



**Programme des Nations Unies pour
l'Environnement
Plan d'action pour la Méditerranée**

Distr.: Limited
24 Février 2023

Original: English
Français

Réunion du groupe de correspondance sur l'approche écosystémique pour la surveillance (CORMON) de la biodiversité et de la pêche

Athènes, Grèce, 9-10 mars 2023

Point 3 de l'ordre du jour. Rapport sur l'état de la qualité de la Méditerranée 2023 (2023 MED QSR) : Contenu sur la Biodiversité, les espèces non indigènes et Objectifs écologiques de la pêche (OE)

- 3.1. Chapitre sur l'OE1**
- 3.1.1. Habitats benthiques**

2023 MED QSR : Chapitre sur les habitats benthiques (EO1)

Pour des raisons environnementales et économiques, ce document est imprimé en nombre limité. Les délégués sont priés d'apporter leurs exemplaires aux réunions et de ne pas demander d'exemplaires supplémentaires

Note du Secrétariat

La feuille de route et l'évaluation des besoins du QSR MED 2023 ont été approuvées par la COP 21 (Naples, Italie, décembre 2019) par la décision IG.24/4. Elle définit la vision de la réussite du MED QSR 2023, et décrit les principaux processus, étapes et résultats liés à l'IMAP à entreprendre, avec leurs échéances.

Les principaux chapitres d'évaluation du QSR MED 2023 sont basés sur les évaluations des indicateurs communs (IC) et de certains indicateurs communs candidats (ICC) dans le cadre des objectifs écologiques (OE) pour la biodiversité et la pêche, la pollution et les déchets marins et côtes et l'hydrographie. Dans la mesure du possible, et lorsque les données le permettent, les IC sont intégrés dans et entre les OE.

En tant que contribution aux chapitres biodiversité (EO1) et espèces non-indigènes (EO2) du QSR MED 2023, le SPA/RAC a préparé six rapports d'évaluation thématiques pour les habitats benthiques, les cétacés, le phoque moine de Méditerranée, les oiseaux de mer, les tortues marines et les Espèces Non Indigènes (ENI).

Ce document fournit l'évaluation de l'objectif écologique 1 (habitats benthiques) suivant une approche basée sur l'indicateur commun 1 (distribution de l'habitat CI 1) et l'indicateur commun 2 (état de l'habitat CI 2) de l'IMAP. Ce chapitre du QSR aborde également l'objectif écologique 6 (intégrité du fond marin), en s'inspirant de la proposition OE6, tout en reconnaissant que l'OE6 ne fait pas encore partie de l'IMAP.

L'approche utilisée dans cette analyse des IC liés à l'OE1 et qui s'étend à de larges types d'habitats dans le cadre de l'OE6, vise à fournir une évaluation plus holistique des fonds marins méditerranéens et des pressions qu'ils subissent.

La présente proposition de chapitre sur les habitats benthiques du QSR MED 2023 est soumise à l'examen et à la discussion de la réunion du groupe de correspondance de l'approche écosystémique sur la surveillance (CORMON) de la biodiversité et de la pêche, en vue de sa finalisation pour examen par la réunion des CORMON intégrés les 27 et 28 juin 2023.

Clause de non-responsabilité :

Les désignations employées et la présentation des éléments contenus dans cette publication n'impliquent pas l'expression d'une quelconque opinion de la part du Secrétariat du Programme des Nations Unies pour l'environnement/Plan d'action pour la Méditerranée concernant le statut juridique de tout pays, territoire, ville ou zone ou de ses autorités, ou concernant la délimitation de ses frontières ou limites.

Le Secrétariat n'est pas non plus responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations fournies dans les tableaux et cartes de ce rapport. De plus, les cartes servent uniquement à des fins d'information et ne peuvent pas et ne doivent pas être interprétées comme des cartes officielles représentant les frontières maritimes conformément au droit international.

Chargés de l'étude au sein du SPA/RAC

Yassine Ramzi SGHAIR, chargé des projets IMAP

Asma YAHYAOU, chargée de projet ABIOMMED/chargée de projets adjointe IMAP

Samar KILANI, chargée adjointe du projet EcAp Med III

Rapport préparé par:

David CONNOR, SPA/RAC consultant

Contents

1	MESSAGES CLÉS	1
2	INFORMATION GÉNÉRALE ET MÉTHODOLOGIE	1
2.1.	OE1, OE6 ET RELATIONS AVEC LES AUTRES OE	2
2.1.1.	OE1 BIODIVERSITE ET OE6 INTEGRITE DES FONDS MARINS	2
2.1.2.	HABITATS VISES PAR LES OE1 ET OE6.....	3
2.1.2.1.	<i>Habitats de l'OE1</i>	3
2.1.2.2	<i>Habitats de l'OE6</i>	3
2.2	RELATIONS AVEC LES AUTRES OE.....	4
3	FORCES MOTRICES (DRIVERS), PRESSIONS, ÉTAT, IMPACT, RÉPONSE (DPSIR)	7
3.1	INTRODUCTION.....	7
3.2	PRESSIONS ANTHROPIQUES AFFECTANT LE PLANCHER OCEANIQUE	8
3.3	ACTIVITES HUMAINES AFFECTANT LE FOND MARIN DE LA MEDITERRANEE.....	10
3.3.1	<i>Activités de pêche au chalut de fond</i>	11
3.3.2	<i>Activités de pêche au chalut de fond à panneaux</i>	12
3.3.3	<i>Chalutiers à perche et dragues</i>	13
3.3.4	<i>Pêche artisanale non chalutière et pêche récréative</i>	14
3.3.5	<i>Artificialisation du littoral</i>	14
3.3.6	<i>Dragage et déversement</i>	15
3.3.7	<i>Ancrage</i>	16
3.3.8	<i>Activités d'aquaculture</i>	16
3.3.9	<i>Exploration et exploitation de gaz et de pétrole</i>	17
3.3.10	<i>Parcs éoliens offshore</i>	17
3.3.11	<i>L'extraction minière</i>	18
3.4	PRESSIONS SUR LES FONDS MARINS	18
3.4.1	<i>Biologie - espèces non indigènes</i>	18
3.4.2	<i>Biologie - extraction d'espèces sauvages</i>	19
3.4.3	<i>Physique - perte du fond marin</i>	20
3.4.4	<i>Physique - perturbation des fonds marins</i>	21
3.4.5	<i>Physique - pressions hydrographiques</i>	22
3.4.6	<i>Pollution d'origine terrestre - enrichissement en nutriments et contaminants</i>	22
3.4.7	<i>Les déchets</i>	24
3.4.8	<i>Changement climatique</i>	25
3.4.9	<i>Le carbone bleu et les effets de la pêche de fond</i>	25
3.4.10	<i>Effets cumulés</i>	26
4	ÉVALUATION DE L'ÉTAT	26
4.1	THEME CHOISI POUR L'EVALUATION DU BEE	26
4.2	ÉVALUATION DE L'IC-1 - AIRE DE REPARTITION DES HABITATS	27
4.2.1	<i>OE6 habitats</i>	27
4.2.2	<i>OE1 habitats</i>	28
4.3	ÉVALUATION DE L'IC-2 - ÉTAT DES HABITATS	30
4.3.1	<i>OE6 habitats</i>	30
4.3.2	<i>OE1 habitats</i>	30
4.4	ÉVALUATION PILOTE POUR OE6 - MER ADRIATIQUE	30
4.4.1	<i>Données d'entrée</i>	30
4.4.2	<i>Traitement des données</i>	34
4.4.3	<i>Résultats de l'évaluation pilote</i>	34
5	PRINCIPAUX RÉSULTATS PAR IC	36
5.1.1	<i>IC-1 - aire de répartition de l'habitat</i>	36
5.1.2	<i>IC-2 - état de l'habitat</i>	36

6	MESURES ET ACTIONS NÉCESSAIRES POUR ATTEINDRE LE BEE	36
7	REFERENCES	38

Liste des Tableaux

Tableau 1. Liens entre les OE1, OE6 et les autres OE et leurs indicateurs communs et candidats (PNUE/PAM, 2016). Les liens renvoient aux évaluations des indicateurs de QSR MED de 2017	4
Tableau 2. Pressions anthropogéniques, y compris celles résultant du changement climatique, qui peuvent avoir des effets néfastes sur le milieu marin, avec une indication de leur pertinence pour le fond marin de la Méditerranée et ses habitats.....	8
Tableau 3. Les activités humaines et leurs effets (pressions) sur le fond de la Méditerranée. Seules les principales interactions activités/pressions sont indiquées (cellules orange).....	10
Tableau 4. Évaluation pilote de trois zones (subdivisions) dans la mer Adriatique.....	34

Liste des Figures

Figure 1. Structure du niveau 2 de la classification des habitats marins de la Convention de Barcelone/EUNIS, montrant les grands types d'habitats MSFD comme étant directement liés à une classe ou à des agrégations de classes de niveau 2 BC/EUNIS (bordures rouges en gras) (de MSCG_29-2021-05). Pour les codes CB, ajouter '.5' au code EUNIS (par exemple, 'MB1.5' pour les roches infralittorales).....	4
Figure 2. Nombre d'espèces non indigènes envahissantes par cellule de grille de 10 km x 10 km (maximum 39 espèces), normalisé à l'échelle 0-1 (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019).....	19
Figure 3. Répartition et intensité de la pêche démersale en kilowatts par heure de pêche pour l'année 2015 (Korpinen et al., 2019).	19
Figure 4. Répartition et intensité de la pêche démersale pour l'année 2015, normalisées à l'échelle 0-1, 1 représentant 1 549 089 kilowatts par heure de pêche (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). L'isobathe de 1000 m est également représentée.	20
Figure 5. Nombre d'activités différentes causant une perte physique du fond marin par cellule de grille de 10 km x 10 km (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir le texte pour plus de détails.	21
Figure 6. Nombre d'activités différentes causant une perturbation physique des fonds marins par cellule de grille de 10 km x 10 km (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir le texte pour plus de détails. L'isobathe de 1000 m est également représentée.....	22
Figure 7. Nombre de pressions hydrographiques différentes par maille de 10 km x 10 km, tel que rapporté par les États membres de l'UE pour la directive-cadre sur l'eau en 2016 (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019).....	22
Figure 8. Évaluation intégrée de l'eutrophisation à l'aide du modèle HEAT. En Méditerranée, l'évaluation est effectuée pour les eaux côtières (pas bien visible) (redessiné à partir des données de Korpinen et al, 2019).....	23
Figure 9. Évaluation intégrée de l'eutrophisation à l'aide du modèle HEAT, normalisé à l'échelle 0-1 (redessiné à partir de données dans Korpinen et al., 2019).	24
Figure 10. Carte prévisionnelle d'EUSeaMap (2021) des grands types d'habitats de la MSFD dans la région de la mer Méditerranée, basée sur la typologie des habitats EUNIS (2019) (à partir de EMODnet, consultée le 6 février 2023).....	28
Figure 11. Répartition des herbiers de <i>Posidonia oceanica</i> dans la mer Méditerranée (zones vertes) (de Giakoumi et al., 2013).....	28
Figure 12. Répartition des habitats coralligènes en mer Méditerranée (zones rouges) (de Giakoumi et al., 2013).....	29

Figure 13. Répartition des habitats de rhodolithes/maërl en mer Méditerranée (zones rouges) (de Martin et al., 2014).....	29
Figure 14. Subdivisions de la sous-région de la mer Adriatique, et isobathe de 1000n.....	31
Figure 15. EUSeaMap (2021) carte prévisionnelle des grands types d'habitats MSFD dans la sous-région de la mer Adriatique, basée sur la typologie des habitats EUNIS (2019) (d'après EMODnet, consulté le 6 février 2023).....	31
Figure 16. Nombre total d'espèces non indigènes par cellule de grille de 10 km x 10 km (maximum 39), normalisé à l'échelle 0-1 (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir la section 4.4.1 pour plus de détails.....	32
Figure 17. Évaluation de l'eutrophisation par HEAT par cellule de grille de 10 km x 10 km, normalisée à l'échelle 0-1 (redessinée à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir la section 4.4.6 pour plus de détails.....	33
Figure 18. Nombre total d'activités causant des pertes physiques par cellule de grille de 10 km x 10 km (maximum 4) (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir la section 4.4.3 pour plus de détails.....	33
<i>Figure 19.</i> Nombre total d'activités causant des perturbations physiques par cellule de grille de 10 km x 10 km (maximum 4) (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir la section 4.4.4 pour plus de détails.	33
Figure 20. Nombre total de pressions hydrologiques par maille de 10 km x 10 km (maximum 9) déclarées au titre de la WFD (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir la section 4.4.5 pour plus de détails.....	34

Liste d'abréviations et d'acronymes

DPSIR	Forces motrices (drivers), pressions, état, impact et réaction (cadre d'évaluation)
EC	Commission européenne
EEA	Agence européenne pour l'environnement
EMODnet	Réseau européen d'observation et de données du milieu marin (de la Commission européenne)
ETC-ICM	Centre thématique européen sur les eaux intérieures, côtières et marines
EU	Union européenne
EUNIS	Système européen d'information sur la nature
EUSeaMap	Produit cartographique modélisé des habitats des fonds marins pour les régions marines européennes (d'EMODnet)
FRA	Zone de pêche restreinte (de la CGPM)
BEE	Bon état écologique
GFCM	Commission générale des pêches pour la Méditerranée
HELCOM	Commission d'Helsinki, mettant en œuvre la Convention d'Helsinki sur la protection de l'environnement marin de la zone de la mer Baltique
ICES	Conseil international pour l'exploration de la mer
MSFD	Directive-cadre "Stratégie pour le milieu marin"
OSPAR	Commission d'Oslo-Paris, mettant en œuvre la Convention d'Oslo-Paris pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est
QSR	Rapport sur l'état de la qualité
RSC	Convention sur la mer régionale
SPA/RAC	Centre d'activités régionales pour les zones de protection spéciale
UNEP/MAP	Programme des Nations unies pour l'environnement - Plan d'action pour la Méditerranée, mettant en œuvre la Convention de Barcelone pour la protection de l'environnement marin et de la région côtière de la Méditerranée
WFD	Directive-cadre sur l'eau de l'Union européenne

1. MESSAGES CLÉS

1. Les fonds marins et leurs habitats benthiques constituent une composante essentielle de l'écosystème marin de la Méditerranée. Ils abritent une grande diversité de communautés et d'espèces marines et fournissent une série de services essentiels, notamment la fourniture de produits de la mer, la protection naturelle des côtes et la séquestration du carbone.
2. Les fonds marins sont soumis à un large éventail de pressions anthropiques, provenant d'activités terrestres qui entraînent une pollution (contaminants, enrichissement en nutriments, déchets) et d'activités maritimes qui causent des dommages physiques et une perte d'habitat (pêche de fond, extraction minière, infrastructures côtières et offshore), introduisent des espèces non indigènes et perturbent le cycle naturel du carbone.
3. Les fonds marins sont soumis à de fortes pressions dans la zone côtière, où de vastes étendues de côte ont perdu leur habitat marin naturel en raison de la construction d'infrastructures côtières et de défenses maritimes. Au large, jusqu'à des profondeurs de 1000 m, les dommages les plus étendus et les plus importants causés aux habitats des fonds marins proviennent de la pêche de fond au moyen de chaluts et de dragues. En dessous de cette profondeur, ces pratiques de pêche sont interdites, ce qui permet de protéger les habitats sensibles des eaux profondes dans toute la Méditerranée. Cependant, il est de plus en plus évident que les déchets provenant de sources terrestres s'accumulent à ces profondeurs.
4. Les habitats particulièrement menacés, notamment les herbiers marins, les bancs de maërl et les habitats coralligènes, font désormais l'objet de programmes de surveillance dans le cadre de l'objectif écologique 1 (OE1: Biodiversité). Les évaluations du fond marin au sens large dans le cadre de OE6 (Intégrité des fonds marins) sont moins bien développées ; ce chapitre propose une première approche de l'évaluation du fond marin méditerranéen au sens large.
5. Une évaluation pilote pour la mer Adriatique montre que tous les habitats côtiers et offshore sont soumis à de multiples pressions, mais que les habitats du sud, situés à moins de 1000 m de profondeur, sont moins affectés. La pression la plus répandue est la perturbation physique par la pêche de fond, qui affecte 90% de cette sous-région.

INFORMATION GÉNÉRALE ET MÉTHODOLOGIE

6. Cette évaluation s'appuie sur le chapitre du MED QSR 2017 sur les habitats benthiques, visant à fournir une évaluation plus axée sur les données des habitats benthiques dans toute la région de la mer Méditerranée, sur la base des ensembles de données disponibles.
7. L'évaluation aborde à la fois l'objectif écologique 1 (habitats benthiques) et l'objectif écologique 6 (intégrité des fonds marins), en suivant une approche similaire basée sur l'indicateur commun 1 (répartition des habitats IC-1) et l'indicateur commun 2 (état des habitats IC-2) de l'IMAP.
8. Une démonstration du cadre proposé pour l'OE6 est fournie, tout en reconnaissant qu'il est en cours de développement et de discussion¹. L'évaluation se concentre sur un ensemble de grands types d'habitats² pour donner une vue d'ensemble des pressions qui affectent l'intégrité des fonds marins dans la région, avec une étude pilote pour la sous-région de la mer Adriatique
9. L'évaluation reflète le cadre du DPSIR par l'identification des principales activités et pressions affectant les habitats des fonds marins. Les données sur la distribution et l'étendue des principales pressions sur les fonds marins sont tirées d'une évaluation de l'Agence européenne pour l'environnement des pressions dans les mers européennes utilisant une grille de 10 km sur 10 km ([rapport technique ETC/ICM 4/2019](#)). Ce rapport inclut les pressions suivantes
 - a) les espèces non indigènes ;
 - b) enrichissement en nutriments (eutrophisation) ;
 - c) perte physique des fonds marins (dragage, déversement, plateformes pétrolières et gazières, [ports](#), extraction de sable et de gravier, parcs éoliens) ;

¹ Contract N°1_2022_SPA/RAC Projet ABIOMMED

² Grands types d'habitats de MSFD du tableau 2 de la décision (UE) 2017/848 de la Commission

- d) perturbation physique (pêche démersale, dragage, extraction de sable et de gravier, sites d'ancrage, parcs éoliens, plateformes pétrolières, aquaculture, navigation en eaux peu profondes) ;
- e) pressions hydrographiques.
10. L'évaluation de l'IC-1 et IC-2 est présentée, dans la mesure du possible, sur la base des ensembles de données ci-dessus. Pour l'IC-2³, les informations sur la pression sont utilisées comme une évaluation approximative de l'étendue possible des impacts sur l'état de l'habitat.
11. Des récits sur l'état des habitats benthiques selon les sections du modèle QSR sont fournis, en s'appuyant sur des rapports récents, y compris l'ETC/ICM (Korpinen et al., 2019) et l'UNEP/MAP-SPA/RAC (2022) [UNEP/MED WG. 547/Inf.4] et les analyses ci-dessus.
12. L'évaluation des habitats benthiques dans le cadre de la OE1 et des IC1 et IC2 n'est pas encore bien établie. L'approche présentée ici, qui s'étend à de larges types d'habitats dans le cadre de l'OE6, vise à fournir une évaluation plus holistique des fonds marins méditerranéens et des pressions qu'ils subissent, tout en reconnaissant que d'autres développements méthodologiques sont nécessaires afin de fournir une évaluation complète du statut du Bon état écologique (BEE) pour les habitats des fonds marins.

2.1. OE1, OE6 ET RELATIONS AVEC LES AUTRES OE

2.1.1. OE1 Biodiversité et OE6 Intégrité des fonds marins

13. Les fonds marins et leurs habitats sont traités spécifiquement par deux objectifs écologiques (OE1 Biodiversité et OE6 Intégrité des fonds marins). Dans le cadre de l'IMAP, les parties contractantes ont adopté deux indicateurs communs pour l'OE1, avec les définitions ODD associées suivantes, les objectifs opérationnels et les cibles définies dans les fiches d'orientation de l'IC ([UNEP\(DEPI\)/MED WG.444/6/Rev.1](#); 2017):

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 1 : aire de répartition de l'habitat		
Définition BEE correspondante	Objectif opérationnel correspondant	Cible(s) proposée(s)	
L'habitat est présent dans toute son étendue de distribution naturelle.	Les habitats côtiers et marins ne sont pas en train de disparaître	État	Pression
		Le rapport entre la répartition naturelle et la répartition observée tend vers 1	Diminution des principales causes humaines du déclin de l'habitat

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 2 : état des espèces et des communautés typiques de l'habitat		
Définition BEE correspondante	Objectif opérationnel correspondant	Cible(s) proposée(s)	
La taille et la densité de la population des espèces définissant l'habitat, ainsi que la composition en espèces de la communauté, sont conformes aux conditions de référence garantissant le maintien à long terme de l'habitat.	Les habitats côtiers et marins ne sont pas en train de disparaître	État :	
		- Pas de divergence significative d'origine humaine entre l'abondance et la densité de la population et les conditions de référence. -La composition des espèces montre une tendance positive vers les conditions de référence sur une	

³ Les données (données sur la composition et l'abondance des espèces sur des sites de surveillance spécifiques) soumises au système d'information IMAP pour les trois types d'habitats OE 1 n'ont pas été analysées en raison d'un manque d'accord sur la méthodologie d'analyse et sur une valeur seuil pour définir le bon état de chaque habitat

		proportion croissante de l'habitat (pour les habitats en régénération).
--	--	---

14. Au moment de l'adoption dans l'IMAP en 2014 d'une définition, d'objectifs et de cibles BEE pour OE1 (et d'autres OE), l'état des connaissances et la disponibilité des données pour l'OE6 n'étaient pas considérés comme suffisamment avancés, et donc l'OE6 n'est pas encore inclus dans l'IMAP. Cependant, le SPA/RAC a préparé un premier projet de proposition pour l'OE6 et l'a présenté à CORMON Biodiversité en mars 2023 (UNEP/MED WG.547/10), en vue de son adoption dans l'IMAP en 2023.

2.1.2. Habitats visés par les OE1 et OE6

15. Bien que les OE1 et OE6 traitent tous deux des fonds marins et de leurs habitats, ils ont des perspectives différentes et peuvent être considérés comme complémentaires. L'OE1 se concentre sur des types d'habitats spécifiques considérés comme menacés, alors qu'il est proposé que l'OE6 s'intéresse à l'ensemble du fond marin à travers un ensemble de grands types d'habitats. Compte tenu de l'importance plus globale de l'intégrité du fond marin pour la qualité et le fonctionnement de l'écosystème méditerranéen, y compris son rôle dans l'atténuation du changement climatique, ce chapitre du QSR traite également de l'OE6, en s'inspirant de la proposition de l'OE6, tout en reconnaissant que l'OE6 ne fait pas encore partie de l'IMAP.

2.1.2.1. Habitats de l'OE1

16. Le processus IMAP a pris en considération un certain nombre de types d'habitats à inclure dans l'OE1. A ce jour, des méthodes de surveillance ont été établies (UNEP/MED WG.502/16 Rev.1. Annexe A Rev.1, 2021) et les flux de données dans la plateforme IMAP Info System ont commencé pour les types d'habitats suivants :

- a. Les prairies sous-marines, en particulier *Posidonia oceanica* ;
- b. Coralligènes et autres bioconstructions calcaires dans la zone circalittorale supérieure ;
- c. Habitats sombres.

