



NATIONS
UNIES

EP

UNEP(DEPI)/MED WG.444/8



**PROGRAMME DES NATIONS UNIES
POUR L'ENVIRONNEMENT
PLAN D'ACTION POUR LA MÉDITERRANÉE**

11 juillet 2017
Français
Original: Anglais

6ème Réunion du Groupe de coordination de l'Approche écosystémique

Athènes, Grèce, 11 septembre 2017

Point 4 de l'ordre du jour : Examen du Rapport sur la qualité (QSR) (Pollution et déchets marins)

Rapport sur la qualité (QSR) (Pollution et déchets marins)

Pour des raisons environnementales et économiques, le tirage du présent document a été restreint. Les participants sont priés d'apporter leur copie à la réunion et de ne pas demander de copies supplémentaires.

Note du Secrétariat

Conformément à l'article 12 de la Convention de Barcelone et à plusieurs dispositions relatives à la surveillance dans différents Protocoles, le Rapport 2017 sur la qualité (QSR 2017) est le premier rapport basé sur les Indicateurs communs IMAP. Il est préparé conformément au mandat conféré au Secrétariat par la Décision IG.22/20 relative au Programme de travail et budget 2016-2017 (19^{ème} Réunion des Parties contractantes, Athènes, Grèce, février 2016).

Le QSR 2017 suit un modèle qui a été préparé par le Secrétariat en coopération avec les Parties contractantes par l'intermédiaire des Groupes de correspondance sur la surveillance (COR MONs) et le Groupe de coordination de l'Approche écosystémique. Il a également examiné l'approche adoptée par d'autres mers régionales (OSPAR), ainsi que d'autres travaux à l'échelle internationale, tels que le Processus régional sur la deuxième Évaluation mondiale des océans et le processus de mise en œuvre de l'Agenda 2030, en particulier en ce qui concerne les Objectifs de développement durable (ODD) liés aux océans.

Étant donné que la mise en œuvre de l'IMAP est encore à ses débuts, l'approche utilisée pour l'élaboration du QSR 2017 s'adapte aux limites de temps et à l'insuffisance des données relatives aux Indicateurs communs IMAP. Au cours de la préparation du QSR 2017, les pays étaient encore en train de réviser leurs programmes nationaux de surveillance afin de les aligner sur IMAP et, par conséquent, il n'a pas été possible de compiler un ensemble complet de données pour les Indicateurs IMAP dans le cadre du QSR 2017. Par conséquent, l'approche suivie a consisté à utiliser toutes les données disponibles pour les Indicateurs communs IMAP et de compléter et combler les lacunes en matière de données avec des éléments provenant de nombreuses sources-

Outre la base de données de surveillance MED POL, le QSR 2017 contient des liens vers toutes les sources d'information et les études de cas pertinentes pour différents Indicateurs communs IMAP, fournis par les Parties contractantes et d'autres partenaires. Au cours des étapes initiales, des sources d'information supplémentaires ont été identifiées et cartographiées, y compris des informations relatives aux rapports nationaux sur la mise en œuvre de la Convention de Barcelone et ses Protocoles, la mise en œuvre des Plans d'action nationaux (PAN), des Programmes d'aménagement côtier (PAC), ainsi que les résultats de la mise en œuvre, aux échelles régionale et nationale, des politiques, des programmes et des projets pertinents.

Par conséquent, grâce à la compilation systématique des Fiches d'information sur l'Évaluation pour tous les Indicateurs communs IMAP, le QSR 2017 fournit des résultats sur l'état de la mise en œuvre des méthodes d'évaluation appropriées, identifie l'état de la disponibilité de l'information nécessaire à l'évaluation des Indicateurs communs IMAP, fournit des résultats liés au statut des écosystèmes marins et côtiers et, dans la mesure du possible, identifie les tendances qui s'expriment grâce à une évaluation qualitative et quantitative, y compris les graphiques et les animations, le cas échéant. Le rapport détermine également les lacunes en matière de connaissances et définit les orientations clés pour les surmonter dans le but de permettre le succès de la phase initiale de l'IMAP (2016-2019). Pour chaque groupe, il fournit les études de cas qui ont été soumises par les Parties contractantes et les partenaires.

Les Fiches d'information sur l'Évaluation pour tous les Indicateurs communs de l'IMAP ont été présentées et examinées par les réunions pertinentes des Groupes de correspondance de l'Approche écosystémique (sur la biodiversité, la pollution, les déchets marins et côtiers, et l'hydrographie), le

Groupe de coordination de l'Approche écosystémique et les Réunions des Points focaux des composantes du PAM (MED POL, CAR/ASP, REMPEC, CAR/PAP), et ont été révisés en conséquence.

En conclusion, la publication de ce rapport est un accomplissement unique du PAM, fondé sur des efforts conjoints et intégrés des Parties contractantes, du Secrétariat, des Composantes et des Partenaires du PAM.

Objectif écologique 5 (OE5) : Eutrophisation

OE5 : Indicateur commun 13. Concentration d'éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau

GÉNÉRAL

Rapporteur:	PNUE/PAM/MED POL
Échelle géographique de l'évaluation:	Régionale, mer Méditerranée
Pays contributeurs:	Albanie, Bosnie-Herzégovine, Chypre, Croatie, Égypte, Espagne, France, Grèce, Israël, Italie, Maroc, Monténégro, Slovénie, Syrie, Tunisie, Turquie

Thème central de la Stratégie à moyen terme (SMT) 1-Pollution terrestre et marine

Objectif écologique OE5. L'eutrophisation d'origine anthropique est évitée, en particulier pour ce qui est de ses effets néfastes, tels que l'appauvrissement de la biodiversité, la dégradation des écosystèmes, la prolifération d'algues toxiques et la désoxygénation des eaux de fond.

Indicateur commun de l'IMAP IC13. Concentration d'éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau (OE5)

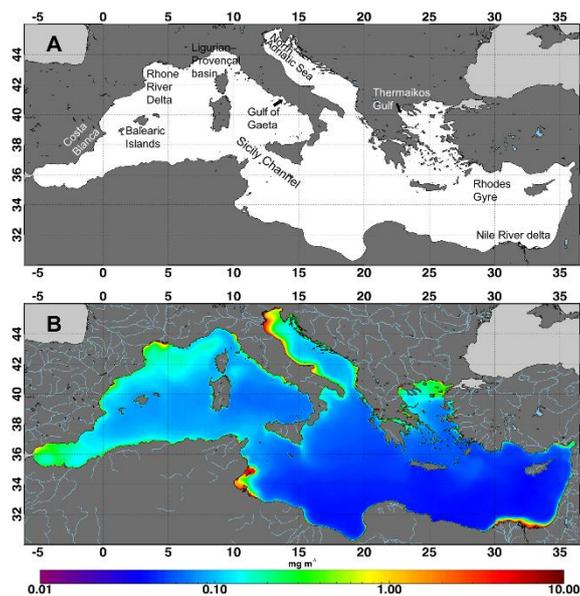
Code de la fiche d'évaluation de l'indicateur EO5CI13

PRINCIPE DE BASE/MÉTHODES

Contexte (résumé)

L'eutrophisation est définie comme un processus contrôlé par l'enrichissement de l'eau par des éléments nutritifs, en particulier des composés d'azote et/ou de phosphore, conduisant à une augmentation de la croissance, de la production primaire et de la biomasse des algues ainsi qu'à un changement de l'équilibre des éléments nutritifs provoquant des changements de l'équilibre des organismes et à une dégradation de la qualité de l'eau (UNEP(DEPI)/MED, WG.411./3). Les eaux de mer qui dépendent du chargement d'éléments nutritifs et de la croissance du phytoplancton sont classées selon leur niveau d'eutrophisation. Les faibles concentrations en éléments nutritifs/phytoplancton caractérisent les zones oligotrophes, l'eau enrichie en éléments nutritifs est caractérisée comme étant mésotrophe, alors que l'eau riche en éléments nutritifs et en biomasse d'algues est caractérisée comme étant eutrophe. La Méditerranée est l'une des mers les plus oligotrophes au monde et la majeure partie de sa productivité biologique a lieu dans sa zone euphotique (PNUE, 1989). L'élaboration d'échelles de concentration en éléments nutritifs ou en phytoplancton a été une tâche difficile pour les scientifiques spécialistes du milieu marin en raison des fluctuations saisonnières des concentrations en éléments nutritifs et en phytoplancton, de la fragmentation du phytoplancton et de phénomènes d'eutrophisation à petite échelle. Bien que la recherche scientifique à long terme (UNEP/FAO/WHO1996 ; Krom *et al.*, 2010) ait montré que l'étendue principale de la mer Méditerranée est en bon état, il existe des zones côtières, en particulier celles situées dans les golfs fermés près des grandes villes des zones estuariennes et près des ports, où l'eutrophisation marine représente une menace sérieuse. En Méditerranée, la Convention de Barcelone adoptée en 1976 a été le premier instrument juridiquement contraignant pour la protection de son environnement ; cette Convention comportait un certain nombre de protocoles,

notamment le Protocole sur la pollution provenant des sources terrestres (Protocole « tellurique »). Depuis 2000, d'autres politiques internationales et nationales, telles que la Directive-cadre européenne sur l'eau et la Directive-cadre « stratégie européenne pour le milieu marin », élaborent des programmes qui se consacrent à la protection de son environnement à l'échelle sous-régionale et collaborent avec le PNUE/PAM. La 19^e Réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone (Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée et ses Protocoles) qui s'est tenue en 2016 a adopté le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP) de la côte et de la mer méditerranéennes et les critères d'évaluation connexes, qui comprend les cibles pour atteindre le Bon état écologique (UNEP/MAP, 2016). Les cibles initiales du BEE au titre de l'Indicateur commun 13 de l'IMAP reflètent la portée de l'actuel Programme MED POL et la disponibilité de critères appropriés d'évaluation convenus.



Le bassin méditerranéen et son schéma de concentration en chlorophylle *a*. (A) Régions géographiques (B) Climatologie de la concentration en chlorophylle *a* dans la Méditerranée pour la période 1998-2009. En général, les concentrations les plus élevées en chlorophylle *a* se retrouvent dans les eaux côtières, à proximité des sorties de cours d'eau, et sont donc conditionnées par les éléments nutritifs d'origine naturelle transportés par ces cours d'eau. Source : Colella *et al.*, 2016.

Contexte (détaillé)

Dans la zone méditerranéenne, l'eutrophisation est causée par des sources régionales telles que les effluents urbains, les rejets industriels et les activités d'aquaculture, ainsi que par des éléments transfrontières tels que les eaux de ruissellement agricoles, les sorties fluviales et les dépôts d'éléments nutritifs en suspension dans l'air. Les variables liées à l'eutrophisation sont influencées par la circulation de l'eau et par des sources régionales de pollution, y compris l'eutrophisation (PNUE, 2003). La zone côtière très peuplée en Méditerranée et l'apport fluvial d'une zone de drainage de 1,5 million de km² (Ludwig *et al.*, 2009) entraînent des tendances eutrophes dans les zones côtières. Les eaux situées au large des côtes méditerranéennes ont été caractérisées comme étant extrêmement oligotrophes avec un gradient clair en direction de l'est (Turley, 1999). L'eutrophisation et l'oligotrophie en Méditerranée sont illustrées par la répartition de la chlorophylle *a* sur les images de télédétection (figure 1).

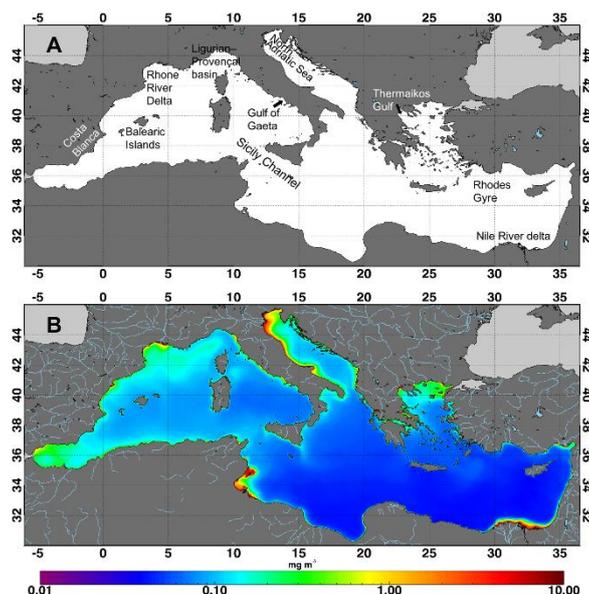


Figure 1. Le bassin méditerranéen et son schéma de concentration en chlorophylle *a*. (A) Régions géographiques (B) Climatologie de la concentration en chlorophylle *a* dans la Méditerranée pour la période 1998-2009. Source : Colella et al. 2016.

À l'heure actuelle, seuls certains pays ont élaboré une approche basée sur les délimitations pour l'évaluation de l'eutrophisation et aucun critère général d'évaluation n'a été accepté pour la zone méditerranéenne pour ce qui est des concentrations d'éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau.

En Méditerranée, la Convention de Barcelone adoptée en 1976 a été le premier instrument juridiquement contraignant pour la protection de son environnement ; cette Convention comportait un certain nombre de protocoles, notamment le Protocole sur la pollution provenant des sources terrestres (Protocole « tellurique »). Depuis 2000, d'autres politiques internationales et nationales, telles que la Directive-cadre européenne sur l'eau et la Directive-cadre « stratégie européenne pour le milieu marin », élaborent des programmes qui se consacrent à la protection de son environnement à l'échelle sous-régionale et collaborent avec le PNUE/PAM. La 19^e Réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone (Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée et ses Protocoles) qui s'est tenue en 2016 a adopté le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP) de la côte et de la mer méditerranéennes et les critères d'évaluation connexes, qui comprend les cibles pour atteindre le Bon état écologique (UNEP/MAP, 2016). Les cibles initiales du BEE au titre de l'Indicateur commun 13 de l'IMAP reflètent la portée de l'actuel Programme MED POL et la disponibilité de critères appropriés d'évaluation convenus.

Méthodes d'évaluation

À l'heure actuelle, seuls certains pays ont élaboré une approche basée sur les délimitations pour l'évaluation de l'eutrophisation et aucun critère général d'évaluation n'a été accepté pour la zone méditerranéenne pour ce qui est des concentrations d'éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau. Cet effort d'évaluation reposait uniquement sur la présentation de la variabilité géographique de certains éléments nutritifs clés (DIN - azote inorganique dissous et TP-phosphore total ; $\mu\text{mol/L}^{-1}$).

Au cours de cette évaluation, conscients que, dans la plupart des pays situés au nord de la Méditerranée, les données sont également disponibles dans d'autres bases de données (AEE, EIONET, EMODnet, etc.), seuls les ensembles de données obtenus à partir de la base de données du MED POL pour les éléments nutritifs ont été utilisés. La disponibilité des données par pays était la suivante : Albanie (2005-2006), Bosnie-Herzégovine (2006-2008) Croatie (2009, 2011-2014), Chypre (1999-2015), Égypte (2009, 2010), France (2009, 2012), Grèce (2004-2006), Israël (2001-2012), Maroc (2006,

2006,2007), Monténégro (2008-2011), Slovénie (1999-2013, 2015), Tunisie (2002-2013), Turquie (2005-2009, 2011, 2013).

RÉSULTATS

Résultats et état, y compris les tendances (résumé)

L'état trophique de la mer Méditerranée est conditionné par la zone côtière très peuplée et par l'apport fluvial. Les eaux au large de la Méditerranée ont été caractérisées comme étant extrêmement oligotrophes avec une tendance croissante à l'oligotrophie en allant vers l'est ; la Méditerranée orientale a été caractérisée comme étant la plus vaste étendue d'eau au monde ayant une concentration limitée en phosphore.

La zone côtière de la partie sud-est de la Méditerranée présente de nettes tendances eutrophes. Les effluents d'eaux usées du Caire et d'Alexandrie entraînent principalement des conditions eutrophes dans la région. Le nord de la mer Égée présente des tendances mésotrophe et eutrophe. Cela peut s'expliquer par les apports fluviaux provenant du nord de la Grèce et par les entrées d'eau depuis la mer Noire riche en éléments nutritifs.

Le régime d'éléments nutritifs et la productivité primaire dans la Méditerranée occidentale sont relativement plus élevés que ceux de la Méditerranée orientale. Il existe un approvisionnement limité en éléments nutritifs par le détroit de Gibraltar en raison des différences de concentrations en éléments nutritifs entre les eaux de l'Atlantique et celles de la Méditerranée.

Les principales régions côtières de la Méditerranée ayant des tendances eutrophes permanentes sont le golfe du Lion, l'Adriatique, le nord de la mer Égée et la Méditerranée du Sud-est (Nil-bassin Levantin). Les données disponibles montrent que, dans les régions où l'évaluation est possible, les concentrations d'éléments nutritifs clés sont dans des plages caractéristiques des zones côtières et sont conformes aux processus principaux en cours dans la zone en question. Le résultat confirme également la validité de cet indicateur pour l'évaluation de l'eutrophisation.

Les critères d'évaluation des types d'eaux côtières relatifs aux conditions de référence et de délimitations des éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau doivent être construits et harmonisés pour toute la région méditerranéenne. Cet effort sera grandement utile à la mise en œuvre d'une stratégie d'échantillonnage claire accompagnée d'une approche simplifiée pour le suivi de la conception et pour la gestion des données.

Résultats et état, y compris les tendances (détaillé)

L'état trophique de la mer Méditerranée est conditionné par sa zone côtière très peuplée et par l'apport fluvial d'une zone de drainage de 1,5 million de km² (Ludwig et al. 2009) qui entraînent des tendances eutrophes dans les zones côtières. Les eaux bleues situées au large des côtes méditerranéennes ont été caractérisées comme étant extrêmement oligotrophes avec une tendance croissante à l'oligotrophie en allant vers l'est (Turley, 1999). L'eutrophisation et l'oligotrophie en Méditerranée sont illustrées par la répartition de la chlorophylle *a* sur les images de télédétection (figure 1). On constate que la Méditerranée orientale reste la zone la plus oligotrophe de l'ensemble du bassin méditerranéen. Cela est dû à sa faible teneur en éléments nutritifs ; les concentrations maximales enregistrées pour le nitrate étaient d'environ 6 µM, pour le phosphate de 0,25 µmol/L-1 et pour le silicate de 10 à 12 µmol/L-1, avec le rapport nitrate-phosphate (N/P) > 20 et dans les eaux profondes d'environ 28:1. La Méditerranée orientale a été caractérisée comme étant la plus vaste étendue d'eau au monde ayant une concentration limitée en phosphore.

La zone côtière de la partie sud-est de la Méditerranée présente de nettes tendances eutrophes. Bien que le Nil soit la principale source d'eau de la région, ses flux d'eau douce se raréfient à cause du barrage

d'Assouan et des tendances croissantes de l'utilisation d'eau anthropique dans le Nil inférieur. Les conditions eutrophes dans la région sont principalement causées par les effluents d'eaux usées provenant du Caire et d'Alexandrie. Le nord de la mer Égée présente des tendances mésotrophe et eutrophe. Cela peut s'expliquer par les apports fluviaux provenant du nord de la Grèce et par les entrées d'eau depuis la mer Noire riche en éléments nutritifs.

Le régime d'éléments nutritifs et la productivité primaire dans la Méditerranée occidentale sont relativement plus élevés que ceux de la Méditerranée orientale. Il existe un approvisionnement limité en éléments nutritifs par le détroit de Gibraltar en raison des différences de concentrations en éléments nutritifs entre les eaux de l'Atlantique et celles de la Méditerranée. L'eau de surface provenant de l'Atlantique transporte des éléments nutritifs directement disponibles pour la photosynthèse (AEE 1999), mais à de faibles concentrations. Les concentrations en phosphore (phosphate) dans les flux entrants d'eaux vont de 0,05 à 0,20 $\mu\text{mol/L-1}$, les concentrations en azote (nitrate) étant d'environ 1 à 4 μM et la concentration en silicium (silicate) d'environ 1,2 $\mu\text{mol/L-1}$ (Coste et al. 1988). Les éléments nutritifs de la couche superficielle sont réduits, car ils se propagent vers l'est en raison du mélange avec l'eau pauvre du bassin et de l'utilisation d'éléments nutritifs par le phytoplancton. Cependant, la productivité primaire de la Méditerranée occidentale principale, loin des zones côtières et de l'influence des cours d'eau et des agglomérations urbaines, reste supérieure à celle de la Méditerranée orientale. Les principales régions côtières de la Méditerranée ayant des tendances eutrophes permanentes sont le golfe du Lion, l'Adriatique, le nord de la mer Égée et la Méditerranée du sud-est (Nil-bassin Levantin). Un travail récent sur la répartition des éléments nutritifs et du phytoplancton le long d'un transect longitudinal à grande échelle d'est en ouest (3,188 km) de la mer Méditerranée, étendu sur neuf stations a été publié par Ignatiades et al. (2009). Les résultats ont confirmé le caractère oligotrophe de la zone et le gradient d'éléments nutritifs et de chlorophylle caractérisé par des concentrations décroissantes de Gibraltar au bassin Levantin. Les niveaux maximums de phosphate variaient de 0,05 à 0,26 $\mu\text{mol/L-1}$, le nitrate de 4,04 à 1,87 $\mu\text{mol/L-1}$, la chlorophylle *a* (*chl*_a) de 0,96 à 0,39 mg L^{-1} .

Les résultats de l'évaluation et de l'état de la concentration en éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau sont présentés aux figures 3 à 5 qui montrent un chiffre assez limité dans la région méditerranéenne. La raison principale est liée à la disponibilité et à la qualité des données. Sur la figure 2, l'on voit clairement qu'il n'y a aucune donnée pour une grande partie de la région. La mise en œuvre de critères liés aux types d'eau aux fins de l'IMAP est également limitée. Même lorsqu'un critère assez souple (10 échantillons en 10 ans dans les couches superficielles - ≤ 10 m) a été adopté, la disponibilité des données pour l'évaluation est restée faible.

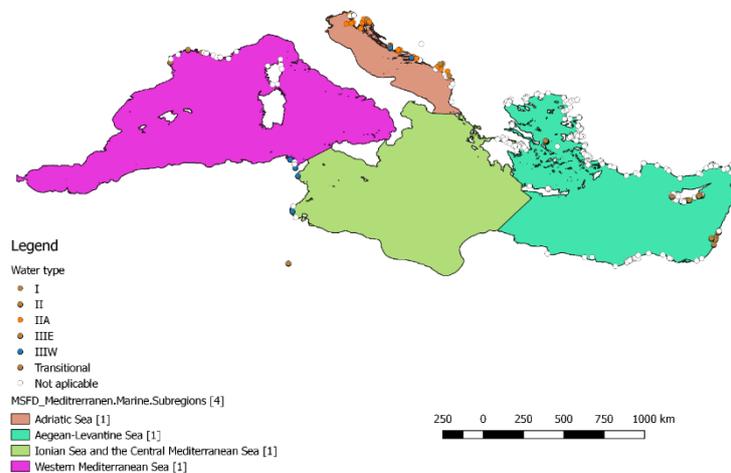


Figure 2. Stations dans la région méditerranéenne pour lesquelles les concentrations en éléments nutritifs ont été échantillonnées. On y retrouve également les types d'eaux (applicables au phytoplancton, IMAP 2017) pour lesquels les exigences minimales statistiques ont été

satisfaites (10 échantillons au cours des 10 dernières années et dans la couche superficielle, ≤ 10 m).

Sur les figures 3 à 5, des données concernant les sous-régions Adriatique et Égée-bassin Levantin pour l'azote inorganique dissous (DIN) et le phosphore total (TP) ont été présentées. La concentration en DIN et en TP montre une variabilité caractéristique pour les deux mers côtières (mer Adriatique et Égée-bassin Levantin), ce qui indique qu'aucun point chaud n'existe pour le DIN et le TP.

Lorsque des critères harmonisés de référence et de délimitations relatifs à la concentration en éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau seront acceptés, que l'échelle soit régionale, sous-régionale ou nationale, par une approche simplifiée (Diagramme de quartiles), l'évaluation pourra s'effectuer de manière efficace tant à l'échelle géographique que temporelle. Compte tenu du fait que la plupart des pays méditerranéens disposent de programmes de surveillance de l'eutrophisation et contribuent à d'autres bases de données, les objectifs de l'IMAP peuvent être maintenus.

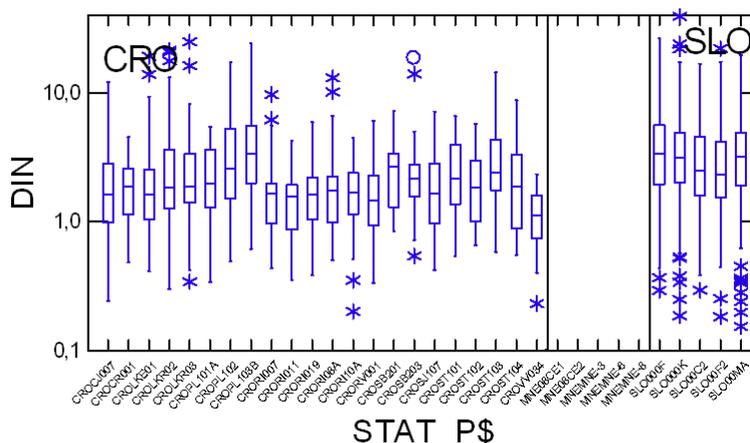


Figure 3. Diagramme de quartiles pour la concentration en azote inorganique dissous (DIN) ($\mu\text{mol/L}^{-1}$) dans la sous-région de la mer Adriatique (eau de type IIA).

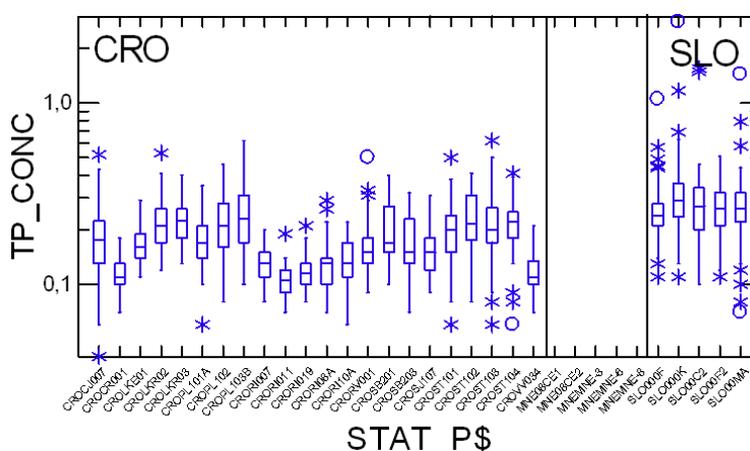


Figure 4. Diagramme de quartiles pour la concentration en phosphore total (TP) ($\mu\text{mol L}^{-1}$) dans la sous-région de la mer Adriatique (eau de type IIA).

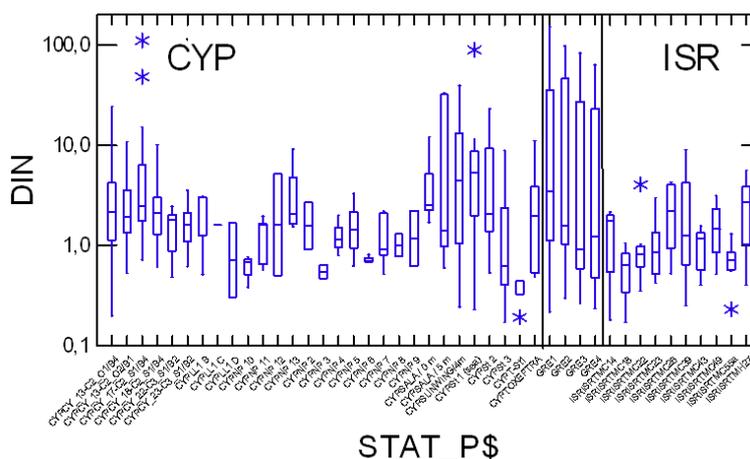


Figure 5. Diagramme de quartiles pour la concentration en azote inorganique dissous (DIN) ($\mu\text{mol L}^{-1}$) dans la sous-région de la mer Égée-bassin Levantin (eau de type IIIE).

Les données disponibles montrent que, dans les régions où l'évaluation est possible, les concentrations d'éléments nutritifs clés sont dans des plages caractéristiques des zones côtières et sont conformes aux processus principaux en cours dans la zone en question. Le résultat confirme également la validité de cet indicateur et soutient l'évaluation de l'eutrophisation.

Les critères d'évaluation des types d'eaux côtières relatifs aux conditions de référence et aux délimitations des éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau doivent être construits et harmonisés pour toute la région méditerranéenne. Cet effort sera grandement utile à la mise en œuvre d'une stratégie d'échantillonnage claire accompagnée d'une approche simplifiée pour le suivi de la conception et pour la gestion des données.

Aux points chauds d'eutrophisation dans la mer Méditerranée, il serait intéressant d'effectuer une analyse complète des tendances de la concentration d'éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau. Des tendances importantes doivent être détectées à partir de séries chronologiques de longue durée capables de saisir les changements de concentrations d'éléments nutritifs dans les eaux côtières, car l'analyse de séries chronologiques de courte durée pourrait conduire à des interprétations erronées des schémas spatiaux générés par des tendances aléatoires de concentrations d'éléments nutritifs. Il convient donc d'améliorer la disponibilité des données. Comme approche, l'on pourrait utiliser les données stockées dans d'autres bases de données auxquelles certains pays méditerranéens contribuent régulièrement.

CONCLUSIONS

Conclusions (synthèse)

Les données disponibles montrent que, dans les régions où l'évaluation est possible, les concentrations d'éléments nutritifs clés sont dans des plages caractéristiques des zones côtières et sont conformes aux processus principaux en cours dans la zone en question. Le résultat confirme également la validité de cet indicateur et soutient l'évaluation de l'eutrophisation.

Les critères d'évaluation des types d'eaux côtières relatifs aux conditions de référence et aux délimitations des éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau doivent être construits et harmonisés pour toute la région méditerranéenne. Cet effort sera grandement utile à la mise en œuvre d'une stratégie d'échantillonnage claire accompagnée d'une approche simplifiée pour le suivi de la conception et pour la gestion des données.

Conclusions (détaillées)

Les données disponibles montrent que, dans les régions où l'évaluation est possible, les concentrations d'éléments nutritifs clés sont dans des plages caractéristiques des zones côtières et sont conformes aux processus principaux en cours dans la zone en question. Le résultat confirme également la validité de cet indicateur et soutient l'évaluation de l'eutrophisation.

Les critères d'évaluation des types d'eaux côtières relatifs aux conditions de référence et aux délimitations des éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau doivent être construits et harmonisés pour toute la région méditerranéenne. Cet effort sera grandement utile à la mise en œuvre d'une stratégie d'échantillonnage claire accompagnée d'une approche simplifiée pour le suivi de la conception et pour la gestion des données.

Messages clés

- Les critères relatifs aux conditions de référence et aux délimitations des éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau doivent être construits et harmonisés pour toute la région méditerranéenne.

Lacunes en matière de connaissances

Les critères relatifs aux conditions de référence et aux délimitations des éléments nutritifs clés dans la colonne d'eau doivent être construits et harmonisés pour toute la région méditerranéenne. Il convient d'améliorer la disponibilité des données. Comme approche, l'on pourrait utiliser les données stockées dans d'autres bases de données auxquelles certains pays méditerranéens contribuent régulièrement.

Liste de références

Colella, S., Falcini, F., Rinaldi, E., Sammartino, M., Santoleri, R. (2016). Mediterranean Ocean Colour Chlorophyll Trends. *PLoS ONE* 11(6): e0155756. doi:10.1371/journal.pone.0155756

Coste, B., Le Corre, P., Minas, H. J. (1988). Re-evaluation of nutrient exchanges in the Strait of Gibraltar. *Deep-Sea Research*, 35, 767–775.

Ignatiades, L., Gotsis-Skretas, O., Pagou, K., & Krasakopoulou, E. (2009). Diversification of phytoplankton community structure and related parameters along a large scale longitudinal east–west transect of the Mediterranean Sea. *Journal of Plankton Research*, 31(4), 411–428.

IMAP (2017). Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria UNEP, Athens, 52 pp.

Krom, M. D., Emeis, K. C., and Van Cappellen, P. (2010). Why is the Mediterranean phosphorus limited? *Progress in Oceanography*. doi:10.1016/j.pocean.2010.03.003.

Ludwig, W., Dumont, E., Meybeck, M., and Heusser, S. (2009). River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: major drivers for ecosystem changes during past and future decades? *Progress in Oceanography*, 80, 199–217.

Turley, C. M. (1999). The changing Mediterranean Sea: a sensitive ecosystem? *Progress in Oceanography*, 44, 387–400.

UNEP (1989). State of the Mediterranean Marine Environment. MAP Technical Series No. 28, UNEP, Athens.

UNEP/FAO/WHO (1996). Assessment of the state of eutrophication in the Mediterranean Sea. MAP Technical Report Series No. 106, UNEP, Athens, 455 pp.

UNEP/MAP, 2003. Eutrophication monitoring strategy of MED POL, UNEP(DEC)/MED WG 231/14, 30 April 2003, Athens 24 pp.

UNEP/MAP (2007). Eutrophication Monitoring Strategy for the MED POL (REVISION), UNEP(DEPI)/MED WG.321/Inf. 5, 9 November 2007, Athens.

UNEP/MAP (2016). Decision IG.22/7 - Integrated Monitoring and Assessment Programme (IMAP) of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria. COP19, Athens, Greece. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

Objectif écologique 5 (OE5) : Eutrophisation

OE5 : Indicateur commun 14. Concentration de Chlorophylle *a* dans la colonne d'eau

GÉNÉRAL

Rapporteur :	PNUE/PAM/MED POL
Échelle géographique de l'évaluation :	Régionale, mer Méditerranée
Pays contributeurs :	Albanie, Bosnie-Herzégovine, Chypre, Croatie, Égypte, Espagne, France, Grèce, Israël, Italie, Maroc, Monténégro, Slovénie, Syrie, Tunisie, Turquie

Thème central de la Stratégie à moyen terme (SMT) 1-Pollution terrestre et marine

Objectif écologique OE5. L'eutrophisation d'origine anthropique est évitée, en particulier pour ce qui est de ses effets néfastes, tels que l'appauvrissement de la biodiversité, la dégradation des écosystèmes, la prolifération d'algues toxiques et la désoxygénation des eaux de fond.

Indicateur commun de l'IMAP IC14. Concentration de Chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

Code de la fiche d'évaluation de l'indicateur EO5CI14

PRINCIPE DE BASE/MÉTHODES

Contexte (résumé)

L'eutrophisation peut se définir comme l'enrichissement du milieu marin en éléments nutritifs, principalement l'azote et le phosphore qui stimulent la production primaire et la croissance des algues (Vollenweider, 1992). Les eaux de mer qui dépendent du chargement d'éléments nutritifs et de la croissance du phytoplancton sont classées selon leur niveau d'eutrophisation. Les faibles concentrations en éléments nutritifs/phytoplancton caractérisent les zones oligotrophes, l'eau enrichie en éléments nutritifs est caractérisée comme étant mésotrophe, alors que l'eau riche en éléments nutritifs et en biomasse d'algues est caractérisée comme étant eutrophe. La Méditerranée est l'une des mers les plus oligotrophes au monde et la majeure partie de sa productivité biologique a lieu dans sa zone euphotique (PNUE, 1989). L'élaboration d'échelles de concentration en éléments nutritifs ou en phytoplancton a été une tâche difficile pour les scientifiques spécialistes du milieu marin en raison des fluctuations saisonnières des concentrations en éléments nutritifs et en phytoplancton, de la fragmentation du phytoplancton et de phénomènes d'eutrophisation à petite échelle. Bien que la recherche scientifique à long terme (UNEP/FAO/WHO1996 ; Krom *et al.*, 2010) ait montré que l'étendue principale de la mer Méditerranée est en bon état, il existe des zones côtières, en particulier celles situées dans les golfs fermés près des grandes villes des zones estuariennes et près des ports, où l'eutrophisation marine représente une menace sérieuse. En Méditerranée, la Convention de Barcelone adoptée en 1976 a été le premier instrument juridiquement contraignant pour la protection de son environnement ; cette Convention comportait un certain nombre de protocoles, notamment le Protocole sur la pollution provenant des sources terrestres (Protocole « tellurique »). Depuis 2000, d'autres politiques internationales et nationales, telles que la Directive-cadre européenne sur l'eau et la

Directive-cadre « stratégie européenne pour le milieu marin », élaborent des programmes qui se consacrent à la protection de son environnement à l'échelle sous-régionale et collaborent avec le PNUE/PAM. La 19^e Réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone (Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée et ses Protocoles) qui s'est tenue en 2016 a adopté le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP) de la côte et de la mer méditerranéennes et les critères d'évaluation connexes, qui comprend les cibles pour atteindre le Bon état écologique (UNEP/MAP, 2016). Les cibles initiales du BEE au titre de l'Indicateur commun 14 de l'IMAP reflètent la portée de l'actuel Programme MED POL et la disponibilité de critères appropriés d'évaluation convenus.

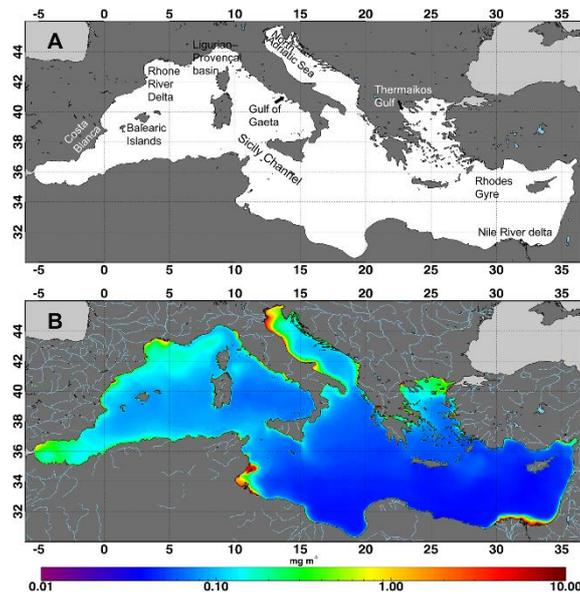
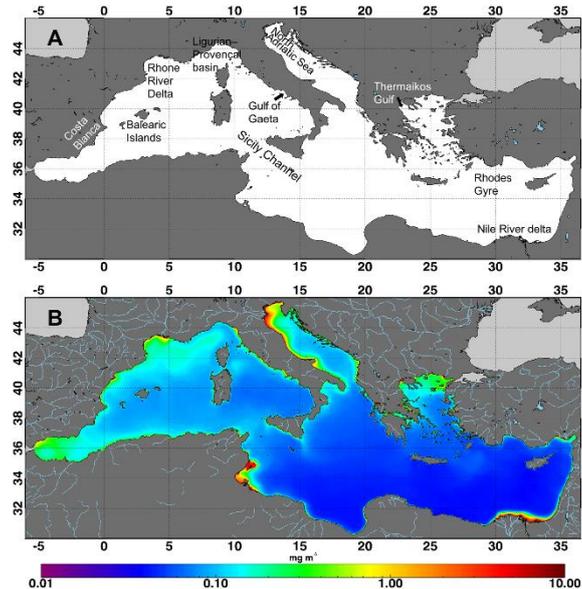


Figure: Le bassin méditerranéen et son schéma de concentration en chlorophylle *a*. (A) Régions géographiques (B) Climatologie de la concentration en chlorophylle *a* dans la Méditerranée pour la période 1998-2009. En général, les concentrations les plus élevées en chlorophylle *a* se retrouvent dans les eaux côtières, à proximité des sorties de cours d'eau, et sont donc conditionnées par les éléments nutritifs d'origine naturelle transportés par ces cours d'eau. Source : Colella *et al.*, 2016.

Contexte (détaillé)

Dans la zone méditerranéenne, l'eutrophisation est causée par des sources régionales telles que les effluents urbains, les rejets industriels et les activités d'aquaculture, ainsi que par des éléments transfrontières tels que les eaux de ruissellement agricoles, les sorties fluviales et les dépôts d'éléments nutritifs en suspension dans l'air. Les variables liées à l'eutrophisation sont influencées par la circulation de l'eau et par des sources régionales de pollution, y compris l'eutrophisation (PNUE, 2003).

La zone côtière très peuplée en Méditerranée et l'apport fluvial d'une zone de drainage de 1,5 million de km² (Ludwig *et al.*, 2009) entraînent des tendances eutrophes dans les zones côtières. Les eaux situées au large des côtes méditerranéennes ont été caractérisées comme étant extrêmement oligotrophes avec un gradient clair en direction de l'est (Turley, 1999). L'eutrophisation et l'oligotrophie en Méditerranée sont illustrées par la répartition de la chlorophylle *a* sur les images de télédétection (figure 1).



Le bassin méditerranéen et son schéma de concentration en chlorophylle *a*. (A) Régions géographiques (B) Climatologie de la concentration en chlorophylle *a* dans la Méditerranée pour la période 1998-2009. Source : Colella *et al.*, 2016.

L'évaluation de l'eutrophisation est confrontée à une question assez complexe. En effet, dans le cas des environnements côtiers, « l'abondance et la composition du phytoplancton se caractérisent par une grande variabilité spatio-temporelle : la complexité de ces zones, en raison principalement de la grande variabilité des facteurs environnementaux et des réponses des communautés, rend difficile la définition d'un cycle annuel régulier de phytoplancton » (Pugnetti *et al.*, 2007. En italien). Cette déclaration montre clairement que dans le domaine de l'eutrophisation, l'exigence statistique est essentielle pour une stratégie d'évaluation acceptable. Les exigences de la Directive-cadre européenne sur l'eau (DCE) appliquées en ce qui concerne les conditions de référence et de délimitations des types d'eaux côtières en Méditerranée constituent à présent le meilleur compromis.

En Méditerranée, la Convention de Barcelone adoptée en 1976 a été le premier instrument juridiquement contraignant pour la protection de son environnement ; cette Convention comportait un certain nombre de protocoles, notamment le Protocole sur la pollution provenant des sources terrestres (Protocole « tellurique »). Depuis 2000, d'autres politiques internationales et nationales, telles que la Directive-cadre européenne sur l'eau et la Directive-cadre « stratégie européenne pour le milieu marin », élaborent des programmes qui se consacrent à la protection de son environnement à l'échelle sous-régionale et collaborent avec le PNUE/PAM. La 19^e Réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone (Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée et ses Protocoles) qui s'est tenue en 2016 a adopté le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP) de la côte et de la mer méditerranéennes et les critères d'évaluation connexes, qui comprend les cibles pour atteindre le Bon état écologique (UNEP/MAP, 2016). Les cibles initiales du BEE au titre de l'Indicateur commun 14 de l'IMAP reflètent la portée de l'actuel Programme MED POL et la disponibilité de critères appropriés d'évaluation convenus.

Méthodes d'évaluation

À l'heure actuelle, seuls certains pays ont élaboré une démarche basée sur les délimitations relativement à l'évaluation de l'eutrophisation et cet effort est intégré aux conditions de référence et de délimitations des types d'eaux côtières en Méditerranée (applicable au phytoplancton, IMAP, 2017). Ces critères ont été appliqués pour la première fois aux données disponibles pour la Méditerranée à travers la base de données du MED POL.

Pour l'eutrophisation, il est admis que la densité de surface soit adoptée comme indicateur indirect de la stabilité statique d'un système marin côtier. De plus amples informations sur les critères et les caractéristiques typologiques sont présentées dans le document UNEP(DEPI)/MED WG 417/Inf.15 :

Type I	sites côtiers fortement influencés par les apports en eau douce,
Type IIA	sites côtiers modérément influencés et qui ne sont pas directement touchés par les apports en eau douce (influence continentale),
Type IIIW	côte continental, sites côtiers qui ne sont pas influencés/affectés par des apports en eau douce (Bassin occidental),
Type IIIE	non influencé par des apports en eau douce (Bassin oriental),
Type île	côte (Bassin occidental).

Les eaux côtières de type III ont été divisées en deux sous-bassins, le bassin méditerranéen occidental et le bassin méditerranéen oriental, en raison des différences de conditions trophiques. Elles font l'objet d'une riche documentation.

Il est recommandé de définir les principaux types d'eaux côtières en Méditerranée pour l'évaluation de l'eutrophisation (applicable uniquement au phytoplancton, tableau 1).

