans le volet AES (voir chapitre 7. « Pour en savoir plus... ») et les objectifs environnementaux définis au titre de ce descripteur sont listés dans le chapitre 7.

7. Pour en savoir plus...

L'ensemble des informations relatives à la mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin est disponible sur : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/>

- *Fiches Indicateurs BEE du descripteur 7*

Tableau 7 : Fiches Indicateurs BEE permettant l'évaluation des différents critères du descripteur 7.

Critères	Indicateurs	Fiche indicateur
D7C1	Etendue spatiale et répartition des modifications permanentes du régime de : • courants • vagues	Changement des conditions hydrodynamiques de la colonne d'eau : étendue spatiale et répartition des modifications permanentes – Région marine Méditerranée + URL FI BEE
	Etendue spatiale et répartition des modifications permanentes : • du régime de turbidité • du régime thermique • du régime de salinité	Changement des conditions hydrologiques de la colonne d'eau : étendue spatiale et répartition des modifications permanentes – Région marine Méditerranée + URL FI BEE
	Etendue spatiale et répartition des modifications permanentes de la nature du fond	Changement des conditions morpho-sédimentaires des fonds : étendue spatiale et répartition des modifications permanentes – Région marine Méditerranée + URL FI BEE
D7C2	Etendue spatiale et proportion de chaque grand type d'habitat benthique subissant des effets néfastes dus à la modification permanente des conditions hydrographiques	Etendue des risques potentiels d'altération par grand type d'habitat benthique en lien avec les pressions hydrographiques – Région marine Méditerranée + URL FI BEE

- *Analyse Economique et Sociale (AES)*

- Fiches activités AES

Pour en savoir plus sur les principaux secteurs d'activités responsables des changements hydrographiques ou susceptibles d'être impactés par ces changements :

- Fiche activité « Travaux publics maritimes »
- Fiche activité « Artificialisation »
- Fiche activité « Production d'électricité »
- Fiche activité « Activités câblières »
- Fiche activité « Pêche professionnelle »
- Fiche activité « Pêche de loisir »
- Fiche activité « Aquaculture »
- Fiche activité « Transport maritime et ports »

- Fiches coûts de la dégradation AES

Pour en savoir plus sur les coûts liés aux changements hydrographiques :

- Fiche coût liés à l'introduction d'énergie dans le milieu et à des modifications du régime hydrologique

- *Fiches OE*

A compléter par équipe OE

- *Sources de données*

Artificialisation : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/Acces-aux-donnees-cartographiques/Catalogue#/metadata/8ab55ec8-a34b-4b46-bee7-3a9b1a512884>

Câbles et conduites sous-marines : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/Acces-aux-donnees-cartographiques/Catalogue#/metadata/8baa9c7a-86d2-403f-bb92-3ab6843cb37a>

Cadastre aquicole : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/Acces-aux-donnees-cartographiques/Catalogue#/metadata/823887db-2a40-4bfb-895e-aef7caa2b0f5>

Etat des lieux DCE 2019 température : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/Acces-aux-donnees-cartographiques/Catalogue#/metadata/146c566c-1dd9-481d-8c3e-ad4f55d2caaf>

Immersion de sédiments de dragage : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/Acces-aux-donnees-cartographiques/Catalogue#/metadata/5214138e-5be1-4430-9d5e-75e1ad4c1b74>

Matrice de sensibilité aux pressions physiques des habitats benthiques présents sur la région marine Méditerranée : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/Acces-aux-donnees-cartographiques/Catalogue#/metadata/f1f6d3fd-5644-4d81-a132-e2e58965b021>

Système de surveillance des navires de pêche - données VMS : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/Acces-aux-donnees-cartographiques/Catalogue#/metadata/b69b27ee-4407-492c-808e-ee8d650d53ea>

Utilisation de la classification des grands types d'habitats benthiques (EUSeaMap, 2021) : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/Acces-aux-donnees-cartographiques/Catalogue#/metadata/2e602923-d9cb-4005-9dfa-eec2b8959c37>

- *Liens cités dans le document*

Annexe 1 des DSF relative au PdS cycle 2 « Changements hydrographiques » : https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/content/download/7812/file/DSF-Annexe_1_PdS_D7.pdf

Classification du Système d'information sur la nature de l'Union Européenne (EUNIS) : https://eunis.eea.europa.eu/habitats-code-browser-revised.jsp?expand=30000#level_30000

Convention de Barcelone :