17. Le SPA/RAC travaille actuellement à l'examen de types d'habitats supplémentaires qui pourraient être proposés pour la surveillance et l'évaluation de l'OE1 (UNEP/MED WG. 547/11)

2.1.2.2. Habitats de l'OE6

18. Le champ d'application de l'OE6 est vaste, se référant plus généralement à " l'intégrité des fonds marins ". Dans le cadre du Marine Strategy Framework Directive (MSFD), le descripteur 6 équivalent, il est appliqué à un ensemble de 22 "grands types d'habitats" (BHT) tels qu'ils sont énumérés dans le tableau 2 de la décision de la Commission (UE) 2017/848. Ensemble, ils couvrent l'ensemble des fonds marins, de la zone littorale jusqu'aux profondeurs abyssales, dans le but d'atteindre le BEE dans une gamme complète d'habitats des fonds marins. La figure 1 montre la structure de niveau 2 de la typologie des habitats marins de la Convention de Barcelone et des typologies EUNIS (remarque : pour les habitats de la Colombie-Britannique, ajouter ".5" au code EUNIS, par exemple, "MB1.5" pour la roche infralittorale). Les "grands types d'habitats" du MSFD correspondent directement à ces types de niveau 2 de BC/EUNIS, bien que certains soient des agrégations de ces types, comme indiqué par les cases rouges épaisses. Cela réduit le nombre de types d'habitats à évaluer de 42 à 22.

	Level 2	Hard/firm		Soft			
		Rock*	Biogenic habitat (flora/ fauna)	Coarse	Mixed	Sand	Mud
Phytal gradient/ hydrodynamic gradient	Littoral	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MA6
	Infralittoral	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	MB6
	Circalittoral	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
Aphytal/ hydrodynamic gradient	Offshore circalittoral	MD1	MD2	MD3	MD4	MD5	MD6
	Upper bathyal	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6
	Lower bathyal	MF1	MF2	MF3	MF4	MF5	MF6
	Abyssal	MG1	MG2	MG3	MG4	MG5	MG6

MSFD Broad Habitat Types

Figure 1. Structure du niveau 2 de la classification des habitats marins de la Convention de Barcelone/EUNIS, montrant les grands types d'habitats MSFD comme étant directement liés à une classe ou à des agrégations de classes de niveau 2 BC/EUNIS (bordures rouges en gras) (de [MSCG 29-2021-05](#)). Pour les codes CB, ajouter '.5' au code EUNIS (par exemple, 'MB1.5' pour les roches infralittorales).

2.1.3. Relations avec les autres OE

19. L'OE1 et l'OE6 ont des liens importants entre eux et avec d'autres objectifs écologiques de l'IMAP qui traitent directement des habitats des fonds marins et avec d'autres OE qui traitent des pressions susceptibles d'affecter le fond marin et ses habitats. Ils sont présentés dans le **tableau 1**, accompagnés de commentaires sur la manière dont ces synergies pourraient être exploitées dans le cadre d'une approche intégrée de la mise en œuvre de l'IMAP.

Tableau 1. Liens entre les OE1, OE6 et les autres OE et leurs indicateurs communs et candidats (PNUE/PAM, 2016). Les liens renvoient aux évaluations des indicateurs de [MED QSR de 2017](#)

Objectif écologique	Indicateurs communs et candidats	Pertinence pour OE 1 et OE6
OE1 Biodiversité	<p>IC-1 : Aire de répartition de l'habitat</p> <p>IC-2 : État des espèces et des communautés typiques de l'habitat</p> <p>Les IC-3, IC-4 et IC-5 concernent les oiseaux, mammifères et reptiles marins (aire de répartition des espèces, abondance des populations et caractéristiques démographiques des populations).</p>	<p>Pertinent.</p> <p>L'OE1 traite des habitats des fonds marins (ainsi que des espèces d'oiseaux, de mammifères et de reptiles marins), ce qui permet un chevauchement direct avec l'OE6 dans les cas où les fonds marins traités dans le cadre de chaque OE se chevauchent.</p> <p>Les IC-1 et IC-2 pourraient être réutilisées pour l'OE6.</p>
OE2 Espèces non indigènes	<p>IC-6 : Tendances en matière d'abondance, d'occurrence temporelle et de distribution spatiale des espèces non indigènes, en particulier des espèces non indigènes envahissantes, notamment dans les zones à risque, en relation avec les principaux vecteurs et voies de propagation de ces espèces.</p>	<p>Potentiellement pertinent.</p> <p>Les ENI benthiques, quand elles sont très abondantes ou quand plusieurs ENI sont présentes dans une communauté, peuvent avoir des effets néfastes sur l'habitat du fond marin.. L'IC-6 fournit une évaluation de l'étendue et de l'abondance des ENI. Les évaluations des effets néfastes des ENI par type d'habitat, basées sur l'IC-6, pourraient être utilisées pour contribuer à l'évaluation des OE1 et OE6.</p>

Objectif écologique	Indicateurs communs et candidats	Pertinence pour OE 1 et OE6
OE3 Récolte de poissons et de coquillages exploités commercialement	<p>CI-7 : Biomasse du stock reproducteur</p> <p>CI-8 : Débarquements totaux</p> <p>CI-9 : Mortalité par pêche</p> <p>CI-10 : Effort de pêche</p> <p>CI-11 : Captures par unité d'effort (CPUE) ou débarquement par unité d'effort (LPUE) en tant que variables de substitution.</p> <p>CI-12 : Prises accessoires d'espèces vulnérables et non ciblées (OE1 et OE3)</p>	<p>Potentiellement pertinent.</p> <p>Le statut des poissons et crustacés démersaux/benthiques exploités commercialement (dérivé de IC-7, IC-9 et d'autres IC) pourrait être utilisé pour contribuer à l'évaluation de OE1 et OE6, car le statut de l'espèce peut partiellement refléter le statut de l'habitat du fond marin occupé par l'espèce.</p> <p>L'IC-12 peut être utilisé pour évaluer les prises accessoires d'espèces macro benthiques, y compris les espèces dites "EMV".</p>
OE4 Réseaux alimentaires marins	À développer	<p>Potentiellement pertinent.</p> <p>Les réseaux alimentaires comprennent les interactions entre les fonds marins, la colonne d'eau et les espèces marines vivant dans et au-dessus de la mer. Lors de l'élaboration des IC pour l'OE4, il serait judicieux d'examiner si les données et les IC disponibles pour OE1 et OE6 pourraient être réutilisées pour OE4, et comment les futurs IC pour OE4 pourraient aborder des aspects fonctionnels spécifiques des réseaux alimentaires qui contribuent également à OE1 et OE6.</p>
OE5 Eutrophisation	<p>CI-13 : Concentration des principaux nutriments dans la colonne d'eau</p> <p>CI-14 : Concentration de chlorophylle-a dans la colonne d'eau</p>	<p>Pertinence limitée pour le moment.</p> <p>L'eutrophisation peut affecter les fonds marins ainsi que la colonne d'eau et, en Méditerranée, elle est principalement confinée aux eaux côtières ; les IC-13 et IC-14 concernent la colonne d'eau ; dans les cas où leur évaluation indique des niveaux de pression élevés, cela peut indirectement indiquer qu'il peut y avoir des problèmes d'eutrophisation sur les fonds marins.</p>
OE7 Hydrographie	CI-15 : Localisation et étendue des habitats directement touchés par les altérations hydrographiques	<p>Pertinent.</p> <p>Les altérations hydrographiques des habitats des fonds marins sont directement pertinentes pour l'OE6 (et l'OE1). Les évaluations de l'IC-15 doivent fournir l'étendue de l'effet négatif par habitat afin que les résultats puissent alimenter les évaluations de l'OE-6 et de l'OE-1.</p>
OE8 Écosystèmes et paysages côtiers	<p>IC-16 : Longueur du littoral soumis à des perturbations physiques dues à l'influence de structures artificielles</p> <p>Indicateur candidat-25 : Changement d'affectation des sols</p>	<p>Pertinent.</p> <p>Si l'évaluation de l'IC-16 fournit des résultats sur l'étendue des effets sur les habitats rocheux et sédimentaires du littoral, ces résultats peuvent être directement utilisés dans le cadre de l'OE6.</p> <p>En plus de la perte directe d'habitats littoraux par la construction sur la côte (IC-16), l'artificialisation du littoral peut entraîner la dispersion de matériaux dans la zone proche du rivage, provoquant ainsi l'étouffement et la perte d'habitats proches du rivage.</p>
Pollution OE9	<p>IC-17 : Concentration des principaux contaminants nocifs mesurés dans la grille concernée</p> <p>IC-18 : Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie</p> <p>IC-19 : Occurrence, origine (si possible), étendue des événements de pollution aiguë (par exemple, nappes de pétrole, produits pétroliers et substances dangereuses), et leur impact sur les biotes affectés par cette pollution</p>	<p>Potentiellement pertinent.</p> <p>L'IC-17 évalue la contamination des sédiments du fond marin, tandis que les IC-18 et IC-20 évaluent la contamination des espèces, dont certaines peuvent être benthiques. Les seuils de qualité de ces IC ne sont généralement pas fixés pour détecter les changements de l'état de l'habitat au niveau de la communauté ; cependant, la pollution chronique (par exemple, les rejets de sources ponctuelles) peut avoir un effet négatif sur l'état de l'habitat.</p>

Objectif écologique	Indicateurs communs et candidats	Pertinence pour OE 1 et OE6
	<p>IC-20 : Niveaux réels de contaminants qui ont été détectés et nombre de contaminants qui ont dépassé les niveaux réglementaires maximums dans les produits de la mer couramment consommés</p> <p>CI-21 : Pourcentage de mesures de concentration d'entérocoques intestinaux conformes aux normes établies</p>	<p>L'IC-21 tend à traiter des questions de qualité de l'eau et ne convient généralement pas pour indiquer les problèmes de pollution des habitats benthiques.</p> <p>L'indicateur IC-19 pourrait éventuellement être utilisé pour les évaluations de l'OE6 et de l'OE1, si les résultats sont orientés vers des types d'habitats du fond marin spécifiques.</p>
OE10 Déchets marins	<p>IC-22 : Tendances concernant la quantité de déchets rejetés sur le rivage et/ou déposés sur les côtes (y compris l'analyse de leur composition, de leur répartition spatiale et, si possible, de leur origine).</p> <p>IC-23 : Évolution de la quantité de déchets dans la colonne d'eau, y compris les microplastiques, et sur le fond marin.</p> <p>Indicateur candidat 24 : Évolution de la quantité de déchets ingérés par des organismes marins ou s'y enchevêtrant, en particulier chez certains mammifères, oiseaux marins et tortues marines.</p>	<p>Pertinence limitée pour le moment.</p> <p>Les IC-22 et IC-23 peuvent fournir des résultats sur la quantité de déchets sur le rivage (côte) et les fonds marins ; cette quantification n'est que d'une utilité limitée pour évaluer si les déchets ont un impact négatif sur les habitats des fonds marins, car les interactions entre les déchets et les habitats ne sont pas bien comprises. Les zones où les déchets s'accumulent (puits de déchets) offrent plus de possibilités d'évaluer les impacts des déchets au niveau de l'habitat/de la communauté.</p>
OE11 Énergie, y compris le bruit sous-marin	<p>Indicateur candidat-26 : Proportion de jours et répartition géographique où les sons émis à haute, basse et moyenne fréquence dépassent les niveaux susceptibles d'avoir un impact significatif sur les animaux marins.</p> <p>Indicateur candidat 27 : Niveaux de sons continus de basse fréquence, avec utilisation de modèles le cas échéant.</p>	<p>Non pertinent actuellement.</p> <p>Les IC pour l'OE11 sont axés sur la quantification de la distribution et de l'intensité du bruit sous-marin, calibrés en fonction de leurs effets sur certaines espèces marines (p. ex., cétacés, poissons). Les effets du bruit sous-marin sur les espèces benthiques sont signalés dans la littérature scientifique, mais les IC ne sont actuellement pas directement utilisables pour évaluer les effets sur les habitats du fond marin.</p>

20. D'après l'analyse du **tableau 1**, on peut conclure qu'il y a un chevauchement direct entre les domaines des fonds marins traités par l'OE6 (en tant qu'intégrité des fonds marins) et l'OE1 (en tant qu'habitats des fonds marins) et l'OE8 (en tant qu'habitats côtiers), qui sont tous axés sur l'état de la biodiversité et des écosystèmes. Il existe également des liens avec l'OE4 par le biais de la prise en compte plus large des réseaux alimentaires et avec l'OE3 par le biais des poissons et crustacés démersaux/benthiques exploités commercialement.

21. Il existe des liens étroits avec les OE qui traitent des pressions spécifiques qui peuvent produire une empreinte mesurable de l'impact sur le fond marin et ses habitats : OE2 (espèces non indigènes), OE5 (eutrophisation) et OE7 (hydrographie). Les OE9 (pollution), OE10 (déchets) et OE11 (bruit sous-marin) peuvent tous avoir des effets sur les habitats ou les espèces du fond marin, mais leur utilisation directe (du moins à l'heure actuelle) pour les OE 1 et OE6 est limitée.

22. Ces interrelations offrent la possibilité de réutiliser les indicateurs, les données et les évaluations d'autres OE aux fins des OE1 et OE6. Ceci est particulièrement valable lorsque leurs résultats sont réalisés en vue d'une utilisation directe (par exemple, en produisant des empreintes d'impact par type d'habitat pour une pression donnée). Cette évaluation QSR des habitats des fonds marins établit des liens croisés avec ces autres OE ; cependant, la réutilisation directe des résultats d'évaluation QSR d'autres OE doit être développée davantage.

3. FORCES MOTRICES (DRIVERS), PRESSIONS, ÉTAT, IMPACT, RÉPONSE (DPSIR)

3.1. Introduction

23. Divers auteurs ont modifié le cadre conceptuel du DPSIR pour aider à clarifier ses composantes et leurs corrélations. Pour le milieu marin, Elliott & O'Higgins (2020) distinguent les **forces motrices (drivers)** des **activités** et discutent de l'**impact** en relation avec l'**état** de l'environnement et la façon dont il affecte les **services écosystémiques**. Une adaptation similaire du DPSIR a été développée pour appuyer la mise en œuvre de la Directive cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSM) (SWD (2020) 062).
24. Les forces motrices (drivers) peuvent être considérés comme des besoins humains fondamentaux (tels que la demande de nourriture) qui conduisent à des activités spécifiques pour répondre à ces besoins (par exemple, l'agriculture, l'aquaculture, la pêche). Les autres besoins humains fondamentaux sont l'air et l'eau (propres), la protection contre les éléments, les abris (maisons) et l'énergie (chaleur) (Maslow, 1943). Dans notre société moderne, nos besoins énergétiques concernent également nos communications (Internet, téléphones).
25. Nos activités humaines provoquent des pressions environnementales ("**Pressions**") sur le milieu marin. De multiples activités peuvent entraîner le même type de pression (par exemple, la perturbation physique des fonds marins), et de multiples pressions peuvent avoir un effet négatif sur l'état des habitats des fonds marins (**État**) (voir section 4.4). À son tour, un état dégradé des fonds marins a un effet d'entraînement sur les services écosystémiques que ces derniers fournissent (impact), tels qu'une production réduite de fruits de mer, des défenses côtières naturelles moins efficaces et une capacité réduite à absorber (séquestrer) le carbone de la colonne d'eau et de l'atmosphère.
26. En ce qui concerne l'évaluation de l'état des fonds marins, il est important de prendre en considération l'éventail des activités qui exercent des pressions sur les fonds marins (section 3.3) et d'évaluer la distribution, l'étendue et l'intensité des pressions elles-mêmes (section 3.2, section 3.4). Le principal moyen d'atteindre et de maintenir le bon état écologique (BEE) des fonds marins et de leurs habitats est de gérer les pressions qui affectent négativement⁴ la condition (état) des fonds marins, en maintenant ces pressions et impacts à des niveaux compatibles avec le BEE. Ceci, à son tour, exige la gestion des activités pour réduire les pressions aux niveaux nécessaires.
27. L'évaluation de l'état des habitats des fonds marins, et s'ils sont en BEE, nécessite une évaluation des impacts des multiples pressions qui affectent chaque type d'habitat. Ceci nécessite une connaissance de l'état des habitats des fonds marins : leurs caractéristiques biotiques et abiotiques actuelles, et une comparaison de cet état avec ce qui est considéré comme un état de référence (c'est-à-dire que l'habitat est largement exempt d'impacts des pressions anthropiques) ou un bon état (l'habitat ne subit que des effets mineurs des pressions). De telles évaluations nécessitent des connaissances et des données approfondies pour être réalisées uniquement du point de vue de l'état. C'est pourquoi elles sont de plus en plus souvent réalisées à l'aide de données et de modèles de pressions qui servent d'indicateurs des impacts environnementaux.
28. Dans le cadre de l'IMAP pour l'OE1, des données d'échantillons biologiques sur trois habitats ont commencé à être soumises par les Parties contractantes à l'IMAP Info System en 2020. La couverture des données est actuellement insuffisante et il n'existe pas de méthodologie convenue sur la manière d'interpréter ces données (par le biais d'un indicateur approprié). Cela limite fortement la façon dont les trois habitats peuvent être évalués par rapport aux deux indicateurs de OE1, en particulier l'IC-2 sur l'état des habitats.
29. Cependant, les données sur les principales pressions affectant les fonds marins ont été compilées sous la forme d'un ensemble de données maillées de 10 km sur 10 km pour l'ensemble de la

⁴ effet indésirable ou adverse effect en EN est le terme utilisé dans la MSFD ; alternativement, il peut être appelé « impact environnemental »

région méditerranéenne par le Centre thématique européen pour les eaux intérieures, côtières et marines de l'AEE (Korpinen et al., 2019). Cela offre la possibilité de faire des évaluations préliminaires à grande échelle sur l'état du plancher océanique en utilisant les pressions comme indicateur. Les évaluations d'autres OE pertinents peuvent également contribuer à cette évaluation (section 2.1.3).

3.2. Pressions anthropiques affectant le plancher océanique

30. Les pressions anthropiques, provenant d'activités dans les environnements marins et terrestres, peuvent avoir un effet négatif sur l'environnement marin de la Méditerranée. En outre, le changement climatique anthropique peut entraîner un certain nombre d'effets sur le milieu marin, qui peuvent être classés en trois grandes catégories : a) acidification des océans, b) changements dans la séquestration du carbone et c) changements hydrologiques. Ces pressions ont été examinées en fonction de leur pertinence éventuelle pour le fond marin de la Méditerranée et ses habitats (Tableau 2) (**Tableau 2**).

Tableau 2. Pressions anthropogéniques, y compris celles résultant du changement climatique, qui peuvent avoir des effets néfastes sur le milieu marin, avec une indication de leur pertinence pour le fond marin de la Méditerranée et ses habitats.

Oui = pertinence étendue, impacts connus ; Possible = pertinence limitée en raison de la nature restreinte de la pression (et des activités humaines associées) ou de la possibilité d'impacts mais de connaissances limitées. Liste des pressions dérivée du tableau 2a de l'annexe III de la directive MSFD (directive de la Commission (UE) 2017/845), avec le changement climatique ajouté.

Pression	Possibilité d'affecter le fond de la mer
Pressions biologiques	
Introduction ou propagation d'espèces non indigènes	Oui ; les espèces non indigènes (ENI) sont répandues et peuvent être suffisamment abondantes pour avoir un impact sur les habitats du fond marin (par le biais de perturbations des caractéristiques de l'habitat ou de pertes lorsque la structure ou la communauté de l'habitat passe à une autre).
Introduction d'agents pathogènes microbiens	Possible ; les effets sur le fond marin ne sont pas souvent étudiés car la surveillance est principalement axée sur la qualité des eaux côtières (par exemple, les eaux de baignade).
Introduction d'espèces génétiquement modifiées et translocation d'espèces indigènes	Possible ; il est peu probable que la pression exercée sur les fonds marins soit importante, sauf s'il existe un risque de propagation de certaines espèces (par exemple, à partir de cultures marines ou de transferts côtiers par des vecteurs comme les rejets de la pêche ou de l'extraction) ; pas souvent surveillé.
Perte ou modification des communautés biologiques naturelles en raison de la culture d'espèces animales ou végétales.	Possible ; l'étendue des activités de culture des fonds marins est limitée en Méditerranée. ⁵
Perturbation des espèces (par exemple, les endroits où elles se reproduisent, se reposent et se nourrissent) en raison de la présence humaine.	Possible ; la pression affecte principalement les espèces mobiles (par exemple, les oiseaux, les phoques, les cétacés, les tortues, les requins et les raies), mais pourrait avoir des effets très localisés sur certains habitats côtiers, et des effets indirects dus aux changements dans l'utilisation fonctionnelle (par exemple, trophique) des habitats par les espèces mobiles perturbées ⁶ .
Extraction ou mortalité/ blessure d'espèces sauvages (par la pêche commerciale et récréative et d'autres activités).	Oui ; effets généralisés et étendus en cas de pêche de fond utilisant des engins de pêche ayant un impact sur le milieu benthique, y compris la pêche illicite, non déclarée et non réglementée (INN).
Pressions physiques	
Perturbation physique des fonds marins (temporaire ou réversible)	Oui ; effets généralisés et étendus lorsque la pêche de fond et d'autres activités telles que l'extraction de sable au large des parcs énergétiques, les plateformes

⁵ Comprend la culture d'espèces benthiques, par exemple, *Magelana gigas* qui s'est propagée à partir de la mariculture.

⁶ Par exemple, Price (2008) in Lunney, Munn & Meikle Ed., 2008 <http://dx.doi.org/10.7882/FS.2008.023>

Pression	Possibilité d'affecter le fond de la mer
	pétrolières/gazières offshore, les pipelines et les câbles sous-marins, affectent physiquement le fond marin, en particulier pendant la phase de construction.
Perte physique (due à une modification permanente du substrat ou de la morphologie du fond marin et à l'extraction du substrat du fond marin) ⁷	Oui ; pression généralisée, en particulier dans les zones côtières et proches du rivage ; la perte d'habitat a généralement une étendue limitée, à l'exception des habitats côtiers (littoraux), mais peut également cibler des (sous-)types d'habitats spécifiques.
Modifications des conditions hydrologiques	Oui ; pression généralisée, en particulier dans les zones côtières et littorales ; les changements ont généralement une portée limitée, sauf lorsqu'ils sont associés à la perte d'habitats côtiers (littoraux) et de certains types d'habitats spécifiques qui sont particulièrement exposés à la pression (par exemple, les herbiers, les vasières, les plages).
Substances, déchets et énergie	
Apport de nutriments - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôts atmosphériques	Oui ; les effets de l'eutrophisation sont limités à certaines zones côtières et littorales, en raison de la nature oligotrophe de la Méditerranée. L'enrichissement en nutriments peut conduire à l'anoxie ou à l'hypoxie au niveau des fonds marins ou à proximité, entraînant des effets significatifs sur les communautés des fonds marins.
Apport de matières organiques - sources diffuses et sources ponctuelles	Oui ; effets localisés dans certains habitats littoraux (par exemple, à partir des fermes piscicoles, de la transformation du poisson ou des rejets d'eaux usées urbaines et industrielles).
Apport d'autres substances (par exemple, substances synthétiques, substances non synthétiques, radionucléides) - sources diffuses, sources ponctuelles, dépôt atmosphérique, événements aigus.	Possible ; la pollution diffuse est répandue, mais la surveillance est axée sur la qualité de l'eau ou au niveau des espèces ; la pollution ponctuelle peut avoir des effets localisés au "niveau communautaire". ⁸
Apport de détritiques (déchets solides, y compris les détritiques de petite taille) ⁹	Possible ; répandue avec des effets possibles, mais la surveillance est axée sur la quantification des déchets et les effets sur les espèces mobiles.
Apport de sons anthropiques (impulsifs, continus)	Possible ¹⁰ ; mais la surveillance est axée sur la quantification du bruit et des effets sur les espèces mobiles.
Apport d'autres formes d'énergie (y compris les champs électromagnétiques, la lumière et la chaleur)	Possible ; tout effet est susceptible d'être localisé, comme l'indiquent certaines études relatives aux activités d'énergie renouvelable en mer.
Apport d'eau - sources ponctuelles (par exemple, saumure)	Possible ; tout effet susceptible d'être localisé.
Pressions liées au changement climatique	
Acidification des océans	Oui ; répandu et étendu, en particulier pour les espèces calcaires (par exemple, les coraux durs, les mollusques et les échinodermes).
Modifications des processus de piégeage du carbone	Oui ; répandu et étendu, en particulier pour les habitats physiquement perturbés et végétalisés.
Changements hydrologiques (température de l'eau et vagues de chaleur, salinité, niveau de la mer,	Oui ; répandu et étendu ¹¹ , en particulier pour les habitats côtiers et littoraux.