Tableau 1. Principaux types d'eaux côtières en Méditerranée

	Type I	Type IIA, IIA Adriatique	Type IIIW	Type III E	Type île- W
σ_t (densité)	< 25	25 < d < 27	> 27	> 27	Tous les champs
Salinité	< 34,5	34,5 < S < 37,5	> 37,5	> 37,5	Tous les champs

En vue d'évaluer l'eutrophisation, il est recommandé de s'appuyer sur le schéma de classification portant sur la concentration en Chlorophylle *a* ($\mu\text{g/l}$) dans les eaux côtières comme paramètre facilement applicable par tous les pays méditerranéens sur la base des seuils et valeurs de référence indicatifs présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Conditions de référence et délimitations des types d'eaux côtières en Méditerranée

Typologie des eaux côtières	Conditions de référence pour la Chla ($\mu\text{g L}^{-1}$)		Délimitations de la Chla ($\mu\text{g L}^{-1}$) pour l'état bon/modéré	
	G_moyenne	90 % Percentile	G_moyenne	90 % Percentile
Type I	1.4	3.33* - 3.93**	6.3	10* - 17.7**
Type II-FR-SP		1.9		3.58
Type II-A, Adriatique	0.33	0.8	1.5	4.0
Type II-B Tyrrhénienne	0.32	0.77	1.2	2.9
Type III-W Adriatique			0.64	1.7
Type III-W Tyrrhénienne			0.48	1.17
Type III-W FR-SP		0.9		1.80
Type III-E		0.1		0.4
Type île-W		0.6		1.2 – 1.22

* applicable au golfe du Lion

** applicable à l'Adriatique

Dans cette évaluation, conscients que, dans la plupart des pays situés au nord de la Méditerranée, les données sont également disponibles dans d'autres bases de données (AEE, EIONET, EMODnet, etc.),

seuls les ensembles de données obtenus à partir de la base de données du MED POL pour la chlorophylle *a* ont été utilisés. La disponibilité des données par pays était la suivante : Albanie (2005-2006), Bosnie-Herzégovine (2006-2008) Croatie (2009, 2011-2014), Chypre (1999-2015), Égypte (2009, 2010), France (2009, 2012), Grèce (2004-2006), Israël (2001-2012), Maroc (2006, 2006,2007), Monténégro (2008-2011), Slovénie (1999-2013, 2015), Tunisie (2002-2013), Turquie (2005-2009, 2011, 2013).

RÉSULTATS

Résultats et état, y compris les tendances (résumé)

L'état trophique de la mer Méditerranée est conditionné par la zone côtière très peuplée et par l'apport fluvial. Les eaux au large de la Méditerranée ont été caractérisées comme étant extrêmement oligotrophes avec une tendance croissante à l'oligotrophie en allant vers l'est ; la Méditerranée orientale a été caractérisée comme étant la plus vaste étendue d'eau au monde ayant une concentration limitée en phosphore.

La zone côtière de la partie sud-est de la Méditerranée présente de nettes tendances eutrophes. Les conditions eutrophes de la région sont principalement causées par les effluents d'eaux usées provenant du Caire et d'Alexandrie. Le nord de la mer Égée présente des tendances mésotrophe et eutrophe. Cela peut s'expliquer par les apports fluviaux provenant du nord de la Grèce et par les entrées d'eau depuis la mer Noire riche en éléments nutritifs.

Le régime d'éléments nutritifs et la productivité primaire dans la Méditerranée occidentale sont relativement plus élevés que ceux de la Méditerranée orientale. Il existe un approvisionnement limité en éléments nutritifs par le détroit de Gibraltar en raison des différences de concentrations en éléments nutritifs entre les eaux de l'Atlantique et celles de la Méditerranée.

Les principales régions côtières de la Méditerranée ayant des tendances eutrophes permanentes sont le golfe du Lion, l'Adriatique, le nord de la mer Égée et la Méditerranée du Sud-est (Nil-bassin Levantin).

Les données disponibles montrent que, dans les zones où une évaluation est possible, les critères d'évaluation de l'IMAP pour l'eutrophisation basés sur l'IC14 (concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau) sont applicables et confirment l'état principal de l'eutrophisation dans la zone côtière.

Les conditions de référence et les délimitations des types d'eaux côtières pour l'IC14 (concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau) doivent être harmonisées dans la région du sud de la Méditerranée qui n'a pas encore participé à l'effort d'évaluation. L'évaluation peut également permettre d'identifier les régions où les critères doivent être améliorés. La mise en œuvre d'une stratégie d'échantillonnage claire accompagnée d'une approche simplifiée dans le suivi de la conception et de la gestion des données sera très utile.

Résultats et état, y compris les tendances (détaillé)

L'état trophique de la mer Méditerranée est conditionné par sa zone côtière très peuplée et par l'apport fluvial d'une zone de drainage de 1,5 million de km² (Ludwig et al. 2009) qui entraînent des tendances eutrophes dans les zones côtières. Les eaux bleues situées au large des côtes méditerranéennes ont été caractérisées comme étant extrêmement oligotrophes avec une tendance croissante à l'oligotrophie en allant vers l'est (Turley, 1999). L'eutrophisation et l'oligotrophie en Méditerranée sont illustrées par la répartition de la chlorophylle *a* sur les images de télédétection (figure 1). Cela est dû à sa faible teneur en éléments nutritifs ; les concentrations maximales enregistrées pour le nitrate étaient d'environ 6 µM, pour le phosphate de 0,25 µM et pour le silicate de 10 à 12 µM, avec le rapport nitrate-phosphate

(N/P) > 20 et dans les eaux profondes d'environ 28:1. La Méditerranée orientale a été caractérisée comme étant la plus vaste étendue d'eau au monde ayant une concentration limitée en phosphore. La zone côtière de la partie sud-est de la Méditerranée présente de nettes tendances eutrophes. Bien que le Nil soit la principale source d'eau de la région, ses flux d'eau douce se raréfient à cause du barrage d'Assouan et des tendances croissantes de l'utilisation d'eau anthropique dans le Nil inférieur. Les conditions eutrophes de la région sont principalement causées par les effluents d'eaux usées provenant du Caire et d'Alexandrie. Le nord de la mer Égée présente des tendances mésotrophe et eutrophe. Cela peut s'expliquer par les apports fluviaux provenant du nord de la Grèce et par les entrées d'eau depuis la mer Noire riche en éléments nutritifs.

Le régime d'éléments nutritifs et la productivité primaire dans la Méditerranée occidentale sont relativement plus élevés que ceux de la Méditerranée orientale. Il existe un approvisionnement limité en éléments nutritifs par le détroit de Gibraltar en raison des différences de concentrations en éléments nutritifs entre les eaux de l'Atlantique et celles de la Méditerranée. L'eau de surface provenant de l'Atlantique transporte des éléments nutritifs directement disponibles pour la photosynthèse (AEE 1999), mais à de faibles concentrations. Les concentrations en phosphore (phosphate) dans les flux entrants d'eaux vont de 0,05 à 0,20 μM , les concentrations en azote (nitrate) étant d'environ 1 à 4 μM et la concentration en silicium (silicate) d'environ 1,2 μM (Coste et al. 1988). Les éléments nutritifs de la couche superficielle sont réduits, car ils se propagent vers l'est en raison du mélange avec l'eau pauvre du bassin et de l'utilisation d'éléments nutritifs par le phytoplancton. Cependant, la productivité primaire de la Méditerranée occidentale principale, loin des zones côtières et de l'influence des cours d'eau et des agglomérations urbaines, reste supérieure à celle de la Méditerranée orientale.

Les principales régions côtières de la Méditerranée ayant des tendances eutrophes permanentes sont le golfe du Lion, l'Adriatique, le nord de la mer Égée et la Méditerranée du sud-est (Nil-bassin Levantin).

Un travail récent sur la répartition des éléments nutritifs et du phytoplancton le long d'un transect longitudinal à grande échelle d'est en ouest (3,188 km) de la mer Méditerranée, étendu sur neuf stations a été publié par Ignatiades et al. (2009). Les résultats ont confirmé le caractère oligotrophe de la zone et le gradient d'éléments nutritifs et de chlorophylle caractérisé par des concentrations décroissantes de Gibraltar au bassin Levantin. Les niveaux maximums de phosphate variaient de 0,05 à 0,26 μM , le nitrate de 1,87 à 4,04 μM , la chlorophylle *a* (*chl**a*) de 0,39 à 0,96 mg L^{-1} .

Les résultats de l'évaluation et de l'état de la concentration en chlorophylle *a* dans la colonne d'eau sont présentés aux Figures 2 à 8 qui présentent un chiffre assez limité dans la région méditerranéenne. La raison principale est liée à la disponibilité et à la qualité des données. Sur la figure 2, l'on voit clairement qu'il n'y a aucune donnée pour une grande partie de la région. La mise en œuvre de critères liés aux types d'eau aux fins de l'IMAP est également limitée. Même lorsqu'un critère assez souple (10 échantillons en 10 ans dans les couches superficielles - ≤ 10 m) a été adopté, la disponibilité des données pour l'évaluation est restée faible.

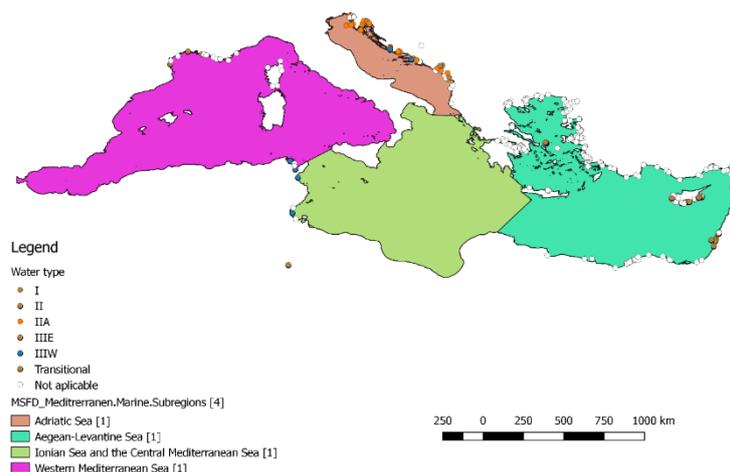


Figure 2. Stations dans la région méditerranéenne pour lesquelles les paramètres d'eutrophisation ont été échantillonnés. On y retrouve également les types d'eaux (applicables au phytoplancton, IMAP 2017) pour lesquels les exigences minimales statistiques ont été satisfaites (10 échantillons au cours des 10 dernières années et dans la couche superficielle, ≤ 10 m).

Sur les figures 3 à 8, les données d'évaluation pour les quatre sous-régions appliquant les conditions de référence et de délimitations des types d'eaux côtières en Méditerranée (applicable au phytoplancton, IMAP 2017) sont présentées. Pour la sous-région de la Méditerranée occidentale (figure 3), seul un ensemble limité de données pour la France (données de 2009 et 2012) a été évalué, indiquant qu'aucune des stations du Golf du Lion n'était en état modéré.

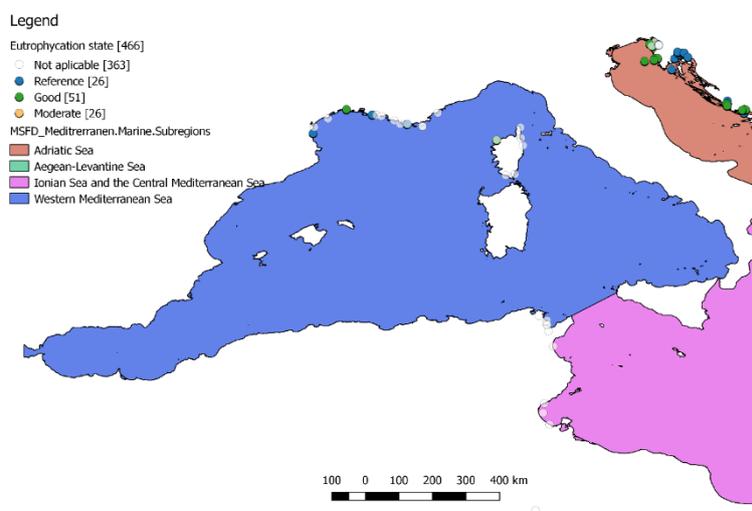


Figure 3. Stations dans la sous-région de la Méditerranée occidentale pour lesquelles l'eutrophisation a été évaluée. Les conditions de référence et de délimitations des types d'eaux côtières en Méditerranée ont été appliquées (applicable au phytoplancton, IMAP 2017), conditions pour lesquelles les exigences minimales statistiques ont été satisfaites (10 échantillons au cours des 10 dernières années et dans la couche superficielle, ≤ 10 m).

Dans la sous-région de la mer Adriatique (figures 4 et 5), seule la partie orientale a été évaluée (Slovénie, Croatie et Monténégro). Les critères appliqués ont montré que toutes les stations de la zone évaluée sont listées en bon état. Le diagramme de quartiles (figure 5) montre encore plus de détails. Cette représentation graphique est très utile pour une évaluation géographique et représente un bon potentiel pour l'analyse des séries chronologiques.

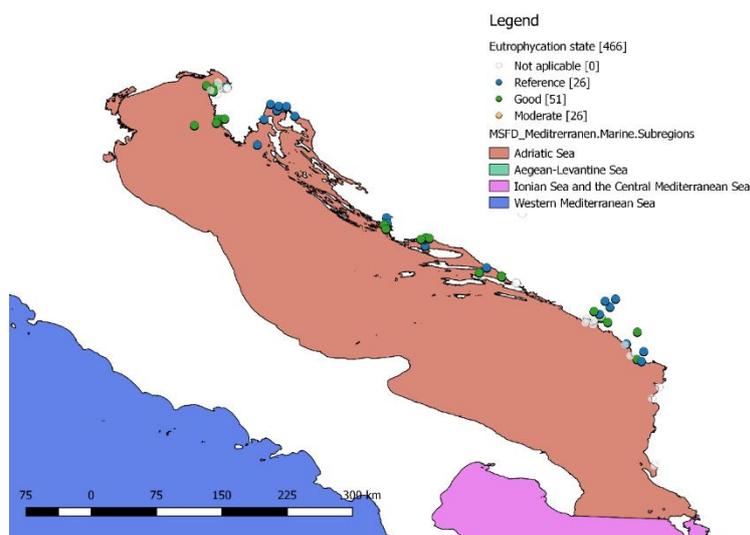


Figure 4. Stations dans la sous-région de la mer Adriatique pour lesquelles l'eutrophisation a été évaluée. Les conditions de référence et de délimitations des types d'eaux côtières en Méditerranée ont été appliquées (applicable au phytoplancton, IMAP 2017), conditions pour lesquelles les exigences minimales statistiques ont été satisfaites (10 échantillons au cours des 10 dernières années et dans la couche superficielle, ≤ 10 m).

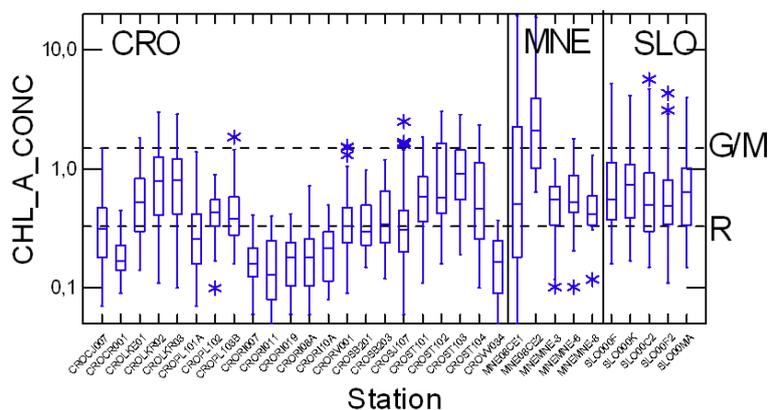


Figure 5. Diagramme de quartiles pour la concentration en chlorophylle *a* dans la sous-région de la mer Adriatique (eau de type IIA) pour laquelle les conditions de référence et de délimitations des types d'eaux côtières en Méditerranée ont été appliquées (applicable au phytoplancton, IMAP. 2017).

Pour la mer Ionienne et la sous-région de la Méditerranée centrale (figure 6), l'évaluation n'a pas été effectuée du fait de l'absence de données.

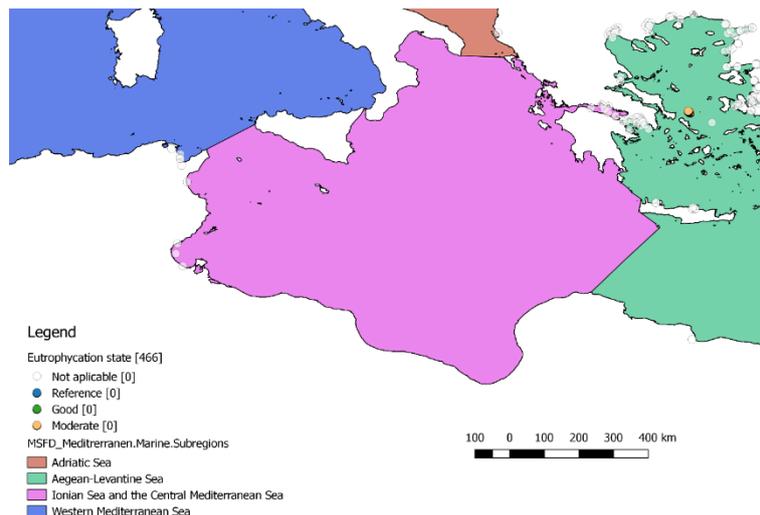


Figure 6. Stations dans la mer Ionienne et dans la sous-région de la Méditerranée centrale pour lesquelles l'eutrophisation a été évaluée. Les conditions de référence et de délimitations des types d'eaux côtières en Méditerranée ont été appliquées (applicable au phytoplancton, IMAP 2017), conditions pour lesquelles les exigences minimales statistiques ont été satisfaites (10 échantillons au cours des 10 dernières années et dans la couche superficielle, ≤ 10 m).

Dans la sous-région de la mer Égée-bassin Levantin (figures 7 et 8), les pays évalués sont Chypre et Israël. Des données partielles pour la Turquie (région de Mersin) ont également été utilisées. Les critères appliqués (eau de type IIIIE) ont montré que pratiquement toutes les stations de la région de Chypre sont listées en bon état. Le diagramme de quartiles (figure 8) montre encore plus de détails. Les données pour Israël et la région de Mersin (Turquie) indiquent que les zones étaient en état modéré. Probablement, les critères pour l'eau de type IIIIE dans cette région sont trop rigoureux du fait de la proximité de cette zone vis-à-vis de la côte et des ports.

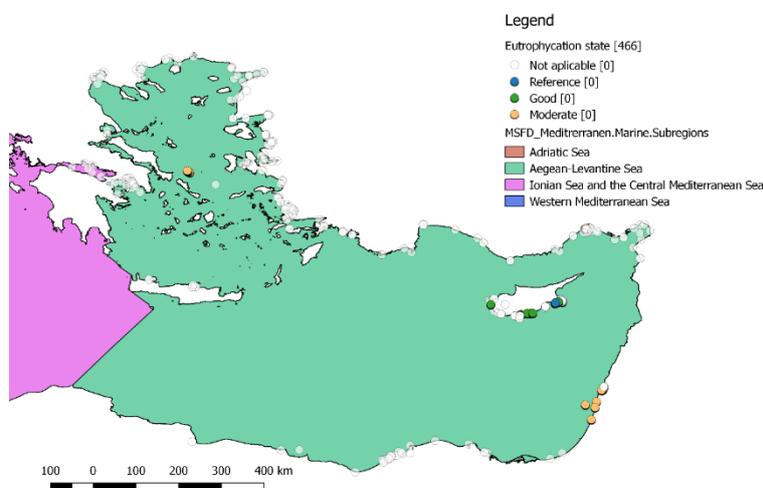


Figure 7. Stations dans la sous-région de la mer Égée-bassin Levantin pour lesquelles l'eutrophisation a été évaluée. Les conditions de référence et de délimitations des types d'eaux côtières en Méditerranée ont été appliquées (applicable au phytoplancton, IMAP 2017), conditions pour lesquelles les exigences minimales statistiques ont été satisfaites

(10 échantillons au cours des 10 dernières années et dans la couche superficielle, <= 10 m).

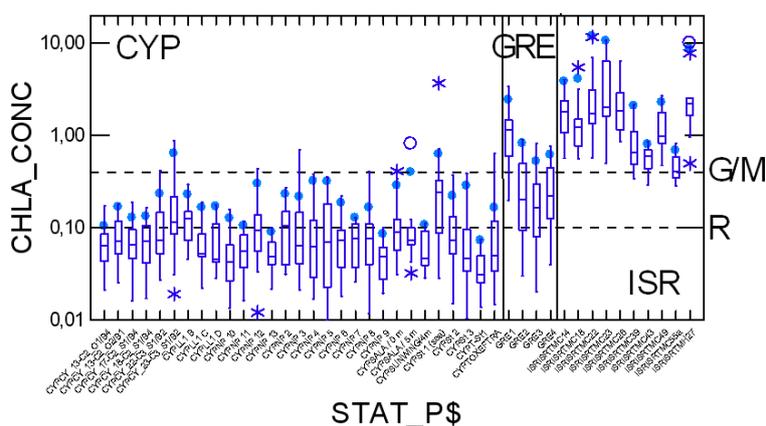


Figure 8. Diagramme de quartiles pour la concentration en chlorophylle *a* dans la sous-région de la mer Égée-bassin Levantin (eau de type IIIE) pour laquelle les conditions de référence et de délimitations des types d’eaux côtières en Méditerranée ont été appliquées (applicable au phytoplancton, IMAP 2017). Les points bleus représentent la valeur de 90 percentile.

Aux points chauds d’eutrophisation dans la mer Méditerranée, il serait intéressant d’effectuer une analyse complète des tendances de la concentration en chlorophylle *a*. Des tendances importantes de la concentration en chlorophylle *a* doivent être détectées à partir de séries chronologiques de longue durée capables de saisir les changements de la biomasse des eaux côtières, car l’analyse de séries chronologiques de courte durée pourrait conduire à des interprétations erronées des schémas spatiaux générés par des processus aléatoires comme tendances de concentrations en chlorophylle *a*. Les mesures synoptiques par satellite pour l’estimation des tendances de la concentration en chlorophylle *a* peuvent permettre de détecter des processus biogéochimiques locaux anormaux et d’évaluer les différentes applications de la réglementation environnementale. L’utilisation récente de ces données (Colella *et al.*, 2016) a permis une surveillance cohérente des problèmes biogéochimiques dans le bassin méditerranéen. À grande échelle, des tendances positives existent au large de la côte sud-est espagnole, dans le bassin de la Ligurie-Provençale et dans la région de Rhodes Gyre, alors qu’une tendance intense négative dans le nord de la mer Adriatique, au large de la bouche du Rhône et dans le golfe de Thermaikos (mer Égée) ont été détectées.

Ce potentiel d’évaluation des problèmes liés à l’eutrophisation est le bienvenu. Cependant, la structure par satellite pourrait nécessiter des ensembles de données plus importants et bénéficiant de multicapteurs et il doit certainement être combiné à l’analyse de données complémentaires biogéochimiques in situ.

CONCLUSIONS

Conclusions (synthèse)

L'état trophique de la mer Méditerranée est conditionné par la zone côtière très peuplée et par l'apport fluvial d'une zone de drainage. Les eaux situées au large des côtes méditerranéennes ont été caractérisées comme étant extrêmement oligotrophes avec une tendance croissante à l'oligotrophie en allant vers l'est.

Les principales régions côtières de la Méditerranée ayant des tendances eutrophes permanentes sont le golfe du Lion, l'Adriatique, le nord de la mer Égée et la Méditerranée du Sud-est (Nil-bassin Levantin).

Les données disponibles montrent que, dans les zones où une évaluation est possible, les critères d'évaluation de l'IMAP pour l'eutrophisation basés sur l'IC14 (concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau) sont applicables et confirment l'état principal de l'eutrophisation dans la zone côtière. En matière d'atteinte du BEE dans ces régions (Adriatique orientale et Chypre), elle est maintenue.

Conclusions (détaillées)

L'état trophique de la mer Méditerranée est conditionné par la zone côtière très peuplée et par l'apport fluvial d'une zone de drainage. Les eaux situées au large des côtes méditerranéennes ont été caractérisées comme étant extrêmement oligotrophes avec une tendance croissante à l'oligotrophie en allant vers l'est. La mer Méditerranée orientale reste la zone la plus oligotrophe de l'ensemble du bassin méditerranéen et la plus grande étendue d'eau au monde ayant une concentration limitée en phosphore.

La zone côtière de la partie sud-est de la Méditerranée présente de nettes tendances eutrophes. Bien que le Nil soit la principale source d'eau de la région, ses flux d'eau douce se raréfient à cause du barrage d'Assouan et des tendances croissantes de l'utilisation d'eau anthropique dans le Nil inférieur. Les conditions eutrophes de la région sont principalement causées par les effluents d'eaux usées provenant du Caire et d'Alexandrie. Le nord de la mer Égée présente des tendances mésotrophes à eutrophes qui s'expliquaient par les apports fluviaux depuis le nord de la Grèce et les entrées d'eau de la mer Noire riche en éléments nutritifs.

Le régime d'éléments nutritifs et la productivité primaire dans la Méditerranée occidentale sont relativement plus élevés que ceux de la Méditerranée orientale. Cependant, la productivité primaire de la Méditerranée occidentale principale, loin des zones côtières et de l'influence des cours d'eau et des agglomérations urbaines, reste supérieure à celle de la Méditerranée orientale.

Les principales régions côtières de la Méditerranée ayant des tendances eutrophes permanentes sont le golfe du Lion, l'Adriatique, le nord de la mer Égée et la Méditerranée du sud-est (Nil-bassin Levantin).

Les données disponibles montrent que, dans les zones où une évaluation est possible, les critères d'évaluation de l'IMAP pour l'eutrophisation basés sur l'IC14 (concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau) sont applicables et confirment l'état principal de l'eutrophisation dans la zone côtière. En matière d'atteinte du BEE dans ces régions (Adriatique orientale et Chypre), elle est maintenue.

Les conditions de référence et les délimitations des types d'eaux côtières pour l'IC14 (concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau) doivent être harmonisées dans la région du sud de la Méditerranée qui n'a pas encore participé à l'effort d'évaluation. L'évaluation peut également permettre d'identifier les régions où les critères doivent être améliorés. La mise en œuvre d'une

stratégie d'échantillonnage claire accompagnée d'une approche simplifiée dans le suivi de la conception et de la gestion des données sera très utile.

Les mesures synoptiques par satellite pour l'estimation des tendances de la concentration en chlorophylle *a* peuvent permettre de détecter des processus biogéochimiques locaux anormaux et d'évaluer les différentes applications de la réglementation environnementale.

Messages clés

- Les eaux situées au large des côtes méditerranéennes ont été caractérisées comme étant extrêmement oligotrophes avec une tendance croissante à l'oligotrophie en allant vers l'est.
- Les principales régions côtières de la Méditerranée ayant des tendances eutrophes permanentes sont le golfe du Lion, l'Adriatique, le nord de la mer Égée et la Méditerranée du Sud-est (Nil-bassin Levantin), et
- Les données disponibles montrent que, dans les zones où une évaluation est possible, les critères d'évaluation de l'IMAP pour l'eutrophisation basés sur l'IC14 (concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau) sont applicables et confirment l'état principal de l'eutrophisation de la zone côtière.

Lacunes en matière de connaissances

Il n'y a aucune lacune principale identifiée en Méditerranée concernant l'évaluation de l'Indicateur commun 14. Cependant, des tendances importantes de la concentration en chlorophylle *a* doivent être détectées à partir de séries chronologiques de longue durée capables de saisir les changements de la biomasse des eaux côtières et, à cette fin, il convient d'améliorer la disponibilité des données. Comme approche, l'on pourrait utiliser les données stockées dans d'autres bases de données auxquelles certains pays méditerranéens contribuent régulièrement. Les mesures synoptiques par satellite pour l'estimation des tendances de la concentration en chlorophylle *a* peuvent permettre de détecter des processus biogéochimiques locaux anormaux et d'évaluer les différentes applications de la réglementation environnementale.

Liste de références

Colella, S., Falcini, F., Rinaldi, E., Sammartino, M., Santoleri, R. (2016). Mediterranean Ocean Colour Chlorophyll Trends. PLoS ONE 11(6): e0155756. doi:10.1371/journal.pone.0155756

Coste, B., Le Corre, P., Minas, H. J. (1988). Re-evaluation of nutrient exchanges in the Strait of Gibraltar. Deep-Sea Research, 35, 767–775.

Ignatiades, L., Gotsis-Skretas, O., Pagou, K., & Krasakopoulou, E. (2009). Diversification of phytoplankton community structure and related parameters along a large scale longitudinal east–west transect of the Mediterranean Sea. Journal of Plankton Research, 31(4), 411–428.

IMAP (2017). Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria UNEP, Athens, 52 pp.

Krom, M. D., Emeis, K. C., and Van Cappellen, P. (2010). Why is the Mediterranean phosphorus limited? Progress in Oceanography. doi:10.1016/j.pocean.2010.03.003.

Ludwig, W., Dumont, E., Meybeck, M., and Heusser, S. (2009). River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: major drivers for ecosystem changes during past and future decades? Progress in Oceanography, 80, 199–217.

Pugnetti, A., Bastianini, M., Acri, F., Bernardi Aubry, F., Bianchi, F., Boldrin, A. and Socal, G. (2007). Comunità fitoplanctonica e climatologia nell'Adriatico Settentrionale. In: Carli B., Gavaretta

G., Colacino N., Fuzzi S. (eds), *Clima e cambiamenti climatici: le attività di ricerca del CNR*. CNR-Roma: pp. 551-556 (in Italian).

Turley, C. M. (1999). The changing Mediterranean Sea: a sensitive ecosystem? *Progress in Oceanography*, 44, 387-400.

UNEP (1989). *State of the Mediterranean Marine Environment*. MAP Technical Series No. 28, UNEP, Athens.

UNEP/FAO/WHO (1996). *Assessment of the state of eutrophication in the Mediterranean Sea*. MAP Technical Report Series No. 106, UNEP, Athens, 455 pp.

UNEP/MAP, 2003. *Eutrophication monitoring strategy of MED POL*, UNEP(DEC)/MED WG 231/14, 30 April 2003, Athens 24 pp.

UNEP/MAP (2007). *Eutrophication Monitoring Strategy for the MED POL (REVISION)*, UNEP(DEPI)/MED WG.321/Inf. 5, 9 November 2007, Athens.

UNEP/MAP (2016). *Decision IG.22/7 - Integrated Monitoring and Assessment Programme (IMAP) of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria*. COP19, Athens, Greece. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

Vollenweider, R.A. (1992). *Coastal Marine Eutrophication*. In: Vollenweider, R.A., Marchetti, R., Viviani, R. (ed.). *Marine Coastal Eutrophication*. Londres : Elsevier, pp. 1-20.

Objectif écologique 9 (OE9) : Produits chimiques

EO9. Indicateur commun 17 : Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9 concernant le biote, les sédiments et l'eau de mer)

GÉNÉRAL

Rapporteur :	PNUE/PAM/MED POL
Échelle géographique de l'évaluation :	Régionale, Mer Méditerranée
Pays contributeurs :	Chypre, Croatie, Égypte, Espagne, France, Grèce, Israël, Italie, Maroc, Monténégro, Slovénie, Syrie, Tunisie, Turquie
Thème central de la Stratégie à moyen terme (SMT) 1-Pollution terrestre et marine	
Objectif écologique	OE9. Les contaminants n'ont aucun impact significatif ni sur les écosystèmes côtiers et marins ni sur la santé de l'homme.
Indicateur commun de l'IMAP	IC17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9 concernant le biote, les sédiments et l'eau de mer)

Code de la fiche d'évaluation de l'indicateur EO9CI17

PRINCIPE DE BASE/MÉTHODES

Contexte (résumé)

L'état de la contamination chimique du milieu marin est la conséquence des activités humaines (moteurs et pressions) qui ont lieu autour des zones côtières et marines de la Méditerranée et qui l'éloignent des conditions naturelles de l'état d'équilibre. Les contaminants nocifs entrent principalement dans l'écosystème marin par diverses voies, notamment par des dépôts atmosphériques ou par des apports de sources terrestres. À titre d'exemple, sur les côtes méditerranéennes, un certain nombre de pressions différentes en matière de pollution chimique ont été créées non seulement par les petites marinas récréatives, mais également par les grands ports commerciaux qui se comptent par milliers. À l'heure actuelle, il existe encore d'anciennes menaces et de nouvelles pressions, bien que les tendances et les niveaux des polluants dits traditionnels (p. ex. les métaux lourds, les polluants organiques persistants et les pesticides) aient considérablement diminué dans les zones les plus affectées de la mer Méditerranée après la mise en œuvre de mesures environnementales (p. ex. l'interdiction du carburant au plomb, la réglementation sur le mercure, l'interdiction des peintures antisalissure), comme cela a été observé en Méditerranée occidentale (UNEP/MAP/MEDPOL, 2011a). Aujourd'hui, il existe encore des sources de pollution ponctuelles et diffuses qui entrent dans la classe des contaminants chimiques prioritaires et émergents (par exemple les produits pharmaceutiques, les produits de soins corporels, les produits ignifuges) en Méditerranée. Les sources terrestres (LBS) de contaminants qui ont un impact sur l'environnement côtier entrent par des rejets d'eaux usées traitées (ou non) et représentent un apport important. En ce qui concerne les sources diffuses de pollution, le ruissellement terrestre et les dépôts atmosphériques (dépôt humide/sec et transport diffusif) sont les deux principaux éléments qui contribuent à la pollution des zones côtières. Les sources marines sont également comptabilisées (c'est-à-dire des apports directs d'activités maritimes et industrielles,

comme le transport, la pêche, le raffinage de pétrole et l'exploration et l'exploitation de pétrole et de gaz) qui pourraient être des sources chroniques permanentes de pollution du milieu marin, mais également des sources potentielles d'événements de pollution aiguë.

L'on peut parvenir à un Bon état écologique (BEE) pour l'Indicateur commun 17 (IC17) lorsque les niveaux de pollution sont inférieurs à un seuil déterminé (par exemple, les Critères d'évaluation environnementale, EAC), définis pour la zone et pour l'espèce. À cet égard, les concentrations de produits chimiques nocifs spécifiques devraient être maintenues en dessous des EAC ou des concentrations de référence sans tendances de détérioration. Par ailleurs, il convient d'atteindre la réduction des émissions de contaminants provenant de sources terrestres (PNUE/PAM, 2013, 2015).



Figure 1 : Échantillon de sédiments boueux prélevé à l'aide d'une grande benne preneuse. La couche supérieure de 1 cm est collectée pour des analyses de pollution chimique. L'on peut clairement distinguer les couches oxiques et anoxiques, Image fournie : Mudsedimentsample_CGuitart.jpg

Contexte (détaillé)

En Méditerranée, la Convention de Barcelone adoptée en 1976 a été le premier instrument juridiquement contraignant pour la protection de son environnement comportait un certain nombre de protocoles, notamment le Protocole sur la pollution. Son composante BBN/RRTP (Bilan de base national/rejets et transferts de polluants) permet aux Parties contractantes à la Convention de Barcelone de soumettre les données relatives aux charges nationales de polluants rejetés directement ou indirectement dans le le cadre du Protocole sur la pollution provenant des sources terrestres (Protocole « tellurique ») Le PAM MED POL (Programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution dans la région méditerranéenne) a été mis en œuvre et des réseaux côtiers de surveillance à long terme ont été élaborés. Pour celui à qui convient la surveillance marine. Depuis 2000, d'autres politiques internationales et nationales, telles que la Directive-cadre européenne sur l'eau et la Directive-cadre « stratégie européenne pour le milieu marin », élaborent des stratégies dans la Méditerranée qui visent à protéger son environnement à l'échelle sous-régionale et collaborent avec le PNUE/PAM. La 19^e Réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone (Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée et ses Protocoles) qui s'est tenue en 2016 a adopté le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP) de la côte et de la mer méditerranéennes et les critères d'évaluation connexes, qui comprend les cibles pour atteindre le Bon état écologique (UNEP/MAP, 2016). Les cibles initiales du BEE pour l'Indicateur commun 17 de l'IMAP sont basées sur des données pour un nombre relativement faible de produits chimiques,

reflétant la portée du programme du MED POL actuel et la disponibilité de critères appropriés d'évaluation convenus.

Méthodes d'évaluation

La méthode d'évaluation de l'Indicateur commun 17 a été réalisée en évaluant les derniers ensembles de données du MED POL disponibles pour les niveaux de contaminants chimiques par rapport à des critères environnementaux définis (pour différentes matrices) à l'échelle régionale. Les métaux lourds (cadmium, mercure et plomb), les hydrocarbures pétroliers et les polluants organiques persistants (POP) - provenant des réseaux nationaux de surveillance côtière qui ont fait l'objet de rapports pour la base de données du MEDPOL - ont été initialement évalués. Cependant, les hydrocarbures pétroliers et les POP souffrent d'une pénurie de données, d'un manque de couverture régionale et surtout de concentrations non détectées et, par conséquent, cette évaluation se concentre uniquement sur les métaux lourds à l'échelle régionale (Décision 22/7). Les EAC actuels qui définissent le caractère acceptable ou non acceptable d'un état chimique environnemental sont basés sur la politique européenne pour le biote. Les Directives EC/EU 1881/2006 et 629/2008 relatives aux niveaux maximaux pour trois matrices, à savoir les bivalves, les poissons et les sédiments, ont été prises en compte et leurs niveaux de contaminants ont été comparés aux Critères d'évaluation de base et aux Critères d'évaluation environnementale (BAC et EAC), tel qu'adoptés par la CdP 19 en février 2016 pour la Méditerranée (annexe au document UNEP(DEPI)/MED IG pour certains contaminants dans les denrées alimentaires) et aux valeurs américaines ERL (critères toxicologiques dénommés Effects Range Low) pour les sédiments (voir le tableau ci-dessous).

Table 1. Critères d'évaluation de l'IMAP pour les métaux lourds

Trace metal	^a Mussel (MG) µg/kg d.w.			^b Mussel µg/kg d.w.	^c Fish (MB) µg/kg d.w. ^f			Sediment µg/kg d.w.		
	BC	Med BAC	EC	BAC	BC	Med BAC	(EC)	BC	^e Med BAC	ERL
Cd	725	1088	5000	1000	4	8/16 ^d	207	-	150	1200
Hg	125	188	2500	170	296	600	4150	-	45	150
Pb	2500	3800	7500	1000	279	558	1245	-	30000	46700

^a preliminary data for the NW Mediterranean (Spain);

^b additional BAC data provided by Lebanon for *Brachidontes variabilis* species;

^c preliminary data for the NW Mediterranean (Spain);

^d earlier estimation wet weight;

^e estimated from sediment cores (UNEP(DEPI)/MED WG.365/Inf.8, 2011);

^f a dry/wet ratio of 20 should be used to convert units for MG (f.w. units = d.w. units / 5)

Les espèces de bivalves (*Mytilus galloprovincialis*, MG ; *Macra corralina*, MC et *Donax trunculus*, DT) et de poissons (*Mullus barbatus* MB) ont été évaluées et les niveaux ont été rapportés dans les échantillons de sédiments côtiers. La méthodologie est basée sur le calcul des pourcentages de stations (unités) ayant des niveaux en dessous ou au-dessus des BAC et au-dessus des EAC (deux seuils et trois groupes, voir graphique), et représentée dans l'espace (voir les cartes SIG dans la section Résultats).

En bref, la dernière année pertinente (ou les dernières années) d'ensembles de données du MED POL non évalués permettant une couverture spatiale maximale a été sélectionnée pour chaque pays et pour chaque matrice afin de construire une évaluation régionale de l'état intégrée au fil du temps (qui reflète à peu près la disponibilité temporelle des ensembles de données). Les ensembles de données provenant de pays qui ont fait des rapports sur des années consécutives ont été examinés afin d'en évaluer la cohérence (c.-à-d. les coordonnées, les valeurs, les méthodes, les DL) avant de sélectionner le dernier ensemble de données à évaluer. Alternativement, les ensembles de données annuels

provenant des Parties contractantes ont été fusionnés pour permettre une plus grande couverture spatiale lorsque les emplacements changeaient d'une année à l'autre. Une moyenne des données a également été faite lorsque cela était nécessaire (par exemple, lorsque des rapports annuels reprennent des échantillons pour la même station).

Pour les sédiments (en $\mu\text{g}/\text{kg}$ de poids sec), une moyenne des données a été faite par station (ou par zone lorsque des stations proches ont fait l'objet de rapports) quand cela était nécessaire conformément à l'échelle régionale de l'évaluation et au volume de données disponibles. Les niveaux de contaminants dans les échantillons de sédiments comprennent différentes fractions disponibles dans la base de données du MED POL et soumises par les Parties contractantes ; ces fractions ont été combinées dans l'espace en vue de leur évaluation (allant de $>60 \mu\text{m}$ à l'ensemble de l'échantillon)

Les ensembles de données utilisés à partir de la base de données du MED POL pour chaque pays et pour chaque matrice étaient les suivants :

- Bivalves : Croatie (2009, 2011-2014), Égypte (2009-2010), Espagne (2011), France (2012), Israël (2012-2013, y compris 2010 et 2011 pour le Pb), Italie (2009), Monténégro (2009-2011), Slovénie (2015), Tunisie (2010-2013), Turquie (2009, 2011)
- Poisson : Chypre (2014-2015), Grèce (2005), Israël (2013), Espagne (2006-2008), Turquie (2013)
- Sédiments : Croatie (2011, 2013), Égypte (2006, 2009, 2010), France (2009-2011), Grèce (2005), Israël (2013), Italie (2009), Maroc (2007), Monténégro (2010-2011), Espagne (2007-2008, 2011), Syrie (2007), Tunisie (2012), Turquie (2013)

La qualité des principaux ensembles de données sur les groupes de contaminants traditionnels du MED POL a été prise en compte, en particulier, pour les métaux lourds pour lesquels un grand nombre d'ensembles de données de qualité garantie étaient disponibles.

Au cours de la préparation de ces évaluations, plusieurs Parties contractantes (notamment, la Tunisie, la Turquie, Chypre, la Croatie, l'Égypte, Israël, le Maroc, le Monténégro et la Slovénie) ont fourni de nouvelles données qui serviront à réaliser des évaluations futures.

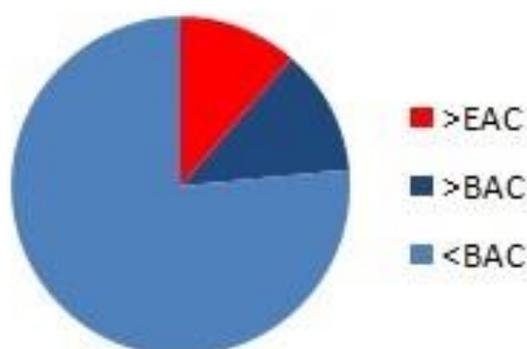


Figure 2. Écart montrant le pourcentage de stations ayant des concentrations de contaminants en-dessous et au-dessus des Critères d'évaluation de base (BAC) et au-dessus des Critères d'évaluation environnementale (EAC, soit EC ou ERL respectivement pour le biote et les sédiments)

RÉSULTATS

Résultats et état, y compris les tendances (résumé)

Les derniers ensembles de données disponibles sur les contaminants qui ont fait l'objet d'un rapport pour la base de données du MED POL continuent d'indiquer des niveaux plus faibles de polluants et de contaminants traditionnels dans le biote de la mer Méditerranée (principalement les bivalves), malgré les points chauds connus, comme ce fut le cas pour les rapports d'évaluation précédents (PNUE/PAM, 2009 ; PNUE/PAM/MED POL, 2011a ; PNUE/PAM, 2012a, 2012b) et pour le rapport sur les tendances temporelles (PNUE/PAM/MED POL, 2011b, 2016b), tandis que les produits chimiques présentent une accumulation et une persistance dans les sédiments côtiers. Les contaminants chimiques surveillés dans différentes matrices, à savoir les moules, les poissons et les sédiments, ainsi que leur évaluation par rapport aux Critères d'évaluation de base (BAC) et aux Critères d'évaluation environnementale (notamment EC et ERL pour le biote et les sédiments) permettent également d'aboutir à cette conclusion. En termes généraux, pour le biote (moules et poissons), le pourcentage de stations ayant des conditions environnementales acceptables, à savoir en dessous des critères de seuil EC, varie de 90 % à 100 % pour le Cd, le Pb et le HgT. Seulement quelques stations évaluées pour le Pb dans les moules présentent des niveaux supérieurs à l'EC pour le Pb pour 10 % des stations à une échelle régionale. Par conséquent, toutes les stations évaluées par le MED POL pour le biote présentent des conditions environnementales marines acceptables sauf 10 % d'entre elles pour le Pb. Au contraire, les pourcentages calculés des niveaux surveillés dans les sédiments côtiers au-dessus des critères d'évaluation (>ERL), c'est-à-dire des conditions environnementales non acceptables, représentent respectivement 6 %, 53 % et 13 % pour le Cd, le HgT et le Pb. Le mercure avec 53 % des stations surveillées au-dessus de l'ERL dans les sédiments côtiers de la mer Méditerranée reflète la nécessité de critères d'évaluation sous-régionaux, et donc un mélange de sources naturelles et anthropiques connues pourrait influencer ce résultat, en particulier dans la mer Adriatique, dans la mer Égée et dans le bassin Levantin.