- <https://www.unep.org/unepmap/fr/who-we-are>
- Indicateur 15 - Med QSR 2017 (Mediterranean Quality Status Report ; Rapport sur l'Etat de l'Environnement du milieu marin et côtier de la Méditerranée 2017)
- https://www.medqsr.org/sites/default/files/inline-files/2017MedQSR_Online_0.pdfhttps://www.medqsr.org/common-indicator-15-location-and-extent-habitats-impacted-directly-hydrographic-alterations

EuSeaMap - EMODnet broad-scale seabed habitat map for Europe : <https://emodnet.ec.europa.eu/geoviewer/#/>

Matrice « pression – sensibilité » des habitats benthiques (MNHN) : <https://inpn.mnhn.fr/programme/sensibilite-ecologique>

- *Documents de référence*

Cachera, M., Cariou, V., Le Corre, F. 2022. Rapport scientifique pour l'évaluation cycle 3 au titre de la DCSMM – Evaluation du descripteur 7 – Conditions hydrographiques – en France Métropolitaine. https://doi.org/10.17183/DOC_D7_EVAL_2024

Décision 2017/848/UE 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 (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE.). OJ L. Vol. 125. <http://data.europa.eu/eli/dec/2017/848/oj/fra>

Directive 2000/60/CE du 23/10/00 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. JO L 327 du 22.12.2000 p. 01 - 73.

Directive 2008/56/CE du Parlement Européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive-cadre stratégie pour le milieu marin). JO L 164 du 25.6.2008, p.19.

European Commission. 2022. MSFD CIS Guidance Document No. 19, Article 8 MSFD, May 2022

JORF. 2023. Arrêté du **A compléter DEB** 2023 relatif à la définition du bon état écologique des eaux marines et aux normes méthodologiques d'évaluation

La Rivière, M., Aish, A., Gauthier, O., Grall, J., Guérin, L., Janson, A.-L., Labrune, C., Thibaut, T., Thiébaud, E., 2015. Méthodologie pour l'évaluation de la sensibilité des habitats benthiques aux pressions anthropiques. Rapp. SPN 2015-69 53.

Samhour, J.F., Levin, P.S., 2012. Linking land- and sea-based activities to risk in coastal ecosystems. Biol. Conserv. 145, 118–129. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.021>

Tacnet, J.-M., 2009. Prise en compte de l'incertitude dans l'expertise des risques naturels en montagne par analyse multicritères et fusion d'information (phdthesis). Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

UNISDR. 2009. Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies (UNISDR), Terminologie pour la prévention des risques de catastrophe. Nations unies, Genève.

Vasquez, M., Allen, H., Manca, E., Castle, L., Lillis, H., Agnesi, S., Al Hamdani, Z., *et al.* 2021. EUSeaMap 2021. A European broad-scale seabed habitat map. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00723/83528/> (Accessed 29 June 2022)

Walker, W. E., Harremoës, P., Rotmans, J., van der Sluijs, J., van Asselt, M. B., Janssen, P., & Kreyer von Krauss, M. P. 2003. Defining Uncertainty: A Conceptual Basis for Uncertainty Management in Model-Based Decision Support. Integrated Assessment 4 (1), 5-17.

- *Evaluations précédentes*

- Evaluation initiale BEE - cycle 1 :

- Etouffement et colmatage :
https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/content/download/5285/file/MO_PI_01_Etouffement_colmatage.pdf
 - Abrasion :
https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/content/download/5286/file/MO_PI_02_Abrasion.pdf
 - Extraction sélective de matériaux :
https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/content/download/5287/file/MO_PI_03_Extraction_selective_materiaux.pdf
 - Modification de la nature du fond et de la turbidité :
https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/content/download/5288/file/MO_PI_04_Modification_nature_fond_turbidite.pdf
 - Impacts cumulatifs des pertes et dommages physiques :
https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/content/download/5289/file/MO_PI_05_Impacts_cumulatifs_pertes_dommages_physiques.pdf
 - Modification du régime thermique :
https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/content/download/5296/file/MO_PI_12_Modification_regime_thermique.pdf
 - Modification du régime de salinité :
https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/content/download/5297/file/MO_PI_13_Modification_regime_salinite.pdf

- Modification du régime des courants :
https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/content/download/5298/file/MO_PI_14_Modification_regime_courants.pdf
- Evaluation initiale BEE - cycle2
 - Synthèse :
https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/content/download/5949/file/Synth%C3%A8se%20Evaluation%20DCSMM%20D7-%20MED_VF%202019.pdf
 - Rapport scientifique :
https://sextant.ifremer.fr/documentation/dcsmm/documents/Evaluation_2018/Rapport_Evaluation_DCSMM_2018_D7_Shom.pdf