⁷ La décision (UE) 2017/848 de la Commission définit le « changement permanent » comme un changement qui a duré ou devrait durer 12 ans ou plus.

⁸ La contamination par des polluants peut se produire loin des apports fluviaux, voire s'étendre jusque dans les canyons profonds, par exemple dans les eaux françaises à partir du Rhône (Bonifacio et al, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2014.10.011>)

⁹ Comprend les engins de pêche perdus et abandonnés.

¹⁰ Par exemple, les effets liés à la production d'énergie renouvelable offshore (<http://dx.doi.org/10.35690/978-2-7592-3545-2>) [en Français].

¹¹ Effets possibles à grande échelle sur les espèces marines, leur productivité et leurs cycles de vie, l'apparition d'ENI, les changements dans les réseaux trophiques et le plancton.

Thème d'activité	Thème de pression	Biologique		Physique			Substances, déchets et énergie		Changement climatique		
	Pression	Espèces non indigènes	Extraction d'espèces	Perturbation physique	Perte physique	Changements hydrologiques (localisés)	Apports de nutriments et de matières organiques	Apports de débris (y compris les engins de pêche)	Acidification	Piégeage du carbone	Changements hydrologiques (généralisés)
Activité											
Production d'énergie	Parcs éoliens offshore et autres sources d'énergie renouvelables										
Extraction de ressources vivantes	Pêche commerciale de fond (y compris chaluts et dragues)										
	Pêche artisanale et récréative										
Culture des espèces vivantes	Activités d'aquaculture										
Transport (maritime)	Navigation, y compris l'ancrage, les conteneurs perdus, les marées noires et les épaves.										
Usages urbains et industriels	Usages urbains ; usages industriels ; traitement et élimination des déchets										

33. L'économie maritime méditerranéenne a connu une croissance et devrait continuer à se développer dans les années à venir. Des secteurs tels que le tourisme, le transport maritime, l'aquaculture et le pétrole et le gaz offshore, mais aussi de nouveaux secteurs tels que les énergies renouvelables, l'exploitation minière des fonds marins et la biotechnologie devraient continuer à se développer ; une tendance à la baisse est uniquement envisagée pour la pêche commerciale (Piante & Ody, 2015).

34. Le document UNEP/MAP-SPA/RAC (2022) [UNEP/MED WG. 547/Inf.4] présente un examen des principales activités affectant les fonds marins méditerranéens. Le classement des activités causant la perte et/ou la perturbation des habitats proposé pour la mer méditerranéenne par le CIEM (2019a) a été utilisé comme point de départ et comme document de référence concernant l'impact des activités anthropiques sur les fonds marins méditerranéens.

3.3.1. Activités de pêche au chalut de fond

35. La pêche au chalut de fond utilise des engins de nature différente en fonction de l'espèce cible, de la profondeur de pêche et de la zone. Tous les chalutiers de fond (chaluts à panneaux, chaluts à perche et dragues) traînent ou tirent des engins lourds sur le fond marin pour collecter les

espèces cibles, mais chaque type laisse des traces différentes sur le fond marin (Eigaard et al., 2016, 2017).

36. En mer Méditerranée, la pêche au chalut de fond est reconnue comme étant la principale activité créant des perturbations sur les fonds marins (CIEM, 2019a), de grandes zones étant physiquement perturbées par cette pratique de pêche (PERSEUS, 2013). Korpinen et al. (2019) estiment que le chalutage de fond est l'activité anthropique la plus importante ayant un impact sur les fonds marins. L'UICN (2016) rapporte que plus de 25 % des types d'habitats benthiques marins sont menacés par le chalutage benthique. Le degré de dommages causés aux fonds marins dépend du type d'engin, de la fréquence à laquelle une zone est soumise au chalutage, du substrat et des habitats et écosystèmes benthiques de la zone.
37. Les habitats et les espèces biogènes benthiques sont particulièrement sensibles au chalutage de fond, tels que les habitats dominés par les macrophytes comme *Posidonia oceanica* (González-Correa et al., 2005), *Laminaria rodriguezii* (Žuljević et al, 2016), les bancs de maërl (Bordehore et al., 2000), les habitats coralligènes, les coraux d'eau froide (par exemple, D'Onghia et al., 2017) notamment *Isidella elongata* (par exemple, Maynou & Cartes, 2011), et d'autres assemblages benthiques. Ils sont soit menacés directement par l'abrasion mécanique, soit par le panache de sédiments en suspension dans la colonne d'eau après l'événement de pêche. Les habitats et les espèces biogènes benthiques sont particulièrement sensibles au chalutage de fond, tels que les habitats dominés par les macrophytes comme *Posidonia oceanica* (González-Correa et al., 2005), *Laminaria rodriguezii* (Žuljević et al, 2016), les bancs de maërl (Bordehore et al., 2000), les habitats coralligènes, les coraux d'eau froide (par exemple, D'Onghia et al., 2017) notamment *Isidella elongata* (par exemple, Maynou & Cartes, 2011), et d'autres assemblages benthiques. Ils sont soit menacés directement par l'abrasion mécanique, soit par le panache de sédiments en suspension dans la colonne d'eau après l'événement de pêche.
38. Sur l'ensemble de la flotte de pêche méditerranéenne, 7,9 % sont des chalutiers de fond principalement concentrés dans la mer Adriatique et la Méditerranée occidentale (FAO, 2020). À l'échelle de la Méditerranée, les chalutiers de fond représentent 27 % des débarquements mais les recettes les plus élevées par an (39,4 % des pêches), tout en n'occupant que la troisième place en termes d'emploi (15,9 %) (FAO, 2020).
39. La CGPM a défini des zones de restriction de la pêche (FRA) dans lesquelles les dragues et les filets remorqués sont réglementés. La plus grande FRA concerne toutes les profondeurs inférieures à 1000m de profondeur en Méditerranée, où ces pratiques sont interdites. Trois autres zones ont été délimitées où le chalutage et le dragage sont interdits afin de protéger les écosystèmes marins vulnérables (EMV). Pourtant, la majorité des habitats benthiques à fond mou du plateau continental et du talus sont menacés par les activités de chalutage de fond.
40. Certaines zones méditerranéennes, telles que la mer Égée, sont soumises à un cadre de pêche multiréglementé avec une importante variabilité spatiale, temporelle et des engins de pêche. Cela rend la surveillance et le contrôle très difficiles (Petza et al., 2017)

3.3.2. Activités de pêche au chalut de fond à panneaux

41. Le chalutage de fond à panneaux est généralement utilisé sur des fonds marins sédimentaires (sablonneux et vaseux). Il consiste en un grand filet conique maintenu ouvert sur le fond marin par deux grands panneaux (portes) et traîné par un bateau (voir Eigaard et al., 2016). Les bateaux et les engins sont de tailles différentes leur donnant la possibilité de pêcher à des profondeurs allant de 10 à 2500m de profondeur (Eigaard et al., 2016). En pratique, en Méditerranée, les chalutiers se concentrent principalement sur des profondeurs comprises entre 200 et 500m de profondeur (Eigaard et al., 2017), comme dans le Golfe du Lion où des traces de chalutage ont été observées entre 150 et 600 m de profondeur, principalement sur un substrat sablo-vaseux (Fourt et al., 2014). Mais Eigaard et al. (2017) estiment qu'en Méditerranée, environ 40% des sédiments dominés par les macrophytes et des habitats biogènes ont été chalutés. Hiddink et al. (2017) considèrent que 6 % du biote par passage sont prélevés.
42. Le plateau continental et la partie supérieure du talus continental sont les plus impactés par les pêches au chalut. En mer Méditerranée, les informations disponibles concernent principalement

les pays européens où les activités de chalutage de fond (chalut à panneaux, chalut à perche et dragues) sont concentrées le long de la côte nord-est de l'Espagne, au sud de la Sicile, le long de la côte italienne dans la mer Tyrrhénienne et avec les efforts les plus importants concentrés dans l'ouest de la mer Adriatique (Korpinen et al., 2019).

43. Selon la profondeur et la zone, les prises accessoires et les rejets des pêcheries au chalut en Méditerranée sont importants, représentant entre 35 % et 70 % en poids (Parlement européen, 2014 ; Damalas et al., 2018 ; Tiralongo et al., 2021). Les espèces ciblées peuvent constituer beaucoup moins que les rejets en poids, soulignant la faible sélectivité de cette pêcherie. Parmi les espèces constituant les rejets, on trouve de nombreux invertébrés benthiques (par exemple, coraux, éponges, échinodermes) et des algues (Sacchi, 2008).
44. Les chaluts à panneaux lissent la surface des fonds marins, modifiant constamment les premiers centimètres de surface des sédiments et perturbant la complexité des habitats benthiques, les écosystèmes et les espèces (PERSEUS, 2013). Certaines parties de l'engin (portes) peuvent pénétrer dans les fonds marins jusqu'à 30 cm de profondeur, voire plus, tandis que d'autres parties provoquent une abrasion (Lucchetti et Sala, 2012). L'impact physique des chaluts à panneaux dépend de la pénétration de certaines parties de l'engin, de la collision et de l'abrasion et de la mobilisation des sédiments. (Rijnsdorp et al., 2016).
45. La fréquence élevée de l'activité de pêche sur les mêmes lieux provoque:
 - a. des dommages physiques importants sur de grandes superficies du fond marin, sur la faune sessile et sur les écosystèmes benthiques associés (Lucchetti et Sala, 2012 ; PERSEUS, 2013) ;
 - b. la réduction persistante de la matière organique disponible, même après deux mois de fermeture (Paradis et al., 2021a) (voir section 3.4.9 sur le carbone bleu) ;
 - c. la remise en suspension et l'augmentation des sédiments qui affectent également les habitats benthiques plus profonds dans les zones de canyons sous-marins (Martin et al., 2014; Arjona-Camas et al., 2021; Paradis et al., 2021b).
46. Dans différentes parties de la mer Méditerranée, comme en Crète (Grèce, Méditerranée du Sud-Est) et dans le canyon de Palamos (Espagne, Méditerranée du Nord-Ouest), les stratégies de gestion prévoyant des fermetures périodiques des activités de chalutage sont insuffisantes pour permettre la reconstitution de la faune benthique et la restauration du fond marin. (Smith et al., 2000; Paradis et al., 2021a).

3.3.3. *Chalutiers à perche et dragues*

47. En général, les chalutiers à perche et les dragues de pêche sont utilisés dans des eaux peu profondes, inférieures à 100 m de profondeur (Eiggard et al., 2017). De plus, les bateaux et les engins sont de plus petite taille que les chalutiers de fond à panneaux. Les cibles et les engins des pêches au chalut à perche varient entre les zones méditerranéennes et les pêches sont nommées différemment.
48. Les Gangui étaient utilisés en France mais ont été interdits en 2002 en raison des dégâts qu'ils causaient principalement sur les herbiers de *Posidonia oceanica* (SPA/RAC, 2003). Cependant, 17 navires de pêche en France bénéficient actuellement de dérogations à l'interdiction d'utiliser des gangui ; certains navires croates utilisent des engins similaires¹².
49. L'utilisation du Kiss benthique en Tunisie a été interdite mais en pratique plus de 400 bateaux utilisant ce type d'engin autour des îles Kerkennah et du Golfe de Gabès, souvent à quelques mètres de profondeur, contribuant largement à l'appauvrissement des herbiers de *Posidonia oceanica* et des écosystèmes environnants (Zaouali, 1993 ; Zerelli, 2018 ; Mosbahi et al., 2022). Les bateaux et les engins sont plutôt petits mais la maille des filets utilisés est également beaucoup plus petite (18mm contre 28mm des autres chalutiers) (Mosbahi et al., 2022).

¹² DG Environment, pers. comm., Septembre 2022.

50. Dans la mer Adriatique, les pêcheries utilisant des chalutiers à perche Rapido ciblent les coquilles Saint-Jacques dans les zones sablonneuses et les poissons plats dans les zones côtières vaseuses. L'utilisation du Rapido est interdite dans la limite des 3 milles de la côte (Pravoni et al., 2000).
51. Les dragues, et en particulier les dragues hydrauliques pour les crustacés, provoquent des perturbations importantes de la surface du fond marin par une pénétration plus importante de l'engin dans le sédiment (Pitcher et al., 2022). Le degré de pénétration dans les fonds de gravier et les fonds vaseux est similaire, mais il est moindre dans les sédiments sablonneux (Pitcher et al., 2022). On estime que les dragues hydrauliques entraînent un appauvrissement de 41 % du biote à chaque passage (Hiddink et al., 2017). Dans les sédiments sablonneux peu profonds du nord et du centre de l'Adriatique (3 à 12 m de profondeur), environ 380 bateaux exploitent des dragues qui labourent jusqu'à 15-16 cm dans le fond marin pour collecter des coquillages (Lucchetti & Sala, 2012 ; Hiddink et al., 2017). De nombreuses études montrent que dans la mer Adriatique, où le nombre de bateaux utilisant des dragues est élevé, le fond marin et le macrobenthos subissent de graves modifications, en particulier dans les zones côtières peu profondes (par exemple, Morello et al., 2005 ; Lucchetti et Sala, 2012).
52. Les rejets du chalutage à perche et du dragage sont importants, comme le soulignent de nombreux auteurs. Pour les espèces non ciblées, la mortalité est élevée et de nombreuses espèces telles que les échinodermes fragiles sont gravement endommagées (Pravoni et al., 2001 ; Morello et al., 2005 ; Urra et al., 2019 ; Ezgeta-Balić et al., 2021). En causant plus de dommages et de mortalité à certaines espèces par rapport à d'autres, les chaluts à perche et les dragues contribuent très probablement à des changements importants dans la composition des communautés de fonds meubles (Pravoni et al., 2001).

3.3.4. *Pêche artisanale non chalutière et pêche récréative*

53. La pêche artisanale non-chalutière et la pêche récréative (principalement les filets maillants, les trémails, les palangres et divers pièges de fond) peuvent localement avoir un impact sur les habitats, notamment en raison des prises accessoires et des dommages mécaniques causés par l'enchevêtrement entraînant la création d'engins de pêche abandonnés. Les coraux d'eau froide sont capturés par les filets maillants et les palangres à des profondeurs comprises entre 200 et 700 m, comme le rapportent Mytilineou et al. (2012) pour la mer Ionienne où *Isidella elongate* et *Leiopathes glaberrima* apparaissent comme les prises accessoires de coraux d'eau froide les plus souvent signalées. Des observations par des véhicules télécommandés (ROV) de dommages mécaniques causés aux gorgones, aux bancs de maërl et aux coraux par l'enchevêtrement avec des engins de pêche abandonnés ont souvent été rapportées (e.g., Bo et al., 2014; Giusti et al., 2019; Betti et al., 2020; Rendina et al., 2020, Özalp, 2022).

3.3.5. *Artificialisation du littoral*

54. L'artificialisation du littoral implique une perte physique directe du fond marin mais aussi une perturbation indirecte du milieu en modifiant les conditions hydrologiques ou en augmentant la turbidité pendant la construction.
55. L'artificialisation ou l'urbanisation du littoral affecte principalement les fonds marins et les habitats du littoral et de l'infralittoral supérieur. Les constructions littorales telles que les ports, les keys et les barrages, ainsi que l'aménagement des plages, entraînent l'imperméabilisation du fond marin et des perturbations physiques, mais aussi des changements dans les conditions hydrologiques qui modifient le substrat et perturbent les habitats. Il en résulte une perte physique du fond marin et de ses habitats et une fragmentation des habitats qui perdent leur connectivité malgré l'existence d'aires marines protégées (AMP) (Santiago-Ramos & Ferial-Toribio, 2021). L'urbanisation croissante et le développement touristique de la zone côtière en Méditerranée devraient conduire à une augmentation du développement des infrastructures côtières artificielles. L'artificialisation du littoral est particulièrement répandue le long des côtes espagnoles et françaises où, dans de nombreuses régions, plus de 15 % de la côte a été artificialisée (Pianté & Ody, 2015).
56. Il n'existe pas d'aperçu général de l'ampleur de l'artificialisation des côtes à l'échelle de la Méditerranée, bien que certains pays aient évalué la longueur de l'artificialisation des côtes. Par

exemple, l'Italie a estimé en 2006 que près de 16 % de son littoral était artificialisé et le Monténégro a estimé que 32 % de son littoral était construit en 2013 (UNEP/MAP, 2017). Le littoral méditerranéen français présente un taux d'artificialisation excessif de 12 % ([MEDAM](#)¹³).

3.3.6. *Dragage et déversement*

57. Le dragage concerne généralement les habitats des fonds marins littoraux et infralittoraux mais des déversements peuvent avoir lieu sur les habitats circalittoraux.
58. Le dragage peut être effectué pour les raisons suivantes ¹⁴:
 - a. créer ou étendre une infrastructure littorale (par exemple, un port). Le dragage de fonds marins qui n'ont jamais été dragués est appelé **dragage d'investissement** ;
 - b. pour éliminer le substrat du fond marin qui s'est accumulé et constitue un obstacle à la navigation, comme dans les ports, les canaux et les embouchures de rivière. Dans ces zones, le dragage est récurrent et s'appelle le **dragage d'entretien** ;
 - c. pour extraire des minéraux tels que le sable, ce que l'on appelle le **dragage minéral** ;
 - d. pour enlever des matériaux uniquement pour des raisons environnementales, par exemple sur un ancien site industriel (**dragage correctif**).
59. **Le dragage d'investissement et d'entretien** affecte principalement les sédiments mous (mais pas seulement) qui sont retirés et déversés à un autre endroit de la mer à partir d'une barge. Le dragage d'investissement affecte les fonds marins qui n'ont jamais été dragués et précède souvent les constructions côtières. La principale menace du dragage d'entretien réside dans le degré de pollution des matériaux dragués et de la zone où ils seront déversés.
60. Le dragage d'investissement et d'entretien avec les déversements associés est entrepris dans la plupart des pays méditerranéens et a augmenté au cours de la dernière décennie (Depe et al., 2018). La pression croissante du tourisme dans la région méditerranéenne va très probablement intensifier ces activités. Des inquiétudes apparaissent donc quant à une gestion plus efficace de ces activités. Depe et al. (2018) soulignent les menaces des activités de dragage et d'immersion dans un contexte de faible cadre réglementaire en Méditerranée et d'absence de cadre unifié à l'échelle régionale ou sous-régionale. Le MED POL du PNUE/PAM a publié un Guide sur la gestion des matériaux dragués pour aider les pays méditerranéens dans leur prise de décision, la caractérisation des matériaux, l'évaluation, l'échantillonnage et la surveillance ([voir décision IG. 23/12](#)). Mikac et al. (2022) ont étudié les impacts de la technologie innovante des installations à éjecteurs qui semble réduire les dommages causés par le dragage d'entretien.
61. **Le dragage minéral**, qui en Méditerranée concerne généralement l'extraction de sable (également appelé exploitation de sable), est collecté dans des zones éloignées de la côte pour renforcer les plages épuisées (par exemple, Sardà et al., 2000).
62. Les impacts à distance du dragage minéral sur les fonds marins ne sont pas bien connus. Il s'agit néanmoins d'un prélèvement physique (donc d'une perte) de fonds marins, ce qui signifie une perte initiale d'abondance de la communauté benthique et une modification de la topographie et des conditions hydrologiques des fonds marins (Van Dalmsen et al., 2000 ; Trop, 2017). Après de telles activités d'extraction de sable, la récupération des fonds marins impactés et de la faune associée dépend, entre autres, de l'hydrologie locale, de la fréquence d'extraction et de la profondeur (Van Dalmsen et al., 2000).
63. Certains documents d'orientation nationaux existent, comme en Italie (ICRAM & APAT, revised version 2007).

¹³ Les côtes françaises de la Méditerranée. Inventaire et impact des récupérations de la mer (MEDAM))

¹⁴ Association européenne de dragage

64. Le dragage minéral perturbe le milieu dragué, avec également une augmentation de la turbidité, et représente une perte physique de fonds marins d'autant plus qu'il est réalisé pour construire et donc étanchéifier la zone concernée. En Méditerranée, le dragage minéral consiste principalement en l'extraction de sable et constitue donc à proprement parler une perte physique de fonds marins mais selon la fréquence dans une zone, il peut être considéré comme une perturbation physique puisque la récupération de l'habitat des fonds marins semble possible. Les zones de déversement des matériaux de dragage devraient être gérées avec plus d'attention.

3.3.7. Ancrage

65. Les ancrages détériorent mécaniquement les habitats en creusant le fond marin, en déracinant les espèces benthiques et en créant des dépressions qui se traduisent par un patchwork de l'habitat. Le dommage peut être une perturbation mais aussi localement une perte physique. En Méditerranée, les dommages causés par les ancrages ont détérioré des habitats tels que les herbiers de *Posidonia oceanica*, les dépressions devenant des points de chute pour l'ensemble de l'herbier. En outre, les chaînes, en tournant autour de l'ancre sur le fond de la mer, provoquent une abrasion. Pour mieux gérer les dommages causés par l'ancrage, des outils de modélisation ont été développés et appliqués, comme le modèle de comptabilité appliqué aux herbiers de *Posidonia oceanica* à Portofino, une AMP italienne, pour évaluer l'impact quantitatif net de l'ancrage sur cet habitat sensible (Dapueto et al., 2022).

66. L'étude des dommages causés par les ancrages a principalement porté sur des habitats fragiles, à long terme, où l'impact est durable. Néanmoins, le long des côtes françaises entre 0 et 80m de profondeur, près d'un tiers des habitats des fonds marins ont subi une pression d'ancrage entre 2010 et 2015 (Deter et al., 2017). Les plus importants par ordre décroissant étaient : les fonds mous circalittoraux, les fonds mous infralittoraux et les herbiers de *Posidonia oceanica*. Cette étude a utilisé les données du système d'identification automatique (AIS) et a montré la saisonnalité de la pression d'ancrage touristique (principalement concentrée entre mai et septembre) mais aussi la distribution géographique de cette pression qui concerne également les navires commerciaux.

67. Des efforts ont été faits le long de la côte méditerranéenne française pour protéger en particulier les herbiers de *Posidonia oceanica* des dommages causés par les ancrages, y compris par des lois locales qui interdisent l'ancrage sur les herbiers de *Posidonia*.

68. Pour les côtes françaises, une application DONIA librement accessible peut être téléchargée sur les téléphones mobiles (MEDTRIX, 2019). Elle donne accès à des cartes bathymétriques avec des informations très détaillées sur la répartition géographique de l'habitat jusqu'à 50 m de profondeur, notamment les habitats vulnérables comme les herbiers de *Posidonia*. Grâce à cette application, les règles de navigation et de mouillage sont cartographiées ainsi que d'autres aménagements et informations.

3.3.8. Activités d'aquaculture

69. L'aquaculture (saumâtre et marine) en mer Méditerranée a connu une croissance rapide depuis les années 1970 (Piante & Ody, 2015). On s'attend à ce que ce développement augmente régulièrement jusqu'à 100% d'ici 2030 en termes de production et de valeur (Piante & Ody, 2015). L'aquaculture libère des matières organiques créant des tapis bactériens et des déchets inorganiques qui se déposent sur le fond marin (Knight et al., 2021). Les impacts sur les fonds marins sont localisés sous et à proximité immédiate des cages et sont principalement : l'anoxie et les modifications chimiques des sédiments, les modifications macrofaunistiques ainsi que des effets sévères sur les herbiers de *Posidonia* (Plan Bleu, 2015).