À cet égard, une révision des critères d'évaluation actuels a été réalisée (UNEP/MAP/MED POL, 2016a), ce qui devrait affiner ces conclusions pour les évaluations à venir. Les figures 1 à 9 montrent les résultats spatiaux de l'évaluation réalisée à l'échelle régionale pour l'ensemble du bassin méditerranéen. Les matrices évaluées étaient des populations côtières de bivalves marins (*Mytilus galloprovincialis* par exemple), de poissons (*Mullus barbatus* notamment) et de sédiments. Dans l'ensemble, les calculs et les évaluations des parcelles spatiales reflètent peu de conditions environnementales non acceptables, en particulier pour le Pb dans les moules de certains endroits et pour le Pb et le HgT dans les sédiments côtiers mentionnés (bien que certains soient des points chauds connus de la mer Méditerranée et des zones naturelles d'apports) ; tandis que pour le reste des matrices et des métaux lourds évalués, on pourrait conclure que les conditions environnementales sont acceptables. De toute évidence, pour garantir le contrôle et l'atteinte des cibles (par exemple, en ce qui concerne les conditions acceptables actuelles pour le Cd et le HgT dans le biote), et pour éviter des détériorations futures des conditions environnementales, le milieu marin côtier nécessite une surveillance et une évaluation continues des niveaux ainsi que des tendances temporelles.

Résultats et état, y compris les tendances (détaillé)

Cadmium, mercure et plomb dans les bivalves méditerranéens

Les figures 3 à 5 montrent la répartition de l'évaluation effectuée pour les métaux lourds en Méditerranée dans les bivalves. Les stations sont surtout situées en Méditerranée occidentale et dans les sous-régions de la mer Adriatique. L'évaluation montre avant tout que les niveaux de Cd et de HgT ne sont pas au-dessus des Critères d'évaluation environnementale (EC), sauf pour une station concernant le HgT, ce qui indique des conditions environnementales acceptables et constitue une amélioration par rapport à la situation antérieure rapportée (PNUE/PAM/MED POL 2011a). Environ 80 % et 69 % des données surveillées respectivement pour le Cd et le HgT dans la moule sont

également en dessous des Critères d'évaluation de base (BAC), ce qui indique des niveaux naturels de base. De la même façon, l'évaluation du Pb montre la situation de l'état environnemental dans le bassin méditerranéen, en dépit d'importantes activités minières et industrielles avec des niveaux au-dessus des EC établis sur les côtes des points chauds d'Espagne, d'Italie et de Croatie encore connus. Environ 90 % des stations en dessous des valeurs EC présentent des niveaux environnementaux de Pb acceptables (72 % en dessous des BAC et 18 % au-dessus des BAC), tandis qu'environ 10 % sont au-dessus des EC, ce qui indique que la situation environnementale de ces zones doit s'améliorer.

Cadmium, mercure et plomb dans les poissons méditerranéens

La nouvelle évaluation des projets pilotes mis en œuvre par certaines Parties contractantes concernant la surveillance des niveaux de contaminants dans les poissons présente une situation environnementale acceptable (figures 6 à 8). L'évaluation des métaux lourds indique un état environnemental acceptable avec très peu de stations au-dessus des BAC et aucune au-dessus des EC. En particulier, 91 %, 83 % et 94 % des stations évaluées dans les zones géographiques de l'ouest et de l'est de la Méditerranée présentent des valeurs au-dessus des BAC pour le Cd, le HgT et le Pb, ce qui indique des niveaux qui se produisent naturellement dans le poisson.

Cadmium, mercure et plomb dans les sédiments côtiers méditerranéens

Les figures 9 à 11 montrent l'évaluation des sédiments côtiers par rapport aux BAC et à l'ERL pour les informations les plus récentes disponibles sur la Méditerranée. Les concentrations de métaux lourds dans les sédiments côtiers montrent une image différente en ce qui concerne les informations environnementales obtenues pour le biote, en particulier pour le HgT et le Pb. Le nombre d'échantillons par rapport aux valeurs ERL est plus élevé dans cette matrice, ce qui répond aux processus environnementaux connus pour les contaminants chimiques dans l'environnement où est connu pour être le compartiment final des polluants chimiques. Le Cd montre seulement 6 % et 49 % des stations évaluées au-dessus de l'ERL et des BAC, respectivement, soit 94 % des stations de sédiments ayant des niveaux environnementaux de cadmium acceptables. Cependant, peu de ces stations qui comptent pour 6 % sont connues pour être affectées par des sources anthropiques, tandis que d'autres répondent à différents processus naturels d'apports, tels que l'apport de Cd des eaux de l'Atlantique par le détroit de Gibraltar, les apports de remontée d'eau dans le golfe du Lion ou les processus de dépôt atmosphérique dans les îles méditerranéennes de Corse.

Au contraire, les concentrations de HgT dans les sédiments côtiers reflètent une situation loin d'un Bon état écologique (BEE), selon les critères d'évaluation régionaux actuels, en particulier dans les bassins de la Méditerranée du nord-ouest, de la mer Adriatique, de la mer Égée et dans le bassin Levantin. Toutes les données évaluées dans les différentes sous-régions présentent un chiffre de 53 % des stations au-dessus de l'ERL. Ainsi, environ 30 % au-dessus des BAC et 17 % en dessous des BAC dans les sédiments côtiers, ce qui représente en tout un nombre limité de 47 % des stations surveillées ayant des conditions environnementales acceptables. Les principales sources de ce mercure dans le milieu marin sont attribuables à l'exploitation industrielle de mines des ressources naturelles terrestres de ces régions riches en Hg. Il convient de souligner que les valeurs de référence convenues sont basées sur des informations provenant de sédiments de base collectés en Méditerranée et la révision de ces valeurs a été proposée (PNUE/MAP MED POL, 2016a) en vue d'inclure des critères sous-régionaux et d'équilibrer les différences éventuelles de fond géologique dans les bassins méditerranéens pour les évaluations futures. Au contraire, pour le Pb, une composition géographique différente entre la composition des sédiments côtiers de la Méditerranée occidentale et celle de la Méditerranée orientale pourrait surestimer les conditions environnementales acceptables pour cette dernière, si un seul ensemble de critères régionaux d'évaluation est utilisé (PNUE/PAM/MED POL, 2016a). En Méditerranée occidentale, environ 11 % des stations sont au-dessus de l'ERL, soit 89 % des stations ayant des conditions environnementales naturelles acceptables (seulement, environ 12 % au-dessus des BAC). Cependant, comme mentionné ci-dessus, aucune des stations évaluées sur les côtes de la Méditerranée orientale ne présente des valeurs au-dessus de l'ERL et, pour le bassin

Levant, aucune des stations ne présente des valeurs égales au-dessus des critères BAC, ce qui signifie qu'il convient de prendre en compte divers critères d'évaluation pour le Pb à l'échelle sous-régionale de la mer Méditerranée, de sorte que certains points chauds connus pour les apports de Pb soient connus dans la Méditerranée orientale. En ce qui concerne le HgT, les critères de Pb, les BAC et les ERL pour les sédiments sont soumis à une proposition visant à affiner les futures évaluations à une échelle sous régionale (PNUE/PAM MED POL, 2016a).

Polluants organiques persistants (POP) et composés non halogénés

Les polluants organiques persistants (POP) comprennent certains pesticides chlorés traditionnels et des produits chimiques industriels, tels que les dénommés polychlorobiphényles (PCB), dont la plupart sont déjà interdits dans le monde en vertu de la Convention de Stockholm. Ces substances chimiques sont résistantes aux processus de dégradation de l'environnement et, par conséquent, elles sont persistantes et propices au transport sur de longues distances. Dans le milieu marin, la bioaccumulation et la biomagnification dans les organismes, ainsi que leurs implications pour la santé de l'homme, ont fait l'objet de plusieurs recherches. La rareté d'ensembles de données récentes de qualité garantie sur les POP dans la base de données du MED POL et le fait que la plupart de ces ensembles soient à des niveaux non détectables, principalement dans les matrices de biote, est conforme aux premiers niveaux et tendances à la baisse observés dans les rapports précédents (PNUE/PAM/MED POL 2011a, 2011b, 2012) et aucune autre mise à jour ne peut être effectuée à l'heure actuelle.

De même, les niveaux historiques d'hydrocarbures pétroliers de certaines activités urbaines, industrielles et marines dans le milieu marin ont été réduits ; l'exemple le plus probant est sans doute la réduction des déversements d'hydrocarbures dans la Méditerranée (c'est-à-dire la pollution aiguë) par rapport aux décennies précédentes. Cependant, la pollution chronique incessante par les hydrocarbures pétroliers continue d'être associée aux principaux ports, aux sources marines et aux apports atmosphériques. Le pétrole comprend des milliers de composés ainsi que le groupe des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dont certains sont les composés actuels ciblés. En outre, il est intéressant de souligner l'importance négligée des apports d'opérations marines particulières, telles que l'exploitation pétrolière, en raison de l'introduction d'HAP dans le milieu marin, mais également d'autres produits chimiques tels que des phénols en même temps que l'eau produite par ces installations.

Composés chimiques émergents

L'apparition de composés émergents en Méditerranée a pris de l'importance au cours de la dernière décennie sur les côtes du nord et sur celles du sud. Divers groupes de produits chimiques, tels que les phénols environnementaux, les composés pharmaceutiques, les produits de soins corporels, les parfums polycycliques et bien d'autres font actuellement l'objet de recherche. En particulier, il convient de mentionner également, l'attention accordée récemment à l'apparition de déchets marins de tailles nano à macro dans les écosystèmes marins et qui représentent une nouvelle menace majeure pour la Méditerranée.

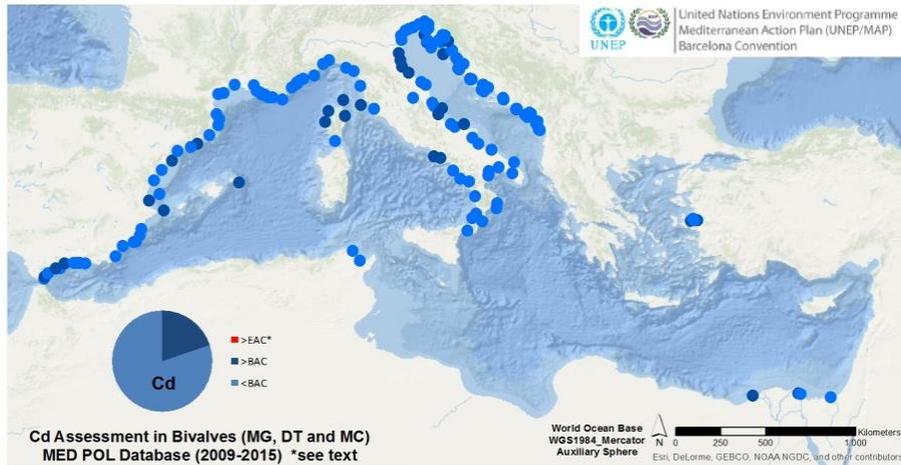


Figure 3. Évaluation régionale des niveaux de cadmium par rapport aux critères BAC/EAC (EC) dans le bivalve sp. (*Mytilus galloprovincialis*, *Donax trunculus* et *Mactra corralina*) pour la Méditerranée, Bivalve Cd.jpg.

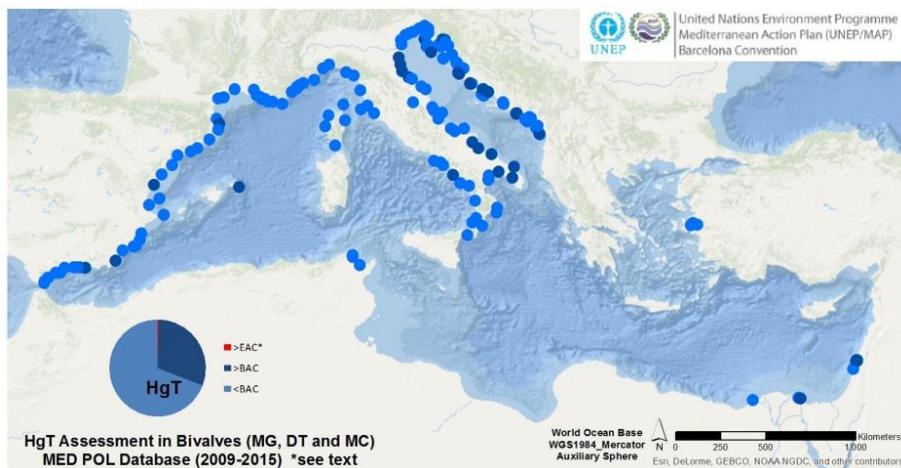


Figure 4. Évaluation régionale des niveaux de mercure par rapport aux critères BAC/EAC (EC) dans le bivalve sp. (*Mytilus galloprovincialis*, *Donax trunculus* et *Mactra corralina*) pour la Méditerranée, Bivalve HgT.jpg.

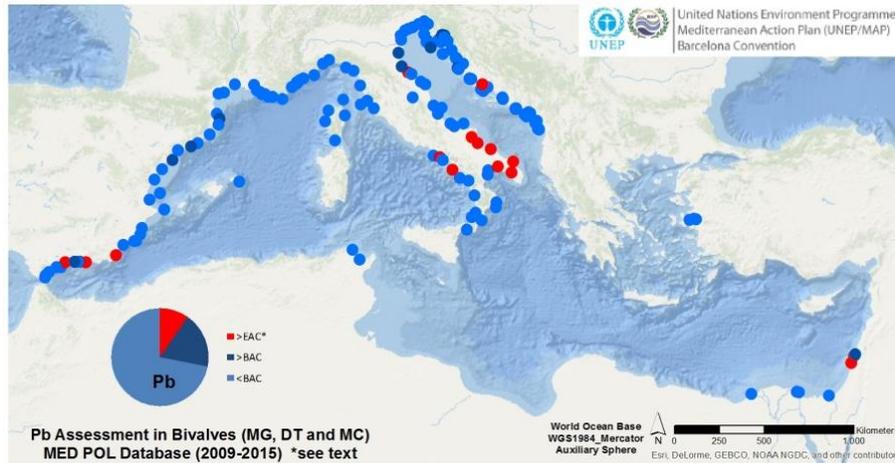


Figure 5. Évaluation régionale des niveaux de plomb par rapport aux critères BAC/EAC (CE) dans le bivalve sp. (*Mytilus galloprovincialis*, *Donax trunculus* et *Macra corralina*) pour la Méditerranée, Bivalve Pb.jpg

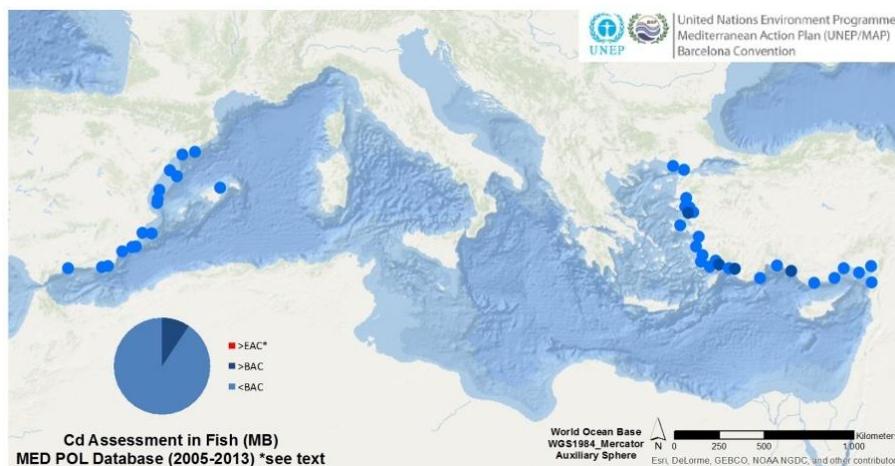


Figure 6. Évaluation régionale des niveaux de cadmium par rapport aux critères BAC/EAC (EC) dans le poisson sp. (*Mullus barbatus*) pour la Méditerranée, Mullus Cd.jpg

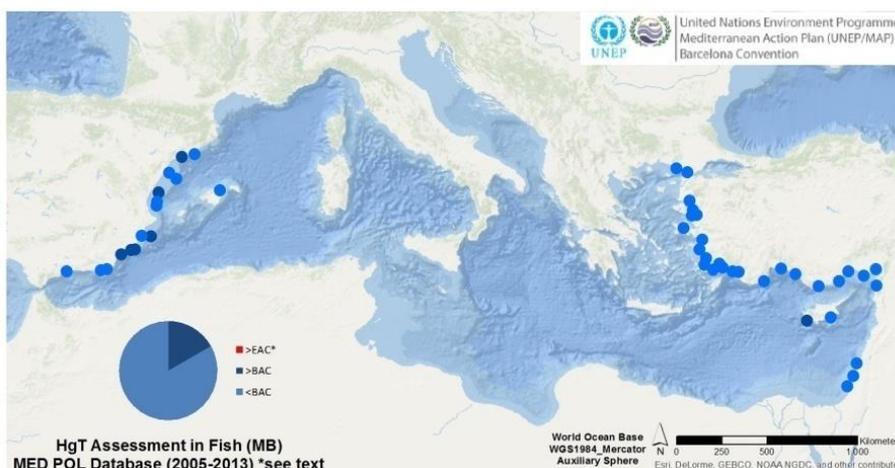


Figure 7. Évaluation régionale des niveaux de mercure par rapport aux critères BAC/EAC (EC) dans le poisson sp. (*Mullus barbatus*) pour la Méditerranée, Mullus HgT.jpg

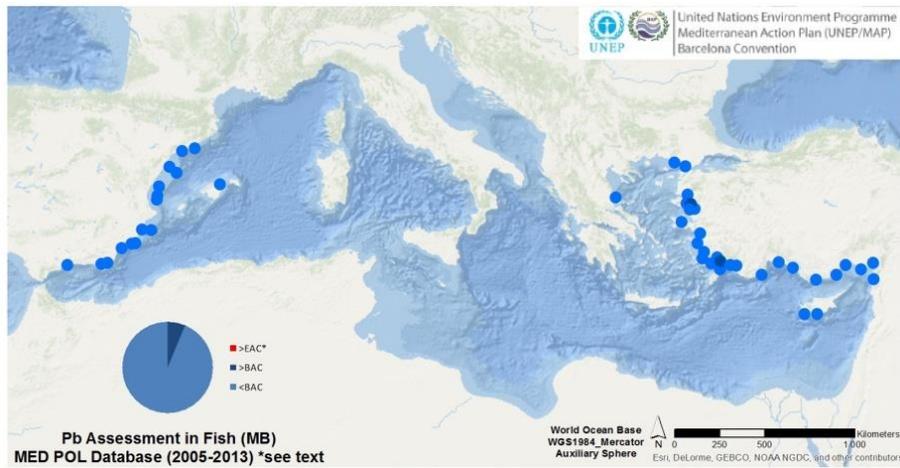


Figure 8. Évaluation régionale des niveaux de plomb par rapport aux critères BAC/EAC (EC) dans le poisson sp. (*Mullus barbatus*) pour la Méditerranée, Mullus Pb.jpg

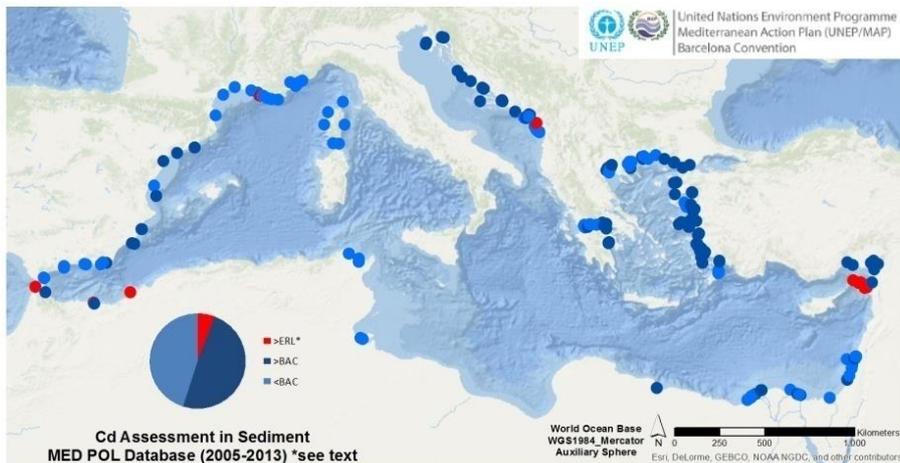


Figure 9. Évaluation régionale des niveaux de cadmium par rapport aux critères BAC/EAC (ERL) dans les sédiments pour la Méditerranée, Sediment Cd.jpg

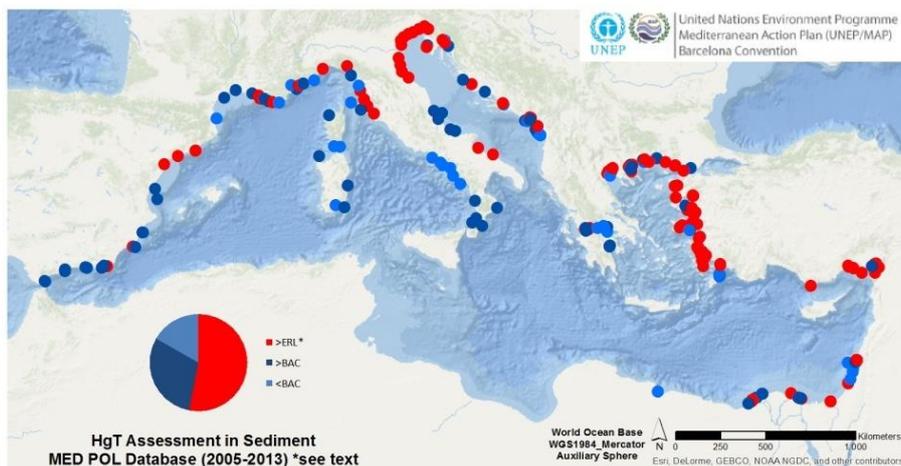


Figure 10. Évaluation régionale des niveaux de mercure par rapport aux critères BAC/EAC (ERL) dans les sédiments pour la Méditerranée, Sediment HgT.jpg

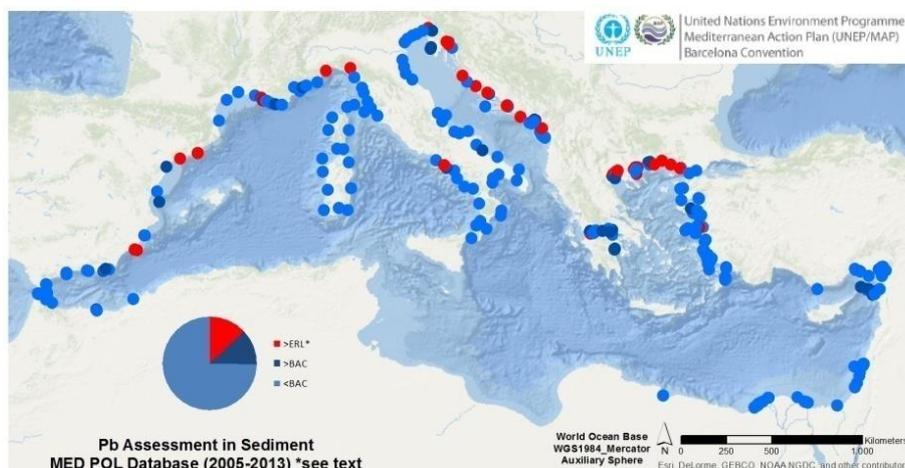


Figure 11. Évaluation régionale des niveaux de plomb par rapport aux critères BAC/EAC (ERL) dans les sédiments pour la Méditerranée, Sediment Pb.jpg

CONCLUSIONS

Conclusions (synthèse)

Une conclusion principale de cette première évaluation de la pollution par rapport aux critères d'évaluation réalisée pour les métaux lourds dans la mer Méditerranée montre que les conditions environnementales diffèrent largement entre le biote et les sédiments côtiers. Cette situation actuelle en matière de protection de l'environnement contre la pollution chimique et pour l'atteinte du BEE indique que les apports de sources marine et terrestre dans les eaux de surface côtières (et/ou les apports atmosphériques) du fait d'activités urbaines ou industrielles ne sont pas vraiment source de préoccupation (car pratiquement sous contrôle) avec une forte proportion de valeurs dans le biote en dessous des EAC (pratiquement EC) et donc des conditions environnementales acceptables. Au contraire, l'héritage de la pollution par les métaux lourds montre une accumulation dans les sédiments côtiers à proximité des points chauds méditerranéens historiquement connus et des sources naturelles qui devraient être évaluées localement.

Conclusions (détaillées)

En ce qui concerne l'évaluation du BEE (Bon état écologique), le biote (moules et poissons) présente une situation dans laquelle les conditions acceptables existent pour les eaux marines côtières de surface dont les niveaux sont en dessous des critères d'évaluation (EC), à l'exception du Pb dans certaines zones de surveillance de moules. Ces zones correspondent à des sites côtiers connus (points chauds) où il convient d'envisager encore plus de mesures et d'actions pour améliorer la qualité de l'environnement marin. L'évaluation des sédiments dans le cadre du BEE montre une situation impactée pour l'écosystème benthique côtier, en particulier pour le HgT, qui nécessite d'autres études et évaluations. Par conséquent, ces évaluations doivent tenir compte des différences sous-régionales dans les bassins méditerranéens, ainsi que de l'apparition de sources naturelles et anthropiques. Par conséquent, l'élaboration de critères pour les évaluations sous-régionales doit être une priorité et ces premiers résultats doivent être pris avec précaution. À cet égard, il convient de tenir compte des relations entre les différentes normes politiques et les paramètres d'évaluation (c'est-à-dire DCE, DCSMM, etc.).

Messages clés

- Les niveaux de métaux lourds dans les eaux côtières montrent un état environnemental acceptable évalué à partir de moules et de poissons par rapport aux BAC et aux EAC (pratiquement EC).
- Pour le Pb, environ 10 % des stations affichent des niveaux au-dessus du seuil d'EC fixé pour les échantillons de moules.
- Les préoccupations relatives aux métaux lourds concernent le compartiment de sédiments côtiers pour le Pb et le HgT, ce qui indique une accumulation de ces produits chimiques.
- Pour le HgT, environ 53 % des stations évaluées sont au-dessus de l'ERL défini comme critère d'évaluation régional de conditions environnementales acceptables pour le bassin méditerranéen, bien que des différences sous-régionales soient prises en compte.
- Les mesures et les actions doivent se concentrer sur les points chauds connus associés aux zones urbaines et aux zones industrielles le long des côtes de la Méditerranée et inclure les sources marines, car il s'agit également des principaux apports.
- Les Critères d'évaluation de base et les Critères d'évaluation environnementale (BAC et EAC) doivent être améliorés davantage pour tenir compte des spécificités sous-régionales concernant l'apparition de composés naturels, comme les métaux lourds.

Lacunes en matière de connaissances

Il n'y a aucune nouvelle lacune identifiée en Méditerranée concernant l'évaluation de l'Indicateur commun 17. Les améliorations de la couverture spatiale limitée, de la cohérence temporelle et de l'assurance qualité pour des activités de surveillance entravent dans une certaine mesure les évaluations régionales et sous-régionales, comme cela a été observé précédemment (PNUE/MA/MED POL, 2011a et 2011b). Il convient de remédier à l'absence d'ensembles de données synchronisés suffisants pour une évaluation de l'état. À cet égard, les critères d'évaluation ont par ailleurs montré la nécessité d'explorer les nouveaux critères à l'échelle sous-régionale pour déterminer les concentrations de base des produits chimiques qui apparaissent également naturellement, notamment le Pb dans les sédiments. Deux rapports récents (PNUE/PAM MED POL, 2016a et 2016b) ont examiné et proposé les Critères d'évaluation de base et les Critères d'évaluation environnementale (BAC et EAC) pour la Méditerranée. Ces rapports ont été préparés sur la base des rapports de 2011 (PNUE/PAM MED POL, 2011a et 2011b).

La période d'évaluation en cours couvrait des périodes différentes comprenant les données les plus récentes disponibles, bien que le nombre d'ensembles de données n'ait pas augmenté de manière significative l'évaluation éventuelle des tendances temporelles. À l'heure actuelle, les principales études sont réalisées pour la population côtière de bivalves marins (*Mytilus galloprovincialis* par exemple), de poissons (*Mullus barbatus*) et de sédiments.

Liste de références

UNEP/MAP/BP/RAC (2009). The State of the Environment and Development in the Mediterranean 2009. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Blue Plan Regional Activity Centre, Vallbone.

UNEP/MAP/MED POL (2011a). Hazardous substances in the Mediterranean: a spatial and temporal assessment. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

UNEP/MAP/MED POL (2011b). Analysis of trend monitoring activities and data for the MED POL Phase III and IV (1999-2010). United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

UNEP/MAP (2012a). Initial integrated assessment of the Mediterranean Sea: Fulfilling step 3 of the ecosystem approach process. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

UNEP/MAP (2012b). State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

UNEP/MAP (2013). Decision IG.21/3 - Ecosystems Approach including adopting definitions of Good Environmental Status (GES) and Targets. COP 18, Istanbul, Turkey. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

UNEP/MAP (2015). Initial Analysis on existing measures under the Barcelona Convention relevant to achieving or maintaining good environmental status of the Mediterranean Sea, in line with the Ecosystem Approach. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
UNEP/MAP/MED POL (2016a). Background to Assessment Criteria for Hazardous Substances and Biological Markers in the Mediterranean Sea Basin and its Regional Scales. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

UNEP/MAP/MED POL (2016b). Temporal Trend and Levels Analysis for Chemical Contaminants from the MED POL Database. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

UNEP/MAP (2016). Decision IG.22/7 - Integrated Monitoring and Assessment Programme (IMAP) of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria. COP19, Athens, Greece. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

Objectif écologique 9 (OE9) : Produits chimiques

EO9. Indicateur commun 18 : Niveau des effets de la pollution des principaux contaminants dans les cas où une relation de cause à effet a été établie

GÉNÉRAL

Rapporteur :	PNUE/PAM/MED POL
Échelle géographique de l'évaluation :	Régionale, mer Méditerranée
Pays contributeurs :	Parties contractantes par travaux de recherche
Thème central de la Stratégie à moyen terme (SMT) 1-Pollution terrestre et marine	
Objectif écologique	OE9. Les contaminants n'ont aucun impact significatif ni sur les écosystèmes côtiers et marins ni sur la santé de l'homme.
Indicateur commun de l'IMAP	IC18. Niveau des effets de la pollution des principaux contaminants dans les cas où une relation de cause à effet a été établie

Code de la fiche d'évaluation de l'indicateur EO9CI18

PRINCIPE DE BASE/MÉTHODES

Contexte (résumé)

Dans la plupart des pays méditerranéens, la surveillance du littoral pour un éventail de produits chimiques et de paramètres d'effets biologiques dans divers compartiments et organismes d'écosystèmes marins est entreprise en réaction à la Convention de Barcelone (1975) du PNUE/PAM et à son Protocole sur la pollution provenant des sources terrestres (Protocole « tellurique »). Une quantité considérable d'actions fondatrices des dernières décennies sont disponibles dans le cadre du volet surveillance et évaluation de la pollution du Programme MED POL du PNUE/PAM, y compris des programmes pilotes de surveillance tels que les effets écotoxicologiques des contaminants (PNUE/PAM MED POL, 1997a, 1997b, PNUE/RAMOGÉ, 1999). Lorsqu'ils sont exposés à des substances chimiques, certains effets nocifs peuvent être observés à différents niveaux d'un organisme marin. Ces effets qui dépendent du niveau d'exposition peuvent être classés en mortel, sublétaux et chroniques. Ceux-ci nuisent à l'évolution normale et au cycle de vie des organismes marins. Les évaluations environnementales ont servi à l'identification et à la confirmation de l'apparition, des répartitions, des tendances, des niveaux importants de contaminants et de leurs effets, ainsi qu'à la mise au point continue de stratégies de surveillance. En ce qui concerne le processus de l'Approche écosystémique et le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP) et les critères d'évaluation connexes, leur mise en œuvre se poursuivra en s'appuyant sur les avantages tirés des connaissances antérieures et sur le cadre politique établi en Méditerranée (PNUE/PAM, 2016 ; PNUE/PAM MED POL, 2016).

L'on peut parvenir à un Bon état écologique (BEE) pour l'Indicateur commun 18 (PNUE/PAM, 2013) lorsque les effets des contaminants (par exemple les biomarqueurs) sont en dessous des critères d'évaluation proposés (voir tableau 1).

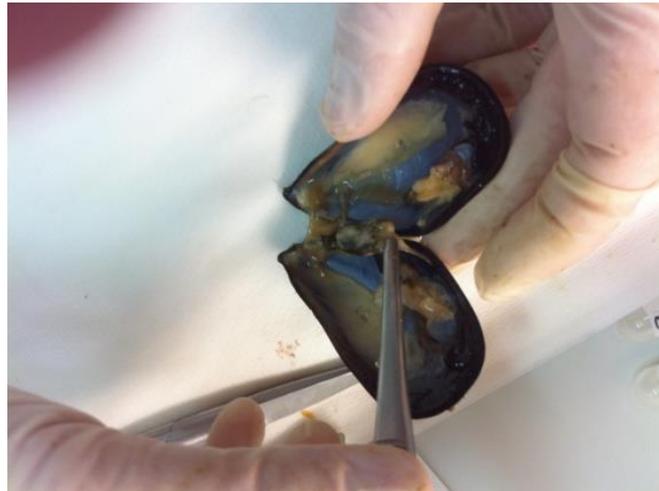


Figure 1 : Préparation d'une moule fraîche en vue d'une analyse des effets chimiques et biologiques par la dissection de divers organes, Musseldissectionforanalysis_CGuitart.jpg

Contexte (détaillé)

Les organismes marins sont exposés aux substances chimiques libérées dans le milieu marin et qui ont des effets néfastes sur les niveaux d'organisation subcellulaire et cellulaire d'un individu et, par conséquent, peuvent être liées au dysfonctionnement des populations et de l'écosystème dans son ensemble. Des Parties contractantes (Croatie, Espagne, France, Grèce et Italie) ont mis au point plusieurs programmes pilotes de surveillance dans le but de mettre en œuvre une surveillance des effets biologiques sur les réseaux nationaux actuels de stations d'échantillonnage pour le suivi chimique en Méditerranée au titre du MED POL (PNUE, 1997a). L'utilisation d'un certain nombre de biomarqueurs, de tests biologiques et de paramètres biologiques associés de manière intégrée, en même temps que des informations sur les produits chimiques environnementaux, doit fournir des renseignements plus clairs sur les effets de la pollution du milieu marin et, par conséquent, par la surveillance des effets biologiques, élucider la possibilité de dommages causés par la pollution chimique aux écosystèmes marins. Un certain nombre de tests toxicologiques ont fait l'objet de consensus et ont été recommandés par quelques Parties contractantes. Il s'agit de la Stabilité de la membrane lysosomale (LMS) comme méthode de sélection générale de l'état physiologique, de l'analyse de l'Acétylcholinestérase (AChE) comme méthode de contrôle des effets neurotoxiques dans les organismes aquatiques et du test de Micronoyaux (MN) comme outil d'évaluation des dommages cytogénétiques ou ADN dans les organismes marins (PNUE/RAMOGÉ, 1999).

De plus, la survie dans l'air (ou *Stress on Stress*, SoS) a également été incorporée comme méthode générale visant à déterminer la condition physiologique des moules. Au cours de la dernière décennie, la recherche scientifique s'est intensifiée en vue d'obtenir d'autres outils basés sur les effets biologiques pour la surveillance intégrée de la pollution, de sorte que l'évaluation intégrée a révélé un panorama plus complexe lorsque des échantillons réels sont exposés aux concentrations (environnementales) plus faibles (c'est-à-dire des effets sublétaux). Un certain nombre de facteurs de confusion (p. ex. état nutritif, température, etc.) pourraient entraver la rentabilité et l'utilisation fiable de ces méthodes pour déterminer les effets biologiques des contaminants aux niveaux physiologique, cellulaire et subcellulaire (González-Fernández et al., 2015a et 2015b, CIEM, 2012). En conséquence, la plupart de ces méthodes (biomarqueurs notamment), basées sur les prémisses de la relation de cause à effet de l'exposition chimique, sont envisagées pour trouver des applications pour surveiller les concentrations élevées en contaminants (stations de points chauds), les évaluations des matériaux de dragage et les évaluations des dommages locaux après des événements de pollution aiguë plutôt que pour la surveillance environnementale sur le long terme (contrôle de surveillance). La recherche en cours (biomarqueurs, essais biologiques) et les tendances futures de la recherche, telles que les

développements « omiques », définiront mieux les outils d'évaluation pour cet indicateur commun 18 et ses méthodologies récemment examinées par l'Union européenne (UE, 2014).

Méthodes d'évaluation

L'évaluation actuelle a été réalisée principalement sur la base de l'état actuel des études bibliographiques et des documents scientifiques publiés dans la région de la Méditerranée, car les ensembles de données sur les effets biologiques à travers la base de données du MED POL ne sont pas encore totalement disponibles à l'échelle régionale.

L'évaluation complète de l'Indicateur commun 18 sera basée sur l'évaluation intégrée des biomarqueurs sélectionnés pour leur surveillance dans la Méditerranée, notamment l'activité de l'Acétylcholinestérase (AChE), la Stabilité de la membrane lysosomale (LMS) et les fréquences des Micronoyaux (MN) en première instance. De plus, l'enzyme 7-éthoxyresorufin-o-deethylase (EROD) et les Métallothionéines (MT) ont également été indiquées respectivement pour les échantillons de poissons et de moules. Pour les paramètres antérieurs, les critères environnementaux ont été élaborés en fonction des Critères d'évaluation de base (BAC) et des Critères d'évaluation environnementale (EAC) (voir tableau 1) puis révisés (PNUE/PAM/MED POL, 2016). De plus, des biomarqueurs complémentaires, des essais biologiques et des techniques d'histologie et autres méthodes sont également recommandés à l'échelle nationale (par exemple, le test des comètes, l'évaluation des pathologies hépatiques, etc.) pour contribuer à l'évaluation de l'IC18. L'évaluation des réponses aux biomarqueurs par rapport aux Critères d'évaluation de base (BAC) et aux Critères d'évaluation environnementale (EAC) permettra de déterminer si les réponses mesurées correspondent à des niveaux qui ne causent pas d'effets biologiques néfastes (<BAC), à des niveaux auxquels des effets biologiques néfastes sont possibles (>BAC) ou à des niveaux auxquels des effets biologiques néfastes sont susceptibles de se produire (>EAC) sur le long terme (PNUE/PAM MED POL, 2016, PNUE/PAM, 2016).

Les critères d'évaluation (voir ci-dessous) ont été adoptés par la CdP 19 en février 2016 pour la Méditerranée (PNUE/PAM, 2016) et de nouveaux critères d'évaluation ont été proposés sur la base des ensembles de données des stations de référence méditerranéennes (PNUE/PAM/MED POL, 2016). Les résultats initiaux concernant des stations de référence utilisées pour déterminer les niveaux de base avec les ensembles de données obtenus de réseaux de surveillance du MED POL pour cet indicateur commun 18 sont présentés dans la section Résultats.

Tableau 1 : Critères d'évaluation environnementale pour les évaluations des effets biologiques dans le cadre de l'IMAP (PNUE/PAM, 2016)

Biomarqueurs	Niveaux de BAC dans les moules (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) (mg/kg d.w.)	Niveaux de EAC dans les moules (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) (mg/kg d.w.)
Stress on stress (jours)	10	5
Stabilité de la membrane lysosomale Rétention du rouge neutre (en minutes)	120	50
Stabilité de la membrane lysosomale Méthode cytochimique (minutes)	20	10

Activité AChE (nmol/min mg de protéine) dans les branchies (eaux françaises de la mer Méditerranée)	29	20
Activité AChE (nmol/min mg de protéine) dans les branchies (eaux espagnoles de la mer Méditerranée)	15	10
Fréquence des micronoyaux (0//00) dans les hémocytes	3,9	-

RÉSULTATS

Résultats et état, y compris les tendances (résumé)

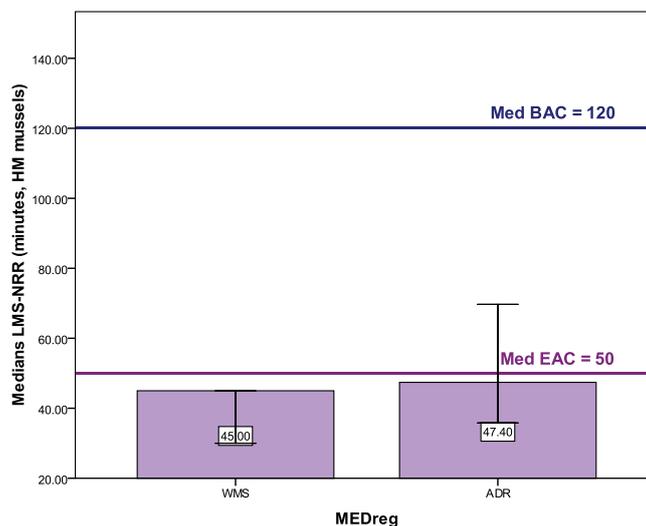
En Méditerranée, les effets biologiques ont récemment été étendus à des études sur les moules exposées à des effluents d'émissaires et à des mélanges complexes de polluants utilisant une batterie de biomarqueurs (de los Ríos et al., 2012), des poissons pélagiques (Fossi et al., 2002 ; Tomasello et al., 2012) et combinant des moules sauvages et des moules d'élevage (Marigómez et al., 2013), ainsi que dans les épisodes accidentels de pollution aiguë tels que les déversements d'hydrocarbures (Marigómez et al., 2013b, Capó et al., 2015). En Méditerranée orientale, les niveaux de LMS (méthode de rétention du rouge neutre, NRR) et d'AChE ont été évalués dans les moules *Mytilus galloprovincialis* collectées dans les golfes de Thermaikos et de Strymonikos dans le nord de la Grèce (Dailanis et al., 2003) et plus récemment incluant un certain nombre d'espèces marines de la Méditerranée orientale et de la mer Noire (Tsangaris et al., 2016). Dans la mer Adriatique, l'utilisation de biomarqueurs a trouvé des applications dans la surveillance de l'impact anthropique dû à l'exploitation de champs de gaz (Gomiero et al. 2015) et des études sur la stabilité génétique causée par la pollution ont également fait l'objet de recherches dans des laboratoires croates (Stambuk et al. 2013). En Méditerranée méridionale, des essais ont été réalisés sur l'utilisation intégrée de biomarqueurs et la mise au point d'index de biomarqueurs pour étudier les variations spatiales et temporelles dans des zones ayant différents niveaux de pollution en Algérie (Benali et al., 2015) et dans la lagune de Bizerte en Tunisie (Ben Ameur et al., 2015 ; Louiz et al., 2016). Dans le nord-ouest de la Méditerranée, des recherches sur les poissons benthiques associés à la plate-forme continentale (*Solea solea* et *Mullus barbatus*) ont été réalisées pour les biomarqueurs hépatiques et branchiaux, et des études d'une batterie de réponses aux biomarqueurs pour les effets biologiques afin de comprendre les espèces sentinelles dans le cadre de la surveillance de la pollution (Siscar, et al., 2015, Martinez-Gómez et al., 2012). Des espèces de grande valeur commerciale, telles que le thon (*Thunnus thynnus*), ont également été étudiées en Méditerranée (Maisano et al. 2016). Dans l'environnement côtier, les cours d'eau qui traversent la région méditerranéenne, comme le Fleuve Llobregat (Espagne), ont également été utilisés comme sites d'étude des effets biologiques chez les communautés d'invertébrés (Prat, et al. 2013 ; de Castro-Català, 2015). Récemment, dans le cadre de nouvelles tendances méthodologiques, de telles réactions et différences métabolomiques dans les profils de métabolites ont été observées chez les palourdes (*Ruditapes decussatus*) entre les sites de contrôle et les sites pollués dans la lagune Mar Menor en Méditerranée occidentale (Campillo, et al. 2015). Ces outils basés sur les effets biologiques ont également été testés pour déterminer les effets directs des produits pharmaceutiques dans des expériences en laboratoire sur la Méditerranée (Mezzelani, et al. 2016).

Résultats et état, y compris les tendances (détaillé)

Les figures 1 à 3 montrent les résultats de l'évaluation de biomarqueurs pour les ensembles de données des stations de référence du MED POL provenant du document de révision proposé

(PNUE/PAM/MED POL, 2016) en Méditerranée montrant des différences à l'échelle sous-régionale et par rapport aux critères d'évaluation actuels de l'IMAP.

Dans le détail, il convient de noter sur la figure 1 que les résultats issus de LMS-NRR (valeur médiane) pour les stations de référence en Méditerranée sont en dessous des valeurs acceptables standard (<BAC et <EAC) fixées par OSPAR (CIEM, 2012) afin d'évaluer les spécimens de biote en bonne santé pour ce biomarqueur. Par conséquent, ces écarts qui sont des ensembles de données pour des stations de référence peuvent refléter l'influence des facteurs de confusion dans l'environnement par rapport aux réponses générales au biomarqueur de stress (p. ex. état nutritif, hypoxie, état de frai, température, etc.) et donc entraver les corrélations avec l'exposition à des substances chimiques dangereuses, comme l'ont récemment évoqué certains documents (Minguez et al. 2012 ; Cuevas et al., 2015 ; González-Fernández et al., 2015a, 2015b). En tout état de cause, l'élaboration ultérieure des BC et des BAC en Méditerranée dans les moules méditerranéennes avec le nombre d'ensembles de données fournis n'est pas concluante dans le programme de surveillance des effets biologiques du MED POL. Sur la figure 2, la sous-région de la mer Adriatique montre une inhibition de l'ACHé à mi-chemin des niveaux inacceptables d'effets biologiques (c.-à-d. <BAC et >EAC) pour les stations de référence, ce qui devrait faire l'objet d'études plus poussées, et contraste avec le niveau médian déterminé dans la sous-région de la Méditerranée occidentale, devenant ainsi deux zones de référence respectivement de Croatie et d'Espagne. La figure 3 montre que les médianes des sous-régions pour les stations de référence sont en toute sécurité en dessous des BAC méditerranéens calculés pour les métallothionéines, malgré les BC sous-régionales au-dessus des BAC méditerranéens calculés (mer Adriatique moyenne). Plus d'informations et de détails sont disponibles dans le rapport PNUE/PAM/MED POL (2016).



