NATIONS UNIES

EP

UNEP/MED WG.630/6

ONU programme pour l'environnement

Plan d'action pour la Méditerranée
Convention de Barcelone

24 juillet 2025
Français
Original : anglais

12ème réunion du Groupe de coordination de l'approche écosystémique

Athènes, Grèce, 15 septembre 2025

Point 4 de l'ordre du jour : Programme de surveillance et d'évaluation intégrées de la mer et des côtes méditerranéennes (IMAP):

Fiches d'orientation actualisées pour les indicateurs communs IMAP 13, 14, 17, 18, 20 et 21

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

PNUE/PAM
Athènes, 2025

Note du Secrétariat

Lors de la 19ème Réunion des Parties contractantes (COP 19) tenue en février 2016, le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes ainsi que les critères d'évaluation connexes ont été adoptés par la décision IG.22/7. Cette décision a établi des descriptions convenues au niveau régional du bon état écologique (BEE), des indicateurs communs, des cibles et un calendrier de mise en œuvre.

Conformément à l'IMAP, des fiches techniques d'orientation pour les indicateurs communs de pollution de l'IMAP ont été élaborées, examinées et validées par la Réunion du Groupe de correspondance sur l'approche écosystémique pour la surveillance de la pollution (CorMon sur la surveillance de la pollution) à Marseille (France) en octobre 2016, ainsi que par la Réunion des points focaux MED POL à Rome (Italie) en mai 2017. Par la suite, ces fiches techniques ont été approuvées par la 6ème Réunion du Groupe de coordination sur l'approche écosystémique à Athènes (Grèce) en septembre 2017 et ont été utilisées pour l'élaboration du Rapport 2017 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR 2017).

Conformément à la décision IG.22/7 (COP 19, 2016) et à la décision IG.23/6 (COP 20, 2017) concernant le Rapport sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR) de 2017, les fiches techniques d'orientation ont été actualisées en 2019 pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18, 20 et 21, qui relèvent des Objectifs écologiques 5 (eutrophisation) et 9 (contaminants). Par ailleurs, des fiches techniques initiales ont été élaborées pour les indicateurs communs candidats 26 et 27, liés à l'Objectif écologique 11 (énergie, y compris le bruit sous-marin). Ces mises à jour ont été approuvées par la Réunion des points focaux MED POL (mai 2019) et la 7ème Réunion du Groupe de coordination sur l'approche écosystémique (septembre 2019), en soutien à la mise en œuvre de l'IMAP Pollution par les Parties contractantes au cours des trois derniers exercices biennaux.

Poursuivant les progrès réalisés dans le cadre de la préparation du Rapport sur l'état de la qualité en Méditerranée 2023 (MED QSR 2023), la décision IG.26/14 relative au Programme de travail et budget pour 2024–2025 (COP 23, 2023), a confié au MED POL la mission de produire, au titre de l'activité 6.2.2, les « orientations relatives aux indicateurs communs du cluster pollution et milieu marin de l'IMAP ».

S'appuyant sur les résultats obtenus depuis 2019, le présent document présente la révision des fiches techniques d'orientation pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18, 20 et 21, en y intégrant les avancées en matière de pratiques de surveillance et d'évaluation, de méthodologies et de critères environnementaux, telles qu'approuvées pour la préparation du MED QSR 2023 lors des réunions des Groupes de correspondance sur la pollution, des points focaux MED POL et du Groupe de coordination sur l'approche écosystémique, tenues en 2020, 2021, 2022 et 2023.

Le présent document a été révisé par la Réunion conjointe du Groupe de Correspondance de l'Approche Ecosystémique sur la surveillance de la pollution et des déchets marins (Anavyssos, Grèce, 27–28 mai 2025). À la suite des conclusions de cette réunion, les cibles de BEE révisées ainsi que d'autres éléments modifiés, tels que présentés dans les fiches techniques d'orientation des indicateurs de pollution IMAP, ont été soumis à la Réunion des points focaux MED POL (17–19 juin 2025) dans le cadre d'une procédure d'approbation tacite. Ce document reflété les révisions apportées par la Réunion conjointe, indiquées **en gras** et surlignées en jaune, ainsi que les modifications mineures introduites par la Réunion des points focaux MED POL, indiquées **en gras** et surlignées en vert, et approuvées selon la même procédure. Ce document est ainsi soumis pour approbation à la 12ème Réunion du Groupe de Coordination EcAp (15 septembre 2025).

Table des matières

1. Introduction 1
2. Fiche technique d'orientation sur les indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP 3
3. Fiche technique d'orientation sur les indicateurs communs 17, 18, 20 et 21 de l'IMAP 36

1. Introduction

1. Le présent document présente les fiches techniques d'orientation révisées pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18, 20 et 21 de l'IMAP, actualisant le groupe « Pollution » de l'IMAP conformément à la décision IG.26/3 (COP 23, 2023), relative au Rapport 2023 sur l'état de la qualité de la Méditerranée (QSR MED 2023) et à la politique renouvelée d'approche écosystémique en Méditerranée.

2. La révision actuelle s'appuie sur les résultats validés dans le cadre de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de la Méditerranée (QSR MED 2023), par le Groupe de correspondance sur l'approche écosystémique pour la pollution, les points focaux du MED POL et les groupes de coordination sur l'approche écosystémique, lors des réunions tenues en 2020, 2021, 2022 et 2023.

3. Ces réalisations fondamentales ayant motivé la révision du groupe « Pollution » de l'IMAP comprennent les points suivants :

a) **Renforcement des critères d'évaluation**, notamment :

i. La mise à jour des valeurs des critères de référence (BC) et des critères d'évaluation de référence (BAC) pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP, aux niveaux sous-régional et régional, ainsi que des critères d'évaluation environnementale (EAC) pour l'indicateur commun 20.

ii. La définition des conditions de référence et des valeurs limites entre bon et moyen (G/M) pour la chlorophylle a (Chl-a), le phosphore total (TP) et l'azote inorganique dissous (DIN) dans les eaux côtières et au large de la sous-région de la mer Adriatique.

iii. La proposition de méthodologies pour la future révision des valeurs EAC pour les indicateurs communs 17, 18 et 20 de l'IMAP, dont la mise en œuvre est prévue à partir de 2025.

b) **Définition des règles d'intégration et d'agrégation pour la surveillance et l'évaluation**, notamment :

i. L'élaboration d'une méthodologie visant à proposer des échelles spatiales d'évaluation à partir des échelles de surveillance définies dans les programmes nationaux de surveillance de la pollution selon l'IMAP, en tenant également compte des zones d'évaluation établies dans les stratégies nationales de surveillance au titre de la DCSMM (directive-cadre Stratégie pour le milieu marin) des États membres de l'UE, Parties contractantes.

ii. L'établissement de règles pour l'intégration des zones de surveillance et d'évaluation au sein du groupe « Pollution et déchets marins » de l'IMAP (Objectifs écologiques OE5, OE9, OE10), en tenant compte des interrelations avec les groupes « Littoral et hydrographie » (OE6, OE7) et « Biodiversité » (OE1).

iii. La définition des règles d'agrégation et d'intégration des évaluations à travers certains indicateurs communs et objectifs écologiques de l'IMAP, contribuant à une évaluation intégrée du bon état écologique (BEE) pour le groupe Pollution de l'IMAP.

c) **Élaboration, test et mise en œuvre de méthodologies d'évaluation du BEE et d'approches environnementales alternatives, en appliquant les règles d'intégration et d'agrégation, les échelles et critères d'évaluation, ainsi que l'approche DPSIR (Forces motrices, Pressions, État, Impacts, Réponses) dans le cadre hiérarchisé de l'IMAP**. Ce travail comprend :

i. La méthodologie d'évaluation du BEE de l'IMAP utilisant NEAT dans les zones d'évaluation hiérarchisées (Indicateurs communs 13, 14 et 17) ;

ii. La méthodologie d'évaluation CHASE+ (Indicateurs communs 13, 14 et 17) ;

iii. La méthodologie du rapport de qualité écologique (EQR) (Indicateurs communs 13 et 14) ;

iv. La méthodologie EQR simplifiée (Indicateur commun 14) ;

v. La méthodologie simplifiée de comparaison les états bon/moyen (G/M) (Indicateur commun 14) ;

vi. L'approche d'évaluation des effets biologiques fondée sur l'utilisation de sources bibliographiques pertinentes ;

vii. L'approche d'évaluation des contaminants dans les produits de la mer, basée sur les limites de concentration des contaminants réglementées au sein de l'UE ;

viii. L'approche d'évaluation de la qualité des eaux de baignade, intégrant à la fois les résultats du rapport 2020 de l'Agence européenne pour l'environnement sur l'état de la qualité des eaux de baignade, et les données de surveillance rapportées au titre de l'IMAP ; et

ix. L'indice d'exposition adapté et la méthodologie d'évaluation conforme aux valeurs seuils de l'UE pour les sons sous-marins impulsifs et continus.

4. Malgré la transmission limitée de données par les Parties contractantes, comme stipulé dans les décisions IG.23/6 et IG.24/4, **dix-sept évaluations thématiques sur la pollution ont été élaborées en 2022 et 2023 pour neuf zones/sous-divisions de la mer Méditerranée**. Ces évaluations ont constitué la base de l'évaluation des quatre sous-régions méditerranéennes, comme le détaille le Rapport 2023 sur l'état de la qualité de la Méditerranée (QSR MED 2023). Elles servent actuellement de fondement à la révision de la composante « évaluation » des fiches techniques d'orientation de l'IMAP.

5. La révision actuelle du groupe « Pollution » de l'IMAP – à savoir les indicateurs communs 13 et 14, 17, 18, 20 et 21 – s'appuie également sur les résultats suivants :

a) **Lignes directrices de surveillance** : elles sont structurées autour de 97 protocoles techniques spécifiques pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18, 20 et 21, élaborés de manière approfondie par le programme MED POL en coopération avec l'AIEA/MESL. Ces lignes directrices ont été approuvées lors de la réunion des points focaux du MED POL en 2021, et ont ensuite été utilisées pour renforcer les efforts nationaux de surveillance.

b) **Élaboration des IMAP nationaux** et enseignements tirés de leur phase initiale de mise en œuvre.

c) **Normes de données et dictionnaires de données** : Développés et intégrés dans le système d'information de l'IMAP pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18, 20 et 21, afin de soutenir une transmission de données standardisée et harmonisée par les Parties contractantes.

d) **Renforcement des efforts d'assurance qualité et de contrôle qualité (AQ/CQ),** notamment :

i. Mise à jour des procédures AQ/CQ interlaboratoires pour l'indicateur commun 17, et établissement de procédures AQ/CQ pour les indicateurs communs 13 et 14 (couvrant les nutriments inorganiques dans les eaux marines à forte salinité, les eaux estuariennes à faible salinité, ainsi que la chlorophylle a et les phaeopigments dans l'eau de mer), ainsi que pour les contaminants dans les produits de la mer pour l'indicateur commun 20 (notamment les métaux lourds, les hydrocarbures aromatiques polycycliques – HAP, les dioxines et les PCB).

ii. Définition des procédures AQ/CQ interlaboratoires pour l'indicateur commun 18.

iii. Mise en place des premières catégories de contrôle qualité des données pour les paramètres physico-chimiques (Indicateurs communs 13 et 14) et les contaminants (Indicateur commun 17), en utilisant des méthodes statistiques appropriées et une expertise scientifique afin de garantir la qualité des données transmises via le système d'information IMAP. Ces catégories de contrôle qualité ont été intégrées dans le système depuis 2024.

e) **Intégration des nouvelles évolutions scientifiques et politiques** : Les avancées depuis 2019 ont été mobilisées pour appuyer les résultats précités en matière de surveillance et de mise en œuvre du groupe « Pollution » de l'IMAP.

2. Fiche technique d'orientation sur les indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP

6. La révision de l'**indicateur commun 13 de l'IMAP (OE5)** : « Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau » est présentée dans le tableau ci-dessous.

<table>
<tr><td>Titre de l'indicateur</td><td colspan="2">Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)</td></tr>
<tr><td>Définition pertinente du bon état écologique</td><td>Objectif opérationnel connexe</td><td>Cible(s) proposée(s)[1]</td></tr>
<tr><td>Les concentrations de nutriments dans la couche euphotique sont conformes aux conditions physiographiques, géographiques et climatiques dominantes</td><td>L'introduction par l'homme de nutriments dans le milieu marin ne favorise pas l'eutrophisation</td><td>État :
Concentrations de référence en nutriments en fonction des caractéristiques hydrologiques, chimiques et morphologiques locales de la région marine non impactée.
Tendance à la baisse des concentrations en nutriments dans la colonne d'eau des zones impactées par l'homme définies statistiquement, en tenant compte de la limite entre les classes de bon état écologique et de mauvais état écologique des échelles d'évaluation.
Pression :
Réduction des émissions de la demande biochimique en oxygène (DBO) provenant de sources terrestres.
Réduction des émissions de nutriments provenant de sources terrestres.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Justification</td></tr>
<tr><td colspan="3">Justification du choix des indicateurs

L'eutrophisation est un processus lié à l'enrichissement du milieu aquatique en nutriments, en particulier les composés de l'azote et/ou du phosphore. Elle entraîne une croissance accrue, une production primaire plus importante et une biomasse d'algues plus élevée ; elle provoque également des déséquilibres nutritifs qui perturbent l'équilibre des organismes et dégrade la qualité de l'eau (IMAP, 2017)[2]. Les conséquences directes et indirectes de l'eutrophisation sont indésirables lorsqu'elles nuisent à la santé des écosystèmes et/ou à la fourniture durable de biens et services, comme les proliférations algales, la diminution de l'oxygène dissous, la régression des herbiers marins, ou</td></tr>
</table>

[1] À la suite des décisions qui seront prises lors de la présente réunion concernant les ajustements mineurs des cibles, tels que décrits dans le document de travail UNEP MED WG.626/3/Rev.1, les cibles révisées seront intégrées aux fiches techniques révisées des indicateurs de pollution de l'IMAP.

[2] IMAP (2017) Programme de surveillance et d'évaluation intégrées de la mer Méditerranée et de ses côtes et critères d'évaluation connexes, ONU Environnement/PAM, Athènes, Grèce, 52 p.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

encore la mortalité des organismes benthiques et/ou des poissons. Bien que ces changements puissent aussi résulter de processus naturels, ils deviennent préoccupants du point de vue de la gestion lorsqu'ils sont attribués à des sources anthropiques.

Les eaux marines sont classées selon leur niveau d'eutrophisation, en fonction des apports en nutriments et de la croissance du phytoplancton. Les zones oligotrophes présentent de faibles niveaux de nutriments et de phytoplancton ; les zones mésotrophes sont enrichies en nutriments ; tandis que les zones eutrophes sont riches en nutriments et en biomasse algale.

Références scientifiques

Norris, N. 1940. The Standard Errors of the Geometric and Harmonic Means and Their Application to Index Numbers. Ann. Math. Statist. 11(4): 445-448. doi :10.1214/aoms/1177731830

Kirkwood, T.B.L., 1979. Geometric means and measures of dispersion. Biometrics, 35, 908-909.

Brzezinski M.A., 1985. The Si:C:N ratio of marine diatoms: interspecific variability and the effect of some environmental variables. Journal of Phycology, Vo. 21, p. 347–357.

Giovanardi, F., Tromellini, E. (1992). An empirical dispersion model for total phosphorus in a coastal area: the Po River-Adriatic system. Sci. Total Environ. Supplement 201–210. doi :10.1016/B978-0444-9990-3.50022-5.

Conley D.J., Schelske C.L., Stoermer E. F., 1993. Modification of the biogeochemical cycle of silica with eutrophication. Mar. Ecol. Prog. Ser. 101, 179-192.

Cushman-Roisin, B., Gačić, M., Poulain, P-M., Artegianni, A., 2001. Physical Oceanography of the Adriatic Sea, Past, Present and Future, Springer Science + Business Media, Dordrecht, 312 p.

Devlin, M., Painting, S., Best, M., 2007. Setting nutrient thresholds to support an ecological assessment based on nutrient enrichment, potential primary production and undesirable disturbance. Mar. Poll., 55., 65-73

Carstensen J., 2007. Statistical principles for ecological status classification of Water Framework Directive monitoring data. Mar. Poll., 55, 3-15.

Carletti, A., Heiskanen, A. S. (2009). Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters. JRC-IES EUR 23838 EN/3, 244 p.

Hering, D., Borja, A., Carstensen, J., Carvalho, L., Elliott, M. et Feld, C. K. (2010). The European water framework directive at the age of 10: a critical review of the achievements with recommendations for the future. Sci. Total Environ. 408, 4007–4019.

Borja, A., Elliott, M., Henriksen, P. et Marb, N. (2013). Transitional and coastal waters ecological status assessment: advances and challenges resulting from implementing the European water framework directive. Hydrobiologia 704, 213–229. doi : 10.1007/s10750-012-1276-9

Borja A., Elliott M., Andersen J.H., Berg T., Carstensen J., Halpern B.S., Heiskanen A.-S., Korpinen S., Lowndes J.S.S., Martin G. and Rodriguez-Ezpeleta N. (2016) Overview of Integrative Assessment of Marine Systems: The Ecosystem Approach in Practice. Front. Mar. Sci., 3: 20. doi : 10.3389/fmars.2016.00020.

Dworak, T., Berglund, M., Haider, S., Leujak, W. et Claussen, U. (2016). A comparison of European nutrient boundaries for transitional, coastal and marine waters. Groupe de travail sur l'état écologique ECOSTAT

Phillips, G., Kelly M., Leujak W., Salas F., Teixeira H. 2017. Best Practice Guide on establishing nutrient concentrations to support good ecological status. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive and the Floods Directive. 138 p.

Berg, T., Murray, C., Carstensen, J. et Andersen, J. H. (2017). NEAT – Nested Environmental Status Assessment Tool - Manual Version 1.3. Projet DEVOTES.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

Nemati, H., M. R. Shokri, Z. Ramezanpour, G. H. Ebrahimi Pour, I. Muxika, Á. Borja, 2017. Using multiple indicators to assess the environmental status in impacted and non-impacted bathing waters in the Iranian Caspian Sea. Ecological Indicators, 82 : 175-182.

Giovanardi, F., Francé, J., Mozetič, P., Precali, R. (2018). Development of ecological classification criteria for the Biological Quality Element phytoplankton for Adriatic and Tyrrhenian coastal waters by means of chlorophyll a (2000/60/EC WFD). Ecological Indicators. 93. 316-332. doi : 10.1016/j.ecolind.2018.05.015.

Borja, A., J. M. Garmendia, I. Menchaca, A. Uriarte, Y. Sagarmínaga, 2019. Yes, We Can! Large-Scale Integrative Assessment of European Regional Seas, Using Open Access Databases. Frontiers in Marine Science, 6 : 10.3389/fmars.2019.00019.

Pavlidou, A., N. Simboura, K. Pagou, G. Assimakopoulou, V. Gerakaris, I. Hatzianestis, P. Panayotidis, M. Pantazi, N. Papadopoulou, S. Reizopoulou, C. Smith, M. Triantaphyllou, M. C. Uyarra, I. Varkitzi, V. Vassilopoulou, C. Zeri, A. Borja, 2019. Using a holistic ecosystem-integrated approach to assess the environmental status of Saronikos Gulf, Eastern Mediterranean. Ecological Indicators, 96 : 336-350.

Borja, A., I. Menchaca, J. M. Garmendia, J. Franco, J. Larreta, Y. Sagarminaga, Y. Schembri, R. González, R. Antón, T. Micallef, S. Camilleri, O. Solaun, A. Uriarte, M. C. Uyarra, 2021. Big Insights From a Small Country: The Added Value of Integrated Assessment in the Marine Environmental Status Evaluation of Malta. Frontiers in Marine Science, 8 : 10.3389/fmars.2021.638232.

Kazanidis, G., C. Orejas, A. Borja, E. Kenchington, L.-A. Henry, O. Callery, M. Carreiro-Silva, H. Egilsdottir, E. Giacomello, A. Grehan, L. Menot, T. Morato, S. Á. Ragnarsson, J. L. Rueda, D. Stirling, T. Stratmann, D. van Oevelen, A. Palialexis, D. Johnson, J. M. Roberts, 2020. Assessing the environmental status of selected North Atlantic deep-sea ecosystems. Ecological Indicators, 119 : 106624.

R Development Core Team (2022). R : un langage et un environnement pour le calcul statistique. R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche. ISBN 3-900051-07-0. http://www.R-project.org

Contexte Stratégique et Cibles

Description du contexte stratégique

En Méditerranée, le programme de surveillance MED POL du PNUE/PAM a inclus, dès sa création, l'étude de l'eutrophisation dans le cadre de ses sept projets pilotes approuvés par les Parties contractantes lors de la réunion de Barcelone en 1975 (PNUE/PAM, 1990a, b). La question d'une stratégie de surveillance cohérente et de l'évaluation de l'eutrophisation a été soulevée pour la première fois lors de la réunion des coordinateurs nationaux de MED POL du PNUE/PAM en 2001 (Venise, Italie), qui a recommandé au Secrétariat d'élaborer un projet de programme de surveillance de l'eutrophisation dans les eaux côtières méditerranéennes (PNUE/PAM MED POL, 2003). Malgré une série d'évaluations examinant le concept et l'état de l'eutrophisation, d'importantes lacunes subsistent quant à la capacité d'évaluer l'intensité de ce phénomène. Des efforts ont été consacrés à la définition de concepts pour évaluer l'intensité de l'eutrophisation et à l'élargissement de l'expérience acquise au-delà des sites initiaux situés dans la mer Adriatique, reconnue comme la zone la plus touchée par l'eutrophisation de toute la Méditerranée. Dans le contexte de la mer Méditerranée, la surveillance et l'évaluation de l'eutrophisation ont été redéfinies conformément au Programme intégré de surveillance et d'évaluation (PNUE/PAM, 2016). Cette redéfinition assure une synergie avec la directive-cadre européenne « Stratégie pour le milieu marin » (2008/56/CE). Les dictionnaires de données et normes pour les indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP (2019, http://imapinfosystem.info-rac.org/app/#/standard), alignés sur les fiches d'orientation IMAP, ont défini la liste des jeux de

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

données obligatoires, y compris les paramètres physico-chimiques, afin de fournir une évaluation intégrée de l'eutrophisation.

Cibles

Dans le cadre de la préparation de l'évaluation de l'eutrophisation du Rapport sur l'état de la qualité de la Méditerranée 2023 (MED QSR 2023), l'évaluation intégrée NEAT (Nested Environmental Status Assessment Tool) a été appliquée pour les indicateurs communs 13 et 14, ainsi que l'échelle d'évaluation simplifiée de la chlorophylle a (Indicateur commun 14 de l'IMAP) dans les sous-régions méditerranéennes, afin d'évaluer le bon état écologique (BEE), lorsque cela était possible. Ces échelles sont décrites dans la fiche d'orientation de l'indicateur commun 14.

Les valeurs de référence et les valeurs seuils pour l'azote inorganique dissous (DIN) et le phosphore total (TP) n'ont été définies que pour la sous-région de la mer Adriatique. En l'absence de telles valeurs pour les autres sous-régions, les échelles d'autres méthodologies d'évaluation n'ont pas pu être définies, y compris l'échelle d'évaluation simplifiée, qui n'a été appliquée à la chlorophylle a que sur la base de données satellitaires.

Documents d'orientation

Documents d'orientation générale

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes.

Décision IG.21/3 (COP18, 2013) relative à l'Approche écosystémique, incluant l'adoption des définitions du bon état écologique (BEE) et des cibles.

Décision IG.25/1 (COP22, 2021) relative à la Stratégie à moyen terme du PNUE/PAM pour la période 2022-2027.

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes.

Décision IG.23/6 (COP20, 2017) relative au Rapport sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée 2017.

Décision IG.24/4 (COP21, 2019) relative aux études d'évaluation.

Décision IG.26/3 (COP23, 2023) relative au Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et à une politique renouvelée d'approche écosystémique en Méditerranée.

UNEP(DEPI)/MED WG.363/Inf.21. (2011) Évaluation intégrée initiale.

UNEP(DEC)/MED WG.372/3. (2012) Approaches for definition of GES and setting targets for the pollution related ecological objectives in the framework of the ecosystem approach. (OE5 : eutrophisation, OE9 : contaminants, OE10 : déchets marins, OE11 : bruit).

UNEP(DEPI)/MED IG.22/Inf.7. (2016) Lignes directrices sur la surveillance et l'évaluation intégrées

UNEP(DEPI)/MED WG.427/Inf.3. Contexte des critères d'évaluation pour les substances dangereuses et les marqueurs biologiques dans le bassin méditerranéen et à ses échelles régionales, ainsi que ces critères d'évaluation révisés.

Rapport 2017 sur la qualité de la Méditerranée, https://www.medqsr.org/fr/

Rapport 2023 sur la qualité de la Méditerranée, https://spa-rac.org/fr/

Directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (Directive-cadre « stratégie pour le milieu marin »).

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

Directive (UE) 2017/845 de la Commission du 17 mai 2017 modifiant la directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les listes indicatives d'éléments à prendre en compte pour l'élaboration des stratégies marines.

Décision (UE) 2017/848 de la Commission du 17 mai 2017 établissant des critères et des normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines, ainsi que des spécifications et des méthodologies normalisées de surveillance et d'évaluation, et abrogeant la décision 2010/477/UE.

Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

Documents d'orientation relatifs à l'eutrophisation

UNEP(DEPI)MED WG.231/14. (2003). Eutrophication Monitoring Strategy of UNEP/MAP MED POL (Stratégie de surveillance de l'eutrophisation du PNUE/PAM/MED POL).

PNUE/FAO/OMS (1996). 'Assessment of the state of eutrophication in the Mediterranean Sea'. MAP Technical Reports Series No 106. (Évaluation de l'état de l'eutrophisation en mer Méditerranée. Série des rapports techniques du PAM n° 106). PNUE, Athènes, 211 p.

PNUE/PAM/MED POL (1990a). Activity IV: Research on the effects of pollutants on Marine Organisms and their Populations (Activité IV : Recherche sur les effets des polluants sur les organismes marins et leurs populations) (PNUE/MAP/MED POL Phase I, 1975-1981).

PNUE/PAM/MED POL (1990b). Activity V: Research on the effects of pollutants on Marine Communities and Ecosystems (Activité V : Recherche sur les effets des polluants sur les communautés et écosystèmes marins) (PNUE/MAP/MED POL Phase I, 1975-1981).

WFD CIS Guidance Document No. 5 (2003) Transitional and Coastal Waters Typology, Reference Conditions and Classification Systems (Document d'orientation n° 5 du CIS de la DCE : typologie des eaux de transition et côtières, conditions de référence et systèmes de classification).

UNEP(DEPI)/MED WG.417/Inf.15., (2015) Report of the online groups on eutrophication, contaminants and marine litter (Rapport des groupes en ligne sur l'eutrophisation, les contaminants et les déchets marins), p 92

UNEP/MED WG.463/Inf.6. (2019) Updated Thematic Assessments of the Eutrophication and Contaminants Status in the Mediterranean Marine Environment, as a Contribution to the 2019 State of Environment and Development Report (SoED) (Évaluations thématiques actualisées de l'état de l'eutrophisation et des contaminants dans le milieu marin méditerranéen, en contribution au rapport 2019 sur l'état de l'environnement et du développement).

UNEP/MED WG.463/8., (2019), Approaches on Scales of Monitoring for Common Indicators related to pollution (Approches sur les échelles de surveillance pour les indicateurs communs relatifs à la pollution).

UNEP/MED WG.463/Inf.9 (2019). Example of overall interrelationships between the IMAP and the DPSIR framework applied to the coastal and marine ecosystem. Meeting of the Ecosystem Approach Correspondence Group on Pollution Monitoring (Exemple d'interrelations globales entre IMAP et le cadre DPSIR appliqué à l'écosystème côtier et marin. Réunion du groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution selon l'approche écosystémique).

UNEP/MED WG.509/10//Rev.2, (2021) Integration and Aggregation Rules for Monitoring and Assessment of (IMAP Pollution and Marine Litter Cluster) (Règles d'intégration et d'agrégation pour la surveillance et l'évaluation du groupe IMAP Pollution et déchets marins).

UNEP/MED WG 533/ 4. (2022) Assessment Criteria Methodologies for IMAP Common Indicator 13: Reference and Boundary Values for DIN and TP in the Adriatic Sea Sub-region (Méthodologies des critères d'évaluation pour l'indicateur commun 13 de l'IMAP : valeurs de référence et limites pour l'azote inorganique dissous [DIN] et le phosphore total [TP] dans la sous-région adriatique).

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

UNEP/MED WG.550/10/Rev.1, (2023), 2023 Med QSR: The IMAP Pollution Cluster Chapters; Thematic Assessments (2023 Med QSR : chapitres du groupe IMAP Pollution ; évaluations thématiques).

UNEP/MED WG.550/Inf.13 (2023), The Marine Environment Assessment in the Areas with Insufficient Data: The Assessment Results of IMAP Common Indicators 14 in the Central Mediterranean Sea Sub-region by Applying the Simplified G/M Assessment Methodology (Évaluation du milieu marin dans les zones à données insuffisantes : résultats de l'indicateur commun 14 de l'IMAP dans la sous-région de la Méditerranée centrale selon la méthodologie simplifiée d'évaluation G/M).

UNEP/MED WG.556/Inf.3/Rev.1. (2023), The Results of GES Assessment for IMAP Common Indicators 13 and 14 in the Adriatic Sea Sub-region by Applying the NEAT GES Assessment Methodology (Résultats de l'évaluation du bon état écologique pour les indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP dans la sous-région adriatique selon la méthodologie d'évaluation du BEE selon la méthodologie NEAT).

UNEP/MED WG.556/Inf.4/Rev.1. (2023), The Marine Environment Assessment in the Areas with Insufficient Data: The Assessment Results of IMAP Common Indicators 13&14 in the Aegean - Levantine Sea Sub-region by Applying the Simplified G/M Assessment Methodology (Évaluation du milieu marin dans les zones à données insuffisantes : résultats des indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP dans la sous-région Égée – Levantine selon la méthodologie simplifiée G/M).

UNEP/MED WG.556/Inf.5/Rev.1. (2023), The Marine Environment Assessment in the Areas with Insufficient Data: The Assessment Results of IMAP Common Indicators 13&14 in the Western Mediterranean Sea Sub-region by Applying the Simplified G/M and EQSR Assessment Methodologies (Évaluation du milieu marin dans les zones à données insuffisantes : résultats des indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP dans la sous-région de la Méditerranée occidentale selon les méthodologies simplifiées G/M et EQSR).

UNEP/MED WG.556/Inf.16/Rev.1. (2023), The Updated GIS - based Layers for the Finest Areas of Assessment and the Areas of Assessment Nested to the Levels of Integration that are Considered Meaningful for Their Use Within Application of the NEAT GES Assessment Methodology for IMAP Common Indicators 13, 14 and 17 in the Adriatic Sea Sub-region (Couches SIG actualisées pour les zones d'évaluation les plus fines et les zones imbriquées, utilisées dans le cadre de la méthodologie d'évaluation du BEE selon la méthodologie NEAT appliquée aux indicateurs communs 13, 14 et 17 de l'IMAP dans la sous-région adriatique).

Méthodes d'analyse des indicateurs

Définition de l'indicateur

Concentration des principaux nutriments (inorganiques) dans la colonne d'eau :

Nitrate (NO_3-N)

Nitrite (NO_2-N)

Ammonium (NH_4-N)

Azote total (AT)

Orthophosphate (PO_4-P)

Phosphore total (TP)

Orthosilicate (SiO_4-Si)

Sous-indicateurs : rapports molaires des nutriments (silice, azote et phosphore) lorsque cela est pertinent :

Si:N, N:P, Si:P

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

Les actions futures devraient inclure une analyse scientifique de l'utilisation ajustée du rapport azote total/phosphore total pour l'évaluation de l'eutrophisation et de la productivité des écosystèmes dans certaines sous-régions ou subdivisions méditerranéennes, en tenant compte des spécificités locales des écosystèmes.

La liste complète des paramètres chimiques et connexes à déclarer au titre de l'indicateur commun 13 de l'IMAP est fournie dans le document des normes de données pour l'indicateur commun 13 de l'IMAP.

Méthodologie de calcul des indicateurs

Tous les paramètres : spectrophotométrie (méthodes manuelles ou automatisées et instrumentation)

Les procédures analytiques détaillées pour les nutriments et les autres paramètres obligatoires, y compris l'échantillonnage, le transport des échantillons, la détermination analytique des indicateurs et sous-indicateurs ainsi que le contrôle qualité des données, sont décrites dans le document A-2: Guidelines/Protocols for sampling and determination of key nutrients and chlorophyll a in seawater (A-2 : Protocoles pour l'échantillonnage et la détermination des nutriments clés et de la chlorophylle a dans l'eau de mer).

Unités de l'indicateur

Tous les paramètres : micromole par litre (concentration micromolaire, µmol/L = µM)

Rapports : sans unité (simple dérivation mathématique des rapports à partir des concentrations en nutriments)

Les Normes de données pour l'IC 13 de l'IMAP précisent les unités applicables à tous les paramètres obligatoires.

Liste des documents d'orientation et protocoles disponibles

Lignes directrices/protocoles de surveillance de l'IMAP (https://www.iaea.org/about/organizational-structure/department-of-nuclear-sciences-and-applications/division-of-iaea-environment-laboratories/marine-environmental-studies-laboratory/unep-map-med-pol-integrated-monitoring-and-assessment-programme-imap-monitoring-guidelines)

- A-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Sampling and Determination of Hydrographic Physical and Chemical Parameters (Protocoles pour l'échantillonnage et la détermination des paramètres hydrographiques physiques et chimiques) ;
- A-2. Guidelines/Protocols for sampling and determination of key nutrients and chlorophyll a in seawater (Protocoles pour l'échantillonnage et la détermination des nutriments clés et de la chlorophylle a dans l'eau de mer)
- E-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Analytical Quality Assurance for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour l'assurance qualité analytique des indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)
- F-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Reporting Monitoring Data for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour la transmission des données de surveillance pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

Fiabilité et incertitudes des données

En dépit de la grande variabilité induite par les processus hydrodynamiques actifs dans les couches d'eau, la surveillance des caractéristiques de l'eau de mer demeure la méthode la plus directe pour évaluer l'eutrophisation. Les nutriments inorganiques peuvent être mesurés en surface ou à différentes profondeurs.