70. Les pertes physiques dues aux activités aquacoles sont limitées aux engins d'ancrage de la structure. L'augmentation de la turbidité sous et à proximité immédiate des cages perturbe les habitats biogènes en particulier les macrophytes, la perturbation peut entraîner une perte d'habitat.

3.3.9. *Exploration et exploitation de gaz et de pétrole*

71. La production de pétrole et de gaz en mer Méditerranée est relativement limitée par rapport à d'autres zones (Piante & Ody, 2015). Néanmoins, la demande de pétrole et de gaz continue d'augmenter. Par conséquent, l'exploration a lieu dans de grandes zones de la mer Méditerranée (PERSEUS, 2013 ; Piante & Ody, 2015 ; Kostianoy & Carpenter, 2018).
72. Des plateformes offshore existent dans divers pays méditerranéens où, en 2005, plus de 350 puits offshore ont été forés (Kostianoy & Carpenter, 2018). L'exploitation, le développement et/ou l'exploration du pétrole et du gaz ont lieu actuellement dans les eaux de l'Algérie, de Chypre, de l'Égypte, de la Grèce, de l'Italie, du Liban, de la Libye, de Malte, de l'Espagne, de la Tunisie et de la Türkiye (Kostianoy & Carpenter, 2018). Une grande concentration de plateformes gazières est en activité dans la partie nord-est de la mer Adriatique et de la mer Ionienne avec plus de 100 installations (Piante & Ody, 2015).
73. Pour la mer Méditerranée, les experts considèrent qu'une fois les plateformes installées, les dommages physiques réels au fond de la mer (perte physique dans ce cas) sont relativement limités en termes de surface par rapport à d'autres activités (ICES, 2019a). En outre, la structure de la plateforme offre un nouveau substrat dur qui est souvent colonisé par diverses espèces benthiques, y compris des espèces non indigènes (ENI) (Manoukian et al., 2010 ; Harry, 2020). L'extraction de gaz et de pétrole a été classée au 15e rang sur une échelle qui classe 31 activités, le rang 1 étant considéré comme causant la plus grande quantité de perturbation physique des fonds marins dans la région (ICES, 2019a). Les rejets de la production pétrolière offshore sont considérés comme limités par rapport aux autres sources d'apports (Harris, 2020) et on estime que moins de 1% de la pollution pétrolière totale en mer Méditerranée provient des plateformes (Kostianoy & Carpenter, 2018). Néanmoins, dans le contexte de l'expansion de l'exploration pétrolière et gazière et de l'exploitation future en mer Méditerranée, notamment en Méditerranée orientale, les activités de forage pendant l'exploration (telles que l'ancrage de la plateforme et le forage) représentent des sources potentielles croissantes de dommages au fond de la mer et à sa structure géologique. L'augmentation du nombre de plateformes augmentera également le risque de déversements accidentels d'hydrocarbures et le problème que représente le démantèlement des plateformes offshore.
74. L'installation de plates-formes perturbe le fond marin à proximité immédiate, mais pour une courte durée. Les plates-formes représentent cependant aussi une perte localisée du fond marin par scellement, même si le nouveau substrat dur artificiel (la structure immergée) représente un nouveau substrat pour les espèces sessiles. A l'échelle de la Méditerranée, le protocole offshore du PNUE/PAM donne des recommandations pour ces installations afin de limiter l'impact sur l'environnement.

3.3.10. *Parcs éoliens offshore*

75. L'installation de parcs éoliens en mer a un impact direct sur le fond marin par la perte d'habitat du fond marin à l'endroit où les fondations sont posées et par les perturbations pendant la phase d'installation des parcs éoliens. Mais cet impact est limité en surface et les dommages peuvent être réduits s'ils sont correctement planifiés dans les zones sans habitats benthiques sensibles. La prévention des activités de pêche au sein du parc éolien a le potentiel de créer des habitats refuges pour de nombreuses espèces, y compris les poissons, et d'augmenter la connectivité (Boero et al., 2016).
76. Les énergies marines renouvelables sont aux premiers stades de développement en mer Méditerranée (Piante et Ody, 2015). L'énergie éolienne se développe avec des projets principalement dans les États de l'UE (Piante et Ody, 2015). Les coûts élevés de l'installation dans les eaux profondes et la faible vitesse moyenne du vent posent des limites techniques au développement de ces énergies (voir le [projet COCONET](#) financé par l'UE ; Boero et al., 2016). Les possibilités d'associer une aquaculture durable, par exemple des bivalves, sur les fondations pourraient également être envisagées (Boero et al., 2016). Röckmann et al. (2018) indique que de nombreux pays méditerranéens ont l'intention de développer des parcs éoliens offshore,

comme l'Albanie, l'Algérie, la Bosnie-Herzégovine et la France. La Grèce, Malte et l'Espagne ont également l'intention de développer l'énergie renouvelable offshore.

3.3.11. *L'extraction minière*

77. L'exploitation minière en eaux profondes pour l'extraction de métaux et de minéraux (autres que le sable) n'est pas encore développée en mer Méditerranée. Cependant, l'exploitation minière pourrait être lancée dans un avenir proche afin de répondre à la demande mondiale croissante de métaux et de minéraux. En France et en Espagne, des zones potentielles pour l'exploitation des fonds marins ont été identifiées (Piante & Ody, 2015), offrant potentiellement des conflits d'espace avec d'autres activités offshore. De plus, outre la perte de fonds marins extraits par l'exploitation minière, les impacts de l'exploitation minière des fonds marins sur les écosystèmes marins profonds de la Méditerranée sont inconnus.

3.4. Pressions sur les fonds marins

78. L'évaluation de l'état des fonds marins peut se faire de deux points de vue :

- a. Cartographie et modélisation de la distribution, de l'étendue et de l'intensité des pressions anthropiques ;
- b. Observer et échantillonner directement les fonds marins et leurs communautés pour fournir des informations sur leur état qui reflètent les impacts cumulatifs des pressions actuelles et passées.

79. Cette section fournit une vue d'ensemble des principales pressions sur les fonds marins de la Méditerranée, en s'appuyant principalement sur :

- a. une cartographie et une modélisation des principales pressions à l'échelle de la Méditerranée par le Centre thématique européen sur les eaux intérieures, côtières et marines de l'AEE (Korpinen et al., 2019) ;
- b. une analyse documentaire des effets des espèces non indigènes, de la pollution terrestre et des déchets (Fourt, 2022) ;
- c. un examen du carbone bleu et des effets de la perturbation physique par la pêche de fond.

3.4.1. *Biologie - espèces non indigènes*

[à mettre à jour en fonction du chapitre QSR pour OE2]

80. La présence d'espèces non indigènes (ENI) en Méditerranée a clairement augmenté ces dernières années (Zenetos et al., 2022). Leur introduction et leur propagation augmentent rapidement, car l'augmentation de la température de la mer causée par le changement climatique favorise l'établissement des espèces lesseptiennes arrivant par le canal de Suez. Le transport maritime et l'aquaculture constituent d'autres sources d'ENI. Certaines ENI benthiques peuvent se développer rapidement et avoir un impact sur les habitats indigènes en augmentant la compétition pour l'espace (Pergent et al., 2008). D'autres ont un impact sur les habitats coralligènes en se développant sur les espèces sessiles (Sempere-Valverde et al., 2021). En Méditerranée, les ENI impactent les écosystèmes marins, y compris les habitats benthiques, de multiples façons (Katsanevakis et al., 2016). Aucune perte d'habitats biogènes due aux ENI n'a été enregistrée en Méditerranée occidentale mais des changements dus aux ENI sont documentés pour la Méditerranée orientale (Levant) (Bitar, 2008 ; SPA/RAC, 2018).

81. On estime que 98 % du littoral méditerranéen et 41 % de la zone étroite du plateau continental sont affectés par les ENI ; (Korpinen et al., 2019). Cette estimation est basée sur les données de 76 espèces marines envahissantes qui ont été cartographiées individuellement par rapport à une grille de 10 km sur 10 km de l'AEE ; le nombre d'ENI par maille (maximum 39 espèces dans une seule maille) a été normalisé sur une échelle de 0-1 (**Figure 2**). Les données montrent que les ENI sont particulièrement concentrées dans l'est de la Méditerranée. Certaines espèces peuvent être pélagiques et donc ne pas avoir d'impact sur les habitats benthiques.

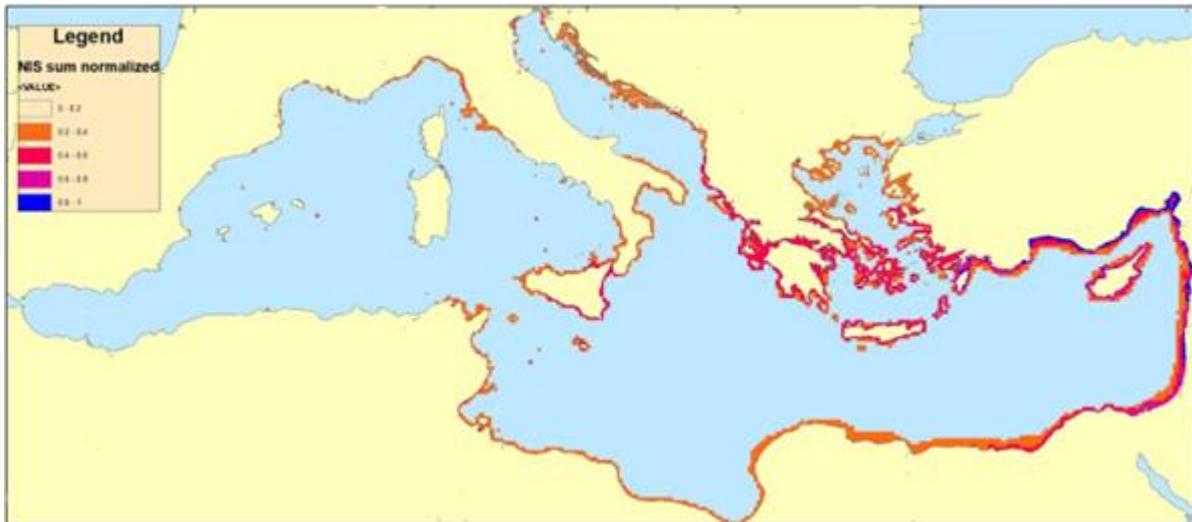


Figure 2. Nombre d'espèces non indigènes envahissantes par cellule de grille de 10 km x 10 km (maximum 39 espèces), normalisé à l'échelle 0-1 (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019).

3.4.2. Biologie - extraction d'espèces sauvages

82. Korpinen et al. (2019) fournissent des données sur les prises accessoires par les engins de pêche mobiles touchant le fond, sur la base de la distribution et de l'intensité de la pêche démersale en utilisant les données du système d'identification automatique (AIS) pour l'année 2015 (**Figure 3**; **Figure 4**).

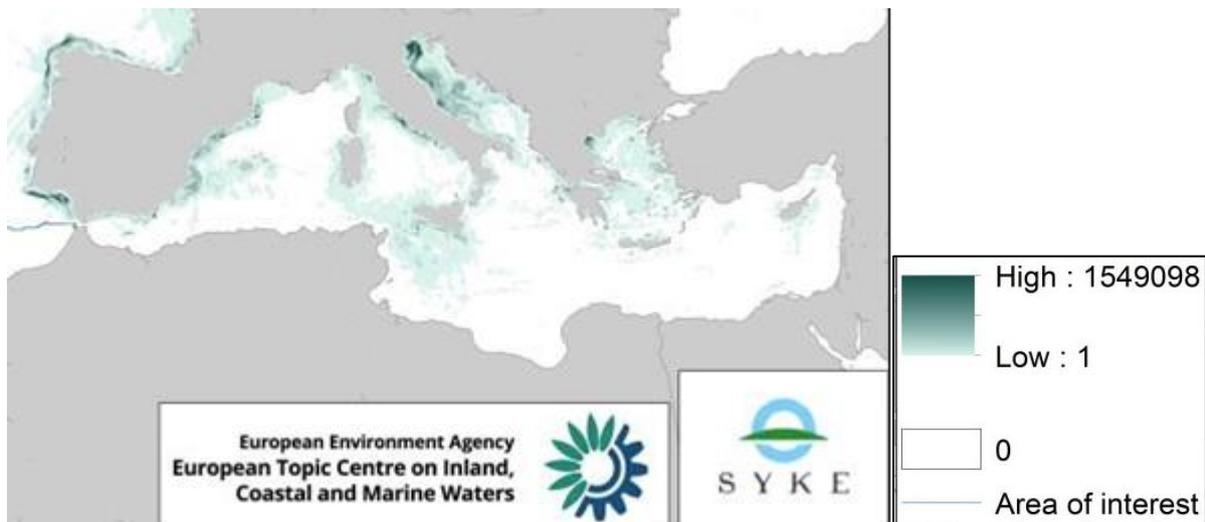


Figure 3. Répartition et intensité de la pêche démersale en kilowatts par heure de pêche pour l'année 2015 (Korpinen et al., 2019).

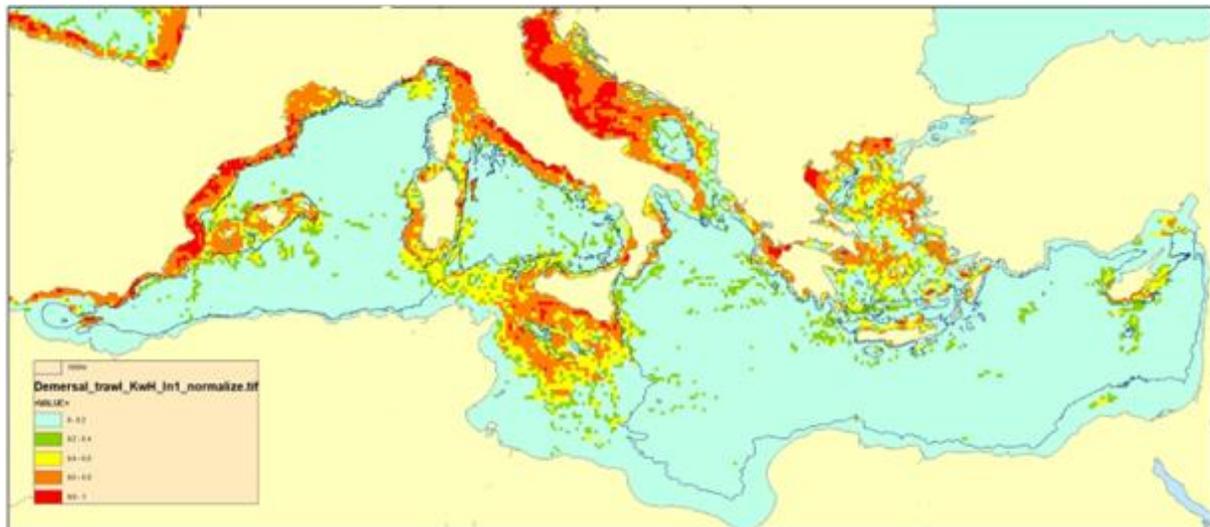


Figure 4. Répartition et intensité de la pêche démersale pour l'année 2015, normalisées à l'échelle 0-1, 1 représentant 1 549 089 kilowatts par heure de pêche (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). L'isobathe de 1000 m est également représentée.

83. Les données montrent que ce type d'activité de pêche est répandu dans les zones côtières et le plateau continental de la région méditerranéenne ; en dessous de 1000 m de profondeur, l'utilisation d'engins de pêche démersale est interdite. Les données manquent peut-être pour les eaux du sud de la Méditerranée. L'activité de pêche a été particulièrement intense dans le nord et l'ouest de l'Adriatique, sur la côte de l'Espagne et sur la côte ouest de l'Italie. Le schéma de pêche pour 2015 devrait être représentatif de chaque année.
84. La pêche démersale contribue largement à la perturbation physique des fonds marins (cf. section 0).

3.4.3. Physique - perte du fond marin

[à mettre à jour en fonction du chapitre QSR pour OE9]

85. La perte physique des fonds marins¹⁵ constitue une pression extrême sur l'écosystème marin. Un habitat des fonds marins est perdu si son substrat, sa morphologie ou sa topographie sont altérés de manière permanente. Les activités à l'origine de cette perte sont l'extraction de sable et de gravier, l'enlèvement du substrat dur ou des récifs biogéniques, le dragage d'investissement des fonds marins, l'élimination des déchets et des matières draguées et toutes sortes d'activités de construction dans ou sur les fonds marins (Korpinen et al., 2019).
86. On estime que 3,7 % des fonds marins méditerranéens ont été perdus, la plus grande partie étant concentrée sur la côte, en particulier près des villes, et une perte plus limitée loin de la côte, par exemple à cause des infrastructures offshore (par exemple, les installations de gaz, les parcs éoliens) (Korpinen et al., 2019). La figure 5 montre le nombre d'activités causant des pertes physiques par cellule de grille de 10 km x 10 km, en utilisant les données pour :
- Le dragage
 - Le déversement de matériaux dragués
 - Plateformes pétrolières et gazières
 - Ports
 - L'extraction de sable et de gravier
 - Parcs éoliens opérationnels

¹⁵ Défini pour inclure tous les impacts sur le fond marin qui mettent plus de 12 ans à se rétablir.

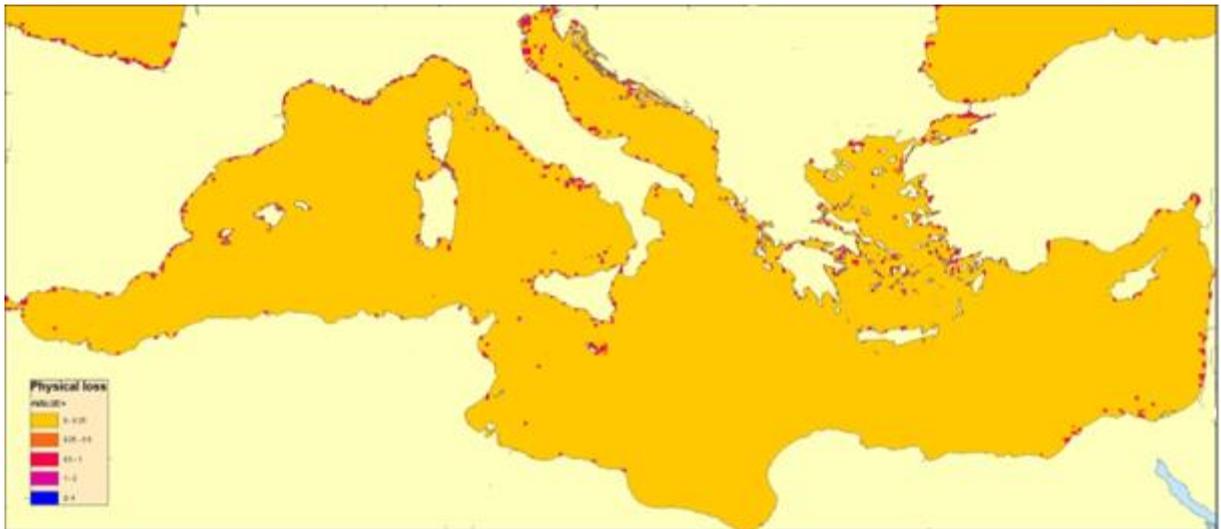


Figure 5. Nombre d'activités différentes causant une perte physique du fond marin par cellule de grille de 10 km x 10 km (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir le texte pour plus de détails.

3.4.4. Physique - perturbation des fonds marins

87. La perturbation physique est la pression la plus importante sur les fonds marins méditerranéens, affectant particulièrement les zones côtières et le plateau continental jusqu'à 1000m de profondeur, où elle affecte la plupart des types d'habitats.
88. Korpinen et al. (2019) ont préparé une couche de données représentant la somme de toutes les activités causant des perturbations physiques par cellule de grille de 10 km x 10 km (Figure 6), sur la base de données provenant des sources suivantes :
1. Effort de pêche démersale
 2. Dragage
 3. Extraction de sable et de gravier
 4. Sites d'ancrage portuaires
 5. Parcs éoliens (en cours de construction)
 6. Parcs éoliens (production partielle / en construction)
 7. Parcs éoliens (déclassés)
 8. Parcs éoliens (opérationnels)
 9. Dépôt de matériaux dragués
 10. Plateformes pétrolières (installations offshore)
 11. Aquaculture (poissons à nageoires)
 12. Aquaculture (mollusques et crustacés)
 13. Navigation en eaux peu profondes
89. Toutes les couches ont été converties en données de présence/absence par cellule de grille de 10 x 10 km avant d'être totalisées, à l'exception de la pêche démersale (kw/h) et de la navigation en eaux peu profondes (dérivées d'un modèle d'émissions de CO2 de la navigation de l'Institut météorologique finlandais, rognées sur la zone de profondeur 0-25 mètres). La pêche démersale a été transformée en logarithme et normalisée à 0-1 avant d'être totalisée. La navigation en eaux peu profondes a été normalisée avant d'être cumulée, mais pas transformée en logarithme.

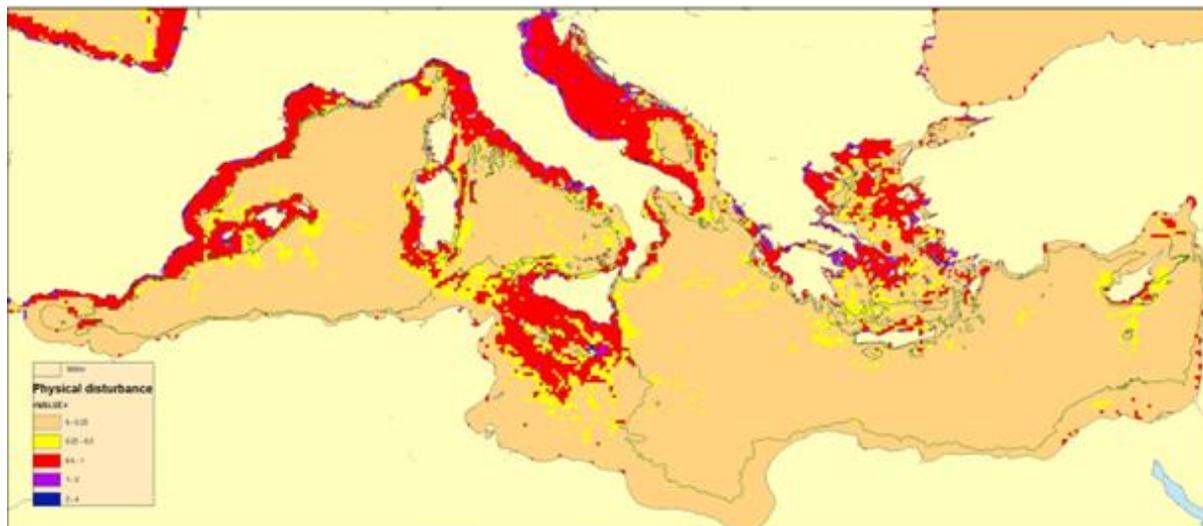


Figure 6. Nombre d'activités différentes causant une perturbation physique des fonds marins par cellule de grille de 10 km x 10 km (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir le texte pour plus de détails. L'isobathe de 1000 m est également représentée.

90. Le nombre d'activités causant des perturbations physiques est généralement le plus élevé dans la zone côtière, tandis que plus au large, sur le plateau continental jusqu'à 1000 m de profondeur, la majorité des perturbations physiques sont dues aux activités de pêche démersale, dont certaines peuvent se produire plusieurs fois par an (voir **Figure 4**).

3.4.5. Physique - pressions hydrographiques

91. Korpinen et al. (2019) ont cartographié la distribution et l'intensité des pressions hydrographiques, sur la base des données déclarées au titre de la directive-cadre sur l'eau de l'UE. La présence de différents types de pression hydrographique a été cartographiée et additionnée par cellule de grille de 10 km x 10 km (Figure 7). Les données équivalentes pour les pays non-membres de l'UE ne sont pas disponibles.