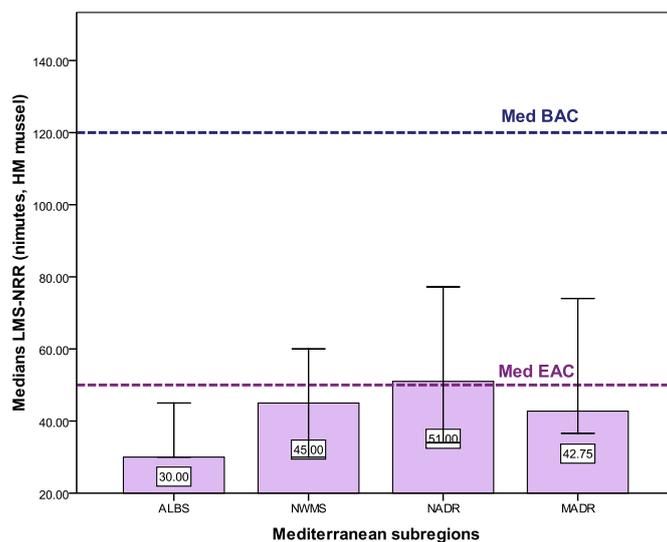
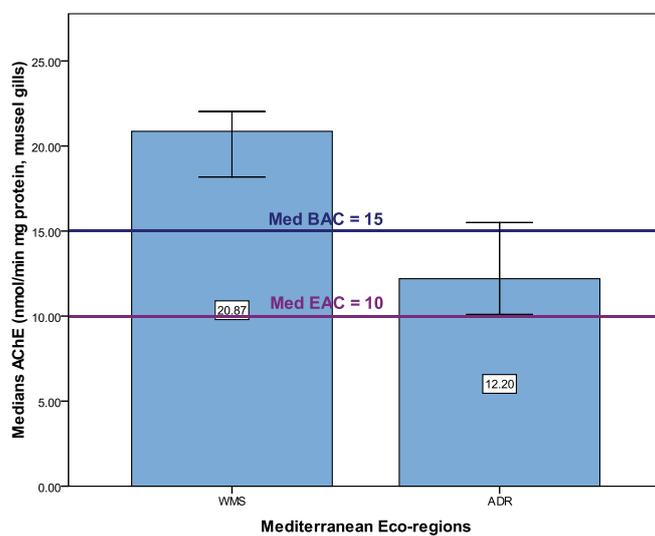


Figure 1. Médiannes (BC) LMS-NRR (Rétention du rouge neutre) dans les moules par éco-régions et par sous-régions pour des stations de référence sélectionnées en Méditerranée. La barre d'erreur est un intervalle de confiance de 95 % en moyenne.



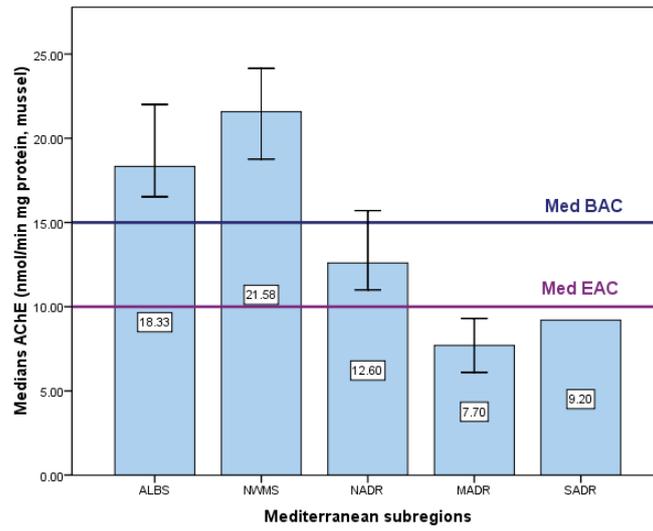
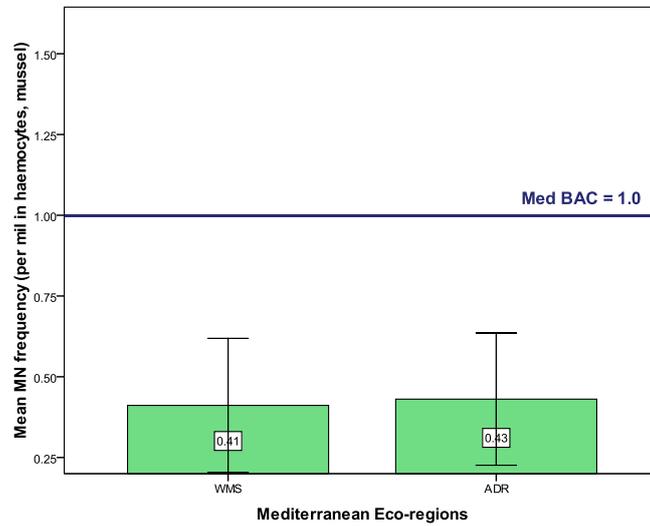


Figure 2. Médiannes (BC) Méthylthionéines dans des glandes digestives de moules par éco-région et par sous-régions pour des stations de référence sélectionnées en Méditerranée. La barre d'erreur est un intervalle de confiance de 95 % en moyenne.



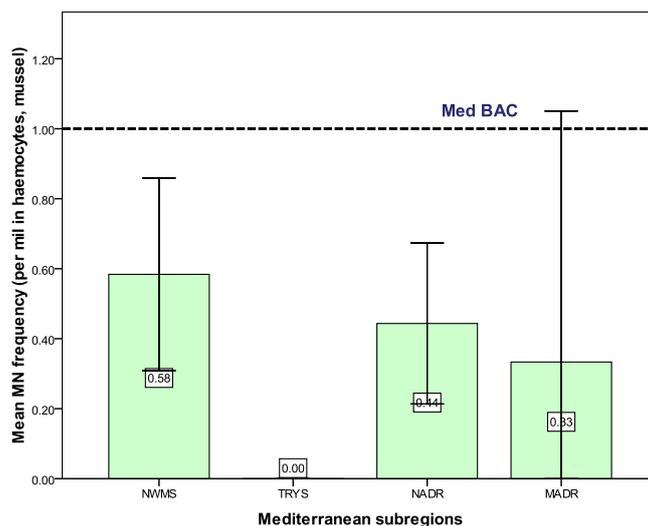


Figure 3. Médianes de fréquence Méthylméthylthionéine (BC) dans des glandes digestives de moules par éco-région et par sous-régions pour des stations de référence sélectionnées en Méditerranée La barre d'erreur est un intervalle de confiance de 95 % en moyenne.

CONCLUSIONS

Conclusions (synthèse)

Les évolutions de la recherche en cours et la controverse concernant les effets biologiques et les méthodes toxicologiques (possibles facteurs de confusion) sont l'une des principales raisons de la lenteur de la mise en œuvre de ces techniques dans les programmes de surveillance de la pollution marine en Méditerranée, bien que comme mentionné, certaines soient proposées. À l'heure actuelle, dans de nombreux pays méditerranéens, divers programmes de recherche et projets menés par des universités, des centres de recherche et des organismes gouvernementaux sont en cours et seront les pourvoyeurs des futures mesures et des futurs outils de qualité garantie et fiables qui assurent la mise en place convenable d'un programme sur les effets biologiques pour évaluer l'Indicateur commun 18 en Méditerranée.

Conclusions (détaillées)

En évaluant les effets biologiques, de manière similaire aux concentrations de contaminants, le CIEM/OSPAR a proposé deux ou trois catégories dans le cadre de l'évaluation des ensembles de données du MED POL sur la Méditerranée. L'évaluation des réponses aux biomarqueurs par rapport aux BAC et aux EAC permet de déterminer si les réponses mesurées correspondent à des niveaux qui n'entraînent pas d'effets biologiques néfastes, à des niveaux auxquels des effets biologiques néfastes sont possibles ou à des niveaux auxquels les effets biologiques sont susceptibles de se produire sur le long terme. Dans le cas des biomarqueurs d'exposition, seuls les BAC peuvent être estimés, alors que pour les biomarqueurs d'effets, les BAC et les EAC peuvent être établis. Cependant, contrairement aux concentrations de contaminants dans les matrices environnementales, les réponses biologiques ne peuvent être évaluées par rapport aux valeurs approximatives sans tenir compte de facteurs tels que les espèces, le sexe, l'état de maturation, la saison et la température. Au cours des années à venir, les groupes d'experts devraient s'atteler à préparer un manuel adapté établissant les BAC et, si possible, à formuler des EAC pour certains biomarqueurs dans des espèces méditerranéennes.

Messages clés

- Les outils de surveillance des effets biologiques sont encore dans une phase de recherche pour les biomarqueurs techniques (c'est-à-dire évaluation de l'incertitude de la méthode et évaluation des facteurs de confusion) qui limite la mise en œuvre de ces outils dans les réseaux de surveillance maritime à long terme.
- La Stabilité de la membrane lysosomale (LMS) comme méthode de sélection général de l'état, de l'analyse de l'Acétylcholinestérase (AChE) comme méthode d'évaluation des effets neurotoxiques et le test de Micronoyaux (MN) comme outil d'évaluation des dommages cytogénétiques/ADN dans les organismes marins ont été choisis comme principaux biomarqueurs.

Lacunes en matière de connaissances

Des domaines importants d'élaboration en Méditerranée au cours des prochaines années doivent inclure les éléments suivants : la confirmation de la valeur ajoutée de ces batteries de biomarqueurs dans la surveillance maritime sur le long terme, comme système « d'alerte précoce », l'essai de nouveaux outils prouvés par la recherche tels que les « omiques », l'harmonisation analytique de la qualité, l'élaboration de suites de critères d'évaluation pour les méthodes intégrées d'évaluation chimique et biologique, ainsi que l'examen de la portée des programmes de surveillance des effets biologiques. Grâce à ces actions et à d'autres, il sera possible de mettre au point des programmes de surveillance ciblés et efficaces conçus pour répondre aux besoins et aux conditions dans le cadre des évaluations du BEE.

Liste de références

UNEP/MAP/MED POL (2016). Background to Assessment Criteria for Hazardous Substances and Biological Markers in the Mediterranean Sea Basin and its Regional Scales. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

UNEP/MAP (2016). Decision IG.22/7 - Integrated Monitoring and Assessment Programme (IMAP) of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria. COP19, Athens, Greece. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

UNEP/MAP (2013). Decision IG.21/3 - Ecosystems Approach including adopting definitions of Good Environmental Status (GES) and Targets. COP 18, Istanbul, Turkey. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

EU, European Commission, 2014. Technical report on effect-based monitoring tools. Technical Report 2014 – 077. European Commission, 2014.

UNEP/RAMOGE, 1999. Manual on the Biomarkers Recommended for the UNEP/MAP MED POL Biomonitoring Programme. UNEP, Athens, 1999.

ICES Cooperative Research Report. No.315. Integrated marine environmental monitoring of chemicals and their effects. I.M. Davies and D. Vethaak Eds., November, 2012

UNEP (1997a) Report of the Meeting of Experts to Review the MED POL Biomonitoring Programme. UNEP(OCA)/MED WG.132/7, Athens, 19 p.

UNEP (1997b) The MED POL Biomonitoring Programme Concerning the Effects of Pollutants on Marine Organisms Along the Mediterranean Coasts. UNEP(OCA)/MED WG.132/3, Athens, 15 p.

Cuevas, N., Zorita, I., Costa, P., Franco, J., Larreta, J., 2015. Development of histopathological indices in the digestive gland and gonad of mussels: integration with contamination levels and effects of confounding factors. *Aquatic Toxicology*, 162, 152-64.

Dailanis, S., Domouhtsidou, G.P., et al. 2003 Evaluation of neutral red retention assay, micronucleus test, acetylcholinesterase activity and a signal transduction molecule (cAMP) in tissues of *Mytilus galloprovincialis* (L.), in pollution monitoring. *Mar. Env. Res.* 56, 443-470.

de los Ríos, A., Juanes, J.J., et al., 2012. Assessment of the effects of a marine urban outfall discharge on caged mussels using chemical and biomarker analysis. *Mar. Poll. Bull.*, 64, 563-573.

González-Fernández, C., Albentosa, M., Campillo, J.A., Viñas, L., Fumega, J., Franco, A., Besada, A., González-Quijano, A., Bellas, J., 2015a. Influence of mussel biological variability on pollution biomarkers. *Environmental Research*, 137, 14-31

González-Fernández, C., Albentosa, M., Campillo, J.A., Viñas, L., Romero, D., Franco, A., Bellas, J., 2015b. Effect of nutritive status on *Mytilus galloprovincialis* pollution biomarkers: Implications for large-scale monitoring programs. *Aquatic Toxicology*, 167, 90-105.

Tomasello, B., Copat, C., et al., 2012. Biochemical and bioaccumulation approaches for investigating marine pollution using Mediterranean rainbow wrasse, *Coris julis* (Linnaeus 1798)

Marigómez, I., Zorita, I., et al., 2013b. Combined use of native and caged mussels to assess biological effects of pollution through the integrative biomarker approach. *Aquatic Toxicol.* 136-137, 32-48.

Marigómez, I., Garmendia, L., et al., 2013a. Marine ecosystem health status assessment through integrative biomarker indices: a comparative study after the Prestige oil spill "Mussel Watch". *Ecotoxicology*, 22, 486-505.

Minguez, L., Buronfosse, T., Beisel, J.N., Giambérini, L., 2012. Parasitism can be a confounding factor in assessing the response of zebra mussels to water contamination. *Environmental Pollution*, 162, 234-40

Benali, I., Boutiba, Z., et al., 2015. Integrated use of biomarkers and condition indices in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) for monitoring pollution and development of biomarker index to assess the potential toxic of coastal sites. *Mar. Poll. Bull.*, 95, 385-394.

Siscar, R., Varó, I., Solé, M., 2015. Hepatic and branchial xenobiotic biomarker responses in *Solea* spp. from several NW Mediterranean fishing grounds. *Mar. Env. Res.*, 112, 35-43.

Capó, X., Tejada, S., 2015. Oxidative status assessment of the endemic bivalve *Pinna nobilis* affected by the oil spill from the sinking of the Don Pedro. *Mar. Env. Res.*, 110, 19-24.

Campillo, J.A., Sevilla, A., et al., 2015. Metabolomic responses in caged clams, *Ruditapes decussatus*, exposed to agricultural and urban inputs in a Mediterranean coastal lagoon (Mar Menor, SE Spain). *Sci. Tot. Environ.*, 524-525, 136-147.

Ben Ameer, W., El Megdiche, Y., et al., 2015. Oxidative stress, genotoxicity and histopathology biomarker responses in *Mugil cephalus* and *Dicentrarchus labrax* gill exposed to persistent pollutants. A field study in the Bizerte Lagoon: Tunisia. *Chemosphere*, 135, 67-74.

Tsangaris, C., Vanessa, M., et al., 2016. Biochemical biomarker responses to pollution in selected sentinel organisms across the Eastern Mediterranean and the Black Sea. *Environ. Sci. Poll. Res.*, 23, 1789-1804.

Maisano, M., Cappello, T., et al., 2016. PCB and OCP accumulation and evidence of hepatic alteration in the Atlantic bluefin tuna, *T. thynnus*, from the Mediterranean Sea. *Mar. Env. Res.*, 121, 40-48.

- Mezzelani, M., Gorbi, S., et al., 2016. Ecotoxicological potential of non-steroidal anti-inflammatory drugs(NSAIDs) in marine organisms: Bioavailability, biomarkers and natural occurrence in *Mytilus galloprovincialis*. Mar. Env. Res., 121, 31-39.
- De Castro-Català, N., Muñoz, I., et al., 2015. Invertebrate community responses to emerging water pollutants in Iberian river basins. Sci. Tot. Environ. 503-504, 142-150.
- Louiz, I., Ben Hassine, O.K., et al., 2016. Spatial and temporal variation of biochemical biomarkers in *Gobius niger*(Gobiidae) from a southern Mediterranean lagoon (Bizerta lagoon, Tunisia): Influence of biotic and abiotic factors. Mar. Poll. Bull., 107, 305-314.
- Prat, N., Rieradevall, M., et al., 2013. The combined use of metrics of biological quality and biomarkers to detect the effects of reclaimed water on macroinvertebrate assemblages in the lower part of a polluted Mediterranean river (Llobregat River, NE Spain). Ecol. Ind., 24, 167-176.
- Fossi, M.C., Casini, S., et al. 2002. Biomarkers for endocrine disruptors in three species of Mediterranean large pelagic fish. Mar. Env. Res. 54, 667-671.
- Stambuk, A., Srut., M., 2013. Gene flow vs. pollution pressure: Genetic diversity of *Mytilus galloprovincialis* in eastern Adriatic. Aquatic Toxicol. 136-137, 22-31.

Objectif écologique 9 (OE9) : Pollution

EO9. Indicateur commun 19 : Occurrence, origine (si possible) et étendue des événements critiques de pollution aiguë (p. ex. déversements accidentels d'hydrocarbures, de dérivés pétroliers et de substances dangereuses) et leur incidence sur les biotes touchés par cette pollution

GÉNÉRAL

Rapporteur :	REMPEC
Échelle géographique de l'évaluation :	Régionale, mer Méditerranée
Pays contributeurs :	Évaluation de la Méditerranée sur la base des enquêtes, des recherches et des publications régionales existantes

Thème central de la Stratégie à moyen terme (SMT) 1-Pollution terrestre et marine

Objectif écologique OE9 – Pollution : Les contaminants n'ont aucun impact significatif ni sur les écosystèmes côtiers et marins ni sur la santé de l'homme.

Indicateur commun de l'IMAP Indicateur commun 19 : Occurrence, origine (si possible) et étendue des événements critiques de pollution aiguë (p. ex. déversements accidentels d'hydrocarbures, de dérivés pétroliers et de substances dangereuses) et leur incidence sur les biotes touchés par cette pollution (OE9).

Code de la fiche d'évaluation de l'indicateur EO9CI19

PRINCIPE DE BASE/MÉTHODES

Contexte (résumé)

La pollution depuis des navires a été l'une des premières questions abordées par les États côtiers de la Méditerranée lorsqu'ils ont décidé en 1975 d'agir de concert pour protéger la zone de la mer Méditerranée. Le déversement accidentel de pétrole de Torrey Canyon en 1967, qui a entraîné une pollution massive par des hydrocarbures, a sensibilisé le public à la pollution due aux activités de transport maritime. Des inquiétudes ont été exprimées au sujet des éventuels produits pétroliers et autres substances nocives qui peuvent être éliminés en mer Méditerranée, une zone marine semi-fermée. Ces inquiétudes ont conduit à la création du premier Centre d'activités régionales (ROCC – Centre régional méditerranéen de lutte contre la pollution par les hydrocarbures, aujourd'hui appelé REMPEC – Centre régional méditerranéen de lutte contre la pollution par les hydrocarbures) du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM) et à l'adoption, en vertu de la Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (« Convention de Barcelone »), du Protocole relatif à la coopération en matière de lutte contre la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures et autres substances nuisibles en cas de situation critique (Protocole « Prévention et situations critiques » de 1976). Ce Protocole a été révisé en 2002 pour inclure la prévention de la pollution par les navires en situations d'urgence et est aujourd'hui appelé Protocole relatif à la coopération en matière de prévention de la pollution par les navires et, en cas de situation critique, de lutte contre la pollution de

la mer Méditerranée (Protocole « Prévention et situations critiques »). Le Protocole traite des incidents de pollution, qui comprennent non seulement la pollution accidentelle mais également les rejets illicites. La pollution par des hydrocarbures et autres substances dangereuses a également été abordée à l'échelle internationale à travers de nombreuses conventions adoptées sous l'égide de l'Organisation maritime internationale (OMI), dont certaines prévoient un régime plus strict en Méditerranée. Bien que l'action à l'échelle régionale et à l'échelle internationale ait entraîné une diminution significative des pollutions massives par des hydrocarbures depuis des navires, les incidents et les rejets illégaux sont toujours responsables de l'élimination de pétrole, de mélanges huileux et d'autres substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD) en mer. C'est pour ces raisons que les Parties contractantes à la Convention de Barcelone incluaient un Indicateur commun (CI19) libellé « *Occurrence, origine (si possible), ampleur des épisodes de pollution aiguë (par ex. marées noires, déversement d'hydrocarbures et de substances dangereuses), et leur impact sur le biote affecté par cette pollution* » dans le cadre de l'Objectif écologique 9.

Contexte (détaillé)

L'intensification des activités de transport et des activités maritimes représente un moteur important de la pression anthropique sur le milieu marin méditerranéen. La pression des transports maritimes comprend la pollution chimique potentielle par des hydrocarbures et des SNPD, l'immersion de déchets en mer; le rejet d'eaux usées, l'engrassage biologique et l'introduction d'espèces non indigènes. Comme cela a été documenté dans un grand nombre de recherches scientifiques, la pollution chimique par des hydrocarbures et d'autres substances nocives a des impacts sur l'eau, sur les fonds marins, ainsi que sur la faune et la flore. La probabilité de risque d'un accident en mer Méditerranée repose sur deux facteurs : la densité du trafic ainsi que les routes des pétroliers transportant des hydrocarbures ou des produits chimiques. En outre, les rejets illicites d'hydrocarbures par des navires restent préoccupants.

Risques d'accidents:

La Méditerranée est une voie majeure pour le transport maritime. On estime qu'environ 80 % du commerce mondial par volume et plus de 70 % du commerce mondial par valeur sont transportés par la mer (CNUCED, 2015), avec environ 15% de l'activité maritime mondiale par nombre total de navires et 10% des tonnes de port en lourd (tpl) (REMPEC, 2008) se déroulant en Méditerranée. Cette zone est une importante voie de transit pour le transport maritime, avec deux détroits étroits les plus actifs au monde : Le détroit de Gibraltar et le détroit du Bosphore. La Méditerranée est une importante voie de transit. En 2006, environ 10 000 navires, principalement de grandes tailles, ont transité par cette zone en partance ou en provenance de ports non méditerranéens. En plus d'être une importante route de transit pour le transport international, la mer Méditerranée est également une zone de trafic intense en raison de la circulation sur la Méditerranée (mouvement entre un port méditerranéen et un port hors de la Méditerranée) et des activités de transport maritime sur courte distance. On estime qu'environ 18 % du trafic maritime en Méditerranée a lieu entre deux ports méditerranéens (REMPEC, 2008). La figure 1 est une représentation du trafic maritime en Méditerranée.

Bien que plusieurs facteurs contribuent aux sinistres maritimes, la corrélation entre la densité du trafic et les accidents entraînant une pollution est confirmée par le fait que les « collisions » représentent la première cause d'accidents (26 %) causant un déversement d'hydrocarbures tel qu'indiqué par l'ITOPF(International Tankers Oil Pollution Federation) entre 1970 et 2016. En Méditerranée, la catégorie « collision/contact » représente 17 % des accidents signalés au REMPEC, après l'« échouage » (21 %). Les autres types d'accidents sont les suivants : « Incendie/explosion » 14 %, « défaillance de transfert de fret » : 11 %, « Naufrage » 9 %, et « Autres accidents » : 28 % Plusieurs études, basées sur le trafic quotidien par le détroit d'Istanbul et celui de Bosphore, ont identifié la zone est de la Méditerranée orientale/Mer Noire comme l'une des zones les plus exposées au risque d'accidents liés au transport maritime.

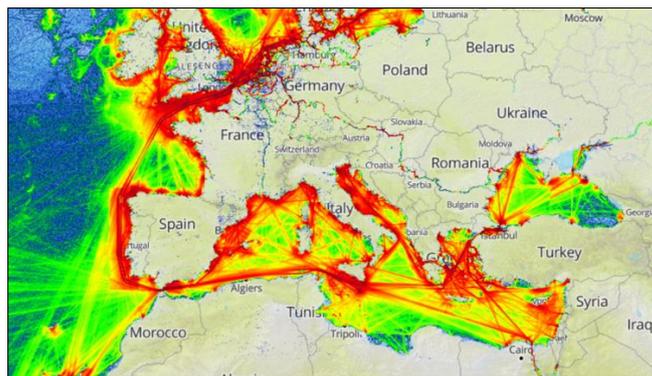


Figure 1 : Densité du trafic maritime en Méditerranée (source : marinetrtraffic.com).

La Méditerranée est une voie importante pour l'activité de transport des pétroliers. La mer Méditerranée est également une route majeure pour les pétroliers. L'étude REMPEC mentionnée ci-dessus montre que « La Méditerranée est un centre de chargement et de déchargement majeur pour le pétrole brut. En 2006, environ 18 % (soit 421 millions de tonnes) des expéditions globales par la mer de pétrole brut (2,3 milliards de tonnes) ont eu lieu en, ou ont transité par la Mer Méditerranée. ». Les figures suivantes (Figure 2, Figure 3 et Figure 4) montrent les zones d'exportation d'hydrocarbures et les destinations outre-mer à travers la Méditerranée.



Figure 2 : Origines et destinations d'exportation d'hydrocarbures (Afrique du Nord) (source : Site Internet de Tankers International).



Figure 3 : Origines et destinations d'exportation d'hydrocarbures (Moyen-Orient) (source : Site Internet de Tankers International).



Figure 4 : Origines et destinations d'exportation d'hydrocarbures (mer Noire) (source : Site Internet de Tankers International).

Les figures 3 et 4 ci-dessus soulignent le fait que la zone de la Méditerranée orientale est une zone à risque : en plus d'être une zone où le trafic est dense, elle est également un point chaud en raison des routes de pétroliers en provenance de la mer Noire et du Moyen-Orient.

Rejets délibérés en mer

Il a été démontré, à l'aide d'images satellites et d'autres outils d'observation, que les cas de pollution délibérée par les hydrocarbures sont élevés le long des voies de circulation. En Méditerranée, il est prouvé que la répartition des déversements d'hydrocarbures est en corrélation avec les principaux axes d'expédition, le long du grand axe ouest-est reliant le détroit de Gibraltar à travers le canal de Sicile et la mer Ionienne à différentes branches de distribution de la Méditerranée orientale, et le long des routes en direction des principaux ports de déchargement sur la rive nord de la mer Adriatique, à l'est de la Corse, en Mer de Ligurie et dans le Golfe du Lion (PNUE/PAM, 2012).

Méthodes d'évaluation

Évaluation des accidents:

Dans la région méditerranéenne, dans le cadre du Protocole « Prévention et situations critiques » de 2002, l'évaluation des occurrences, des origines et de l'ampleur de la pollution par des hydrocarbures ou des substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD) depuis des navires est effectuée sur la base des rapports de pollution (POLREP) envoyés par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone, au REMPEC et par d'autres États affectés pour signaler un cas de pollution ou un événement qui pourrait entraîner une pollution. Ces rapports fournissent des détails sur les incidents, notamment l'emplacement; l'ampleur de la pollution; les caractéristiques de la pollution, les sources et la cause de la pollution, la trajectoire de la pollution, les prévisions et les impacts probables, ainsi que l'état de la mer et les informations météorologiques.

Les rapports envoyés au REMPEC sont également utilisés pour alimenter la base de données des alertes et accidents en Méditerranée (Base de données des alertes et accidents en Méditerranée) gérée par le Centre. Les consignations des déversements d'hydrocarbures et des accidents susceptibles de provoquer des déversements d'hydrocarbures en Méditerranée ont commencé en 1977, alors que des accidents impliquant d'autres SNPD sont signalés depuis 1988. Lloyd's Casualty Reporting Services (LCRS) constitue une autre source principale d'informations utilisée pour remplir la Base de données des alertes et accidents.

Les accidents consignés dans cette base de données sont ceux qui ont causé ou auraient pu causer une pollution par des hydrocarbures ou autres SNPD dans la région de la Méditerranée. Les accidents concernés sont suivants :

- Les accidents survenus en Méditerranée tels que définis dans la Convention de Barcelone ;
- Les accidents impliquant tout type de navire, qui ont effectivement entraîné un déversement d'hydrocarbures, un déversement ou une élimination d'une SNPD, ou une perte d'un conteneur contenant des SNPD ou un dommage causé à ce conteneur ;
- Les accidents sur terre (terminaux, réservoirs de stockage, pipelines, industries, centrales électriques, etc.) qui ont entraîné l'entrée en mer d'hydrocarbures ou de SNPD ;
- Les accidents impliquant un ou plusieurs pétroliers (chargés ou non) transportant des hydrocarbures ou des produits chimiques ;
- Des collisions, des échouages ou d'autres accidents causant des dommages sérieux aux navires concernés, en particulier si ceux-ci transportaient ou auraient pu transporter des quantités importantes d'essence en vrac ;
- Les accidents impliquant le naufrage de navires qui transportaient toute quantité d'hydrocarbures en vrac ; et
- Les accidents impliquant le naufrage de navires qui avaient comme cargaison des SNPD (en vrac ou sous forme emballée).

Évaluation des rejets illicites:

La surveillance des rejets illicites est menée pour détecter les violations des exigences de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL) et recueillir des preuves pour la poursuite des navires contrevenant. Le POLREP peut également être utilisé par une Partie contractante à la Convention de Barcelone pour signaler un rejet délibéré au REMPEC.

Méthodes : Les méthodes suivantes servent à détecter une pollution et à évaluer son origine et son ampleur :

- Hydrocarbures :
 - Observation visuelle par des experts ;
 - Observation aérienne (observation visuelle et/ou matériel de télédétection),
 - Analyse d'imagerie par satellite pour évaluer l'ampleur et le sort d'une marée noire ; et
 - Échantillonnage et analyse en vue de déterminer la nature de la substance en mer, sur la rive et à bord des navires. L'Accord pour la coopération en matière de lutte contre la pollution de la mer du Nord par les hydrocarbures et autres substances dangereuses de 1983 (Accord de Bonn) mis au point une procédure reconnue à l'échelle internationale pour l'échantillonnage en mer, ainsi que pour l'analyse et l'interprétation des résultats.

On peut identifier les éléments suivants :

- Volume d'hydrocarbures : des conseils reconnus à l'échelle internationale sont utilisés en fonction du type d'hydrocarbure et de son apparence pour en évaluer l'épaisseur (mm) et le volume (m³/km²) en mer (Code d'apparence du produit de l'Accord de Bonn (BAOAC)),
- Emplacement et couverture de la marée noire (latitude et longitude – coordonnées GPS),
- Caractéristiques des hydrocarbures (persistants ou non persistants/viscosité),
- Origine de la marée noire (si visibles, nom du navire et numéro IMO, numéro d'identification des installations offshore). L'extraction des hydrocarbures à l'aide de méthodes de modélisation de la trajectoire permet d'identifier le navire source.

La surveillance sur la rive servira à évaluer l'étendue du littoral impacté, le type et le degré de contamination, ainsi que l'impact sur les habitats et les pertes causées à la faune sauvage.

- SNPD :

La détection des événements de pollution par des SNPD et l'évaluation des impacts sont principalement réalisées sur place par une observation visuelle par des experts, complétée par un suivi, un échantillonnage et une analyse en temps réel, ainsi que par l'utilisation d'outils de modélisation. Les conclusions de toute évaluation des risques du fait de SNPD seront basées sur un certain nombre d'informations, notamment l'identification des circonstances et l'emplacement des incidents,

l'identification des produits chimiques impliqués, leurs propriétés ou leur toxicité et leur forme (emballée/en vrac) ainsi que l'identification des zones sensibles voisines et des conditions environnementales.

RÉSULTATS

Résultats et état, y compris les tendances (résumé)

D'une part, les analyses de données statistiques indiquent une forte tendance à la baisse de la pollution accidentelle par des navires, tant pour les hydrocarbures que pour les SNPD. Cette diminution peut également être observée à la fois dans le nombre d'accidents causant ces pollutions et dans les volumes de polluants déversés en mer. D'autre part, la même observation ne peut être faite en ce qui concerne les rejets illicites depuis des navires. Il n'y a pas pas de données suffisantes pour identifier une tendance à la hausse ou à la baisse, mais selon les données de 2016 fournies par l'Agence européenne pour la sécurité maritime (AESM), on peut affirmer qu'un nombre important de rejets illicites continuent de se produire.

Résultats et état, y compris les tendances (détaillé)

Principales conclusions pour les accidents:

- Diminution du nombre de déversements importants d'hydrocarbures dans le monde

Les sinistres maritimes impliquant des hydrocarbures ont considérablement diminué au fil des années, malgré une augmentation du volume d'hydrocarbures transportés par des navires. Aujourd'hui, selon les statistiques de l'ITOPF, 99,99 % du pétrole brut transporté par la mer arrive à destination en toute sécurité. Comme le montre la figure 5 ci-dessous, le nombre moyen de déversements importants d'hydrocarbures depuis des pétroliers, soit plus de 700 tonnes, a progressivement diminué au fil des années, pour tomber à une moyenne de 1,7 déversement par an entre 2010 et 2016.

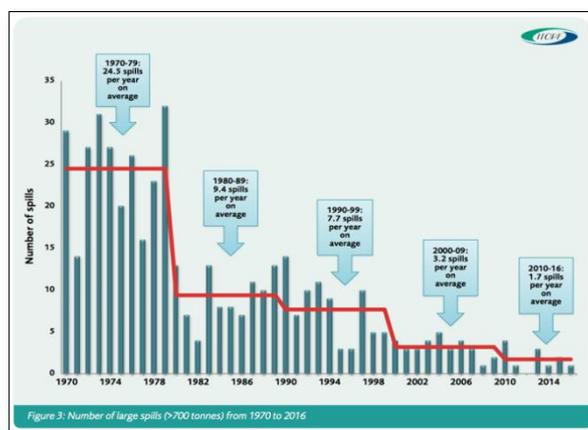


Figure 5 : Nombre de déversements d'hydrocarbures supérieurs à 700 tonnes entre 1970 et 2016.

- Diminution de la fréquence des accidents causant une pollution en Méditerranée

Hydrocarbures :

L'étude d'analyse statistique préparée par le REMPEC en s'appuyant sur la base de données des alertes et accidents montre que les principaux déversements ont eu lieu entre 1977 et 1981 et qu'ils sont devenus plus rares depuis lors, le dernier accident majeur étant l'accident de MT « HAVEN » de Gênes en Avril 1991, avec 144 000 tonnes de pétrole brut déversées.

En ce qui concerne le volume de pétrole rejeté en mer, l'étude REMPEC de 2014 indique que, entre le 1er janvier 1994 et le 31 décembre 2013, environ 32 000 tonnes de pétrole ont pénétré dans la Méditerranée à la suite d'accidents.

Ce chiffre comprend environ 15 000 tonnes provenant de l'incident de 2006 en Méditerranée orientale qui s'est produit dans la centrale électrique de Jieh, au Liban, du 13 au 15 juillet 2006. Le carburant qui n'a pas brûlé a été rejeté dans le milieu marin. La quantité exacte du carburant qui a brûlé reste inconnue, mais selon les estimations communiquées par les autorités libanaises, entre 13 000 et 15 000 tonnes ont été rejetées suite au déversement. Ce déversement au Liban est le cinquième plus gros déversement signalé depuis 1977 en Méditerranée, le plus important étant le celui lié à l'explosion du MT HAVEN en 1991, qui a coulé avec sa cargaison de 144 000 tonnes de pétrole brut dans les eaux italiennes.

En ce qui concerne les accidents causant une pollution, le nombre d'accidents entraînant un déversement d'hydrocarbures est tombé de 56 % du nombre total d'accidents pour la période 1977-1993 et à 40 % pour la période 1994-2013. Au total, 61% des incidents ont entraîné un déversement inférieur à une tonne.

SNPD :

En Méditerranée, les quantités de SNPD accidentellement déversées ont considérablement diminué au cours de la période 1994-2013. Depuis 2003, le rejet de SNPD est devenu insignifiant par rapport à la période 1994-2002.

Les deux derniers accidents majeurs se sont produits en 1996, à savoir :

- Le naufrage du Kaptan Manolis I en Tunisie, avec 5 000 tonnes de phosphates à bord, et
- Le naufrage du Kira au large de la Grèce, rejetant 7 600 tonnes d'acide phosphorique.

Le pire déversement de SNPD en Méditerranée a été le naufrage du Continental Lotus en 1991 en Méditerranée orientale, avec 51 600 tonnes de fer à bord.

L'analyse statistique du REMPEC liée à l'emplacement des accidents indique que la majorité des accidents se produisent dans partie orientale de la Méditerranéenne (Chypre, Égypte, Israël, Liban, République arabe syrienne, Turquie) si l'on inclut la Grèce, qui est traitée séparément dans les conclusions du REMPEC, comme le montre la figure 6.

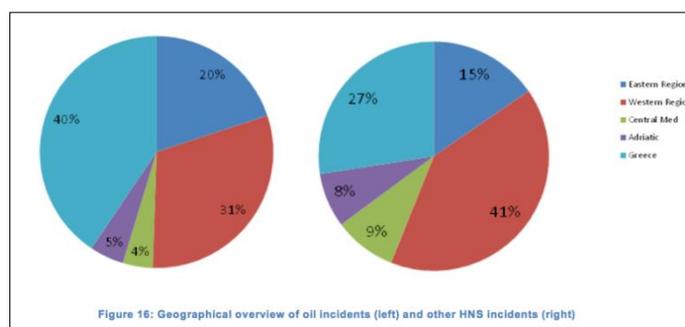


Figure 6 : Répartition géographique des accidents (source : REMPEC, 2014).

Principales conclusions relatives aux rejets illicites :

La base de données des alertes et accidents en Méditerranée du REMPEC contient une catégorie pour « Rejets illicites ». Seuls cinq cas ont été signalés (un en 2012, un en 2013 et trois en 2015). Étant de nature illégale, les rejets illicites d'hydrocarbures ne sont pas déclarés volontairement par les navires sources. L'utilisation de l'imagerie satellitaire peut s'avérer être un outil utile pour donner une meilleure image du nombre de déversements d'hydrocarbures par des navires ; cependant, à moins que des preuves ne soient fournies qu'un rejet illicite détecté provient d'un navire spécifique, aucune conclusion définitive ne peut être établie quant à savoir si le déversement est causé par un navire. Il est donc difficile d'évaluer avec précision le nombre de rejets illicites qui se produisent réellement.

Tendances : les cas de pollution par les hydrocarbures demeurent un problème en Méditerranée.

En 2016, la plate-forme CleanSeaNet de l'AESM a enregistré au total 1 073 détections de cas probables de pollution et 1 060 détections de cas possibles de pollution dans la zone couvrant la mer Méditerranée et les côtes de l'océan Atlantique au Maroc, au Portugal, en Espagne et en France (figure 7 ci-dessous). Bien qu'il n'y ait aucune preuve judiciaire selon laquelle tous les cas caractérisés comme déversements probables ou possibles d'hydrocarbures sont en réalité des rejets depuis des navires, la carte fournit une indication claire selon laquelle les incidents de pollution par des hydrocarbures depuis des navires sont toujours préoccupants.

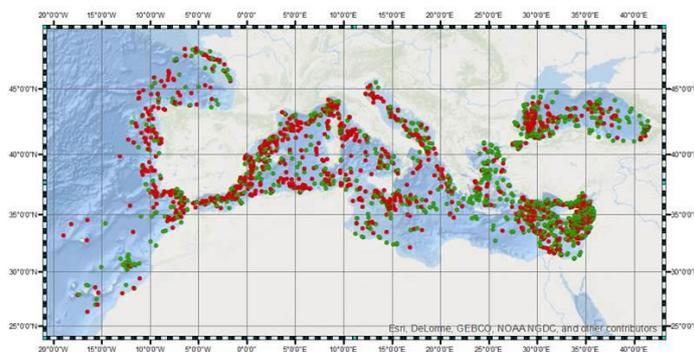


Figure 7 : Nombre de déversements détectés en 2016 par imagerie par satellite. (source : CleanSeaNet, AESM). Classe A (points rouges sur la carte) - le déversement détecté concerne très probablement des hydrocarbures (huile minérale ou végétale/de poisson) ou un produit chimique. Classe B (points verts sur la carte) - le déversement détecté concerne peut-être des hydrocarbures (huile minérale/végétale/de poisson) ou un produit chimique.

CONCLUSIONS

Conclusions (synthèse)

Les taux d'accidents ont diminué à l'échelle mondiale et à l'échelle régionale malgré l'augmentation du transport maritime et l'on peut conclure que l'impact du cadre réglementaire international adopté par l'OMI ainsi que les activités de coopération technique entreprises à l'échelle régionale sont très positifs, en particulier en ce qui concerne la prévention de la pollution accidentelle. Cependant, les risques associés au transport d'hydrocarbures et de substances nocives et potentiellement dangereuses (SNPD) par des navires avec des conséquences néfastes possibles sur le biote et les écosystèmes ne peuvent être complètement éliminés, en particulier dans les zones vulnérables telles que la Méditerranée. En outre, des efforts doivent être faits pour renforcer la surveillance des rejets illicites depuis des navires et les rapports relatifs à ces rejets.

Conclusions (détaillées)

Diminution des cas de la pollution dans le monde : les taux d'accidents ont diminué à l'échelle mondiale et à l'échelle régionale malgré l'augmentation du transport maritime. La pollution accidentelle par des hydrocarbures et des SNPD a diminué, ce qui peut être lié à l'adoption et à la mise en œuvre de conventions environnementales maritimes traitant de la prévention, de la préparation et de la réaction relativement à la pollution par des hydrocarbures et des SNPD. En effet, l'analyse statistique indique qu'il existe une corrélation entre la période où le cadre réglementaire de l'OMI a été mis en place (dans les années 1970) et les années au cours desquelles ces tendances à la baisse ont commencé à se produire (les années 1980). On peut donc conclure que l'impact du cadre réglementaire international adopté par l'OMI ainsi que les activités de coopération technique entreprises à l'échelle régionale sont très positifs, en particulier en ce qui concerne la prévention de la pollution accidentelle. Cependant, la question des rejets illicites depuis des navires reste préoccupante, en particulier dans les zones semi-fermées où la capacité du milieu marin de se régénérer est moins susceptible de se produire.

Effets à long terme de la pollution par des hydrocarbures : il est également important de garder à l'esprit que le rétablissement des habitats suite à un déversement d'hydrocarbures peut durer quelques cycles saisonniers (plancton) ou plusieurs années : entre un à trois ans (plages de sable, rivages rocheux exposés), entre un et cinq ans (rivages abritant des roches), entre trois et cinq ans (marais salés) et jusqu'à 10 ans ou plus pour les mangroves.

Selon l'ITOPF, bien qu'il existe un débat considérable sur la définition du rétablissement et le point auquel un écosystème peut être considéré comme ayant été totalement rétabli, il est largement admis que la variabilité naturelle des écosystèmes rend improbable le retour à des conditions exactes d'avant déversement. La plupart des définitions du rétablissement se concentrent plutôt sur celui d'une communauté de flore et de faune qui caractérise l'habitat et fonctionne normalement pour ce qui est de la biodiversité et de la productivité.

Par conséquent, en dépit des progrès réalisés dans l'atténuation des incidents de déversement d'hydrocarbures par des navires, il est clair que la surveillance continue des cas de rejets illicites ainsi que des effets et des impacts cumulés et la surveillance continue des conséquences accidentelles après déversement sur le biote et les écosystèmes sont nécessaires.

Messages clés

Les sources chroniques (rejets illicites) de pollution du milieu marin depuis des navires sont la cible principale de la réduction de la pollution, car les tendances de la pollution aiguë (accidents) sont contrôlées et décroissantes.

Lacunes en matière de connaissances

- Les informations recueillies au moyen de rapports de pollution sont liées à des événements spécifiques de pollution et ne sont pas toujours utiles ou compatibles avec les informations nécessaires pour évaluer l'état du milieu marin,
- Le maintien de la base de données des alertes et accidents en Méditerranée est une condition préalable et la condition permettant de mesurer l'Indicateur commun CI19,
- Les pays n'ont aucune obligation d'effectuer des enquêtes environnementales relativement à la mer et aux rives affectées par un déversement. L'évaluation environnementale systématique de la rive à la suite d'un déversement est aujourd'hui reconnue comme une pratique « incontournable » et peut fournir des informations sur le biote au cas par cas.
- Très peu de données sont disponibles concernant les rejets illégaux depuis des navires.

Surveillance environnementale et rapport : l'objet des conventions et directives de l'OMI relatives à la prévention de la pollution marine est de surveiller la conformité des navires plutôt que de surveiller ou de mesurer l'état de l'environnement marin et côtier. Il en est de même pour les obligations de rapports. Les rapports sont requis en cas d'accident causant une pollution ou en cas de découverte de pollution illégale (rejets opérationnels). Cette perspective se reflète dans le cadre du Protocole « Prévention et situations critiques » de 2002. Par conséquent, les informations recueillies sont liées à des événements spécifiques de pollution et ne sont pas toujours utiles ou compatibles avec les informations nécessaires pour évaluer l'état du milieu marin.