Un contrôle qualité externe, via des exercices interlaboratoires régionaux d'assurance/contrôle qualité (AQ/CQ), est organisé depuis 1986 pour les contaminants, en collaboration entre le PNUE/PAM – MED POL et l'AIEA/MESL. À partir de 2024, l'AIEA/MESL a élargi le champ des essais d'aptitude et des formations pour renforcer les capacités des laboratoires nationaux dans la surveillance de l'eutrophisation (Indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP : nutriments inorganiques dans l'eau de mer à forte et faible salinité, chlorophylle a et phaeopigments) ainsi que des contaminants dans les produits de la mer (Indicateur commun 20 de l'IMAP : métaux lourds, hydrocarbures aromatiques polycycliques, dioxines et PCB).

En outre, des plages de contrôle qualité des données ont été initialement établies pour les paramètres physico-chimiques liés à la surveillance des indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP, ainsi que pour les contaminants suivis au titre de l'indicateur commun 17, en appliquant des méthodes statistiques appropriées et l'expertise scientifique disponible afin de garantir la qualité des données transmises au système d'information de l'IMAP. Ces catégories de contrôle de données ont été intégrées dans le système d'information de l'IMAP depuis 2024.

Méthodologie de surveillance : périmètre temporel et spatial

Méthodologies disponibles pour la surveillance et les protocoles associés

Les méthodes traditionnelles de surveillance de l'eutrophisation dans les zones côtières reposent sur des prélèvements ou mesures *in situ* des paramètres courants comme la concentration en nutriments. Concernant les méthodes disponibles pour les mesures *in situ*, les navires offrent des plateformes flexibles pour la surveillance de l'eutrophisation, tandis que la télédétection permet d'obtenir une vue synoptique à l'échelle de régions ou de sous-régions. Outre les mesures par navire, des systèmes automatisés comme les ferry-boxes ou autres dispositifs autonomes permettent des mesures continues à haute fréquence.

L'échantillonnage pour la fluorescence *in vitro* et l'analyse des nutriments peut être effectué avec un effort limité, à condition d'avoir une pompe et un tuyau adaptés à bord du navire. Les mesures peuvent être réalisées en surface ou juste en dessous à l'aide d'un système d'aspiration intégré à la coque, ou à différentes profondeurs via un dispositif tracté (fish) associé à une pompe.

S'appuyant sur les éléments développés dans le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP, 2016), y compris les composantes mentionnées ci-dessus, les lignes directrices de surveillance — structurées autour des protocoles techniques spécifiques liés aux indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP — ont été élaborées de manière approfondie par le programme MED POL en coopération avec l'AIEA/MESL. Ces lignes directrices ont été approuvées lors de la réunion des points focaux du MED POL (2021). Elles s'appuient sur les connaissances et pratiques acquises au cours de plus de 40 années de mise en œuvre du suivi MED POL, ainsi que sur des publications récentes, en mettant en évidence les pratiques actuelles des laboratoires marins des Parties contractantes, ainsi que celles d'autres Conventions sur les mers régionales et de l'Union européenne. Une analyse approfondie des pratiques existantes du PNUE/PAM, du PNUE et de l'AIEA, ainsi que d'HELCOM, d'OSPAR et du Centre commun de recherche de la Commission européenne, a été menée afin de soutenir une approche innovante pour la préparation des lignes directrices et protocoles de surveillance de l'IMAP. Les méthodologies et pratiques de surveillance y sont exposées en détail : échantillonnage, conservation et transport des échantillons, préparation et analyse des échantillons, assurance qualité et transmission des données de surveillance. Ces lignes directrices sont destinées à être utilisées par les laboratoires compétents pour IMAP afin de garantir la représentativité et la précision des résultats analytiques. Ces lignes directrices présentent une synthèse des meilleures pratiques disponibles en matière de

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

surveillance marine, en intégrant des approches analytiques complètes et cohérentes, applicables afin de garantir la représentativité et la précision des résultats nécessaires à la production de données de surveillance fiables et validées.

Les lignes directrices de surveillance pour les indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP présentent les pratiques suivantes en matière de surveillance et de rapport :

- A-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Sampling and Determination of Hydrographic Physical and Chemical Parameters (Protocoles pour l'échantillonnage et la détermination des paramètres hydrographiques physiques et chimiques) ;
- A-2. Guidelines/Protocols for sampling and determination of key nutrients and chlorophyll a in seawater (Protocoles pour l'échantillonnage et la détermination des nutriments clés et de la chlorophylle a dans l'eau de mer)
- E-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Analytical Quality Assurance for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour l'assurance qualité analytique des indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)
- F-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Reporting Monitoring Data for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour la transmission des données de surveillance pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP).

Sources de données disponibles

Système d'information de l'IMAP(http://imapinfosystem.info-rac.org/app/#/)

EMODNET Chemistry : http://www.emodnet-chemistry.eu/data_access.html

Base de données Waterbase de l'AEA - Eaux de transition, côtières et marines :

http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/waterbase-transitional-coastal-and-marine-waters-11

Orientation relative à la portée spatiale et à la sélection des stations de surveillance

Le premier facteur favorisant l'eutrophisation est l'enrichissement en nutriments. Cela explique pourquoi les principales zones eutrophes se trouvent principalement près des côtes, en particulier dans les zones recevant des charges élevées en nutriments, même si certains signes naturels d'eutrophisation peuvent également être observés, comme dans les zones de remontée d'eau. En outre, le risque d'eutrophisation est lié à la capacité du milieu marin à confiner les algues en croissance dans la couche de surface bien éclairée. L'étendue géographique des eaux potentiellement eutrophes peut varier considérablement selon :

(i) l'étendue des zones peu profondes (≤ 20 m de profondeur) ;

(ii) l'ampleur des panaches fluviaux stratifiés, qui peuvent créer une couche de surface peu profonde séparée par une halocline de la couche inférieure, quelle que soit sa profondeur ;

(iii) les temps de résidence de l'eau prolongés dans les mers semi-fermées, favorisant des proliférations algales largement déclenchées par des apports internes et externes en nutriments ;

(iv) les phénomènes d'upwelling, qui entraînent un apport endogène de nutriments et des concentrations élevées issues des couches profondes, d'origine naturelle ou anthropique.

Par conséquent, l'échelle géographique de la surveillance pour l'évaluation du bon état écologique au regard de l'eutrophisation dépendra des conditions hydrologiques et morphologiques de la zone concernée, en particulier des apports d'eau douce, de la salinité, de la circulation générale, de l'upwelling et de la stratification. La répartition spatiale des stations de surveillance devrait, avant l'établissement de l'état d'eutrophisation de la sous-région/zone marine, être fondée sur les risques et proportionnée à l'ampleur prévue de l'eutrophisation dans la sous-région considérée, ainsi qu'à ses caractéristiques hydrographiques, en vue de la détermination de zones spatialement homogènes. Les programmes de surveillance de l'eutrophisation doivent viser à évaluer les phénomènes

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

d'eutrophisation en différenciant les signaux temporels et spatiaux dus à l'eutrophisation naturelle de ceux induits par les activités humaines.

Dans le cadre de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR), les échelles d'évaluation des indicateurs communs 13 et 14 ont été définies dans le cadre de l'approche imbriquée de l'IMAP, sur la base des éléments exposés dans la section relative à l'évaluation de l'eutrophisation.

Orientation relative à la portée temporelle

Une certaine souplesse doit être intégrée à la conception du programme de surveillance afin de tenir compte des différences entre sous-régions ou zones marines. Sous les latitudes méditerranéennes, de manière générale, les pics d'intensité de la production primaire naturelle associés à l'eutrophisation se produisent avant l'été et en hiver, ce qui oriente la stratégie de fréquence d'échantillonnage, bien que des mesures tout au long de l'année puissent être plus appropriées pour le suivi des nutriments.

Le programme national de surveillance de l'eutrophisation actuellement en place, élaboré dans le cadre de la mise en œuvre de l'IMAP, a posé les bases de la surveillance du milieu marin en Méditerranée. La fréquence optimale (deux à quatre fois par an de manière saisonnière, ou mensuelle soit douze fois par an) pour le suivi des nutriments aux stations sélectionnées doit être choisie en fonction de la nécessité de : contrôler les écarts par rapport aux cycles naturels connus de l'eutrophisation dans les zones côtières ; suivre l'évolution des tendances dans les zones impactées (diminution de l'intensité de l'eutrophisation).

Ainsi, que les eaux côtières soient impactées ou non, la fréquence optimale annuelle et le choix des stations d'échantillonnage doivent être définis à l'échelle locale, tandis que pour les eaux au large, la fréquence d'échantillonnage doit être déterminée à l'échelle sous-régionale selon une approche fondée sur les risques.

Principalement, afin d'établir à l'avenir une échelle robuste de fréquence d'échantillonnage, une approche statistique rigoureuse devra être élaborée, prenant en compte la limite de discrimination entre les classes lorsque l'approche fondée sur les seuils de nutriments sera largement adoptée.

Prenons l'exemple de l'approche développée pour l'indicateur commun 14, à savoir la concentration de chlorophylle a dans la colonne d'eau, qui peut servir de référence, car des seuils acceptés existent pour cet indicateur.

La fréquence d'échantillonnage dépend de la variabilité des paramètres mesurés et est généralement déterminée par le nombre d'échantillons nécessaires pour évaluer de manière fiable les différences entre deux valeurs moyennes proches.

La limite discriminante (c.-à-d. la puissance du test appliqué), dépend du nombre d'échantillons :

Limite discriminante $dM = sd * t(\alpha/2 ; N1+N2-2) * \sqrt{2} ; N1+N2-2$

Pour la chlorophylle a en unités log10, avec un écart type moyen sd = 0,30 et un niveau de signification $\alpha/2 = 0,025$:

N = 12 t = 2,074 √
N = 24 t = 2,013 √ = 24 = 0,289 dM > |0,17|
N = 52 t = 1,983 √ = 52 = 0,196 dM > |0,12|

Sur cette base, une zone donnée peut être caractérisée de manière optimale en mesurant trois profondeurs (en général 0,5 et 10 m) à une station au moins une fois par mois, ou à trois stations une profondeur (0 m). Cela revient à 36 échantillons par an, ce qui permet de discriminer environ 0,15 unité log10 de chlorophylle a pour une zone méso-eutrophe, soit un peu moins de la moitié de l'écart entre deux classes (0,37 unité log10). En zone oligotrophe, du fait de la plus faible variance, les mêmes résultats peuvent être obtenus avec une fréquence deux fois moindre. La fréquence d'échantillonnage suivante est recommandée à titre indicatif, en tenant compte des conditions locales spécifiques :

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

- Zones eutrophes – mésotrophes : mensuel;
- Zones mésotrophes – oligotrophes : mensuel près de la côte, bimestriel en eaux libres;
- Zones oligotrophes : bimestriel près de la côte, saisonnier en eaux libres.

Analyse des données et résultats de l'évaluation

Bien que les concentrations individuelles en nutriments et les rapports entre nutriments soient évalués à l'aide d'analyses statistiques fondées sur des niveaux de référence connus et les processus connus d'eutrophisation marine, il convient de noter, à la lumière des informations fournies par plusieurs pays et d'autres sources disponibles, que les pays méditerranéens utilisent différentes méthodes d'évaluation non obligatoires de l'eutrophisation, telles que TRIX, UNTRIX, Eutrophication Scale, EI, HEAT, OSPAR, etc. Les concentrations en nutriments font partie intégrante de ces outils, qui restent importants à maintenir au niveau sous-régional ou national, étant donné l'expérience de long terme acquise par les pays, permettant de révéler ou d'évaluer les tendances en matière d'eutrophisation. Dans le cadre de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR), les méthodes les plus pertinentes et applicables pour l'évaluation de l'eutrophisation ont été explorées, développées et appliquées, comme indiqué dans la section suivante. Les efforts futurs en matière d'évaluation de l'eutrophisation devront combler les lacunes identifiées au cours du processus du MED QSR 2023, afin d'améliorer la cohérence et la comparabilité des méthodologies d'évaluation de l'eutrophisation.

Critères d'évaluation

Dans le cadre de la préparation du MED QSR 2023, des valeurs de référence et des seuils actualisés ont été fournis pour la chlorophylle a. En outre, de nouvelles valeurs de référence et de nouveaux seuils ont été définis pour le phosphore total (TP) et l'azote inorganique dissous (DIN), tels qu'adoptés dans la décision 26/3 (COP23) sur le Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et la politique renouvelée de l'approche écosystémique en Méditerranée (voir tableau 1 ci-dessous). Toutefois, en raison de l'insuffisance des données dans d'autres sous-régions, les critères d'évaluation pour l'azote inorganique dissous et le phosphore total n'ont pas été établis en dehors de la sous-région de la mer Adriatique.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

Tableau 1. Types d'eaux côtières en Méditerranée, accompagnés des nouvelles conditions de référence et valeurs seuils pour le phosphore total (TP) et l'azote inorganique dissous (DIN) pour les eaux côtières et les eaux au large (offshore) de la sous-région adriatique.

Les conditions de référence et les valeurs seuils entre bon et moyen état (G/M) sont fondées sur des séries chronologiques longues (> 5 ans) d'échantillonnages mensuels au minimum.

	Eaux côtières	
	Conditions de référence de *c*(TP) (µmol/L)	**Limites de *c*(TP) (µmol/L) pour l'état G/M**
Typologie des eaux		
Type I		
Type I Adriatique	0,19 [a]	0,55 [a]
Type II-A-FR-SP[d]	-	-
Type II-A Adriatique	0,16 [a]	0,48 [a]
Type II-A[e] Tyrrhénienne	-	-
Type III-W Adriatique[c]	-	0,26
Type III-W Tyrrhénienne	-	-
Type III-W-FR-SP		
Type III-E		
Type Île-W		

	Eaux ouvertes (au large des côtes) dans la sous-région de la mer Adriatique	
	Conditions de référence de *c*(DIN) (µmol/L)	**Limites de *c*(DIN) (µmol/L) pour l'état G/M**
Typologie des eaux		
Type I Adriatique	0,21[g] ; 0,66[h]	22,3
Type II-A Adriatique	-	-
Type III-W Adriatique[c]	-	-

[a] *Source : Giovanardi et al, 2018*
[c] *Le système de classification écologique ne serait pas approprié pour une classification correcte et sûre, et par conséquent, les valeurs limites pour les eaux de l'Adriatique de type III-W sont basées sur les valeurs H/G pour l'Adriatique de type II-A dans les eaux côtières, soit 0,64 µg/L pour la Chla et 0,26 µmol/L pour le TP*
[d] *Correction d'erreur incluse pour assurer la cohérence avec la classification prévue dans la décision 2013/480/UE de la Commission, à savoir le type II -FR-SP, tel qu'inclus dans la décision IG.22/7, remplacé par le type II -A-FR-SP*
[e] *Correction d'erreur incluse pour assurer la cohérence avec la classification prévue dans la décision 2013/480/UE de la Commission, à savoir le type II-A Tyrrhénien a remplacé le type II-B Tyrrhénien, tel qu'inclus dans la décision IG.22/7, puisque ce dernier n'existe pas dans la mer Tyrrhénienne*
[g] *pour ME ;* [h] *pour HR, IT*
[h] *Aucune relation pression-effet n'a été trouvée, et par conséquent, les CR pour DIN et les valeurs limites G/M pour Chlaet DIN n'ont pas pu être proposées.*

Des efforts sont en cours pour établir de nouvelles valeurs de référence et de nouveaux seuils pour le phosphore total (TP) et l'azote inorganique dissous (DIN), ainsi que pour actualiser, lorsque cela est pertinent, les valeurs de référence et les seuils pour la chlorophylle a (Chl*a*), dans les sous-régions ou subdivisions pilotes sélectionnées, en fonction de la disponibilité des données. Les efforts futurs devraient également porter sur la nécessité d'établir des critères d'évaluation pour le phosphate.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)

Évaluation de l'eutrophisation

Comme recommandé par le groupe d'experts en ligne sur l'eutrophisation mis en place par les Parties contractantes, il est suggéré que, concernant les concentrations en nutriments, et tant que des seuils communément admis n'ont pas été déterminés et adoptés, le bon état écologique puisse être évalué sur la base de niveaux et de tendances observés à travers la surveillance.

Les méthodologies d'évaluation de l'eutrophisation, telles qu'elles ont été développées et appliquées dans le cadre de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR), sont détaillées dans la fiche technique d'orientation IMAP pour l'indicateur commun 14. En raison de la disponibilité limitée des données sur les nutriments, une évaluation intégrée du BEE selon la méthodologie NEAT a été appliquée aux indicateurs communs 13 et 14, en se concentrant sur le phosphore total, l'azote inorganique dissous et la chlorophylle a dans la sous-région de la mer Adriatique.

Lacunes et incertitudes connues en Méditerranée

Les seuils et valeurs de référence relatifs aux nutriments, à la transparence et à l'oxygène peuvent ne pas être identiques pour toutes les zones, dans la mesure où il est reconnu que les conditions environnementales spécifiques à chaque zone doivent déterminer les valeurs seuils. Le BEE peut ainsi être défini à l'échelle sous-régionale ou au niveau d'une subdivision de la sous-région (par exemple, l'Adriatique nord), en fonction des spécificités locales liées au niveau trophique et à la morphologie de la zone.

En complément des progrès significatifs réalisés au cours des derniers bienniums en matière d'harmonisation des pratiques de surveillance, de définition du bon état écologique (BEE) et de développement d'outils d'évaluation environnementale — ainsi que de l'amélioration de la disponibilité des critères d'évaluation — il est indispensable, pour permettre une évaluation complète de l'eutrophisation et atteindre *le bon état écologique, de définir* des seuils et des conditions de référence (concentrations de référence naturelles) pour le phosphore total (TP) et l'azote inorganique dissous (DIN), en plus de la chlorophylle a, dans l'ensemble des sous-régions. Ce processus devrait s'appuyer sur l'expérience acquise dans la définition des valeurs de référence et des seuils pour ces nutriments dans la sous-région adriatique, en tant qu'exigence minimale. Il doit inclure des dispositifs d'assurance qualité ainsi que des protocoles de contrôle qualité des données. Il doit inclure des dispositifs d'assurance qualité ainsi que des protocoles de contrôle qualité des données. Les avancées dans l'établissement des valeurs de référence et des seuils pour le phosphore total (TP) et l'azote inorganique dissous (DIN) sont décrites dans la section précédente.

En s'appuyant sur les acquis obtenus jusqu'en 2023 dans le cadre de la préparation du MED QSR 2023, plusieurs lacunes en matière de connaissances ont été identifiées dans la surveillance et l'évaluation des indicateurs communs 13 et 14. Celles-ci devront être traitées conformément aux recommandations formulées lors de la réunion des points focaux du MED POL de 2023, comme indiqué dans la fiche technique d'orientation pour l'indicateur commun 14 de l'IMAP.

Contacts et date des versions

http://www.unepmap.org

N° de version	**Date**	**Auteur**
V.1	31/05/17	MEDPOL
V.2	10/01/19	MEDPOL
Version finale	31/05/2019	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
Version finale	09/09/2019	Approuvée par la 7ème Réunion du Groupe de coordination de l'EcAp
V4	28/05/2025	Réunion conjointe des groupes CorMon Pollution et Déchets marins

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 13. Concentration des nutriments clés dans la colonne d'eau (OE5)	
V5	19/06/2025	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
Version finale	15/09/2025	Approuvée par la 12ème Réunion du Groupe de coordination de l'EcAp

7. La révision de l'**indicateur commun 14 de l'IMAP (OE5)** : « Concentration de chlorophylle a dans la colonne d'eau » est présentée dans le tableau ci-dessous.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)	
Définition pertinente du bon état écologique	**Objectif opérationnel connexe**	**Cible(s) proposée(s)[3]**
Niveaux naturels de biomasse algale, de transparence de l'eau et de concentrations en oxygène, en cohérence avec les conditions physiographiques, géographiques et climatiques dominantes	Prévention des effets directs et indirects de l'enrichissement excessif en nutriments	État : • Concentration de chlorophylle a dans les zones à haut risque en dessous de la limite entre les classes de bon état écologique et de mauvais état écologique des échelles d'évaluation. • Tendance à la baisse des concentrations de Chl-a dans les zones à haut risque affectées par les activités humaines. • L'indice de turbidité dans les zones concernées doit rester inférieur à la limite de référence entre les classes de bon état écologique et de mauvais état écologique, cette limite étant à établir sur la base de critères d'évaluation spécifiques à la turbidité qui doivent encore être définis[4]. • Tendance à l'augmentation de la transparence dans les zones touchées par les activités humaines[5]. • Les concentrations d'oxygène dissous dans les zones à haut risque doivent rester inférieures à la limite de référence entre les classes de bon état écologique et de mauvais état écologique, cette limite devant être

[3] À la suite des décisions qui seront prises lors de la présente réunion concernant les ajustements mineurs des cibles, tels que décrits dans le document de travail UNEP/MED WG.626/3/Rev.1, les cibles révisées seront intégrées aux fiches techniques révisées des indicateurs de pollution de l'IMAP.
[4] Transféré de l'indicateur 5.2.2, Décision IG. 21/3, Annexe I
[5] ibidem

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)	
		fixée après définition des critères d'évaluation de l'oxygène dissous[6]. • Tendance à l'augmentation des concentrations d'oxygène dissous dans les zones touchées par les activités humaines[7].

Justification

Justification du choix des indicateurs

L'eutrophisation est un processus lié à l'enrichissement du milieu aquatique en nutriments, en particulier les composés de l'azote et/ou du phosphore. Elle entraîne une croissance accrue, une production primaire plus importante et une biomasse d'algues plus élevée ; elle provoque également des déséquilibres nutritifs qui perturbent l'équilibre des organismes et dégrade la qualité de l'eau (IMAP, 2017)[8]. Les conséquences de l'eutrophisation sont considérées comme indésirables lorsqu'elles dégradent de manière significative la santé des écosystèmes et/ou la fourniture durable de biens et services, par exemple les proliférations algales excessives, le déficit en oxygène dissous, le déclin des herbiers marins, la mortalité des organismes benthiques et/ou des poissons. Bien que ces changements puissent aussi résulter de processus naturels, ils deviennent préoccupants du point de vue de la gestion lorsqu'ils sont attribués à des sources anthropiques.

Les eaux marines sont classées selon leur niveau d'eutrophisation, en fonction des apports en nutriments et de la croissance du phytoplancton. Les zones oligotrophes présentent de faibles niveaux de nutriments et de phytoplancton ; les zones mésotrophes sont enrichies en nutriments ; tandis que les zones eutrophes sont riches en nutriments et en biomasse algale.

Références scientifiques

Norris, N. 1940. The Standard Errors of the Geometric and Harmonic Means and Their Application to Index Numbers. Ann. Math. Statist. 11(4): 445-448. doi :10.1214/aoms/1177731830

Kirkwood, T.B.L., 1979. Geometric means and measures of dispersion. Biometrics, 35, 908-909.

Giovanardi, F., Tromellini, E. (1992). An empirical dispersion model for total phosphorus in a coastal area: the Po River-Adriatic system. Sci. Total Environ. Supplement 201–210. doi :10.1016/B978-0444-9990-3.50022-5.

Vollenweider, R.A., Giovanardi F., Montanari, G., Rinaldi A., 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. Environmetrics, 9, 329-357.

Cushman-Roisin, B., Gačić, M., Poulain, P-M., Artegianni, A., 2001. Physical Oceanography of the Adriatic Sea, Past, Present and Future, Springer Science + Business Media, Dordrecht, 312 p.

Boyer J.N. Kelble C.R., Ortner P.B., Rudnick D.T., 2009. Phytoplankton bloom status: Chlorophyll a biomass as an indicator of water quality condition in the southern estuaries of Florida, USA. Ecological Indicators 9s : s56- s67.

Carletti, A., Heiskanen, A. S. (2009). Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters. JRC-IES EUR 23838 EN/3, 244 p.

[6]Transféré de l'indicateur 5.3.1, Décision IG. 21/3, Annexe I
[7]ibidem
[8]IMAP (2017) Programme de surveillance et d'évaluation intégrées de la mer Méditerranée et de ses côtes et critères d'évaluation connexes, ONU Environnement/PAM, Athènes, Grèce, 52 p.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

Hering, D., Borja, A., Carstensen, J., Carvalho, L., Elliott, M. et Feld, C. K. (2010). The European water framework directive at the age of 10: a critical review of the achievements with recommendations for the future. Sci. Total Environ. 408, 4007–4019.

Primpas I., Karydis M., 2011. Scaling the trophic index (TRIX) in oligotrophic marine environments. Environmental Monitoring and Assessment, juillet 2011, volume 178, numéro 1-4, p. 257-269.

Borja, A., Elliott, M., Henriksen, P. et Marb, N. (2013). Transitional and coastal waters ecological status assessment: advances and challenges resulting from implementing the European water framework directive. Hydrobiologia 704, 213–229. doi : 10.1007/s10750-012-1276-9

Borja A., Elliott M., Andersen J.H., Berg T., Carstensen J., Halpern B.S., Heiskanen A.-S., Korpinen S., Lowndes J.S.S., Martin G. and Rodriguez-Ezpeleta N. (2016) Overview of Integrative Assessment of Marine Systems: The Ecosystem Approach in Practice. Front. Mar. Sci., 3: 20. doi : 10.3389/fmars.2016.00020.

Dworak, T., Berglund, M., Haider, S., Leujak, W. et Claussen, U. (2016). A comparison of European nutrient boundaries for transitional, coastal and marine waters. Groupe de travail sur l'état écologique ECOSTAT

Berg, T., Murray, C., Carstensen, J. et Andersen, J. H. (2017). NEAT – Nested Environmental Status Assessment Tool - Manual Version 1.3. Projet DEVOTES.

Nemati, H., M. R. Shokri, Z. Ramezanpour, G. H. Ebrahimi Pour, I. Muxika, Á. Borja, 2017. Using multiple indicators to assess the environmental status in impacted and non-impacted bathing waters in the Iranian Caspian Sea. Ecological Indicators, 82 : 175-182.

Giovanardi, F., Francé, J., Mozetič, P., Precali, R. (2018). Development of ecological classification criteria for the Biological Quality Element phytoplankton for Adriatic and Tyrrhenian coastal waters by means of chlorophyll a (2000/60/EC WFD). Ecological Indicators. 93. 316-332. doi : 10.1016/j.ecolind.2018.05.015.

Borja, A., J. M. Garmendia, I. Menchaca, A. Uriarte, Y. Sagarmínaga, 2019. Yes, We Can! Large-Scale Integrative Assessment of European Regional Seas, Using Open Access Databases. Frontiers in Marine Science, 6 : 10.3389/fmars.2019.00019.

Pavlidou, A., N. Simboura, K. Pagou, G. Assimakopoulou, V. Gerakaris, I. Hatzianestis, P. Panayotidis, M. Pantazi, N. Papadopoulou, S. Reizopoulou, C. Smith, M. Triantaphyllou, M. C. Uyarra, I. Varkitzi, V. Vassilopoulou, C. Zeri, A. Borja, 2019. Using a holistic ecosystem-integrated approach to assess the environmental status of Saronikos Gulf, Eastern Mediterranean. Ecological Indicators, 96 : 336-350.

Borja, A., I. Menchaca, J. M. Garmendia, J. Franco, J. Larreta, Y. Sagarminaga, Y. Schembri, R. González, R. Antón, T. Micallef, S. Camilleri, O. Solaun, A. Uriarte, M. C. Uyarra, 2021. Big Insights From a Small Country: The Added Value of Integrated Assessment in the Marine Environmental Status Evaluation of Malta. Frontiers in Marine Science, 8 : 10.3389/fmars.2021.638232.

Kazanidis, G., C. Orejas, A. Borja, E. Kenchington, L.-A. Henry, O. Callery, M. Carreiro-Silva, H. Egilsdottir, E. Giacomello, A. Grehan, L. Menot, T. Morato, S. Á. Ragnarsson, J. L. Rueda, D. Stirling, T. Stratmann, D. van Oevelen, A. Palialexis, D. Johnson, J. M. Roberts, 2020. Assessing the environmental status of selected North Atlantic deep-sea ecosystems. Ecological Indicators, 119 : 106624.

R Development Core Team (2022). R : un langage et un environnement pour le calcul statistique. R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche. ISBN 3-900051-07-0. http://www.R-project.org

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

Contexte stratégique et cibles

Description du contexte stratégique

En Méditerranée, le programme de surveillance MED POL du PNUE/PAM a inclus, dès sa création, l'étude de l'eutrophisation dans le cadre de ses sept projets pilotes approuvés par les Parties contractantes lors de la réunion de Barcelone en 1975 (PNUE/PAM, 1990a, b). La question d'une stratégie de surveillance cohérente et de l'évaluation de l'eutrophisation a été soulevée pour la première fois lors de la réunion des coordinateurs nationaux de MED POL du PNUE/PAM en 2001 (Venise, Italie), qui a recommandé au Secrétariat d'élaborer un projet de programme de surveillance de l'eutrophisation dans les eaux côtières méditerranéennes (PNUE/PAM MED POL, 2003). Malgré une série d'évaluations examinant le concept et l'état de l'eutrophisation, d'importantes lacunes subsistent quant à la capacité d'évaluer l'intensité de ce phénomène. Des efforts ont été consacrés à la définition de concepts pour évaluer l'intensité de l'eutrophisation et à l'élargissement de l'expérience acquise au-delà des sites initiaux situés dans la mer Adriatique, reconnue comme la zone la plus touchée par l'eutrophisation de toute la Méditerranée. Dans le contexte de la mer Méditerranée, la surveillance et l'évaluation de l'eutrophisation ont été redéfinies conformément au Programme intégré de surveillance et d'évaluation (PNUE/PAM, 2016). Cette redéfinition assure une synergie avec la directive-cadre européenne « Stratégie pour le milieu marin » (2008/56/CE). Les dictionnaires de données et normes pour les indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP (2019, http://imapinfosystem.info-rac.org/app/#/standard), alignés sur les fiches d'orientation IMAP, ont défini la liste des jeux de données obligatoires, y compris les paramètres physico-chimiques, afin de fournir une évaluation intégrée de l'eutrophisation.

Cibles

Dans le cadre de la préparation de l'évaluation de l'eutrophisation pour le MED QSR 2023, les deux échelles d'évaluation suivantes ont été établies et appliquées dans les sous-régions méditerranéennes afin d'évaluer le bon état écologique (BEE), le cas échéant :

a) Échelle d'évaluation intégrée NEAT (Nested Environmental Status Assessment Tool) des indicateurs communs 13 et 14

- Une échelle d'évaluation à cinq classes a été appliquée aux données communiquées par les pays concernant l'azote inorganique dissous (DIN), le phosphore total (TP) et la chlorophylle a (Chl-a), permettant leur utilisation pour le calcul des critères d'évaluation dans les subdivisions de la sous-région adriatique.
- Les cinq classes d'évaluation — Très bon, Bon, Moyen, Médiocre, Mauvais — ont été définies, avec deux seuils de référence : i) les conditions de référence (RC), représentant le meilleur état (Très bon), ii) la concentration maximale du paramètre (DIN, TP ou Chl-a), représentant le pire état (Mauvais). Un seuil délimitant le bon état écologique/mauvais état écologique est également défini.
- La règle de décision pour déterminer le statut de bon ou de mauvais état écologique repose sur la comparaison des valeurs obtenues avec la limite entre les classes Bon et Moyen (G/M), qui distingue les classes « Bon » et « Moyen ».
- Les valeurs NEAT, comprises entre 0 et 1, représentent l'évaluation globale de l'état pour chaque paramètre ou l'évaluation intégrée de plusieurs paramètres, selon l'échelle à cinq classes. Les concentrations moyennes sont calculées à l'aide de moyennes géométriques, accompagnées de leurs écarts types géométriques et erreurs standards. Les concentrations seuils sont normalisées sur l'échelle suivante :

  $0 \leq$ mauvais $< 0{,}2 \leq$ médiocre $< 0{,}4 \leq$ moyen $< 0{,}6 \leq$ bon $< 0{,}8 \leq$ très bon ≤ 1

- L'état de la classe est déterminé en fonction de la distance linéaire entre les valeurs obtenues et les deux limites de référence : les conditions de référence et les concentrations maximales du paramètre, ainsi que le seuil entre le bon état écologique et le mauvais état écologique. Le

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

bon état écologique est attribué aux valeurs inférieures à 0,6, tandis que le mauvais état écologique s'applique aux valeurs supérieures ou égales à 0,6.

Évaluation intégrée NEAT des indicateurs communs 13 et 14	**Bon état écologique**			**Mauvais état écologique**		
	Conditions de référence (RC)	**Très bon**	**Bon**	**Moyen**	**Médiocre**	**Mauvais**
Limites et valeurs NEAT normalisées	< limite RC/TB (hors échelle)	1 < score ≤ 0,8	0,8 < score ≤ 0,6	0,6 < score ≤ 0,4	0,4 < score ≤ 0,2	Score ≤ 0,2
Bon/mauvais	**B/**			**M**		

b) Échelle simplifiée d'évaluation de la chlorophylle a (Indicateur commun 14 de l'IMAP)

- Cette échelle a été appliquée aux données de chlorophylle a (Chl-*a*) dérivées par satellite pour permettre leur utilisation dans le calcul des critères d'évaluation des subdivisions de la mer Égée–Levantine, de la Méditerranée centrale et de la Méditerranée occidentale.
- L'introduction de la Chl-a issue de l'imagerie satellitaire comme paramètre *d'évaluation complémentaire* à la Chl-a in situ nécessite le calcul statistique d'un ~~nouvel~~ ensemble de critères d'évaluation lorsque les Parties contractantes ne disposent pas d'une corrélation *validée* entre les deux types de données.
- Les données ont été agrégées sous forme de moyennes géométriques sur cinq ans et normalisées pour garantir leur comparabilité entre les zones évaluées. Pour la normalisation, le package bestNormalize de R a été utilisé, identifiant la méthode de transformation Ordered Quantile Normalizing Transformation comme la plus appropriée (Bartlett, 1947 ; Beasley et al., 2009).
- La règle de décision bon/mauvais état écologique est établie en comparant la valeur calculée à une limite fixée par le seuil entre les classes Bon et Moyen (G/M). Ce seuil correspond au 85ème centile de la distribution normalisée des valeurs calculées, soit environ la moyenne plus un écart type (~moyenne + 1 ET). Dans cette distribution, le 50ème centile représente la valeur moyenne, tandis que le 25ème centile correspond à la moyenne observée dans les zones fortement impactées.
- Les valeurs des conditions de référence (RC) sont représentées par le 10ème centile de la distribution normalisée.
- Les valeurs supérieures à la limite G/M sont classées en bon état écologique, tandis que les valeurs inférieures sont considérées comme en mauvais état écologique.
- Le choix du 85ème centile comme seuil G/M garantit la compatibilité de classification avec la méthodologie d'évaluation simplifiée et l'échelle à cinq classes bon/mauvais état écologique établie pour l'évaluation du bon état écologique selon la méthodologie NEAT.
- En cas de divergences entre les résultats d'évaluations régionales (fondées sur des données satellitaires traitées statistiquement) et les évaluations nationales (fondées sur des données *in situ* et des échelles nationales), les résultats nationaux doivent également être pris en compte à condition d'être étayés par une justification scientifique établie par les experts nationaux.