Figure 7. Nombre de pressions hydrographiques différentes par maille de 10 km x 10 km, tel que rapporté par les États membres de l'UE pour la directive-cadre sur l'eau en 2016 (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019).

3.4.6. Pollution d'origine terrestre - enrichissement en nutriments et contaminants

[à mettre à jour en fonction du chapitre QSR pour OE5 et OE9]

92. On estime que 80% de la pollution marine, par les nutriments, les métaux lourds et les polluants organiques persistants (POP), provient des activités anthropiques terrestres (Piante & Ody,

2015). En Méditerranée, les principales sources de pollution sont les industries, les eaux usées urbaines et domestiques non traitées, les écoulements de surface, les décharges et les rejets des rivières dans la mer. Les installations d'aquaculture en mer peuvent également constituer une source de pollution, notamment en ce qui concerne les nutriments.

93. Les impacts sur le substrat marin affectent particulièrement les zones côtières, la contamination chimique des sédiments étant considérée comme diminuant lorsqu'on se déplace vers le large (Gómez-Gutiérrez et al., 2007). Les communautés benthiques des sédiments mous semblent fortement affectées par les métaux lourds qui s'accumulent au fil du temps dans les sédiments (Chatzinikolaou et al., 2018).
94. Dans la mer Méditerranée, les apports annuels de N et de P ont été estimés à 1,3 Tg N et 126 Gg P (PERSEUS-UNEP/MAP, 2015). Dans la région, 50% des apports de N et 75% des apports de P proviennent des rivières et le reste de l'atmosphère et des sources ponctuelles côtières vers la mer. En général, les rivières du nord rejettent plus de nutriments que les rivières du sud de la région maritime (Strobl et al., 2009). Les apports fluviaux les plus importants (au total 25 % du débit total) proviennent du Rhône et du Pô (Korpinen et al., 2019).
95. L'eutrophisation est généralement limitée à la zone côtière et constitue un problème beaucoup moins important en Méditerranée par rapport à d'autres régions marines autour de l'Europe. 16 % des sites évalués en Méditerranée étaient sujets à l'eutrophisation, bien qu'il existe d'importantes lacunes dans les données (Korpinen et al., 2019). La **figure 8** montre les résultats d'une évaluation de l'eutrophisation en 2018, produite à l'aide de l'outil d'évaluation de l'eutrophisation d'HELCOM (HEAT). Dans le modèle HEAT, les valeurs des cellules matricielles supérieures à 1 sont considérées comme indiquant une eutrophisation, et les valeurs comprises entre 0 et 1 sont considérées comme indiquant une absence d'eutrophisation significative. Les résultats indiquent que la Méditerranée est principalement en bon état, mais que l'eutrophisation se produit dans les zones côtières de l'ouest et du nord-ouest de l'Adriatique, au large de la côte égyptienne, du golfe de Gabès, du nord de la mer Égée et à l'extérieur des grandes villes d'Espagne et de France. La **figure 9** montre les mêmes données sur une échelle normalisée (0-1).

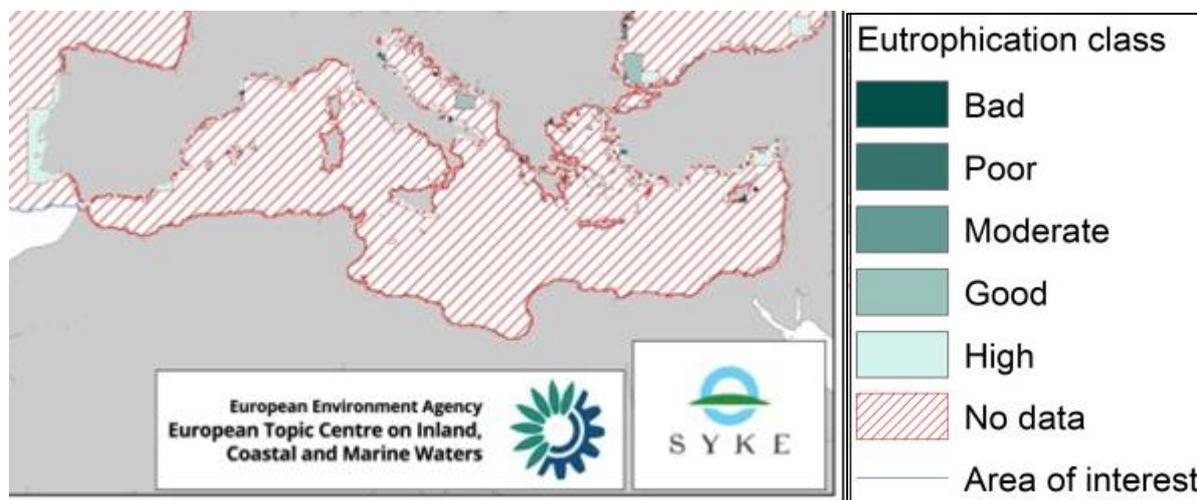


Figure 8. Évaluation intégrée de l'eutrophisation à l'aide du modèle HEAT. En Méditerranée, l'évaluation est effectuée pour les eaux côtières (pas bien visible) (redessiné à partir des données de Korpinen et al, 2019).



Figure 9. Évaluation intégrée de l'eutrophisation à l'aide du modèle HEAT, normalisé à l'échelle 0-1 (redessiné à partir de données dans Korpinen et al., 2019).

96. L'enrichissement en nutriments peut modifier la composition des communautés benthiques dans les habitats rocheux peu profonds, notamment les communautés de macroalgues (Arévalo et al., 2007). Les effets de l'eutrophisation dans la colonne d'eau peuvent éventuellement augmenter la turbidité et ainsi réduire la profondeur à laquelle les macrophytes se développent.
97. Un effet marqué de l'eutrophisation sur les habitats du fond marin est dû au développement de conditions hypoxiques sur les fonds marins. De telles conditions ont été constatées uniquement dans les zones côtières de la mer Adriatique, du nord et de l'ouest de la mer Égée, de l'est de la mer Ionienne et du golfe du Lion (AEE, 2019e). L'eutrophisation de la mer Adriatique a commencé dans les années 1970, mais les épisodes hypoxiques sont devenus plus rares depuis les années 1990-2000 avec la baisse des concentrations de chlorophylle.

3.4.7. Les déchets

[à mettre à jour en fonction du chapitre QSR pour OE10]

98. La mer Méditerranée, de par ses caractéristiques de mer semi-fermée entourée d'une côte très peuplée et de destination majeure pour le tourisme, est fortement menacée par les déchets et plus particulièrement par les déchets plastiques. Les déchets ont été confirmés dans tous les compartiments de l'environnement marin et plus de 50% des déchets des fonds marins en Méditerranée sont des déchets plastiques (UNEP/MAP & Plan Bleu, 2020) et peuvent représenter jusqu'à 62% en poids dans certaines zones (par exemple, l'Adriatique) (Pasquini et al., 2016).
99. Sur le fond marin, les déchets plastiques se concentrent dans des zones de dépôt spécifiques et bien que les zones côtières présentent une concentration plus élevée en déchets (par exemple, Strafella et al., 2015), dans les zones plus profondes, des zones sensibles pour les concentrations de déchets plastiques ont été identifiées (Pasquini et al., 2016 ; Angiolillo & Fortibuoni, 2020). Les canyons profonds sont également impactés par les déchets plastiques surtout lorsqu'ils sont proches de la côte (Gerigny et al., 2019).
100. Les préoccupations récentes se concentrent davantage sur la pollution par les micro-plastiques qui peuvent s'accumuler dans les sédiments marins où leurs impacts sur la macrofaune ne sont pas encore connus. Tsiaras et al. (2021) ont modélisé la distribution des micro-plastiques sur le plateau continental méditerranéen. Avec ce modèle, l'est de l'Espagne, le Golfe du Lion et la Mer Tyrrhénienne apparaissent comme les zones les plus impactées par les micro-plastiques.

3.4.8. *Changement climatique*

101. L'impact du changement climatique sur les espèces benthiques méditerranéennes a été largement étudié depuis les années 1980, bien que les effets en Méditerranée orientale soient connus depuis les décennies antérieures à 1980. Depuis lors, des événements de mortalité fréquents et drastiques se sont produits (par exemple, Pérez et al., 2000 ; Garrabou et al., 2001, 2003 ; Lejeusne et al., 2010 ; Galassi & Spada, 2014 ; Paireud et al., 2014 ; Bianchi et al., 2019 ; Moraitis et al., 2019). Les dommages causés par le changement climatique ont principalement été étudiés sur les communautés de substrats durs infralittorales et circalittorales, mais les impacts sur les écosystèmes benthiques d'eaux profondes ont récemment été également pris en compte (par exemple, Levin & Le Bris, 2015 ; Danovaro, 2018).
102. Les dommages causés par le changement climatique ont un impact sur les habitats benthiques du plancher océanique, bien que les changements de la circulation hydrodynamique méditerranéenne dus au changement climatique pourraient induire des changements dans la topographie du substrat du plancher océanique. Par ailleurs, la frange littorale de la côte méditerranéenne devrait subir des changements drastiques dus au changement climatique avec une élévation du niveau de la mer et une érosion du littoral et des plages. Il est difficile d'évaluer les dommages causés aux fonds marins par le changement climatique, car ces effets se cumulent à d'autres effets.

3.4.9. *Le carbone bleu et les effets de la pêche de fond*

103. Les sédiments marins constituent l'un des réservoirs de carbone (C) les plus importants et les plus cruciaux 5 % du carbone marin mondial (360 Pg) ; les plateaux continentaux stockent plus de carbone par unité de surface (<19 000 Mg km⁻²) que le reste des régions océaniques, y compris les plaines et bassins abyssaux (~6 000 Mg km⁻²), en raison de la productivité plus élevée des eaux situées au-dessus des plateaux (Atwood et al. 2020). Les sédiments des mers épicontinentales sont la composante dominante (~93 %) des réserves de carbone des mers côtières et épicontinentales ; les marais salants et les herbiers marins stockent davantage de carbone par unité de surface, mais leurs superficies sont faibles par rapport aux sédiments des mers épicontinentales. Cela souligne le fait que les sédiments du plateau continental constituent un important réservoir de carbone, tant au niveau local qu'au niveau mondial (Bauer et al., 2013, Liusetti et al. 2019). La quantité de carbone séquestrée dans les mers épicontinentales est comparable à celle des forêts tropicales (Liusetti et al. 2020).
104. La perturbation de ces réserves de carbone peut re-minéraliser le carbone sédimentaire en CO₂, ce qui est susceptible d'accroître l'acidification des océans, de réduire le pouvoir tampon de l'océan et d'ajouter potentiellement à l'accumulation de CO₂ atmosphérique (Sala et al. 2021). La perturbation des fonds marins par le chalutage de fond entraîne des émissions de CO₂ aqueux estimées à 1,47 Pg, en raison de l'augmentation du métabolisme du carbone dans les sédiments au cours de la première année suivant le chalutage, ce qui équivaut à 15-20 % du CO₂ atmosphérique absorbé par l'océan chaque année (Sala et al. 2021). Les pêcheries de poissons de fond pourraient avoir les plus grands impacts sur le puits de carbone par le biais de cascades trophiques telles que décrites en mer Baltique (Casini et al., 2008 dans Cavan & Hill, 2021) et de la perturbation physique des fonds marins (Duarte et al., 2020 dans Cavan & Hill, 2021 ; Liusetti et al., 2019 ; Pusceddu et al., 2014). Le chalutage a un impact sur jusqu'à 75 % des sédiments du plateau continental dans le monde, avec près de 20 millions de km² de sédiments soumis au chalutage une fois ou plus par an (Kaiser et al., 2002). Le chalutage de fond affecte le stockage du carbone sédimentaire par la reminéralisation du carbone organique sédimentaire remis en suspension, en modifiant la profondeur et le taux d'enfouissement du carbone organique et en changeant les communautés du fond marin impliquées dans la bioturbation et la bio-irrigation (Duplisea et al., 2001) (Liusetti et al. 2019). Dans l'ensemble, le contrôle dominant sur la libération nette de carbone dans l'atmosphère s'est avéré être l'intensité du chalutage (une fonction de la profondeur à laquelle le carbone a été perturbé, de la teneur en POC des sédiments et de la fraction redéposée sans minéralisation) (Liusetti et al. 2019). Effectivement, tout le carbone organique oxydé sera libéré dans l'atmosphère sous forme de CO₂ (Liusetti et al. 2019).

105. Le chalutage affecte les sédiments jusqu'à une profondeur de 10 cm avec une réduction de 52 % du stockage du carbone organique, un ralentissement du renouvellement du carbone et une réduction de l'abondance et de la biodiversité de la méiofaune (Pusceddu et al., 2014). Une étude récente a trouvé 30 % de carbone organique en moins dans les sédiments d'eaux profondes (500 m) continuellement chalutés pour les crevettes par rapport aux sédiments où le chalutage avait été interdit pendant 2 mois (Paradis et al., 2021). Cependant, la lenteur de l'accumulation des sédiments signifie qu'une interdiction plus longue (décennies) du chalutage plutôt que 2 mois est nécessaire pour restaurer le carbone organique des sédiments (Paradis et al., 2021).
106. Les perturbations dues à la pêche ne sont pas encore prises en compte dans les prévisions des changements futurs du cycle mondial du carbone (Laufkötter et al., 2016 dans Cavan & Hill, 2021) et la séquestration du carbone dans les sédiments des mers épicontinentales devrait être prise en compte dans le cadre des méthodes d'inventaire et de comptabilité environnementale et économique du GIEC (Luisetti et al. 2020). Dans un scénario d'augmentation des pressions anthropiques et climatiques sur une période de 25 ans, la valeur actuelle des coûts des dommages liés à la libération de carbone allant de 1,7 milliard de dollars US en utilisant l'approche du coût social du carbone (Tol, 2005) à 12,5 milliards de dollars US en utilisant l'approche du coût de réduction du Royaume-Uni (BEIS, 2017 dans Liusetti et al. 2019), avec une valeur intermédiaire de 5,2 milliards de dollars US en utilisant l'approche mixte du coût social du carbone et du coût de réduction de Nordhaus (Nordhaus, 2017). La protection des fonds marins riches en carbone est une solution naturelle potentiellement importante pour lutter contre le changement climatique (Sala et al. 2021).

3.4.10. Effets cumulés

107. Les dommages causés aux fonds marins sont souvent le résultat de menaces multiples qui s'additionnent mais peuvent aussi interagir et créer plus de dommages que la somme des impacts, ce qui augmente le risque de dommages sur les fonds marins et leur vulnérabilité. Il est difficile d'évaluer les impacts cumulés en raison de la dispersion des données (Bevilacqua et al., 2020). Bien que la menace des impacts cumulés soit peu connue, les habitats méditerranéens littoraux sont plus soumis à une accumulation de menaces que les autres. Plus généralement, on estime que 20% de l'ensemble du bassin méditerranéen sont fortement impactés par les impacts cumulés (Micheli et al., 2013a).
108. Une méthodologie et un modèle pour cartographier le risque d'effets cumulés (RCE) sur les habitats benthiques ont été développés sur la base de travaux précédents (par exemple, Halpern et al., 2008) et appliqués à la région côtière française (0-200m de profondeur) par Quemmerais-Amice et al. (2020). Dans ce travail, la contribution du chalutage de fond au RCE est de loin la plus importante.

4. ÉVALUATION DE L'ÉTAT

4.1. Thème choisi pour l'évaluation du BEE

109. L'évaluation des habitats des fonds marins (OE1) et de l'intégrité des fonds marins (OE6) relève du groupe "Biodiversité et pêche" de l'IMAP. Les deux objectifs écologiques sont examinés par rapport aux deux indicateurs communs convenus :
- CI-1 - Étendue de la distribution des habitats
 - CI-2 - Condition des espèces et des communautés typiques de l'habitat.
110. Ces indicateurs communs peuvent être appliqués aux habitats spécifiques de l'OE1 et aux grands habitats de l'OE6. Ils peuvent être considérés comme équivalents aux critères MSFD D6C4 (étendue de l'habitat) et D6C5 (état de l'habitat) respectivement.
111. L'évaluation de l'état environnemental d'un habitat, et la mesure dans laquelle le BEE a été atteint, nécessite une méthodologie d'évaluation convenue pour chaque indicateur, ainsi que des "valeurs seuils" qui distinguent un habitat en bon état d'un habitat en mauvais état. Pour l'IC-1, une valeur "seuil d'étendue" doit être fixée pour l'étendue maximale admissible de la perte de chaque habitat dans la zone d'évaluation. Pour l'IC-2, un "seuil de qualité" est nécessaire

pour l'état de l'habitat afin de permettre la distinction entre un bon et un mauvais état à tout endroit donné de l'habitat. Un second "seuil d'étendue" est nécessaire pour l'étendue maximale admissible de chaque habitat qui peut être dans un état médiocre dans la zone d'évaluation ; les deux seuils sont utilisés ensemble pour définir quand un habitat est en BEE. Suivant l'approche adoptée dans le cadre du MSFD, ce dernier "seuil d'étendue" devrait inclure le "seuil d'étendue de la perte" (c'est-à-dire que la perte ne s'ajoute pas à l'étendue admissible du mauvais état, mais en fait partie).

112. Dans le cadre de OE1, des méthodes de surveillance ont été établies et les Parties contractantes ont initié des flux de données dans le système IMAP Info (section 2.2.1). Les méthodes de surveillance convenues couvrent un large éventail de techniques possibles, produisant une variété de types de données. La méthode d'évaluation de ces données, ainsi que les valeurs seuils, doivent encore être convenues dans le cadre de l'IMAP.
113. Pour l'OE6, une proposition de description du BEE, d'objectifs opérationnels et de cibles possibles a été élaborée et sera examinée dans le cadre de l'IMAP en 2023 (UNEP/MED WG.547/10).
114. Compte tenu du niveau actuel de développement des techniques d'évaluation pour OE1 et OE6, il n'est possible de présenter qu'une approche préliminaire des évaluations des habitats des fonds marins pour le QSR Med 2023. Ceci est fait à une grande échelle et en se concentrant sur l'évaluation de l'étendue des pressions, comme une approximation des impacts sur les habitats.
115. L'évaluation est présentée comme une étude pilote pour l'OE6 en mer Adriatique basée sur l'évaluation de :
- 3 subdivisions de la mer Adriatique (nord, centre, sud) ;
 - 7 zones d'habitat (par exemple, infralittoral, circalittoral) ;
 - 5 pressions principales sur les fonds marins (par exemple, les ENI, les perturbations physiques, les inondations, etc.).

4.2. Évaluation de l'IC-1 - Aire de répartition des habitats

4.2.1. OE6 habitats

116. La répartition actuelle connue des grands types d'habitats est présentée à la **figure 10** (région de la mer Méditerranée) et à la **figure 15** (sous-région de la mer Adriatique)).

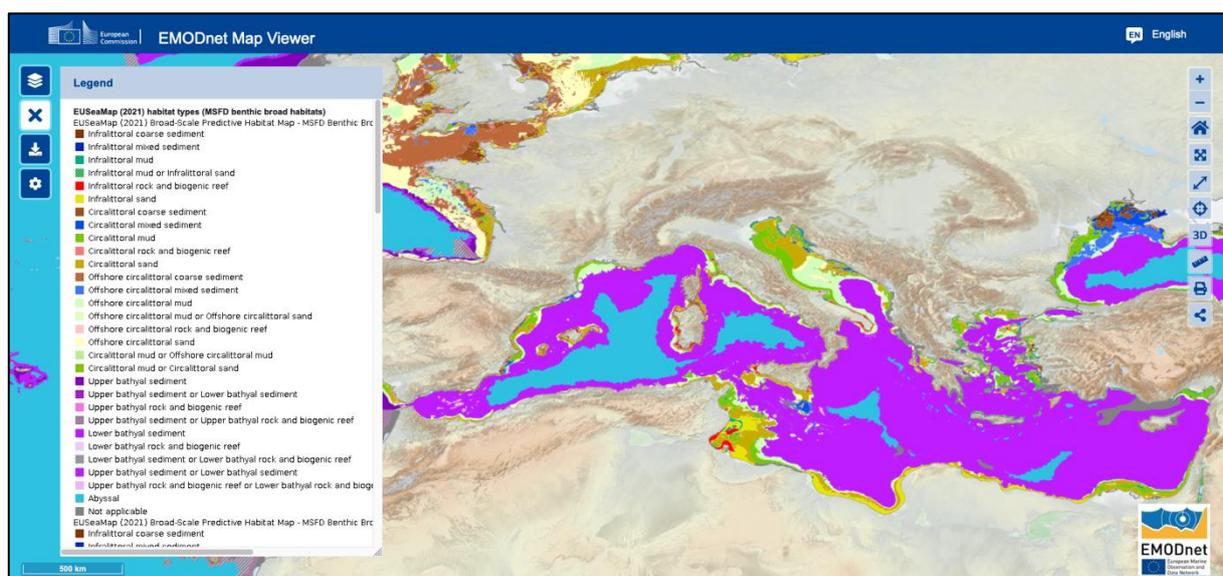


Figure 10. Carte prévisionnelle d'EUSeaMap (2021) des grands types d'habitats de la MSFD dans la région de la mer Méditerranée, basée sur la typologie des habitats EUNIS (2019) (à partir de [EMODnet](#), consultée le 6 février 2023).

117. La définition du BEE pour IC-1 est "l'habitat est présent dans toute son aire de répartition". Tous les grands types d'habitats sont considérés comme présentant une aire de répartition à travers la Méditerranée qui est en accord avec les conditions physiographiques, géographiques et climatiques dominantes. Les grands types d'habitats, au niveau 2 d'EUNIS, sont définis sur la base de leur type de substrat et de leur zonage biologique. A cette résolution, il est considéré comme peu probable que l'aire de distribution varie, bien qu'il y ait une légère possibilité que la gamme de profondeur de la zone infralittorale varie en raison de changements dans la clarté de l'eau.
118. En plus de l'aire de répartition, la fiche d'orientation pour l'IC-1 indique qu'il est nécessaire de prendre en compte la perte d'étendue de l'habitat. Cet aspect est pertinent pour tous les types d'habitats et peut résulter de la construction d'infrastructures sur la côte et au large, de l'installation de défenses côtières artificielles et d'autres activités. La perte d'habitat tend à être la plus importante dans les zones côtières, en raison de la proximité des populations humaines et des activités associées ; elle est également plus préoccupante ici en raison de l'ampleur de la perte par rapport à l'étendue limitée des habitats côtiers (les modèles de zonage dans la zone côtière donnent lieu à des changements rapides du type d'habitat par rapport aux zones offshore). La mise en place de structures offshore, telles que les plates-formes gazières et les éoliennes, constitue une empreinte relativement faible de la perte d'habitat par rapport à l'échelle plus large des grands types d'habitats, mais peut être plus préoccupante pour certains habitats menacés (sous OE1

4.2.2. OE1 habitats

119. Des cartes de répartition pour plusieurs habitats de l'OE1 sont présentées en **Figure 11**, **Figure 12** et **Figure 13**.