Surveillance des accidents et rapports : le nombre d'accidents signalés au REMPEC est en hausse, ce qui est probablement dû à une meilleure conformité des Parties contractantes à la Convention de Barcelone pour signaler les pertes, conformément à l'article 9 du Protocole « Prévention et situations critiques » de 2002. Il est de la plus haute importance que les Parties contractantes à la Convention de Barcelone continuent de faire des rapports sur les accidents aussi précisément que possible, car il est primordial que le REMPEC continue de maintenir la base de données des alertes et accidents en Méditerranée afin de suivre les événements de pollution. C'est une condition préalable nécessaire et la condition pour pouvoir mesurer l'Indicateur commun CI19.

Impact sur le biote affecté par la pollution : pour la raison donnée ci-dessus, il existe peu d'informations sur l'impact des événements de pollution causés par le transport maritime sur le biote. L'impact de la pollution provoquée par des navires est généralement pris en compte dans une perspective de réaction (protection des zones et des installations sensibles). Les pays n'ont aucune obligation d'effectuer des enquêtes environnementales relativement à la mer et aux rives affectées par un déversement. Cependant, l'évaluation systématique environnementale du littoral après un déversement est aujourd'hui reconnue comme une pratique « incontournable » en matière d'évaluation du niveau de propreté de la zone touchée, ainsi que du point de vue de la réhabilitation

Rejets illicites depuis des navires : Très peu de données sont disponibles concernant les rejets par des navires. Ces opérations étant de nature illégale (lorsqu'elles ne sont pas dans les limites fixées par le MARPOL, il est extrêmement difficile d'obtenir des informations sur les cas de déversements et leur ampleur. La surveillance maritime nécessite des moyens et du matériel aérien (avions, radars aériens et ensembles d'échantillonnage) ou une technologie spéciale telle que l'utilisation d'images satellites. Il n'existe pas de système centralisé à l'échelle régionale pour la prospection des eaux méditerranéennes tel que défini dans la Convention de Barcelone. La plate-forme CleanSeaNet, le service européen de surveillance des déversements d'hydrocarbures et de détection des navires par satellite, est une bonne ressource. Malheureusement, elle n'est disponible, en principe, que pour les pays qui sont membres de l'UE.

Liste de références

Allianz Global Corporate & Specialty: Safety and Shipping Review 2016 - An annual review of trends and developments in shipping losses and safety, 2016.

EMSA: Addressing Illegal Discharges in the Marine Environment, 2012.

IMO/UNEP: Regional Information System; Part C2, Statistical Analysis - Alerts and Accidents Database, REMPEC, December 2014.

IMO/UNEP: Regional Information System; Part C2, Statistical Analysis - Alerts and Accidents Database, REMPEC, February 2011.

ITOPF: Oil Spill Statistics, February 2017.

ITOPF: Effect of Oil Pollution on the Marine Environment, Technical Information Paper 13, 2014.

Ömer Faruk Görçün, Selmin Z. Burak: Formal Safety Assessment for Ship Traffic in the Istanbul Straits. Published by Elsevier, 2015.

Study of Maritime Traffic Flows in the Mediterranean Sea, Final Report - Unrestricted Version, July 2008.

UNCTAD: Review of Maritime Transport 2015.

UNEP/MAP: State of the Mediterranean Marine and Coastal Environment, UNEP/MAP – Barcelona Convention, Athens, 2012.

WWF: Accident at Sea, Summary, 2013.

Objectif écologique 9 (OE9) : Produits chimiques

EO9. Indicateur commun 20 : Concentrations effectives de contaminants ayant été décelés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux maximaux réglementaires dans les produits de la mer de consommation courante

GÉNÉRAL

Rapporteur :	PNUE/PAM/MED POL
Échelle géographique de l'évaluation :	Régionale, mer Méditerranée
Pays contributeurs :	Parties contractantes par travaux de recherche
Thème central de la Stratégie à moyen terme (SMT) 1-Pollution terrestre et marine	
Objectif écologique	OE9. Les contaminants n'ont aucun impact significatif ni sur les écosystèmes côtiers et marins ni sur la santé de l'homme.
Indicateur commun de l'IMAP IC20.	Concentrations effectives de contaminants ayant été décelés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux maximaux réglementaires dans les produits de la mer de consommation courante

Code de la fiche d'évaluation de l'indicateur EO9CI20

PRINCIPE DE BASE/MÉTHODES

Contexte (résumé)

L'exposition de l'homme aux contaminants chimiques par la consommation d'espèces commerciales de poissons et de crustacés (respectivement de la pêche et de l'aquaculture) est l'une des principales préoccupations concernant l'apparition de polluants dans le milieu marin. Les espèces marines sauvages et d'élevage sont exposées à des contaminants chimiques environnementaux par différents mécanismes et diverses voies selon leur niveau trophique, notamment de l'alimentation des filtreurs aux espèces prédatrices (bivalves, crustacés, poissons, etc.). La compréhension des risques pour la santé de l'homme (niveaux maximaux, ingestion, facteurs d'équivalence toxique, etc.), par la consommation de fruits de mer potentiellement contaminés, est un défi et une question de politique prioritaire pour les gouvernements, mais également une préoccupation sociétale majeure. Il est possible de parvenir à un Bon état écologique (BEE) pour l'Indicateur commun 20 lorsque les concentrations de contaminants dans les fruits de mer sont dans les limites réglementaires fixées par la législation pour la consommation de l'homme.



Figure1. Principales espèces de fruits de mer commercialisées en Méditerranée sur un marché de poissons à Athènes (Grèce), CommonseafoodMediterranean_CGuitart.jpg

Contexte (détaillé)

Il existe des processus de bioaccumulation et de biomagnification des produits chimiques nocifs rejetés dans le milieu marin. Comme exemples habituels, l'on compte les processus bien connus de bioaccumulation de métaux lourds et de composés organiques dans des espèces commerciales de bivalves (telles que *Mytillus galloprovincialis* en Méditerranée) ou des composés alkylés de mercure dans des poissons (p. ex. le méthylmercure dans le thon). Cependant, un grand nombre de produits chimiques émergents actuels ont déjà été décelés dans la pêche commerciale. Il existe diverses initiatives et réglementations tant à l'échelle nationale qu'internationale, qui ont fixé des recommandations de santé publique et des niveaux réglementaires maximaux pour certains contaminants (principalement, pour les polluants traditionnels), dans de nombreuses espèces cibles commerciales marines. L'intoxication potentielle par le méthylmercure continue de constituer un problème de politique prioritaire à l'échelle mondiale. En 2013, le Traité mondial juridiquement contraignant (Convention de Minamata sur le mercure) a été relancé par le PNUE (PNUE, 2002). De plus, l'USFDA (Administration américaine des denrées alimentaires et des médicaments), l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) et la FAO/OMS (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et l'Organisation mondiale de la santé) (FAO/OMS, 2011) sont également des autorités nationales et internationales de premier plan pour les questions de sécurité des fruits de mer et de niveaux réglementaires pour évaluer cet Indicateur commun 20. À cet égard, comme indiqué, le Conseil européen (CE) a introduit des niveaux maximaux pour les contaminants chimiques et les modifications ultérieures, y compris récemment les PCDD (dibenzo-p-dioxines polychlorées), les PCDF (dibenzofurannes polychlorés) et les PCB de type dioxine dans les produits de la pêche (Journal officiel de l'Union européenne, 2006 et 2011) qui pourraient servir de niveaux cibles préliminaires dans la mer Méditerranée.

Méthodes d'évaluation

L'évaluation actuelle a été réalisée sur la base d'études bibliographiques et de documents scientifiques en Méditerranée, de sorte qu'il n'y a pas encore d'ensembles de données du MED POL représentatifs disponibles pour cet Indicateur commun 20. De plus, l'évaluation de l'Indicateur commun 20 sera basée, à titre d'essai, sur les statistiques concernant le nombre de contaminants décelés et leurs écarts par rapport aux autorisations légales dans les espèces commerciales de poissons établies par les règlements nationaux, européens et internationaux au sein de zones de juridiction nationale. Ces zones devront être définies plus en détail du point de vue de l'échelle spatiale (c'est-à-dire soumises aux délimitations de la juridiction nationale, limitées par les subdivisions CGPM-FAO, etc.) au sein de l'IMAP. Les niveaux fixés par les règlements européens (Journal officiel de l'Union européenne, 2006 et 2011, voir tableau 1) et d'autres normes internationales (comme celles de l'OMS) peuvent être appliqués de façon initiale pour harmoniser et comparer les ensembles de données futures disponibles

en Méditerranée. Cependant, à l'heure actuelle, la majorité des ensembles de données disponibles sont conservés dans des bases de données à partir d'études menées par des laboratoires alimentaires nationaux ainsi que par des organismes de réglementation et d'inspection. Par conséquent, les fréquences du nombre et de l'excès d'apparition sur une base temporelle définiraient l'atteinte du BEE relativement à cet indicateur commun (PNUE/PAM, 2013).

Tableau 1. Résumé des niveaux réglementaires actuels fixés par l'Union européenne (extrait de Maggi et al., 2014)

Table 1. Regulatory levels, reference legislation, code and foodstuff categories.

Category code	Legislation	Foodstuff	Regulatory levels
Cd 3.2.5	Reg.1881/2006/CE	Muscle meat of fish (footnote 24)	0,05 mg/kg w.w.
Cd 3.2.6	Reg.1881/2006/CE	Muscle meat of listed fish	0,10 mg/kg w.w.
Cd 3.2.8	Reg.1881/2006/CE	Crustaceans	0,50 mg/kg w.w.
Cd 3.2.9	Reg.1881/2006/CE	Bivalve molluscs	1,0 mg/kg w.w.
Cd 3.2.10	Reg.1881/2006/CE	Cephalopods	1,0 mg/kg w.w.
Hg 3.3.1	Reg.1881/2006/CE	Fishery products and muscle meat of fish (footnotes 24, 25, 26)	0,50 mg/kg w.w.
Hg 3.3.2	Reg.1881/2006/CE	Muscle meat of listed fish	1,0 mg/kg w.w.
Pb 3.1.5	Reg.1881/2006/CE	Muscle meat of fish (footnote 24)	0,3 mg/kg w.w.
Pb 3.1.6	Reg.1881/2006/CE	Crustaceans	0,50 mg/kg w.w.
Pb 3.1.7	Reg.1881/2006/CE	Bivalve molluscs	1,5 mg/kg w.w.
Pb 3.1.8	Reg.1881/2006/CE	Cephalopods	1,0 mg/kg w.w.
Dioxins 5.3	Reg.1259/2011/CE	Muscle meat of fish and Bivalve molluscs	3,5 pg/g w.w.
Sum dioxins and dioxin like PCBs 5.3	Reg.1259/2011/CE	Muscle meat fish and Bivalve molluscs	6,5 pg/g w.w.
Benzo(a)pyrene 6.1.4	Reg.1881/2006/CE	Muscle meat of fish (footnote 24)	2,0 µg/kg w.w.
Benzo(a)pyrene 6.1.5	Reg.1881/2006/CE	Crustaceans and Cephalopods	5,0 µg/kg w.w.
Benzo(a)pyrene 6.1.6	Reg.835/2011/CE	Bivalve molluscs	5 µg/kg w.w.
Sum PAH 6.1.6	Reg.835/2011/CE	Bivalve molluscs	30 µg/kg w.w.

doi:10.1371/journal.pone.0108463.t001

RÉSULTATS

Résultats et état, y compris les tendances (résumé)

En ce qui concerne le contenu des contaminants chimiques dans le poisson et les crustacés, divers travaux de recherche ont été menés récemment en Méditerranée en tenant compte de certains produits chimiques traditionnels et émergents. À l'heure actuelle, des ensembles de données dispersés tout au long des sous-bassins méditerranéens, principalement issus de travaux de recherche, sont disponibles avec peu d'évaluations réalisées récemment dans le cadre de la politique maritime européenne (par exemple, le Descriptif 9 en vertu de la Directive-cadre de l'UE « Stratégie pour le milieu marin ») par les Parties contractantes européennes à la Convention de Barcelone. Les futures harmonisations et les futurs partages des données amélioreront l'évaluation dans la Méditerranée à l'échelle régionale pour cet Indicateur commun 20.

Résultats et état, y compris les tendances (résumé)

En Méditerranée orientale, des métaux lourds et essentiels sélectionnés (Cd, Pb, Cu et Zn) ont été retrouvés dans certaines marques et certains types de produits de la pêche en Turquie (Çelik et Oehlen, 2007 ; Mol, S., 2011). Les dioxines, les PCB de type dioxine et non-dioxine ont également été retrouvés dans les poissons d'élevage en Grèce (Costopoulou et al., 2016) et les niveaux constatés étaient bien inférieurs aux limites fixées par la législation de l'UE. Dans la mer Ionienne, on a évalué les niveaux d'un grand ensemble de métaux toxiques (As, Cd, Cr, Pb, Mn, Ni, V et Zn) dans des poissons et des crustacés provenant du golfe de Catane (Copat et al., 2013, 2014) ; ceux-ci n'ont pas dépassé les limites fixées par la législation de l'UE. Cependant, une étude plus récente dans la même zone a révélé des niveaux dépassant les limites légales pour certaines espèces, comme les gastéropodes et les poissons (Giandomenico et al., 2016). Les concentrations et les profils spécifiques des congénères des composés traditionnels et émergents, tels que les PCB, les PCDD et les PCDF, ont été retrouvés dans divers poissons comestibles de la mer Adriatique. Les résultats obtenus ont montré que les niveaux étaient conformes aux recommandations de la législation de l'UE (Storelli et al., 2011). De même, des concentrations de PCB et de PCDD/F et les profils spécifiques des congénères ont

également été retrouvés dans les fruits de mer comme les poissons et les céphalopodes dans des supermarchés du sud de l'Italie (Barone et al., 2014). En outre, en ce qui concerne les niveaux de contamination des crustacés transférés aux consommateurs de fruits de mer, des bivalves cultivés et récoltés ont récemment été évalués dans la mer Adriatique (Croatie) et ne présentaient aucun risque (Milun, V., 2016). Pour ce qui est d'une évaluation réalisée dans le cadre de la Directive-cadre « stratégie européenne pour le milieu marin » (DCSMM) de l'UE, l'Italie a élaboré une méthodologie complète et a évalué le Descripteur 9 pour les métaux lourds et les HAP, ce qui équivaut à l'Indicateur commun 20 de l'OE9 (figure 1 et 2). La conclusion, basée sur des ensembles statistiques de critères d'acceptation et de critères définis dans les sous-régions de la Méditerranée dans le cadre de la législation italienne, était que l'état du BEE est bon. Néanmoins, les ensembles de données pour les composés synthétiques et leur couverture spatiale étaient quelque peu limités (Maggi, et al., 2014). Les poissons, les mollusques et les crustacés de taille commerciale de 69 espèces ont été échantillonnés et analysés à la recherche de mercure total (HgT) et évalués en vue de vérifier leur conformité aux limites maximales de résidus de l'UE (LMR, tableau 1) (Bambrilla, et al., 2013).

En Méditerranée du nord-ouest, la contamination par le mercure a été étudiée dans les organismes de haute mer pour comprendre le transfert, le devenir et les implications humaines des espèces commerciales contaminées (Koenig et al., 2013). La France, dans le cadre d'un programme spécifique de surveillance, a déterminé des métaux toxiques dans les gastéropodes, dans les échinodermes et dans les tuniciers, qui sont également consommés localement en Méditerranée (Noël, L. et al., 2011). Parmi les pays du sud de la Méditerranée, le Maroc a étudié l'exposition de la population côtière au mercure par la consommation de fruits de mer (Elhsmri, H., 2007). Du point de vue de la santé de l'homme, au-delà des niveaux environnementaux et du respect des limites réglementaires, certaines études ont été réalisées à la fois pour les produits chimiques traditionnels et les produits chimiques émergents sujets de préoccupation pour évaluer l'ingestion de fruits de mer par les consommateurs finaux. À cet égard, il convient de mentionner l'étude de l'ingestion d'arsenic (As), de cadmium (Cd), de mercure (Hg), de plomb (Pb), de dibenzo-p-dioxines et dibenzofuranes polychlorés (PCDD/F), de biphényles polychlorés (PCB), de naphthalènes polychlorés (PCN), de diphényléthers polybromés (PBDE), de diphényléthers polychlorés (PCDE), d'hexachlorobenzène et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) par la consommation de poissons et de fruits de mer par des enfants en Espagne (Martí-Cid et al., 2007). De même, l'apport alimentaire estimé de dioxines et de PCB de type dioxine dans les aliments commercialisés a également été étudié pour les consommateurs de fruits de mer en Espagne (Marin et al., 2011).

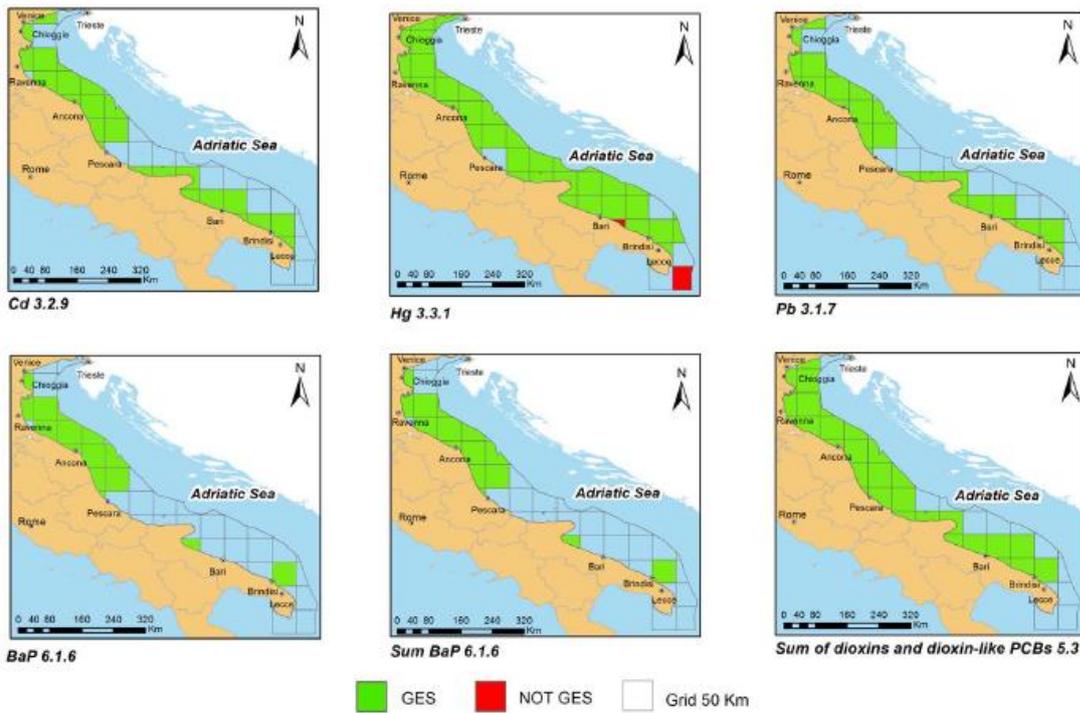


Figure 2 : Résultats pour les métaux, les HAP et les dioxines/PCB de type dioxine dans la sous-région de la mer Adriatique (source: Maggi, C., Lomiri, S., et al., 2014)

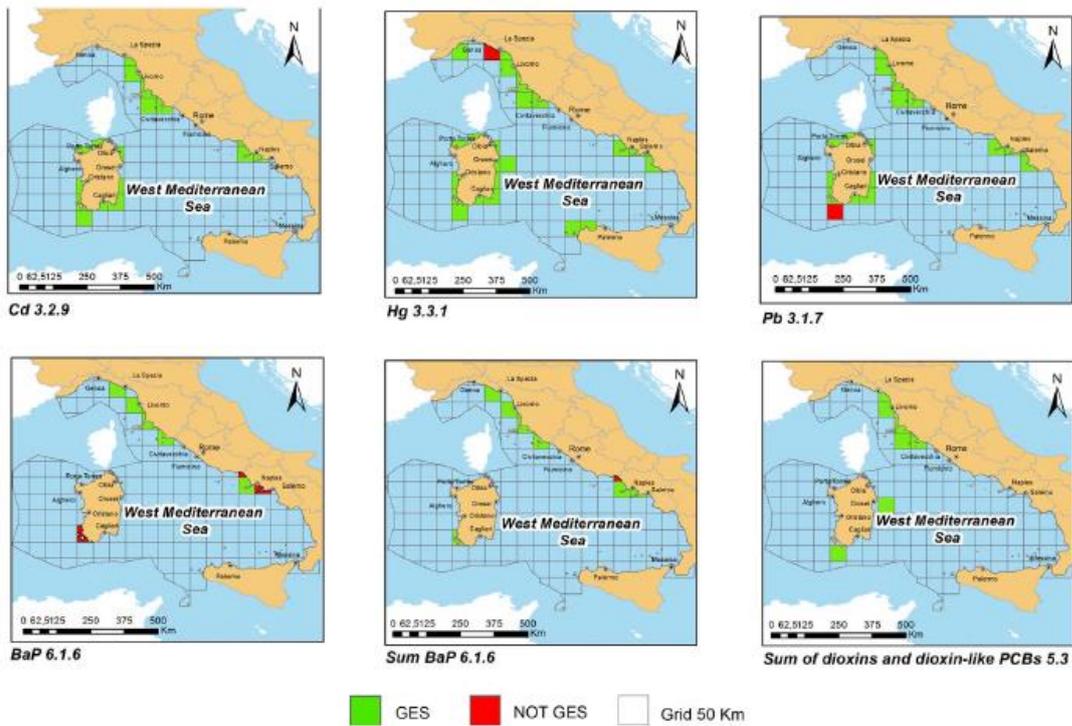


Figure 3 : Résultats pour les métaux, les HAP et les dioxines/PCB de type dioxine dans la Méditerranée occidentale (source: Maggi, C., Lomiri, S., et al., 2014)

CONCLUSIONS

Conclusions (synthèse)

À l'heure actuelle, peu travaux de recherche et de rapports menés par l'UE (notamment par la DCSMM) dans certains pays méditerranéens ont porté sur l'apparition de contaminants dans des fruits de mer, du point de vue de l'environnement, qui dépassent les niveaux réglementaires maximaux fixés pour les normes réglementaires. Dans l'ensemble, à partir d'études disponibles, aucune préoccupation majeure ni aucun niveau extrêmement élevé n'a été observé lors de ces récents travaux de recherche réalisés par différents auteurs et aucune confirmation fondée sur les tendances temporelles n'a pu être effectuée jusqu'ici.

Conclusions (détaillées)

Pour les futures évaluations pour le compte de cet indicateur commun 20, les zones définies par la CGPM-FAO dans la Méditerranée (zone 37 et ses subdivisions) pourraient être sélectionnées et évaluées selon différentes stratégies nationales, bien qu'elles soient harmonisées à l'échelle régionale, afin d'évaluer les contaminants dans les espèces commerciales pour évaluer l'IC20 dans le cadre de l'IMAP. À titre d'exemple, Naccari et al (2015) ont signalé des niveaux résiduels de Pb, de Cd et de Hg dans différentes espèces, capturés dans des zones de la FAO autour de l'Italie, et en particulier, de petits poissons pélagiques, des poissons benthiques et des poissons démersaux. Bien que dans tous les échantillons l'absence de Pb ait été observée, de petites concentrations de Cd et des taux plus élevés d'Hg ont été trouvés, ainsi que des différences entre les deux subdivisions. Seules des concentrations de Cd ont dépassé les limites réglementaires de l'UE dans différentes espèces de poissons, malgré un grand nombre d'échantillons non contaminés, 67 %, 84 % et 62 % pour le Cd respectivement pour le maquereau, le mullet et la dorade. Une étude récente sur le thon (*Thunnus thynnus*) dans des zones méditerranéennes de la FAO a montré la présence de résidus de PCB et de PBDE. L'étude conclut que la zone méditerranéenne présente les niveaux les plus élevés pour ces composés chimiques (figure 4) par rapport à d'autres évaluations dans les zones de la FAO dans le monde entier (Chiesa et al. 2016).

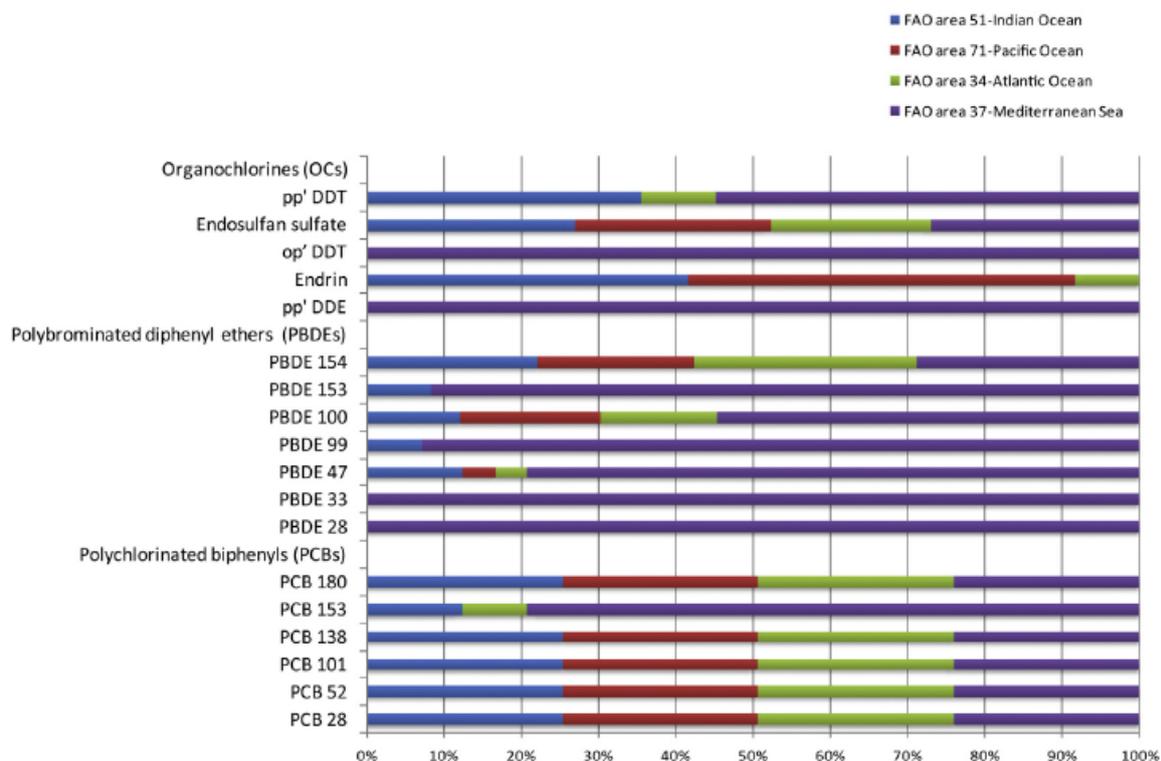


Figure 4 : Comparaison des niveaux de POP dans diverses zones de la FAO dans le monde (source : Chiesa et al. 2016)

Messages clés

- Des ensembles de données réguliers ne sont pas disponibles pour réaliser une évaluation de l'indicateur commun 20.
- L'apparition de contaminants chimiques dans les poissons et les crustacés et les scénarios possibles d'ingestion par la population ont été étudiés à différents endroits de la Méditerranée.
- Certaines zones délimitées de la FAO en Méditerranée ont fait l'objet d'études à la recherche d'un certain nombre de contaminants traditionnels et émergents au cours de travaux de recherche.
- Les espèces pélagiques, démersales et benthiques ont été ciblées et ont fait l'objet de recherches pour évaluer le BEE en matière de contamination potentielle des fruits de mer et pour déterminer l'état de santé de l'écosystème marin.

Lacunes en matière de connaissances

Des informations ordinaires requises pour évaluer cet indicateur manquent clairement à l'échelle régionale (données presque comparables et de qualité garantie), mais également à l'échelle sous-régionale dans une certaine mesure pour pouvoir effectuer une évaluation complète. Les protocoles de surveillance, les approches basées sur le risque, les tests analytiques et les méthodologies d'évaluation devraient être mieux élaborés et se concentrer sur l'harmonisation entre les Parties contractantes. Il sera nécessaire de maintenir un lien entre avec les autorités nationales chargées de la sécurité alimentaire, les organismes de recherche et/ou les organismes environnementaux.

Liste de références

UNEP/MAP (2016). Decision IG.22/7 - Integrated Monitoring and Assessment Programme (IMAP) of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria. COP19, Athens, Greece. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

UNEP/MAP (2013). Decision IG.21/3 - Ecosystems Approach including adopting definitions of Good Environmental Status (GES) and Targets. COP 18, Istanbul, Turkey. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

FAO/WHO, 2011. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations; Geneva, World Health Organization, 50 pp.

UNEP, 2002. Chemicals 2002 Global Mercury Assessment Geneva (Switzerland) December 2002, p. 244. United Nations Environment Programme.

Official Journal of the European Union, 2006. Commission Regulation (EU) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. L 364/5–23.

Official Journal of the European Union, 2011. Commission Regulation (EU) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non dioxin-like PCBs in foodstuffs. L 320/18–23.

Martí-Cid, R., Bocio, A., et al., 2007. Intake of chemical contaminants through fish and seafood consumption by children of Catalonia, Spain: Health risks. Food and Chemical Toxicology, 45, 1968-1974.

Celik, U., Oehlen Schläger, J., 2007. High contents of cadmium, lead, zinc and copper in popular fishery products sold in Turkish supermarkets. Food Control, 18, 258-261.

Mol, S. Determination of trace metals in canned anchovies and canned rainbow trouts. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 348-351.

Noël, L., Testu, C., et al., 2011. Contamination levels for lead, cadmium and mercury in marine gastropods, echinoderms and tunicates. *Food Control*, 22, 433-437.

Storelli, MM., Barone, G., 2011. Polychlorinated biphenyls (PCBs), dioxins and furans (PCDD/Fs): Occurrence in fishery products and dietary intake. *Food Chemistry*, 127, 1648-1652.

Copat, C., Arena, G., et al., 2013. Heavy metals concentrations in fish and shellfish from eastern Mediterranean Sea: Consumption advisories. *Food and Chemical Toxicology*, 53, 33-37.

Brambilla, G., Abete, M.C., et al., 2013. Mercury occurrence in Italian seafood from the Mediterranean Sea and possible intake scenarios of the Italian coastal population.

Koenig, S., Solé, M., et al., 2013. New insights into mercury bioaccumulation in deep-sea organisms from the NW Mediterranean and their human health implications. *Sci. Total. Env.*, 442, 329-335.

Copat, C., Vinceti, M. et al., 2014. Mercury and selenium intake by seafood from the Ionian Sea: A risk evaluation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 100, 87-92.

Barone, G., Giacomini, R., et al., 2014. PCBs and PCDD/PCDFs in fishery products: Occurrence, congener profile and compliance with European Union legislation. *Food and Chemical Toxicology*, 74, 200-205.

Milun, V., Lusic, J., et al., 2016. Polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides and trace metals in cultured and harvested bivalves from the eastern Adriatic coast (Croatia). *Chemosphere*, 153, 18-27

Giandomenico, S., Cardellicchio, N., 2016. Metals and PCB levels in some edible marine organisms from the Ionian Sea: dietary intake evaluation and risk for consumers. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 23, 12596-12612.

Costopoulou, D., Vassiliadou, I., Leondiadis, L., 2016. PCDDs, PCDFs and PCBs in farmed fish produced in Greece: Levels and human population exposure assessment. *Chemosphere*, 146, 511-518.

Elhamri, H., Idrissi, L., 2007. Hair mercury levels in relation to fish consumption in a community of the Moroccan Mediterranean coast, *Food Additives & Contaminants*, 24:11, 1236-1246.

Maggi, C., Lomiri, S., et al., 2014. Environmental Quality of Italian Marine Water by Means of Marine Strategy Framework Directive (MSFD) Descriptor 9. *PLoS ONE* 9(9): e108463.

Naccari, C., Cicero, N., et al. 2015. Toxic Metals in Pelagic, Benthic and Demersal Fish Species from Mediterranean FAO Zone 37. *Bull Environ Contam Toxicol*, 95, 67-57.

Chiesa, L.M., Labella, G.F., et al., 2016. Distribution of persistent organic pollutants (POPS) In wild Bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) from different FAO capture zones. *Chemosphere*, 153, 162-16

Objectif écologique 9 (OE9) : Produits chimiques

EO9. Indicateur commun 21 : Pourcentage de relevés de la concentration d'entérocoques intestinaux se situant dans les normes instaurées

GÉNÉRAL

Rapporteur :	PNUE/PAM/MED POL
Échelle géographique de l'évaluation :	Régionale, mer Méditerranée
Pays contributeurs :	Parties contractantes par travaux de recherche
Thème central de la Stratégie à moyen terme (SMT) 1-Pollution terrestre et marine	
Objectif écologique	OE9. Les contaminants n'ont aucun impact significatif ni sur les écosystèmes côtiers et marins ni sur la santé de l'homme.
Indicateur commun de l'IMAP	IC21. Pourcentage de relevés de la concentration d'entérocoques intestinaux se situant dans les normes instaurées

Code de la fiche d'évaluation de l'indicateur EO9CI21

PRINCIPE DE BASE/MÉTHODES

Contexte (résumé)

La Méditerranée continue d'attirer chaque année un nombre toujours croissant de touristes internationaux et locaux qui, entre autres activités, utilisent la mer à des fins récréatives. En 2005, le nombre de stations de traitement d'eaux usées a doublé par rapport à la décennie précédente et la qualité de l'eau concernant la pollution fécale s'est nettement améliorée (PNUE/PAM MED POL, 2010). La mise en place de stations de traitement d'eaux usées et la construction d'émissaires sous-marins ont diminué le potentiel d'épisodes de pollution microbiologique, en dépit de l'existence de quelques points chauds côtiers importants. Une révision des lignes directrices méditerranéennes sur la qualité des eaux de baignade a été formulée en 2007 sur la base des Principes directeurs de l'OMS relatifs aux eaux de baignade sans risque (OMS, 2003) et de la Directive européenne concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade (Directive 2006/7/UE). Plus tard, une proposition révisée par le PNUE/PAM a été faite dans le but de fournir des critères et des normes actualisés qui pourraient être utilisés dans les pays méditerranéens, ainsi que d'harmoniser leurs législations afin de fournir des renseignements et des données homogènes (PNUE/PAM, 2012a). On sait que les niveaux élevés d'entérocoques dans les eaux maritimes récréatives (côtes, plages, spots touristiques, etc.) sont des indicateurs d'agents pathogènes humains en raison des rejets non traités dans le milieu marin et provoquent des infections chez l'homme (Kay et al., 2004 ; Mansilha et al, 2009). Par conséquent, ces nouvelles normes pour la qualité des eaux de baignade dans le cadre de l'application de l'article 7 du Protocole « tellurique » doivent être davantage utilisées pour définir le BEE pour les eaux de baignade et de loisirs. Il est possible de parvenir au BEE pour l'Indicateur commun 21 lorsque les concentrations d'entérocoques intestinaux restent dans les limites des normes instaurées (PNUE/PAM 2013).



Figure 1: Une qualité élevée de l'eau de baignade sur les plages méditerranéennes est un élément clé pour des activités récréatives sûres dans l'environnement côtier, Bathingwaterquality_CGuitart.jpg

Contexte (détaillé)

Les concentrations d'entérocoques sont fréquemment utilisées comme bactéries fécales indicatrices, ou comme indicateurs généraux de la contamination fécale. En particulier, les espèces *E. faecalis* et *E. faecium* sont liées aux infections des voies urinaires, à l'endocardite, à la bactériémie, aux infections néonatales, aux infections du système nerveux central et aux infections abdominales et pelviennes. Il a été suggéré et récemment démontré que l'espèce *Enterococci sp.* pourrait être plus appropriée que l'espèce traditionnelle *Escherichia coli* (*E. coli*) dans les eaux marines comme indice de pollution fécale. À l'heure actuelle, ce sont les seules bactéries fécales indicatrices recommandées par l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) pour les eaux saumâtres et marines, car elles correspondent mieux que les coliformes fécaux ou *E. coli*. Leur abondance dans les excréments humains et animaux et la simplicité des méthodes d'analyse pour les mesurer ont favorisé l'utilisation d'espèces d'entérocoques comme substituts des eaux récréatives polluées et donc, comme un Indicateur commun 21 pour le BEE en vertu de l'OE9. Depuis de nombreuses années, l'Organisation mondiale de la santé est préoccupée par les aspects sanitaires de la gestion des ressources en eau et a publié divers documents concernant la sécurité des eaux environnementales, y compris les eaux marines, et leur importance pour la santé. Une révision des lignes directrices méditerranéennes (PNUE/PAM, 2012) relativement à la qualité des eaux de baignade a été formulée en 2007 sur la base des Principes directeurs de l'OMS relatifs aux eaux de baignade sans risque (OMS, 2003) et de la Directive européenne concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade (Directive 2006/7/UE). Par conséquent, ces normes pour la qualité des eaux de baignade dans le cadre de l'application de l'article 7 du Protocole « tellurique » doivent être davantage utilisées pour définir le BEE pour les eaux de baignade et de loisirs.

Méthodes d'évaluation

L'évaluation actuelle a été réalisée sur la base de références bibliographiques, car il n'y a pas assez d'ensembles de données actualisés disponibles à l'échelle régionale. Les évaluations futures de l'Indicateur commun 21 seront basées sur les statistiques provenant des ensembles de données soumises par des autorités nationales locales et/ou par des agences correspondantes. Les normes d'application dans le cadre du respect de l'Indicateur commun 21 de l'IMAP par les pays méditerranéens seront les critères proposés adoptés par la Décision IG.20/9 qui comprend les critères d'échantillonnage des entérocoques intestinaux (voir tableau ci-dessous) :

Tableau 1 : Critères de qualité microbiologique des eaux pour les entérocoques intestinaux sp.,
source : Décision IG. 20/9, PNUE/PAM, 2012.

Microbial Water Quality Assessment Category
(based on Intestinal enterococci (cfu/100 mL))

Category	A	B	C	D
Limit values	<100*	101-200*	185**	>185**(1)
Water quality	Excellent quality	Good quality	Sufficient	Poor quality/ Immediate Action

RÉSULTATS

Résultats et état, y compris les tendances (résumé)

Comme mentionné, les ensembles de données pour la plupart des pays de la Méditerranée orientale et australe n'ont pas été mis à jour récemment et, par conséquent, l'évaluation complète de l'Indicateur commun 21 à l'échelle régionale n'est pas possible. Un rapport d'évaluation de l'Agence européenne de l'environnement (AEE) réalisé en 2015 fusionné aux données du MED POL pour la Tunisie (à partir de 2014) montre qu'environ 90 % ou plus des sites surveillés pendant la saison balnéaire pour certaines Parties contractantes à la Convention de Barcelone sont classés comme bons ou excellents. Les exceptions sont l'Albanie et la Tunisie qui, avec respectivement 40 % et 10 %, présentent un mauvais état sanitaire des eaux de baignade et de loisirs. Les tendances temporelles ont été calculées par l'AEE (AEE, 2015) et présentent un état stable et une tendance de conservation pour presque tous les pays en ce qui concerne le nombre de sites acceptables lorsque la qualité des eaux de baignade est contrôlée.

Résultats et état, y compris les tendances (détaillé)

Bathing water quality 2015

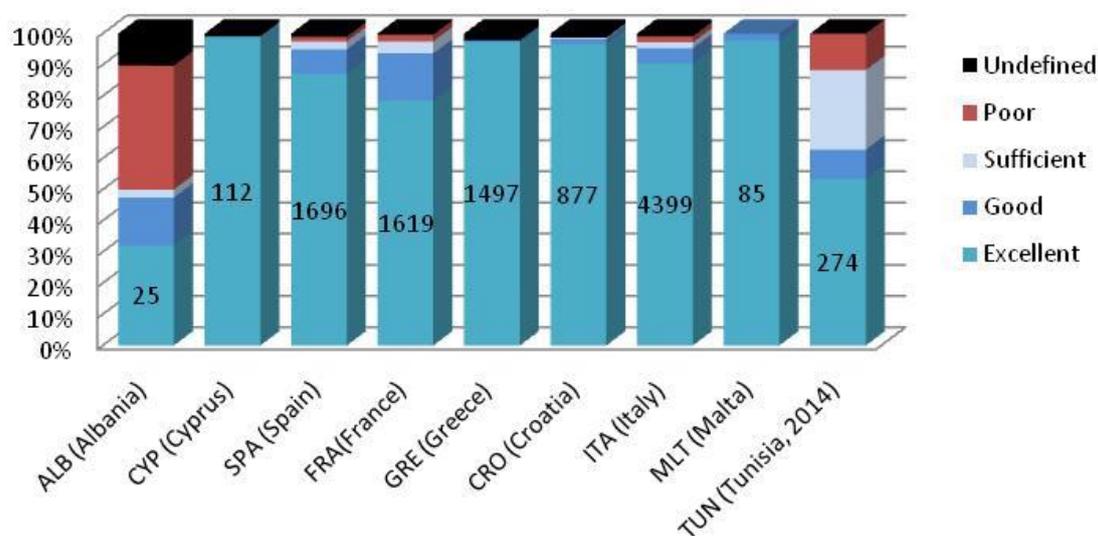


Figure 2 : Pourcentages de l'évaluation de la qualité des eaux de baignade relativement à l'Indicateur commun 21 en 2015 pour certaines Parties contractantes à la Convention de Barcelone. Veuillez noter que les données de la France et de l'Espagne incluent également les sites côtiers de l'Atlantique, en tout état de cause, et environ 100 % des sites sont de qualité bonne ou excellente. (Source : AEE, 2015 et base de données du MED POL pour la Tunisie).

CONCLUSIONS

Conclusions (synthèse)

La mise en œuvre de mesures (par exemple, des stations de traitement d'eaux usées) visant à réduire, entre autres, la pollution fécale des eaux côtières a été une réussite en Méditerranée à travers le Plan d'action de l'ONU pour la Méditerranée. La généralisation de la dépuración des eaux domestiques dans certains pays au cours de la dernière décennie a démontré les avantages de la mise en œuvre du Protocole « tellurique » et des mesures environnementales visant à réduire la pollution, même si certaines améliorations doivent encore être apportées.

Conclusions (détaillées)

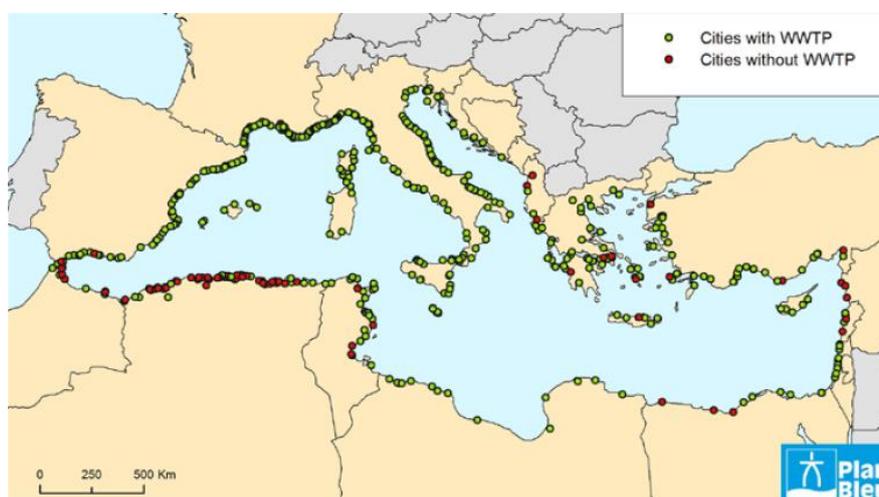


Figure 3 : Traitement d'eaux usées sur les côtes méditerranéennes en 2010 pour prévenir la pollution microbologique des eaux de baignade (source : AEE, 2014, sur la base de la série n° 157 (2004) du rapport technique du PAM ; PNUE/PAM, 2011 et UNEP(DEPI)/MED WG.357/Inf.7).

Messages clés

- La cible initiale du BEE selon l'Indicateur commun 21 serait une tendance croissante des mesures permettant de vérifier que les niveaux d'entérocoques intestinaux respectent les normes établies.

Lacunes en matière de connaissances

La principale lacune et la principale préoccupation concerne l'absence d'ensembles de données récents sur la pollution microbologique en Méditerranée soumis au Secrétariat du PAM et, par conséquent, la capacité de suivre les progrès réalisés dans le cadre de l'Indicateur commun 21.

Liste de références

UNEP/MAP (2013). Decision IG.21/3 - Ecosystems Approach including adopting definitions of Good Environmental Status (GES) and Targets. COP 18, Istanbul, Turkey. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.

UNEP/MAP, 2012. Decision IG.20/9. Criteria and Standards for bathing waters quality in the framework of the implementation of Article 7 of the LBS Protocol. COP17, Paris, 2012.

UNE/MAP MED POL, 2010. Assessment of the state of microbial pollution in the Mediterranean Sea. MAP Technical Reports Series No. 170 (Amended).