Évaluation simplifiée de l'IC 14	**Bon état écologique**		**Mauvais état écologique**
Limites*	≤ 10ème centile (RC)	> 10éme centile CHL_GM ≤85ème centile	CHL_GM.> 85ème centile
Bon/mauvais	**B/**		**M**
***Les centiles sont calculés à partir de la moyenne géométrique annuelle normalisée (en utilisant la transformation quantile ordonnée) sur une période minimale de cinq ans.**			

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

Des informations complémentaires sont disponibles dans les évaluations thématiques de l'eutrophisation et les évaluations de la pollution du MED QSR 2023, telles que présentées et approuvées lors de la réunion intégrée des groupes de correspondance sur l'approche écosystémique (CORMON), tenue à Athènes (Grèce) les 27 et 28 juin 2023.

Documents d'orientation

Documents d'orientation générale

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes.

Décision IG.21/3 (COP18, 2013) relative à l'Approche écosystémique, incluant l'adoption des définitions du bon état écologique (BEE) et des cibles.

Décision IG.25/1 (COP22, 2021) relative à la Stratégie à moyen terme du PNUE/PAM pour la période 2022-2027.

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes.

Décision IG.23/6 (COP20, 2017) relative au Rapport sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée 2017.

Décision IG.24/4 (COP21, 2019) relative aux études d'évaluation.

Décision IG.26/3 (COP23, 2023) relative au Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et à une politique renouvelée d'approche écosystémique en Méditerranée.

UNEP(DEPI)/MED WG.363/Inf.21. (2011) Évaluation intégrée initiale.

UNEP(DEC)/MED WG.372/3. (2012) Approches pour la définition du BEE et l'établissement de cibles pour les objectifs écologiques liés à la pollution dans le cadre de l'approche écosystémique. (OE5 : eutrophisation, OE9 : contaminants, OE10 : déchets marins, OE11 : bruit).

UNEP(DEPI)/MED IG.22/Inf.7. (2016) Lignes directrices sur la surveillance et l'évaluation intégrées

UNEP(DEPI)/MED WG.427/Inf.3. Contexte des critères d'évaluation pour les substances dangereuses et les marqueurs biologiques dans le bassin méditerranéen et à ses échelles régionales, ainsi que ces critères d'évaluation révisés.

Rapport 2017 sur la qualité de la Méditerranée, https://www.medqsr.org/fr/

Rapport 2023 sur la qualité de la Méditerranée, https://spa-rac.org/fr/

Directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (Directive-cadre « stratégie pour le milieu marin »)

Directive (UE) 2017/845 de la Commission du 17 mai 2017 modifiant la directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les listes indicatives d'éléments à prendre en compte pour l'élaboration des stratégies marines.

Décision (UE) 2017/848 de la Commission du 17 mai 2017 établissant des critères et des normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines, ainsi que des spécifications et des méthodologies normalisées de surveillance et d'évaluation, et abrogeant la décision 2010/477/UE.

Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

Documents d'orientation relatifs à l'eutrophisation

UNEP(DEPI)MED WG.231/14. (2003). Eutrophication Monitoring Strategy of UNEP/MAP MED POL (Stratégie de surveillance de l'eutrophisation du PNUE/PAM/MED POL).

PNUE/FAO/OMS (1996). 'Assessment of the state of eutrophication in the Mediterranean Sea'. MAP Technical Reports Series No 106. (Évaluation de l'état de l'eutrophisation en mer Méditerranée. Série des rapports techniques du PAM n° 106). PNUE, Athènes, 211 p.

PNUE/PAM/MED POL (1990a). Activity IV: Research on the effects of pollutants on Marine Organisms and their Populations (Activité IV : Recherche sur les effets des polluants sur les organismes marins et leurs populations) (PNUE/MAP/MED POL Phase I, 1975-1981).

PNUE/PAM/MED POL (1990b). Activity V: Research on the effects of pollutants on Marine Communities and Ecosystems (Activité V : Recherche sur les effets des polluants sur les communautés et écosystèmes marins) (PNUE/MAP/MED POL Phase I, 1975-1981).

WFD CIS Guidance Document No. 5 (2003) Transitional and Coastal Waters Typology, Reference Conditions and Classification Systems (Document d'orientation n° 5 du CIS de la DCE : typologie des eaux de transition et côtières, conditions de référence et systèmes de classification).

UNEP(DEPI)/MED WG.417/Inf.15., (2015) Report of the online groups on eutrophication, contaminants and marine litter (Rapport des groupes en ligne sur l'eutrophisation, les contaminants et les déchets marins), p 92

UNEP/MED WG.463/Inf.6. (2019) Updated Thematic Assessments of the Eutrophication and Contaminants Status in the Mediterranean Marine Environment, as a Contribution to the 2019 State of Environment and Development Report (SoED) (Évaluations thématiques actualisées de l'état de l'eutrophisation et des contaminants dans le milieu marin méditerranéen, en contribution au rapport 2019 sur l'état de l'environnement et du développement).

UNEP/MED WG.463/8., (2019), Approaches on Scales of Monitoring for Common Indicators related to pollution (Approches sur les échelles de surveillance pour les indicateurs communs relatifs à la pollution).

UNEP/MED WG.463/Inf.9 (2019). Example of overall interrelationships between the IMAP and the DPSIR framework applied to the coastal and marine ecosystem. Meeting of the Ecosystem Approach Correspondence Group on Pollution Monitoring (Exemple d'interrelations globales entre IMAP et le cadre DPSIR appliqué à l'écosystème côtier et marin. Réunion du groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution selon l'approche écosystémique).

UNEP/MED WG.509/10//Rev.2, (2021) Integration and Aggregation Rules for Monitoring and Assessment of (IMAP Pollution and Marine Litter Cluster) (Règles d'intégration et d'agrégation pour la surveillance et l'évaluation du groupe IMAP Pollution et déchets marins).

UNEP/MED WG 533/ 4. (2022) Assessment Criteria Methodologies for IMAP Common Indicator 13: Reference and Boundary Values for DIN and TP in the Adriatic Sea Sub-region (Méthodologies des critères d'évaluation pour l'indicateur commun 13 de l'IMAP : valeurs de référence et limites pour l'azote inorganique dissous [DIN] et le phosphore total [TP] dans la sous-région adriatique).

UNEP/MED WG.550/10/Rev.1, (2023), 2023 Med QSR: The IMAP Pollution Cluster Chapters; Thematic Assessments 2023 (Med QSR 2023 : chapitres du groupe IMAP Pollution ; évaluations thématiques).

UNEP/MED WG.550/Inf.13 (2023), The Marine Environment Assessment in the Areas with Insufficient Data: The Assessment Results of IMAP Common Indicators 14 in the Central Mediterranean Sea Sub-region by Applying the Simplified G/M Assessment Methodology (Évaluation du milieu marin dans les zones à données insuffisantes : résultats de l'indicateur commun 14 de l'IMAP dans la sous-région de la Méditerranée centrale selon la méthodologie simplifiée d'évaluation G/M).

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

UNEP/MED WG.556/Inf.3/Rev.1. (2023), The Results of GES Assessment for IMAP Common Indicators 13 and 14 in the Adriatic Sea Sub-region by Applying the NEAT GES Assessment Methodology (Résultats de l'évaluation du bon état écologique pour les indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP dans la sous-région adriatique selon la méthodologie d'évaluation du BEE selon la méthodologie NEAT).

UNEP/MED WG.556/Inf.4/Rev.1. (2023), The Marine Environment Assessment in the Areas with Insufficient Data: The Assessment Results of IMAP Common Indicators 13&14 in the Aegean - Levantine Sea Sub-region by Applying the Simplified G/M Assessment Methodology (Évaluation du milieu marin dans les zones à données insuffisantes : résultats des indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP dans la sous-région Égée – Levantine selon la méthodologie simplifiée G/M).

UNEP/MED WG.556/Inf.5/Rev.1. (2023), The Marine Environment Assessment in the Areas with Insufficient Data: The Assessment Results of IMAP Common Indicators 13&14 in the Western Mediterranean Sea Sub-region by Applying the Simplified G/M and EQSR Assessment Methodologies (Évaluation du milieu marin dans les zones à données insuffisantes : résultats des indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP dans la sous-région de la Méditerranée occidentale selon les méthodologies simplifiées G/M et EQSR).

UNEP/MED WG.556/Inf.16/Rev.1. (2023), The Updated GIS - based Layers for the Finest Areas of Assessment and the Areas of Assessment Nested to the Levels of Integration that are Considered Meaningful for Their Use Within Application of the NEAT GES Assessment Methodology for IMAP Common Indicators 13, 14 and 17 in the Adriatic Sea Sub-region (Couches SIG actualisées pour les zones d'évaluation les plus fines et les zones imbriquées, utilisées dans le cadre de la méthodologie d'évaluation du BEE selon la méthodologie NEAT appliquée aux indicateurs communs 13, 14 et 17 de l'IMAP dans la sous-région adriatique).

Méthodes d'analyse des indicateurs

Définition de l'indicateur

Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (Indicateur d'état et d'impact) ;

Sous-indicateurs : Transparence de l'eau (Indicateur d'état et d'impact) et Oxygène dissous (Indicateur d'état et d'impact)

La liste complète des paramètres chimiques et connexes à déclarer au titre de l'indicateur commun 14 de l'IMAP est fournie dans le document des normes de données pour l'indicateur commun 14 de l'IMAP.

Méthodologie de calcul des indicateurs

Chlorophylle *a* : spectrophotométrie.

La norme ISO 10260 (1992) sur la détermination spectrométrique de la concentration de chlorophylle a fournit une méthode standard pour sa quantification.

Transparence de l'eau : mesurée par la profondeur du disque de Secchi ou selon la norme ISO 7027:1999 Qualité de l'eau – Détermination de la turbidité

Oxygène dissous : méthodes chimiques, capteurs d'oxygène, etc., mesurés près du fond (sous la couche euphotique/oxycline)

Les procédures analytiques détaillées pour la chlorophylle *a* et les autres paramètres obligatoires, y compris l'échantillonnage, le transport des échantillons, la détermination analytique des indicateurs et sous-indicateurs ainsi que le contrôle qualité des données, sont décrites dans le document A-2: Guidelines/Protocols for sampling and determination of key nutrients and chlorophyll a in seawater (A-2 : Protocoles pour l'échantillonnage et la détermination des nutriments clés et de la chlorophylle a dans l'eau de mer).

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

Unités de l'indicateur

microgramme par litre (µg/L) - Chlorophylle *a*

mètres – Profondeur disque de Secchi ; échelle de turbidité NTU (Unités de turbidité néphélométrique) – Transparence de l'eau

milligrammes par litre (mg/L) et % de saturation (si la température et la salinité sont connues) – Oxygène dissous

Les Normes de données pour l'IC 14 de l'IMAP précisent les unités applicables à tous les paramètres obligatoires.

Liste des documents d'orientation et protocoles disponibles

Lignes directrices/protocoles de surveillance de l'IMAP (https://www.iaea.org/about/organizational-structure/department-of-nuclear-sciences-and-applications/division-of-iaea-environment-laboratories/marine-environmental-studies-laboratory/unep-map-med-pol-integrated-monitoring-and-assessment-programme-imap-monitoring-guidelines)

- A-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Sampling and Determination of Hydrographic Physical and Chemical Parameters (Protocoles pour l'échantillonnage et la détermination des paramètres hydrographiques physiques et chimiques) ;
- A-2. Guidelines/Protocols for sampling and determination of key nutrients and chlorophyll a in seawater (Protocoles pour l'échantillonnage et la détermination des nutriments clés et de la chlorophylle a dans l'eau de mer) ;
- E-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Analytical Quality Assurance for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour l'assurance qualité analytique des indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP) ;
- F-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Reporting Monitoring Data for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour la transmission des données de surveillance pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP).

Fiabilité et incertitudes des données

Malgré la grande variabilité des couches d'eau influencées par les processus hydrodynamiques actifs, la surveillance des caractéristiques de l'eau de mer reste la méthode la plus directe pour évaluer l'eutrophisation. Plusieurs paramètres clés ont été identifiés comme fournissant des informations précieuses sur l'eutrophisation, notamment la chlorophylle *a*, l'oxygène dissous, les nutriments inorganiques, la matière organique, les solides en suspension, la pénétration de la lumière, les macrophytes aquatiques, les zoobenthos, etc. Ces paramètres peuvent être mesurés en surface ou à différentes profondeurs.

En cas de moyens limités, il convient de privilégier les paramètres qui synthétisent le plus d'informations. Par exemple, la chlorophylle *a* ne permet pas toujours une représentation très précise du système, mais fournit des informations précieuses. La turbidité est également un bon indicateur de l'eutrophisation, bien qu'il faille faire preuve de prudence à proximité des embouchures de fleuves, où les matières en suspension inertes peuvent être très abondantes. L'oxygène dissous intègre un large éventail d'informations sur les processus en jeu dans l'eutrophisation, notamment lorsqu'il est mesuré près du fond ou, au minimum, sous la zone euphotique, où une oxycline apparaît généralement.

Un contrôle qualité externe, via des exercices interlaboratoires régionaux d'assurance/contrôle qualité (AQ/CQ), est organisé depuis 1986 pour les contaminants, en collaboration entre le PNUE/PAM – MED POL et l'AIEA/MESL. À partir de 2024, l'AIEA/MESL a élargi le champ des essais d'aptitude et des formations pour renforcer les capacités des laboratoires nationaux dans la surveillance de l'eutrophisation (Indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP : nutriments inorganiques dans l'eau de mer à forte et faible salinité, chlorophylle a et phaeopigments) ainsi que des

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

contaminants dans les produits de la mer (Indicateur commun 20 de l'IMAP : métaux lourds, hydrocarbures aromatiques polycycliques, dioxines et PCB).

En outre, des plages de contrôle qualité des données ont été initialement établies pour les paramètres physico-chimiques liés à la surveillance des indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP, ainsi que pour les contaminants suivis au titre de l'indicateur commun 17, en appliquant des méthodes statistiques appropriées et l'expertise scientifique disponible afin de garantir la qualité des données transmises au système d'information de l'IMAP. Ces catégories de contrôle de données ont été intégrées dans le système d'information de l'IMAP depuis 2024.

Méthodologie de surveillance : périmètre temporel et spatial

Méthodologies disponibles pour la surveillance et les protocoles associés

Les méthodes traditionnelles de surveillance de l'eutrophisation dans les eaux côtières reposent sur des prélèvements et mesures *in situ* des paramètres couramment suivis, tels que la concentration en éléments nutritifs, la concentration en chlorophylle *a*, l'abondance et la composition du phytoplancton, la transparence de l'eau et la concentration en oxygène dissous. Concernant les méthodes disponibles pour les mesures *in situ*, les navires offrent des plateformes flexibles pour la surveillance de l'eutrophisation, tandis que la télédétection permet d'obtenir une vue synoptique à l'échelle de régions ou de sous-régions. Outre les mesures par navire, des systèmes automatisés comme les ferry-boxes ou autres dispositifs autonomes permettent des mesures continues à haute fréquence.

La modélisation et la télédétection doivent également être envisagées comme des approches complémentaires, intégrées à l'échelle spatiale, venant s'ajouter aux mesures in situ selon les besoins en données.

La modélisation et la télédétection doivent également être envisagées comme des approches complémentaires et intégratrices à l'échelle spatiale, en complément *des mesures in situ*, en fonction des besoins en données. De manière générale, *les mesures in situ* restent indispensables pour valider et étalonner les modèles et les données issues des mesures satellitaires. Toutefois, les données issues de la télédétection doivent être considérées comme un mode complémentaire éprouvé aux données *in situ*. Une bonne stratégie consiste à combiner la télédétection avec des mesures in situ effectuées à l'aide d'instruments automatiques tels qu'un thermosalinomètre, des capteurs d'oxygène dissous *et un fluorimètre ou* néphélomètre in vivo. L'échantillonnage pour la fluorescence *in vitro* et l'analyse des nutriments peut être effectué avec un effort limité, à condition d'avoir une pompe et un tuyau adaptés à bord du navire. Les mesures peuvent être réalisées en surface ou juste en dessous à l'aide d'un système d'aspiration intégré à la coque, ou à différentes profondeurs via un dispositif tracté (fish) associé à une pompe.

S'appuyant sur les éléments développés dans le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP, 2016), y compris les composantes mentionnées ci-dessus, les lignes directrices de surveillance — structurées autour des protocoles techniques spécifiques liés aux indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP — ont été élaborées de manière approfondie par le programme MED POL en coopération avec l'AIEA/MESL. Ces lignes directrices ont été approuvées lors de la réunion des points focaux du MED POL (2021).Elles s'appuient sur les connaissances et pratiques acquises au cours de plus de 40 années de mise en œuvre du suivi MED POL, ainsi que sur des publications récentes, en mettant en évidence les pratiques actuelles des laboratoires marins des Parties contractantes, ainsi que celles d'autres Conventions sur les mers régionales et de l'Union européenne. Une analyse approfondie des pratiques existantes du PNUE/PAM, du PNUE et de l'AIEA, ainsi que d'HELCOM, d'OSPAR et du Centre commun de recherche de la Commission européenne, a été menée afin de soutenir une approche innovante pour la préparation des lignes directrices et protocoles de surveillance de l'IMAP. Les méthodologies et pratiques de surveillance y sont exposées en détail : échantillonnage, conservation et transport des échantillons, préparation et analyse des échantillons, assurance qualité et transmission des données de surveillance. Ces lignes directrices sont destinées à être utilisées par les laboratoires compétents pour IMAP afin de garantir la représentativité et la précision des résultats analytiques. Ces lignes directrices présentent une

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

synthèse des meilleures pratiques disponibles en matière de surveillance marine, en intégrant des approches analytiques complètes et cohérentes, applicables afin de garantir la représentativité et la précision des résultats nécessaires à la production de données de surveillance fiables et validées.

Les lignes directrices de surveillance pour les indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP présentent les pratiques suivantes en matière de surveillance et de rapport :

- A-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Sampling and Determination of Hydrographic Physical and Chemical Parameters (Protocoles pour l'échantillonnage et la détermination des paramètres hydrographiques physiques et chimiques) ;
- A-2. Guidelines/Protocols for sampling and determination of key nutrients and chlorophyll a in seawater (Protocoles pour l'échantillonnage et la détermination des nutriments clés et de la chlorophylle a dans l'eau de mer)
- E-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Analytical Quality Assurance for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour l'assurance qualité analytique des indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)
- F-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Reporting Monitoring Data for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour la transmission des données de surveillance pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)

Sources de données disponibles

Système d'information de l'IMAP(http://imapinfosystem.info-rac.org/app/#/)

EMODNET Chemistry :

http://www.emodnet-chemistry.eu/data_access.html

Base de données Waterbase de l'AEA - Eaux de transition, côtières et marines :

http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/waterbase-transitional-coastal-and-marine-waters-11

Bases de données satellitaires telles que celles d'EMIS (http://mcc.jrc.ec.europa.eu/emis/), COPERNICUS, ARGANS France et l'algorithme SMED

Orientation relative à la portée spatiale et à la sélection des stations de surveillance

L'ampleur de l'eutrophisation présente une variation spatiale, par exemple entre les zones côtières et le large. La fréquence et la résolution spatiale du programme de surveillance doivent refléter cette variation spatiale de l'état d'eutrophisation et des pressions associées, en suivant une approche fondée sur les risques et le principe de précaution.

L'étendue géographique des eaux potentiellement eutrophes peut varier considérablement selon :

(i) l'étendue des zones peu profondes (≤ 20 m de profondeur) ;

(ii) l'ampleur des panaches fluviaux stratifiés, qui peuvent créer une couche de surface peu profonde séparée par une halocline de la couche inférieure, quelle que soit sa profondeur ;

(iii) les temps de résidence de l'eau prolongés dans les mers semi-fermées, favorisant des proliférations algales largement déclenchées par des apports internes et externes en nutriments ;

(iv) les phénomènes d'upwelling, qui entraînent un apport endogène de nutriments et des concentrations élevées issues des couches profondes, d'origine naturelle ou anthropique.

Par conséquent, l'échelle géographique de la surveillance pour l'évaluation du bon état écologique au regard de l'eutrophisation dépend des conditions hydrologiques et morphologiques de la zone concernée, en particulier des apports d'eau douce, de la salinité, de la circulation générale, de l'upwelling et de la stratification. La répartition spatiale des stations de surveillance devrait, avant l'établissement de l'état d'eutrophisation de la sous-région/zone marine, être fondée sur les risques et proportionnée à l'ampleur prévue de l'eutrophisation dans la sous-région considérée, ainsi qu'à ses

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

caractéristiques hydrographiques, en vue de la détermination de zones spatialement homogènes. Les programmes de surveillance de l'eutrophisation doivent viser à évaluer les phénomènes d'eutrophisation en différenciant les signaux temporels et spatiaux dus à l'eutrophisation naturelle de ceux induits par les activités humaines.

Dans le cadre de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR), les échelles d'évaluation des indicateurs communs 13 et 14 ont été définies dans le cadre de l'approche imbriquée de l'IMAP, sur la base des éléments exposés dans la section relative à l'évaluation de l'eutrophisation.

Orientation relative à la portée temporelle

Le programme national de surveillance de l'eutrophisation actuellement en place, élaboré dans le cadre de la mise en œuvre de l'IMAP, a posé les bases de la surveillance du milieu marin en Méditerranée.

La fréquence d'échantillonnage doit dépendre de la variabilité des paramètres mesurés et est généralement déterminée par le nombre d'échantillons nécessaires pour évaluer de manière fiable les différences entre deux valeurs moyennes proches.

La limite discriminante (c.-à-d. puissance du test appliqué), dépend du nombre d'échantillons :

Limite discriminante $dM = sd * t(\alpha/2 ; N1+N2-2) * \sqrt{(1/N1+1/N2)} \neq 0$

Pour la chlorophylle a en unités log10, avec un écart type moyen sd = 0,30 et un niveau de signification $\alpha/2 = 0,025$

N = 12 t = 2,074 $\sqrt{(2/12)} = 0,408$
dM > |0,25|
N = 24 t = 2,013 $\sqrt{(2/24)} = 0,289$
dM > |0,17|
N = 52 t = 1,983 $\sqrt{(2/52)} = 0,196$
dM > |0,12|

Sur cette base, une zone donnée peut être caractérisée de manière optimale en mesurant trois profondeurs (en général 0,5 et 10 m) à une station au moins une fois par mois, ou à trois stations une profondeur (0 m). Cela revient à 36 échantillons par an, ce qui permet de discriminer environ 0,15 unité log10 de chlorophylle a pour une zone méso-eutrophe, soit un peu moins de la moitié de l'écart entre deux classes (0,37 unité log10). En zone oligotrophe, du fait de la plus faible variance, les mêmes résultats peuvent être obtenus avec une fréquence deux fois moindre. La fréquence d'échantillonnage suivante est recommandée à titre indicatif, en tenant compte des conditions locales spécifiques :

- Zones eutrophes – mésotrophes : mensuel ;
- Zones mésotrophes – oligotrophes : mensuel près de la côte, bimestriel en eaux libres ;
- Zones oligotrophes : bimestriel près de la côte, saisonnier en eaux libres.

Pour les eaux du large, la fréquence d'échantillonnage devrait être déterminée au niveau sous-régional selon une approche fondée sur les risques :

- Transparence de l'eau : *idem* Chlorophylle *a*,
- Oxygène dissous : *idem* Chlorophylle *a*.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

Analyse des données et résultats de l'évaluation

Analyse statistique et base d'agrégation – Typologie des eaux et critères d'évaluation

Le schéma de classification de la concentration en chlorophylle *a* élaboré par le MEDGIG constitue une méthode d'évaluation facilement applicable par tous les pays méditerranéens, reposant sur des seuils indicatifs et des valeurs de référence adoptées. Les types d'eau utilisés pour évaluer l'eutrophisation sont définis en fonction de paramètres hydrologiques caractérisant la dynamique et la circulation d'une zone donnée.

L'analyse statistique principale repose sur les critères de typologie et les paramètres dérivés de l'analyse de l'influence des apports d'eau douce, considérés comme les principaux vecteurs de nutriments. De plus amples informations figurent dans le document UNEP(DEPI)/MED WG 417/Inf.15. Trois types principaux ont été identifiés :

Type I sites côtiers fortement influencés par les apports d'eau douce.

Type IIA sites côtiers modérément influencés, non directement affectés par les apports d'eau douce (influence continentale).

Type IIIW côte continentale, sites côtiers non influencés/affectés par les apports d'eau douce (bassin occidental).

Type IIIE non influencés par les apports d'eau douce (bassin oriental).

Type Îles côtes insulaires (bassin occidental).

Le type III des eaux côtières a été divisé en deux sous-bassins différents, l'un occidental et l'autre oriental, en raison de leurs conditions trophiques distinctes, bien documentées dans la littérature. Il est recommandé de définir les principaux types d'eaux côtières de la Méditerranée pour l'évaluation de l'eutrophisation (Tableau 1).

Tableau 1. Principaux types d'eaux côtières en Méditerranée

	Type I	Type IIA, IIA Adriatique	Type IIIW	Type IIIE	Type Île-W
σt (densité)	<25	25<d<27	>27	>27	Tous les types
Salinité	<34,5	34,5<S<37,5	>37,5	>37,5	Tous les types

En vue d'évaluer l'eutrophisation, il est recommandé de s'appuyer sur le schéma de classification fondé sur la concentration de chlorophylle a (µg/L) dans les eaux côtières, ce paramètre étant facilement applicable par l'ensemble des pays méditerranéens sur la base des seuils indicatifs et des valeurs de référence présentés dans le tableau 2. Le tableau ci-dessus relatifs aux principaux types d'eaux côtières sont également indicatifs de la partie des eaux au large des côtes, à proximité des eaux côtières ; cependant, ils doivent être utilisés avec prudence dans les zones (ouvertes) au large des côtes.

Dans le cadre de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR), des valeurs de référence et des valeurs seuils actualisées pour la chlorophylle a ont été établies, conformément à la décision 26/3 (COP23) relative au Rapport 2023 et à la politique renouvelée d'approche écosystémique en Méditerranée (voir tableau 2 ci-dessous).

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

Tableau 2. Conditions de référence et valeurs limites des types d'eaux côtières pour la chlorophylle a en Méditerranée, ainsi que valeurs nouvelles et actualisées pour les eaux côtières et ouvertes (au large des côtes) dans la sous-région de la mer Adriatique.

(Les cellules grisées indiquent les critères conservés tels que définis dans la décision IG.22/7 [COP 20, 2019]. Les cellules non grisées correspondent aux nouveaux critères adoptés dans la décision 26/3 [COP23, 2023] relative au Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et à la politique renouvelée d'approche écosystémique en Méditerranée.Les conditions de référence et les valeurs seuils [bon/moyen] sont basées sur des séries temporelles longues [>5 ans] d'échantillonnage mensuel au minimum, variables selon le type à l'échelle sous-régionale, et ont donc été établies selon différentes stratégies. Les cellules en bleu indiquent les valeurs G_mean de référence et de seuil, exprimées sous forme de 90ème centile, telles qu'adoptées dans la décision 26/3.)

	Eaux côtières			
	Conditions de référence de *c*(Chl*a*) (µg/L)		**Limites de *c*(Chl-a) (µg/L) pour l'état G/M**	
Typologie des eaux	*G_mean*	90ème centile	*G_mean*	90ème centile
Type I	1,19	3,33[b]	4,1	10[b]
Type I Adriatique	1,40	3,94	5,0[a]	14,1
Type II-A-FR-SP[d]	0,78[9]	1,9	1,48	3,50[10]
Type II-A Adriatique	0,33	0,87	1,5	4,0
Type II-A[e] Tyrrhénienne	0,32	0,77	1,2	2,9
Type III-W Adriatique[c]	-	-	0,64[f]	1,7[f]
Type III-W Tyrrhénienne	-	-	0,48	1,17
Type III-W-FR-SP	0,37	0,9	0,74[f]	1,89[11]
Type III-E		0,1		0,4
Type Île-W		0,6		1,2-1,22

	Eaux ouvertes (au large des côtes) dans la sous-région de la mer Adriatique			
	Conditions de référence de *c*(Chl*a*) (µg/L)		**Limites de *c*(Chl*a*) (µg/L) pour l'état G/M**	
Typologie des eaux	*G_mean*	90ème centile	*G_mean*	90ème centile
Type I Adriatique	0,15[g] ; 0,29[h]	0,42[f] ; 0,81[g]	3,1	8,7
Type II-A Adriatique	0,11	0,29	-	-
Type III-W Adriatique[c]	-	-	0,64	1,7

a Source : Giovanardi et al, 2018
b Applicable aux eaux côtières de type I du golfe du Lion
c Le système de classification écologique ne serait pas approprié pour une classification correcte et sûre, et par conséquent, les valeurs limites pour les eaux de l'Adriatique de type III-W sont basées sur les valeurs H/G pour l'Adriatique de type II-A dans les eaux côtières, soit 0,64 µg/L pour la Chl-a et 0,26 µmol/L pour le TP
d Correction d'erreur incluse pour assurer la cohérence avec la classification prévue dans la décision 2013/480/UE de la Commission, à savoir le type II -FR-SP, tel qu'inclus dans la décision IG.22/7, remplacé par le type II -A-FR-SP

[9]Les valeurs Gmean correspondant aux valeurs de référence et aux valeurs limites de la chlorophylle a (exprimées en 90ème centile) sont fournies pour les types II A FR SP et III W FR SP, ainsi que la correction de la valeur Gmean pour le type I, par rapport à celles figurant dans les décisions IG.22/7 et IG.26/3, présentées dans les cellules ombrées en bleu.
[10]La valeur de 3,58 µg/L est corrigée à 3,50 µg/L pour le type II A FR SP, par rapport aux valeurs figurant dans la décision IG.22/7 relative au Programme intégré de surveillance et d'évaluation de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes (COP 19, 2016) et dans la décision IG.26/3 relative au Rapport sur l'état de la qualité de la Méditerranée 2023 (QSR MED 2023) et à une politique renouvelée de l'approche écosystémique en Méditerranée (COP 23, 2023), à la suite de l'identification d'une erreur par la réunion conjointe du CorMon sur la pollution et la surveillance des déchets marins, tenue les 27–28 mai 2025, concernant les valeurs limites utilisées dans le QSR MED 2023.
[11]La valeur de 1,80 µg/L est corrigée à 1,89 µg/L pour le type III W FR SP, par rapport aux valeurs figurant dans les décisions IG.22/7 et IG.26/3, à la suite de l'identification d'une erreur par la réunion conjointe du CorMon sur la pollution et la surveillance des déchets marins, tenue les 27–28 mai 2025, concernant les valeurs limites utilisées dans le QSR MED 2023.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

e Correction d'erreur incluse pour assurer la cohérence avec la classification prévue dans la décision 2013/480/UE de la Commission, à savoir le type II-A Tyrrhénien a remplacé le type II-B Tyrrhénien, tel qu'inclus dans la décision IG.22/7, puisque ce dernier n'existe pas dans la mer Tyrrhénienne
f Valeurs basées sur les valeurs H/G pour le type II-Ac. Le système de classification écologique ne serait pas approprié pour une classification correcte et sûre, et par conséquent, les valeurs limites pour les eaux de l'Adriatique de type III-W sont basées sur les valeurs H/G pour l'Adriatique de type II-A dans les eaux côtières, soit 0,64 µg/L pour la Chl-a et 0,26 µmol/L pour le TP
g pour ME ; h pour HR, IT
h Aucune relation pression-effet n'a été trouvée, et par conséquent, les CR pour DIN et les valeurs limites G/M pour Chl-a et DIN n'ont pas pu être proposées.

La procédure de calcul de la moyenne géométrique *(Gmean)* repose sur l'hypothèse d'une distribution log-normale des données de concentration en chlorophylle a.

$$\text{Chl-a } 90\text{th } percentile_{\text{ (expected)}} = 10^{(log10(\text{Chl-a } Gmean)+1.282\ sd)}$$

où 1,282 est la valeur prise par la variable normale standard zc telle que P(z >zc) = 10 %.

Dans ce contexte, le 90ème centile ne doit pas être considéré comme une véritable alternative à la moyenne géométrique, car il représente une valeur centile dérivée de la même distribution normale théorique des données transformées logarithmiquement de la chlorophylle a, reconvertie en une échelle numérique.

Concernant la valeur de l'écart type (ET), une analyse menée par Giovanardi et al. (2018) sur des séries chronologiques de données de chlorophylle a — conformément aux recommandations de l'OCDE (Vollenweider et Kerekes, 1982) — a montré que les écarts types des distributions d'échantillons de chlorophylle a transformées en $\log_{10}$ variaient de 0,30 à 0,35 pour l'ensemble des types d'eaux. Plus précisément :

- Pour le Type I, l'ET est d'environ 0,35.
- Pour le Type II adriatique et le Type III Adriatique Ouest, l'ET est d'environ 0,33.
- Pour le Type II tyrrhénien et le Type III Tyrrhénien Ouest, l'ET est d'environ 0,30.

Les évolutions dans le cadre de la DCSMM européenne en ce qui concerne l'eutrophisation doivent également être prises en compte.

Il convient de noter que les pays méditerranéens utilisent différentes méthodes d'évaluation non obligatoires de l'eutrophisation telles que TRIX, UNTRIX, Eutrophication scale, EI, HEAT, OSPAR, etc. Ces outils restent très importants à utiliser au niveau sous-régional ou national, car l'expérience acquise de longue date par les pays permet de révéler et d'évaluer les tendances en matière d'eutrophisation.