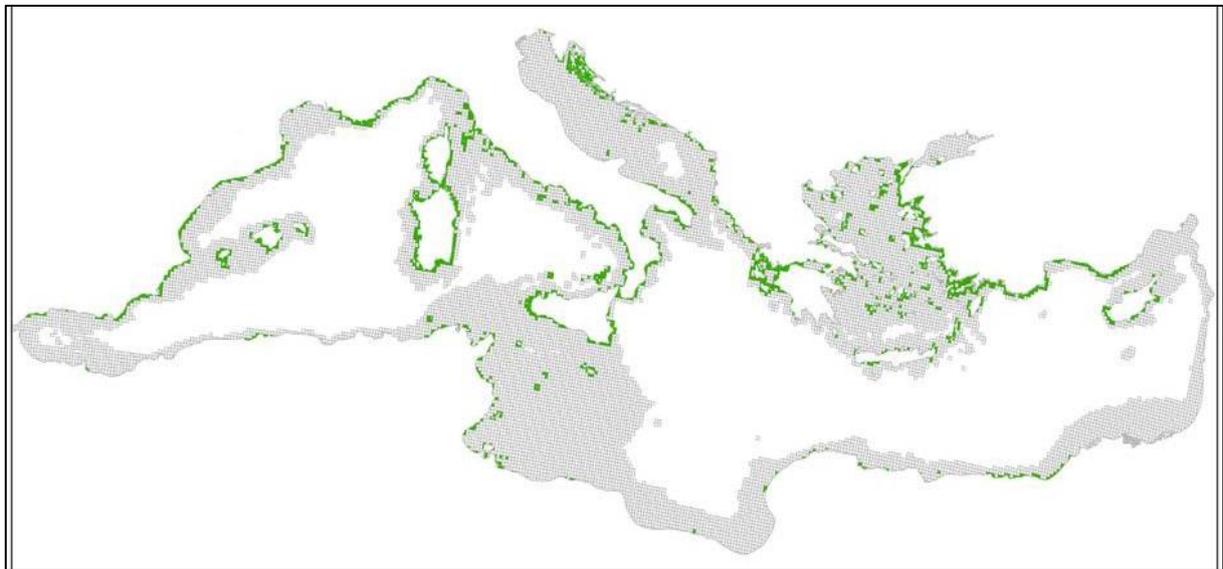


Figure 11. Répartition des herbiers de *Posidonia oceanica* dans la mer Méditerranée (zones vertes) (de Giakoumi et al., 2013).

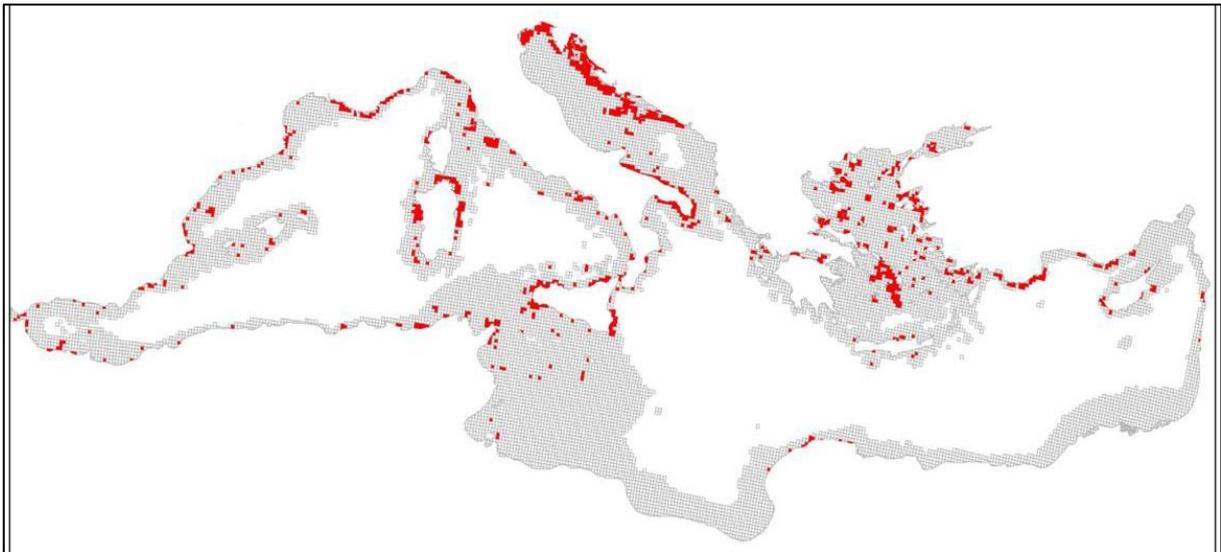


Figure 12. Répartition des habitats coralligènes en mer Méditerranée (zones rouges) (de Giakoumi et al., 2013).

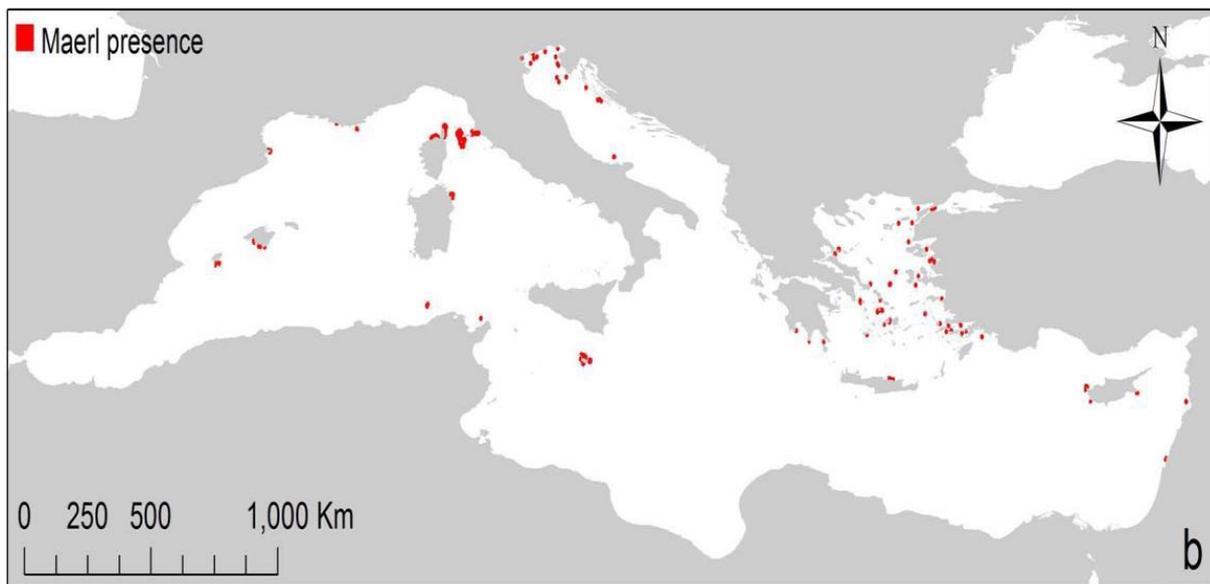


Figure 13. Répartition des habitats de rhodolithes/maërl en mer Méditerranée (zones rouges) (de Martin et al., 2014).

120. La définition de l'IE-1 est la suivante : " l'habitat est présent dans toute son aire de répartition ". Tous les types d'habitats spécifiques actuellement traités par l'OE1 sont considérés comme présentant une aire de répartition à travers la Méditerranée qui est en accord avec les conditions physiographiques, géographiques et climatiques dominantes. Malgré la résolution plus fine des habitats de l'OE1 comparée aux grands types d'habitats de l'OE6, il est considéré comme peu probable que l'aire de distribution varie à l'échelle de la mer Méditerranée. Il existe une légère possibilité que la gamme de profondeur des habitats infralittoraux, tels que le maërl, varie en raison des changements de la clarté de l'eau.

121. En plus de l'aire de répartition, la fiche d'orientation pour l'IC-1 indique qu'il est nécessaire de considérer également la perte d'étendue de l'habitat. Cet aspect est pertinent pour tous les types d'habitats et est souvent une préoccupation particulière pour les habitats qui sont sensibles à des pressions spécifiques, telles que la perte physique et la perturbation, et donc leur inclusion en tant qu'habitats menacés sous OE1. L'utilisation de certains engins de pêche de fond et l'ancrage de grands navires entraînent la perte d'habitats et la détérioration des herbiers de *Posidonia oceanica*, d'autres types d'herbiers marins et des bancs de maërl. La mauvaise

qualité de l'eau dans les zones côtières, due à l'apport de contaminants et à l'enrichissement en nutriments, entraîne également une diminution de l'étendue de l'habitat.

4.3. Évaluation de l'IC-2 - État des habitats

4.3.1. OE6 habitats

122. L'évaluation des grands types d'habitats sur de grandes zones maritimes et sur l'ensemble du bassin de la mer Méditerranée nécessite une approche différente de celle traditionnellement appliquée à des habitats spécifiques, tels que ceux de l'OE1. Ceci peut être réalisé en utilisant des données modélisées et en rassemblant des données sur les activités et les pressions. Voir la section 4.4 pour une évaluation pilote, basée sur des couches de données de pression pour l'ensemble de la région de la mer Méditerranée.

4.3.2. OE1 habitats

123. Comme indiqué dans la section 4.1, des méthodes de surveillance ont été établies pour trois habitats de OE1 et les Parties contractantes ont initié des flux de données dans le système Info IMAP (section 2.1.2.1). Les méthodes de surveillance convenues couvrent un large éventail de techniques possibles, produisant une variété de types de données. La méthode d'évaluation de ces données, ainsi que les valeurs seuils, doivent encore être convenues dans le cadre de l'IMAP. À l'heure actuelle, il n'est donc pas possible d'évaluer l'IC-2 pour les types d'habitats de l'OE1. Il existe cependant une riche littérature scientifique qui décrit l'état de ces habitats et fournit des preuves de leur mauvais état dans de nombreux endroits de la région.

4.4. Évaluation pilote pour OE6 - mer Adriatique

124. Une évaluation pilote des grands types d'habitats dans la mer Adriatique est présentée ici, basée sur :

- a. Trois zones d'évaluation (subdivisions de la mer Adriatique) (nord, centre, sud)¹⁶ ;
- b. Sept zones d'habitat (littoral, infralittoral, circalittoral, circalittoral offshore, bathyal <1000m, bathyal >1000m, abyssal)¹⁷ ;
- c. Cinq pressions (espèces non indigènes, enrichissement en nutriments [eutrophisation], perte physique, perturbation physique, changements hydrographiques)¹⁸ .

125. L'évaluation a été entreprise à une échelle relativement grossière (zones biologiques, chacune représentant cinq grands types d'habitats) car les données disponibles sur les pressions ont une résolution de 10 km par 10 km. L'étendue des pressions, et leur intensité, est utilisée comme un indicateur des impacts sur le fond marin.¹⁹

4.4.1. Données d'entrée

126. Les ensembles de données d'entrée sont présentés ci-dessous.

¹⁶ Subdivisions fournies par la DG Environnement de la CE pour le [STECF, 2022](#)

¹⁷ Ces zones biologiques constituent la base des typologies d'habitats de la Convention de Barcelone (Montefalcone et al., 2021) et EUNIS (2019), et sont utilisées pour préparer la carte d'habitat prédite EUSeaMap (2021) d'EMODnet.

¹⁸ Les données de pression de Korpinen et al. (2019), fourni par ETC-ICM (Samuli Korpinen, Syke, Finlande)

¹⁹ Données d'isobathes provenant de Tools4MSP, fournies par le CNR (Elizabeth de Maio, Conseil national italien de la recherche).

Subdivisions de la mer Adriatique (Figure 14)

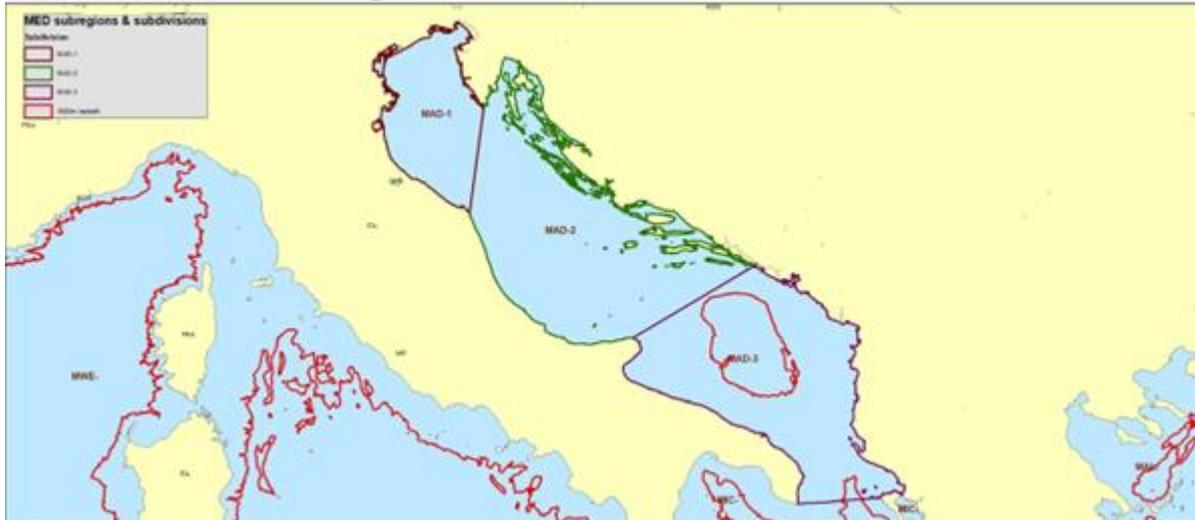


Figure 14. Subdivisions de la sous-région de la mer Adriatique, et isobathe de 1000m²⁰

Zones d'habitat

127. Voir la **figure 15** pour une carte des grands types d'habitats du MSFD tirée de EUSeaMap (2121). L'évaluation pilote a été entreprise au niveau de la zone biologique, plutôt qu'au niveau des grands types d'habitats individuels (récifs rocheux et biogéniques, sédiments grossiers, sédiments mixtes, sable, boue) au sein de chaque zone, car la résolution des données de pression, à l'échelle d'une maille de 10 km sur 10 km, ne justifie pas une analyse plus fine. Notez que la zone bathyale a été divisée à 1000m de profondeur (**Figure 14**) montre les différences de perturbation physique par la pêche de fond au-dessus et au-dessous de cet isobathe (la pêche de fond est interdite au-dessous de 1000m de profondeur en mer Méditerranée).

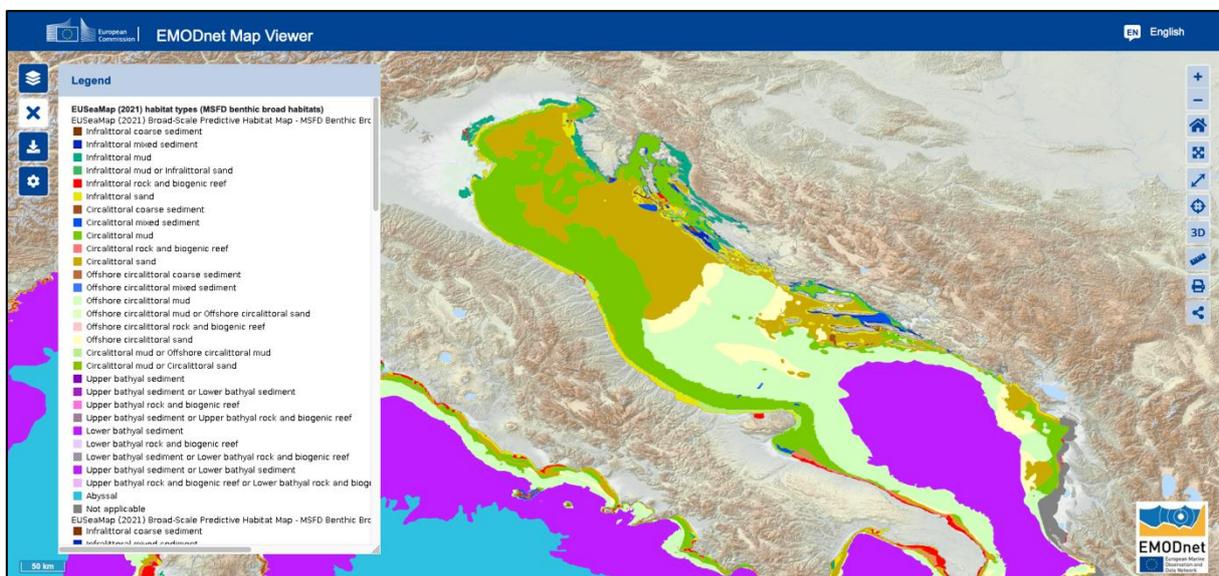


Figure 15. EUSeaMap (2021) carte prévisionnelle des grands types d'habitats MSFD dans la sous-région de la mer Adriatique, basée sur la typologie des habitats EUNIS (2019) (d'après EMODnet, consulté le 6 février 2023).

Pressions

128. Les données d'entrée sur les pressions, telles que décrites dans la section 4.4, sont présentées comme suit pour la mer Adriatique :

- a. . espèces non indigènes (**Figure 16**)
- b. enrichissement en nutriments [eutrophisation] (**Figure 17**)

- c. perte physique (**Figure 18**)
- d. perturbation physique (**figure 19**)
- e. changements hydrographiques (**Figure 20**)

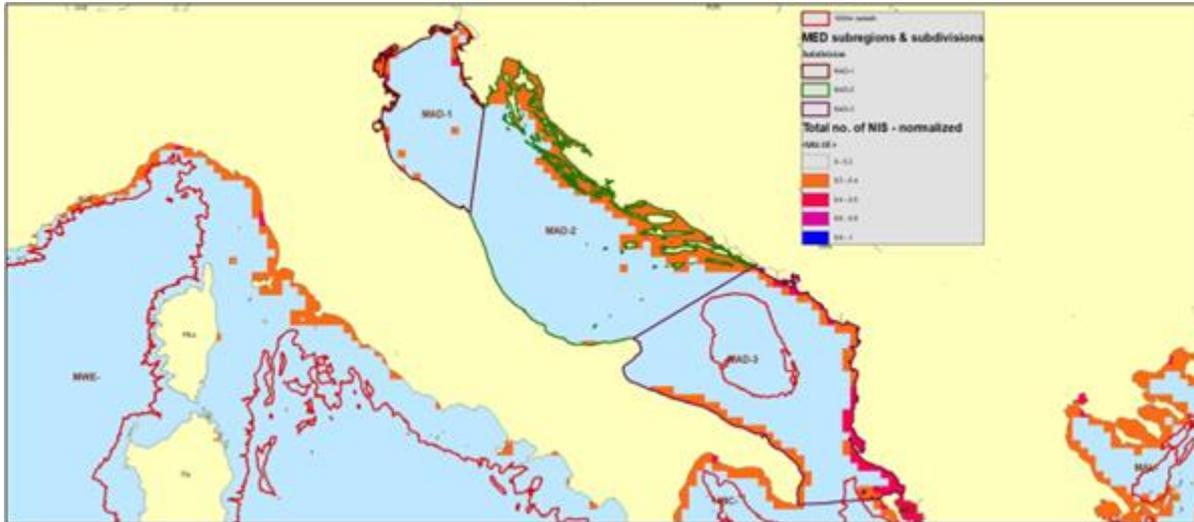


Figure 16. Nombre total d'espèces non indigènes par cellule de grille de 10 km x 10 km (maximum 39), normalisé à l'échelle 0-1 (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir la section 4.4.1 pour plus de détails.

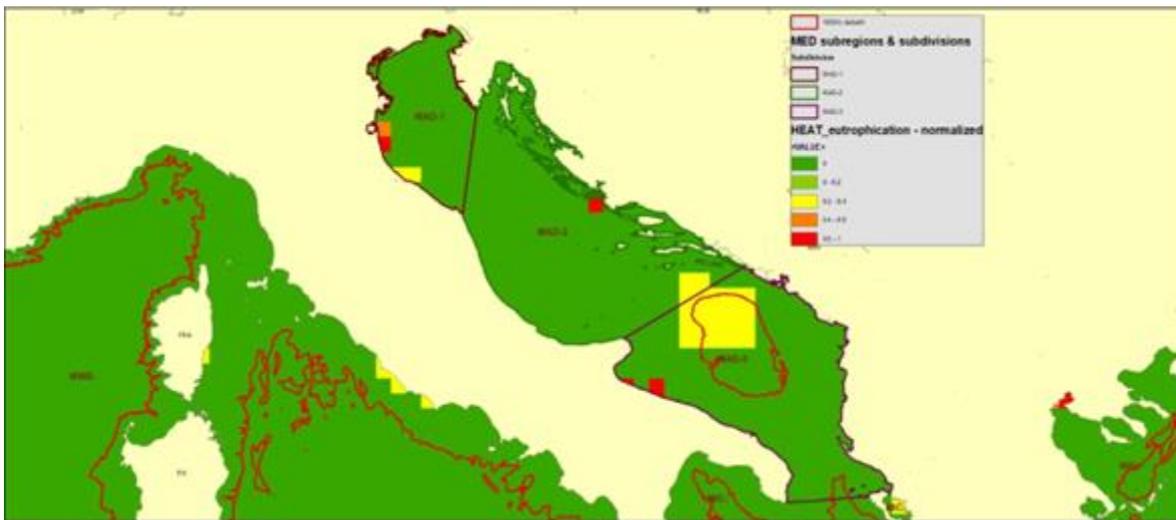


Figure 17. Évaluation de l'eutrophisation par HEAT par cellule de grille de 10 km x 10 km, normalisée à l'échelle 0-1 (redessinée à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir la section 4.4.6 pour plus de détails.

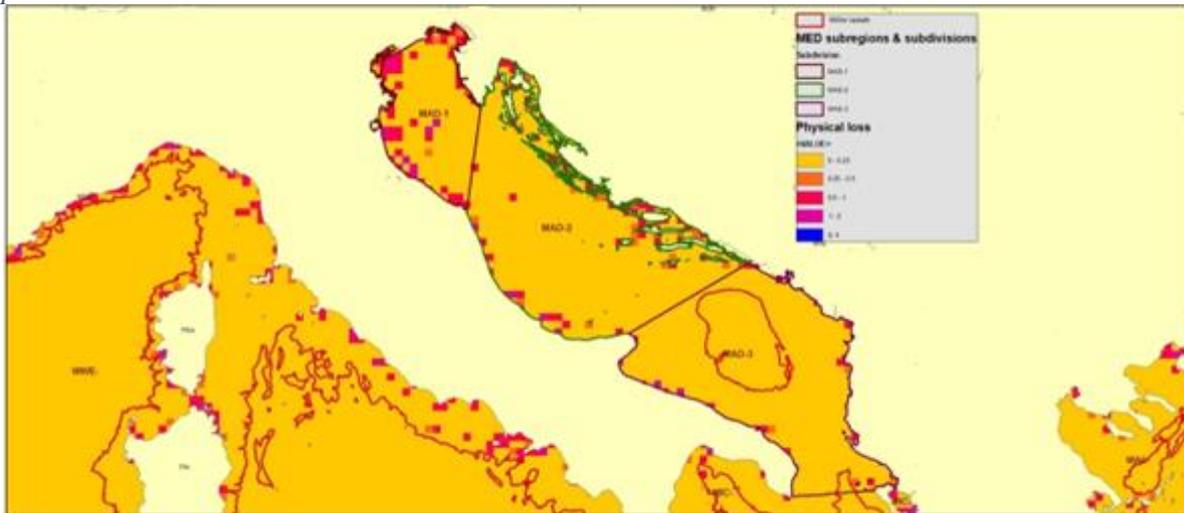


Figure 18. Nombre total d'activités causant des pertes physiques par cellule de grille de 10 km x 10 km (maximum 4) (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir la section 4.4.3 pour plus de détails.