WHO, 2003. Guidelines for safe recreational water environments. VOLUME 1: Coastal and fresh waters. WHO Library. ISBN 92 4 154580. World Health Organisation, 2003.

Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC

Mansilha, C.R., Coelho, C., et al., 2009. Bathing waters: New directive, new standards, new quality approach. Mar. Poll. Bull. 58, 1562-1565.

Kay, D., Bartram, J., et al., 2004. Derivation of numerical values for the World Health Organization guidelines for recreational waters. Water Research, 38, 1296-1304.

EEA, 2014. Horizon 2020 Mediterranean Report – Towards shared environmental information systems EEA-UNEP/MAP Joint Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014

EEA, 2015. European bathing water quality in 2015. EEA Report. No 9/2016. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.

Objectif écologique 10 (OE10) : Déchets marins

OE10 : Indicateur commun 22 : Tendances des quantités de déchets ayant échoué et/ou déposés sur le littoral (y compris l'analyse de leur composition, leur répartition spatiale et, si possible, leur origine)

GÉNÉRAL

Rapporteur : PNUE/PAM/MED POL

Échelle géographique de l'évaluation : Régionale, mer Méditerranée

Pays contributeurs : Évaluation de la Méditerranéenne fondée sur des enquêtes régionales et nationales existantes, sur des recherches et des publications et, le cas échéant, sur des données issues des programmes nationaux de surveillance des Parties contractantes.

Thème central de la Stratégie à moyen terme (SMT) 1-Pollution terrestre et marine

Objectif écologique Objectif écologique 10 (OE10) : Les déchets marins et côtiers ne nuisent pas à l'environnement côtier et marin.

Indicateur commun de l'IMAP Indicateur commun 22 (IC22) : Tendances des quantités de déchets ayant échoué et/ou déposés sur le littoral (y compris l'analyse de leur composition, leur répartition spatiale et, si possible, leur origine).

Code de la fiche d'évaluation de l'indicateur EO10CI22

PRINCIPE DE BASE/MÉTHODES

Contexte (résumé)

Une grande partie de ce que nous savons sur la présence de déchets marins (abondance, répartition, source) dans l'environnement marin et côtier provient d'informations collectées sur des déchets marins échoués sur les plages (Ryan et al., 2009). Les déchets marins sur les plages ont beaucoup attiré l'attention et ont fait l'objet de nombreuses enquêtes et campagnes. Cependant, il est difficile de comparer toutes ces études car la majorité de celles-ci utilisent des protocoles d'échantillonnage distincts ainsi que des techniques et des méthodes différentes. Comme dans tous les compartiments marins, le plastique est la matière qu'on retrouve le plus parmi les déchets marins échoués sur les plages. Plusieurs ONG sont très actives dans la lutte contre le problème, en sensibilisant davantage les citoyens à l'environnement et en les impliquant dans des enquêtes, des événements et des opérations liés aux déchets marins. La plupart des informations disponibles sur les déchets marins sur les plages de la mer Méditerranée proviennent d'enquêtes sur les stocks permanents.

La surveillance des déchets marins échoués le long du littoral de la Méditerranée demeure une priorité. Il convient d'accorder une attention particulière à la quantification et à la classification de la pollution par les déchets sur les plages ainsi qu'à la fourniture de données comparables pour soutenir l'évaluation nationale et régionale des déchets marins sur les plages (CCR, 2013). C'est aussi la clé

pour initié et mettre en œuvre des mesures efficaces en matière de politiques et de gestion. Une compréhension approfondie et exhaustive du niveau de menace que représentent les déchets marins pour le biote et les écosystèmes à l'échelle régionale doit s'appuyer sur des ensembles de données fiables, assurables, homogènes et comparables et tous les efforts doivent aller dans ce sens.

Contexte (détaillé)

Même les régions les plus reculées de la Méditerranée sont affectées par les déchets marins. Les conclusions de l'« Évaluation de l'état des déchets marins en Méditerranée » (2009) réalisée par le MED POL du PNUE/PAM en collaboration avec le l'Office méditerranéen d'information pour l'environnement, la culture et le développement durable (MIO-ECSDE), en collaboration avec l'Association hellénique de protection du milieu marin (HELMPEA) et l'organisation environnementale « Clean up Greece » illustrent le fait que bien que des données utiles sur les types et la quantité de déchets marins existent dans la région, elles sont incohérentes et géographiquement limitées essentiellement à certaines parties du nord de la Méditerranée.

Les activités récréatives liées au littoral ont des valeurs économiques considérables (Ghermandi et Nunes, 2013). Il est donc essentiel d'avoir des mers et des plages propres pour attirer les touristes nationaux et étrangers et cela fait partie intégrante du Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP) et des critères d'évaluation connexes du PNUE/PAM ainsi que de la Directive-cadre « stratégie européenne pour le milieu marin » (MSFD) dans lesquels les déchets marins représentent l'un des principaux indicateurs permettant d'évaluer le Bon état écologique(BEE) et l'efficacité des mesures de politiques (Brouwer et al., 2017 ; Galgani et al., 2013). Les déchets marins sur les plages sont considérés comme ayant un coût important pour la société, notamment en ce qui concerne les activités touristiques et récréatives liées au littoral (PNUE, 2009).

La question des déchets marins et des informations se rapportant à leurs quantités et à leurs types en Méditerranée est plutôt compliquée, car dans la plupart des Parties contractantes n'ont pas encore mis en place leurs programmes officiels de surveillance et donc n'ont pas soumis de données sur les déchets marins. Dans ces cas, la situation ne peut être abordée que principalement par les institutions scientifiques et les autorités sous-régionales et locales dans la plupart des pays, d'une part, et par des ONG compétentes, d'autre part. La collecte d'informations est une tâche qui nécessite à la fois des ressources humaines considérables liées directement et indirectement à la question et un mécanisme central sophistiqué de coordination. Les actions entreprises par des ONG dans la région sont des sources relativement fiables et systématiques quant aux quantités et aux types de déchets. Les efforts des ONG sont les plus importants en matière de surveillance et de nettoyage des plages et de la mer et pour fournir des informations sur le volume et les types de déchets existants en Méditerranée. Cependant, le rôle des Parties contractantes est très important et tous les programmes nationaux de surveillance, une fois en place, doivent prendre en compte une approche ou une méthodologie harmonisée appliquée à l'échelle régionale.

De plus, des initiatives d'importance variable sont prises par des ONG, des autorités locales et par d'autres partenaires à l'échelle nationale et locale dans presque tous les pays méditerranéens. Des milliers de bénévoles ont été regroupés dans les pays méditerranéens dans le but non seulement de nettoyer le littoral, les cours d'eau et les lacs dans leurs communautés locales, mais également de sensibiliser les étudiants, les citoyens et les différentes parties prenantes sur les incidences graves des déchets marins et d'inciter les gens à changer et améliorer leur comportement environnemental quotidien.

Des enquêtes sur l'échouage, le nettoyage et des enquêtes régulières en mer sont progressivement organisés dans de nombreux pays méditerranéens afin de fournir des informations sur la répartition spatiale et temporelle. Différentes stratégies basées sur la mesure des quantités ou des flux ont été adoptées à des fins de collecte de données. Cependant, la plupart des enquêtes sont menées par des ONG avec un accent sur le nettoyage. En outre, les petits fragments de moins de 2,5 cm, également appelés méso-débris (par rapport aux macro-débris), sont souvent enfouis et peuvent être ignorés par

les campagnes de nettoyage ou les enquêtes de surveillance. Il est donc difficile d'évaluer les flux d'échouage et une diminution de la quantité des déchets en mer ne servira qu'à ralentir la vitesse d'échouage. Ces flux peuvent comprendre une grande partie des débris trouvés sur les plages et des densités très élevées ont été relevées dans certaines régions.

L'évaluation des quantités de déchets sur les plages reflète l'équilibre à long terme entre les entrées à partir des sources terrestres ou d'échouage et les sorties par exportation, enfouissement, dégradation et nettoyage. L'enregistrement de la vitesse d'accumulation des déchets sur les plages par des enquêtes régulières est actuellement l'approche la plus couramment utilisée pour évaluer les schémas et les cycles d'accumulation à long terme.

L'un des principaux problèmes toujours d'actualité relativement aux déchets sur les plages est dû au fait que chaque initiative est menée avec différentes fiches de données, différentes normes et différentes unités de mesure (les types de déchets sont classés différemment - voire pas du tout ; dans certains cas, les déchets sont évalués en fonction des éléments et dans d'autres cas en fonction du poids, etc.), tandis que certaines informations cruciales sont totalement absentes (longueur du littoral nettoyé, type de littoral, distance entre le littoral et les sources de déchets, etc.) (PNUE/PAM 2015).

Méthodes d'évaluation

L'évaluation actuelle s'est basée sur des évaluations, des publications et des rapports clés récents par le PNUE/PAM, ainsi que sur d'autres projets et initiatives. Le rapport du PNUE/PAM (2015) sur l'Évaluation des déchets marins en Méditerranée a servi de source principale pour cette fiche d'information sur les indicateurs.

Des enquêtes sur l'échouage, le nettoyage et des enquêtes régulières en mer sont progressivement organisés dans de nombreux pays méditerranéens afin de fournir des informations sur la répartition spatiale et temporelle. Différentes stratégies basées sur la mesure des quantités ou des flux ont été adoptées à des fins de collecte de données. Cependant, la plupart des enquêtes sont menées par des ONG avec un accent sur le nettoyage. En outre, les petits fragments de moins de 2,5 cm, également appelés méso-débris (par rapport aux macro-débris), sont souvent enfouis et peuvent être ignorés par les campagnes de nettoyage ou les enquêtes de surveillance. Il est donc difficile d'évaluer les flux d'échouage et une diminution de la quantité des déchets en mer ne servira qu'à ralentir la vitesse d'échouage. Ces flux peuvent comprendre une grande partie des déchets marins trouvés sur les plages et des densités très élevées ont été relevées dans certaines régions.

De plus, des stratégies plus sophistiquées de surveillance des déchets marins sur les plages peuvent également être appliquées, y compris les aspects suivants : sélection des sites d'enquête (étendue de 100 m) et du nombre de sites, fréquence et calendrier des enquêtes, documentation et classification des sites, sélection de l'unité d'échantillonnage et de l'unité de quantification des déchets, collecte et identification des déchets (listes d'échantillonnage, liste maîtresse des éléments), limite de taille et catégories d'éléments et enfin ramassage et rejet de déchets.

Le recrutement et la formation du personnel et des groupes de bénévoles correspondants sont une exigence pour toute évaluation à long terme de déchets marins (PNUE, 2009). Le personnel et les bénévoles doivent avoir un très bon niveau de compréhension du contexte et de l'objectif du programme d'évaluation des déchets marins. L'assurance qualité et le contrôle qualité des données collectées doivent également être assurés, principalement par une méthode cohérente de collecte et de classification des données à l'échelle régionale.

RÉSULTATS

Résultats et état, y compris les tendances (résumé)

Il est actuellement difficile d'évaluer l'impact des déchets marins sur les plages en raison de la disponibilité spatiale des données et des informations en Méditerranée (la plupart des données concernant les rivages du nord) mais également d'un manque de comparabilité entre les données du fait de méthodologies divergentes. Les ONG méditerranéennes ont largement contribué à fournir des données et des informations sur la répartition spatiale et temporelle des déchets marins échoués sur les plages grâce à des opérations de nettoyage de plages et à des enquêtes de surveillance dédiées ; cependant, peu de ces données et informations peuvent être comparées pour avoir une image complète à l'échelle régionale. En outre, les flux et la vitesse d'échouage sont difficiles à évaluer parce que peu de données existent les taux d'accumulation et de chargement.



Figure 1 : Déchets marins échoués le long du littoral

Il existe des informations sur les principaux types de déchets marins sur les plages qui comprennent du plastique, du verre, du papier, du métal, du polystyrène, du tissu, du caoutchouc, des éléments liés à la pêche, des munitions, du bois, des éléments liés au tabagisme, des déchets sanitaires et d'autres éléments non identifiés (Tableau 1). Selon le rapport International Coastal Clean up 2016, les principaux éléments retrouvés dans la mer Méditerranée sont les suivants : mégots de cigarettes, bouteilles en plastique, emballages alimentaires, bouchons en plastique, paillettes/agitateurs, autres sacs en plastique, bouteilles en verre, sacs en plastique, bouchons en métal et couvercles en plastique. Le plastique est le principal type de déchet sur les plages ; il compte pour plus de 80 % des déchets marins enregistrés (PNUE/PAM, 2015). Dans ces types de déchets marins, on trouve plus fréquemment des éléments spécifiques, c'est-à-dire des mégots de cigarettes, des emballages pour aliments, des bouteilles plastiques, des bouchons, des pailles et des agitateurs, des sacs d'épicerie en plastique, des bouteilles en verre, d'autres sacs et boîtes en plastique. La plupart des déchets marins enregistrés proviennent de sources terrestres (y compris les mauvaises pratiques de gestion de déchets, les activités de loisir et de tourisme).

Tableau 1 : Composition/sources de déchets marins en Méditerranée

Source (Publications)	Éléments/Composants (plages, top cinq)	Types de matériaux	Source
IPA Adriatic DeFishGear (2016)	Éléments (top 5) : - Pièces en plastique 2,5 cm > < 50 cm : 19,89 % - Pièces en polystyrène 2,5 cm > < 50 cm : 11,93 % - Bâtons de coton-tige 9,17 % - Bouchons/couvercles de boissons en plastique : 6,67 % Mégots et filtres de cigarettes 6,60 %	Plastique : 91 %	Loisirs et tourisme : 40 % Ménagers (combinés) : 40 % Tourisme côtier : 32,3 % Toilette/sanitaire : 26,2 % Ménagers : 11,2% Collecte de déchets : 6 % Loisirs : 5,6 %
Marine Litter Watch (MLW)/Agence européenne de l'environnement (AEE)	- Autres types : 32 % - mégots de cigarettes 18 % - Pièces en plastique 2,5 > < 50 cm : 11 % - Sacs à provisions (y compris morceaux) 7 % - Bâtons de coton-tige 6 % - Bouchons et couvercles de boissons en plastique : 6 % - Pièces en polystyrène 2,5 > < 50 cm : 6 % - Fragments de verre ou céramique < 2,5 cm 4 % - Ficelle et corde (inférieur à 1 cm) 4 % - Paquets de chips/emballages de bonbons : 3 % Bouteilles de boissons <=0,5 L 3 %	Plastique : 64 % Verre 4 %	
Öko-Institut (2012 ; chiffres provenant principalement du rapport 2009 du PNUE)	- Mégots de cigarettes : 29,1 % - Capsules/couvercles : 6,7 % - Canettes : 6,3 % - Bouteilles de boissons (verre) : 5,5 % - Briquets : 5,2 %	Plages : 37 à 80 % de plastique Déchets flottants : 60 à 83 % de plastique Sur les fonds marins : 36 à 90 % de plastique	Activités de loisirs ou côtières : >50 %, Augmentation pendant la saison touristique
Ocean Conservancy/ ICC 2002-2006			Déchets sur les plages / Activités de loisir : 52 % Activités liées au tabagisme : 40 % activités de navigation : 5 %
JRC IES (2011)		Plage : 83% de plastique/polystyrène	

Les activités du littoral (y compris les mauvaises pratiques de gestion des déchets, le tourisme et les loisirs), ainsi que les activités marines/sur les cours d'eau, les activités liées au tabagisme, l'immersion et l'élimination incorrecte des articles d'hygiène médicale et corporelle figurent parmi les principales sources de déchets marins sur les plages (tableau 1). Le tourisme a une part importante dans la production de déchets sur les plages. Durant la période estivale, la population des régions côtières de la mer Méditerranée double quasiment et cela a un lien direct avec l'augmentation de la production de déchets qui atteint jusqu'à 75 % de la production annuelle dans certaines régions. Dans la même mesure, on a observé une multiplication par deux de la concentration de déchets marins en été. La sensibilisation du public ainsi que l'engagement et la participation des citoyens contribuent efficacement à résoudre le problème des déchets marins le long des rives de la mer Méditerranée.

Résultats et état, y compris les tendances (détaillé)

Des enquêtes sur l'échouage, le nettoyage et des enquêtes régulières en mer sont progressivement organisés dans de nombreux pays méditerranéens afin de fournir des informations sur la répartition spatiale et temporelle. Différentes stratégies basées sur la mesure des quantités ou des flux ont été adoptées à des fins de collecte de données. Cependant, la plupart des enquêtes sont menées par des ONG avec un accent sur le nettoyage. En outre, les petits fragments de moins de 2,5 cm, également appelés méso-débris (par rapport aux macro-débris), sont souvent enfouis et peuvent être ignorés par les campagnes de nettoyage ou les enquêtes de surveillance. Il est donc difficile d'évaluer les flux d'échouage et une diminution de la quantité des déchets en mer ne servira qu'à ralentir la vitesse d'échouage. Ces flux peuvent comprendre une grande partie des déchets trouvés sur les plages et des densités très élevées ont été relevées dans certaines régions.

Basé sur les données fournies par Ocean Conservancy et traitées et analysées par HELMEPA à partir des opérations de nettoyage des plages dans les pays méditerranéens dans le cadre de la campagne International Coastal Cleanup (ICC), les principaux types de déchets trouvés sur les plages de la Méditerranée, sont énumérés au Tableaux 2 et 3 et au tableau 4 ci-dessous.

Tableau 2 : Principaux types de déchets sur les plages en Méditerranée (ICC d'après le PNUE, 2011)

Plastique : sacs, ballons, bouteilles de boissons, capsules/couvercles, emballages pour aliments/conteneurs, porte-cannettes, pailles/agitateurs, toiles/bâches, emballage de tabac et briquets
Verres : bouteilles de boissons, ampoules
Papier et carton de tous types
Métaux : canettes en aluminium, tirettes, bidons d'huile, contenants aérosols, boîtes de conserve, ferraille, appareils électroménagers, pièces automobiles
Polystyrène : tasses/assiettes/couverts, emballage, bouées
Tissu : vêtements, meubles, chaussures
Caoutchouc : gants, bottes/semelles, pneus
Déchets liés à la pêche : filets de pêche ou lignes et autres engins abandonnés ou perdus

Munitions : cartouches de fusil/ouates de cartouches
Bois : bois de construction, caisses et palettes, meubles, fragments de tout ce qui précède
Filtres de cigarettes et bouts de cigares
Déchets sanitaires ou d'égouts : préservatifs, couches, seringues, tampons hygiéniques
Autres : corde, jouets, bandes de cerclage

Tableau 3 : Dix principaux déchets en Méditerranée (International Coastal Clean-up, ICC, 2016). Le total représente le nombre d'éléments collectés sur 91,4 km de plages de 11 pays : (Albanie, Algérie, Bosnie-Herzégovine, Chypre, Croatie, Égypte, Espagne, France, Grèce, Israël, Italie, Liban, Libye, Malte, Maroc, Slovénie et Turquie)

	mégots cigarette	plastique en bouteilles en plastique	es alimentai res	plastique en bouteilles	agitateur en plastique	sacs plastique	bouteilles en verre	en épicerie	de bouteilles en métal	plastique en couverts
Total éléments collectés	68 561	17 652	8 429	16 809	16 061	4 026	2 914	3 908	2 918	6 833
Nombre/1 00 m	73	19	9	18	17	4	3	4	3	7

Tableau 4 : Top quinze déchets de plage pour la mer Méditerranée et leur répartition et fréquence moyenne par 100 m de côte, basé sur la campagne OSPAR (après le CCR 2016)

Description	Nombre moyen/100 m	Répartition
Couverts/plateaux/pailles (total)	131	17 %
Mégots de cigarettes	112	14 %
Bouchons/couvercles (total)	110	14 %
Bouteilles de boissons (total)	91	12 %
Sac (p. ex. shopping)	43	5 %
Bâtons de coton-tige	37	5 %
Sacs	35	4 %
Pièces en plastique/polystyrène 2,5 cm > < 50 cm (total)	30	4 %
Bouteilles	28	4 %
Paquets de chips/bonbon et bâtons de sucette (total)	26	3 %

Récipients alimentaires, y compris de fast-food	15	2 %
Paquets de cigarettes	12	2 %
Briquets	11	1 %
Cannettes de boissons	11	1 %
Autres éléments sanitaires	9	1 %
TOTAL	701	89 %

Les déchets marins les plus courants en Méditerranée sont de loin les filtres de cigarettes (suivis de près par les bouts de cigares), qui constituent une préoccupation pour la région et peuvent se retrouver même dans les zones côtières les plus reculées. Ainsi, 4822 bénévoles ont recueilli 68 561 filtres de cigarettes en 2015, ce qui correspond à près de 14,2 filtres de cigarettes par bénévole, alors que la moyenne correspondante en 2013 était de 19,6 et la moyenne mondiale en 2006 était de seulement de 3,66 filtres de cigarettes par bénévole. Le temps de dégradation pour chaque type de déchet est un facteur important car certains peuvent se dégrader rapidement, de l'ordre de mois ou d'années, ce qui veut dire davantage de préoccupation à avoir. Il est également important de noter qu'au cours de la campagne de la ICC, les petits fragments n'apparaissent pas dans la liste correspondante des déchets marins de plage enregistrés.

Tableau 5 : Composition/sources de déchets marins en Méditerranée

Source (Publications)	Éléments/Composants (plages, top cinq)	Types de matériaux	Source
IPA Adriatic DeFishGear (2016)	Éléments (top 5) : -Pièces en plastique 2,5 cm > < 50 cm : 19,89 % -Pièces en polystyrène 2,5 cm > < 50 cm : 11,93 % - Bâtons de coton-tige 9,17 % - Bouchons/couvercles de boissons en plastique : 6,67 % Mégots et filtres de cigarettes 6,60 %	Plastique : 91 %	Loisirs et tourisme : 40 % Ménagers (combinés) : 40 % Tourisme côtier : 32,3 % Toilette/sanitaire : 26,2 % Ménagers : 11,2 % Collecte de déchets : 6 % Loisirs : 5,6 %
Marine Litter Watch (MLW)/Agence européenne de l'environnement (AEE)	- Autres types : 32 % - mégots de cigarettes 18 % - Pièces en plastique 2,5 > < 50 cm : 11 % - Sacs à provisions (y compris morceaux) 7 % - Bâtons de coton-tige 6 % - Bouchons et couvercles de boissons en plastique : 6 % - Pièces en polystyrène 2,5 > < 50 cm: 6 % - Fragments de verre ou céramique < 2,5 cm 4 % - Ficelle et corde (inférieur à 1 cm) 4 % - Paquets de chips/emballages de bonbons: 3 % - Bouteilles de boissons <=0,5 L 3 %	Plastique : 64 % Verre 4 %	
Öko-Institut (2012 ; chiffres provenant principalement du rapport 2009 du PNUE)	- Mégots de cigarettes : 29,1 % - Capsules/couvercles : 6,7 % - Canettes : 6,3 % - Bouteilles de boissons (verre) : 5,5 % - Briquets : 5,2 %	Plages : 37 à 80 % de plastique Déchets flottants : 60 à 83 % de plastique Sur les fonds marins : 36 à 90 % de plastique	Activités de loisirs ou côtières : >50 %, Augmentation pendant la saison touristique

Ocean Conservancy/ ICC 2002-2006			Déchets sur les plages / Activités de loisir : 52 % Activités liées au tabagisme : 40 % activités de navigation : 5 %
JRC IES (2011)		Plage : 83% de plastique/polystyrène	

Les déchets marins ne peuvent pas toujours être liés à une source spécifique car plusieurs déchets marins peuvent être attribués à plus d'une source, plus d'un moyen de publication, à l'origine géographique, aux voies et au mécanisme de transport (Veiga et al., 2016). Nous classons souvent l'origine des déchets marins dans des sources terrestres et marines. De même, les déchets riverains sont parfois considérés comme terrestres, bien qu'une partie puisse provenir de navires ou de bateaux naviguant sur les cours d'eau. Les sources riveraines possibles sont les suivantes : les déchetteries et décharges publics sur les rives ou directement dans le cour d'eau et les déchets des villes et des ports ; les mauvaises pratiques de gestion des déchets, les décharges sauvages ; la mauvaise élimination ou une perte de produits des activités industrielles et agricoles ; les débris provenant de l'évacuation des eaux usées non traitées, soit par manque d'installations de traitement de déchets, soit par des débordements d'égouts ; et les rejets d'eaux pluviales (González et al., 2016).

Les déchets marins liés au tabagisme représentent 40 % du nombre total de déchets marins observés durant la même période et 53,5 % des dix principaux déchets en 2013. Bien que le nombre de déchets provenant du tabagisme ait diminué de manière significative entre 2004 et 2005, depuis 2005 il est à nouveau en hausse. Leur nombre en Méditerranée est considérablement plus élevé que la moyenne mondiale et constitue un problème sérieux qui doit être traité en priorité dans le cadre de la Stratégie régionale.

De nombreuses études consacrées à des enquêtes sur les plages locales et à des opérations de collecte de déchets fournissent des informations sur les déchets et le tourisme. Pendant l'été, les habitants des villes balnéaires sont parfois deux fois plus nombreux qu'en hiver. Dans certaines zones touristiques, plus de 75% de la production annuelle de déchets sont générés en saison estivale. Selon les statistiques relatives à certaines destinations de vacances en Méditerranée (Bibione-Italie et Kos-Grèce), les touristes produisent en moyenne 10 % à 15 % plus de déchets que les habitants. Sur l'île de Kos par exemple, 70 % du total des déchets produits au cours de l'année le sont durant la saison touristique qui s'étend d'avril à octobre (PNUE 2011).

Malte, où plus de 20 % du Produit intérieur brut est généré par le tourisme, a enregistré une augmentation des emballages (37 % des déchets municipaux solides) en 2004 ; l'île a installé 400 stations appelées « sites de collecte » en 2006 (Rapport sur l'état de l'environnement, Malte, 2005, in PNUE 2011). Malheureusement, aucune nouvelle donnée concernant les résultats de cette initiative n'est encore disponible et le dernier rapport de 2005 montre encore une augmentation de la production de déchets par habitant et par touriste.

Les recherches financées par le gouvernement des Baléares en 2005 (Martinez-Ribes *et al.*, 2007) ont porté sur l'origine et l'abondance des déchets sur les plages des principales destinations touristiques des Îles Baléares, à savoir Majorque, Minorque et Ibiza. Cette étude fondamentale montre des similitudes avec d'autres zones touristiques et est donc très utile en ce qui concerne les sources de déchets fortement liées au tourisme. Les déchets observés en été représentent le double de ceux d'hiver (Figure 1).

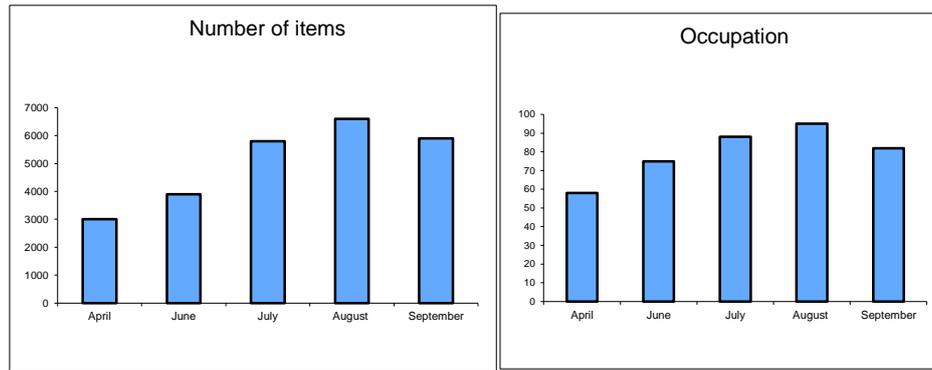


Figure 2 : Variation mensuelle des déchets (A) et du pourcentage d'occupation des hôtels pour la date correspondante (B) dans les Îles Baléares (Source Martinez-Ribes et al., 2007).

Dans un autre exemple, Israël a obtenu de bons résultats avec son programme de lutte contre la pollution « Index Coast Clean », impliquant des municipalités et des ONG dans le nettoyage des plages (Ministère de la protection de l'environnement, 2008). Bien qu'il n'y ait pas de données sur les types et les quantités de pollution par les déchets dans les zones côtières, l'indice publié montre une réduction de 30 % du nombre de plages polluées. Sensibiliser le public avec des dépliants et des compétitions dans des espaces touristiques et publics a soutenu la stratégie et les efforts en cours seront poursuivis sur une base annuelle pour résoudre le problème des déchets sur les rivages d'Israël. De plus, les données provenant d'une expérimentation de suivi sur un échantillon de 52 plages en France (Mer-terre.org) ont confirmé l'importance du tourisme et des activités liées à la pêche comme principales sources de déchets.

Le projet IPA-Adriatic DeFishGear fournit des données précieuses sur les déchets de plage à partir de ses enquêtes sur un an réalisées sur les plages dans les sept pays de la macrorégion Adriatique-ionienne, à savoir l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, la Croatie, l'Italie, la Grèce, le Monténégro et la Slovénie. Plus précisément, 180 transects de plage ont été inspectés dans 31 endroits, couvrant 32 200 m² et s'étendant sur 18 km de littoral. La majorité des déchets marins étaient des matériaux polymères artificiels représentant 91,1 % de l'ensemble des déchets de plage. Les sources riveraines - y compris les mauvaises pratiques de gestion des déchets, le tourisme et les activités récréatives - représentaient 33,4 % du nombre total de déchets collectés sur les plages. En examinant les sources marines de déchets (pêche et aquaculture, transport), elles variaient de 1,54 % à 14,84 % entre les pays, avec une moyenne de 6,30 % à l'échelle régionale pour les déchets de plage.

L'évaluation des quantités de déchets sur les plages reflète l'équilibre à long terme entre les entrées à partir des sources terrestres ou d'échouage et les sorties par exportation, enfouissement, dégradation et nettoyage. L'enregistrement de la vitesse d'accumulation des déchets sur les plages par des enquêtes régulières est actuellement l'approche la plus couramment utilisée pour évaluer les schémas et les cycles d'accumulation à long terme. La plupart des études réalisées à ce jour ont démontré des densités de l'ordre de 1 élément/m², mais montrent une forte variabilité de la densité de déchets en fonction de l'utilisation ou des caractéristiques de chaque plage (PNUE/PAM, 2015). Le plastique représente une proportion élevée des déchets trouvés sur les plages dans de nombreuses régions, mais dans certaines zones, certains types particuliers de plastique sont majoritaires, selon le type (polystyrène, etc.) ou l'utilité (engins de pêche). D'après la campagne ICC (Tableau 6), les mégots de cigarettes, les sacs plastiques, les équipements de pêche et les emballages de produits alimentaires et de boissons sont les éléments les plus fréquents, représentant plus de 80 % des déchets échoués sur les plages.

Tableau 6 : Dix principaux éléments par pays (International Coastal Clean-up, ICC 2016) exprimés en nombre d'éléments/100 m de plage

PAYS	Nombre d'éléments par 100 m									
	Mégots de cigarettes	Bouteilles de boissons en	Emballages alimentaires	Pouchons de bouteilles en	Pailles/agitateurs	Autres sacs plastiques	Bouteilles de boissons en verre	Sacs d'épicerie en plastique	Bouchons de bouteilles en	Couvercles en plastique
Albanie	535	39	55	26	35	27	5	25	8	1
Chypre	30	7	8	3	4	1	1	3	2	2
Égypte	1	1	1	4		1	1	1		
France	34	3	3	2	1	3	1	4	1	1
Grèce	71	16	5	15	14	2	2	4	3	10
Italie ¹							5			
Malte		2					1			
Maroc	7	13	1	23	5	7	10	5	13	3
Slovénie	63	2	5	6	2	6	0	1	1	
Espagne	83	21	20	36	39	9	5	6	5	7
Turquie	613	811	14				137	12		

Les données de *Clean up Greece* concernant la période de 2004 à 2008 ont toutefois indiqué l'importance du plastique et du papier abandonnés et transportés par le vent sur les plages des îles. Sur les plages isolées, d'autres déchets visibles et de plus grandes tailles (métal, caoutchouc, verre et textile) ont augmenté en raison de l'immersion illégale. L'abondance, la nature et les sources possibles de déchets sur 32 plages des Baléares (mer Méditerranée) ont été étudiées en 2005 (Figure 2). L'abondance moyenne estivale dans les Baléares a atteint environ 36 éléments par mètre linéaire, avec un poids correspondant de 32 ± 25 g par m^{-1} , ce qui est comparable aux résultats d'autres études menées en Méditerranée. De fortes similitudes entre les îles et une évolution saisonnière statistiquement significative de la composition et de l'abondance des déchets ont été démontrées. En été (haute saison touristique), la contamination par les déchets représentait le double de celle notée en basse saison et a montré une nature hétérogène associée à l'utilisation des plages. Encore une fois, les mégots de cigarettes étaient l'élément le plus abondant, représentant jusqu'à 46% des objets observés durant la haute saison touristique. En revanche, le plastique lié à l'hygiène corporelle ou aux éléments médicaux était prédominant en hiver (67 %). Pour les deux saisons, les caractéristiques des déchets indiquaient une forte relation avec les sources terrestres locales. Alors que les usagers de plage étaient la principale source de déchets en été, les déchets observés durant la basse saison touristique était principalement attribuable aux systèmes de drainage et de rejet.

¹ La participation de l'Italie à la campagne ICC s'est limitée à seulement 16 bénévoles dans une très petite partie du littoral, de sorte que les données présentées au tableau 6 ne sont pas représentatives de la situation en Italie.

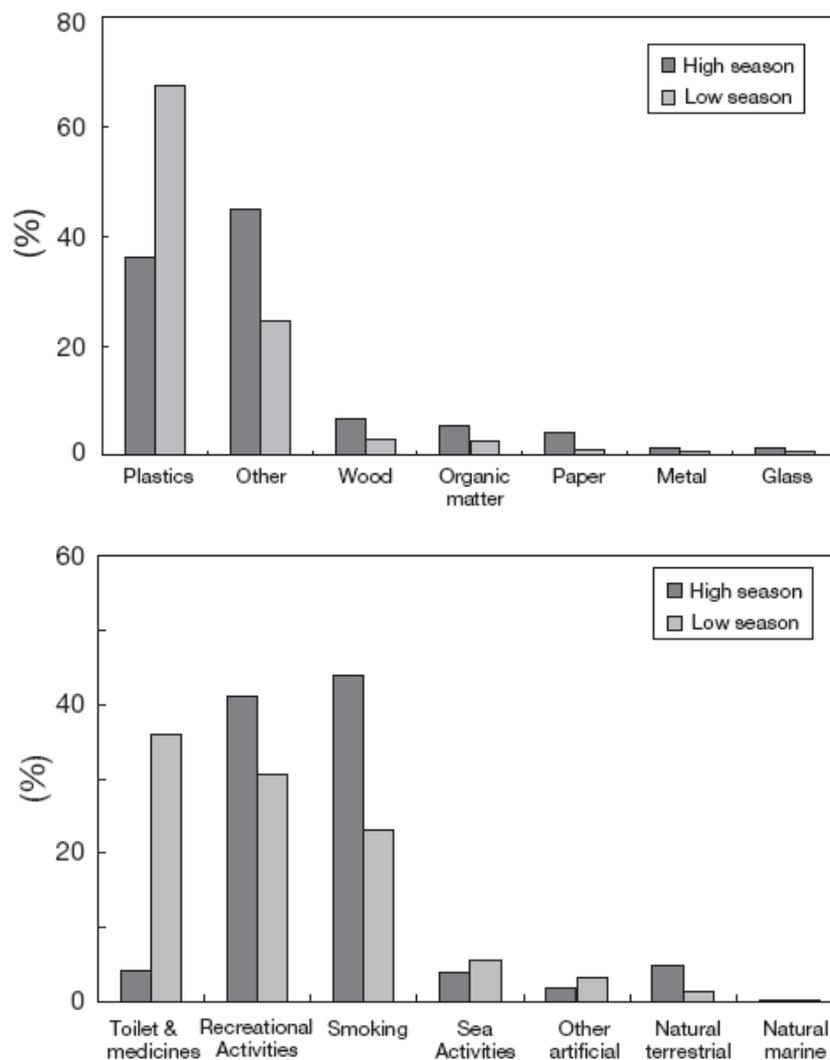


Figure 3 : Composition des déchets (A) et source estimée (B) des déchets collectés en basse et en haute saisons touristiques aux Îles Baléares (source Martinez-ribes et al., 2007)

CONCLUSIONS

Conclusions (synthèse)

La connaissance des quantités de déchets marins échoués sur des plages peut nous aider à évaluer les préjudices potentiels pour l'environnement et à accroître nos connaissances des sources (CCR/JRC, 2013), car il existe actuellement des données limitées et une grande variabilité spatiale sur les quantités et la composition des déchets marins reflétant les différentes caractéristiques des rives le long de la Méditerranée.

Les études existantes indiquent cependant que les principaux types de déchets sur les plages sont d'origine terrestre et qu'ils proviennent de mauvaises pratiques de gestion de déchets, d'activités de loisir et de tourisme, d'articles ménagers et d'activités liées au tabagisme (Tableau 4). En outre, il est difficile de tirer des conclusions sur l'augmentation ou la diminution générale des déchets marins en Méditerranée (PNUE/PAM, 2015). Les évaluations de la composition des déchets sur les plages de différentes régions de la Méditerranée montrent que les matériaux en polymère synthétique (bouteilles, sacs, bouchons/couvercles, filets de pêche et petits morceaux de plastique et de polystyrène non identifiables) représentent la plus grande proportion de la pollution générale par les déchets.

Conclusions (détaillées)

La quantité de déchets provenant d'activités de loisir et de tourisme augmente considérablement pendant et après la saison touristique. Les déchets liés au tabagisme semblent également être en général un problème important en Méditerranée, comme l'indiquent de nombreuses enquêtes (PNUE 2009). Selon l'analyse des données collectées, les activités côtières et récréatives étaient chaque année la principale source de déchets marins au cours de la dernière décennie avant d'être supplantées par les déchets liés au tabagisme (PNUE, 2011). En outre, l'industrie de la pêche est d'une importance significative (PNUE 2013), ainsi que le transport maritime, en particulier au large des côtes africaines.

Les études de cas nationales peuvent fournir des informations plus détaillées sur les contraintes locales et les facteurs réels qui ont une influence sur la répartition des déchets. De plus, les données nationales provenant des programmes nationaux de surveillance des déchets marins amélioreront énormément l'image des déchets marins de plage. Il est cependant important de noter que les groupes de bénévoles devraient être informés de l'utilité de soumettre les données de recherche standardisées à des fins statistiques. Les opérations de nettoyage menées par des ONG sont généralement organisées pour sensibiliser et pas tant pour la collecte de données, alors que les programmes de nettoyage devraient accroître les connaissances du public quant à l'information d'ordre scientifique et au partage de cette information.

Les résultats sur les déchets marins de plage en Méditerranée sont quelques fois limités. Comme il a déjà été indiqué pour le moment, les Parties contractantes ne soumettent pas de données officielles sur les déchets marins au Secrétariat en raison de l'absence de programmes nationaux de surveillance. En outre, les éléments de plus petite taille ne sont pas inclus dans la plupart des cas sur la liste des éléments issus de campagne de nettoyage et, par conséquent, ces résultats ne sont pas du tout représentatifs de la présence de fragments plus petits, à savoir les micro-déchets le long des plages de la Méditerranée.

Cependant, on dispose d'observations intéressantes de la prolifération de déchets marins plus légers en Méditerranée (plastique, aluminium et déchets liés au tabagisme), par opposition à des articles plus lourds provenant de l'utilisation courante (bouteilles, canettes, voir Figure 3) ou d'activités d'immersion de déchets (appareils électroménagers, matériaux de construction, pneus, etc.). Cela pourrait être lié à l'efficacité de l'action préventive (collecte plus facile, recyclage, adoption et/ou mise en œuvre d'une législation plus stricte concernant les activités d'immersion de déchets, etc.) pour les plus gros objets et à la difficulté de gérer les entrées de déchets provenant de sources telles que le grand public.

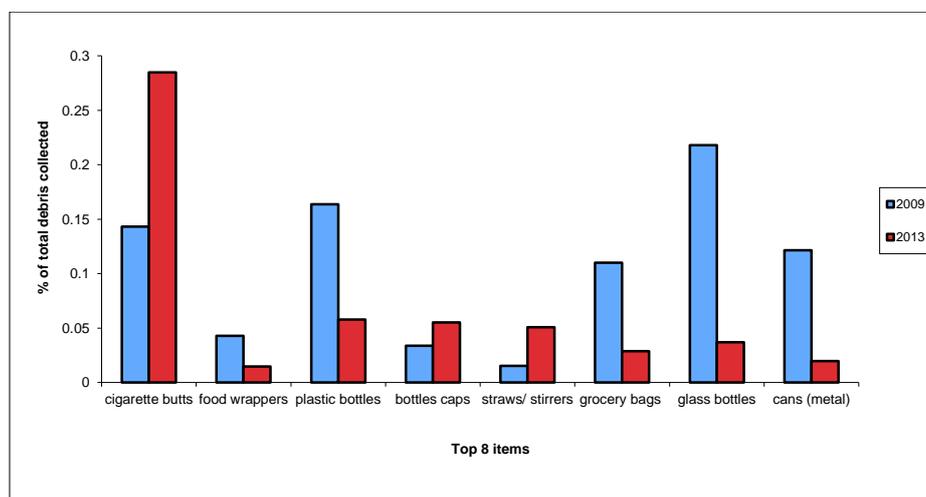


Figure 4 : Évolution des pourcentages des 8 principaux déchets observés en Méditerranée entre 2009 et 2013. D'après les données d'Ocean Coastal Cleanup à partir des 303 522 éléments et 110 698

éléments collectés en 2009 et 2013 respectivement, sur les plages de Grèce, de Turquie, d'Égypte et d'Espagne (source : <http://www.oceanconservancy.org/>).

La conscience environnementale est également observée lorsque ce grand public, conscient de l'impact de son action, n'utilise plus comme sites d'élimination de déchets lourds les plages aussi allègrement que par le passé. L'élimination de ces éléments plus lourds, combinée à la nature persistante du plastique et d'autres déchets marins légers pouvant encore être trouvés en grand nombre en Méditerranée, a conduit à l'évolution de la nature des déchets marins observés dans la région.

Messages clés

Il existe des informations concernant les déchets marins sur les plages, mais l'image est encore fragmentée et est géographiquement limitée à la partie nord de la Méditerranée. Le plastique est le composant principal des déchets avec les mégots de cigarettes ; les emballages d'aliments et le plastique sont les principaux déchets marins. Les sources terrestres prédominent, mais elles doivent être précisées. Le tourisme a une influence directe sur la production de déchets marins sur les plages. Il est urgent d'élaborer et de mettre en œuvre le protocole du Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP) pour l'indicateur commun 22 et de soumettre les données correspondantes au Secrétariat à l'échelle nationale.

Lacunes en matière de connaissances

Les informations sur la répartition, les quantités et l'identification des sources de déchets marins sur les plages doivent être améliorées. Pour le moment, les informations et les données pour la Méditerranée sont incohérentes. À cet égard, les stratégies de surveillance devraient être encouragées à l'échelle régionale sur la base de méthodes harmonisées de suivi et d'évaluation. Il convient de mettre en œuvre une cartographie des littoraux et des côtes à l'échelle du bassin où s'accumulent les déchets marins. Les flux d'accumulation et d'échouage doivent être évalués avec des informations sur les charges correspondantes et le lien avec des sources spécifiques. Il faudrait intensifier les efforts dans le sens d'une implication des citoyens en les informant de certains aspects et effets des déchets marins trouvés sur les plages et en faisant en sorte qu'ils se sentent responsables (consommation responsable et meilleur comportement face aux déchets). Une campagne harmonisée de nettoyage des plages organisée à l'échelle du bassin devrait être organisée sur la base d'un protocole scientifique qui permettra la collecte d'informations scientifiques pertinentes.

Liste de références

Références incluses dans le rapport PNUE/PAM (2015). Évaluation des déchets marins en Méditerranée 2015 PNUE/Plan d'action pour la Méditerranée. ISBN : 978-92-807-3564-2.

- Arcadis (2014) Marine litter study to support the establishment of an initial headline reduction target- SFRA0025? European commission / DG ENV, project number BE0113.000668, 127 pages.
- Galgani, F., Hanke, G., Werner, S., De Vrees, L. (2013). Marine litter within the European marine strategy framework directive. ICES J. Mar. Sci. 70 (6): 1055-1064.
- Interwies E., Görlitz S., Stöfen A., Cools J., Van Breusegem W., Werner S., L. de Vrees (2013) Issue Paper to the "International Conference on Prevention and Management of Marine Litter in European Seas", Final Version, 16th May 2013 (<http://www.marine-litter-conference-berlin.info/downloads.php>), 111 pages.
- JRC (2013). Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas.
- Martinez-Ribes L., Basterretxea G., Palmer M., J.Tintore (2007). Origin and abundance of beach debris in the Balearic Islands. Sci. Mar. 71: 305-314.
- Ocean conservancy /International Coastal Cleanup (ICC, 2014), (<http://www.oceanconservancy.org/>)
- Oko institut (G.Mehlhart & M. Blepp, 2012) Study on Land sourced Litter in the Marine Environment. Review of sources and literature Olko Institut report <http://www.kunststoffverpackungen.de/show.php?ID=5262>), 128 pages
- UNEP (2009), Marine Litter A Global Challenge, Nairobi: UNEP. 232 pp.
- UNEP (2011) Assessment of the status of marine Litter in the Mediterranean Sea. UNEP(DEPI)/MED WG.357/Inf.4 12 April 2011, 55 pages
- UNEP (2013) Regional Plan on Marine litter Management in the Mediterranean in the Framework of Article 15 of the Land Based Sources Protocol (Decision IG.21/7). 18th Meeting of the Contracting Parties of the Barcelona Convention.