Dans le cadre de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR), les méthodes les plus pertinentes et applicables pour l'évaluation de l'eutrophisation ont été étudiées, développées et appliquées, comme présenté dans la section suivante. Les futurs progrès en matière d'évaluation de l'eutrophisation devront combler les lacunes identifiées au cours du processus du MED QSR 2023. Les efforts en cours portent sur l'établissement de nouvelles valeurs de référence et seuils pour le phosphore total (PT) et l'azote inorganique dissous (DIN), ainsi que sur la mise à jour, lorsque cela est pertinent, des valeurs de référence et seuils pour la chlorophylle a (Chl a) dans les sous-régions ou subdivisions pilotes sélectionnées, selon la disponibilité des données, afin de renforcer la cohérence et la comparabilité des méthodologies d'évaluation de l'eutrophisation.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

Évaluation de l'eutrophisation

Il est recommandé d'utiliser conjointement les seuils du BEE et les tendances, en fonction de la disponibilité des données et d'un accord sur les niveaux de seuils à retenir. Dans le cadre de l'initiative MED POL du PNUE/PAM, une expérience existe déjà en matière d'application de seuils quantitatifs. Comme indiqué dans la section sur les cibles ci-dessus, il est proposé que des seuils quantitatifs entre les conditions de bon état écologique et de mauvais état écologique soient établis et appliqués aux eaux côtières de la région méditerranéenne pour l'évaluation de l'eutrophisation dans le cadre du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR). Selon les conclusions de la réunion de 2022 du Groupe de correspondance sur l'approche écosystémique pour la surveillance de la pollution, le système de classification repose sur des valeurs seuils et des valeurs de référence pour les concentrations de chlorophylle *a*, d'azote inorganique dissous (DIN) et de phosphore total (PT) dans les eaux côtières, ces paramètres étant facilement applicables par l'ensemble des pays méditerranéens.

Dans le cadre de l'évaluation de l'eutrophisation réalisée pour la préparation du MED QSR 2023, différentes méthodologies ont été utilisées pour l'analyse des indicateurs communs 13 et 14, en fonction de la disponibilité des données fournies par les Parties contractantes dans les quatre sous-régions de la Méditerranée. La mer Méditerranée est divisée en quatre grandes sous-régions à partir de bases de données disponibles, afin de faciliter l'élaboration des critères d'évaluation de la pollution. Ce processus a commencé avec l'Évaluation intégrée initiale de 2011 du PNUE/PAM, suivie par le MED QSR 2017, et plus récemment les évaluations du MED QSR 2023. Ces sous-régions sont : Méditerranée occidentale, mer Adriatique, Méditerranée centrale et mers Égée et Levantine.

Une évaluation intégrée du BEE à l'aide de la méthode NEAT pour les indicateurs communs 13 et 14 dans toutes les sous-régions n'a pas été possible en raison de l'hétérogénéité élevée des types de données, de la couverture spatiale et de l'absence de données homogènes et validées. En conséquence, la méthodologie NEAT a été appliquée uniquement à la sous-région de la mer Adriatique, sur la base des zones de surveillance définies par les Parties contractantes concernées et de l'harmonisation des approches d'échelle entre ces dernières. En l'absence de données *in situ* déclarées pour les sous-régions de la Méditerranée occidentale, centrale, et des mers Égée et Levantine, des données satellitaires sur les concentrations de chlorophylle a ont été utilisées à titre de substitution, provenant de COPERNICUS, ARGANS France et de l'algorithme SMED.

La méthodologie NEAT vise à trouver un équilibre entre des échelles trop larges — qui risquent de masquer des zones d'impact importantes dans certaines régions ou sous-régions — et des échelles trop fines, qui pourraient compliquer l'évaluation. Cette méthodologie a été appliquée au niveau des indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP pour le phosphore total (PT), l'azote inorganique dissous (DIN) et la chlorophylle a, en tant que paramètres obligatoires. Les autres paramètres ont été exclus en raison de l'absence de données transmises par les Parties contractantes. Les approches d'imbrication à quatre niveaux a été mise en œuvre dans la sous-région adriatique. Cela a permis l'agrégation et l'intégration des résultats d'évaluation dans le schéma imbriqué de l'IMAP selon les niveaux suivants :

1. Unités spatiales d'évaluation nationales de l'IMAP et sous-unités spatiales d'évaluation (niveau le plus fin)
2. Zones d'évaluation côtières et offshore des subdivisions de l'IMAP
3. Niveaux subdivisionnaire et sous-régional (par exemple, mer Adriatique)

Pour la définition des zones d'évaluation de l'IMAP pour les indicateurs communs 13 et 14, les zones les plus fines définies pour l'indicateur commun 17 ont été adaptées afin de servir à l'évaluation de l'eutrophisation. Une couche SIG a également été élaborée pour représenter la distribution des types d'eau dans les zones côtières et au large.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

L'étendue de l'ensemble des unités spatiales d'évaluation et des sous-unités spatiales d'évaluation a été définie et intégrée dans l'outil NEAT, avec leurs codes respectifs et leurs superficies (en km²). Dans chaque unité spatiale d'évaluation, les types d'eaux ont été saisis sous la rubrique « habitats », et les trois paramètres mesurés (DIN, PT et chlorophylle a) ont été assignés sous la rubrique « composante de l'écosystème ».

Le traitement des données a été réalisé pour la couche de surface, car celle-ci représente la couche principalement touchée par les effets de l'eutrophisation. Les apports en eau douce constituent les principales pressions et contribuent fortement à la stratification de la colonne d'eau, confinant les nutriments nouvellement introduits à la couche superficielle. Pour l'utilisation du logiciel NEAT, les données ont été regroupées par paramètre, écosystème et unité spatiale d'évaluation. Les concentrations moyennes (moyennes géométriques), ainsi que l'écart type géométrique et l'erreur standard des moyennes géométriques, ont été calculés pour chaque groupe. Tandis que des moyennes arithmétiques et leurs erreurs standards ont été utilisées pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP, des moyennes géométriques et erreurs standards ont été appliquées pour les indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP.

Les limites de classes et les seuils par unité spatiale d'évaluation, paramètre et matrice ont été appliqués conformément à l'échelle d'évaluation présentée dans la section sur les cibles. L'agrégation des résultats pour le phosphore total (PT), l'azote inorganique dissous (DIN) et la chlorophylle a a permis d'obtenir une valeur unique d'état (valeur NEAT) pour tous les niveaux du schéma hiérarchique. Cette agrégation a abouti à une valeur NEAT spécifique à chaque unité spatiale d'évaluation, ensuite intégrée spatialement aux niveaux des subdivisions et des sous-régions. Les résultats d'évaluation ont été présentés sous forme de tableaux et de représentations graphiques générées à l'aide d'un outil SIG.

Dans les sous-régions et subdivisions pour lesquelles les données disponibles étaient insuffisantes pour appliquer la méthodologie NEAT d'évaluation du BEE sur les zones imbriquées, trois méthodologies alternatives ont été développées pour l'évaluation de l'eutrophisation :

1. **La méthodologie du rapport de qualité écologique (EQR)**
2. **La méthodologie EQR simplifiée**
3. **La méthodologie simplifiée de comparaison bon/moyen état (G/M).**

La méthodologie EQR s'est avérée pertinente pour l'évaluation des indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP lorsque des critères complets d'évaluation pour la chlorophylle a (Chl-a), le DIN et le PT étaient disponibles. L'EQR est une mesure sans dimension qui compare la valeur observée d'un paramètre aux conditions de référence. Ce rapport varie de 0 (fort écart) à 1 (équivalent ou supérieur aux conditions de référence). L'EQR doit être calculé pour chaque valeur seuil, et une évaluation typologique doit être réalisée. Toutefois, en raison du manque de données transmises par les Parties contractantes, cette méthodologie n'a pas pu être appliquée dans le cadre de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR).

La méthodologie EQR simplifiée a été jugée pertinente lorsque des données complémentaires (in situ et par télédétection) étaient disponibles uniquement pour la Chl-a, mais qu'une évaluation typologique ne pouvait pas être menée. Cependant, en raison du manque de données homogènes et validées transmises par les Parties contractantes — même pour la seule Chl-a — cette méthodologie n'a pu être appliquée à aucune sous-région ou subdivision dans le cadre du MED QSR 2023, à l'exception de la mer Tyrrhénienne. Des seuils doivent être définis pour déterminer la limite entre le bon état écologique et le mauvais état écologique.

La méthodologie simplifiée de comparaison G/M a été utilisée comme alternative aux approches NEAT, EQR et EQR simplifiée, en se basant uniquement sur les données de télédétection relatives à la Chl-a, dans les cas où une évaluation typologique n'était pas possible. Les données ont été agrégées sous forme de moyenne géométrique sur 5 ans, puis normalisées pour assurer leur comparabilité entre les zones d'évaluation. La normalisation a été réalisée à l'aide du paquet bestNormalize dans R.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)

Chaque point ou zone d'observation a ensuite été classé comme relevant du BEE ou du mauvais état écologique, conformément à l'échelle d'évaluation définie dans la section sur les cibles.

Des informations complémentaires sont fournies dans les évaluations thématiques de l'eutrophisation et dans l'évaluation de la pollution du MED QSR 2023.

Lacunes et incertitudes connues en Méditerranée

En complément des progrès significatifs réalisés au cours des derniers bienniums en matière d'harmonisation des pratiques de surveillance, de définition du bon état écologique et de développement d'outils d'évaluation environnementale — ainsi que de l'amélioration de la disponibilité des critères d'évaluation — il est indispensable, pour permettre une évaluation complète de l'eutrophisation et atteindre le BEE, de définir des seuils *et des conditions* de référence (concentrations de référence naturelles) pour le phosphore total (TP) et l'azote inorganique dissous (DIN), en plus de la chlorophylle a, dans l'ensemble des sous-régions. Ce processus devrait s'appuyer sur l'expérience acquise dans la définition des valeurs de référence et des seuils pour ces nutriments dans la sous-région adriatique, en tant qu'exigence minimale. Il doit inclure des dispositifs d'assurance qualité ainsi que des protocoles de contrôle qualité des données.

En s'appuyant sur les acquis obtenus jusqu'en 2023 dans le cadre de la préparation du MED QSR 2023, plusieurs lacunes en matière de connaissances ont été identifiées dans la surveillance et l'évaluation des indicateurs communs 13 et 14. Celles-ci devront être traitées conformément aux recommandations formulées lors de la réunion des points focaux du MED POL de 2023.

Améliorer la disponibilité des critères d'évaluation pour les indicateurs communs 13 et 14 :

Après la définition des conditions de référence et des valeurs seuils pour le DIN et le PT dans la sous-région de la mer Adriatique, des actions doivent être entreprises pour améliorer la disponibilité des critères d'évaluation des nutriments dans les sous-régions des mers Égée et Levantine (AEL), de la Méditerranée centrale (CEN) et de la Méditerranée occidentale (WMS). À cette fin, trois années consécutives de surveillance doivent être fournies, avec une fréquence minimale mensuelle pour les types d'eaux I et II, et une fréquence bimestrielle à saisonnière pour le type III. Il convient également de souligner que d'autres paramètres d'appui (tels que la température, la salinité et l'oxygène dissous) doivent être disponibles pour permettre la définition de la typologie des eaux. Une mise à jour complémentaire des critères d'évaluation pour l'indicateur commun 14 doit également être envisagée, le cas échéant. Il est également nécessaire de renforcer les connaissances spécifiques concernant l'utilisation des outils statistiques pour la validation des données et le calcul des critères d'évaluation.

Améliorer l'évaluation du bon état écologique :

En complément des mesures communes décrites ci-dessus, l'évaluation du BEE pour les indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP doit aussi être renforcée, notamment par l'utilisation d'outils de télédétection et de modélisation afin de compléter la surveillance *in situ*. Cela inclut également l'ajout d'un sous-indicateur complémentaire, à savoir les données satellitaires de *Chl-a*, pour l'évaluation du BEE.

Renforcer les mesures politiques existantes :

En vue de développer des stratégies de gestion adaptative de l'eutrophisation, les actions spécifiques suivantes doivent également être entreprises :

- Étendre la portée des programmes de recherche et de surveillance afin de mieux caractériser les effets de l'eutrophisation.
- Mettre en œuvre des réglementations visant à réduire les apports de nutriments dans le milieu marin, telles que des normes, des exigences technologiques ou des plafonds de pollution pour différents secteurs.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 14. Concentration de chlorophylle *a* dans la colonne d'eau (OE5)	
○ Préserver et restaurer les écosystèmes naturels capables de capter et de recycler les nutriments.		
Contacts et date des versions		
http://www.unepmap.org		
N° de version	**Date**	**Auteur**
V.1	31/05/17	MEDPOL
V.2	10/01/19	MEDPOL
V.3	31/05/2019	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
Version finale	09/09/2019	Approuvée par la 7ème Réunion du Groupe de coordination de l'EcAp
V4	28/05/2025	Réunion conjointe des groupes CorMon Pollution et Déchets marins
V5	19/06/2025	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
Version finale	15/09/2025	Approuvée par la 12ème Réunion du Groupe de coordination de l'EcAp

3. Fiche technique d'orientation sur les indicateurs communs 17, 18, 20 et 21 de l'IMAP

8. La révision de **l'indicateur commun 17 de l'IMAP (OE9)** : « Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente » est présentée dans le tableau ci-dessous.

<table>
<tr><td>Titre de l'indicateur</td><td colspan="2">Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)</td></tr>
<tr><td>Définition pertinente du bon état écologique</td><td>Objectif opérationnel connexe</td><td>Cible(s) proposée(s)[12]</td></tr>
<tr><td>Le niveau de pollution est inférieur à un seuil déterminé défini pour la zone et l'espèce</td><td>La concentration des contaminants prioritaires est maintenue dans des limites acceptables et n'augmente pas</td><td>État :
Concentrations de contaminants spécifiques en dessous de la limite entre les classes de bon état écologique et de mauvais état écologique des échelles d'évaluation ou en dessous des concentrations de référence (provenant d'autres sources).
Aucune tendance à la hausse des concentrations de contaminants dans les sédiments et les biotes des zones impactées par l'activité humaine, définies statistiquement.
Pression :
Réduction des émissions de contaminants provenant de sources terrestres.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Justification</td></tr>
<tr><td colspan="3">Justification du choix des indicateurs

Les produits chimiques sont omniprésents dans notre vie quotidienne et jouent un rôle fondamental dans la plupart de nos activités. Ils entrent dans la composition de pratiquement tous les dispositifs que nous utilisons pour assurer notre bien-être, protéger notre santé et notre sécurité, et relever de nouveaux défis grâce à l'innovation. Ils constituent également les éléments de base des technologies, matériaux et produits à faibles émissions de carbone, sans pollution, et efficaces sur les plans énergétique et des ressources. L'augmentation des investissements et des capacités d'innovation du secteur de l'industrie chimique en matière de produits chimiques sûrs et durables sera essentielle pour proposer de nouvelles solutions et soutenir à la fois la transition écologique et la transition numérique de notre économie et de notre société.[13]

La pollution chimique de l'environnement est directement liée aux activités humaines dans l'ensemble des écosystèmes de la planète. Les recherches menées sur l'environnement marin ont révélé la présence de milliers de substances chimiques d'origine anthropique (composés inorganiques et organiques) dans l'ensemble des océans du globe, dont il a été démontré qu'elles altèrent la santé des écosystèmes marins et les services écosystémiques qu'ils fournissent. L'étude de la présence, du transport, de la transformation et du devenir de ces substances dans les différents compartiments des écosystèmes (colonne d'eau, biote marin, sédiments, etc.), ainsi que l'analyse de leurs sources et voies d'entrée (provenance terrestre, marine</td></tr>
</table>

[12] À la suite des décisions qui seront prises lors de la présente réunion concernant les ajustements mineurs des cibles, tels que décrits dans le document de travail UNEP/MED WG.626/3, les cibles révisées seront intégrées aux fiches techniques révisées des indicateurs de pollution de l'IMAP.

[13] Stratégie pour la durabilité dans le domaine des produits chimiques – Vers un environnement exempt de substances toxiques, Commission européenne, COM(2020) 667 final.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

et dépôts atmosphériques humides et secs), constituent la première étape pour évaluer les pressions, l'état et les impacts sur l'environnement, afin de mieux comprendre la problématique et de déterminer les actions de gestion à mettre en œuvre pour répondre à ce problème environnemental croissant. Actuellement, de nouveaux produits chimiques d'origine anthropique et des polluants émergents continuent de pénétrer dans le milieu marin et d'interagir avec les différentes espèces, habitats et écosystèmes marins (zones côtières, océans ouverts, grands fonds marins), ce qui accroît la complexité des menaces que représente la pollution chimique pour l'environnement marin et compromet sa capacité à assurer durablement ses fonctions et bénéfices. La surveillance et l'évaluation de la présence de substances nocives et dangereuses, à des échelles spatiales et temporelles ciblées, permettront de déterminer s'il s'agit de scénarios de contamination ou de pollution chroniques ou aigus.

Les substances chimiques dangereuses et leur interaction complexe avec d'autres facteurs de stress environnementaux peuvent entraîner des impacts à long terme et à grande échelle sur les milieux terrestres et marins. Elles peuvent contribuer à la réduction de la résilience des écosystèmes, entraînant des déclins rapides des populations animales et, à terme, des extinctions, tout en affectant la santé humaine et le bien-être, notamment par la présence possible de contaminants dans la chaîne alimentaire. On estime que 2,8 millions de sites potentiellement contaminés existent dans l'Union européenne, principalement en raison de l'élimination et du traitement des déchets, ce qui constitue une menace environnementale importante pour les écosystèmes terrestres et aquatiques et affecte la productivité des sols. Le cadre réglementaire et politique actuel peine à prendre pleinement en compte cette réalité et nécessite d'être renforcé.[14]

Références scientifiques

Ahmed I., Mostefa, B., Bernard, A. and Olivier, R. (2018) Levels and ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments of fishing grounds along Algerian coast. Marine Pollution Bulletin 136, 322-333.

Anon (2019) Les contaminants dans les mers européennes. Vers un environnement marin propre et non toxique. Rapport AEE n° 25/2018.

Al-Kazaghly, R., M. Hamid et K. A. Ighwela (2021). « Bioaccumulation of some Heavy Metals in Red mullet (Mullus barbatus) and Common pandora (Pagellus erythrinus) in Zliten Coast, Libya. » Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan 13: 91\

Amri S, Trabelsi L, Dahim MA, Brik B, Oueslati W, Martins MVA, Aleya L, Zaaboub N. Assessment of trace elements and fluoride originating from phosphogypsum in the sediment of Gulf of Gabes (southeastern Tunisia): what are the potential sources of accumulation and bioavailability? Environ Sci Pollut Res Int. 2023 juin ; 30(29) : 73405-73424. doi : 10.1007/s11356-023-27518-9. Epub 2023 Mai 16. PMID : 37188936.

Andersen, J. H., C. Murray, M. M. Larsen, N. Green, T. Høgåsen, E. Dahlgren, G. Garnaga-Budrė, K. Gustavson, M. Haarich, E. M. F. Kallenbach, J. Mannio, J. Strand, et S. Korpinen. 2016. Development and testing of a prototype tool for integrated assessment of chemical status in marine environments. Environmental Monitoring and Assessment 188:115.

Astrahan, P., J. Silverman, Y. Gertner et B. Herut (2017). « Spatial distribution and sources of organic matter and pollutants in the SE Mediterranean (Levantine basin) deep water sediments. » Marine Pollution Bulletin 116(1) : 521-527.

Azizi, G., M. Layachi, M. Akodad, D. R. Yáñez-Ruiz, A. I. Martín-García, M. Baghour, A. Mesfioui, A. Skalli et A. Moumen. (2018). Seasonal variations of heavy metals content in mussels (Mytilus galloprovincialis) from Cala Iris offshore (Northern Morocco). Marine Pollution Bulletin 137, 688-694.

Azizi, G., M. Layachi, M. Akodad, A. I. Martin-Garcia, D. R. Yanez-Ruiz, M. Baghour, H. A. Hmeid, H. Gueddari et A. Moumen (2021). « Bioaccumulation and health risk assessment of trace elements in

[14] Stratégie pour la durabilité dans le domaine des produits chimiques – Vers un environnement exempt de substances toxiques, Commission européenne, COM(2020) 667 final.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Mytilus galloprovincialis as sea food in the Al Hoceima coasts (Morocco). » E3S Web of Conferences 240, 01002 (2021).Azoury S., Tronczyński J., Chiffoleau JF., Cossa D., Nakhlé K., Schmidt S., Khalaf G. (2013). Historical records of Hg, Pb and PAH depositions in a dated sediment core from the Eastern Mediterranean. Environ. Sci. Technol. 47, 7101-7109.

Benali, I., Boutiba, Z., Grandjean, D., de Alencastro, L.F., Rouane-Hacene, O. et Chèvre, N. (2017) Spatial distribution and biological effects of trace metals (Cu, Zn, Pb, Cd) and organic micropollutants (PCBs, PAHs) in mussels Mytilus galloprovincialis along the Algerian west coast. Marine Pollution Bulletin 115(1), 539-550.

Berrojalbiz, N., Dachs, J., Ojeda, M.J., Valle, M.C., Del Vento, S., Castro-Jiménez J., Mariani, G., Wollgast, J., Hanke, G. (2011). Persistent organic pollutants in Mediterranean seawater and processes affecting their accumulation in plankton. Environmental Science and Technology 45, 4315-4322.

M. (2015) Tracing mercury pathways in Augusta Bay (southern Italy) by total concentration and isotope determination. Environmental Pollution 205, 178-185.

Borja, A., M. Elliott, J. H. Andersen, T. Berg, J. Carstensen, B. S. Halpern, A.-S. Heiskanen, S. Korpinen, J. S. S. Lowndes et G. Martin. 2016. Overview of Integrative Assessment of Marine Systems: The Ecosystem Approach in Practice. Frontiers in Marine Science 3:20

Briant, N., Chouvelon, T., Martinez, L., Brach-Papa, C., Chiffoleau, J.F., Savoye, N., Sonke, J. et Knoery, J. (2017) Spatial and temporal distribution of mercury and methylmercury in bivalves from the French coastline. Marine Pollution Bulletin 114(2), 1096-1102.

Bricker, S., Lauenstein, G., Maruya, K., 2014. NOAA's Mussel Watch Program: Incorporating contaminants of emerging concern (CECs) into a long-term monitoring program. Mar. Poll. Bull., 81, 289–290.

Cammilleri, G., P. Galluzzo, A. Pulvirenti, I. E. Giangrosso, G. M. Lo Dico, G. Montana, N. Lampiasi, M. A. Mobilia, A. Lastra, M. Vazzana, A. Vella, P. La Placa, A. Macaluso et V. Ferrantelli (2020). « Toxic mineral elements in Mytilus galloprovincialis from Sicilian coasts (Southern Italy). » Natural Product Research 34(1) : 177-182.Campillo, J. A., B. Fernández, V. García, J. Benedicto et V. M. León. 2017. Levels and temporal trends of organochlorine contaminants in mussels from Spanish Mediterranean waters. Chemosphere 182: 584-594.

Castro-Jiménez J., Berrojalbiz, N., Wollgast, J., Dachs, J. (2012) Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the Mediterranean Sea: atmospheric occurrence, deposition and decoupling with settling fluxes in the water column. Environmental Pollution 166, 40-47

Cathalot C., Rabouille C., Tisnerat-Laborde N., Toussaint F., Kerherve P., Buscail R., Loftis K., Sun M.Y., Tronczynski J., Azoury S., Lansard B., Treignier C., Pastor L., Tesi T. (2013). The fate of river organic carbon in coastal areas: A study in the Rhone River delta using multiple isotopic (Δ13C, Δ14C) and organic tracers. Geochimica et Cosmochimica Acta 118, 33-55

Chouba L. et Mzoughi-Aguir N., Trace metals (cd, pb, hg) and total hydrocarbons in the surface sediments of the coastal fringe of the Gulf of Gabes, Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô. (2006) 33.

Chouvelon, T., E. Strady, M. Harmelin-Vivien, O. Radakovitch, C. Brach-Papa, S. Crochet, J. Knoery, E. Rozuel, B. Thomas, J. Tronczynski et J.-F. Chiffoleau (2019). « Patterns of trace metal bioaccumulation and trophic transfer in a phytoplankton-zooplankton-small pelagic fish marine food web. » Marine Pollution Bulletin 146 : 1013-1030

Clark, R.B., 1986. Marine Pollution, Oxford University Press.

Elbaz-Poulichet, F. ; Dezileau, L. ; Freydier, R. ; Cossa, D. ; Sabatier, P. (2011). A 3500-year record of Hg and Pb contamination in a Mediterranean sedimentary archive (The Pierre Blanche Lagoon, France). Environ. Sci. Technol. 2011, 45 (20), 8642-8647.El Baz, S.M. et Khalil, M.M. (2018) Assessment of trace

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

metals contamination in the coastal sediments of the Egyptian Mediterranean coast. Journal of African Earth Sciences 143, 195-200.

Esposito, M., S. Canzanella, S. Lambiase, A. Scaramuzzo, R. La Nucara, T. Bruno, G. Picazio, G. Colarusso, R. Brunetti et P. Gallo (2020). « Organic pollutants (PCBs, PCDD/Fs, PAHs) and toxic metals in farmed mussels from the Gulf of Naples (Italy): Monitoring and human exposure. » Regional Studies in Marine Science 40 : 101497

Esposito, G., A. G. Mudadu, M. C. Abete, S. Pederiva, A. Griglione, C. Stella, S. Ortu, A. M. Bazzoni, D. Meloni et S. Squadrone. 2021. Seasonal accumulation of trace elements in native Mediterranean mussels (Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819) collected in the Calich Lagoon (Sardinia, Italy). Environmental Science and Pollution Research. Commission européenne, E. (2018) Document d'orientation n° 27. Guide technique pour l'établissement des normes de qualité environnementale.

Frapiccini, E., M. Panfili, S. Guicciardi, A. Santojanni, M. Marini, C. Truzzi et A. Annibaldi (2020). « Effects of biological factors and seasonality on the level of polycyclic aromatic hydrocarbons in red mullet (Mullus barbatus). » Environmental Pollution 258: 113742.

Furdek, M., Vahcic, M., Ščancar, J., Milacic, R., Kniewald, G., Mikac, N., 2012. Organotin compounds in seawater and Mytilus galloprovincialis mussels along the Croatian Adriatic Coast. Mar. Poll. Bull., 64, 189–199

Goldberg, E. D., 1975. The Mussel Watch - a first step in global marine monitoring. Mar. Poll. Bull., 6, 111.

Guerranti, C., E. Grazioli, S. Focardi, M. Renzi et G. Perra (2016). « Levels of chemicals in two fish species from four Italian fishing areas. » Marine Pollution Bulletin 111(1) : 449-452.

Ghosn, M., Mahfouz, C., Chekri, R., Khalaf, G., Guérin, T., Jitaru, P. et Amara, R. (2020a) Seasonal and Spatial Variability of Trace Elements in Livers and Muscles of Three Fish Species from the Eastern Mediterranean. Environmental Science and Pollution Research 27(11), 12428-12438.

Ghosn, M., Mahfouz, C., Chekri, R., Ouddane, B., Khalaf, G., Guérin, T., Amara, R. et Jitaru, P. (2020b) Assessment of trace element contamination and bioaccumulation in algae (Ulva lactuca), bivalves (Spondylus spinosus) and shrimps (Marsupenaeus japonicus) from the Lebanese coast. Regional Studies in Marine Science 39, 101478.

Hachania M.A., Dhib A, Fathallia A, Ziadi B., Turki S., Aleya L. Harmful epiphytic dinoflagellate assemblages on macrophytes in the Gulf of Tunis. Harmful Algae 77: 29–42.

Jebara, A., Lo Turco, V., Potortì, A.G., Bartolomeo, G., Ben Mansour, H. et Di Bella, G. (2021) Organic pollutants in marine samples from Tunisian coast: Occurrence and associated human health risks. Environmental Pollution 271, 116266.

Joksimović Danijela et Slavka Stanković 2012 : Accumulation of trace metals in marine organisms of the southeastern Adriatic coast, J. Serb. Chem. Soc. 77 (1) 105-117 (2012).

Jović Mihajlo, Slavka Stanković 2014. Human exposure to trace metals and possible public health risks via consumption of mussels Mytilus galloprovincialis from the Adriatic coastal area Food Chem Toxicol. 2014 août ; 70:241-51

Karageorgis, A.P., Botsou, F., Kaberi, H. et Iliakis, S. (2020) Geochemistry of major and trace elements in surface sediments of the Saronikos Gulf (Greece): Assessment of contamination between 1999 and 2018. Science of the Total Environment 717, 137046.

Khaoula Telahigue, Imen Raben, Zied Mdaini, Ridha Ghali, Lassaad Chouba et Tarek Hajji. 2024. Human health risk assessment of heavy metal(oid)s in four fish species harvested from the Bizerte lagoon (Tunisia). INSTM Bulletin : Marine and Freshwater Sciences : Vol. 49 (2024) : 61–77.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Kucuksezgin, F., L. T. Gonul, I. Pazi, B. Ubay et H. Guclusoy (2020). « Monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons in transplanted mussels (Mytilus galloprovincialis) and sediments in the coastal region of Nemrut Bay (Eastern Aegean Sea). » Marine Pollution Bulletin 157 : 111358.

León, V. M., L. Viñas, E. Concha-Graña, V. Fernández-González, N. Salgueiro-González, C. Moscoso-Pérez, S. Muniategui-Lorenzo et J. A. Campillo (2020), Identification of contaminants of emerging concern with potential environmental risk in Spanish continental shelf sediments, Science of the Total Environment, 742, 140505

Lomartire, S., J. C. Marques et A. M. M. Gonçalves. 2021. Biomarkers based tools to assess environmental and chemical stressors in aquatic systems. Ecological Indicators 122 : 107207.

Long, E., Macdonald, D., Smith, S. et Calder, F. (1995) Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management 19(1), 81-97.

Mandic Jelena, Tronczynski Jacek, Kuspilic Grozdan (2018). Polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of the mid-Adriatic and along the Croatian coast: Levels, distributions and sources. Environmental Pollution, 242(Part A), 519-527

Martínez-Guijarro, R., Paches, M., Romero, I. et Aguado, D. (2019) Enrichment and contamination level of trace metals in the Mediterranean marine sediments of Spain. Science of the Total Environment 693, 133566.

Naifar, I., Pereira, F., Zmemla, R., Bouaziz, M., Elleuch, B. et Garcia, D. (2018) Spatial distribution and contamination assessment of heavy metals in marine sediments of the southern coast of Sfax, Gabes Gulf, Tunisia. Marine Pollution Bulletin 131, 53-62.

Nakata, H., Shinohara, R.I., Nakazawa, Y., Isobe, T., Sudaryanto, A., Subramanian, A., Tanabe, S., Zakaria, M.P., Zheng, G.J., Lam, P.K.S., Young Kim, E., Yoon Min, B., Wef, S.U., Hung Viet, P., Tana, T.S., Prudente, M., Donnell, F., Lauenstein, G., Kannan, K., 2012. Asia-Pacific mussel watch for emerging pollutants: Distribution of synthetic musks and benzotriazole UV stabilizers in Asian and US coastal waters. Mar. Pollut. Bull., 64, 2211-2218

Neff, J.M., 1979. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. Sources, fates and biological effects. Applied Science Publishers, Ltd., Londres.

Pavlidou, A., N. Simboura, K. Pagou, G. Assimakopoulou, V. Gerakaris, I. Hatzianestis, P. Panayotidis, M. Pantazi, N. Papadopoulou, S. Reizopoulou, C. Smith, M. Triantaphyllou, M. C. Uyarra, I. Varkitzi, V. Vassilopoulou, C. Zeri et A. Borja. 2019. Using a holistic ecosystem-integrated approach to assess the environmental status of Saronikos Gulf, Eastern Mediterranean. Ecological Indicators, 96 : 336-350.

Pérez-Fernández, B., L. Viñas et J. Bargiela (2019), New values to assess polycyclic aromatic hydrocarbons pollution: Proposed background concentrations in marine sediment cores from the Atlantic Spanish Coast, Ecological Indicators, 101, 702-709.

Perić, L., V. Nerlović, P. Žurga, L. Žilić et A. Ramšak. 2017. Variations of biomarkers response in mussels Mytilus galloprovincialis to low, moderate and high concentrations of organic chemicals and metals. Chemosphere 174: 554-562.

Rabaoui, L., Balti, R., Zrelli, R. et Tlig-Zouari, S. (2014) Assessment of heavy metals pollution in the gulf of Gabes (Tunisia) using four mollusk species. Mediterranean Marine Science, 15(1), p. 15(1), 45-58.

Richardson, S., 2004. Environmental Mass Espectrometry: Emerging contaminants and current issues. Anal. Chem., 76, 3337-3364.

Rizzi, C., S. Villa, C. Chimera, A. Finizio et G. S. Monti (2021). « Spatial and temporal trends in the ecological risk posed by polycyclic aromatic hydrocarbons in Mediterranean Sea sediments using large-scale monitoring data. » Ecological Indicators 129: 107923.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Santos-Echeandía, J., J. A. Campillo, J. A. Egea, C. Guitart, C. J. González, C. Martínez-Gómez, V. M. León, C. Rodríguez-Puente et J. Benedicto (2021). « The influence of natural vs anthropogenic factors on trace metal(loid) levels in the Mussel Watch programme: Two decades of monitoring in the Spanish Mediterranean sea. » Marine Environmental Research 169 : 105382.

Schulz-Bull, D.E., Petrick G., Bruhn R., Duinker J.C., 1998. Chlorobiphenyls (PCB) and PAHs in water masses of the northern North Atlantic. Mar. Chem., 61, 101-114.

Spagnoli, F., R. De Marco, E. Dinelli, E. Frapiccini, F. Frontalini et P. Giordano (2021). « Sources and Metal Pollution of Sediments from a Coastal Area of the Central Western Adriatic Sea (Southern Marche Region, Italy). » Applied Sciences 11(3).

Sulimanec Grgec, A., Z. Kljaković-Gašpić, T. Orct, V. Tičina, A. Sekovanić, J. Jurasović et M. Piasek (2020). « Mercury and selenium in fish from the eastern part of the Adriatic Sea: A risk-benefit assessment in vulnerable population groups. » Chemosphere 261 : 127742.

Tavoloni, T., R. Miniero, S. Bacchiocchi, G. Brambilla, M. Ciriaci, F. Griffoni, P. Palombo, T. Stecconi, A. Stramenga et A. Piersanti (2021). « Heavy metal spatial and temporal trends (2008–2018) in clams and mussel from Adriatic Sea (Italy): Possible definition of forecasting models. » Marine Pollution Bulletin 163 : 111865.