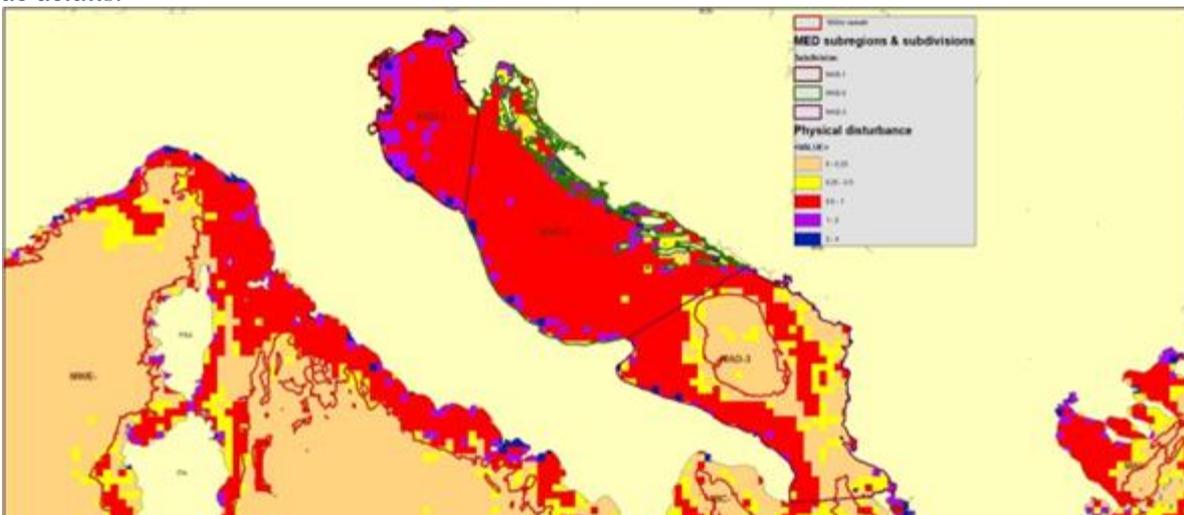


Figure 19. Nombre total d'activités causant des perturbations physiques par cellule de grille de 10 km x 10 km (maximum 4) (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir la section 4.4.4 pour plus de détails.

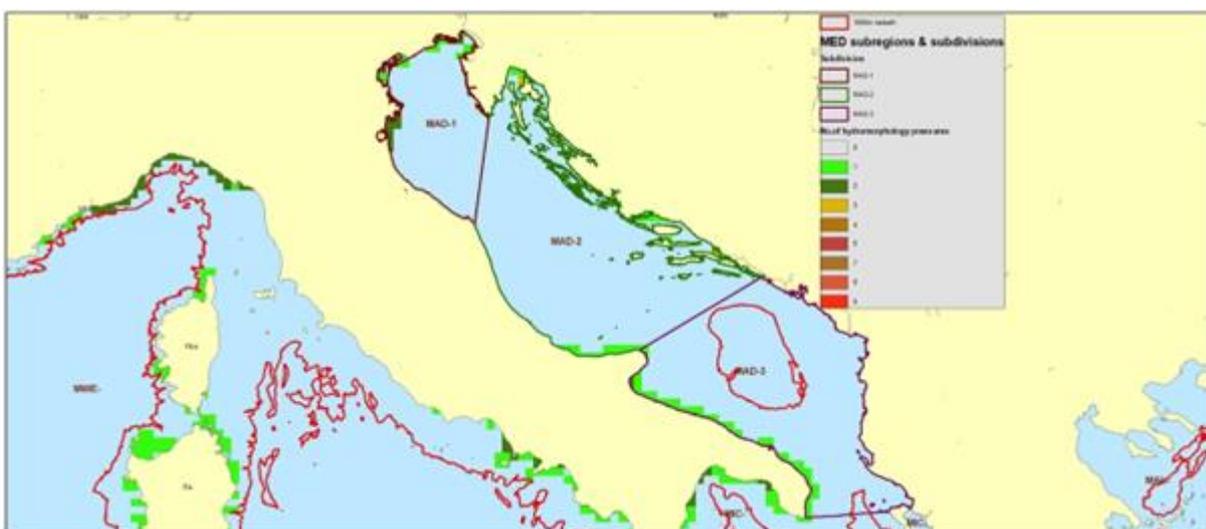


Figure 20. Nombre total de pressions hydrologiques par maille de 10 km x 10 km (maximum 9) déclarées au titre de la WFD (redessiné à partir des données de Korpinen et al., 2019). Voir la section 3.4.5 pour plus de détails.

4.4.2. Traitement des données

129. L'évaluation a été réalisée comme suit pour chacune des trois subdivisions de la mer Adriatique
- La proportion (%) de chaque zone d'habitat a été estimée ;
 - La proportion (%) de chaque pression dans chaque zone a été estimée ;
 - La proportion (%) de chaque pression dans le lotissement a été calculée à partir des valeurs de (a) et (b) ;
 - Les valeurs de (b) et (c) ont été attribuées à l'une des cinq classes de pression (0, 1-25%, 26-50%, 51-75%, 76-100%) pour indiquer l'étendue de la pression par zone et subdivision, plus un classement général de toutes les pressions par zone. Cette généralisation des données s'explique par le fait que l'interpolation entre les données de pression de 10 km x 10 km et les données de cartographie des habitats ne justifie pas nécessairement un niveau de précision aussi fin. Elle permet également un codage couleur des résultats plus facile à visualiser.

4.4.3. Résultats de l'évaluation pilote

130. Les résultats sont présentés dans le **Tableau 4**.

Tableau 4. Évaluation pilote de trois zones (sous-divisions) dans la mer Adriatique.

La portée de cinq pressions par rapport à sept zones d'habitat du fond marin donne une indication du niveau de pression auquel chaque zone d'habitat est soumise, et de la portée globale des pressions par zone. Voir la clé pour les codes de couleur.

Sub-division	Pays	Zone d'habitat des fonds marins	OE2 - ENI	OE5 - Eutrophication	OE6 - Perte physique	OE6 - Perturbation physique	OE7 - Modifications hydrographiques	Modifications hydrographiques
MAD-1 (nord)	HR, IT, SI	Littoral						Très élevé
		Infralittoral						Très élevé
		Circalittoral						Très élevé
		Circalittoral offshore						
		Bathyal <1000m						
		Bathyal >1000m						
		Abyssal						
Proportion de subdivision								

MAD-2 (central)	BA, HR, IT	Littoral						Très élevé
		Infralittoral						Très élevé
		Circalittoral						Très élevé
		Circalittoral offshore						Très élevé
		Bathyal <1000m						
		Bathyal >1000m						

Sub-division	Pays	Zone d'habitat des fonds marins	OE2 - ENI	OE5 - Eutrophication	OE6 - Perte physique	OE6 - Perturbation physique	OE7 - Modifications hydrographiques	Modifications hydrographiques
		Abyssal						
Proportion de subdivision								

MAD-3 (south)	AL, EL, HR, ME	Littoral						Très élevé
		Infralittoral						Très élevé
		Circalittoral						élevé
		Circalittoral offshore						élevé
		Bathyal <1000m						élevé
		Bathyal >1000m						Moderé
		Abyssal						
Proportion of subdivision								

Key:

% de zone avec pression	0	1-25	26-50	51-75	76-100	Habitat absent ou non évalué
Catégorie de pression	aucune	faible	Moderée	élevée	Très élevée	

131. Les résultats indiquent :

- Les cinq pressions affectent quasiment toutes les zones d'habitat dans toutes les zones d'évaluation ;
- L'ampleur de l'eutrophication, de la perte physique et des changements hydrographiques est faible à modérée dans la plupart des zones d'habitat et des zones d'évaluation ;
- L'étendue des espèces non indigènes est élevée à très élevée dans les zones du centre et du sud de la mer Adriatique ;
- La perturbation physique est de loin la pression la plus importante, avec une étendue très élevée dans toutes les zones d'habitat du nord et du centre de la mer Adriatique (MAD-1, MAD-2). Dans le sud de la mer Adriatique (MAD-3), l'étendue de cette pression est élevée dans toutes les zones d'habitat, à l'exception de celles situées en dessous de 1000 m de profondeur ; cette étendue légèrement inférieure de la pression par rapport aux zones nord et centrale peut être due en partie à un manque de données dans les zones orientales.
- Les effets combinés des cinq pressions signifient que tous les habitats des zones d'évaluation du nord et du centre sont soumis à des pressions dans une proportion très élevée de chaque zone d'habitat. Seules les zones circalittorales, circalittorales offshore et bathyales <1000m dans la zone sud de l'Adriatique présentent une ampleur de pression légèrement inférieure (élevée), et les zones bathyales >1000m présentent une ampleur de pression modérée.
- L'étendue des pressions (individuelles et cumulées) fournit une indication préliminaire de l'état des fonds marins dans ces trois zones d'évaluation, et doit être soutenue par des données d'observation directe pour les différents types d'habitat afin de permettre une évaluation de l'état de l'habitat.

5. PRINCIPAUX RÉSULTATS PAR IC

5.1.1. IC-1 - aire de répartition de l'habitat

132. L'aire de répartition des types d'habitats généraux et spécifiques est considérée comme conforme aux conditions physiographiques, géographiques et climatiques dominantes.
133. Tous les habitats peuvent être soumis à une perte d'habitat ; ceci est plus prononcé dans la zone côtière, en raison de la plus grande intensité des infrastructures côtières et des défenses maritimes ; la perte d'habitat est particulièrement préoccupante pour les habitats spécifiques de l'OE1.
134. L'évaluation de l'IC-1 nécessite l'établissement d'un "seuil de portée" et l'amélioration de la disponibilité des données sur l'étendue et la perte des habitats.

5.1.2. IC-2 - état de l'habitat

135. L'état des habitats dans la région de la mer Méditerranée est affecté par de multiples pressions. Il existe une plus grande variété de pressions dans la zone côtière étroite, tandis que les zones offshore et bathyales, jusqu'à 1000 m de profondeur, sont les plus affectées par les pressions de perturbation physique.
136. En raison de la nature étroite du plateau continental dans une grande partie de la Méditerranée (à l'exception de la mer Adriatique et du détroit de Sicile), la zone bathyale, en dessous de 1000m de profondeur, et la zone abyssale représentent une très grande proportion de la mer Méditerranée. Dans ces zones, la pêche de fond est interdite, ce qui entraîne des niveaux de perturbation physique beaucoup plus faibles, bien que les fonds marins puissent être soumis aux effets des contaminants qui s'accumulent dans les sédiments des eaux profondes et de l'accumulation de déchets, comme dans les canyons.
137. La pêche de fond est responsable de la grande majorité des perturbations physiques, couvrant jusqu'à 90 % ou plus des fonds marins (à une résolution de maille de 10 km x 10 km) dans les zones côtières et au large.
138. Dans le cadre de l'IMAP, les Parties contractantes ont commencé à soumettre des données sur l'état de trois habitats spécifiques pour l'OE1 ; des données sur l'ensemble de la région sont nécessaires pour permettre une évaluation de l'état de ces types d'habitats. En outre, des méthodes d'interprétation de ces données (par le biais d'indicateurs spécifiques) et une fixation des valeurs seuils est nécessaire pour permettre une évaluation par rapport à la définition des BEE dans les futurs QSR.
139. Pour les types généraux d'habitats, il est nécessaire d'améliorer la disponibilité et la résolution des données de pression, et de relier ces données à l'état (condition) des habitats. Cela conduirait à une évaluation plus robuste que celle présentée ici dans l'étude pilote.
140. Les données sur les pressions et l'état des habitats sont généralement plus disponibles dans les parties nord de la Méditerranée, ce qui peut impliquer à tort que ces zones soient dans un état pire que les zones sud. Un effort devrait donc être fait pour s'assurer qu'un niveau égal de données est disponible dans toute la région.

6. MESURES ET ACTIONS NÉCESSAIRES POUR ATTEINDRE LE BEE

141. Malgré plusieurs décennies d'études scientifiques sur des habitats particuliers dans des lieux spécifiques, l'évaluation systématique des habitats des fonds marins, à la fois à grande et à petite échelle, pour l'ensemble de la mer Méditerranée n'en est généralement qu'à ses débuts. Cependant, la base de connaissances et les méthodologies d'évaluation se développent rapidement et offrent de bonnes perspectives pour les futurs QSR.
142. L'amélioration de la disponibilité des données est nécessaire pour :

- a. Les cartes des habitats - elles constituent la base fondamentale des évaluations des habitats et leur qualité et leur précision doivent encore être améliorées. La carte de couverture complète des types généraux d'habitats d'EUSaMap repose sur la qualité des données d'entrée sous-jacentes, notamment sur les substrats des fonds marins, et doit être améliorée dans une grande partie de la région. Les pays doivent être encouragés à fournir des données cartographiques afin d'améliorer la cartographie des fonds marins à l'échelle régionale ;
- b. Activités et pressions - la cartographie des pressions, en utilisant les activités comme base, fournit un bon moyen d'évaluer les fonds marins de la région. Ces données sont généralement plus faciles (et moins chères) à collecter que les données d'observation directe des fonds marins, ce qui offre un moyen plus rentable d'entreprendre des évaluations. En outre, ces données sont importantes pour la gestion des pressions (c'est-à-dire la réduction des pressions dans les zones pour aider à atteindre les objectifs de développement durable) et pour la planification de l'espace marin ;
- c. Données de surveillance sur l'état des fonds marins - la collecte traditionnelle d'observations directes des fonds marins (par exemple, par vidéo et échantillonnage) reste un aspect important des programmes de collecte de données, fournissant un moyen de valider les données de pression pour évaluer l'état de l'habitat des fonds marins. Les programmes de surveillance sont coûteux et doivent être axés sur les besoins de l'évaluation et des mesures afin de garantir une bonne valeur. Pour faciliter les évaluations pan-régionales, les données de surveillance doivent être compatibles entre les pays, en suivant les normes de données spécifiées ;
- d. Interactions pression-état - il est nécessaire de poursuivre l'étude des interactions pression-état, à la fois au niveau de la recherche et par le biais d'évaluations de l'état, afin d'améliorer la confiance dans l'utilisation des données sur la pression (comme substitut aux évaluations de l'état à grande échelle) ;
- e. Changement climatique - les effets du changement climatique sur les fonds marins et leurs communautés doivent être mieux compris ; il est particulièrement important d'évaluer la capacité de stockage du carbone des habitats marins et la contribution qu'elle apporte à l'atténuation des effets du changement climatique ; l'importance des habitats végétalisés peu profonds, tels que les prairies de *Posidonia oceanica*, pour le carbone bleu est souvent soulignée, mais la capacité de séquestration du carbone des habitats de sédiments mous beaucoup plus étendus de la zone du plateau continental et sa perturbation par les pressions de perturbation physique constituent en définitive une lacune plus importante dans les connaissances ;
- f. Méthodes d'évaluation - des travaux supplémentaires sont nécessaires pour développer des indicateurs spécifiques (ou tester les indicateurs existants disponibles dans d'autres régions) à utiliser avec les données de surveillance, et pour amener les méthodes d'évaluation à un niveau pleinement opérationnel. Sur la base de ces méthodes, les parties contractantes doivent convenir de valeurs seuils afin de fournir un moyen clair d'évaluer dans quelle mesure le BEE a été atteint
- g. Résultats de l'évaluation - la disponibilité des résultats de l'évaluation des fonds marins, y compris la visualisation de l'étendue du BEE dans chaque partie de la région, fournit un résultat important qui démontre le travail de l'IMAP et des parties contractantes, stimule les améliorations et aide à diriger les actions vers la réalisation du BEE.

7. REFERENCES

- Angiolillo, M., & Fortibuoni, T. (2020). Impacts of Marine Litter on Mediterranean Reef Systems: From Shallow to Deep Waters. *Frontiers in Marine Science*, 7. doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.581966>
- Arévalo, R., Pinedo, S., & Ballesteros, E. (2007). Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin*, 55(1–6), 104–113. doi: [10.1016/j.marpolbul.2006.08.023](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.023)
- Arjona-Camas, M., Puig, P., Palanques, A., Durán, R., White, M., Paradis, S., & Emelianov, M. (2021). Natural vs. Trawling-induced water turbidity and suspended sediment transport variability within the Palamós Canyon (NW Mediterranean). *Marine Geophysical Research*, 42(38). pdf. doi: [10.1007/s11001-021-09457-7](https://doi.org/10.1007/s11001-021-09457-7)
- Atwood, T.B., Witt, A., Mayorga, J., Hammill, E. & Sala, E. 2020. Global Patterns in Marine Sediment Carbon Stocks. *Front. Mar. Sci.* 7:165. doi: 10.3389/fmars.2020.00165 [Frontiers | Global Patterns in Marine Sediment Carbon Stocks | Marine Science \(frontiersin.org\)](https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2020.00165/full).
- Bauer, J., et al. 2013. The changing carbon cycle of the coastal ocean. *Nature* **504**: 61-70.
- BEIS, 2017. *Guidance on estimating carbon values beyond 2050: an interim approach*.
- Betti, F., Bavestrello, G., Bo, M., Ravanetti, G., Enrichetti, F., Coppari, M., ... Cattaneo Vietti, R. (2020). Evidences of fishing impact on the coastal gorgonian forests inside the Portofino MPA (NW Mediterranean Sea). *Ocean & Coastal Management*, 187, 105105. doi: [10.1016/j.ocecoaman.2020.105105](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105105)
- Bevilacqua, S., Katsanevakis, S., Micheli, F., Sala, E., Rilov, G., Sarà, G., ... Fraschetti, S. (2020). The Status of Coastal Benthic Ecosystems in the Mediterranean Sea: Evidence From Ecological Indicators. *Frontiers in Marine Science*, 7. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2020.00475>
- Bianchi, C. N., Azzola, A., Bertolino, M., Betti, F., Bo, M., Cattaneo-Vietti, R., ... Bavestrello, G. (2019). Consequences of the marine climate and ecosystem shift of the 1980-90s on the Ligurian Sea biodiversity (NW Mediterranean). *The European Zoological Journal*, 86(S1), 458–487. doi: [10.1080/24750263.2019.1687765](https://doi.org/10.1080/24750263.2019.1687765)
- Bitar G., 2008. National overview (on vulnerability and impacts of climate on marine and coastal biodiversity in Lebanon. Contract RAC/SPA, N° 16: 41pp.
- Bo, M., Angiolillo, M., Bava, S., Betti, F., Cattaneo-Vietti, R., Cau, A., ... Bavestrello, G. (2014). Fishing impact on Italian deep coral gardens and management of these vulnerable marine ecosystems. *Proceedings of the 1st Mediterranean Symposium on the Conservation of Dark Habitats, Slovenia*, 21–26. Tunis: RAC/SPA Publ.
- Boero, F., Foglini, F., Fraschetti, S., Goriup, P., Macpherson, E., Planes, S., ... Rammou, A.-M. (2016). *CoCoNet: Towards coast to coast networks of marine protected areas (From the shore to the high and deep sea), coupled with sea-based wind energy potential*. 6, 1–95. doi: [10.2423/i22394303v6Sp1](https://doi.org/10.2423/i22394303v6Sp1)
- Bordehore, C., Riosmena-Rodriguez, R., & Espla, A. A. (2000). *Trawling as a major threat to Mediterranean Maerl beds*.
- Cavan, E.L. & Hill, S.L. 2021. Commercial fishery disturbance of the global ocean biological carbon sink. *Glob Change Biol.*; 00:1–10. DOI: 10.1111/gcb.16019.
- Chatzinikolaou, E., Mandalakis, M., Damianidis, P., Dailianis, T., Gambineri, S., Rossano, C., ... Arvanitidis, C. (2018). Spatio-temporal benthic biodiversity patterns and pollution pressure in three Mediterranean touristic ports. *Science of The Total Environment*, 624, 648–660. doi: [10.1016/j.scitotenv.2017.12.111](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.111)
- Damalas, D., Ligas, A., Tsagarakis, K., Vassilopoulou, V., Stergiou, K. I., Kallianiotis, A., ... Maynou, F. (2018). The “discard problem” in Mediterranean fisheries, in the face of the European Union landing obligation: The case of bottom trawl fishery and implications for management. *Mediterranean Marine Science*, 19(3), 459–476. doi: [10.12681/mms.14195](https://doi.org/10.12681/mms.14195)

- Danovaro, R. (2018). Climate change impacts on the biota and on vulnerable habitats of the deep Mediterranean Sea. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 29(3), 525–541. doi: [10.1007/s12210-018-0725-4](https://doi.org/10.1007/s12210-018-0725-4)
- Dapueto, G., Massa, F., Pergent-Martini, C., Povero, P., Rigo, I., Vassallo, P., ... Paoli, C. (2022). Sustainable management accounting model of recreational boating anchoring in Marine Protected Areas. *Journal of Cleaner Production*, 342, 130905. pdf. doi: [10.1016/j.jclepro.2022.130905](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130905)
- Depe, P., Sazaki, E., & Leotsinidis, M. (2018). Dredges' management: Comparison of regulatory frameworks, legal gaps and recommendations. *Global NEST Journal*, 20(1), 88–95.
- Deter, J., Lozupone, X., Inacio, A., Boissery, P., & Holon, F. (2017). Boat anchoring pressure on coastal seabed: Quantification and bias estimation using AIS data. *Marine Pollution Bulletin*, 123(1), 175–181. doi: [10.1016/j.marpolbul.2017.08.065](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.065)
- D'Onghia, G., Calculli, C., Capezzuto, F., Carlucci, R., Carluccio, A., Grehan, A., ... Pollice, A. (2017). Anthropogenic impact in the Santa Maria di Leuca cold-water coral province (Mediterranean Sea): Observations and conservation straits. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 145, 87–101. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.02.012>
- Duplisea, D.E., Jennings, S., Malcolm, S.J., Parker, R., Sivyer, D.B., 2001. Modelling potential impacts of bottom trawl fisheries on soft sediment biogeochemistry in the North Sea. *Geochem. Trans.* 112–117.
- Eigaard, O. R., Bastardie, F., Breen, M., Dinesen, G. E., Hintzen, N. T., Laffargue, P., ... Rijnsdorp, A. D. (2016). Estimating seabed pressure from demersal trawls, seines, and dredges based on gear design and dimensions. *ICES Journal of Marine Science*, 73(suppl_1), i27–i43. doi: [10.1093/icesjms/fsv099](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv099)
- Eigaard, O. R., Bastardie, F., Hintzen, N. T., Buhl-Mortensen, L., Buhl-Mortensen, P., Catarino, R., ... Rijnsdorp, A. D. (2017). The footprint of bottom trawling in European waters: Distribution, intensity, and seabed integrity. *ICES Journal of Marine Science*, 74(3), 847–865. doi: [10.1093/icesjms/fsw194](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw194)
- Elliott, M., & O'Higgins, T.G. (2020). From DPSIR the DAPSI(W) R(M) Emerges. . . a Butterfly – ‘protecting the natural stuff and delivering the human stuff’. In T.G. O'Higgins et al. (eds.), *Ecosystem-Based Management, Ecosystem Services and Aquatic Biodiversity*, https://doi.org/10.1007/978-3-030-45843-0_4.
- European Commission (2020). Background document for the Marine Strategy Framework Directive on the determination of good environmental status and its links to assessments and the setting of environmental targets. Brussels, Commission Staff Working Document [SWD\(2020\) 62 final](#).
- European Parliament (Ed.). (2014). The obligation to land all catches. Consequences for the Mediterranean. Retrieved from [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2014/529055/IPOL-PECH_NT\(2014\)529055_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2014/529055/IPOL-PECH_NT(2014)529055_EN.pdf)
- Ezgeta -Balić, D., Vrgoč, N., Isajlović, I., Medvešek, D., Vujević, A., Despalatović, M., & Cvitković, I. (2021). Comparison of beam trawl catch, by-catch and discard in fishing and non-fishing areas – a case study from the northern Adriatic Sea. *Mediterranean Marine Science*, 22(1), 108–120. doi: [10.12681/mms.24973](https://doi.org/10.12681/mms.24973)
- FAO. (2020). The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries 2020 (General Fisheries Commission for the Mediterranean). Rome. Retrieved from <https://doi.org/10.4060/cb2429e>
- Fourt, M., Goujard, A., Pérez, T., Vacelet, J., Chevaldonné, P., & the scientific team of the MedSeaCan and CorSeaCan cruises. (2014). French Mediterranean submarine canyons and deep rocky banks: A regional view for adapted conservation measures. *Proceedings of the 1st Mediterranean Symposium on the Conservation of Dark Habitats (Portoroz, Slovenia, 31 October 2014)*, 33–38. Tunis: RAC/SPA Publ. doi: [10.13140/2.1.3756.3841](https://doi.org/10.13140/2.1.3756.3841)
- Galassi, G., & Spada, G. (2014). Sea-level rise in the Mediterranean Sea by 2050: Roles of terrestrial ice melt, steric effects and glacial isostatic adjustment. *Global and Planetary Change*, 123, 55–66. doi: [10.1016/j.gloplacha.2014.10.007](https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2014.10.007)