Autres références

Brouwer R., Hadzhiyska D., Ioakeimidis C., Ouderdorp H. (2017). The social costs for marine litter along the European coasts. Ocean & Coastal Management 138: 38-49.

Ghermandi, A., Nunes, P.A.L.D. (2013). A global map of coastal recreation values: results from a spatially explicit meta-analysis. Ecol. Econ. 86: 1-15.

González, D., Hanke, G., Tweehuysen, G., Bellert, B., Holzhauer, M., Palatinus, A., Hohenblum, P., and Oosterbaan, L. 2016. Riverine Litter Monitoring - Options and Recommendations. MSFD GES TG Marine Litter Thematic Report; JRC Technical Report; EUR 28307; doi:10.2788/461233

JRC, 2016. Marine beach litter in Europe – Top Items. A short summary. JRC Technical Reports, JRC 103929.

Ryan P.G., Moore C.J., van Franeker J.A., Moloney C.L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Phil. Trans. R. Soc. B 364, 1999–2012 ([doi:10.1098/rstb.2008.0207](https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0207)).

Veiga, J.M., Fleet, D., Kinsey, S., Nilsson, P., Vlachogianni, T., Werner, S., Galgani, F., Thompson, R.C., Dagevos, J., Gago, J., Sobral, P. and Cronin, R.; 2016; Identifying Sources of Marine Litter. MSFD GES TG Marine Litter Thematic Report; JRC Technical Report; EUR 28309; doi:10.2788/018068

Vlachogianni, Th., Zeri, Ch., Ronchi, F., Fortibuoni, T., Anastasopoulou, A., 2017. Marine Litter Assessment in the Adriatic and Ionian Seas. IPA-Adriatic DeFishGear Project, MIO-ECSDE, HCMR and ISPRA. pp. 180 (ISBN: 978-960-6793-25-7)

Objectif écologique 10 (OE10) : Déchets marins

OE10 : Indicateur commun 23 : Tendances des quantités de déchets dans la colonne d'eau, y compris les microplastiques, et sur les fonds marins

GÉNÉRAL

Rapporteur :	PNUE/PAM/MED POL
Échelle géographique de l'évaluation :	Mer Méditerranée
Pays contributeurs :	Évaluation de la Méditerranéenne fondée sur des enquêtes régionales et nationales existantes, sur des recherches et des publications et, le cas échéant, sur des données issues des programmes nationaux de surveillance des Parties contractantes.
Thème central de la Stratégie à moyen terme (SMT) :	1-Pollution terrestre et marine
Objectif écologique	Objectif écologique 10 (OE10) : Les déchets marins et côtiers n'ont pas d'impact négatif sur l'environnement côtier et marin
Indicateur commun de l'IMAP	Indicateur commun 23 (IC23) : Tendances des quantités de déchets dans la colonne d'eau, y compris les microplastiques, et sur les fonds marins
Code de la fiche d'évaluation de l'indicateur	EO10CI23

PRINCIPE DE BASE/MÉTHODES

Contexte (résumé)

Le milieu marin est directement lié à la vie humaine. De nos jours, les déchets marins sont répandus dans l'environnement, depuis les eaux peu profondes jusqu'aux profondes plaines abyssales, ce qui constitue l'une des principales menaces pour le milieu marin.

La mer Méditerranée a été décrite comme l'une des zones les plus touchées par les déchets marins dans le monde. Les activités humaines produisent des quantités considérables de déchets qui sont en augmentation, même si elles varient d'un pays à l'autre. Par ailleurs, certaines des plus grandes quantités de déchets solides municipaux produits par an et par personne sont générées en mer Méditerranée (208-760 kg/an, <http://www.atlas.d-waste.com/>). Le plastique, qui est le principal composant des déchets marins, est à présent omniprésent et peut représenter jusqu'à 90 % des déchets sur les fonds marins.

Les enquêtes menées à ce jour dans la Méditerranée montrent une variabilité spatiale considérable. Les taux d'accumulation des déchets varient considérablement en Méditerranée et sont soumis à des facteurs tels que la présence de grandes villes, l'utilisation du rivage, l'hydrographie et les activités maritimes. Les déchets marins sont encore plus abondants dans les zones fermées, qui ont des densités de déchets marins reposant sur le fond marin parmi les plus élevées au monde, atteignant parfois plus de 100 000 éléments/km² (Galgani et al., 2000). En outre, les densités estimées d'éléments en plastique trouvés à la surface de la mer Méditerranée semblent être du même ordre que celles du

plastique dans les cinq gyres subtropicaux. À ce jour, le sort de ces déchets est toujours discutable et l'identification des zones d'accumulation permanente des déchets représente un défi majeur.

Les densités de plastique sur les fonds marins profonds n'ont pas évolué au fil des ans (1994 - 2009) dans le golfe du Lion, mais inversement l'abondance de déchets marins en eaux profondes a augmenté au fil des ans en Méditerranée centrale (Koutsodendris et al., 2008, Ioakeimidis et al., 2014).

Contexte (en détail)

La quantité totale de déchets dans les océans a été évaluée à un nombre situé entre 4,8 et 12,7 millions de tonnes, uniquement pour le plastique (Jambeck et al., 2015). En outre, le fond de la mer profonde est probablement le dernier puits mondial pour les déchets marins principalement composés de plastique.

La mer Méditerranée a été décrite comme l'une des zones les plus touchées par les déchets marins dans le monde. La répartition géographique des déchets marins et du plastique en particulier est fortement influencée par l'hydrodynamique, la géomorphologie et les facteurs humains. La géomorphologie méditerranéenne est très particulière sans vastes plateaux et avec des environnements de haute mer qui peuvent être influencés par la présence de canyons côtiers. Le plateau continental est une zone d'accumulation prouvée, mais il regroupe souvent de plus petites concentrations de déchets marins que les canyons, les déchets étant transportés au large par les courants associés à des vents de terre et des panaches fluviaux.

La plupart des déchets sont composés de matériaux à haute densité et par conséquent ils coulent. Même les polymères synthétiques à faible densité tels que le polyéthylène et le polypropylène peuvent couler sous le poids d'encrassement ou d'additifs. L'encrassement des déchets par une grande variété de bactéries, d'algues, d'animaux et de sédiments accumulés à grain fin, augmente leur poids et les entraîne vers le fond marin. En Méditerranée, le plastique qui est la principale composante des déchets marins est omniprésent dans le milieu marin et peut représenter jusqu'à 90% des déchets marins enregistrés. Les activités humaines produisent des quantités considérables de déchets qui sont en augmentation, même si elles varient d'un pays à l'autre. Certaines des plus grandes quantités de déchets solides municipaux produits par an et par personne sont générées en mer Méditerranée (208-760 kg/an, <http://www.atlas.d-waste.com/>).

Les grandes réussites en matière de politiques ont été élargies à l'échelle régionale en Méditerranée. Le PNUE/Plan d'action pour la Méditerranée a adopté le Cadre stratégique pour la gestion des déchets marins en 2012 (Décision IG.20/10 - 17^{ème} Réunion des Parties contractantes de la Convention de Barcelone). Par la suite, le Plan régional de gestion des déchets marins en Méditerranée dans le cadre de l'article 15 du Protocole sur les sources terrestres a été adopté en 2013 (Décision IG.21/7 - 18^{ème} Réunion des Parties contractantes de la Convention de Barcelone) ainsi qu'une décision (IG.22/10) en 2016 visant à soutenir la mise en œuvre du Plan régional sur les déchets marins, y compris les Lignes directrices « Pêche aux déchets », un rapport d'évaluation, les valeurs de référence et les objectifs de réduction (19^{ème} Réunion des Parties contractantes de la Convention de Barcelone). En plus du Programme intégré de surveillance et d'évaluation de la côte de la mer Méditerranée et des critères d'évaluation connexes adoptés en 2016 (Décision IG.22/7 - 19^{ème} Réunion des Parties contractantes de la Convention de Barcelone), deux indicateurs communs et un indicateur candidat sur les déchets marins ainsi qu'un document d'orientation intégrée de surveillance et d'évaluation ont été adoptés (PNUE(DEPI)/MED IG.22/Inf7 - 19^{ème} Réunion des Parties contractantes de la Convention de Barcelone).

Les déchets flottants comprennent la fraction mobile de déchets dans le milieu marin, car ils sont moins denses que l'eau de mer. Cependant, la flottabilité et la densité des matières plastiques peuvent changer pendant leur séjour dans la mer en raison de l'altération et de l'encrassement biologique (Barnes et al., 2009). Les polymères sont les composants principaux des déchets marins flottants, pouvant atteindre jusqu'à 100 % de ces déchets. Bien que les polymères synthétiques soient résistants

aux processus de dégradation biologique ou chimique, ils peuvent se dégrader physiquement en plus petits fragments et donc se transformer en microdéchets de moins de 5 mm.

La mer Méditerranée est souvent désignée comme l'un des endroits présentant la plus forte concentration de déchets au monde. Pour les déchets flottants, on trouve des niveaux très élevés de pollution due au plastique, mais les densités sont généralement comparables à celles rapportées dans de nombreuses régions côtières du monde (PNUE/PAM, 2015). Un modèle de circulation de 30 ans utilisant divers scénarios d'entrée a montré que les déchets flottants s'accumulent dans des tourbillons océaniques et dans les mers fermées, comme la Méditerranée, où 7 à 8 % de l'ensemble des débris sont susceptibles de s'accumuler (Lebreton et al., 2012).

Plusieurs études ont été menées sur l'abondance des déchets marins en Méditerranée. L'abondance de fragments microplastiques flottants a été étudiée en Méditerranée par Kornilios et al., 1998 ; Collignon et al., 2012 ; Fossi et al., 2012 ; Collignon et al., 2014 ; De Lucia et al., 2014 ; Pedrotti et al., 2014 ; Cozar et al., 2015 ; Panti et al., 2015 ; Fossi et al., 2016 ; Ruiz-Orejón 2016 et Suaria et al., 2016. Peu d'études ont été publiées sur l'abondance de macro et de méga-déchets flottants dans les eaux méditerranéennes (Aliani et al., 2003 ; PNUE, 2009 ; Topigu et al., 2010 ; Gerigny et al., 2011 ; Suaria et Aliani, 2015). Des informations sont également disponibles sur l'abondance de déchets sur le fond de la Méditerranée (Galil et al., 1995 ; Galgani et al, 1996, 2000 ; Ioakeimidis et al., 2014 ; Pham et al., 2014 ; Ramirez-Llodra et al., 2013).

Les déchets flottants peuvent être transportés par les courants jusqu'à ce qu'ils coulent, soient déposés sur le rivage ou se dégradent au fil du temps. Les déchets qui atteignent les fonds marins peuvent avoir déjà été transportés sur une longue distance, ne coulant que lorsqu'ils sont lestés par l'emmêlement et l'encrassement. Il en résulte une accumulation de déchets sur des fonds marins spécifiques en écho à des sources locales et à des conditions océanographiques (Galgeri et al., 2000 ; Keller et al, 2010 ; Watters et al., 2010 ; Ramirez-L lodra et al., 2013 ; Pham et al., 2013). De plus, les déchets sur les fonds marins tendent à être piégés dans des zones de faible circulation. Une fois sur le fond marin, les déchets s'y posent et peuvent même être partiellement enfouis dans des zones à taux de sédimentation très élevé (Ye et Andrady, 1991).

Des données sur les déchets sur les fonds marins sont disponibles grâce à plusieurs études consacrées à l'abondance des déchets sur les fonds de la Méditerranée (Galil et al., 1995 ; Galgani et al., 1996, 2000 ; Ioakeimidis et al., 2014 ; Pham et al., 2014 ; Ramirez-Llodra et al., 2013,), mais l'information est encore fragmentée et géographiquement limitée à la partie nord de la Méditerranée. Les déchets qui atteignent les fonds marins peuvent avoir déjà été transportés sur une longue distance, ne coulant que lorsqu'ils sont lestés par l'emmêlement et l'encrassement. Il en résulte une accumulation de déchets sur des fonds marins spécifiques en écho à des sources locales et à des conditions océanographiques (Galgeri et al., 2000 ; Keller et al, 2010 ; Watters et al., 2010 ; Ramirez-L lodra et al., 2013 ; Pham et al., 2013). De plus, les déchets sur les fonds marins tendent à être piégés dans des zones de faible circulation comme les golfes fermés ou semi-fermés. Une fois sur le fond marin, les déchets s'y posent et peuvent même être partiellement enfouis dans des zones à taux de sédimentation très élevé (Ye et Andrady, 1991).

On croyait que les déchets marins et le plastique en particulier restaient dans le milieu marin pendant des décennies voire des siècles avant de refaire surface (Gregory et Andrady, 2003), vraisemblablement bien plus longtemps lorsqu'ils sont en mer profonde (Barnes, 2009). Des études récentes (Ioakeimidis et al., 2016) ont cependant révélé que la dégradation du plastique dans le milieu marin peut se produire beaucoup plus rapidement que prévu. Les études menées à ce jour montrent une grande variabilité spatiale de l'abondance des déchets marins. Les taux d'accumulation des déchets varient considérablement en Méditerranée et sont soumis à des facteurs tels que la présence de grandes villes, l'utilisation du rivage, l'hydrographie et les activités maritimes. Ils sont plus élevés dans les mers fermées comme le bassin méditerranéen, qui compte parmi les zones ayant les plus fortes densités de déchets marins sur le fond de la mer, atteignant parfois plus de 100 000 élément/km² (Galgani et al., 2000). Les densités de plastique sur les fonds marins profonds n'ont pas évolué entre 1994 et 2009 dans le golfe du Lion (Galgani et al., 2011). Inversement, on a observé une augmentation

de l'abondance de débris dans les eaux profondes au fil des ans (Koutsodendris et al., 2008 ; Ioakeimidis et al., 2014).

En Méditerranée, les rapports émanant de la Grèce (Koutsodendris et al., 2008 ; Ioakeimidis et al., 2014) classent les sources terrestres (jusqu'à 69 % des déchets) et les sources liées à des navires (jusqu'à 26 %) comme les deux sources prédominantes de déchets. En outre, les déchets présentent une flottabilité variable et par conséquent un potentiel de dispersion variable.

Méthodes d'évaluation

L'évaluation actuelle s'est basée sur des évaluations, des publications et des rapports clés récents par le PNUE/PAM, ainsi que sur d'autres projets et initiatives. Le rapport du PNUE/PAM (2015) sur l'Évaluation des déchets marins en Méditerranée a servi de source principale pour cette fiche d'information sur les indicateurs.

Pour le moment, il n'y a pas de rapports du PNUE/PAM sur les déchets marins flottants et sur ceux sur les fonds marins et l'évaluation est basée sur les données et les informations fournies par des rapports et des publications scientifiques.

Plusieurs approches, protocoles et unités (éléments/km, éléments/km², kg/km², kg/h) ont été utilisés. Cependant, l'expression de l'abondance de déchets marins à la surface de la mer ou sur les fonds marins en éléments par surface est (m², km², ha²) couplée à des informations sur le poids semble être l'approche la plus appropriée. De nos jours, l'harmonisation de toutes les méthodologies d'échantillonnage figure parmi les principales priorités de l'agenda des déchets marins.

A. Déchets marins flottants

L'évaluation visuelle des particules flottantes de macrodéchets utilise des navires de recherche, des enquêtes sur des mammifères marins, des transporteurs maritimes commerciaux et des observations dédiées aux déchets (PNUE/PAM 2015). On a également utilisé des relevés aériens pour les éléments plus grands. Pour les particules flottantes de microdéchets, le système de filet chalut Manta-vert à l'échantillonnage des couches superficielles des mers. Le filet qu'il tire est en maille mince (normalement avec un maillage de 333 µm) et le chalut entier est remorqué par un navire. Ensuite, des travaux en laboratoire sont nécessaires pour analyser les échantillons collectés.

B. Déchets sur les fonds marins

La plupart des données et des informations sur les déchets sur les fonds marins proviennent de stratégies générales de recherches sur les déchets sur les fonds marins qui sont souvent analogues à celles utilisées pour évaluer l'abondance et le type d'espèces benthiques. Plusieurs approches sont appliquées pour évaluer l'abondance et la répartition des déchets sur les fonds marins : i) enquêtes visuelles par plongée sous-marine en eaux peu profondes ; ii) échantillonnage opportuniste à l'aide de chaluts-loutres ; et iii) outils d'observation (véhicules télé opérés - ROV, etc.).

Les approches les plus courantes pour évaluer les répartitions de déchets sur les fonds marins s'appuient sur un échantillonnage opportuniste. Ce type d'échantillonnage est habituellement couplé à des relevés réguliers de pêche et à des programmes sur la biodiversité, puisque les méthodes de détermination de la répartition de déchets sur les fonds marins (par ex. chalutage, plongée, vidéo) sont analogues à celles utilisées pour les évaluations benthiques et de biodiversité.

Les programmes de surveillance des stocks de poissons démersaux entrepris dans le cadre du Suivi international au chalut de fond en Méditerranée (MEDITS) fonctionnent à grande échelle régionale et fournissent des données au moyen d'un protocole harmonisé qui peut soutenir de façon cohérente la surveillance des déchets à l'échelle régionale de manière régulière et conformément aux exigences de l'Approche écosystémique (EcAp).

L'utilisation d'outils d'observation, à savoir des véhicules télé opérés (ROV) et des véhicules sous-marins peut s'avérer être une approche possible pour les milieux marins profonds. (Galgani et al. 1996; Pham et al., 2014). Ces méthodes nécessitent malheureusement des moyens considérables, mais elles sont d'une grande utilité pour les zones inaccessibles par d'autres moyens. L'utilisation d'outils d'observation a permis aux scientifiques d'évaluer les déchets marins bien au-delà des zones de pêche couramment utilisées (fonds sablonneux) et du plateau continental et d'étendre l'évaluation des déchets marins dans les milieux bathyaux et abyssaux, atteignant des profondeurs pouvant aller jusqu'à 4 km.

RÉSULTATS

Résultats et état, y compris les tendances (résumé)

A. Déchets marins flottants

L'abondance des macro et des méga débris flottants dans les eaux méditerranéennes a été signalée et les densités de déchets mesurant plus de 2 cm varient de 0 à plus de 600 éléments par kilomètre carré (Aliani et al., 2003 ; PNUE, 2009 ; Topcu et al., 2010, Gerigny et al., 2011 ; Suaria and Aliani, 2015) (Figures 1 et 2). Le plastique est prédominant parmi les micro- et les macro-déchets marins flottants.

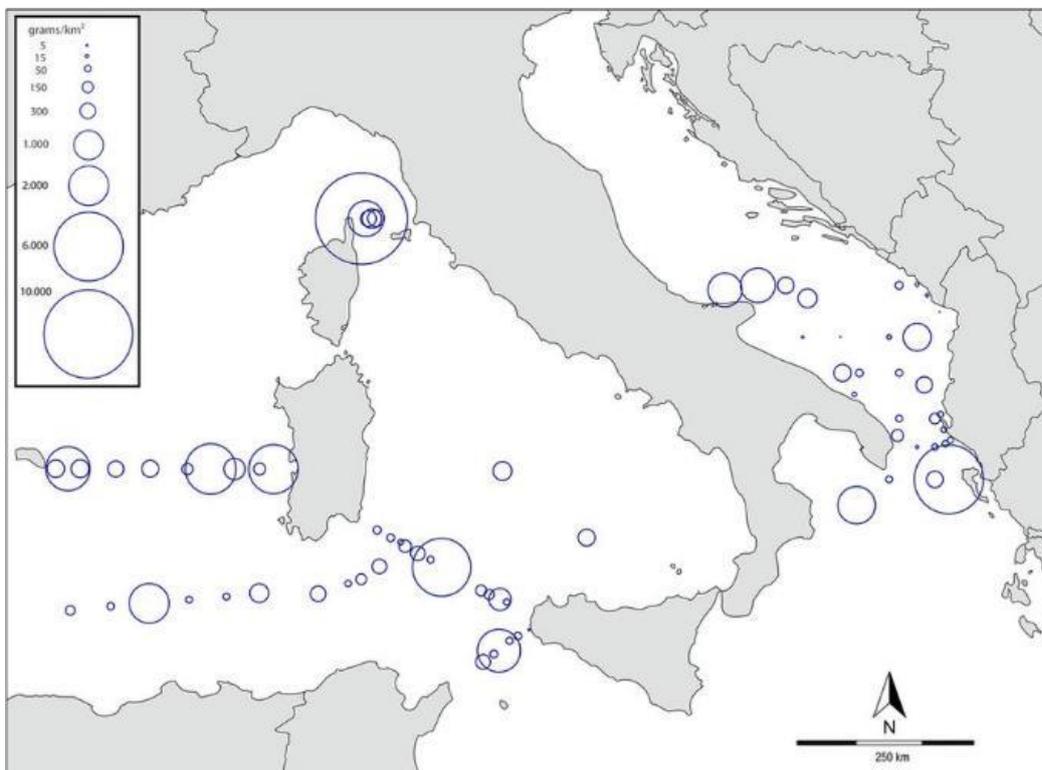


Figure 1 : Carte du centre-ouest de la Méditerranée montrant la répartition des densités de plastique exprimée en grammes de plastique par km² (d'après Suaria et al., 2016).

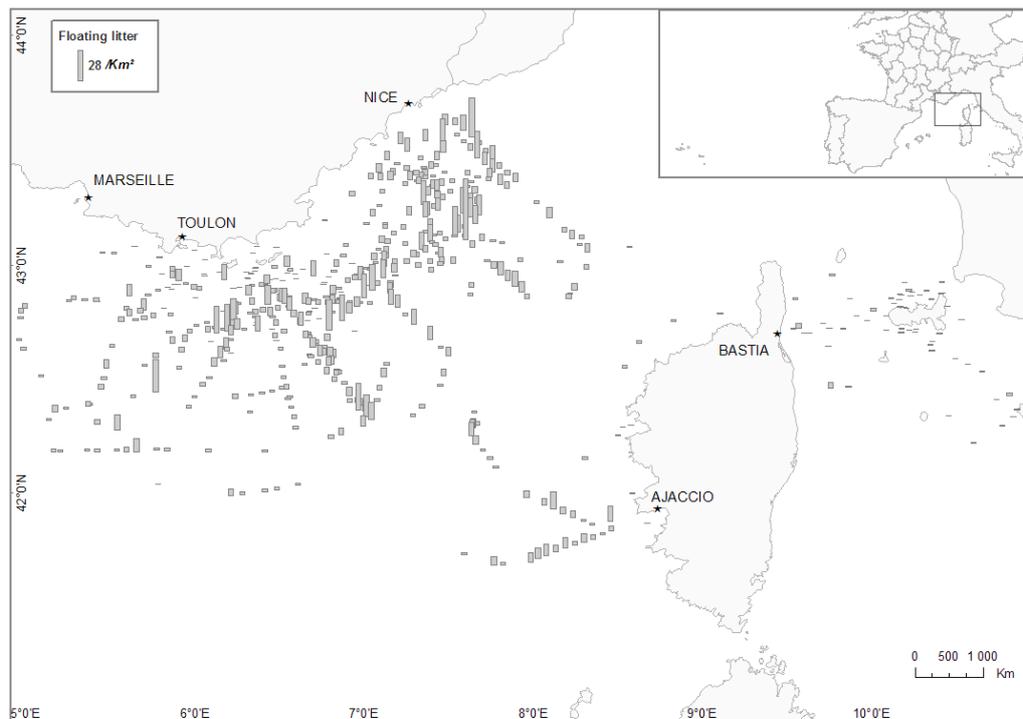


Figure 2 : Répartition des déchets flottants en Méditerranée nord-occidentale (2006-2008) (observations visuelles). Carte EXREMER / SHOM utilisant des données du projet Ecocean/ParticipeFutur pour l'évaluation initiale de la MSFD (Gerigny et al., 2011).

B. Déchets sur les fonds marins

Le rapport 2015 du PNUE/PAM sur l'Évaluation des déchets marins indique qu'environ 0,5 milliard de déchets se trouvent actuellement sur le fond de la Méditerranée. De plus, il existe une grande variabilité de l'abondance des déchets sur le fond marin allant de 0 à plus de 7 700 éléments par km² selon la zone d'étude. Le plastique est la principale composante des déchets marins. Il est répandu sur le plateau continental méditerranéen et représente entre 80 % et 90 % des déchets marins enregistrés.

Nous n'avons pas encore d'image claire sur l'abondance (nombre et masse) des déchets marins sur le fond méditerranéen, depuis les eaux peu profondes jusqu'à la profonde plaine abyssale (Figure 3). L'information est limitée et fragmentée car il n'existe que quelques études sur les déchets marins sur le fond méditerranéen. En outre, la répartition géographique des déchets marins est fortement influencée par l'hydrodynamique, la géomorphologie et les facteurs humains. De plus, la plupart de ces études sont géographiquement limitées à la partie nord de la Méditerranée.

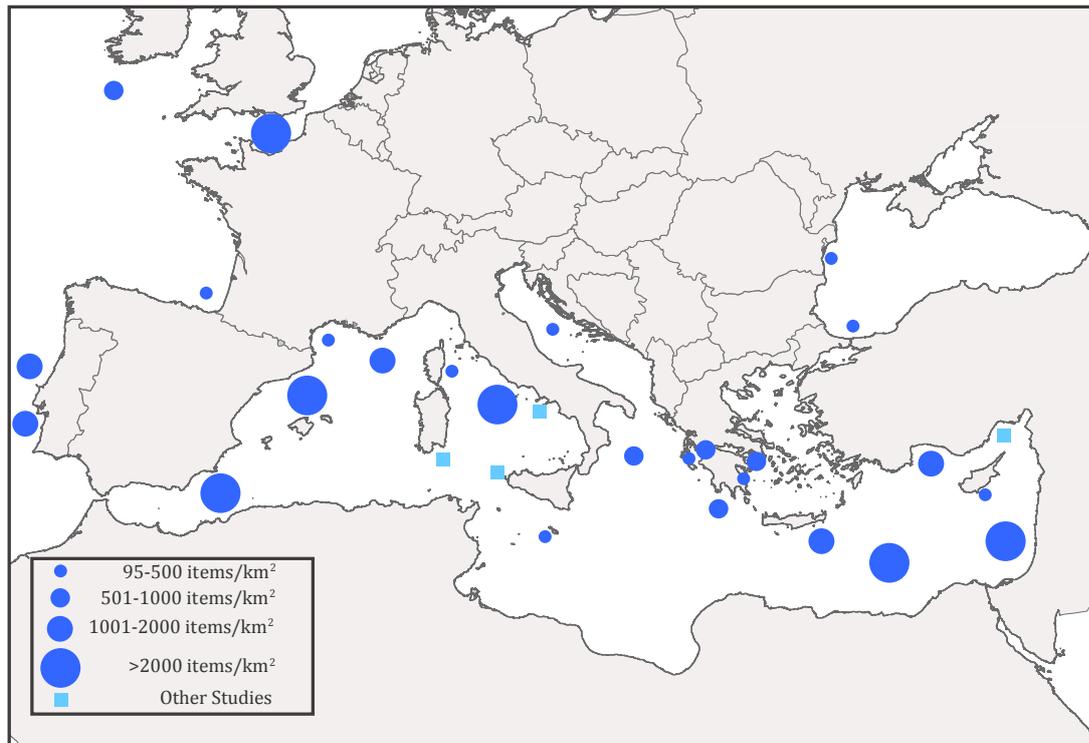


Figure 3 : Répartition des déchets marins sur le fond de la Méditerranée et d'autres mers européennes (Ioakeimdis, 2015).

La plupart des études utilisent des méthodes traditionnelles d'évaluation des stocks de poissons, à savoir les chalutiers, mais récemment de nouvelles techniques coûteuses et plus sophistiquées ont également été utilisées. Par ailleurs, on en sait peu sur l'existence et l'importance des zones d'accumulation correspondantes en Méditerranée.

Résultats et état, y compris les tendances (détaillé)

A. Déchets marins flottants

L'abondance des macro et des méga débris flottants dans les eaux méditerranéennes a été signalée et les densités de déchets mesurant plus de 2 cm varient de 0 à plus de 600 éléments par kilomètre carré (Aliani et al., 2003 ; PNUE, 2009 ; Topcu et al., 2010 ; Gerigny et al., 2011 ; Suaria and Aliani, 2015).

En mer des Ligures, des données ont été collectées par observation visuelle à partir de navires en 1997 et 2000. En 1997, une densité de 15 à 25 éléments/km² a été observée, baissant à 1,5 à 3 éléments/km² en 2000 (Aliani et al., 2003). Au cours de l'évaluation régionale menée par le projet IPA-Adriatic DeFishGear (Vlachogianni et al., 2017), la densité moyenne de macro-déchets flottants dans les eaux côtières de l'Adriatique était de 332 ± 749 éléments/km² et dans les eaux Adriatique-ioniennes 4 ± 3 éléments/km². Dans les eaux de l'Adriatique, les abondances moyennes les plus élevées ont été enregistrées dans les eaux côtières de Hvar Aquatorium (côte croate) (576 ± 650 éléments/km², 393 éléments/km² en moyenne), suivi du golfe de Venise (475 ± 1203 éléments/km², 154 éléments/km² en moyenne) et les régions de Cesenatico (324 ± 492 éléments/km², 210 éléments/km² en moyenne). De plus, au cours des enquêtes réalisées par des observateurs sur des ferries dans les mêmes zones, les macro-déchets flottants étaient deux fois plus plus abondants dans l'Adriatique ($5,03 \pm 3,86$ éléments/km²) par rapport à la mer Ionienne ($2,94 \pm 2,54$ éléments/km²). Les éléments en plastique étaient les plus nombreux (côte : 91,4 % ; Adriatique-ioniennes : 91,6 %) de l'ensemble des éléments), suivis du papier (Côte 7,5 % ; Adriatique-ioniennes : 5.1 %) et des éléments en bois (Côte : 2,1 % ;

Adriatique-ionienne : 1,4 %) Les catégories les plus abondantes étaient les sacs (Côte : 26,5 % ; Adriatique-ionienne : 20,4 %), pièces en plastique (Côte : 20,3 % ; Adriatique-ionienne : 21,5%), feuilles (Côte : 13,3 % ; Adriatique-ionienne : 12,5 %), boîtes de conserves de poisson en polystyrène (Côte : 11,4 % ; Adriatique-ionienne : 12,5 %), couvercles/emballages (Côte : 8,1%) autres éléments en plastique (Côte : 6,0 % ; Adriatique-ionienne : 2,9 %), pièces en polystyrène (Côte : 3,9 % ; Adriatique-ionienne : 3,6 %), et bouteilles (Côte : 1,3% ; Adriatique-ionienne : 7,7%)

Les déchets flottants ont également été quantifiés pendant des croisières d'observation des mammifères marins dans le bassin nord-ouest de la Méditerranée, dans une zone au large de 100 km x 200 km entre Marseille et Nice et dans le canal de Corse. On a noté une densité maximale de 55 éléments/km², avec une variabilité spatiale nettement perceptible liée à la circulation résiduelle et à une veine de courant liguro-provençal qui entraîne les déchets vers l'Ouest (Gerigny et al., 2012 et Figure 4).

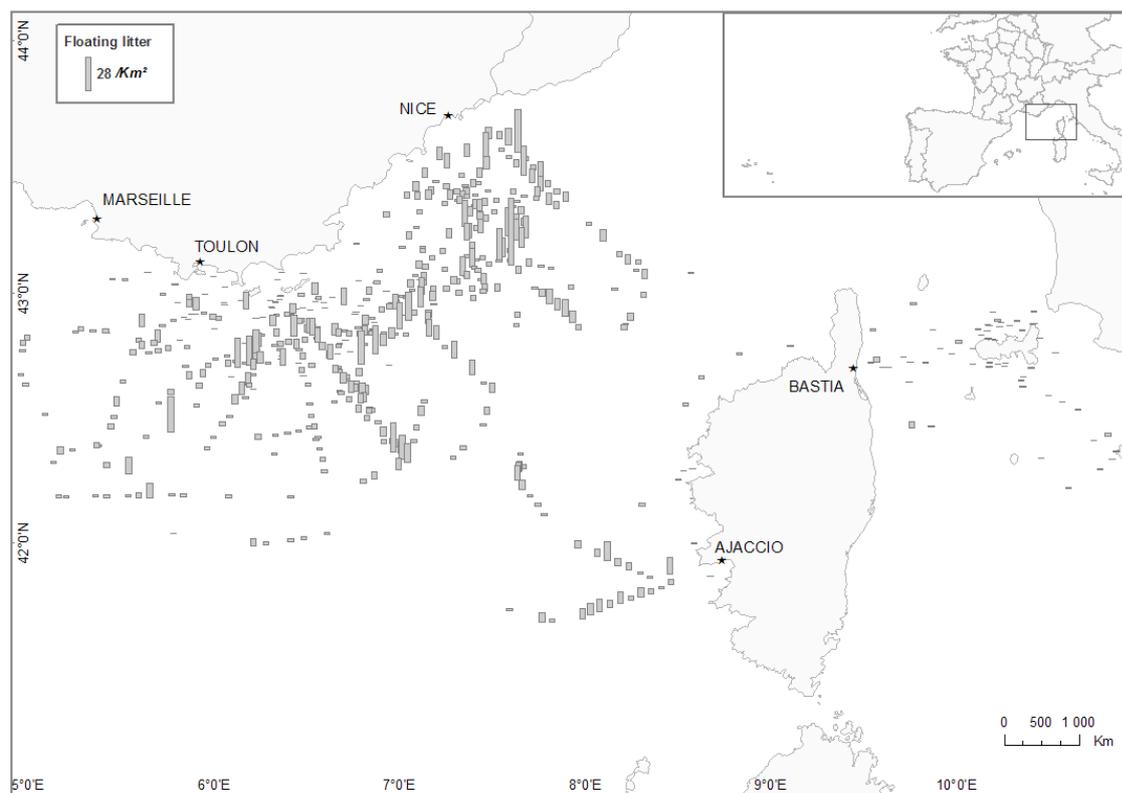


Figure 4 : Répartition des déchets flottants en Méditerranée nord-occidentale (2006-2008) (observations visuelles). Carte EXREMÉR / SHOM utilisant des données du projet Ecocean/ParticipeFutur pour l'évaluation initiale de la MSFD (Gerigny et al., 2011).

Une enquête subséquente réalisée en Méditerranée orientale (Topcu et al., 2010) a signalé des densités de moins de 2,5 déchets/km². Plus récemment, les résultats de Suaria et Aliani (2014) étaient consacrés à la première enquête à grande échelle sur les déchets anthropiques (> 2 cm) dans la partie centrale et occidentale de la mer Méditerranée (Figure 5). Sur toute la zone d'étude, les densités variaient de 0 à 194,6 éléments/km², avec une abondance moyenne de 24,9 km². Les densités de débris les plus élevées (> 52 items/km²) ont été relevés dans l'Adriatique et dans le bassin algérien, alors que les densités les plus faibles (<6.3 items/km²) ont été observées dans la mer Tyrrhénienne centrale et dans la mer de Sicile. Toutes les autres régions présentaient des densités moyennes allant de 10,9 à 30,7 éléments/km².

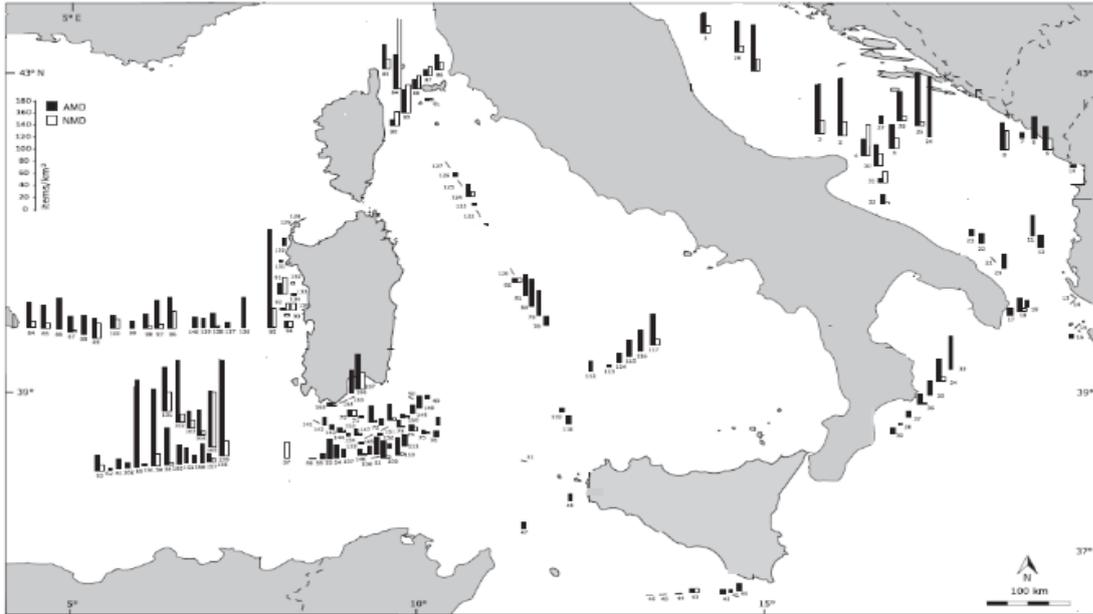


Figure 5 : Densité de déchets marins (éléments/km²) anthropiques (barres noires) et naturels (barres blanches) dans les bassins ioniques de ouest, adriatique et nord de la Méditerranée (De Suaria et Aliani, 2014)

Suaria et al. (2016) avec la présentation des résultats (Figure 6) sur la répartition de fragments la densité du plastique dans la Méditerranée centrale fournissent également un tableau de comparaison détaillé (Tableau 1) sur les concentrations de microplastiques flottants sur la base des études disponibles réalisées en Méditerranée.

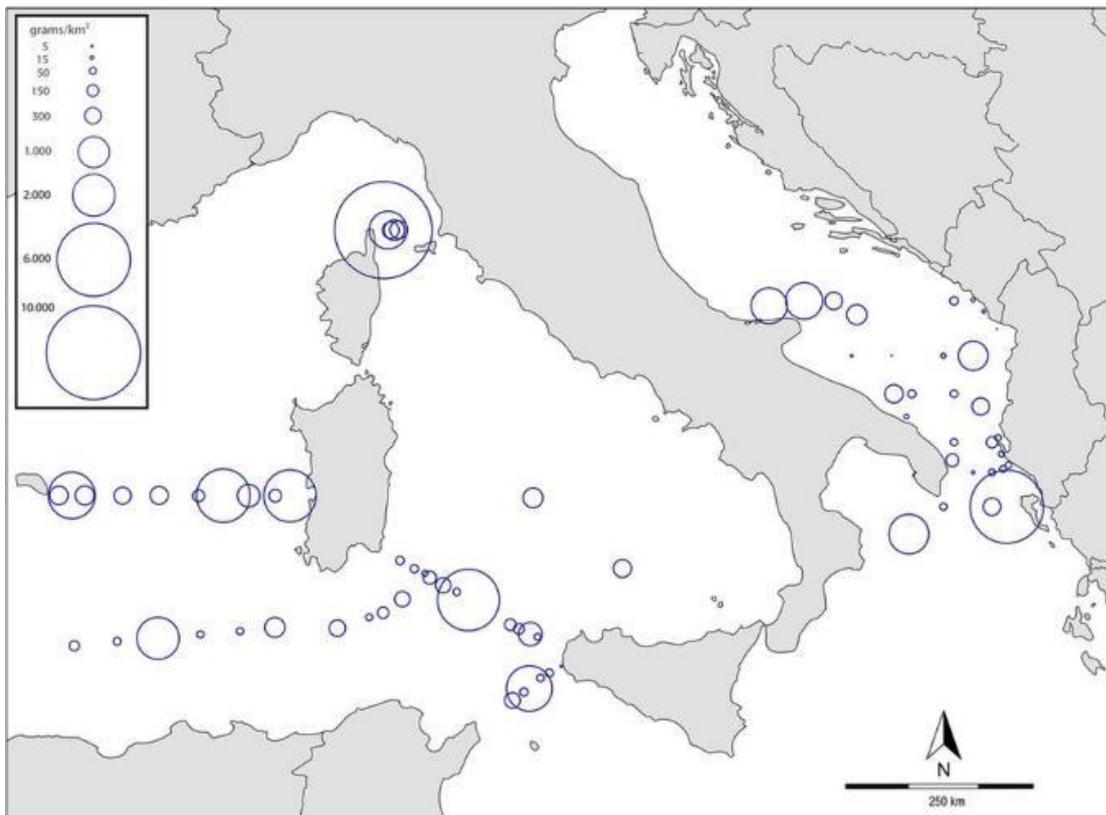


Figure 6 : Carte du centre-ouest de la Méditerranée montrant la répartition des densités de plastique exprimée en grammes de plastique par km² (d'après Suaria et al., 2016).

Tableau 1 : Concentrations de microplastiques flottants en Méditerranée.

Zone d'étude	Année	Maillage net	Échantillons	Abondance moyenne	Référence
Mer crétoise	1997	500 µm	25	119 ± 250 g/km ²	Kornilios et al., 1998
Med. Nord occ.	2010	333 µm	40	0,116 élément/m ² 2020 g/km ²	Collignon et al., 2012
Mer des Ligures/ Mer de Sardaigne	2011	200 µm	23	0,31 ± 1,0 élément/m ²	Fossi et al., 2012
Baie de Calvi (Corse)	2011 - 2012	200 µm	38	0,062 élément/m ²	Collignon et al., 2014
Med. occ.	2011 - 2012	333 µm	41	0,135 élément/m ² 187 g/km ²	Faure et al., 2015
Sardaigne occ.	2012 - 2013	500 µm	30	0,15 élément/m ³	de Lucia et al., 2014
Mer des Ligures	2013	333 µm	35	0,103 élément/m ²	Pedrotti et al., 2014
Sardaigne nord occ.	2012 - 2013	200 µm	27	0,17 ± 0,32 élément/m ³	Panti et al, 2015
Mer des Ligures	2011 - 2013	200 µm	70	0,31 ± 1,17 élément/m ³	Fossi et al., 2016
Méd.	2013	200 µm	39	0,243 élément/m ² 423 g/km ²	Cózar et al., 2015
Centre-ouest de la Méd.	2011 - 2013	333 µm	71	0,147 élément/m ² 579,3 g/km ²	Ruiz-Orejón et al., 2016
Méd occ./ Adriatique	2013	200 µm	74	0,40 ± 0,74 élément/m ² 1,00 ± 1,84 élément/m ³ 671,91 ± 1 544,16 g/km ²	Suaria et al., 2016

Des données peuvent également être obtenues auprès d'ONG. HELMEPA, une organisation grecque d'acteurs maritimes, a invité ses membres qui gèrent des navires se déplaçant ou transitant par la Méditerranée à mettre en œuvre un programme de surveillance et d'enregistrement des déchets flottant à la surface de la mer. Entre février et avril 2008, ce sont 14 rapports contenant des informations sur les observations de déchets dans divers secteurs de la Méditerranée qui ont été reçus par les navires membres d'HELMEPA. Au total, les observations réalisées sur un total de 1 051,8 miles nautiques (1 947,93 km) en Méditerranée ont permis de relever 500,8 kg de déchets marins.

La distance totale parcourue pour l'observation de déchets marins par les navires membres d'HELMEPA (1 051,8 miles nautiques, soit 1 947,93 kilomètres) correspond à une surface

d'observation d'environ 172,8 km². La largeur de la bande d'observation dépendait des conditions météorologiques, de l'état de la mer, de la position de l'observateur, de l'utilisation de jumelles, du franc-bord et du volume des déchets marins, etc. ; elle variait généralement de 22 à 150 mètres. Les observations ont été effectuées principalement en Méditerranée orientale (mer Egée, mer de Libye et bassin levantin), en mer d'Alboran entre l'Espagne et le Maroc et en mer Adriatique. En tout, 366 déchets marins ont été recensés, ce qui correspond à une concentration d'un élément par 3 miles nautiques (5,55 km) ou 2,1 éléments par km². La concentration de déchets marins variait de 0,08 à 71 éléments/mile nautique, des concentrations relativement plus élevées de déchets marins ont été observées le long des routes à proximité des zones côtières, alors que dans certains cas de longues observations (plus de 120 miles nautiques, soit 222,24 km) on n'observait aucun déchet marin. Les déchets en plastique représentaient environ 83,0 % des déchets marins observés, tandis que toutes les autres grandes catégories représentaient environ 17 %, comme le montre le graphique ci-dessous. En extrapolant le poids, on estimait la quantité moyenne de déchets marins à 230,8 kg/km², les poids variant de 0,002 à 2,627.0 kg/km². Les éléments relativement lourds, tels que les fûts en acier, les palettes en bois et les caisses observés à la surface de la mer, représentaient la plus grande quantité de déchets marins sur certaines routes. Rapportée à la longueur d'observation, la quantité moyenne était de 0,47 kg/mile nautique.