Tornero, V., Hanke, G. et Réseau d'experts DCSMM sur les contaminants (2019) Contaminants chimiques marins – appui à l'harmonisation des normes méthodologiques de la DCSMM pour le descripteur 8 : matrices et valeurs seuils/niveaux de référence pour les substances pertinentes. EUR 29570 FR, Office des publications de l'Union européenne.

Traina, A., G. Bono, M. Bonsignore, F. Falco, M. Giuga, E. M. Quinci, S. Vitale et M. Sprovieri (2019). « Heavy metals concentrations in some commercially key species from Sicilian coasts (Mediterranean Sea): Potential human health risk estimation. » Ecotoxicology and Environmental Safety 168: 466-478.

Traina, A., A. Ausili, M. Bonsignore, D. Fattorini, S. Gherardi, S. Gorbi, E. Quinci, E. Romano, D. Salvagio Manta, G. Tranchida, F. Regoli et M. Sprovieri (2021). « Organochlorines and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons as fingerprint of exposure pathways from marine sediments to biota. » Marine Pollution Bulletin 170 : 112676

Tronczyński, J., Tixier, C. et Laute, F. (2008). R.INT.DOPL/BE_LBCO/Nantes/08 – 04. Contaminants organiques persistants dans les sédiments de l'étang de Thau : bilan, historique et comportement.

Vethaak, A. D., I. M. Davies, J. E. Thain, M. J. Gubbins, C. Martínez-Gómez, C. D. Robinson, C. F. Moffat, T. Burgeot, T. Maes, W. Wosniok, M. Giltrap, T. Lang et K. Hylland. 2017. Integrated indicator framework and methodology for monitoring and assessment of hazardous substances and their effects in the marine environment. Marine Environmental Research 124:11-20.

OMS, 1993. Organisation mondiale de la Santé et Programme international sur la sécurité des substances chimiques Biomarqueurs et évaluation des risques : concepts et principes / publié sous le parrainage conjoint du Programme des Nations Unies pour l'environnement, de l'Organisation internationale du travail et de l'Organisation mondiale de la Santé Organisation mondiale de la Santé.

Zaaboub, N., Oueslati, W., Amine Helali, M., Abdeljaouad, S., Javier Huertas, F. et Lopez Galindo, A. (2014). Trace elements in different marine sediment fractions of the Gulf of Tunis (Central Mediterranean Sea). Chemical Speciation & Bioavailability, 26(1), 1–12. https://doi.org/10.3184/095422914X13884279095945.Zaghden, H., M. Tedetti, S. Sayadi, M. M. Serbaji, B. Elleuch et A. Saliot. 2017. Origin and distribution of hydrocarbons and organic matter in the surficial sediments of the Sfax-Kerkennah channel (Tunisia, Southern Mediterranean Sea). Marine Pollution Bulletin 117:414-428.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Contexte stratégique et cibles

Description du contexte stratégique

Dans la majorité des pays méditerranéens, la surveillance d'un ensemble de substances chimiques dangereuses dans différents compartiments marins est réalisée dans le cadre de la Convention de Barcelone du PNUE/PAM (1976) et de son Protocole relatif aux sources de pollution tellurique, par le biais de la coordination assurée par le programme de surveillance MED POL du PNUE/PAM. Pour les pays méditerranéens de l'UE, la législation européenne sur l'environnement marin s'applique également (par exemple, la DCE et la DCSMM), ainsi que d'autres cadres stratégiques internationaux et nationaux. Une base de connaissances importante et des actions concrètes ont été développées dans le cadre du volet « surveillance et évaluation de la pollution » du programme MED POL du PNUE/PAM, depuis plusieurs décennies jusqu'à aujourd'hui. Ces évaluations environnementales ont permis d'identifier et de confirmer la présence, la distribution, les niveaux et les tendances de contaminants marins significatifs, ainsi que de développer en continu des stratégies et des orientations en matière de surveillance. En ce qui concerne l'Approche écosystémique et l'IMAP, leur mise en œuvre se poursuit en s'appuyant sur les acquis de ces connaissances antérieures ainsi que sur le cadre stratégique et opérationnel établi en Méditerranée.

Dans le contexte de la mer Méditerranée, la surveillance et l'évaluation des contaminants ont été redéfinies conformément au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) (PNUE/PAM, 2016). Cette redéfinition assure également une synergie avec la Directive-cadre sur la stratégie pour le milieu marin (2008/56/CE). Les dictionnaires de données et normes pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP (2019, http://imapinfosystem.info-rac.org/app/#/standard), conformes aux fiches d'orientation IMAP, définissent la liste des jeux de données obligatoires, y compris les paramètres physico-chimiques, afin de fournir une évaluation intégrée des contaminants en Méditerranée.

Cibles

Dans le cadre de la préparation de l'évaluation de la pollution pour le MED QSR 2023, les deux échelles d'évaluation suivantes ont été établies et appliquées dans les sous-régions méditerranéennes afin d'évaluer le bon état écologique, le cas échéant :

a) *Échelle de l'évaluation intégrée NEAT (outil imbriqué d'évaluation de l'état environnemental) des contaminants dans les matrices sédiments et biote (Indicateur commun 17 de l'IMAP)*

- L'échelle d'évaluation en cinq classes a été appliquée aux données rapportées par les pays pour les métaux lourds et les contaminants organiques obligatoires, permettant leur utilisation pour le calcul des critères d'évaluation dans les subdivisions des sous-régions de la mer Adriatique et de la Méditerranée occidentale.
- Les cinq classes d'évaluation — Très bon, Bon, Moyen, Médiocre et Mauvais — sont définies, avec deux valeurs limites qui encadrent l'échelle : i) une concentration nulle en contaminant représentant les meilleures conditions (Très bon), et ii) la concentration maximale représentant les pires conditions (Mauvais). Un seuil délimitant le bon état écologique/mauvais état écologique est également défini.
- La règle de décision pour déterminer le statut de bon état écologique ou de mauvais état écologique repose sur la comparaison des valeurs de score avec la limite définie par le seuil (xBAC), qui distingue les classes « Bon » et « Moyen ». Pour les éléments traces, ce seuil est fixé à 1,5 BAC ; pour les contaminants organiques, il est fixé à 2 BAC.
- Les valeurs NEAT varient de 0 à 1 et représentent l'évaluation globale de l'état pour chaque contaminant, ou l'évaluation intégrée de plusieurs contaminants, selon l'échelle à cinq classes. Les concentrations moyennes sont calculées à l'aide de moyennes arithmétiques accompagnées de leurs erreurs standards respectives. Les concentrations seuils sont normalisées sur l'échelle suivante :

$$0 \leq \text{mauvais} < 0{,}2 \leq \text{médiocre} < 0{,}4 \leq \text{moyen} < 0{,}6 \leq \text{bon} < 0{,}8 \leq \text{très bon} \leq 1$$

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

- L'état de la classe est déterminé en fonction de la distance linéaire entre les valeurs de score et les deux limites de référence, à savoir la concentration nulle en contaminant et la concentration maximale, ainsi que le seuil entre bon état écologique et mauvais état écologique. Le bon état écologique est attribué aux valeurs inférieures à 0,6, tandis que le mauvais état écologique s'applique aux valeurs supérieures ou égales à 0,6.

Évaluation intégrée NEAT de l'IC 17	**Bon état écologique**		**Mauvais état écologique**		
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Limites de référence	0< conc. mesurée ≤ BAC	BAC< conc. mesurée ≤ seuil bon/mauvais état écologique	Bon/mauvais état écologique < conc. mesurée ≤ seuil moyen/médiocre	seuil moyen/médiocre < conc. mesurée ≤ conc. max.	
Scores NEAT	1 < score ≤ 0,8	0,8 < score ≤ 0,6	0,6 < score ≤ 0,4	0,4 < score ≤ 0,2	Score < 0,2
Seuils	**BAC**	**(xBAC)**	**2 (xBAC) ∞**	**5 (xBAC) ∞**	

0 **Conc. max.**

b) *Échelle de CHASE+ (outil d'évaluation de l'état chimique) pour les contaminants dans les matrices sédimentaires et biotiques (Indicateur commun 17 de l'IMAP)*

- L'échelle d'évaluation à cinq classes a été utilisée pour évaluer les niveaux de contamination. Elle a été appliquée aux données rapportées par les pays pour les métaux lourds et les contaminants organiques obligatoires, permettant leur utilisation pour le calcul des critères d'évaluation dans les subdivisions des sous-régions Égée-Ionienne et Méditerranée centrale.
- Les cinq classes d'évaluation sont : zone sans problème – Très bon, zone sans problème – Bon, zone à problème – Moyen, zone à problème – Médiocre, et zone à problème (PA) – Mauvais. Elles sont définies avec deux limites de référence : i) une concentration nulle en contaminant, représentant les meilleures conditions (Très bon), et ii) une concentration maximale, représentant les pires conditions (Mauvais). De plus, un seuil est défini pour distinguer entre bon état écologique et mauvais état écologique.
- La règle de décision pour déterminer le statut de bon état écologique ou de mauvais état écologique repose sur la comparaison des scores CHASE+ avec le seuil (xBAC), qui distingue les classes Bon et Moyen. Pour les éléments traces, le seuil entre bon état écologique et mauvais état écologique est fixé à 1,5 BAC. Pour les contaminants organiques, ce seuil est fixé à 2 BAC.
- La limite entre les classes modérée et médiocre est fixée à 2 × BAC, et la limite entre les classes « Médiocre » et « Mauvais » à 5 × BAC.
- Les valeurs CHASE+ vont de 0 à 5 et au-delà, représentant l'état global de contamination d'une station ou d'une zone, sur la base du taux de contamination (TC) ou du score de contamination (SC).
- La limite entre le bon état écologique et le mauvais état écologique est fixée à une valeur CHASE+ de 1, ce qui signifie que seules les valeurs égales ou inférieures à (x BAC), définies comme seuil bon état écologique/mauvais état écologique, sont considérées comme reflétant le bon état écologique. Cette classification est alignée sur la méthodologie d'évaluation NEAT.
- Le taux de contamination (TC) est calculé comme le rapport entre la concentration mesurée (C_mesurée) et la concentration seuil (C_seuil) pour chaque contaminant mesuré dans une matrice donnée (biote ou sédiment).
- Le score de contamination (SC) est la moyenne simple des valeurs de TC, fournissant une évaluation agrégée des contaminants par matrice et par station.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

- La règle de décision établit qu'une station est considérée en bon état écologique si au moins 75 % des éléments évalués respectent les limites du bon état écologique. La même règle s'applique à l'évaluation des zones. La même règle s'applique à l'évaluation des zones.

Évaluation CHASE+ de l'IC 17	Bon état écologique		Mauvais état écologique		
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Limites de référence	0< conc. mesurée ≤ BAC	BAC< conc. mesurée ≤ seuil bon/mauvais état écologique	Bon/mauvais état écologique < conc. mesurée ≤ seuil moyen/médiocre	seuil moyen/médiocre < conc. mesurée ≤ conc. max.	
Scores CHASE+	0 < TC, SC ≤ 0,5	0,5 < TC, SC ≤ 1	1 < TC, SC ≤ 2	2 < TC, SC ≤ 5	TC, SC > 5
Seuils	½ (xBAC)	(xBAC)	2 (xBAC) **	5 (xBAC) **	

Documents d'orientation

Documents d'orientation générale

Décision IG.21/3 (COP18, 2013) relative à l'Approche écosystémique, incluant l'adoption des définitions du bon état écologique (BEE) et des cibles (UNEP(DEPI)/MED IG.21/9).

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes (UNEP(DEPI)/MED IG.22/28).

Décision IG.25/1 (COP22, 2021) relative à la Stratégie à moyen terme du PNUE/PAM pour la période 2022-2027.

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes.

Décision IG.23/6 (COP20, 2017) relative au Rapport sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée 2017.

Décision IG.24/4 (COP21, 2019) relative aux études d'évaluation.

Décision IG.26/3 (COP23, 2023) relative au Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et à une politique renouvelée d'approche écosystémique en Méditerranée.

Directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (Directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » et mises à jour en 2010).

Directive (UE) 2017/845 de la Commission modifiant la directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les listes indicatives d'éléments à prendre en compte pour l'élaboration des stratégies marines.

Décision (UE) 2017/848 de la Commission établissant des critères et des normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines, ainsi que des spécifications et des méthodologies normalisées de surveillance et d'évaluation, et abrogeant la décision 2010/477/UE.

Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (et révisions actualisées).

Décision (CE) nº 2013/480/UE de la Commission établissant, conformément à la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, les valeurs des classifications du système de contrôle des États membres à la suite de l'exercice d'interétalonnage et abrogeant la décision 2008/915/CE.

Rapport 2017 sur la qualité de la Méditerranée, https://www.medqsr.org/fr/

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Rapport 2023 sur la qualité de la Méditerranée, https://spa-rac.org/fr/

UNEP(DEPI)/MED IG.22/Inf.7. (2016) Lignes directrices sur la surveillance et l'évaluation intégrées.

Documents d'orientation relatifs aux contaminants

AEE, 1999. State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment (État et pressions sur l'environnement marin et côtier de la Méditerranée). Environmental issues series nº5. Agence européenne pour l'environnement, Copenhague, 1999.http://www.eea.eu.intAEE, 2003. Hazardous substances in the European marine environment: Trends in metals and persistent organic pollutants (Substances dangereuses dans le milieu marin européen : tendances en matière de métaux et de polluants organiques persistants). Rapport thématique 2/2003. AEE, Agence européenne pour l'environnement, Copenhague, 2003. http://www.eea.eu.int

AEE, 2018. European Waters – Assessment of status and pressures 2018 (Les eaux européennes – Évaluation de l'état et des pressions en 2018) Rapport AEE/n° 7, 2018.

Commission européenne, E. (2018) Document d'orientation n° 27. Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards (Guide technique pour l'élaboration des normes de qualité environnementale). Règlement de l'UE concernant l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et les restrictions des substances chimiques (REACH).

Règlement de l'UE sur la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances dangereuses.

OSPAR (2008) Co-ordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) Assessment Manual for contaminants in sediment and biota (Manuel d'évaluation du Programme coordonné de surveillance environnementale – contaminants dans les sédiments et la biote). Commission OSPAR n° 379/2008.

Commission OSPAR, 2013. Levels and trends in marine contaminants and their biological effects – CEMP Assessment Report 2012 (Niveaux et tendances des contaminants marins et de leurs effets biologiques – Rapport d'évaluation CEMP 2012). Série « Monitoring and Assessment », 2013

OSPAR 2017. UNEP(DEPI)/MED WG.365/Inf.5. Analysis of the trend monitoring activities and data for the MED POL Phase III and IV (1999–2010) (Analyse des activités de suivi des tendances et des données pour les phases III et IV de MED POL (1999–2010)). Réunion de concertation pour l'examen des activités de surveillance de MED POL. Athènes, 22-23 novembre 2011.

PNUE/PAM MED POL – Phase III, Programme for the Assessment and Control of Pollution in the Mediterranean Region (Phase III, Programme pour l'évaluation et le contrôle de la pollution dans la région méditerranéenne). Série de rapports techniques du PAM n° 120, PNUE, Athènes, 1999.

PNUE/PAM, 2005. Fact sheets on Marine Pollution Indicators (Fiches d'information sur les indicateurs de pollution marine. Réunion des coordonnateurs nationaux du MED POL du PNUE/PAM Barcelone, Espagne, 24-27 mai 2005. UNEP (DEC)/MED/WG.264/Inf.14. PNUE, Athènes.

UNEP(DEPI)/MED WG. 365/Inf.8. Development of assessment criteria for hazardous substances in the Mediterranean (Élaboration de critères d'évaluation pour les substances dangereuses en Méditerranée). Réunion de concertation pour l'examen des activités de surveillance de MED POL. Athènes, 22-23 novembre 2011.

Report from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions Findings of the Fitness Check of the most relevant chemicals legislation (excluding REACH) and identified challenges, gaps and weaknesses (Rapport de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions — Conclusions du bilan de qualité des principales législations en matière de produits chimiques (à l'exclusion de REACH) et identification des défis, lacunes et faiblesses). COM/2019/264 final.

PNUE/PAM, 1987. Report of the Fifth Meeting of the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea against pollution and its Related Protocols (Rapport de la cinquième

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

réunion des Parties contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution et à ses Protocoles connexes). UNEP/IG. 74/5. PNUE/PAM, Athènes.

PNUE/PAM MED POL – Phase III, Programme for the Assessment and Control of Pollution in the Mediterranean Region (Phase III, Programme pour l'évaluation et le contrôle de la pollution dans la région méditerranéenne). Série de rapports techniques du PAM n° 120, PNUE, Athènes, 1999.

UNEP(DEPI)/MED WG. 427/Inf.3. Background to the Assessment Criteria for Hazardous Substances and Biological Markers in the Mediterranean Sea Basin and its Regional Scales (Contexte des critères d'évaluation des substances dangereuses et des marqueurs biologiques dans le bassin méditerranéen et à ses échelles régionales).

UNEP/MAP Report of the Meeting of the Ecosystem Approach Correspondence Group on Pollution Monitoring (Rapport de la réunion du Groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution dans le cadre de l'approche écosystémique) Marseille, France, 19–21 octobre 2016.

UNEP(DEC)/MED WG.372/3. (2012) Approaches for definition of GES and setting targets for the pollution related ecological objectives in the framework of the ecosystem approach. (EO5: eutrophication, EP9: contaminants, EP10: marine litter, EO11: noise). (Approches pour la définition du bon état écologique et la fixation d'objectifs pour les objectifs écologiques liés à la pollution dans le cadre de l'approche écosystémique (OE5 : eutrophisation, OE9 : contaminants, OE10 : déchets marins, OE11 : bruit)).

UNEP/MAP WG.462/Inf.4 (2019). Updated List of Priority Contaminants under MAP/Barcelona Convention (Draft). (Liste actualisée des contaminants prioritaires relevant du PAM/Convention de Barcelone (projet)).Réunion du Groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution dans le cadre de l'approche écosystémique, Podgorica, Monténégro, 2–3 avril 2019.

PNUE/PAM (2019). (UNEP/MED WG.463/Inf.6.). Updated Thematic Assessments of the Eutrophication and Contaminants Status in the Mediterranean Marine Environment, as a Contribution to the 2019 State of Environment and Development Report (SoED) (Évaluations thématiques actualisées de l'état de l'eutrophisation et des contaminants dans le milieu marin méditerranéen, en contribution au rapport 2019 sur l'état de l'environnement et du développement).

UNEP/MAP WG.509/21 (2021). Monitoring Guidelines/Protocols for Sampling and Sample Preservation of Sediments for IMAP Common Indicator 17: Heavy and Trace Elements and Organic Contaminants (Lignes directrices/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et la conservation des échantillons de sédiments pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP : éléments lourds et traces et contaminants organiques). Réunion des Points focaux du MED POL, visioconférence, 6-7 octobre 2021.

UNEP/MAP WG.509/22 (2021). Monitoring Guidelines/Protocols for Sample Preparation and Analysis of Sediments for IMAP Common Indicator 17: Heavy and Trace Elements and Organic Contaminants (Lignes directrices/protocoles de surveillance pour la préparation et l'analyse des échantillons de sédiments pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP : éléments lourds et traces et contaminants organiques). Réunion des Points focaux du MED POL, visioconférence, 6-7 octobre 2021.

UNEP/MAP WG.509/23 (2021). Monitoring Guidelines/Protocols for Sampling and Sample Preservation of Marine Biota for IMAP Common Indicator 17: Heavy and Trace Elements and Organic Contaminants (Lignes directrices/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et la conservation des échantillons de biote marin pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP : éléments lourds et traces et contaminants organiques). Réunion des Points focaux du MED POL, visioconférence, 6-7 octobre 2021.

UNEP/MAP WG.509/24 (2021). Monitoring Guidelines/Protocols for Sample Preparation and Analysis of Marine Biota for IMAP Common Indicator 17: Heavy and Trace Elements and Organic Contaminants (Lignes directrices/protocoles de surveillance pour la préparation et l'analyse des échantillons de biote marin pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP : éléments lourds et traces et contaminants organiques). Réunion des Points focaux du MED POL, visioconférence, 6-7 octobre 2021.

UNEP/MAP WG.509/25 (2021). Monitoring Guidelines/Protocols for Sampling and Sample Preservation

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

of Seawater for IMAP Common Indicator 17: Heavy and Trace Elements and Organic Contaminants (Lignes directrices/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et la conservation des échantillons d'eau de mer pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP : éléments lourds et traces et contaminants organiques). Réunion des Points focaux du MED POL, visioconférence, 6-7 octobre 2021.

UNEP/MAP WG.509/26 (2021). Monitoring Guidelines/Protocols for Sample Preparation and Analysis of Seawater for IMAP Common Indicator 17: Heavy and Trace Elements and Organic Contaminants (Lignes directrices/protocoles de surveillance pour la préparation et l'analyse des échantillons d'eau de mer pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP : éléments lourds et traces et contaminants organiques). Réunion des Points focaux du MED POL, visioconférence, 6-7 octobre 2021.

UNEP/MAP WG.492/10/Rev.2 (2021). Integration and Aggregation Rules for Monitoring and Assessment of (IMAP Pollution and Marine Litter Cluster) (Règles d'intégration et d'agrégation pour la surveillance et l'évaluation du groupe IMAP Pollution et déchets marins). Réunion du Groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution dans le cadre de l'approche écosystémique, visioconférence, 26-28 avril 2021.

UNEP/MAP WG. 533/Inf.3 (2022). Adjusted Background (Assessment) Concentrations (BC/BAC) for Common Indicator 17 and Upgraded Approach for Environmental Assessment Criteria (EAC) (Concentrations de référence (d'évaluation) ajustées (BC/BAC) pour l'indicateur commun 17 et approche améliorée pour les critères d'évaluation environnementale (EAC) pour les indicateurs communs 17, 18 et 20 de l'IMAP) pour les indicateurs communs 17, 18 et 20 de l'IMAP

Méthodes d'analyse des indicateurs

Définition de l'indicateur

Concentrations de contaminants clés dans les matrices suivantes (il s'agit d'un indicateur de pression multiparamètre) :

BIOTE MARIN : dans les organismes marins prélevés, dont les tissus mous entiers ou des parties disséquées sont analysés conformément à la procédure analytique détaillée dans les Directives de surveillance pour l'IC 17, selon les protocoles d'échantillonnage et de préparation des échantillons. En priorité, les espèces de bivalves et/ou les poissons doivent être analysés pour les substances dangereuses suivantes, obligatoirement mesurées comme convenu lors de la Réunion des points focaux du MED POL de 2017, et précisées lors de l'élaboration des Normes de données pour l'IC 17

- Métaux traces/métaux lourds (MT) : mercure et ses composés (Hg), Cadmium et ses composés (Cd), Plomb et ses composés (Pb), et Cuivre et ses composés. Composés organochlorés — Congénères de PCB : 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180, 105 et 156 ; ∑ **7** PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) ; Hexachlorobenzène, Lindane gamma-HCH et ∑DDT (DDT, p,p' + DDT, o,p' + DDE, p,p' + DDD, p,p').
- 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(g,h,i)pérylène, benzo(k)fluoranthène, chrysène, dibenz[a,h]anthracène, fluoranthène, fluorène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, naphtalène, phénanthrène, pyrène ; ainsi que la somme totale ∑ 16 HAP.

La teneur en lipides et le rapport poids frais/poids sec de la chair doivent être mesurés dans le biote à des fins de normalisation et de rapportage.

SÉDIMENTS MARINS : dans les zones côtières et marines, sur le plateau continental et en haute mer, les sédiments doivent être prélevés par des moyens mécaniques et traités en laboratoire (fraction granulométrique < 2 mm), conformément à la procédure analytique décrite dans les Directives de surveillance pour l'IC 17. En outre, les substances dangereuses suivantes doivent obligatoirement être mesurées, conformément aux accords de la Réunion des points focaux du MED POL de 2017 et tels qu'élaborés dans les Normes de données pour l'IC 17 :

- Métaux traces/métaux lourds (MT) : Mercure et ses composés (Hg), Cadmium et ses composés (Cd), Plomb et ses composés (Pb), et Cuivre et ses composés ; Composés organochlorés :

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Congénères de PCB — 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180, 105 et 156 ; ∑ 7 PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180); aldrine; dieldrine ; hexachlorobenzène ; lindane gamma-HCH et □DDT (DDT, p,p' + DDT, o,p' + DDE, p,p' + DDD, p,p') ;

- 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(g,h,i)pérylène, benzo(k)fluoranthène, chrysène, dibenz[a,h]anthracène, fluoranthène, fluorène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, naphtalène, phénanthrène, pyrène ; ainsi que la somme totale ∑16 HAP.

Conformément à la procédure analytique décrite dans les Directives de surveillance pour l'IC 17, l'analyse de l'aluminium (Al) et du carbone organique total (COT) dans la fraction granulométrique < 2 mm doit être réalisée à des fins de normalisation et de rapportage pour les MT et les composés organochlorés, respectivement. L'analyse de la fraction < 63 µm des sédiments est également recommandée à titre complémentaire pour les métaux.

Le rapport de lyophilisation (rapport sédiment sec/sédiment humide) doit être pris en compte dans le cadre du rapportage des ensembles de données.

EAU DE MER : la surveillance et l'évaluation des contaminants dans les échantillons d'eau de mer prélevés dans les zones côtières, marines et hauturières présentent des défis spécifiques et des coûts plus élevés. Pour les programmes de surveillance à moyen et long terme, tels que l'IMAP, ces activités sont recommandées sur la base des décisions nationales. La procédure analytique est détaillée dans les Directives de surveillance pour l'IC 17.

Sous-indicateurs : d'autres substances chimiques obligatoires pertinentes sont décrites dans les Normes de données pour l'IC 17 de l'IMAP, dans lesquelles les polluants émergents sont recommandés pour la surveillance, en fonction des connaissances et recherches scientifiques disponibles, et sont ainsi proposés à la prise de décision par les Parties contractantes. Les normes de données pour l'IC 17 incluent également la déclaration d'une longue liste de paramètres non obligatoires, dont le choix relève des autorités nationales compétentes pour l'IMAP.

Méthodologie de calcul des indicateurs

Métaux traces/métaux lourds (MT) et aluminium : spectrométrie, spectrométrie de masse

Composés organiques : chromatographie en phase gazeuse ou liquide (GC/LC) couplée à divers détecteurs, tels que les détecteurs à capture d'électrons ou la spectrométrie de masse, adsorption atomique.

La liste de tous les paramètres chimiques et connexes soumis au rapportage au titre de l'IC 17 de l'IMAP par les Parties contractantes est précisée dans les Normes de données pour l'IC 17 de l'IMAP.

- La procédure analytique détaillée pour les substances chimiques mentionnées ci-dessus et les autres paramètres obligatoires connexes, incluant l'échantillonnage et le transport des échantillons, la détermination analytique des indicateurs et sous-indicateurs, ainsi que le contrôle de la qualité des données, est décrite dans le document :B-1. Directives/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et l'analyse des contaminants dans les sédiments.
- B-2. Directives/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et la détermination des contaminants dans le biote marin.
- B-3. Directives/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et l'analyse des contaminants dans l'eau de mer.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Unités de l'indicateur

Métaux traces/métaux lourds (MT) et aluminium : masse/masse sèche ou masse/masse humide de l'échantillon selon les Normes de données pour l'IC 17. Les rapports masse sèche/masse humide doivent être calculés et rapportés.

Composés organiques (CO) : masse/masse sèche ou masse/masse humide de l'échantillon selon les Normes de données pour l'IC 17. Les rapports masse sèche/masse humide doivent être calculés et rapportés.

Les Normes de données pour l'IC 17 de l'IMAP précisent également les unités applicables aux autres substances chimiques obligatoires et paramètres pertinents.

Liste des documents d'orientation et protocoles disponibles

Lignes directrices/protocoles de surveillance de l'IMAP (https://www.iaea.org/about/organizational-structure/department-of-nuclear-sciences-and-applications/division-of-iaea-environment-laboratories/marine-environmental-studies-laboratory/unep-map-med-pol-integrated-monitoring-and-assessment-programme-imap-monitoring-guidelines)

- B-1. Directives/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et l'analyse des contaminants dans les sédiments.
- B-2. Directives/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et la détermination des contaminants dans le biote marin.
- B-3. Directives/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et l'analyse des contaminants dans l'eau de mer.
- E-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Analytical Quality Assurance for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour l'assurance qualité analytique des indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)
- F-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Reporting Monitoring Data for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour la transmission des données de surveillance pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP).

Fiabilité et incertitudes des données

La mise en œuvre de l'IMAP a fourni des données scientifiques attestant de variations significatives entre les quatre sous-régions méditerranéennes. Par conséquent, des valeurs BC/BAC au niveau sous-régional ont été introduites pour la première fois en 2019, puis développées davantage entre 2020 et 2022. La fréquence d'analyse d'un échantillon, qu'il s'agisse du biote ou des sédiments, dans le cadre des essais d'aptitude organisés conjointement par le PNUE/PAM–MED POL et le MESL de l'AIEA, est insuffisante pour permettre le calcul de la précision des données de surveillance. Ainsi, la mise à jour des valeurs BC/BAC régionales et sous-régionales pour la Méditerranée a été achevée en 2022 sur la base de nouveaux ensembles de données rapportés par les pays, et en appliquant certains ajustements à la méthodologie déjà utilisée en 2016 et 2019 (UNEP/MED WG.365/Inf.8 (2011) ; UNEP/MED WG.533/Inf.3 ; UNEP/MED WG.533/3).

Les méthodes analytiques et les mesures sélectionnées sont soumises à une assurance qualité interne, via les protocoles AQ/CQ des laboratoires nationaux et les accréditations des laboratoires, ainsi qu'à une assurance qualité externe par la réalisation d'exercices régionaux interlaboratoires AQ/CQ, organisés en collaboration entre le PNUE/PAM – MED POL et le MESL de l'AIEA depuis 1986.

Les incertitudes dans les mesures de données marines sont identifiées à différents niveaux (cumulatifs) : au niveau analytique, par l'utilisation de matériaux de référence certifiés ; au niveau du rapportage, par la fourniture de valeurs moyennes et des incertitudes associées ; au niveau du codage dans la base de données, principalement en fonction de la conformité analytique et de rapportage, du nombre et des niveaux de valeurs non détectées, du respect des protocoles AQ/CQ et des exercices interlaboratoires.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Jusqu'en 2023, l'AIEA/MESL, en collaboration avec le PNUE/PAM – MED POL, a réalisé 56 comparaisons interlaboratoires/essais d'aptitude pour l'analyse des éléments traces et des contaminants organiques, ainsi que 64 formations sur l'analyse de ces contaminants dans des échantillons marins. Plus de 370 analystes de laboratoires ont été formés au MESL. Depuis 2018, la portée des essais d'aptitude et des formations a été ajustée pour répondre aux besoins des laboratoires méditerranéens dans la mise en œuvre des programmes de surveillance des éléments traces (couvrant les métaux lourds obligatoires, à savoir le cadmium, le mercure, le plomb et le cuivre, conformément aux exigences de l'IMAP, ainsi que d'autres éléments tels que l'aluminium, l'arsenic, le cobalt, le chrome, le fer, le lithium, le manganèse, le nickel et le zinc) et des contaminants organiques dans le cadre de l'indicateur commun 17 de l'IMAP (couvrant les contaminants organiques obligatoires, notamment les pesticides organochlorés, les congénères de biphényles polychlorés et les hydrocarbures aromatiques polycycliques, également en conformité avec les exigences de l'IMAP). Les laboratoires nationaux désignés qui participent aux essais d'aptitude reçoivent, avec l'échantillon, des instructions claires sur la manière de traiter l'échantillon d'essai et de rapporter les résultats. Ils doivent utiliser des méthodes analytiques établies et sont encouragés à appliquer des procédures de contrôle qualité et d'assurance qualité en laboratoire. Les résultats d'analyse d'un échantillon témoin de contrôle qualité (CQ) correspondant à la matrice doivent être rapportés en parallèle avec les résultats de l'échantillon d'essai.

À partir de 2024, la portée des essais d'aptitude et des formations a été élargie afin de renforcer les capacités des laboratoires nationaux pour la surveillance de l'eutrophisation (Indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP : nutriments inorganiques dans les eaux de mer à haute salinité, dans les eaux estuariennes et à faible salinité, ainsi que chlorophylle a et phaeopigments dans l'eau de mer) et des contaminants dans les produits de la mer (Indicateur commun 20 de l'IMAP : métaux lourds, y compris les métaux obligatoires – Cd, Hg, Pb, Cu, ainsi que les autres éléments tels que Al, As, Co, Cr, Fe, Li, Mn, Ni et Zn comme précisé pour l'IC 17, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dioxines et PCB).

En outre, des plages de contrôle qualité des données ont été initialement établies pour les paramètres physico-chimiques liés à la surveillance des indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP, ainsi que pour les contaminants suivis au titre de l'indicateur commun 17, en appliquant des méthodes statistiques appropriées et l'expertise scientifique disponible afin de garantir la qualité des données transmises au système d'information de l'IMAP. Ces catégories de contrôle de données ont été intégrées dans le système d'information de l'IMAP depuis 2024.

Méthodologie de surveillance : périmètre temporel et spatial

Méthodologies disponibles pour la surveillance et les protocoles associés

Conformément à l'approche écosystémique et à la mise en œuvre de l'IMAP, il existe des avantages considérables à tirer de l'exploitation des connaissances et informations développées antérieurement dans le cadre du PNUE/PAM – MED POL. Ces actions comprennent : (1) l'utilisation de l'expérience existante pour la conception des programmes de surveillance, (2) l'utilisation des orientations existantes en matière d'échantillonnage et de méthodes analytiques pour éclairer les aspects techniques de la surveillance dans le cadre de l'approche écosystémique, (3) l'utilisation des réseaux de stations d'échantillonnage existants comme base pour les réseaux de surveillance relevant de l'approche écosystémique, (4) l'utilisation des outils d'évaluation statistique et des travaux sur les critères d'évaluation existants comme base pour l'analyse des données issues de l'approche écosystémique, (5) l'utilisation des données disponibles pour décrire la distribution et les niveaux des contaminants par rapport aux critères d'évaluation environnementale et aux concentrations de référence, (6) l'utilisation des séries temporelles existantes comme base pour une surveillance conforme à l'objectif de non-détérioration. La disponibilité de données bénéficiant d'une assurance qualité est essentielle pour l'évaluation des tendances et des niveaux, ainsi que pour leur comparabilité dans le temps et à différentes échelles spatiales.