- Galgani, F., Ellerbrake, K., Fries, E., & Goreux, C. (2011). Marine pollution: Let us not forget beach sand. *Environmental Sciences Europe*, 23(1), 40. doi: [10.1186/2190-4715-23-40](https://doi.org/10.1186/2190-4715-23-40)
- Garrabou J., Perez T., Chevaldonne P., et al. (2003) Is global change a real threat for conservation of the NW Mediterranean marine biodiversity? *Geophysical Research Abstracts*, 5, 10522.
- Garrabou, J., Perez, T., Sartoretto, S., & Harmelin, J. G. (2001). Mass mortality event in red coral *Corallium rubrum* populations in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 217, 263–272.
- Gerigny, O., Brun, M., Fabri, M., Tomasino, C., Le Moigne, M., Jadaud, A., & Galgani, F. (2019). *Seafloor litter from the continental shelf and canyons in French Mediterranean Water: Distribution, typologies and trends*. Retrieved from <https://archimer.ifremer.fr/doc/00507/61868/66074.pdf>
- Giakoumi S., Sini M., Gerovasileiou V., Mazor T., Beher J., Possingham H.P., ... Karamanlidis A.A. 2013. Ecoregion-based conservation planning in the Mediterranean: dealing with large-scale heterogeneity. *PloS One* 8(10), e76449.
- Giusti, M., Canese, S., Fourn, M., Bo, M., Innocenti, C., Goujard, A., ... Tunesi, L. (2019). Coral forests and derelict fishing gears in submarine canyon systems of the Ligurian Sea. *Progress in Oceanography*, 102186. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.102186>
- Gómez-Gutiérrez, A., Garnacho, E., Bayona, J. M., & Albaigés, J. (2007). Assessment of the Mediterranean sediments contamination by persistent organic pollutants. *Environmental Pollution*, 148(2), 396–408. doi: [10.1016/j.envpol.2006.12.012](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.12.012)
- González-Correa, J. M., Bayle, J. T., Sánchez-Lizaso, J. L., Valle, C., Sánchez-Jerez, P., & Ruiz, J. M. (2005). Recovery of deep *Posidonia oceanica* meadows degraded by trawling. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 320(1), 65–76. doi: [10.1016/j.jembe.2004.12.032](https://doi.org/10.1016/j.jembe.2004.12.032)
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., ... Watson, R. (2008). A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science*, 319(5865), 948–952. doi: [10.1126/science.1149345](https://doi.org/10.1126/science.1149345)
- Harris, P. (2020). Anthropogenic threats to benthic habitats. In *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitats* (pp. 35–61). Elsevier. Retrieved from <https://tethys.pnnl.gov/publications/anthropogenic-threats-benthic-habitats>
- Hiddink, J. G., Jennings, S., Sciberras, M., Szostek, C. L., Hughes, K. M., Ellis, N., ... Kaiser, M. J. (2017). Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(31), 8301–8306. doi: [10.1073/pnas.1618858114](https://doi.org/10.1073/pnas.1618858114)
- ICES. (2019). *EU request to advise on a seafloor assessment process for physical loss (D6C1, D6C4) and physical disturbance (D6C2) on benthic habitats*. Retrieved from [https://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2019/Special Requests/eu.2019.25.pdf](https://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2019/Special%20Requests/eu.2019.25.pdf)
- ICRAM, & APAT. (2007). *Manuale per la movimentazione di sedimenti marini*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Retrieved from Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare website: <https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00006700/6770-manuale-apat-icram-2007.pdf/>
- Kaiser, M.J., Collie, J.S., Hall, J.S., Jennings, S., Poiner, I.R., 2002. Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish Fish*. 3:114–136.
- Katsanevakis, S., Tempera, F., & Teixeira, H. (2016). Mapping the impact of alien species on marine ecosystems: The Mediterranean Sea case study. *Diversity and Distributions*, 22(6), 694–707. doi: [10.1111/ddi.12429](https://doi.org/10.1111/ddi.12429)
- Knight, R., Verhoeven, J.T.P., Salvo, F., Hamoutene, D., & Dufour, S.C. (2021). Validation of visual bacterial mat assessment at aquaculture sites through abiotic and biotic indicators. *Ecological Indicators*, 122, 107283. doi: [10.1016/j.ecolind.2020.107283](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107283)
- Korpinen, S., Klančnik, K., Peterlin, M., Nurmi, M., Laamanen, L., Zupančič, G., ... Royo Gelabert, E. (2019). *Multiple pressures and their combined effects in Europe's seas* (p. 164) [ETC/ICM Technical report 4/2019]. Retrieved from <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-icm/products/etc-icm->

[report-4-2019-multiple-pressures-and-their-combined-effects-in-europes-seas/@download/file/MultiplePressuresAndTheirCombinedEffectsInEuropesSeas.pdf](#)

- Kostianoy, A. G., & Carpenter, A. (2018). Oil and Gas Exploration and Production in the Mediterranean Sea. In A. Carpenter & A. G. Kostianoy (Eds.), *Oil Pollution in the Mediterranean Sea: Part I: The International Context* (pp. 53–77). Cham: Springer International Publishing. doi: [10.1007/978-94-007-698-3_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-698-3_7)
- Lejeusne, C., Chevaldonné, P., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C. F., & Pérez, T. (2010). Climate change effects on a miniature ocean: The highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(4), 250–260. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.009>
- Levin, L. A., & Le Bris, N. (2015). The deep ocean under climate change. *Science (New York, N.Y.)*, 350(6262), 766–768. doi: [10.1126/science.1260126](https://doi.org/10.1126/science.1260126)
- Lucchetti, A., & Sala, A. (2012). Impact and performance of Mediterranean fishing gear by side-scan sonar technology. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69(11), 1806–1816. doi: [10.1139/f2012-107](https://doi.org/10.1139/f2012-107)
- Luisetti, T., Turner, K., Andrews, J.E., Jickells, T.D., Kröger, S., Diesing, M., Paltriguera, L., Johnson, M.T., Parker, E.R., Bakker, D.C.E. & Weston, K. 2019. Quantifying and valuing carbon flows and stores in coastal and shelf ecosystems in the UK. *Ecosystem Services* 35:67–76. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.10.013>.
- Luisetti, T., Ferrini, S., Grilli, G., Jickells, T.D., Kennedy, H., Kröger, S., Lorenzoni, I., Milligan, B., van der Molen, J., Parker, R., Pryce, T., Turner, R.K. & Tyllianakis, E. 2020. Climate action requires new accounting guidance and governance frameworks to manage carbon in shelf seas. *Nature Communications* 11:4599. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18242-w>.
- Manoukian, S., Spagnolo, A., Scarcella, G., Punzo, E., Angelini, R., & Fabi, G. (2010). Effects of two offshore gas platforms on soft-bottom benthic communities (northwestern Adriatic Sea, Italy). *Marine Environmental Research*, 70(5), 402–410. doi: [10.1016/j.marenvres.2010.08.004](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2010.08.004)
- Martín, J., Puig, P., Palanques, A., & Ribó, M. (2014). Trawling-induced daily sediment resuspension in the flank of a Mediterranean submarine canyon. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 104, 174–183. doi: [10.1016/j.dsr2.2013.05.036](https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.05.036)
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370–396.
- Maynou, F., & Cartes, J. E. (2011). Effects of trawling on fish and invertebrates from deep-sea coral facies of *Isidella elongata* in the western Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 92(07), 1501–1507. doi: [http://dx.doi.org/10.1017/S0025315411001603](https://doi.org/10.1017/S0025315411001603)
- MEDTRIX. (2019). *Cahier de la Surveillance. Edition spéciale: Impact du mouillage des grands navires en Méditerranée française* (L’Oeil d’Andromède/ Agence de l’Eau Rhône Méditerranée Corse). Retrieved from <https://medtrix.fr/wp-content/uploads/2019/09/cahier6.pdf>
- Micheli, F., Halpern, B. S., Walbridge, S., Ciriaco, S., Ferretti, F., Fraschetti, S., ... Rosenberg, A. A. (2013). Cumulative Human Impacts on Mediterranean and Black Sea Marine Ecosystems: Assessing Current Pressures and Opportunities. *PLOS ONE*, 8(12), e79889. doi: [10.1371/journal.pone.0079889](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079889)
- Mikac, B., Abbiati, M., Adda, M., Colangelo, M. A., Desiderato, A., Pellegrini, M., ... Ponti, M. (2022). The Environmental Effects of the Innovative Ejectors Plant Technology for the Eco-Friendly Sediment Management in Harbors. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(2), 182. doi: [10.3390/jmse10020182](https://doi.org/10.3390/jmse10020182)
- Moraitis, M. L., Valavanis, V. D., & Karakassis, I. (2019). Modelling the effects of climate change on the distribution of benthic indicator species in the Eastern Mediterranean Sea. *The Science of the Total Environment*, 667, 16–24. doi: [10.1016/j.scitotenv.2019.02.338](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.338)
- Morello, E., Frogliola, C., Atkinson, R., & Moore, P. (2005). Impacts of hydraulic dredging on a macrobenthic community of the Adriatic Sea, Italy. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62, 2076–2087. doi: [10.1139/f05-122](https://doi.org/10.1139/f05-122)
- Mosbahi, N., Pezy, J.-P., Dauvin, J.-C., & Neifar, L. (2022). COVID-19 Pandemic Lockdown: An Excellent Opportunity to Study the Effects of Trawling Disturbance on Macrobenthic Fauna in

- the Shallow Waters of the Gulf of Gabès (Tunisia, Central Mediterranean Sea). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1282. doi: [10.3390/ijerph19031282](https://doi.org/10.3390/ijerph19031282)
- Mytilineou, C., Papadopoulou, K., Smith, C., Bekas, P., Damalas, D., Anastasopoulou, A., ... Kavadas, S. (2012). Information From Fishers On The Eastern Ionian Deep-Water Fishery And Its Interaction With Coral Habitats. *Conference Proceedings: 10th Panhellenic Symposium On Oceanography And Fisheries*, 251–252. HCMR. Retrieved from <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC69591>
- Özalp, H.B., 2022. *Development, conservation, monitoring and management of coral reef marine biodiversity areas in the Turkish coasts. Çanakkale Strait, Bozcaada Island, Marmara Island. Action Plan*. Özen Publishing, 55pp.
- Pairaud, I. L., Bensoussan, N., Garreau, P., Faure, V., & Garrabou, J. (2014). Impacts of climate change on coastal benthic ecosystems: Assessing the current risk of mortality outbreaks associated with thermal stress in NW Mediterranean coastal areas. *Ocean Dynamics*, 64(1), 103–115.
- Paradis, S., Goñi, M., Masqué, P., Durán, R., Arjona-Camas, M., Palanques, A., & Puig, P. (2021a). Persistence of Biogeochemical Alterations of Deep-Sea Sediments by Bottom Trawling. *Geophysical Research Letters*, 48(2), e2020GL091279. doi: [10.1029/2020GL091279](https://doi.org/10.1029/2020GL091279)
- Paradis, Sarah, Lo Iacono, C., Masqué, P., Puig, P., Palanques, A., & Russo, T. (2021b). Evidence of large increases in sedimentation rates due to fish trawling in submarine canyons of the Gulf of Palermo (SW Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 172, 112861. doi: [10.1016/j.marpolbul.2021.112861](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112861)
- Pasquini, G., Ronchi, F., Strafella, P., Scarcella, G., & Fortibuoni, T. (2016). Seabed litter composition, distribution and sources in the Northern and Central Adriatic Sea (Mediterranean). *Waste Management (New York, N.Y.)*, 58, 41–51. doi: [10.1016/j.wasman.2016.08.038](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.038)
- Pérez, T., Garrabou, J., Sartoretto, S., Harmelin, J.-G., Francour, P., & Vacelet, J. (2000). Mortalité massive d'invertébrés marins: Un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *Comptes Rendus de l'Académie Des Sciences-Series III-Sciences de La Vie*, 323(10), 853–865.
- Pergent, G., Boudouresque, C.-F., Dumay, O., Pergent-Martini, C., & Wyllie-Echeverria, S. (2008). Competition between the invasive macrophyte *Caulerpa taxifolia* and the seagrass *Posidonia oceanica*: Contrasting strategies. *BMC Ecology*, 8(1), 20. doi: [10.1186/1472-6785-8-20](https://doi.org/10.1186/1472-6785-8-20)
- PERSEUS. (2013). *Baseline analysis of pressures, processes and impacts on Mediterranean and Black Sea ecosystems. Deliverable N. 1.3* (p. 39). Retrieved from http://www.perseus-net.eu/assets/media/PDF/deliverables/3292.3_Final.pdf
- Petza, D., Maina, I., Koukourouli, N., Dimarchopoulou, D., Akrivos, D., Kavadas, S., ... Katsanevakis, S. (2017). Where not to fish—Reviewing and mapping fisheries restricted areas in the Aegean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 18, 310–323. doi: [10.12681/mms.2081](https://doi.org/10.12681/mms.2081)
- Piante, C., & Ody, D. (2015). *Blue Growth in the Mediterranean Sea: The Challenge of Good Environmental Status. MedTrends Project*. (WWF-France). Retrieved from https://medtrends.org/reports/MEDTRENDS_REGIONAL.pdf
- Pitcher, C. R., Hiddink, J. G., Jennings, S., Collie, J., Parma, A. M., Amoroso, R., ... Hilborn, R. (2022). Trawl impacts on the relative status of biotic communities of seabed sedimentary habitats in 24 regions worldwide. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(2), e2109449119. doi: [10.1073/pnas.2109449119](https://doi.org/10.1073/pnas.2109449119)
- Plan Bleu. (2015). *Economic and social analysis of the uses of the coastal and marine waters in the Mediterranean. Characterization and impacts of the Fisheries, Aquaculture, Tourism and recreational activities, Maritime transport and Offshore extraction of oil and gas sectors. Revised edition August 2015* (p. 137) [Technical report]. Valbon: Pan Bleu. Retrieved from Pan Bleu website: https://planbleu.org/wp-content/uploads/2015/08/esa_ven_en.pdf
- Pranovi, F., Raicevich, S., Franceschini, G., Torricelli, P., & Giovanardi, O. (2001). *Discard analysis and damage to non-target species in the 'rapido' trawl fishery*. doi: [10.1007/S002270100646](https://doi.org/10.1007/S002270100646)

- Pranovi, Fabio, Raicevich, S., Franceschini, G., Farrace, M., Giovanardi, O., & Farrace, G. (2000). Rapido trawling in the northern Adriatic Sea: Effects on benthic communities in an experimental area. *ICES Journal of Marine Science*, 57, 517–524. doi: [10.1006/jmsc.2000.0708](https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0708)
- Pusccheddu, A., Bianchellia, S., Martín, J., Puig, P., Palanques, A., Masqué, P., & Danovaro, R. 2014. Chronic and intensive bottom trawling impairs deep-sea biodiversity and ecosystem functioning. *PNAS*, 111:24, 8861–8866. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1405454111.
- Quemmerais-Amice, F., Barrere, J., La Rivière, M., Contin, G., & Bailly, D. (2020). A Methodology and Tool for Mapping the Risk of Cumulative Effects on Benthic Habitats. *Frontiers in Marine Science*, 7. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2020.569205>
- RAC/SPA. (2003). *Effects of fishing practices on the Mediterranean Sea: Impact on marine sensitive habitats and species, technical solution and recommendations*. Retrieved from http://www.rac-spa.org/sites/default/files/doc_spabio/d1eng.pdf
- Rendina, F., Ferrigno, F., Appolloni, L., Donnarumma, L., Sandulli, R., & Fulvio, G. (2020). Anthropogenic pressure due to lost fishing gears and marine litter on different rhodolith beds off the Campania Coast (Tyrrhenian Sea, Italy). *Ecological Questions*, 31(4), 41–51. doi: [10.12775/EQ.2020.027](https://doi.org/10.12775/EQ.2020.027)
- Rijnsdorp, A. D., Bastardie, F., Bolam, S. G., Buhl-Mortensen, L., Eigaard, O. R., Hamon, K. G., ... Zengin, M. (2016). Towards a framework for the quantitative assessment of trawling impact on the seabed and benthic ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*, 73(suppl_1), i127–i138. doi: [10.1093/icesjms/fsv207](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv207)
- Röckmann, C., Fernández, T. V., & Pipitone, C. (2018). Regulation and Planning in the Mediterranean Sea. In *Building Industries at Sea: 'Blue Growth' and the New Maritime Economy* (pp. 365–402). River Publishers.
- Sacchi, J. (2008). The use of trawling nets in the Mediterranean. Problems and selectivity options. In B. Basurco (Ed.), *The Mediterranean fisheries sector. A reference publication for the VII meeting of Ministers of agriculture and fisheries of CIHEAM member countries (Zaragoza, Spain, 4 february 2008)* (CIHEAM / FAO / GFCM, pp. 87–96). Zaragoza (Spain). Retrieved from <https://om.ciheam.org/om/pdf/b62/00800739.pdf>
- Sala E., Mayorga J., Bradley D., Cabral R.B., Atwood T.B., Auber A., Cheung W., Costello C., Ferretti F., Friedlander A.M., Gaines S.D., Garilao C., Goodell W., Halpern B.S., Hinson A., Kaschner K., Kesner-Reyes K., Leprieur F., McGowan J., Morgan L.E., Mouillot D., Palacios-Abrantes J., Possingham H.P., Rechberger K.D., Worm B. & Lubchenco J. 2021. Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature*, 13pp. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03371-z>.
- Santiago-Ramos, J., & Ferial-Toribio, J. M. (2021). Assessing the effectiveness of protected areas against habitat fragmentation and loss: A long-term multi-scalar analysis in a mediterranean region. *Journal for Nature Conservation*, 64, 126072. doi: [10.1016/j.jnc.2021.126072](https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.126072)
- Sardà, R., Pinedo, S., Grémare, A., & Taboada, S. (2000). *Changes in the dynamics of shallow sandy-bottom assemblages due to sand extraction in the Catalan Western Mediterranean Sea*. doi: [10.1006/JMSC.2000.0922](https://doi.org/10.1006/JMSC.2000.0922)
- Sempere-Valverde, J., Ostalé-Valriberas, E., Maestre, M., González Aranda, R., Bazairi, H., & Espinosa, F. (2021). Impacts of the non-indigenous seaweed *Rugulopteryx okamurae* on a Mediterranean coralligenous community (Strait of Gibraltar): The role of long-term monitoring. *Ecological Indicators*, 121, 107135. doi: [10.1016/j.ecolind.2020.107135](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107135)
- Smith, C. J., Papadopoulou, K. N., & Diliberto, S. (2000). Impact of otter trawling on an eastern Mediterranean commercial trawl fishing ground. *ICES Journal of Marine Science*, 57(5), 1340–1351. doi: [10.1006/jmsc.2000.0927](https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0927)
- SPA/RAC–UN Environment/MAP. 2018. National monitoring programme for marine biodiversity in Lebanon; by: Bitar G., Ramadan Jaradi G., Hraoui-Bloquet S., & Lteif M., Ed SPA/RAC EcAp Med II project, Tunis, 111 pp.
- SPA/RAC–UN Environment/MAP. 2019. Updated classification of benthic marine habitat types for the Mediterranean Region.

- Strafella, P., Fabi, G., Spagnolo, A., Grati, F., Polidori, P., Punzo, E., ... Scarcella, G. (2015). Spatial pattern and weight of seabed marine litter in the northern and central Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 91(1), 120–127. doi: [10.1016/j.marpolbul.2014.12.018](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.018)
- Tiralongo, F., Mancini, E., Ventura, D., Malerbe, S. D., Mendoza, F. P. D., Sardone, M., ... Minervini, R. (2021). Commercial catches and discards composition in the central Tyrrhenian Sea: A multispecies quantitative and qualitative analysis from shallow and deep bottom trawling. *Mediterranean Marine Science*, 22(3), 521–531. doi: [10.12681/mms.25753](https://doi.org/10.12681/mms.25753)
- Tol, R.S.J., 2005. The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: an assessment of the uncertainties. *Energy Policy* 33:2064–2074.
- Trop, T. (2017). An overview of the management policy for marine sand mining in Israeli Mediterranean shallow waters. *Ocean & Coastal Management*, 146, 77–88. <https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/95242>. doi: [10.1016/j.ocecoaman.2017.06.013](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.06.013)
- Tsiaras, K., Hatzonikolakis, Y., Kalaroni, S., Pollani, A., & Triantafyllou, G. (2021). Modeling the Pathways and Accumulation Patterns of Micro- and Macro-Plastics in the Mediterranean. *Frontiers in Marine Science*, 8. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2021.743117>
- UNEP/MAP and Plan Bleu. (2020). *State of the Environment and Development in the Mediterranean*. Nairobi. Retrieved from https://planbleu.org/wp-content/uploads/2021/04/SoED_full-report.pdf
- UNEP/MAP SPA/RAC (2021). Update of monitoring protocols on benthic habitats. In ‘Status of implementation of the Ecosystem Approach (EcAp) Roadmap’. Fifteenth Meeting of SPA/BD Focal Points, SPA/RAC, Tunis (UNEP/MED WG.502/16 Rev.1.Appendix A Rev.1).
- UNEP/MAP-SPA/RAC. 2022. Outcomes of the desk review of available data sources, best practices and methodologies in the Mediterranean for the monitoring and assessment of seafloor damage. Report prepared by Maia Fourt under Contract No. 01_2022_SPA/RAC EcAp-MED III Project. 82pp. UNEP/MED WG. 547/Inf.4.
- UNEP/MAP-SPA/RAC, 2023. Elaboration of monitoring and assessment elements for the IMAP Common Indicators on marine habitats. Report prepared by Garrabou, J. & Kipson S., (Contract N°09_2021_SPA/RAC IMAP-MAP Project), UNEP/MED WG.547/11.
- Urrea, J., García, T., León, E., Gallardo-Roldán, H., Lozano, M., Rueda, J. L., & Baro, J. (2019). Effects of mechanized dredging targeting Chamelea gallina, striped venus clams, on the associated discards in the northern Alboran Sea (Western Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99(3), 575–585. doi: [10.1017/S0025315418000462](https://doi.org/10.1017/S0025315418000462)
- Van Dalssen, J. A., Essink, K., Madsen, H. T., Birklund, J., Romero, J., & Manzanera, M. (2000). Differential response of macrozoobenthos to marine sand extraction in the North Sea and the Western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 57(5), 1439–1445. doi: [10.1006/jmsc.2000.0919](https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0919)
- Zaouali, J. (1993). Les peuplements benthiques de la petite Syrte, golfe de Gabès-Tunisie. Résultats de la campagne de prospection du mois de juillet 1990. *Mar. Life*, 3(1–2), 47–60.
- Zenetos, A., Albano, P. G., Garcia, E. L., Stern, N., Tsiamis, K., & Galanidi, M. (2022). Established non-indigenous species increased by 40% in 11 years in the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 23(1). doi: [10.12681/mms.29106](https://doi.org/10.12681/mms.29106)
- Zerelli, S. (2018). Investigating illegal bottom trawling in the Gulf of Gabès, Tunisia. Retrieved 7 June 2022, from FishAct website: <https://fishact.org/2018/12/investigating-illegal-bottom-trawling-in-the-gulf-of-gabes-tunisia/>
- Žuljević, A., Peters, A. F., Nikolić, V., Antolić, B., Despalatović, M., Cvitković, I., ... Küpper, F. C. (2016). The Mediterranean deep-water kelp *Laminaria rodriguezii* is an endangered species in the Adriatic Sea. *Marine Biology*, 163, 69. doi: [10.1007/s00227-016-2821-2](https://doi.org/10.1007/s00227-016-2821-2)