B. Déchets sur les fonds marins

Pas plus de 15 études (figure 7) consacrées à la Méditerranée s'intéressent à l'évaluation et à l'accumulation de déchets marins sur le fond marin à l'aide du chalut à aubes, avec la taille correspondante de trace de chalut allant de 10 mm à 15 000 mm. Jusqu'à présent, dans la Méditerranée occidentale, le golfe du Lion (1993-94 : 633 à 1 935 éléments/km² ; 1996 : 3 900 éléments/km² ; 1996-97 : 143 éléments/km²), la côte catalane (2009 : 7 003±6 010 éléments/km² ; 2007-2010 : entre 0,02 et 3 264,6 kg/km²) et la côte de Murcie (4 424 ± 3 743 éléments/km²) ont été étudiés (Galgani et al., 1995 ; Galgani et al., 1996 ; Galgani et al., 2000 ; Sanchez et al., 2013 ; Ramirez-Llodra et al., 2013). Dans la Méditerranée centrale, il existe des données sur les déchets sur le fond marin pour les zones de la mer Ionienne orientale (2 300 éléments/km²), la Corse (1993-94 : 633 à 1 935 éléments/km² ; 1998 : 229 éléments/km²), la mer Adriatique (1998 : 378 éléments/km² ; 2011-2012 : 47,9±23,4-170,6±35,8 kg/km²) mer Tyrrhénienne (2009 : 5 950 éléments/km²) (Galgani et al., 1995 ; Galgani et al., 2000 ; Sanchez et al., 2013 ; Misfud et al., 2013 ; Strafella et al., 2015). La Méditerranée orientale est la moins étudiée des trois compartiments (ouest, centre et est). Galil et al. (1995) ont évalué 200 à 8 500 éléments/km² dans plusieurs zones de la Méditerranée orientale. Tandis que des études plus ciblées ont été menées dans le golfe du Saronikos (2013-2014 : 1 211±594 éléments/km²) golfe de Patras (1997-1998 : 240 éléments/km² ; 2000-2003 : 313 éléments/km² ; 2013-2014 : 641±579 éléments/km²), golfe des Echinades (1997-1998 : 89±240 éléments/km² ; 2000-2003 : 313 éléments/km² ; 2013-2014 : 416 ± 379 éléments/km²), les golfes de Corinthe et le golfe de Lakonikos (165 éléments/km²), les baies d'Antalya (115-2 762 éléments/km²) et de Mersin (0,01-5,85 kg/h) (Galil et al., 1995, Stefanos et al., 1999 ; Koutsodendris et al., 2008 ; Guven et al., 2013, Eryasar et al., 2014).

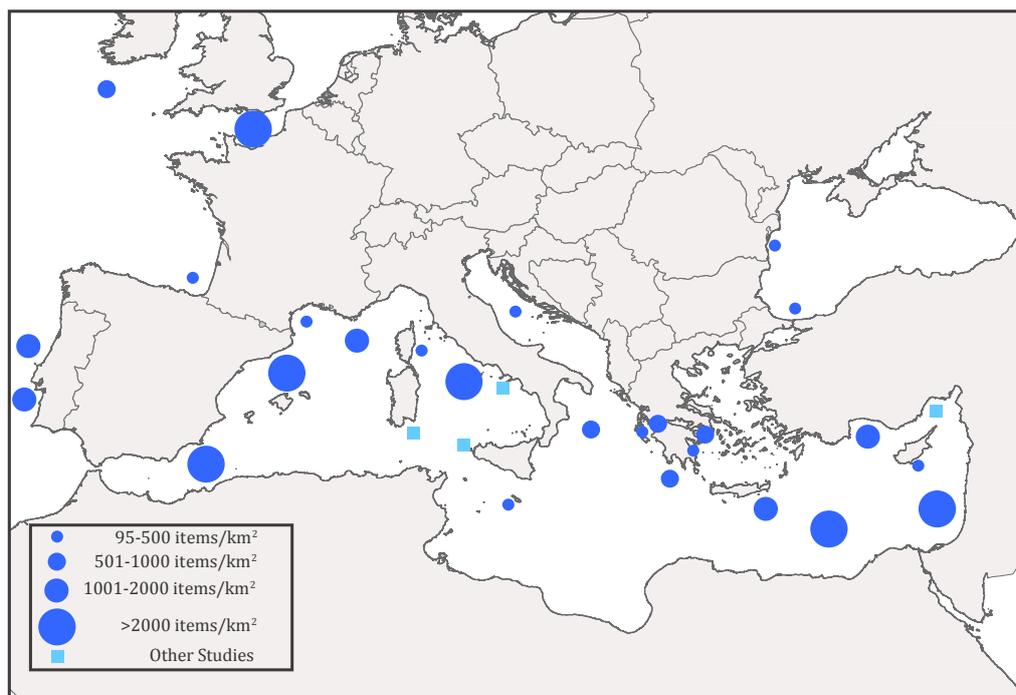


Figure 7 : Répartition des déchets marins sur le fond de la Méditerranée et d’autres mers européennes (Ioakeimdis, 2015).

Les dénombrements effectués lors de 7 enquêtes sur 295 échantillons collectés en Méditerranée et en mer Noire (2 500 000 km², worldatlas.com) relèvent une densité moyenne de 179 éléments plastiques/km² pour tous les compartiments, y compris les plateaux, les pentes, les canyons et les plaines marines profondes, ce qui est conforme aux données de chalutage sur 3 sites décrits par Pham et al., 2014. Sur la base de ces données, nous pouvons supposer qu’environ 0,5 milliard de déchets se trouvent actuellement sur le fond de la mer Méditerranée (PNUE/PAM, 2015).

Dans les mers Adriatique et dans la mer Ionienne, à l’intérieur de 121 transects (chalutages) inspectés dans le cadre du projet IPA-Adriatic DeFishGear, 510 ± 517 éléments/km² ont été enregistrés de manière agrégée à l’échelle régionale, avec un poids moyen par chalut de 65 ± 322 kg/km². Sur les 11 endroits, la plus grande densité de déchets a été trouvée au nord du Corfou (Grèce), la densité moyenne étant de $1\,099 \pm 589$ éléments/km², suivi de la zone Sud du golfe de Venise de occidental avec $1\,023 \pm 616$ éléments/km². Pour ce qui est du poids, la plus grande quantité de déchets a été trouvée dans la zone sud du golfe de Venise (densité moyenne 339 ± 910 kg/km²) (Vlachogianni et al., 2017).

Le plastique se retrouve en grand nombre sur le plateau continental de la Méditerranée, dépassant dans certaines régions les 80% de déchets marins (Tableau 2).

Tableau 2 : Abondance en plastique (%) reposant sur le fond marin de la Méditerranée

Zone d’étude	Plastique (%)	Référence
Golfe du Lion (France)	64-77 %	Galgani et al., 1995b ; Galgani et al., 2000
Province de Catalogne (Espagne)	60 %	Sanchez et al.
Province de Murcie (Espagne)	84 %	Sanchez et al.
Méd. centrale	87%	Sanchez et al., 2013
Corse (France)	77%	Galgani et al., 1995
Îles maltaises	47%	Misfud et al., 2013;

Centre-nord de la mer Adriatique	24-62%	Strafella et al., 2015
Méditerranée orientale (Italie, Grèce, Égypte, Chypre, Israël).	36%	Galil et al. 1995
Golfe de Patras (Grèce)	81%	Stefatos et al. 1999
Golfe des Echinades (Grèce)	56 %	Koutsodendris et al. 2008
Golfe de Patras (Grèce)	60%	Ioakeimidis et al. 2014
Golfe des Echinades (Grèce)	67%	Ioakeimidis et al. 2014
Antalya (Turquie)	81%	Guvén et al., 2013
Mersin (Turquie)	73%	Eryasar et al., 2014
Golfe du Limassol (Grèce)	59%	Ioakeimidis et al. 2014
Golfe du Saronikos (Grèce)	95%	Ioakeimidis et al. 2014
Golfe d'Argolikos (Grèce)	75%	Ioakeimidis et al., 2015

Dans une étude menée sur 67 sites en mer Adriatique à l'aide d'un chalut commercial, l'analyse des déchets marins, triés et classés dans de grandes catégories confirme que le plastique est l'élément dominant en termes de poids, suivi du métal (PNUE/MAP, 2015). La plus forte concentration de déchets a été trouvée près de la côte, probablement du fait de l'urbanisation côtière élevée, de l'afflux fluvial et de la forte navigation dans la zone. Les métaux et le verre ou la céramique ont atteint des valeurs respectives maximales de 21,9 % et de 22,4 % dans une étude menée dans 4 zones d'étude en Méditerranée orientale (Saronikos ; golfes de Patras et d'Echinades ; golfe de Limassol) (Ioakeimidis et al., 2014).

Des études très limitées en Méditerranée recherchent la présence de détritiques sur les fonds marins dans les eaux peu profondes. Une seule étude enregistre des déchets marins dans des zones d'étude sélectionnées en Grèce (Golfe de Saronikos, Crète occidentale, S. Peloponnesse, île de Santorini, Grèce occidentale), dans des profondeurs s'étendant du rivage (0 m) à 25 m (Katsanevakis & Katsarou, 2004). Dans le golfe Saronique, on a enregistré 31 660 éléments/km² (Plastique : 47 %, métaux : 31 %), Crète occidentale 18 944 éléments/km² (Plastiques : 45 %, métaux : 28 %), S. Peloponnesse 14 025 éléments/km² (Plastique : 47 %, métaux : 33 %), île de Santorin. 9 133 éléments/m² (Plastique : 52%, métaux : 31 %).

La première évaluation des déchets marins dans les profondeurs de la mer Méditerranée a été réalisée en 1995 par Galgani et al. (1996) dans le canyon marin de Marseille-Nice (1 623 éléments/km²). De nos jours, ces données n'existent que pour la Méditerranée occidentale (nord-ouest de la Méditerranée : 1 935 éléments/km² (Méditerranée française : 3 éléments/km²) et la Méditerranée centrale (mer Tyrrhénienne : 30 000 à 120 000 éléments/km²), alors qu'aucune donnée pertinente n'existe pour la Méditerranée orientale (Galgani et al., 1996 ; Galgani et al., 2000 ; Bo et al., 2014 ; Fabri et al., 2014 ; Angiolillo et al., 2015).

La répartition et l'abondance de grands débris marins ont été étudiées sur le versant continental et la plaine bathyale du nord-ouest de la Méditerranée lors de campagnes annuelles menées entre 1994 et 2009 (Galgani et al., 2011). Divers types de déchets ont été dénombrés, en particulier des morceaux de plastique, des bouteilles en plastique ou en verre, des objets métalliques, du verre et divers matériaux, y compris des engins de pêche. Les résultats ont montré une variation géographique considérable, avec des concentrations allant de 0 à 176 déchets/ha. Dans la plupart des stations échantillonnées, les sacs en plastique représentaient un pourcentage très élevé (plus de 70%) de la quantité totale de déchets. Dans le golfe du Lion, seules de petites quantités de déchets ont été recueillies sur le plateau continental. La plupart des déchets ont été trouvés dans les canyons descendants de la pente continentale et dans la plaine bathyale, avec des quantités élevées atteignant une profondeur de plus de 500 m.

Très peu d'informations sont disponibles sur l'abondance des petites particules de plastique qui s'accumulent dans les sédiments en eaux profondes. Cependant, des particules de plastique de taille micrométrique ont été trouvées dans des sédiments en eaux profondes entre 1000 et 5000 m de profondeur (Van Cauwenberghe et al., 2013 ; Woodall et al., 2014).

CONCLUSIONS

Conclusions (synthèse)

Le plastique est la principale composante des déchets marins flottants et également de ceux qu'on retrouve sur le fond de la Méditerranée, depuis les eaux peu profondes, le plateau continental jusqu'à la profonde plaine abyssale. En ce qui concerne les déchets marins (flottants et sur le fond marin) qui s'accumule dans le bassin méditerranéen, aucune conclusion sûre ne peut être tirée pour le moment. L'hydrodynamique et la géomorphologie favorisent probablement la circulation constante. Il convient d'encourager des études plus cohérentes et interconnectées afin d'avoir une meilleure image à l'échelle du bassin. La comparabilité des études existantes et futures semble être un point essentiel pour une évaluation intégrée à l'échelle du bassin. La mer Méditerranée est lourdement impactée par des déchets marins flottants, donnant des concentrations analogues à celles trouvées dans les 5 tourbillons subtropicaux. De plus, le fond marin semble constituer le puits mondial final pour la plupart des déchets marins avec des densités variant de 0 à plus de 7 700 éléments par km². Les canyons en eaux profondes sont particulièrement préoccupants, car ils peuvent servir de conduit pour le transport de déchets marins en haute mer. Comme dans tout autre cas de déchets marins, les activités humaines (pêche, développement urbain et tourisme) représentent la principale cause de l'abondance accrue des déchets marins dans la Méditerranée.

Conclusions (détaillées)

Des déchets marins et principalement le plastique sont présents dans le bassin méditerranéen depuis les eaux peu profondes et le plateau continental jusqu'aux plaines abyssales et dans tous les différents compartiments et bassins marins, ce qui représente un problème important pour le milieu marin. Malheureusement, jusqu'à présent, nous n'avons pas d'image claire des zones de la Méditerranée où l'accumulation de déchets marins et de matières plastiques est importante bien que plusieurs études en cours tentent de donner une image plus claire. La Méditerranée orientale est assurément la moins étudiée des trois compartiments de la mer (ouest, centre et est).

La mer Méditerranée est très particulière car il n'y a pas de zones où les déchets marins s'accumulent en permanence. En revanche, elle favorise la circulation constante des déchets. L'image est fragmentée car les informations ne sont disponibles que grâce à des études non récurrentes sont disponibles et cela ne suffit pas à tirer des conclusions sûres ni même à évaluer partiellement la situation. En outre, l'information sur les déchets marins flottants et les déchets sur les fonds marins n'est disponible que pour la partie nord de la Méditerranée. La combinaison de ces deux derniers points rend presque impossible l'évaluation des déchets marins flottants et des déchets sur les fonds marins à l'échelle régionale.

A. Déchets marins flottants

Une fois que les déchets flottants sont dans le milieu marin, les caractéristiques hydrographiques du bassin peuvent jouer un rôle important dans leur transport, leur accumulation et leur répartition. Les eaux de la surface de l'Atlantique entrent en Méditerranée par le détroit de Gibraltar et circulent dans le sens contraire aux aiguilles d'une montre dans l'ensemble du bassin algéro-provençal, formant ce qu'on appelle le courant algérien qui coule jusqu'à la Manche de la Sardaigne et conduit le plus souvent à la naissance d'une série de tourbillons anticycloniques de 50 à 100 km de diamètre qui tournent dans le milieu du bassin (PNUE/PAM, 2015). Bien qu'elles ne soient pas permanentes, ces caractéristiques à mésoéchelle pourraient agir comme des zones de rétention pour les débris flottants et

permettraient d'expliquer les fortes densités de déchets observées dans le bassin central algérien, à environ 80 milles marins (148,16 km) du littoral le plus proche. Pour la mer Adriatique sud, il convient de noter qu'environ un tiers de la décharge totale moyenne annuelle des cours d'eau dans tout le bassin méditerranéen se jette dans ce bassin, en particulier la rivière Po dans le bassin nord et les rivières albanaises (UNEP, 2012).

Les densités plus élevées observées dans la mer Adriatique et le long des côtes de l'Afrique du nord-ouest sont liées à certaines des densités les plus élevées de population côtière de l'ensemble du bassin méditerranéen (PNUE/MAP 2015). Les rives de la mer Adriatique sont peuplées par plus de 3,5 millions de personnes, ce qui, avec la pêche et le tourisme, semble être la plus importante source de déchets marins flottants dans la région. En outre, des gyres cycloniques importantes existant dans la mer Adriatique centrale et méridionale (Suaria et Aliani, 2014) favorisent la rétention des déchets marins flottants dans le milieu du bassin. C'est également le cas dans la partie nord-est de la mer Égée, où les densités de déchets flottants sont plus élevées en raison des eaux circulantes et des échanges d'eaux entre la mer noire et la Méditerranée.

La population côtière représente également un aspect important pour les pays d'Afrique du Nord et, en particulier, présente les taux de croissance les plus élevés en matière de densité de populations côtières, y compris de densité touristique. La population côtière de l'Algérie, par exemple, s'est accrue de 112 % au cours des 30 dernières années et ce littoral représente actuellement l'un des plus densément peuplés de l'ensemble du bassin (PNUE, 2009). En outre, il convient de noter que dans certains pays, des installations appropriées de recyclage n'ont pas encore été pleinement mises en œuvre et le coût de l'élimination adéquate des déchets solides dépasse souvent leur capacité financière (PNUE, 2009). Suaria et Aliani (2014) ont démontré que 78 % de l'ensemble des objets aperçus étaient d'origine anthropique et 95,6 % d'entre eux étaient des dérivés pétrochimiques (c.-à-d. plastique et polystyrène). Les auteurs ont ensuite évalué à plus de 62 millions le nombre de macrodéchets flottant actuellement à la surface de l'ensemble du bassin méditerranéen.

Pour ce qui concerne les déchets anthropiques s'accumulant dans les gyres océaniques et les zones de convergence, l'existence de zones d'accumulation de déchets marins flottants est une hypothèse crédible, des recherches ayant récemment soutenu leur présence (Mansui et al., 2015). L'existence d'une ou plusieurs « parcelles de déchets méditerranéens » devrait être étudiée plus en détail car il n'existe pas de structures hydrodynamiques permanentes en Méditerranée où les contraintes locales pourraient affecter plus largement la répartition des déchets (CIESM, 2014).

B. Déchets sur les fonds marins

Le fond de la mer profonde est probablement le dernier puits mondial pour les déchets marins et il existe plusieurs zones de la Méditerranée pour lesquelles des densités de déchets marins supérieures à 1 000 éléments/km² ont été enregistrées (golfe du Lion, côte catalane, côte de Murcie, Corse, golfe Saronikos, côte d'Antalya). Cependant, les données à long terme sont rares pour la mer Méditerranée. La densité des déchets collectés sur le fond marin entre 1994 et 2014 dans le golfe du Lion (France) n'indique pas clairement de tendance significative quant aux variations de quantités de déchets marins (Galgani, 2015). Dans un autre exemple en Grèce (golfe de Patras, golfe d'Echinades), malgré l'augmentation de l'abondance des déchets marins, le pourcentage du plastique semble rester stable au fil des années. Dans la plupart des milieux marins, Galgani et al. (2000) ont observé des tendances décroissantes de pollution marine profonde au fil du temps au large des côtes européennes, avec une répartition extrêmement variable et l'agrégation de déchets dans les canyons sous-marins.

L'abondance des déchets en plastique est très dépendante de leur emplacement, avec des valeurs moyennes allant de 0 à plus de 7 700 éléments par km². Les sites méditerranéens tendent à présenter les densités les plus élevées, en raison de la combinaison d'un littoral peuplé, de la navigation côtière, de courants de marées limités et de la fermeture du bassin, avec des échanges limités à Gibraltar. En général, les déchets sur les fonds marins tendent à être piégés dans des zones à faible circulation où s'accumulent les sédiments.

Seules quelques études ont porté sur les déchets situés à plus de 500 m de profondeur en Méditerranée (Galil, 1995 ; Galgani et al., 1996, 2000, 2004 ; Pham et al., 2014 ; Ramirez-Llodra et al., 2013). Les canyons sous-marins peuvent servir de conduit pour le transport des déchets marins en haute mer. Des densités de fonds marins plus élevées sont également observées dans des zones particulières, comme autour des rochers et des épaves et dans les dépressions et les canaux. Dans certaines zones, les mouvements locaux d'eau emportent les déchets loin de la côte pour les accumuler dans des zones à forte sédimentation. Les deltas distaux de cours d'eau peuvent aussi se déployer dans des eaux plus profondes, créant des zones d'accumulation élevées.

Une grande variété d'activités humaines, telles que la pêche, le développement urbain et le tourisme contribuent à ces schémas de répartition des déchets sur les fonds marins. Les déchets de pêche, y compris les filets fantômes, prédominent dans les zones de pêche commerciale et peuvent constituer une part élevée de l'ensemble des déchets. Il a été estimé que 640 000 tonnes de filets fantômes sont dispersés à travers les océans du monde, ce qui représente 10 % des déchets marins (PNUE, 2009). Plus généralement, les tendances d'accumulation en mer profonde sont particulièrement préoccupantes, car la longévité des plastiques augmente dans les eaux profondes et la plupart des polymères se dégradent lentement dans les zones dépourvues de lumière et de faible teneur en oxygène.

Messages clés

L'abondance des débris flottants dans les eaux méditerranéennes a été signalée et les densités de déchets mesurant plus de 2 cm varient de 0 à plus de 600 éléments par kilomètre carré (Aliani et al., 2003 ; PNUE, 2009 ; Topcu et al., 2010 ; Gerigny et al., 2011 ; Suaria and Aliani, 2015). Le rapport 2015 du PNUE/PAM sur l'Évaluation des déchets marins indique qu'environ 0,5 milliard de déchets se trouvent actuellement sur le fond de la Méditerranée. De plus, il existe une grande variabilité de l'abondance des déchets sur le fond marin allant de 0 à plus de 7 700 éléments par km² selon la zone d'étude.

Cependant, l'information sur les déchets marins flottants et les déchets sur les fonds marins se fragmente et est limitée dans l'espace, surtout à sa partie nord. Par conséquent, on ne peut tirer aucune conclusion à l'échelle du bassin et l'information n'est disponible qu'au niveau local. Il existe cependant de nombreuses zones où la densité des déchets marins est très élevée, allant de 0 à plus de 7 700 éléments par km² selon la zone d'étude. Le plastique est la principale composante des déchets marins. Il est répandu sur le plateau continental méditerranéen et représente entre 80 % et 90 % des déchets marins enregistrés.

Lacunes en matière de connaissances (synthèse)

La recherche et la surveillance sont devenues essentielles pour la mer Méditerranée, où l'information est incohérente. Le PNUE/PAM-MED POL (2013), MSFD (Galgani et al., 2011), le projet européen STAGES (<http://www.stagesproject.eu>) et la CIESM (2014) ont récemment examiné les lacunes et les besoins de recherche en matière de connaissances, de surveillance et de gestion des déchets marins. Cela exige une coopération scientifique entre les parties concernées avant des mesures de réduction en raison de la complexité des problèmes.

Les vitesses d'accumulation varient considérablement en mer Méditerranée et sont soumis à des facteurs tels que des activités périurbaines, les usages du littoral et des côtes, les vents, les courants et les zones d'accumulation de déchets. Des informations de base supplémentaires sont encore nécessaires avant qu'une évaluation globale précise des déchets puisse être fournie. De plus, les données disponibles sont géographiquement limitées à la partie nord de la Méditerranée.

Pour cela, il serait nécessaire d'harmoniser nos approches afin d'obtenir des données plus précieuses et comparables. Qu'il s'agisse de distribution ou de quantités, l'identification des déchets (taille, type, impact possible), l'évaluation des zones d'accumulation (baies fermées, tourbillons, canyons et zones

spécifiques en haute mer), ainsi que la détection des sources de déchets (cours d'eau, apports diffus) sont les étapes nécessaires au développement de systèmes de SIG et de cartographie pour localiser les points chauds (« hotspots »).

Un aspect important de la recherche à mener sur les déchets est l'évaluation des liens entre les facteurs hydrodynamiques. Cela permettra de mieux comprendre la dynamique de transport et les zones d'accumulation. La mise au point et l'amélioration des outils de modélisation doivent être pris en considération pour l'évaluation et l'identification des sources et du devenir des détritiques dans le milieu marin. Des modèles complets devraient identifier les régions d'origine dignes d'intérêt ainsi que les zones d'accumulation et des simulations rétroactives devraient être lancées dans les endroits où les données de surveillance sont collectées.

Pour la surveillance, il manque souvent des informations nécessaires pour déterminer la stratégie optimale d'échantillonnage et le nombre requis de répliqués dans le temps et dans l'espace. Par ailleurs, la comparabilité des données disponibles reste très limitée, notamment en ce qui concerne les différentes catégories de taille, les procédures d'échantillonnage et les valeurs de référence.

Les données sur les déchets marins flottants et les déchets sur les fonds marins sont incohérentes et géographiquement restreintes à quelques régions de la Méditerranée. En plus de cela, le manque de données d'évaluation à long terme rend l'évaluation des tendances des années extrêmement difficile. Les sources doivent également être mieux spécifiées et liées à la contribution des macro et des microdéchets. Par ailleurs, la surveillance et l'évaluation des déchets marins doivent s'effectuer de manière cohérente, sur la base de protocoles communs et de méthodes standardisées, ce qui donne des résultats comparables à l'échelle du bassin. Il manque également des pratiques de gestion efficaces, ce qui nécessite une forte volonté politique et un engagement sociétal. D'autres travaux devraient également être encouragés pour identifier plus précisément les sources de déchets marins. Il est également important d'encourager la coopération et la collaboration entre les principaux partenaires des déchets marins dans la région avec des actions prioritaires communes.

Liste de références

Références incluses dans le rapport PNUE/PAM (2015). Évaluation des déchets marins en Méditerranée 2015 UN Environment / Mediterranean Action Plan. ISBN: 978-92-807-3564-2.

- Aliani S., Griffa A., A.Molcard (2003) Floating debris in the Ligurian Sea, north-western Mediterranean, *Marine Bulletin*, 46, 1142-1149.
- Angiolillo M., Lorenzo B., A. Farcomeni, Bo M., Bavestrello G., Santangelo G., Cau A., Mastascusa V., Sacco F., Canese S. (2015). Distribution and assessment of marine debris in the deep Tyrrhenian Sea (NW Mediterranean Sea, Italy). *Mar. Pollut. Bull.* 92 (1-2), 149-159.
- Barnes, D.K.A., Galgani, F., Thompson, R.C., Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, B 364, 1985-1998.
- Bo M., Bava S., Canese S., Angiolillo M., Cattaneo-Vietti R., Bavestrello G. (2014). Fishing impact on deep Mediterranean rocky habitats as revealed by ROV investigation. *Biological Conservation* 171 (2014) 167–176
- CIESM (2014). Plastic Litter and the dispersion of alien species and contaminants in the Mediterranean sea. *Ciesm Workshop N°46 (Coordination F Galgani)*, Tirana, 18-21 juin 2014, 172 pages.
- Collignon, A. et al. Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 64, 861–864 (2012).
- Collignon, A., Hecq, J.-H., Galgani, F., Collard, F. & Goffart, A. Annual variation in neustonic micro-and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi (Mediterranean–Corsica). *Marine Pollution Bulletin* 79, 293-298 (2014).

- Cózar, A. et al. Plastic Accumulation in the Mediterranean Sea. PloS ONE 10, e0121762 (2015).
- de Lucia, G. A. et al. Amount and distribution of neustonic micro-plastic off the western Sardinian coast (Central-Western Mediterranean Sea). Marine Environmental Research 100, 10–16 (2014).
- Eryasar A., Özbilgin H., Gücü A., Sakıman S. (2014). Marine debris in bottom trawl catches and their effects on the selectivity grids in the north-eastern Mediterranean. Marine Pollution Bulletin 81 (2014) 80–84.
- Eriksen M., Lebreton L., Carson H., Thiel M., Moore C., Borerro J., Cummins A., Wilson S., Galgani F., Ryan P.G., J.Reisser (2014). Marine Plastic Pollution in the World's Oceans. PLOS One, DOI: 10.1371/journal.pone.0111913
- Fabri M., Pedel L., Beuck L., Galgani F., Hebbeln D., Freiwald A. (2014). Megafauna of vulnerable marine ecosystems in French Mediterranean submarine canyons: Spatial distribution and anthropogenic impacts. Deep-sea Research Part II-topical Studies In Oceanography, 104, 184-207.
- Faure, F. et al. An evaluation of surface micro-and mesoplastic pollution in pelagic ecosystems of the Western Mediterranean Sea. Environmental Science and Pollution Research 22, 12190–12197 (2015).
- Fossi, M. C. et al. Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). Marine Pollution Bulletin 64, 2374-2379 (2012).
- Galgani F., Souplet A., Cadiou Y. (1996) Accumulation of debris on the deep sea floor off the French Mediterranean coast, Marine Ecology Progress Series, 142,225-234
- Galgani F., Leaute J.P., Moguedet P., Souplet A., Verin Y., Carpentier A., Goraguer H., Latrouite D., Andral B., Cadiou Y., Mahe J.C., Poulard J.C., Nerisson P. (2000) Litter on the Sea Floor Along European Coasts. Mar. Pollut. Bull. 40, 516–527. doi:10.1016/S0025-326X(99)00234-9
- Galgani F., Henry M., Orsoni V., Nolwenn C.,Bouchoucha M., Tomasino C. (2011) MACRO-DECHETS en Méditerranée française: Etat des connaissances, analyses des données de la surveillance et recommandations. Rapport IFREMER, RST.DOP/LER-PAC/, 2011, 42 pp.
- Galil B., Golik A. and Turkay M. (1995). Litter at the bottom of the sea: a sea bed survey in the Eastern Mediterranean. Mar. Pollut. Bull., 30(1): 22-24.
- Gerigny O., Henry M., Tomasino C., F.Galgani (2011). Déchets en mer et sur le fond. in rapport de l'évaluation initiale, Plan d'action pour le milieu marin - Méditerranée Occidentale, rapport PI Déchets en mer V2 MO, pp. 241-246 (http://www.affairesmaritimes.mediterranee.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Evaluation_initiale_des_eaux_marines_web-2.pdf)
- Güven O. Gülyavuz H., Deval M. (2013) Benthic Debris Accumulation in Bathyal Grounds in the Antalya Bay, Eastern Mediterranean. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 13: 43-49.
- Ioakeimidis C., Zeri C., Kaberi E, Galatchi M., Antoniadis K., Streftaris N., Galgani F. Papatheodorou G., Papatheodorou G. (2014) A comparative study of marine litter on the seafloor of coastal areas in the Eastern Mediterranean and Black Seas. Marine Pollution Bulletin, 89, 296–30.
- Jambeck J.R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T.R., Perryman M., Andrady A., Narayan R. Law K.L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. Science, vol. 347, no. 6223, pp. 768-771.
- Katsanevakis S, Katsarou A. (2004). Influences on the distribution of marine debris on the seafloor of shallow coastal areas in Greece (Eastern Mediterranean). Water, Air and Soil Pollution 159: 325-337
- Koutsodendrīs A., Papatheodorou G., Kougiourouki O., Georgiadis M. (2008) Benthic marine litter in four Gulfs in Greece, Eastern Mediterranean; abundance, composition and source identification. Estuarine, Coastal and Shelf Science 77, 501-512.

- Lebreton L., Greer S., J.Borrero (2012) Numerical modelling of floating debris in the world's oceans, *Marine Pollution Bulletin* 64, 653-661.
- Mansui, J., Molcard, A., Ourmieres, Y. (2015). Modelling the transport and accumulation of floating marine debris in the Mediterranean basin. *Mar. Pollut. Bull.* 91, 249-257.
- Mifsud R., Dimech M., Schembr P. (2013) Marine litter from circalittoral and deeper bottoms off the Maltese islands (Central Mediterranean). *Mediterranean Marine Science* 14: 298-308
- Pham C., Ramirez-Llodra E., Claudia H. S., Amaro T., Bergmann M., Canals M., Company J., Davies J., Duineveld G., Galgani F., Howell K., Huvenne Veerle A., Isidro E., Jones D., Lastras G., Morato T., Gomes-Pereira J., Purser A., Stewart H., Tojeira I., Tubau X., Van Rooij D., Tyler P. (2014). Marine Litter Distribution and Density in European Seas, from the Shelves to Deep Basins. *Plos One*, 9(4), e95839.
- Ramirez-Llodra E., De Mol B., Company J.B., Coll M., Sardà F. (2013) Effects of natural and anthropogenic processes in the distribution of marine litter in the deep Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography*, Volume 118, 273-287.
- Sánchez P., Masó M., Sáez R., De Juan S., Muntadas A., Demestre M. (2013). Baseline study of the distribution of marine debris on soft-bottom habitats associated with trawling grounds in the northern Mediterranean. *Scientia Marina* 77(2), 247-255, Barcelona (Spain) ISSN: 0214-8358
- Strafella P., Fabi G., Spagnolo A., Grati F., Polidori P., Punzo E., Fortibuoni T., Marceta B., Raicevich S., Cvitkovic I., Despalatovic M., Scarcella G. (2015). Spatial pattern and weight of seabed marine litter in the northern and central Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 01/2015; 91(1):120-127.
- Suaria G., S.Aliani (2014) Floating debris in the Mediterranean ea. *Marine Pollution Bulletin* Volume 86, Issues 1-2, 15, Pages 494-504.
- Suaria G., Avio C., Lattin G., regoli F., S. Aliani (2015) Neustonic microplastics in the Southern Adriatic Sea. Preliminary results. *Micro 2015*. Seminar of the Defishgear project, Abstract book, Piran 4-6 may 2015, p 42
- Topcu T., G.Ozturk (2013) Origin and abundance of marine litter along sandy beaches of the Turkish Western Black Sea Coast. *Mar. Env. Res.*, 85, 21-28
- UNEP (2009), *Marine Litter A Global Challenge*, Nairobi: UNEP. 232 pp.
- UNEP (2012) Réunion du groupe de correspondance sur le bonEtat écologique et les cibles Module thématique: Pollution et Détritrus, Sarajevo, 29-30 octobre 2012, UNEP(DEPI)/MED WG.379.inf 4.4, 24 pages.
- UNEP (2013) Regional Plan on Marine litter Management in the Mediterranean in the Framework of Article 15 of the Land Based Sources Protocol (Decision IG.21/7). 18th Meeting of the Contracting Parties of the Barcelona Convention.
- Van Cauwenberghe L., Vanreusel A., Maes J., Janssen C.R. (2013). Microplastic pollution in deep Sea sediments. *Environ Pollut.* 182, 495-499. doi: 10.1016/j.envpol.2013.08.013

Autres références

Fossi M.C., Marsili L., Bainsi M., Giannetti M., Coppola D., Guerranti C., Caliani I., Minutoli R., Lauriano G., Finioia M.G., Rubegni F., Panigada S., Bérubé M., Urbán Ramírez J., Panti C. (2016). Fin whales and microplastics: The Mediterranean Sea and the Sea of Cortez scenarios. *Environmental Pollution* 209, 68-78.

Galgani F., Jaunet S., Campillo A., Guenegen X., and His S. (1995). Distribution and abundance of debris on the continental shelf of the north-western Mediterranean Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 30, 713-717.

Galgani F., Burgeot T., Bocquéné G., Vincent F., Leauté J.P., Labastie J., Forest A., Guichet R. (1995b). Distribution and Abundance of Debris on the Continental Shelf of the Bay of Biscay and in Seine Bay. *Mar. Pollut. Bull.* 30: 58-62.

Galgani F. (2015). Marine litter, future prospects for research. *Front. Mar. Sci.* 2(87), <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2015.00087/full>.

Gregory M.R., Andrady A. L. (2003). Plastics in the marine environment. In *Plastics and the environment* (ed. Andrady A. L.), pp. 379–402. New York, NY: Wiley.

Ioakeimidis C. (2015). Assessment of Marine Litter in the Eastern Mediterranean Sea: A multi-perspective approach. Thesis, University of Patras, Dept. of Geology, Doctoral Thesis, 151 pp., July 2015.

Ioakeimidis C., Fotopoulou K.N., Karapanagioti H.K., Geraga M., Zeri C., Papatheodorou E, Galgani F., Papatheodorou G. (2016). The degradation potential of PET bottles in the marine environment: An ATR-FTIR based approach. *Nature Scientific Report* 6: 23501.

Keller A.A., Fruh E.L., Johnson M.M., Simon V., McGourty C. (2010). Distribution and abundance of anthropogenic marine debris along the shelf and slope of the US West Coast. *Mar. Pollut. Bull.* 60, 692–700.

Kornilios S., Drakopoulos P., Dounas C. (1998). Pelagic tar, dissolved/dispersed petroleum hydrocarbons and plastic distribution in the Cretan Sea, Greece. *Marine Pollution Bulletin* 36, 989–993.

Panti C., Giannetti M., Bainsi M., Rubegni F., Minutoli R., Fossi M.C., (2015). Occurrence, relative abundance and spatial distribution of microplastics and zooplankton NW of Sardinia in the Pelagos Sanctuary Protected area, Mediterranean Sea. *Environmental Chemistry* 12, 618–626.

Pedrotti M.L., Bruzard S., Dumontet B., Elineau A., Petit S., Grohens Y., Voisin P., Crebassa J.C., Gorsky G. (2014). Plastic fragments on the surface of Mediterranean waters. In *CIESM Workshop Monograph n° 46 – Marine litter in the Mediterranean and Black Seas* (ed. Briand, F.) Ch. 3, 115–123 (CIESM Publisher).

Ruiz-Orejón, L. F., Sardá, R. & Ramis-Pujol, J. Floating plastic debris in the Central and Western Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research* 120, 136-144 (2016).

Stefatos M., Charalampakis M., Papatheodorou G. & Ferentinos G. (1999). Marine debris on the sea-floor of the Mediterranean Sea: examples from two enclosed gulfs in Western Greece. *Mar. Pollut. Bull.* 36, 389-393.

Suaris G., Avio C.G., Mineo A., Lattin G.L., Magaldi M.G., Belmonte G., Moore C.J., Regoli F., Aliani S. (2016). The Mediterranean Plastic Soup: synthetic polymers in Mediterranean surface waters. *Nature Scientific Reports* 6: 37551. Doi:10.1038/srep37551

Vlachogianni, Th., Anastasopoulou, A., Fortibuoni, T., Ronchi, F., Zeri, Ch., 2017. Marine Litter Assessment in the Adriatic and Ionian Seas. IPA-Adriatic DeFishGear Project, MIO-ECSDE, HCMR and ISPRA. pp. 168 (ISBN: 978-960-6793-25-7)

Watters D.L., Yoklavich M.M., Love M.S., Schroeder D.M. (2010). Assessing marine debris in deep seafloor habitats off California. *Mar. Pollut. Bull.* 60, 131-138.

Woodall L.C., Sanchez-Vidal A., Canals M., Paterson G.L., Coppock R., Sleight V., Calafat A., Rogers A.D., Narayanaswamy B.E., Thompson R.C., 2014. The deep sea is a major sink for microplastic debris. *R. Soc. Open Sci.* 1:140317. doi: 10.1098/rsos.140317

Ye S. and Andrady A.L. (1991). Fouling of floating plastic debris under Biscayne Bay exposure conditions. *Mar. Pollut. Bull.* 22(12), 608-613

Annexe I
Liste des études de cas pour les Objectifs écologiques 9 (contaminants)
5 (Eutrophisation) et 10 (Déchets marins)

L'annexe I fournit la liste d'études de cas qui ont été soumises par les Parties contractantes et les partenaires pour les objectifs écologiques 9 (Contaminants), 5 (Eutrophisation) et 10 (Déchets marins). **Les études de cas sont en phase de préparation à la publication.**

OE5	Titre	Parties contractantes, Partenaires	Auteurs et affiliation
1	Variabilité à long terme le long d'un gradient trophique dans la mer Adriatique Nord	Croatie Italie	M. Chaves Montero, M. Lipizer, A. Giorgetti, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS (Italie) Robert Precali, Tamara Djakovac, Centre pour la Recherche Marine, Rudjer Boskovic Institut (Croatie)
2	Aperçu de l'évaluation des indicateurs liés à la pollution - Indicateurs communs de l'OE9 ayant un lien vers l'OE5, sur la base des résultats des évaluations du PAC du Monténégro et du projet pilote EcAp/MSP Boka Kotorska Bay	Monténégro	Jelena Knežević, Point focal du PAM, ministère du Développement durable et du Tourisme, Ivana Stojanović, Assistante au Point focal du PAM, ministère du Développement durable et du Tourisme, Ivana Bulatović, Point focal du MED POL, Agence de protection de l'environnement
3	État d'eutrophisation des eaux côtières méditerranéennes de Turquie et analyse des tendances des paramètres liés à l'eutrophisation dans la baie de Mersin	Turquie	Süleyman Tuğrul, Koray Özhan, İsmail Akçay, Université technique du Moyen-Orient- Institut des sciences marines Çolpan Polat Beken, Centre de Recherches Marmara du TUBITAK, Hacer SELAMOĞLU ÇAĞLAYAN, ministère de l'Environnement et de l'Urbanisation de la Turquie
OE9	Titre	Parties contractantes, Partenaires	Auteurs et affiliation
1	Surveillance de la qualité des eaux de baignade des plages du Maroc	Maroc	Laboratoire National des Études et de Surveillance de la Pollution relevant du Secrétariat d'État chargé du Développement Durable en collaboration avec la Direction des Ports et du Domaine Publics Maritime relevant du Ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau ; avec l'appui de la Fondation Mohammed VI pour la Protection de l'Environnement
2	Titre de l'étude de cas : Aperçu de l'évaluation des	Monténégro	Jelena Knežević, Point focal du PAM, ministère du Développement durable et du

	indicateurs liés à la pollution - Indicateurs communs de l'OE9 ayant un lien vers l'OE5, sur la base des résultats des évaluations du PAC du Monténégro et du projet pilote EcAp/MSP Boka Kotorska Bay		Tourisme ; Ivana Stojanović, Assistante au Point focal du PAM, ministère du Développement durable et du Tourisme, Ivana Bulatović, Point focal du MED POL, Agence de protection de l'environnement
3	Niveaux et tendances de la bioaccumulation de Cd et de Zn dans les mollusques marins côtiers méditerranéens en Israël (Patella sp.)	Israël	Prof. Barak Herut, Ph.D., Institut de recherche océanographique et limnologique d'Israël (IOLR) Jack Silverman, Ph.D., Institut de recherche océanographique et limnologique d'Israël (IOLR) Shefer Edna, Ph.D., Institut de recherche océanographique et limnologique d'Israël (IOLR) Dror Zurel, PhD, coordonnateur de la surveillance et de la recherche marine, ministère israélien de la Protection de l'environnement, Division de la protection du milieu marin
4	Niveaux et tendances du TriButylétain (TBT) dans les ports et les marinas israéliens	Israël	Prof. Barak Herut, Ph.D., Institut de recherche océanographique et limnologique d'Israël (IOLR) Dror Zurel, PhD, coordonnateur de la surveillance et de la recherche marine, ministère israélien de la Protection de l'environnement, Division de la protection du milieu marin
OE10	Titre	Parties contractantes, Partenaires	Auteurs et affiliation
1	Enquêtes pilotes coordonnées et harmonisées pour évaluer les déchets marins le long des côtes Adriatique et ionienne	Albanie Bosnie-Herzégovine Croatie Grèce Italie Monténégro Slovénie MIO-ECSDE	MIO-ECSDE Université agricole de Tirana (Albanie), Institut d'hydro-ingénierie de la Faculté de génie civil (Bosnie-Herzégovine), Institut d'océanographie et de pêche (Croatie), Centre hellénique pour la recherche marine (Grèce), Agence régionale pour la protection de l'environnement en région Émilie-Romagne (Italie), Institut national italien pour la protection de l'environnement et la recherche (Italie), Institut de biologie marine (Monténégro) Institut de l'eau de la République de Slovénie (Slovénie)
2	Déchets marins benthiques en Mer Méditerranée : quantités à l'échelle régionale et variation temporelle des tendances dans le bassin nord	France Italie	O. Gerigny, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (France), M.Spedicato, COISPA Tecnologia & Ricerca, Bari, Italie, coordonnateur MEDITS, A.Jadaud, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, France,

	occidental		C.Ioakeimidis, ONU Environnement/Plan d'action pour la Méditerranée MED POL, Athènes, Francois Galgani, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, France
3	Fluctuations de déchets marins sur la plage de Metu, baie de Mersin (Turquie), au nord-est de la Méditerranée entre 2013 et 2017	Turquie	Olgaç Güven, Institut des sciences marines, Université technique du Moyen-Orient, Erdemli, Mersin (Turquie), Ahmet Erkan Kideys, Institut des sciences marines, Université technique du Moyen-Orient, Erdemli, Mersin (Turquie), Kerem Gökdağ, Institut des sciences marines, Université technique du Moyen-Orient, Erdemli, Mersin (Turquie)
4	Pollution due aux microplastiques à la surface de la mer, colonne d'eau et sédiments de la Baie de Mersin (Turquie), dans le nord-est de la Méditerranée	Turquie	Ahmet Erkan Kideys, Institut des sciences marines, Université technique du Moyen-Orient, Erdemli, Mersin (Turquie), Olgaç Güven, Institut des sciences marines, Université technique du Moyen-Orient, Erdemli, Mersin (Turquie), Kerem Gökdağ, Institut des sciences marines, Université technique du Moyen-Orient, Erdemli, Mersin (Turquie) Çolpan Polat Beken, Centre de Recherches Marmara du TUBITAK, Ebru Olgun Eker, ministère de l'Environnement et de l'Urbanisation de Turquie