S'appuyant sur les éléments développés dans le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP, 2016), y compris les composantes mentionnées ci-dessus, les lignes directrices de surveillance — structurées autour des protocoles techniques spécifiques liés à l'indicateur commun 17 de l'IMAP — ont été élaborées de manière approfondie par le programme MED POL en coopération avec l'AIEA/MESL. Ces lignes directrices ont été approuvées lors de la réunion des points focaux du

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

MED POL (2021). Elles s'appuient sur les connaissances et pratiques acquises au cours de plus de 40 années de mise en œuvre du suivi MED POL, ainsi que sur des publications récentes, en mettant en évidence les pratiques actuelles des laboratoires marins des Parties contractantes, ainsi que celles d'autres Conventions sur les mers régionales et de l'Union européenne. Une analyse approfondie des pratiques existantes du PNUE/PAM, du PNUE et de l'AIEA, ainsi que d'HELCOM, d'OSPAR et du Centre commun de recherche de la Commission européenne, a été menée afin de soutenir une approche innovante pour la préparation des lignes directrices et protocoles de surveillance de l'IMAP. Les méthodologies et pratiques de surveillance y sont exposées en détail : échantillonnage, conservation et transport des échantillons, préparation et analyse des échantillons, assurance qualité et transmission des données de surveillance. Ces lignes directrices sont destinées à être utilisées par les laboratoires compétents pour IMAP afin de garantir la représentativité et la précision des résultats analytiques. Ces lignes directrices présentent une synthèse des meilleures pratiques disponibles en matière de surveillance marine, en intégrant des approches analytiques complètes et cohérentes, applicables afin de garantir la représentativité et la précision des résultats nécessaires à la production de données de surveillance fiables et validées.

Les lignes directrices de surveillance pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP définissent les pratiques de surveillance et de rapport suivantes :

- B-1. Directives/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et l'analyse des contaminants dans les sédiments.
- B-2. Directives/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et la détermination des contaminants dans le biote marin.
- B-3. Directives/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et l'analyse des contaminants dans l'eau de mer.
- E-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Analytical Quality Assurance for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour l'assurance qualité analytique des indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)
- F-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Reporting Monitoring Data for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour la transmission des données de surveillance pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP).

Sources de données disponibles

i. Système d'information de l'IMAP (http://imapinfosystem.info-rac.org/app/#/)

ii. EMODNET Chemistry : http://www.emodnet-chemistry.eu/data_access.html

Autres sources de données potentielles :

- La littérature scientifique fournissant des données sur l'absence d'effet ou sur les effets biologiques néfastes, accompagnées de données chimiques provenant de l'environnement et du biote au même endroit et au même moment.
- Les études fournissant des tests de toxicité sur les sédiments, des tests de toxicité aquatique en lien avec l'équilibre de partage (EqP), ainsi que des études de terrain et des études en mésocosmes issues de sources scientifiques pertinentes, en concertation avec les correspondants nationaux. Les études sélectionnées doivent inclure toutes les informations auxiliaires pertinentes : référence, type de test, type d'effet biologique, méthode analytique utilisée, zone d'étude, durée du test, espèces testées ou communauté benthique considérée, COT, teneur en sulfures acides volatils (AVS), concentrations chimiques, entre autres.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Orientation relative à la portée spatiale et à la sélection des stations de surveillance

La portée spatiale de la surveillance devrait inclure des stations de référence et des stations maîtresses côtières à long terme, y compris des stations au large, réparties de manière appropriée sur le plan spatial, avec des précisions locales telles que l'échantillonnage en transect (pour les sédiments et/ou la biosurveillance active). Elle est donc directement liée aux évaluations fondées sur les risques et aux objectifs de surveillance à long terme. Le choix des sites d'échantillonnage pour la surveillance des contaminants dans le milieu marin devrait prendre en compte les éléments suivants :

- Les zones à risque identifiées à partir de l'examen des informations existantes.
- Les zones vulnérables connues pour des rejets passés et/ou actuels de contaminants chimiques.
- Les zones offshore présentant un niveau de risque nécessitant une surveillance (aquaculture, activités pétrolières et gazières en mer, dragage, exploitation minière, immersion en mer, etc.).
- Les sites de surveillance représentatifs d'autres sources, telles que les apports du transport maritime et atmosphériques.
- Les sites de surveillance de référence, destinés à établir des valeurs de référence à différentes échelles et des concentrations de référence.
- Les sites de surveillance représentant des zones/sites sensibles à la pollution, à l'échelle nationale et sous-régionale.
- Les sites de surveillance situés en haute mer, les stations offshore (sédiments) et les zones présentant un intérêt particulier potentiel.

Les sites sélectionnés doivent permettre la collecte d'un nombre réaliste d'échantillons au fil des ans (par exemple, être adaptés à l'échantillonnage des sédiments, permettre le prélèvement d'un nombre suffisant d'individus pour le biote sélectionné pendant toute la durée du programme). Il est essentiel que les stratégies de surveillance soient coordonnées à l'échelle régionale et/ou sous-régionale. La coordination avec les réseaux de surveillance relevant d'autres objectifs écologiques est cruciale pour garantir une évaluation intégrée de l'IMAP, efficace et économiquement viable à l'avenir.

Dans le cadre de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR 2023), les échelles d'évaluation pour l'indicateur commun 17 ont été définies dans le cadre de l'approche imbriquée de l'IMAP, en appliquant notamment les critères de sélection des sites d'échantillonnage mentionnés ci-dessus, et en s'appuyant sur les éléments décrits dans la section sur l'évaluation de l'eutrophisation.

Orientation relative à la portée temporelle

Les fréquences d'échantillonnage seront déterminées en fonction de l'état actuel de la surveillance marine nationale.

PHASE INITIALE DE LA SURVEILLANCE IMAP : cette phase vise à identifier les principaux sites ou stations d'échantillonnage au sein d'un réseau côtier, lequel devrait inclure : des échantillons de biote (bivalves, par exemple *Mytilus galloprovincialis*, espèce obligatoire de l'IMAP lorsqu'elle est présente dans les écosystèmes locaux, *Donax trunculus*, etc.), avec un prélèvement annuel ; et du poisson (par exemple *Mullus barbatus*, espèce également obligatoire de l'IMAP lorsqu'elle est présente), avec un prélèvement tous les quatre ans. Au cours de cette phase, les sédiments surveillés (zones côtières et zones offshore) devraient être échantillonnés tous les deux ans.

PHASE AVANCÉE DE LA SURVEILLANCE IMAP (lorsqu'une phase initiale est pleinement mise en œuvre et accompagnée de la transmission régulière des données) : elle devrait inclure des prélèvements de biote à une fréquence de 1 à 3 ans, selon les tendances et les niveaux de contamination chimique observés dans les différentes stations ou sites, et des prélèvements de sédiments tous les 3 à 6 ans, selon les caractéristiques des zones de sédimentation et les substances chimiques concernées, telles qu'identifiées dans les évaluations antérieures.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

La portée temporelle peut aller de paramètres soumis à une variabilité saisonnière à des échelles de temps longues, comme dans le cas de la surveillance des carottes de sédiments (pouvant couvrir plusieurs années à plusieurs décennies). Pour les déterminations de tendances temporelles, les fréquences d'échantillonnage dépendront de la capacité à détecter des tendances, en tenant compte de la variabilité environnementale et analytique (c'est-à-dire l'incertitude totale). Il est possible de réduire les fréquences d'échantillonnage et de cibler certaines substances chimiques lorsque les tendances temporelles établies montrent des concentrations nettement inférieures aux niveaux préoccupants, sans tendance à la hausse sur plusieurs années (y compris pour les stations ou sites présentant de façon récurrente des valeurs de contaminants non détectées, c'est-à-dire inférieures aux limites de détection et de quantification).

Analyse des données et résultats de l'évaluation

Analyse statistique et base pour l'agrégation – Critères d'évaluation

La surveillance doit permettre l'application des traitements statistiques nécessaires ainsi que l'analyse des données de séries chronologiques à long terme.

L'élaboration et la mise en place des critères d'évaluation permettant de déterminer l'état de l'environnement est une tâche complexe. Elle devient encore plus difficile lorsqu'on passe des évaluations locales aux évaluations sous-régionales et régionales. Bien qu'il existe de nombreuses méthodologies pour définir ces critères, la première étape consiste à déterminer les conditions de référence ou de fond à partir desquelles on mesurera l'état et les tendances. Dans le cadre du PNUE/PAM (PNUE/PAM 2016, 2019), la concentration de référence (BC) est définie comme « la concentration d'un contaminant dans un site dit "pristine" ou "éloigné", établie à partir de données contemporaines ou historiques ». La valeur BC des substances anthropiques (d'origine humaine) est définie comme étant nulle. Ces mêmes définitions sont utilisées par OSPAR et par la Directive-cadre stratégie pour le milieu marin (DCSMM), elle-même fondée sur la Directive-cadre sur l'eau (DCE) (Tornero et al., 2019) .4F[15]

Le calcul des valeurs BC constitue la première étape dans la définition des indicateurs, ces derniers étant des mesures, indices ou modèles utilisés pour estimer l'état actuel et les tendances futures, ainsi que pour établir des seuils déclenchant éventuellement des mesures de gestion. Les BC pour l'indicateur commun 17 ont été définies en utilisant deux approches méthodologiques : i) les données issues de carottes de sédiments extraites de la littérature scientifique (PNUE/PAM 2011),5F[16] et ii) les données de la base de données MED POL (PNUE/PAM 2011, 2016, 2019). Une explication complète des méthodologies utilisées, y compris celles appliquées par le PNUE/PAM pour différents paramètres, figure dans les documents antérieurs du PNUE/PAM (PNUE/PAM 2011, 2016, 2019), ainsi que dans les documents UNEP/MED WG.533/10, annexe III, appendice 1, et UNEP/MED WG.533/Inf.3.

Les valeurs BAC représentent les concentrations en dessous desquelles aucune détérioration de l'environnement n'est attendue. On considère que les concentrations observées sont proches de BC lorsque la concentration moyenne est statistiquement significativement inférieure à la valeur BAC. Pour calculer les valeurs BAC à partir des concentrations BC, le PNUE/PAM a adopté la méthodologie correspondant à celle utilisée par OSPAR.[17] Les valeurs BAC sont calculées en multipliant la concentration de référence par un facteur déterminé en fonction de l'incertitude (précision et justesse) des

[15] Des définitions supplémentaires du critère de référence (BC) sont disponibles dans la littérature et sont expliquées dans le document UNEP/MED WG.533/Inf.3.

[16] Aux fins du présent document, seuls les éléments scientifiques issus des références citées ont été pris en compte. Les considérations juridiques sont exclues du champ d'application de ce document, qui a exclusivement une vocation scientifique.

[17] À ce jour, aucune évaluation statistique n'a pu être réalisée concernant la précision des données de surveillance rapportées dans le Système d'information IMAP, en raison de la quantité de données disponibles, ainsi que de la fréquence d'analyse, limitée à un seul échantillon de biote ou de sédiment, qui est insuffisante pour permettre le calcul de la précision des données de surveillance. Par conséquent, la variabilité issue du programme de surveillance d'OSPAR a été utilisée, conformément à son application lors de la révision des critères d'évaluation en 2017 et 2019. Une explication détaillée est fournie à la section 2.3.1 du document d'information UNEP/MAP WG.533/Inf.3.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

mesures. Une présentation détaillée figure dans les documents UNEP/MED WG.533/10, annexe III, appendice 1, et UNEP/MED WG.533/Inf.3.

Les valeurs MedBAC approuvées dans les décisions IG.22/7 et IG.23/6 sont les suivantes : MedBAC pour les métaux traces dans les sédiments, les moules et les poissons (tableaux 1 et 3 du document UNEP/MED WG.533/10, annexe III, appendice 1), et pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les sédiments et les moules (tableaux 2 et 4 du document UNEP/MED WG.533/10, annexe III, appendice 1). En 2019, la même méthodologie a été utilisée pour proposer la définition de valeurs MedBAC spécifiques à certaines sous-régions. À la suite des travaux réalisés en 2019, les valeurs BAC régionales et sous-régionales ont été mises à jour en 2022 en utilisant la même méthodologie que celle appliquée lors de la précédente révision.

Les nouvelles données analysées de manière critique (UNEP/MED WG.533/10, annexe III, appendice 1, et UNEP/MED WG.533/Inf.3) ont été utilisées pour actualiser les valeurs BC et BAC pour les sous-régions de la Méditerranée ainsi que pour l'ensemble du bassin méditerranéen, en appliquant la même méthodologie que celle utilisée initialement en 2016/2017 et reproduite en 2019[18].

Les valeurs BAC pour les métaux traces ont été calculées en multipliant les BC par un facteur comme suit : i) MedBAC = 1,5 × MedBC (pour les matrices moules et sédiments) ; ii) MedBAC = 2,0 × MedBC (poisson).

Pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les sédiments et les moules (*Mytilus galloprovincialis)*, les valeurs BAC ont été calculées comme suit : MedBAC = 1,5 × MedBC.[19]

Lorsque la majorité des données provenait d'une seule sous-région ou que des différences significatives étaient observées entre les sous-régions, les valeurs BC ont été calculées à l'échelle des sous-régions et non pour l'ensemble du bassin méditerranéen.

Il a été noté que, dans certains cas, une grande variabilité (jusqu'à plus de 100 %) était observée entre les valeurs BAC recalculées en 2017, 2019 et 2022. Par conséquent, il a été recommandé par la réunion CorMon (1er–2 mars 2023) que, lors de la prise de décision concernant l'utilisation des seuils pour l'évaluation du bon état écologique, cette variabilité soit prise en compte pour chaque sous-région.

La communication de nouvelles données par les Parties contractantes dans le système d'information IMAP (IMAP-IS) a permis le calcul de nouvelles valeurs BC et BAC pour les HAP dans les moules (*Mytilus galloprovincialis).* En ce qui concerne les sédiments, les données comportant des valeurs inférieures à la limite de détection (BDL) ont été utilisées dans le calcul des nouvelles valeurs BC. Ces valeurs BDL variaient d'un pays à l'autre, voire au sein d'un même pays. Par ailleurs, les valeurs BDL représentaient entre 12 % et 90 % des points de données selon le composé concerné[20]. Cela pourrait expliquer en partie les différences observées entre les valeurs BAC dans les différentes sous-régions.

La réunion CorMon Pollution (1er–2 mars 2023) a également convenu d'ajouter la concentration de la somme des 16 HAP à la liste des paramètres, en complément de la déclaration des concentrations individuelles des 16 HAP, étant donné que ce paramètre est inclus dans les dictionnaires de données en tant que paramètre obligatoire pour l'IC 17.

La communication de nouvelles données par les Parties contractantes dans l'IMAP-IS a également permis le calcul des valeurs BAC pour les contaminants organochlorés (l'IMAP couvre les BPC et les pesticides dans la catégorie des contaminants organochlorés) dans les sédiments et *Mytilus galloprovincialis*. Les valeurs BAC utilisées pour les contaminants organochlorés sont fondées sur les limites de détection des

[18]Le calcul a également été effectué en utilisant les valeurs de limite de détection (LOD) ou de limite de quantification (LOQ) fournies par les pays, considérées comme des valeurs inférieures à la limite de détection (BDL) (Voir les annexes I et III du document UNEP/MAP WG.533/Inf.3).

[19]Le calcul du facteur multiplicatif permettant de déterminer les valeurs BAC pour les HAP dans les sédiments n'a pas été fourni dans les documents précédents du PNUE/PAM (2011, 2016, 2019). En examinant les valeurs BC et BAC utilisées par OSPAR pour les HAP dans les sédiments, on constate que le facteur multiplicatif appliqué dépendait du composé considéré et variait de 1,6 à 2,1.

[20]Voir l'annexe III du document UNEP/MAP WG.533/Inf.3.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

méthodes employées et leur incertitude (précision et justesse), telles que déterminées à partir de matériaux de référence certifiés et d'essais d'aptitude.

Ces nouvelles valeurs BC et BAC pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP de l'IMAP, telles que révisées et approuvées par la réunion CorMon Pollution (27 et 30 mai 2022) (UNEP/MED WG.533/10, annexe III, appendice 1), puis validées par la décision 26/3 (COP 23, 2023) relative au Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et à une politique renouvelée de l'approche écosystémique en Méditerranée, sont présentées ci-dessous dans les tableaux 1 à 5.

Tableau 1. Nouvelles valeurs mises à jour des valeurs BC et BAC pour les métaux traces dans les sédiments, calculées à partir des données disponibles pour la mise à jour des critères, telles qu'approuvées par la réunion CorMon Pollution (27 et 30 mai 2022). Les unités de concentration sont données en µg/kg de poids sec, comme demandé par l'IMAP.

Nouvelles valeurs mises à jour des valeurs BC et BAC pour les métaux traces dans les sédiments					
Nouvelles valeurs mises à jour des valeurs BC (2022) dans les sédiments, en µg/kg de poids sec					
TM	MED	WMS	ADR	CEN	AEL
Cd	107	140	120	#	78,9
Hg	50,0	90,0	50,0	#	31,5
Pb	15 000	16 000	15 700	1 805	15 674
Nouvelles valeurs BAC mises à jour (2022) dans les sédiments, en µg/kg de poids sec					
	Med	WMS	ADR	CEN	AEL
Cd	161	210	180	#	118
Hg	75,0	135	75,0	#	47,3
Pb	22 500	24 000	23 550	2 708	23 511

#Tous les points de données pour le Cd sont en dessous de la limite de détection *ainsi que 72 % des points de données pour le Hg.*

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Tableau 2. Nouvelles valeurs mises à jour des valeurs BC et BAC pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques **(**HAP) dans les sédiments, calculées à partir des données disponibles pour la révision des critères, telles qu'approuvées par la réunion CorMon Pollution (27 et 30 mai 2022). Les unités de concentration sont données en µg/kg de poids sec, comme demandé par l'IMAP.

Nouvelles valeurs mises à jour des valeurs BC et BAC pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les sédiments					
	Valeurs mises à jour des valeurs BC (2022) dans les sédiments, en µg/kg de poids sec				
Composés HAP	MED	WMS	ADR	CEN	AEL
Naphtalène	2,00	8,0	2,0	#	2,3
Acénaphtylène	(1,0)#	#	#	0,4	#
Acénaphtène	(2,0)#	#	#	*	#
Fluorène	(2,0)#	#	#	0,4	#
Phénanthrène	3,10	14,9	3,5	0,8	3,1
Anthracène	(2,2)#	#	#	#	#
Fluoranthène	5,00	#	7,0	0,1	2,7
Pyrène	6,20	24,8	8,0	0,4	3,0
Benzo[a]anthracène	3,38	19,7	4,1	*	1,8
Chrysène	2,70	35,9	4,6	1,6	1,6
Benzo(b)fluoranthène	5,00	8,7	15,0	*	2,6
Benzo(k)fluoranthène	4,00	#	3,0	*	#
Benzo[a]pyrène	(4,0)#	#	4,0	#	1,0
Benzo[g,h,i]pérylène	(4,2)#	#	5,7	*	1,8
Dibenzo[a,h]anthracène	(1,0)#	7,0	#	*	#
Indéno[1,2,3-c,d]pyrène	(4,0)#	#	4,4	*	2,1
Somme des HAP	27,4	160	41,0	6,3	21,4
	Valeurs BAC mises à jour (2022) dans les sédiments, enµg/kg de poids sec				
Composés HAP	MED	WMS	ADR	CEN	AEL
Naphtalène	3,0	12,0	3,0	#	3,5
Acénaphtylène	(1,5)#	#	#	0,6	#
Acénaphtène	(3,0)#	#	#	*	#
Fluorène	(3,0)#	#	#	0,5	#
Phénanthrène	4,7	22,4	5,3	1,2	4,7
Anthracène	(3,3)#	#	#	#	#
Fluoranthène	7,5	#	10,5	0,2	4,1
Pyrène	9,3	37,1	12,0	0,6	4,5
Benzo[a]anthracène	5,1	29,6	6,2	*	2,7
Chrysène	4,0	53,9	6,9	2,4	2,4
Benzo(b)fluoranthène	7,5	13,0	22,5	*	3,8
Benzo(k)fluoranthène	6,0	#	4,5	*	#
Benzo[a]pyrène	(6,0)#	#	6,0	#	1,5
Benzo[g,h,i]pérylène	(6,3)#	#	8,6	*	2,7
Dibenzo[a,h]anthracène	(1,5)#	10,5	#	*	#
Indéno[1,2,3-c,d]pyrène	(6,0)#	15,0	6,5	*	3,2
Somme des HAP	41,0	240	61,5	9,5	32,0

*#la plupart des données (>50 %) en dessous de la limite de détection, * aucune donnée rapportée*

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Tableau 3. Nouvelles valeurs BC et BAC mises à jour pour les métaux traces dans les moules (*Mytilus galloprovincialis*) et les poissons (*Mullus barbatus*), calculées à partir des données disponibles pour la révision des critères, telles qu'approuvées par la réunion CorMon Pollution (27 et 30 mai 2022). Les unités de concentration sont fournies telles que demandées par l'IMAP.

Nouvelles valeurs BC et BAC mises à jour pour les métaux traces dans les tissus mous de moules (*Mytilus galloprovincialis*), en µg/kg poids sec					
Nouvelles valeurs BC mises à jour(2022)					
TM	**MED**	**WMS**	**ADR**	**CEN**	**AEL**
Cd	710	1 030	629	*	942 >
Hg	77,9	85,0	75,4	*	110>
Pb	1 100	1 260	1 000	*	2 300 >
Nouvelles valeurs BAC mises à jour (2022)					
TM	**MED**	**WMS**	**ADR**	**CEN**	**AEL**
Cd	1 065	1 545	944	*	1 413 >
Hg	117	128	113	*	165 >
Pb	1 650	1 890	1 500	*	3 450 >

** Seuls quelques points de données étaient disponibles pour la sous-région CEN. Les valeurs BC calculées étaient inférieures à celles des autres sous-régions, mais les quelques données disponibles ne sont pas représentatives pour la sous-région CEN.*
> Étant donné que de nouvelles données n'étaient pas disponibles pour la région AEL pour mettre à jour les valeurs BC/BAC pour M. galloprovincialis, il a été convenu d'utiliser les valeurs calculées en 2019.

Les valeurs BC et BAC pour les métaux à l'état de traces dans les muscles des poissons (*Mullus barbatus*), µg/kg de poids humide					
Nouvelles valeurs BC mises à jour (2022)					
TM	**MED**	WMS	ADR	CEN	AEL
Cd	3,9	*	5,3	*	3,6
Hg	40,6	*	120	*	33,7
Pb	18,3	*	40,8	*	13,5
Nouvelles valeurs BAC mises à jour (2022)					
	MED	WMS	ADR	CEN	AEL
Cd	7,8	*	10,6	*	7,2
Hg	81,2	*	240	*	67,4
Pb	36,6	*	81,6	*	27,0

** Compte tenu du manque de données, il n'a pas été possible de proposer des valeurs pour BC dans ces sous-régions. Il a donc été convenu d'utiliser les valeurs BC régionales de la Méditerranée pour l'évaluation du bon état écologique*

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Tableau 4. Nouvelles valeurs BC et BAC pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques **(**HAP) dans les moules *(Mytilus galloprovincialis)*, calculées à partir des données disponibles pour la révision des critères, telles qu'approuvées par la réunion CorMon Pollution (27 et 30 mai 2022). L'unité de concentration est donnée en µg/kg de poids sec, comme demandé par l'IMAP. Aucune donnée n'était disponible pour les sous-régions CEN et AEL.

Nouvelles valeurs BC et BAC pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les moules (*Mytilus galloprovincialis*), en µg/kg de poids sec			
Nouvelles valeurs BC (2022)			
	MED	WMS	ADR
Naphtalène	0,56	0,52	#
Acénaphtylène	(0,05)[#]	#	#
Acénaphtène	(0,50)[#]	#	#
Fluorène	2,50	7,87	#
Phénanthrène	5,35	19,9	2,25
Anthracène	1,12	0,94	#
Fluoranthène	4,83	10,0	#
Pyrène	2,50	5,54	#
Benzo[a]anthracène	0,60	0,69	#
Chrysène	2,54	2,98	#
Benzo(b)fluoranthène	1,00	1,36	#
Benzo(k)fluoranthène	1,00	0,73	#
Benzo[a]pyrène	(1,00)[#]	0,94	#
Benzo[g,h,i]pérylène	1,00	0,67	#
Dibenzo[a,h]anthracène	(0,10)[#]	#	#
Indéno[1,2,3-c,d]pyrène	(0,63)[#]	0,29	#
Somme de 16 HAP[21]	5,80	5,60	6,60
Nouvelles valeurs BAC (2022)			
	MED	WMS	ADR
Naphtalène	0,84	0,79	#
Acénaphtylène	(0,08)[#]	#	#
Acénaphtène	(0,75)[#]	#	#
Fluorène	3,75	11,8	#
Phénanthrène	8,03	29,8	3,38
Anthracène	1,68	1,40	#
Fluoranthène	7,25	15,0	#
Pyrène	3,75	8,31	#
Benzo[a]anthracène	0,90	1,04	#
Chrysène	3,81	4,46	#
Benzo(b)fluoranthène	1,50	2,04	#
Benzo(k)fluoranthène	1,50	1,09	#
Benzo[a]pyrène	(1,50)[#]	1,42	#
Benzo[g,h,i]pérylène	1,50	1,01	#
Dibenzo[a,h]anthracène	(0,14)[#]	#	#
Indéno[1,2,3-c,d]pyrène	(0,94)[#]	0,43	#
Somme de 16 HAP	8,70	8,40	9,90

[#] la plupart des données (>50 %) en dessous de la limite de détection ;

[21] Le dictionnaire de données donne 2 catégories supplémentaires : Somme de 4 HAP benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène) et Somme de 5 HAP (benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, indéno(1,2,3-cd)pyrène). Il est suggéré qu'elles soient prises en compte pour être utilisées dans les futurs rapports de données.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Tableau 5. Nouvelles valeurs BAC pour les contaminants organochlorés (BPC et pesticides) dans les sédiments et les moules (*Mytilus galloprovincialis*), calculées à partir des données disponibles pour la révision des critères, telles qu'approuvées par la réunion CorMon Pollution (27 et 30 mai 2022). L'unité de concentration est donnée en µg/kg de poids sec, comme demandé par l'IMAP. Pour les sédiments, des données très limitées étaient disponibles pour la sous-région CEN, tandis que pour le biote, aucune donnée n'était disponible pour les sous-régions CEN et AEL. Lorsque la plupart (>50 %) des points de données étaient inférieurs à la limite de détection pour les sous-régions, les BAC n'ont pas été calculées.

Nouvelles valeurs BAC (2022) pour les contaminants organochlorés (PCB et pesticides) dans les sédiments et les moules (*Mytilus galloprovincialis*)

SÉDIMENTS, µg/kg de poids sec	MED	WMS	ADR	CEN	AEL
PCB					
PCB28	0,10	#	#	#	0,09
PCB52	0,07	0,10	0,09	#	0,04
PCB101	0,10	0,16	0,16	*	#
PCB118	0,10	0,46	0,18	#	0,01
PCB138	0,11	0,26	0,24	#	#
PCB153	0,14	0,40	0,28	#	0,02
PCB180	0,09	0,13	0,13	#	#
Somme de 7 PCB	0,40	1,60	0,21	#	0,19
Pesticides					
γ-HCH (lindane)	(0,1)#	#	#	*	0,02
DDE(p,p')	(0,1)#	0,23	#	#	*
Hexachlorobenzène	(0,1)#	#	#	#	*
Dieldrine	(0)#		#	#	#
BIOTE – MG, µg/kg de poids sec	MED	WMS	ADR	CEN	AEL
PCB					
PCB28	0,20	0,07	1,38	*	*
PCB52	0,38	0,3	0,5	*	*
PCB101	1,20	1,1	1,4	*	*
PCB118	1,23	1,5	1,4	*	*
PCB138	2,31	2,4	3,3	*	*
PCB153	3,45	4,6	4,6	*	*
PCB180	0,50	0,3	0,5	*	*
Somme de 7 PCB	18,4	28,6	17,3	*	*
Pesticides					
γ-HCH (lindane)	(1,0)#	#	#	*	*
DDE(p,p')	3,05	3,05	*	*	*
Hexachlorobenzène	(0,5)#	#	#	*	*
Dieldrine	(1,0)#	#	*	*	*

*# la plupart des données (>50 %) en dessous de la limite de détection. * aucune donnée rapportée*

Les valeurs EAC correspondent aux concentrations au-delà desquelles des effets néfastes importants sur l'environnement ou la santé humaine sont susceptibles de se produire. Inversement, les valeurs EAC sont définies comme les concentrations en dessous desquelles il est peu probable que des effets biologiques inattendus ou inacceptables se produisent chez les espèces marines exposées. Étant donné qu'il n'a pas été possible de développer des valeurs EAC spécifiques à la Méditerranée, il a été convenu d'utiliser les critères élaborés par OSPAR et la NOAA/USEPA (valeurs ERL) (Long et al., 1995), en tant que valeurs EAC pour la Méditerranée. Les valeurs EAC adoptées dans les décisions IG.22/7 et IG.23/6 sont les suivantes : valeurs EAC pour les métaux traces, les HAP et les contaminants organochlorés (BPC et pesticides), c'est-à-dire les valeurs ERL de la NOAA (pour les métaux traces, les HAP et les pesticides

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

dans les sédiments) et les critères européens issus des directives de l'UE pour la protection de la santé humaine (pour les métaux traces et les contaminants organiques dans le biote).

Les valeurs EAC pour les métaux traces dans le biote, telles qu'approuvées dans les décisions IG.22/7 et IG.23/6, correspondent aux concentrations dans le poisson et les produits de la mer recommandées comme limites alimentaires pour la consommation humaine en matière de santé publique (CE). Elles sont dérivées des directives européennes encadrant les teneurs maximales de certains contaminants dans les denrées alimentaires : règlement (CE) n° 1881/2006 et son amendement n° 629/2008. Les valeurs EAC pour les contaminants organiques (HAP et contaminants organochlorés) dans les moules sont issues d'OSPAR[22].

Il convient de noter que les valeurs EAC établies pour la protection de la santé humaine peuvent s'avérer trop permissives pour protéger la mer Méditerranée, si l'objectif est d'atteindre et de maintenir le bon état écologique, c'est-à-dire une situation dans laquelle les contaminants ne causent aucun impact significatif sur les écosystèmes côtiers et marins. Cependant, les valeurs EAC pour l'indicateur commun 17 ne peuvent pas être mises à jour à partir des données de surveillance existantes. Une recherche approfondie, ciblée et fondée sur la littérature scientifique écotoxicologique et environnementale est nécessaire.

Ainsi, la méthodologie décrite dans le document d'orientation de la Commission européenne (2018) et dans Long et al. (1995) a été recommandée par la réunion CorMon Pollution (27 et 30 mai 2022) pour la révision des valeurs EAC en Méditerranée. Cette méthodologie inclut une analyse rigoureuse de la littérature scientifique visant à identifier les données indiquant l'absence ou la présence d'effets biologiques néfastes, en lien avec les données chimiques dans l'environnement et le biote, au même site et au même moment. Elle comprend, entre autres, des essais de toxicité sur les sédiments, des tests de toxicité aquatique associés à l'équilibre de partage (EqP), ainsi que des études de terrain et en mésocosmes. Les données doivent être intégrées dans une base de données détaillée, analysées, et l'ampleur des effets évaluée. Une attention particulière doit être portée aux espèces de biote méditerranéennes.

La révision des valeurs EAC pour la mer Méditerranée constitue une tâche à long terme nécessitant des recherches scientifiques ciblées et dédiées (une présentation plus détaillée figure dans le document UNEP/MED WG.533/Inf.3). En attendant, les valeurs EAC approuvées pour les métaux traces (Cd, Hg et Pb) et les contaminants organiques (HAP, BPC et pesticides) dans les décisions IG.22/7 et IG.23/6 continueront à être appliquées en Méditerranée. Elles sont présentées ci-dessous dans les tableaux 6 à 8.

À la lumière des lacunes identifiées lors de la préparation des évaluations de la pollution dans le cadre du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR), il est nécessaire d'harmoniser davantage la liste des valeurs EAC figurant dans les décisions IG.23/6 et IG.22/7 avec les sources d'origine, notamment Long et al. (1995) et OSPAR, 200912F23. Les mises à jour suivantes ont été incluses dans la décision 26/3 (COP 23, 2023), relative au Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et à une politique renouvelée de l'approche écosystémique :

a) Tableau 6 : De nouvelles valeurs EAC ont été ajoutées pour les HAP suivants : i) naphtalène, acénaphtylène, acénaphtène, fluorène, dibenz [a,h]anthracène et somme des 16 HAP dans les sédiments et ii) naphtalène dans le biote.

b) Tableau 7 : Une nouvelle valeur EAC a été ajoutée pour la somme des 7 BPC dans les sédiments. La valeur EAC de 11,5 µg/kg de poids sec figurant dans la décision IG.22/7 proviendrait vraisemblablement de Long et al. (1995), comme indiqué dans le document

[22]Commission OSPAR, Accord n° 2009-2. Accord sur les critères d'évaluation du CEMP pour le QSR 2010. Publication n° 2009/461. CEMP : Évaluation 2008/2009 des tendances et des concentrations de certaines substances dangereuses dans les sédiments et le biote. Publication n° 2009/390. OSPAR QSR 2000-Chapitre 4.
[23]Long, E., D. Macdonald, S. Smith et F. Calder (1995). « Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. » Environmental Management **19** (1) : 81-97, Commission OSPAR, Accord n° 2009-2. Accord sur les critères d'évaluation du CEMP pour le QSR 2010. Publication n° 2009/461.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

UNEP/MED 427/Inf.313F[24]. Cependant, Long et al. (1995) présente une valeur ERL (Effet Rarely Level) de 22,7 µg/kg poids sec pour les BPC totaux dans les sédiments, sans préciser les congénères pris en compte. En outre, OSPAR n'a pas adopté de valeur EAC pour la somme de 7 PCB dans les sédiments. Par conséquent, en plus de l'expérience liée à la préparation des évaluations dans le cadre du MED QSR 2023, la valeur EAC de 67,9 est incluse pour présenter la somme de 7 congénères individuels PCB IMAP.

Tableau 6. Valeurs EAC pour la Méditerranée, pour les métaux à l'état de traces dans les sédiments et le biote, telles qu'approuvées par la décision IG.23/6

Valeurs EAC pour la Méditerranée, pour les métaux à l'état de traces dans les sédiments et le biote			
TM	**MedEAC***	**#MedEAC**	**#MedEAC**
	Sédiments, µg/kg de poids sec	***M. galloprovincialis*, en µg/kg de poids sec**	***Mullus barbatus*, µg/kg de poids humide**
	IG.23/6	IG.23/6	IG.23/6
Cd	1 200	5 000	50
Hg	150	2 500&	1 000
Pb	46 700	7 500	300

** Valeurs EAC pour la Méditerranée égales à ERL (de l'anglais Effects Range Low : plage d'effets basse, Long et al. 1995, idem valeurs OSPAR). # Valeurs EAC pour la Méditerranée égales aux niveaux réglementaires maximaux pour les contaminants dans les denrées alimentaires, tels que prévus par les directives CE/UE 1881/2006 et 629/2008 et non inclus dans les directives de l'UE, mais adoptés par OSPAR*

[24]Tableau A.3.1 : « L'ERL pour la somme CIEM des 7 BPC correspond à la concentration totale en BPC divisée par 2 »

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Tableau 7. Les valeurs EAC pour la Méditerranée, pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les sédiments et le biote, telles qu'approuvées par les décisions IG.23/6 et IG.22/7, ainsi que quelques valeurs mises à jour pour assurer la cohérence avec les valeurs ERL Long et al. et OSPAR EAC

Valeurs EAC pour la Méditerranée, pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les sédiments et le biote				
	Sédiments, µg/kg de poids sec		**Biote Moules, µg/kg de poids sec**	
Composés HAP	**EAC* IG.22/7 et IG.23/6 - OSPAR et ERL**	**ERL Long et al, 1995#**	**EAC** IG.22/7 et IG.23/6 - OSPAR**	**OSPAR#**
Naphtalène		160		340
Acénaphtylène		44		
Acénaphtène		16		
Fluorène		19		
Phénanthrène	240		1 700	
Anthracène	85		290	
Fluoranthène	600		110	
Pyrène	660		100	
Benzo[a]anthracène	261		80	
Chrysène	384			
Benzo(b)fluoranthène				
Benzo(k)fluoranthène			260	
Benzo[a]pyrène	430		600	
Benzo[g,h,i]pérylène	85		110	
Dibenzo [a,h]anthracène		63,4		
Indéno[1,2,3-c,d]pyrène	240			
Somme de 16 HAP		4 022		

** Valeurs EAC pour la Méditerranée égales à ERL (de l'anglais Effects Range Low : plage d'effets basse, Long et al. 1995, idem valeurs OSPAR)*
*** Valeurs EAC pour la Méditerranée égales aux valeurs OSPAR*
 # Valeurs EAC pour la Méditerranée égales à ERL (de l'anglais Effects Range Low : plage d'effets basse, Long et al., 1995) qui n'ont pas été incluses dans les décisions IG.22/7 et IG.23/6.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Tableau 8. Valeurs EAC pour la Méditerranée, pour les contaminants organochlorés (PCB et pesticides) dans les sédiments et le biote, telles qu'approuvées par les décisions IG.23/6 et IG.22/7, ainsi qu'une valeur mise à jour

Valeurs EAC pour la Méditerranée, pour les contaminants organochlorés (PCB et pesticides) dans les sédiments et le biote

	Sédiments			**Moule**	**Poisson**
PCB	**EAC# IG.22/7 (µg/kg de poids sec) – mis à jour**	**EAC* IG.22/7 (µg/kg de poids sec)**	**EAC** IG.23/6 (µg/kg de poids sec)**	**EAC** IG.22/7 et IG.23/6 (µg/kg de poids sec)**	**EAC** IG.22/7 et IG.23/6 (µg/kg de lipides)**
CB28			1,7	3,2	64
CB52			2,7	5,4	108
CB101			3	6	120
CB118			0,6	1,2	24
CB138			7,9	15,8	316
CB153			40	80	1 600
CB180			12	24	480
Somme de 7 PCB	67,9				
Pesticides					
γ-HCH (lindane)		3		1,45	11 µg/kg de poids sec
DDE(p,p')		2,2		5-50	
Hexachlorobenzène		20			
Dieldrine		2		5-50	

** ERL (de l'anglais Effects Range Low : plage d'effets basse, (Long et al., 1995) ou utilisé par OSPAR (2009)*
*** Selon OSPAR (2009)*
 # La valeur EAC de 11,5 µg/kg de poids sec dans la décision IG 22/7 provient probablement de Long et al, 1995, comme expliqué dans le document UNEP/MED 427/Inf.3. Cependant, Long et al., 1995 présente la valeur ERL de 22,7 µg/kg de poids sec pour les PCB totaux dans les sédiments, mais ne précise pas quels congénères ont été pris en compte. En outre, OSPAR n'a pas adopté de valeur EAC pour la somme de 7 PCB dans les sédiments. Par conséquent, en plus de l'expérience liée à la préparation des évaluations dans le cadre du MED QSR 2023, la valeur EAC de 67,9 est incluse pour présenter la somme de 7 congénères individuels PCB IMAP.

Les efforts en cours visent à établir une méthodologie améliorée pour la définition de la concentration d'évaluation environnementale (EAC) pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP aux niveaux régional et sous-régional, en fonction de la disponibilité des données. Ces efforts incluent également la proposition de nouvelles espèces, de contaminants et de contaminants émergents préoccupants spécifiques à certaines zones, recommandés pour renforcer la surveillance de la pollution en Méditerranée.

Évaluation des contaminants dans les sédiments et le biote

Pour les contaminants chimiques, l'analyse des tendances et des niveaux de distribution en vue de l'évaluation peut être réalisée aux niveaux sous-régional et/ou régional, à condition que des jeux de données soumis à un contrôle qualité approprié soient disponibles.

Dans le cadre de l'évaluation des contaminants dans les sédiments et le biote réalisée pour la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR 2023), différentes méthodologies d'évaluation ont été utilisées pour l'analyse de l'indicateur commun 17 (IC 17), en fonction de la disponibilité des données fournies par les Parties contractantes dans les quatre sous-régions méditerranéennes. La mer Méditerranée est divisée en quatre grandes sous-régions à partir de bases de données disponibles, afin de faciliter l'élaboration des critères d'évaluation de la pollution. Ce processus a commencé avec l'Évaluation intégrée initiale de 2011 du PNUE/PAM, suivie par le MED QSR 2017, et plus récemment les évaluations du MED QSR 2023. Ces sous-régions sont : Méditerranée occidentale, mer Adriatique, Méditerranée centrale et mers Égée et Levantine.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Une méthodologie intégrée d'évaluation du BEE basée sur NEAT a été testée, puis appliquée d'abord à l'évaluation des contaminants (IC 17), puis à la chlorophylle *a* (IC 13) et aux nutriments (IC 14) dans la sous-région de la mer Adriatique.

L'évaluation intégrée NEAT du BEE pour l'indicateur commun 17 dans l'ensemble des sous-régions n'a pas été réalisable en raison de la forte hétérogénéité des types de données, de la couverture spatiale et de l'absence de données homogènes et validées. Par conséquent, la méthodologie NEAT a été appliquée à la sous-région de la mer Adriatique, puis à celle de la Méditerranée occidentale, sur la base des zones de surveillance définies par les Parties contractantes concernées et de l'harmonisation des approches d'échelle entre les Parties contractantes.

Pour certaines sous-régions de la mer Méditerranée, il a été possible de définir des unités spatiales d'évaluation IMAP à partir de la répartition des stations de surveillance (par exemple mer Adriatique, Méditerranée occidentale), tandis que cela s'est avéré impossible pour d'autres régions en raison de l'insuffisance des données rapportées pour l'évaluation du BEE. Une évaluation de l'état de qualité est nécessaire pour toutes les zones, soit au niveau des unités spatiales d'évaluation, soit à défaut au niveau des stations de surveillance individuelles. La méthodologie NEAT permet des évaluations dans les zones pour lesquelles les unités spatiales sont définies (ex. : mer Adriatique ; Méditerranée occidentale). Pour les zones où cela n'est pas possible, la méthodologie CHASE+ (outil d'évaluation de l'état chimique) a été appliquée pour une évaluation au niveau des stations de surveillance.

La méthodologie NEAT vise à trouver un équilibre entre des échelles trop larges — qui risquent de masquer des zones d'impact importantes dans certaines régions ou sous-régions — et des échelles trop fines, qui pourraient compliquer l'évaluation. Cette méthodologie a été appliquée à l'indicateur commun 17 de l'IMAP sur les données de surveillance recueillies pour chaque unité spatiale d'évaluation, par matrice environnementale (sédiments, biote) et par groupe de contaminants (métaux traces (MT), HAP, PCB), en tenant compte de la couverture temporelle des données, également pour chaque unité spatiale d'évaluation, matrice environnementale et groupe de contaminants (métaux traces (MT), HAP, PCB).

Les approches de hiérarchisation à quatre niveaux et à trois niveaux ont été mises en œuvre respectivement dans la sous-région de la mer Adriatique et dans celle de la Méditerranée occidentale. Cela a permis l'agrégation et l'intégration des résultats d'évaluation dans le schéma imbriqué de l'IMAP selon les niveaux suivants :

1. Unités spatiales d'évaluation nationales de l'IMAP et sous-unités spatiales d'évaluation (niveau le plus fin)
2. Zones d'évaluation côtières et offshore des subdivisions de l'IMAP
3. Niveaux subdivisionnaire et sous-régional (par exemple, mer Adriatique)

Pour la définition des zones d'évaluation de l'IMAP pour les indicateurs communs 13 et 14, les zones les plus fines définies pour l'indicateur commun 17 ont été adaptées afin de servir à l'évaluation de l'eutrophisation.

L'étendue de l'ensemble des unités spatiales d'évaluation et des sous-unités spatiales d'évaluation a été définie et intégrée dans l'outil NEAT, avec leurs codes respectifs et leurs superficies (en km²). Dans chaque unité spatiale d'évaluation, sous la rubrique « habitats », les sédiments et le biote sont pris en compte. Sous la rubrique « composante écosystémique », les cinq composés chimiques de l'indicateur commun 17 sont attribués. Pour chaque unité spatiale d'évaluation et pour chaque « composante écologique » (les contaminants de l'Objectif écologique 9 dans notre cas) et « habitat » (sédiments, biote), la valeur moyenne et l'écart type sont renseignés pour chaque composé chimique. Tandis que des moyennes arithmétiques et leurs erreurs standards ont été utilisées pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP, des moyennes géométriques et erreurs standards ont été appliquées pour les indicateurs communs IMAP 13 et 14.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

Les limites de classes et les seuils par unité spatiale d'évaluation, paramètre et matrice ont été appliqués conformément à l'échelle d'évaluation présentée dans la section sur les cibles. L'agrégation des cinq composés chimiques de l'indicateur commun 17 a été réalisée afin d'obtenir une valeur unique d'état (valeur NEAT) pour tous les niveaux du schéma hiérarchique. L'agrégation des résultats d'évaluation pour ces composés a permis d'obtenir une valeur NEAT propre à chaque unité spatiale d'évaluation, ensuite intégrée spatialement aux niveaux des sous-divisions et des sous-régions. Les résultats d'évaluation ont été présentés sous forme de tableaux et de représentations graphiques générées à l'aide d'un outil SIG.

En l'absence de données *in situ* suffisantes déclarées pour les sous-régions de la Méditerranée centrale, et des mers Égée et Levantine, **la méthodologie CHASE+ (outil d'évaluation de l'état chimique)** a été testée, puis appliquée dans ces sous-régions. Son application s'est fondée sur l'expérience de l'Agence européenne pour l'environnement dans l'évaluation des catégories d'état environnemental des mers européennes (Andersen et al. 2016, AEE 2019)[25].

La première étape de cet outil consiste à calculer le rapport $C_{\text{mesurée}}/C_{\text{seuil}}$ (C étant la concentration), appelé rapport de contamination (CR – Contamination ratio), pour chaque élément d'évaluation dans une matrice. Ensuite, un score de contamination (SC – Contamination Score) est calculé comme suit[26] :

$$CS=\frac{1}{\sqrt{n}}\sum_{i=1}^{n}CR_i$$

où n est le nombre d'éléments évalués pour chaque matrice.

Sur la base du rapport de contamination (CR) ou du score de contamination (CS), les éléments sont évalués. Conformément aux résultats des évaluations, les stations ou zones sont classées selon l'échelle d'évaluation présentée précédemment dans la section sur les cibles.

Afin d'éviter tout biais potentiel dans l'évaluation régionale méditerranéenne pouvant résulter de l'utilisation de méthodologies d'évaluation différentes selon les zones, des comparaisons et une harmonisation entre les méthodologies d'évaluation NEAT et CHASE+ ont été réalisées. Cela a permis de réduire les incertitudes et d'assurer une harmonisation entre les évaluations menées dans différentes sous-régions et sous-divisions, malgré les variations du nombre de points d'échantillonnage et de mesures.

Des détails supplémentaires sont fournis dans les évaluations thématiques **des contaminants dans les** sédiments et le biote, ainsi que dans l'évaluation de la pollution du MED QSR 2023.

Lacunes et incertitudes connues en Méditerranée

Les principaux axes de développement en Méditerranée au cours des prochains bienniums incluent l'harmonisation des cibles de surveillance (déterminants et matrices) dans le cadre de l'évaluation à l'échelle des sous-régions, l'élaboration d'ensembles de critères d'évaluation, ainsi que la révision de la portée des programmes nationaux de surveillance afin de garantir que les contaminants jugés importants dans chaque zone d'évaluation soient bien inclus. Grâce à ces actions, il a été possible de développer des programmes de surveillance ciblés, adaptés aux besoins et aux conditions propres à chaque sous-région d'évaluation du bon état écologique. Il a été constaté que la haute mer et les zones profondes sont beaucoup moins couvertes par les efforts de surveillance que les zones côtières. Par conséquent, les programmes de surveillance ont inclus, de manière représentative et efficace, des zones au-delà des côtes (lorsque les risques justifient une couverture).

En s'appuyant sur les acquis obtenus jusqu'en 2023 dans le cadre de la préparation du MED QSR 2023, plusieurs lacunes en matière de connaissances ont été identifiées dans la surveillance et l'évaluation de

[25] Andersen, J.H., Murray, C., Larsen, M.M., Green, N., Høgåsen, T., Dahlgren, E., Garnaga-Budrė, G., Gustavson, K., Haarich, M., Kallenbach, E.M.F., Mannio, J., Strand, J. et Korpinen, S. (2016) Development and testing of a prototype tool for integrated assessment of chemical status in marine environments. Environmental Monitoring and Assessment 188(2), 115.
AEE (2019) Les contaminants dans les mers européennes. Vers un environnement marin propre et non toxique. Rapport AEE n° 25/2018.

[26] La somme de contamination permet de minimiser le problème de « dilution » des valeurs élevées lorsque plusieurs substances provenant d'une même zone sont analysées, et prend en compte, dans une certaine mesure, les effets synergiques possibles des contaminants en utilisant la racine carrée de « n » au lieu de « n ».

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

l'indicateur commun 17. Celles-ci devront être traitées conformément aux recommandations formulées lors de la réunion des points focaux du MED POL de 2023.

Mise à jour des critères d'évaluation environnementale (EAC) :

Afin de mettre à jour les critères d'évaluation environnementale, la méthodologie détaillée dans le document d'orientation de la Commission européenne (2018) et dans Long et al. (1995) doit être prise en compte. Cela implique la création d'une base de données bibliographiques recensant les études scientifiques dans lesquelles des effets biologiques indésirables (ou leur absence) sont associés à des données chimiques dans l'environnement et le biote, au même endroit et au même moment. Il s'agit notamment (sans s'y limiter) des tests de toxicité sur sédiments, des tests de toxicité aquatique combinés à la méthode de partage à l'équilibre (EqP), ainsi que des études de terrain et en mésocosme. La littérature est ensuite analysée par des experts, et des conclusions sont formulées. Les résultats de laboratoire sur les biomarqueurs (Indicateur commun 18) sont également importants pour l'élaboration des valeurs EAC. L'accent doit être mis sur les espèces du biote de la mer Méditerranée. Ces efforts sont nécessaires pour garantir que les critères d'évaluation environnementale révisés permettent d'intégrer les considérations toxicologiques dans les futures évaluations environnementales en bon ou mauvais état écologique. À cet égard, il convient de ne pas se limiter aux contaminants traditionnels, mais aussi, de manière optionnelle, à d'autres contaminants présents dans l'environnement.

Mettre à jour régulièrement les concentrations de référence sous-régionales et régionales (BC) et les critères d'évaluation de référence (BAC) :

À mesure que davantage de données seront soumises au Système d'information de l'IMAP, les concentrations de référence sous-régionales et régionales devront être mises à jour. Il est proposé de réaliser ces mises à jour régulièrement, au moins deux ans avant la préparation des rapports QSR. Cela permettra de disposer du temps nécessaire pour analyser les données, identifier les lacunes et garantir la soumission des données manquantes, afin de procéder à une mise à jour plus robuste des critères en vue d'évaluations fiables.

La méthodologie de calcul des BAC devrait être révisée et mise à jour. Les valeurs BAC sont calculés à partir des valeurs BC en appliquant des facteurs multiplicateurs. En raison du manque de données spécifiques à la Méditerranée, le PNUE/PAM a adopté la méthodologie pragmatique utilisée par OSPAR.[27] Par conséquent, la précision de la surveillance pour chaque Partie contractante devrait être calculée et utilisée pour définir les facteurs multiplicateurs spécifiques à la Méditerranée.

Améliorer l'évaluation du bon état écologique :

La révision de l'IMAP doit contribuer à l'amélioration de l'évaluation du bon état écologique et permettre une analyse plus robuste, tout en facilitant l'intégration et l'agrégation de l'indicateur commun 17 avec d'autres indicateurs communs et objectifs écologiques (OE), par la mise en œuvre des actions prioritaires suivantes :

- Mettre à jour la liste des polluants prioritaires. Les mesures de contaminants préoccupants connus, tels que l'arsenic (As) et le cuivre (Cu), ainsi que de contaminants **émergents** comme les produits pharmaceutiques et les retardateurs de flamme, devraient être envisagées pour une intégration dans la surveillance de la pollution de l'IMAP. Ce processus doit s'appuyer sur les premières étapes entreprises en 2019.[28] La liste actualisée des contaminants prioritaires pourrait constituer

[27] OSPAR a calculé le rapport entre les valeurs BAC et BC (le facteur multiplicateur) à partir de paramètres connus. L'approche pragmatique utilisée visait à garantir une probabilité de 90 % de conclure que la concentration est inférieure à la valeur définie pour BAC, selon la formule : BAC = BC × exp(3,18 × CV), où CV représente la précision du programme de surveillance (par déterminant et par matrice). Dans le cas d'OSPAR, les données de surveillance temporelle issues du Programme national de surveillance marine du Royaume-Uni ont été prises en compte.

[28] UNEP/MED WG.463/Inf.4. La liste des contaminants prioritaires relevant du PNUE/PAM / Convention de Barcelone, dans le cadre du programme de surveillance MED POL et de l'IMAP, a été révisée conformément aux dernières listes de contaminants prioritaires établies dans la région de l'UE et au niveau international, et ne présente pas de changements majeurs par rapport aux autres conventions régionales des mers.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 17. Concentration des principaux contaminants nocifs mesurée dans la matrice pertinente (OE9)

une base pour la hiérarchisation des substances à inclure ultérieurement dans les fiches techniques de l'IMAP relatives à l'objectif écologique 9, et compléter les substances obligatoires ou recommandées actuellement convenues pour les indicateurs communs 17 et 20. La décision d'ajouter un contaminant devrait s'appuyer sur des études pilotes évaluant la probabilité de leur présence dans les sous-régions de la mer Méditerranée.

- Élargir la liste des espèces obligatoires convenues pour la surveillance de la pollution dans l'IMAP. En plus des espèces actuellement obligatoires (*Mytilus galloprovincialis* et *Mullus barbatus*), d'autres espèces devraient être ajoutées à la liste de l'IMAP. Le choix des espèces doit se fonder sur leur présence dans les sous-régions et leur pertinence en tant qu'indicateurs de pollution, ce qui permettra d'améliorer l'évaluation environnementale. L'harmonisation de l'utilisation des différentes espèces entre sous-régions devra s'accompagner de la définition de critères (BC et BAC) spécifiques à chaque espèce.
- Utiliser des outils d'analyse des risques environnementaux, afin d'intégrer les données chimiques et biologiques, comme cela est précisé plus bas pour l'indicateur commun 18.
- Réviser les exigences temporelles de surveillance des sédiments. Pour les stations situées dans des points chauds, la surveillance devrait être maintenue chaque année ou tous les deux ans, tandis que pour les autres stations, une surveillance une à deux fois au cours d'un cycle de six ans devrait être envisagée.
- Harmoniser les efforts nationaux concernant la surveillance des contaminants. Il est nécessaire, au minimum, de s'assurer que chaque Partie contractante déclare tous les paramètres obligatoires dans les matrices obligatoires, y compris le poids humide pour les moules, les valeurs de LOD (limite de détection) ou de LOQ (limite de quantification), la granulométrie des échantillons de sédiments, ainsi que les exigences de surveillance spatiales et temporelles. Les écarts significatifs entre pays concernant les valeurs de LOD et LOQ, ainsi que les différences entre les zones de surveillance au sein d'une même Partie contractante, doivent être analysés, et les causes des performances analytiques insuffisantes identifiées.

Contacts et date des versions		
http://www.unepmap.org		
N° de version	**Date**	**Auteur**
V.1	31/05/17	MEDPOL
V.2	11/09/17	MEDPOL
V.2	12/12/18	MEDPOL
V.4	31/05/2019	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
Version finale	09/09/2019	Approuvée par la 7ème Réunion du Groupe de coordination de l'EcAp
V4	28/05/2025	Réunion conjointe des groupes CorMon Pollution et Déchets marins
V5	19/06/2025	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
Version finale	15/09/2025	Approuvée par la 12ème Réunion du Groupe de coordination de l'EcAp

9. La révision de l'**indicateur commun 18** de l'IMAP **(**Objectif écologique **9)** : « Niveau des effets de la pollution des principaux contaminants lorsque la relation de cause à effet a été établie » est présentée dans le tableau ci-dessous.

<table>
<tr><td>Titre de l'indicateur</td><td colspan="2">Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)</td></tr>
<tr><td>Définition pertinente du bon état écologique</td><td>Objectif opérationnel connexe</td><td>Cible(s) proposée(s)[29]</td></tr>
<tr><td>Les concentrations de contaminants ne provoquent pas d'effets négatifs sur l'état de santé de la faune marine.</td><td>Les effets des contaminants rejetés sont réduits au minimum</td><td>État :
Effets des contaminants inférieurs aux seuils.
Pression :
Tendance à la baisse des rejets opérationnels d'hydrocarbures et d'autres contaminants provenant des activités côtières, maritimes et offshore.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Justification</td></tr>
<tr><td colspan="3">Justification du choix des indicateurs

Les biomarqueurs sont utilisés pour établir une relation de cause à effet entre un facteur de stress et un effet biologique. Ces effets biologiques peuvent être biochimiques, physiologiques, toxicologiques et/ou détectables à l'échelle écologique ou communautaire. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS, 1993) a en outre défini les biomarqueurs comme étant : (1) des biomarqueurs d'exposition et (2) des biomarqueurs d'effet (Lomartire et al. 2021).

La surveillance des effets biologiques a été progressivement intégrée dans les programmes nationaux de surveillance fondés sur l'IMAP. Il est essentiel de poursuivre l'expansion et le renforcement de l'application des méthodes d'évaluation des effets biologiques, y compris l'intégration de la surveillance et de l'évaluation des effets chimiques et biologiques, afin de répondre de manière adéquate à l'Objectif écologique 9 (OE9).

Lorsqu'ils sont exposés à une certaine dose de contaminants nocifs, les organismes marins commencent à manifester un ensemble de symptômes indicateurs de dommages biologiques, les premiers apparaissant rapidement à l'échelle sous-cellulaire. Ces effets dits « sublétaux », lorsqu'ils sont intégrés, convergent souvent vers des dommages visibles pour les organismes, et potentiellement pour l'ensemble de la population à un stade ultérieur, lorsqu'il est trop tard pour limiter l'ampleur des dommages biologiques dus à l'exposition chimique environnementale et à la dégradation des écosystèmes. La majorité de ces symptômes ont été reproduits de manière fiable en laboratoire (à forte dose), et les différents mécanismes biologiques de réponse aux principaux xénobiotiques sont désormais suffisamment bien documentés. Au cours des dernières décennies, la recherche scientifique s'est intensifiée sur ces méthodes cellulaires et sous-cellulaires alternatives pour une surveillance intégrée de la pollution, bien que l'analyse de prélèvements exposés à des concentrations environnementales ait révélé un panorama plus complexe, incluant de nombreux facteurs de confusion qui entravent la détermination fiable et rentable des effets biologiques à ces niveaux.

Par conséquent, la plupart de ces méthodes (biomarqueurs), fondées sur les relations de cause à effet entre l'exposition chimique et les effets biologiques, sont envisagées pour la surveillance des stations</td></tr>
</table>

[29] À la suite des décisions qui seront prises lors de la présente réunion concernant les ajustements mineurs des cibles, tels que décrits dans le document de travail UNEP/MED WG.626/3/Rev.1, les cibles révisées seront intégrées aux fiches techniques révisées des indicateurs de pollution de l'IMAP.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

à forte pression (hotspots), l'évaluation des matériaux de dragage, l'analyse des dommages locaux et d'autres sites jugés particulièrement préoccupants.

Les recherches en cours (sur les biomarqueurs, les bioessais) ainsi que les orientations futures, telles que les développements dans le domaine des « omiques », permettront de mieux définir les indicateurs et les méthodologies pour ces indicateurs communs des effets toxicologiques.

Les biomarqueurs sont classés en fonction de la réponse attendue en termes de protection ou de défense, incluant les plus utilisés selon la littérature récente pour la mer Méditerranée, comme présenté ci-après dans la section consacrée à la définition de l'indicateur.

Références scientifiques

Amamra, F., Sifi, K., Kaouachi, N. et Soltani, N. (2019) Evaluation of the impact of pollution in the gulf of Annaba (Algeria) by measurement of environmental stress biomarkers in an edible mollusk bivalve Donax trunculus. Fresenius Environmental Bulletin 28(2), 908-915.

Barranger, A., Langan, L.M., Sharma, V., Rance, G.A., Aminot, Y., Weston, N.J., Akcha, F., Moore, M.N., Arlt, V.M., Khlobystov, A.N., Readman, J.W., Jha, A.N., 2019a. Antagonistic interactions between benzo[a]pyrene and fullerene (C60) in toxicological response of marine mussels. Nanomaterials (Basel) 8;9(7). pii : E987. doi : 10.3390/nano9070987.

Barranger, A., Rance, G.A., Aminot, Y., Dallas, L.J., Sforzini, S, Weston, N.J., Lodge, R.W., Banni, M., Arlt, V.M., Moore, M.N., Readman, J.W., Viarengo, A., Khlobystov, A.N., Jha, A.N., 2019b. An integrated approach to determine interactive genotoxic and global gene expression effects of multiwalled carbon nanotubes (MWCNTs) and benzo[a]pyrene (BaP) on marine mussels: evidence of reverse 'Trojan Horse' effects. Nanotoxicology 13, 1324-1343.

Benaissa, M., Rouane-Hacene, O., Boutiba, Z., Habib, D., Guibbolini-Sabatier, M.E. et Risso-De Faverney, C. (2020) Ecotoxicological effects assessment of brine discharge from desalination reverse osmosis plant in Algeria (South Western Mediterranean). Regional Studies in Marine Science 39, 101407.

Bocquene, G. et Galgani, F. 1998. Biological effects of contaminants: Cholinesterase inhibition by organophosphate and carbamate compounds. ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, N° 22.

Bouhedi, M., Antit, M., Chaibi, M., Perrein-Ettajani, H., Gillet, P. et Azzouna, A. (2021) Assessment of trace element accumulation on the Tunisian coasts using biochemical biomarkers in Perinereis cultrifera. Scientia Marina 85(2), 91-102.

Capó, X., Alomar, C., Compa, M., Sole, M., Sanahuja, I., Soliz Rojas, D.L., González, G.P., Garcinuño Martínez, R.M. et Deudero, S. (2022) Quantification of differential tissue biomarker responses to microplastic ingestion and plasticizer bioaccumulation in aquaculture reared sea bream Sparus aurata. Environmental Research 211, 113063.

Capo, X., Rubio, M., Solomando, A., Alomar, C., Compa, M., Sureda, A. et Deudero, S. (2021) Microplastic intake and enzymatic responses in Mytilus galloprovincialis reared at the vicinities of an aquaculture station. Chemosphere 280, 130575.

Chenet, T., Mancia, A., Bono, G., Falsone, F., Scannella, D., Vaccaro, C., Baldi, A., Catani, M., Cavazzini, A. et Pasti, L. (2021) Plastic ingestion by Atlantic horse mackerel (Trachurus trachurus) from central Mediterranean Sea: A potential cause for endocrine disruption. Environmental Pollution 284, 117449.

Davies, I. M. et Vethaak, A. D., 2012. Integrated marine environmental monitoring of chemicals and their effects. ICES Cooperative Research Report N)

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

Dagnino A, Allen JI, Moore MN, Broeg K, Canesi L, Viarengo A. 2007. Development of an expert system for the integration of biomarker responses in mussels into an animal health index. Biomarkers 12, 155–172.

Dagnino A, Sforzini S, Dondero F, Fenoglio S, Bona E, Jensen J, Viarengo A, 2008. A "weight-of-evidence" approach for the integration of environmental "Triad" data to assess ecological risk and biological vulnerability. Integr. Environ. Assess. Manag. 4, 314–326.

Dagnino A ; Bo T ; Copetta A ; Fenoglio S ; Oliveri C ; Bencivenga M ; Felli A ; Viarengo A, 2013. Development and application of an innovative expert decision support system to manage sediments and to assess environmental risk in freshwater ecosystems. Environ. Int. 60, 171-182.

Dagnino A, Viarengo A, 2014. Development of a decision support system to manage contamination in marine ecosystems. Sci. Total Environ. 466-467, 119-126.

Doğan, S., E. Kiliç, E. Uğurlu et Ö. Duysak (2022). Investigation of Metal Toxicity Response and Health Risk Assessment of Commonly Consumed Marine Fish Species along the Turkish coast. Soumis à Research Square, non évalué par les pairs dans une revue scientifique.

Frapiccini, E., Panfili, M., Guicciardi, S., Santojanni, A., Marini, M., Truzzi, C. et Annibaldi, A. (2020) Effects of biological factors and seasonality on the level of polycyclic aromatic hydrocarbons in red mullet (Mullus barbatus). Environmental Pollution 258: 113742.

Gabr, G.A.E.-F., Masood, M.F., Radwan, E.H., Radwan, K.H. et Ghoenim, A.Z. (2020) Potential Effects of Heavy Metals Bioaccumulation on Oxidative stress Enzymes of Mediterranean clam Ruditapes decussatus. Catrina: The International Journal of Environmental Sciences 21(1), 75-82.

George, S.G. et Per-Erik Olsson (1994), Metallothioneins as indicators of trace metal pollution in Biomonitoring of Coastal Waters and Estuaries, édité par J.M. Kees. Boca Raton, FL 33431, Kramer CRC Press Inc., p. 151-171

Ghribi, R., Correia, A.T., Elleuch, B. et Nunes, B. (2020) Effects of chronic exposure to sediments from the Zarzis area, Gulf of Gabes, measured in the mussel (Mytilus spp.): a multi-biomarker approach involving oxidative stress and neurotoxicity. Soil and Sediment Contamination: An International Journal 29(7), 744-769.

ICES Cooperative Research Report, No 315, novembre 2012. Integrated marine environmental monitoring of chemicals and their effects. Ed. Ian M. Davis et Dick Vethaack.

Kaddour, A., Belhoucine, F. et Alioua, A. (2021) Integrated use of condition indexes, genotoxic and cytotoxic biomarkers for assessing pollution effects in fish (Mullus barbatus L., 1758) on the West coast of Algeria. South Asian Journal of Experimental Biology 11(3), 287-299.

Laouati, I., Rouane-Hacene, O., Derbal, F. et Ouali, K. (2021) The mussel caging approach in the assessment of trace metal contamination in southern Mediterranean coastal waters: a multi-biomarker study. Environmental Science and Pollution Research 28(44), 63032-63044.

Lomartire, S., J. C. Marques et A. M. M. Gonçalves (2021). Biomarkers based tools to assess environmental and chemical stressors in aquatic systems. Ecological Indicators 122 : 107207.

Lowe, D., M.N. Moore et B.M. Evans (1992), Contaminant impact on interactions of molecular probes with lysosomes in living hepatocytes from dab Limandalimanda. Mar.Ecol.Progr.Ser., 91:135-140

Lowe, D. M., C. Soverchia et M. M. Moore (1995), Lysosomal membrane responses in the blood and digestive cells of mussels experimentally exposed to fluoranthene. Aquatic Toxicol., 33 : 105-112

Mansour, C., Ben Taheur, F., Mzoughi, R. et Mosbahi, D.S. (2021) Hydrocarbon levels and biochemical biomarkers in the clam Ruditapes decussatus collected from Tunis lagoon (Tunisia), Basel, Switzerland.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

Martínez-Gómez, C., Bignell, J. et Lowe, D. 2015. Lysosomal membrane stability in mussels. ICES Techniques in Marine Environmental Sciences N° 56. 41 p.

Missawi, O., Bousserrhine, N., Belbekhouche, S., Zitouni, N., Alphonse, V., Boughattas, I. et Banni, M. (2020) Abundance and distribution of small microplastics (≤ 3 µm) in sediments and seaworms from the Southern Mediterranean coasts and characterisation of their potential harmful effects. Environmental Pollution 263, 114634.

Morroni, L., d'Errico, G., Sacchi, M., Molisso, F., Armiento, G., Chiavarini, S., Rimauro, J., Guida, M., Siciliano, A., Ceparano, M., Aliberti, F., Tosti, E., Gallo, A., Libralato, G., Patti, F.P., Gorbi, S., Fattorini, D., Nardi, A., Di Carlo, M., Mezzelani, M., Benedetti, M., Pellegrini, D., Musco, L., Danovaro, R., Dell'Anno, A. et Regoli, F. (2020) Integrated characterization and risk management of marine sediments: The case study of the industrialized Bagnoli area (Naples, Italy). Marine Environmental Research 160, 104984.

Moore, M.N. (1985), Cellular responses to pollutants. Mar.Pollut.Bull., 16:134-139

Moore, M.N., 1988. Cytochemical responses of the lysosomal system and NADPH-ferrihemoprotein reductase in molluscan digestive cells to environmental and experimental exposure to xenobiotics. Mar. Ecol. Progr. Ser. 46, 81-89.

Moore, M.N. (1990), Lysosomal cytochemistry in marine environmental monitoring. Histochem J., 22:187-191

Moore, M.N., Allen, J.I. et McVeigh, 2006a. Environmental prognostics: an integrated model supporting lysosomal stress responses as predictive biomarkers of animal health status. Mar. Environ. Res., 61, 278–304.

Moore, M.N., Allen, J.I. et Somerfield, P.J., 2006b. Autophagy: role in surviving environmental stress. Marine Environmental Research, 62 Suppl. 1, S420-S425.

Moore, M.N., Koehler, A., Lowe, D. et Viarengo, A., 2008. Lysosomes and autophagy in aquatic animals. Paru dans : Methods in Enzymology (D.Klionsky, Ed), vol. 451, p. 582-620. Academic Press/Elsevier, Burlington.

Moore, M.N., Sforzini, S., Viarengo, A. et al., 2021. Antagonistic cytoprotective effects of C60 fullerene nanoparticles in simultaneous exposure to benzo[a]pyrene in a molluscan animal model., Science of the Total Environment 755 (2021) 142355), https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.

Moore, M.N., Viarengo, A.G., Somerfield, P.J., Sforzini, S., 2013. Linking lysosomal biomarkers and ecotoxicological effects at higher biological levels. Paru dans - Ecological Biomarkers: Indicators of Ecotoxicological Effects, (Eds. C. Amiard-Triquet, J.C. Amiard, P.S. Rainbow), p. 107-130. CRC Press, Boca Raton (Floride), New York et Oxford.

Nyström, T., 2005. Role of oxidative carbonylation in protein quality control and senescence. EMBO J. 24(7), 1311-1317.

Parrino, V., Minutoli, R., Lo Paro, G., Surfaro, D. et Fazio, F. (2020) Environmental assessment of the pesticides in Parablennius sanguinolentus along the Western Calabrian coast (Italy). Regional Studies in Marine Science 36, 101297.

Rios-Fuster, B., Alomar, C., Capó, X., Paniagua González, G., Garcinuño Martínez, R.M., Soliz Rojas, D.L., Silva, M., Fernández Hernando, P., Solé, M., Freitas, R. et Deudero, S. (2022) Assessment of the impact of aquaculture facilities on transplanted mussels (Mytilus galloprovincialis): Integrating plasticizers and physiological analyses as a biomonitoring strategy. Journal of Hazardous Materials 424, 127264.

Rodríguez-Romeu, O., A. Soler-Membrives, F. Padrós, S. Dallarés, E. Carreras-Colom, M. Carrassón et M. Constenla (2022). « Assessment of the health status of the European anchovy

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

(Engraulis encrasicolus) in the NW Mediterranean Sea from an interdisciplinary approach and implications for food safety. » Science of The Total Environment 841: 156539.

Salvaggio, A., Tiralongo, F., Krasakopoulou, E., Marmara, D., Giovos, I., Crupi, R., Messina, G., Lombardo, B.M., Marzullo, A., Pecoraro, R., Scalisi, E.M., Copat, C., Zuccarello, P., Ferrante, M. et Brundo, M.V. (2019) Biomarkers of Exposure to Chemical Contamination in the Commercial Fish Species Lepidopus caudatus (Euphrasen, 1788): A Particular Focus on Plastic Additives. Frontiers in Physiology 10.

Scarpato, R., L. Migliore, G. Alfinito-Cognetti et R. Barale (1990), Induction of micronuclei in gill tissue of Mytilusgalloprovincialisexposed to polluted marine waters Mar.Pollut.Bull., 21:74-80

Shaw, J.P., Dondero, F., Moore, M.N., (...), Thain, J.E., Viarengo, A., 2011. Integration of biochemical, histochemical and toxicogenomic indices for the assessment of health status of mussels from the Tamar Estuary, U.K. Mar. Environ. Res. 72(1-2), p. 13-24.

Solomando, A., Cohen-Sánchez, A., Box, A., Montero, I., Pinya, S. et Sureda, A. (2022) Microplastic presence in the pelagic fish, Seriola dumerili, from Balearic Islands (Western Mediterranean), and assessment of oxidative stress and detoxification biomarkers in liver. Environmental Research, 113369.

Stern, S. T., Adiseshaiah, P. P., Crist, R. M., 2012. Autophagy and lysosomal dysfunction as emerging mechanisms of nanomaterial toxicity. Particle and Fibre Toxicology, 9:20. https://doi.org/10.1186/1743-8977-9-20.

Telahigue, K., Rabeh, I., Chouba, L., Mdaini, Z., El Cafsi, M.h., Mhadhbi, L. et Hajji, T. (2022) Assessment of the heavy metal levels and biomarker responses in the smooth scallop Flexopecten glaber from a heavily urbanized Mediterranean lagoon (Bizerte lagoon). Environmental Monitoring and Assessment 194(6), 397.

Thain, J., Fernández, B. et Martínez–Gómez, C. 2019. Biological effects of contaminants: Stress on stress (SoS) response in mussels. ICES Techniques in Marine Environmental Sciences. N° 59. 11 p.

Viarengo, A., 1989. Heavy metals in marine invertebrates: mechanisms of regulation and toxicity at the cellular level. Aquat. Sci. Review 1, 295-317.

Viarengo, A., Nott, J.A., 1993. Mechanisms of heavy metal cation homeostasis in marine invertebrates. Comp. Biochem. Physiol. C, Comp. Pharmacol. Toxicol. 104, 355-372.

Viarengo, A. ; Lafaurie, M. ; Gabrielides, G.P. ; Fabbri, R. ; Marro, A., Roméo, M., 2000. Critical evaluation of an intercalibration exercise undertaken in the framework of the MED POL biomonitoring program. Mar. Environ. Res. 49, 1-18.

Viarengo, A., Lowe, D., Bolognesi, C., Fabbri, E. et Koehler, A., 2007. The use of biomarkers in biomonitoring: a 2-tier approach assessing the level of pollutant-induced stress syndrome in sentinel organisms. Comp. Biochem. Physiol. C 146, 281-300.

OMS (1993). Organisation mondiale de la Santé et Programme international sur la sécurité des substances chimiques Biomarqueurs et évaluation des risques : concepts et principes / publié sous le parrainage conjoint du Programme des Nations Unies pour l'environnement, de l'Organisation internationale du travail et de l'Organisation mondiale de la Santé Organisation mondiale de la Santé.

Zaidi, M., Athmouni, K., Metais, I., Ayadi, H. et Leignel, V. (2022) The Mediterranean limpet Patella caerulea (Gastropoda, Mollusca) to assess marine ecotoxicological risk: a case study of Tunisian coasts contaminated by metals. Environmental Science and Pollution Research 29(19), 28339-28358.

Zitouni, N., Bousserrhine, N., Belbekhouche, S., Missawi, O., Alphonse, V., Boughatass, I. et Banni, M. (2020) First report on the presence of small microplastics (≤ 3 µm) in tissue of the commercial

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

fish Serranus scriba (Linnaeus. 1758) from Tunisian coasts and associated cellular alterations. Environmental Pollution 263, 114576.

Contexte stratégique et cibles

Description du contexte stratégique

Dans la majorité des pays méditerranéens, la surveillance d'un ensemble de substances chimiques dangereuses dans différents compartiments marins est réalisée dans le cadre de la Convention de Barcelone du PNUE/PAM (1976) et de son Protocole relatif aux sources de pollution tellurique, par le biais de la coordination assurée par le programme de surveillance MED POL du PNUE/PAM. Pour les pays méditerranéens de l'UE, la législation européenne sur l'environnement marin s'applique également (par exemple, la DCE et la DCSMM), ainsi que d'autres cadres stratégiques internationaux et nationaux. Une base de connaissances importante et des actions concrètes ont été développées dans le cadre du volet « surveillance et évaluation de la pollution » du programme MED POL du PNUE/PAM, depuis plusieurs décennies jusqu'à aujourd'hui. Les évaluations environnementales ont servi à identifier et confirmer les effets significatifs des contaminants marins sur le biote, et donc leurs impacts sur la biodiversité ; elles ont également contribué au développement continu de stratégies et de directives de surveillance. Concernant l'Approche écosystémique et l'IMAP, leur mise en œuvre s'appuiera sur les connaissances acquises et sur le cadre stratégique et opérationnel développé en Méditerranée.

L'évaluation du MED QSR 2017 a mis en évidence d'importantes lacunes de connaissances, soulignant la nécessité de concentrer les futurs efforts de développement en Méditerranée sur plusieurs domaines clés. Ceux-ci comprennent la validation de la valeur ajoutée des biomarqueurs en tant qu'indicateurs d'alerte précoce dans la surveillance marine à long terme, l'expérimentation d'outils innovants issus de la recherche tels que les technologies « omiques », l'harmonisation des normes de qualité analytique, et l'élaboration de critères d'évaluation intégrés combinant méthodes chimiques et biologiques. Une révision de la portée et de l'efficacité des programmes actuels de surveillance des effets biologiques est également recommandée. L'ensemble de ces actions soutiendra la conception de stratégies de surveillance ciblées et efficaces, alignées sur les exigences de l'indicateur commun 18 dans le cadre de l'IMAP et des évaluations du bon état écologique.

Dans ce contexte, des avancées ont été réalisées en 2021 grâce à la proposition adoptée par le Groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution au titre de l'Approche écosystémique, visant à intégrer les données de l'indicateur commun 18 (Biomarqueurs) et de l'indicateur commun 17 (Surveillance chimique) dans le processus d'évaluation. La méthodologie proposée combine les effets des polluants chimiques individuels afin de prendre en compte leurs effets environnementaux cumulatifs ou synergiques, et d'évaluer ensuite le risque pour les organismes marins exposés aux polluants présents dans l'eau et les sédiments. La procédure d'intégration repose sur trois modules : (i) un module chimique pour l'intégration des données sur les concentrations de polluants ; (ii) un module écotoxicologique qui intègre les données sur les effets biologiques observés chez les organismes marins ; (iii) un module d'intégration qui combine les deux lignes de preuve au sein d'un indice de risque environnemental.

L'évaluation du risque environnemental est généralement obtenue par un « avis d'experts » émis par un panel de scientifiques environnementaux qualifiés. L'application de l'indice de risque environnemental aboutit à des valeurs de risque objectives permettant aux décideurs et gestionnaires environnementaux, aux niveaux national et régional, de déterminer les actions nécessaires pour réduire la contamination marine ou pour restaurer une zone polluée. L'efficacité de ces actions peut ensuite être suivie et mesurée jusqu'à l'atteinte d'un indice de risque environnemental acceptable. Toutefois, cette approche ne peut pas encore être appliquée en raison du manque de déclaration des données et de capacités au niveau national.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

Cibles

Les objectifs de bon état écologique relatifs à l'indicateur commun 18 doivent garantir que les effets des contaminants restent inférieurs aux seuils, en plus de montrer une tendance à la baisse des rejets opérationnels d'hydrocarbures et d'autres contaminants issus des activités côtières, maritimes et offshore.

L'absence actuelle de données disponibles dans le système intégré de surveillance et d'évaluation de l'IMAP et dans les études scientifiques pertinentes ne permet pas, pour l'instant, de proposer une valeur seuil entre le bon état écologique et le mauvais état écologique pour l'indicateur commun 18. Cette valeur seuil devrait avant tout dépendre des progrès accomplis dans la détermination ou la mise à jour des concentrations d'évaluation de référence (BAC) et des critères d'évaluation environnementale (EAC) pour les biomarqueurs, dans les sous-régions/sous-divisions pilotes sélectionnées, sur la base d'études et de données *in situ* sur les biomarqueurs. Toutes les pratiques et sources nationales et internationales pertinentes doivent être prises en compte, de même que la collecte d'informations sur les biomarqueurs, incluant notamment : les références, le type de test, l'effet biologique mesuré, la méthode analytique utilisée, la zone d'étude, la durée du test, les espèces/tissus testés, les concentrations chimiques, et tout autre élément pertinent.

Documents d'orientation

Documents d'orientation générale

Décision IG.21/3 (COP18, 2013) relative à l'Approche écosystémique, incluant l'adoption des définitions du bon état écologique (BEE) et des cibles (UNEP(DEPI)/MED IG.21/9).

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes (UNEP(DEPI)/MED IG.22/28).

Décision IG.25/1 (COP22, 2021) relative à la Stratégie à moyen terme du PNUE/PAM pour la période 2022-2027.

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes.

Décision IG.23/6 (COP20, 2017) relative au Rapport sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée 2017.

Décision IG.24/4 (COP21, 2019) relative aux études d'évaluation.

Décision IG.26/3 (COP23, 2023) relative au Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et à une politique renouvelée d'approche écosystémique en Méditerranée.

Directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (Directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » et mises à jour en 2010).

Directive (UE) 2017/845 de la Commission modifiant la directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les listes indicatives d'éléments à prendre en compte pour l'élaboration des stratégies marines.

Décision (UE) 2017/848 de la Commission établissant des critères et des normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines, ainsi que des spécifications et des méthodologies normalisées de surveillance et d'évaluation, et abrogeant la décision 2010/477/UE.

Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (et révisions actualisées).

Décision (CE) nº 2013/480/UE de la Commission établissant, conformément à la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, les valeurs des classifications du système

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

de contrôle des États membres à la suite de l'exercice d'interétalonnage et abrogeant la décision 2008/915/CE.

Rapport 2017 sur la qualité de la Méditerranée, https://www.medqsr.org/fr/

Rapport 2023 sur la qualité de la Méditerranée, https://spa-rac.org/fr/

UNEP(DEPI)/MED IG.22/Inf.7. (2016) Lignes directrices sur la surveillance et l'évaluation intégrées.

Documents stratégiques relatifs aux effets biologiques

Commission OSPAR, 2013. Levels and trends in marine contaminants and their biological effects – CEMP Assessment Report 2012 (Niveaux et tendances des contaminants marins et de leurs effets biologiques – Rapport d'évaluation CEMP 2012). Série « Monitoring and Assessment », 2013

Commission OSPAR, 2013. Levels and trends in marine contaminants and their biological effects – CEMP Assessment Report 2012 (Niveaux et tendances des contaminants marins et de leurs effets biologiques – Rapport d'évaluation CEMP 2012). Série « Monitoring and Assessment », 2013

OSPAR 2017. https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/pressures-human-activities/contaminants/

OSPAR (2008) Co-ordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) Assessment Manual for contaminants in sediment and biota (Manuel d'évaluation du Programme coordonné de surveillance environnementale – contaminants dans les sédiments et la biote). Commission OSPAR n° 379/2008.

UNEP(DEC)/MED WG.372/3. (2012) Approaches for definition of GES and setting targets for the pollution related ecological objectives in the framework of the ecosystem approach. (OE5 : eutrophisation, OE9 : contaminants, OE10 : déchets marins, OE11 : bruit).

PNUE/RAMOGE : Manual on the Biomarkers Recommended for the UNEP/MAP MED POL Biomonitoring Programme (Manuel sur les biomarqueurs recommandés dans le cadre du programme de biosurveillance MED POL du PNUE/PAM). PNUE, Athènes, 1999.

PNUE (1997), The MED POL Biomonitoring Programme Concerning the Effects of Pollutants on Marine Organisms Along the Mediterranean Coasts (Programme de biosurveillance MED POL concernant les effets des polluants sur les organismes marins le long des côtes méditerranéennes). UNEP(OCA)/MED WG.132/3, Athènes, 15 p.

PNUE (1997), Report of the Meeting of Experts to Review the MED POL Biomonitoring Programme (Rapport de la réunion d'experts pour examiner le programme de biosurveillance MED POL) UNEP(OCA)/MED WG.132/7, Athènes, 19 p.

UNEP(DEPI)/MED WG. 365/Inf.8. Development of assessment criteria for hazardous substances in the Mediterranean (Élaboration de critères d'évaluation pour les substances dangereuses en Méditerranée). Réunion de concertation pour l'examen des activités de surveillance de MED POL. Athènes, 22-23 novembre 2011.UNEP/MAP WG.492/6 (2021). The Proposal for Strengthening Implementation of Biomonitoring related to IMAP Common Indicator 18 (Proposition pour renforcer la mise en œuvre de la biosurveillance liée à l'indicateur commun 18 de l'IMAP) Réunion du Groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution dans le cadre de l'Approche écosystémique, visioconférence, 19–21 avril 2021

UNEP/MAP WG.509/43 (2021) – Rapport de la réunion des points focaux du MED POL, 27–28 mai et 6–7 octobre 2021, Annexe III, Appendices 22–24, p. 2514.

UNEP/MAP WG. 533/Inf.3 (2022). Adjusted Background (Assessment) Concentrations (BC/BAC) for Common Indicator 17 and Upgraded Approach for Environmental Assessment Criteria (EAC) (Concentrations de référence (d'évaluation) ajustées (BC/BAC) pour l'indicateur commun 17 et approche améliorée pour les critères d'évaluation environnementale (EAC) pour les indicateurs

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

communs 17, 18 et 20 de l'IMAP. Réunion du groupe de correspondance sur l'approche écosystémique sur la surveillance de la pollution dans le cadre de l'approche écosystémique, visioconférence, 27 et 30 mai 2022.

PNUE/PAM – MED POL (2022). UNEP/MED WG 533/10, Annexe V. Data Standards and Data Dictionaries for IMAP Common Indicator 18 (Normes de données et dictionnaires de données pour l'indicateur commun 18 de l'IMAP. Réunion du Groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution dans le cadre de l'Approche écosystémique, visioconférence, 27 et 30 mai 2022.

Méthodes d'analyse des indicateurs

Définition de l'indicateur

Chez les bivalves marins (tels que *Mytilus galloprovincialis*) et/ou les poissons (tels que *Mullus barbatus*) :

Stabilité des membranes lysosomales – biomarqueur de l'intégrité membranaire utilisé comme méthode de dépistage général du stress lié à l'exposition aux contaminants.

Acétylcholinestérase (AChE) – enzyme impliquée dans la transmission de l'influx nerveux, utilisée comme méthode d'évaluation des effets neurotoxiques, des troubles du métabolisme et des perturbations immunitaires chez les animaux marins.

Test du micronoyau (fréquence des MN) – outil d'évaluation des dommages cytogénétiques et des altérations de l'ADN chez les organismes marins.

Sous-indicateurs :

En complément des biomarqueurs listés ci-dessus pour la surveillance de l'Indicateur Commun 18 de l'IMAP, les sous-indicateurs incluent également les biomarqueurs suivants, classés selon la réponse de protection ou de défense attendue. Les biomarqueurs indiqués en gras sont inclus dans les normes de données de l'indicateur commun 18 de l'IMAP. Leur classification (obligatoire ou supplémentaire/non obligatoire), ainsi que l'organisme et le tissu de test correspondants, sont présentés dans le tableau ci-dessous. Tous les autres paramètres requis pour la déclaration des données dans le cadre de l'indicateur commun 18 de l'IMAP sont détaillés dans les Normes de données de l'indicateur commun 18.

- Métallothionéines (MT). Une augmentation du niveau cellulaire de protéines MT est considérée comme un effet protecteur contre un excès de métaux nocifs.
- Stress-on-Stress (SoS), la survie à l'air est une méthode générale pour évaluer l'état physiologique chez les bivalves.
- Enzymes de défense antioxydante : superoxyde dismutase (SOD), qui élimine l'anion superoxyde, catalase (CAT) et glutathion peroxydase (GPx), qui éliminent le peroxyde d'hydrogène, et glutathion réductase (GRd), qui régénère le glutathion (GSH), un antioxydant non enzymatique important contre les espèces réactives de l'oxygène (ROS).
- Enzymes de détoxification : CYP1A1 (souvent mesurée comme activité éthoxyresorufine-O-dééthylase – EROD) et glutathion-S-transférase (GST).
- Activité enzymatique de la butyrylcholinestérase (BChE).
- Activité de la carboxylestérase (CE) – enzyme de détoxification, utilisée comme biomarqueur potentiel d'exposition chimique, faisant partie d'une famille d'enzymes impliquées dans le métabolisme des composés xénobiotiques et endogènes.
- Expression de la vitellogénine (VTG) – lipoprotéine produite chez les poissons femelles et utilisée comme biomarqueur de perturbation endocrinienne.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

- Biomarqueurs métaboliques : activité du système de transport d'électrons (ETS) et réserves de glycogène (GLY).
- Lactate déshydrogénase (LDH) et citrate synthase (CS) : biomarqueurs du métabolisme anaérobie et aérobie.
- OMICS, en particulier la transcriptomique, branche clé des approches « omiques ».
- Marqueurs de dommages oxydatifs : peroxydation lipidique (LPO) et niveaux de dérivés carbonylés des protéines (CARB).
- Enzyme de détoxification de phase I – 7-benzyloxy-4-[trifluorométhyl]-coumarine-O-débenzyloxylase (BFCOD).
- Altération histopathologique
- Dommages à l'ADN – électrophorèse sur gel de cellules uniques (SCGE) ou test Comet, adduits à l'ADN, et autres.

Biomarqueur	**Description (FR)**	**Organisme**	**Tissus**	**Obligatoire**	**Complémentaire (Non obligatoire)**
LMS-HEXO	Stabilité des membranes lysosomales sur cryocoupes – déterminat ion enzymatique	Poisson/mou le	Foie/glande digestive	O	
LMS-NRRT	Stabilité des membranes lysosomales dans les hémocytes de moule – détermination in vivo (test de rétention du rouge neutre – NRRT)	Moule	Hémocytes (in vivo)	O	
MN_F	Fréquence des micronoyaux dans les cellules sanguines des poissons	Poisson	Érythrocytes	O	
MN_MH	Fréquence des micronoyaux (MN) dans les cellules branchiales et les hémocytes des moules	Moule	Cellules branchiales, hémocytes	O	
AchE	Activité de l'acétylcholinestérase – détermination enzymatique	Moule/Poiss on	Branchies/Mus cle	O	
~~% LMS~~	~~% LMS Pourcentage moyen de stabilité des membranes lysosomales chez la moule~~	~~Moule~~	~~Hémocytes~~		~~O~~
MT	Métallothionéines	Moule	Glande digestive		O

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

SoS	Stress on Stress – survie à l'air	Moule	Organisme entier		O
EROD	Activité de l'éthoxyresorufine-o-déséthylase	Poisson	Foie		O
NM	Autre : biomarqueur non obligatoire	À spécifier	À spécifier		O

Méthodologie de calcul des indicateurs

Stabilité des membranes lysosomales (LMS) : techniques biologiques (test de rétention du rouge neutre), incluant la microscopie

Test de l'acétylcholinestérase (AChE) : techniques biochimiques, incluant la spectrophotométrie

Test du micronoyau : techniques biochimiques, incluant la microscopie

Paramètres supplémentaires à enregistrer : les données biométriques (taille/longueur, âge), les paramètres biologiques tels que l'indice de condition (moules), le facteur de condition, l'indice gonadosomatique et l'indice hépatosomatique (poissons), ainsi que les données sur la température, la salinité et l'oxygène dissous.

La procédure analytique détaillée pour les biomarqueurs réglementés au titre de l'indicateur commun 18 et les autres paramètres obligatoires associés, incluant l'échantillonnage et le transport des échantillons, la détermination analytique des indicateurs et sous-indicateurs, ainsi que le contrôle de la qualité des données, est présentée dans le document C-1. Lignes directrices/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et l'analyse des biomarqueurs chez les mollusques marins (tels que Mytilus sp.) et les poissons (tels que Mullus barbatus).

Unités de l'indicateur

(rétention) (période de labilisation) minutes – Stabilité des membranes lysosomales (LMS)

nmol/min mg de protéine dans les branchies (bivalves) ou les muscles (poissons) – Dosage de l'acétylcholinestérase (AChE)

nombre de cas, ‰ dans les hémocytes (bivalves) ou les érythrocytes (poissons) – Test du micronoyau

Les normes de données pour l'indicateur commun 18 de l'IMAP précisent les unités pour toutes les substances chimiques obligatoires et autres paramètres

Liste des documents d'orientation et protocoles disponibles

Lignes directrices/protocoles de surveillance de l'IMAP (https://www.iaea.org/about/organizational-structure/department-of-nuclear-sciences-and-applications/division-of-iaea-environment-laboratories/marine-environmental-studies-laboratory/unep-map-med-pol-integrated-monitoring-and-assessment-programme-imap-monitoring-guidelines)

- C-1. Monitoring Guidelines/Protocols for sampling and analysis of biomarkers in marine molluscs (such as Mytilus sp.) and fish (such as Mullus barbatus) (Lignes directrices/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et l'analyse des biomarqueurs chez les mollusques marins (tels que Mytilus sp.) et les poissons (tels que Mullus barbatus)).
- E-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Analytical Quality Assurance for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour l'assurance qualité analytique des indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

- F-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Reporting Monitoring Data for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour la transmission des données de surveillance pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)
- E-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Analytical Quality Assurance for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour l'assurance qualité analytique des indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)
- F-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Reporting Monitoring Data for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour la transmission des données de surveillance pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP).

Commission européenne, 2014. Technical report on effect-based monitoring tools (Rapport technique sur les outils de surveillance fondés sur les effets). Rapport technique 2014 – 077. Commission européenne, 2014.

PNUE/RAMOGE : Manual on the Biomarkers Recommended for the UNEP/MAP MED POL Biomonitoring Programme (Manuel sur les biomarqueurs recommandés dans le cadre du programme de biosurveillance MED POL du PNUE/PAM). PNUE, Athènes, 1999.

PNUE/PAM, 2005. Fact sheets on Marine Pollution Indicators (Fiches d'information sur les indicateurs de pollution marine. Réunion des coordonnateurs nationaux du MED POL du PNUE/PAM Barcelone, Espagne, 24-27 mai 2005. UNEP(DEC)/MED/WG.264/Inf.14. PNUE, Athènes.

ICES Cooperative Research Report. N° 315. Integrated marine environmental monitoring of chemicals and their effects. I.M. Davies et D. Vethaak Eds., novembre 2012.

Fiabilité et incertitudes des données

Les méthodes analytiques validées sélectionnées doivent être soumises à des protocoles d'assurance qualité et à des exercices interlaboratoires : AQ/CQ.

Jusqu'en 2023, l'AIEA/MESL, en collaboration avec le PNUE/PAM – MED POL, a réalisé 56 comparaisons interlaboratoires/essais d'aptitude pour l'analyse des éléments traces et des contaminants organiques, ainsi que 64 formations sur l'analyse de ces contaminants dans des échantillons marins. Lors de sa réunion de 2021, le Groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution dans le cadre de l'Approche écosystémique a convenu de la portée d'un exercice d'intercalibration en appui à l'assurance qualité liée à l'indicateur commun 18 de l'IMAP. Cela incluait l'intercalibration de la stabilité des membranes lysosomales (LMS), de la fréquence des micronoyaux (MNi), de l'activité de l'acétylcholinestérase (AChE), et du test de stress sur stress (SoS), ainsi que l'organisation d'une session de formation destinée à renforcer la mise en œuvre de l'indicateur commun 18 de l'IMAP.

Cependant, la mise en œuvre de cette composante d'intercalibration pour l'indicateur commun 18 n'a pas pu être réalisée en collaboration avec l'AIEA/MESL, en raison de l'absence de l'expertise technique et scientifique spécifique requise. Des efforts supplémentaires sont nécessaires pour établir un exercice d'intercalibration pour l'indicateur commun 18 de l'IMAP. Cela pourrait impliquer l'exploration de modèles alternatifs d'organisation de tests d'intercalibration avec des partenaires autres que l'AIEA/MESL, ainsi que l'étude de modalités différentes telles que les tests en anneau.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

Méthodologie de surveillance : périmètre temporel et spatial

Méthodologies disponibles pour la surveillance et les protocoles associés

Dans le cadre de l'approche Écosystémique et de la mise en œuvre de l'IMAP, il est possible de tirer un grand bénéfice de l'expérience et des connaissances préexistantes développées dans le cadre du MED POL du PNUE/PAM. Ces actions comprennent : (1) l'utilisation de l'expérience existante pour la conception des programmes de surveillance, (2) l'utilisation des orientations existantes en matière d'échantillonnage et de méthodes analytiques pour éclairer les aspects techniques de la surveillance dans le cadre de l'approche écosystémique, (3) l'utilisation des réseaux de stations d'échantillonnage existants comme base pour les réseaux de surveillance relevant de l'approche écosystémique, (4) l'utilisation des outils d'évaluation statistique et des travaux sur les critères d'évaluation existants comme base pour l'analyse des données issues de l'approche écosystémique, (5) l'utilisation des données disponibles pour décrire la distribution et les niveaux des contaminants par rapport aux critères d'évaluation environnementale et aux concentrations de référence, (6) l'utilisation des séries temporelles existantes comme base pour une surveillance conforme à l'objectif de non-détérioration. La disponibilité de données garanties sur le plan de la qualité est essentielle pour évaluer les niveaux et les tendances, et ainsi assurer leur comparabilité dans le temps et à différentes échelles spatiales.

S'appuyant sur les éléments développés dans le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP, 2016), y compris les composantes mentionnées ci-dessus, les lignes directrices de surveillance — structurées autour des protocoles techniques spécifiques liés à l'indicateur commun 18 de l'IMAP — ont été élaborées de manière approfondie par le programme MED POL en coopération avec l'AIEA/MESL. Ces lignes directrices ont été approuvées lors de la réunion des points focaux du MED POL (2021).Elles s'appuient sur les connaissances et pratiques acquises au cours de plus de 40 années de mise en œuvre du suivi MED POL, ainsi que sur des publications récentes, en mettant en évidence les pratiques actuelles des laboratoires marins des Parties contractantes, ainsi que celles d'autres Conventions sur les mers régionales et de l'Union européenne. Une analyse approfondie des pratiques existantes du PNUE/PAM, du PNUE et de l'AIEA, ainsi que d'HELCOM, d'OSPAR et du Centre commun de recherche de la Commission européenne, a été menée afin de soutenir une approche innovante pour la préparation des lignes directrices et protocoles de surveillance de l'IMAP. Les méthodologies et pratiques de surveillance y sont exposées en détail : échantillonnage, conservation et transport des échantillons, préparation et analyse des échantillons, assurance qualité et transmission des données de surveillance. Ces lignes directrices sont destinées à être utilisées par les laboratoires compétents pour IMAP afin de garantir la représentativité et la précision des résultats analytiques. Ces lignes directrices présentent une synthèse des meilleures pratiques disponibles en matière de surveillance marine, en intégrant des approches analytiques complètes et cohérentes, applicables afin de garantir la représentativité et la précision des résultats nécessaires à la production de données de surveillance fiables et validées.

Les lignes directrices de surveillance pour l'indicateur commun 18 de l'IMAP définissent les pratiques de surveillance et de rapport suivantes :

- C-1. Lignes directrices/protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et l'analyse des biomarqueurs chez les mollusques marins (tels que Mytilus sp.) et les poissons (tels que Mullus barbatus).
- E-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Analytical Quality Assurance for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour l'assurance qualité analytique des indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)
- F-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Reporting Monitoring Data for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour la transmission des données de surveillance pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP).

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

Sources de données disponibles

i. Système d'information IMAP (http://imapinfosystem.info-rac.org/app/#/) – une fois les ensembles de données déclarés pour l'indicateur commun 18 (le programme pilote de biosurveillance de MED POL, avec actuellement seulement quelques pays ayant soumis des données avant 2005, et un ensemble soumis par une Partie contractante en 2023)

ii. Littérature récemment réexaminée, en raison de l'absence de données in situ déclarées pour l'indicateur commun 18, comme décrit dans l'évaluation thématique de l'indicateur commun 18 et l'Évaluation de la pollution dans le Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée.

iii. Autres sources de données potentielles : les nouvelles publications scientifiques fournissant des données sur l'absence d'effet ou les effets biologiques néfastes, en lien avec des données chimiques issues de l'environnement et du biote prélevés au même endroit et au même moment (à intégrer lors de la révision des critères d'évaluation environnementale pour l'indicateur commun 17 de l'IMAP).

iv. Données et informations issues de programmes de recherche financés par l'UE, portant sur les effets biologiques de la pollution environnementale dans les écosystèmes marins et côtiers.

v. Études et résultats issus de la surveillance des effets biologiques, disponibles auprès du Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM/ICES), de la Commission OSPAR, et de la Commission pour la protection du milieu marin de la Baltique (HELCOM).

Orientation relative à la portée spatiale et à la sélection des stations de surveillance

La portée spatiale de la surveillance devrait inclure des stations de référence et des stations principales côtières à long terme, y compris des stations au large, selon les besoins, réparties spatialement de manière pertinente et intégrant des ajustements locaux, comme des transects d'échantillonnage. Elle dépend directement des évaluations fondées sur les risques et de la finalité de la surveillance à long terme. Le choix des sites d'échantillonnage pour la surveillance des effets biologiques dans le milieu marin doit prendre en compte :

- Les zones à risque identifiées à partir de l'examen des informations existantes.
- Les zones vulnérables connues pour des rejets passés et/ou actuels de contaminants chimiques.
- Les zones offshore présentant un niveau de risque nécessitant une surveillance (aquaculture, activités pétrolières et gazières en mer, dragage, exploitation minière, immersion en mer, etc.).
- Les sites de surveillance représentatifs d'autres sources, telles que les apports du transport maritime et atmosphériques.
- Les sites de surveillance de référence, destinés à établir des valeurs de référence à différentes échelles et des concentrations de référence.
- Les sites de surveillance représentant des zones/sites sensibles à la pollution, à l'échelle nationale et sous-régionale.
- Les sites de surveillance situés en haute mer, les stations offshore (sédiments) et les zones présentant un intérêt particulier potentiel.

Les sites sélectionnés doivent permettre la collecte d'un nombre réaliste d'échantillons au fil des années (par exemple, permettre le prélèvement d'un nombre suffisant de spécimens de biote pour les espèces sélectionnées pendant la durée du programme). Il est essentiel que les stratégies de surveillance soient coordonnées à l'échelle régionale et/ou sous-régionale, en particulier avec la surveillance chimique. La coordination avec la surveillance d'autres Objectifs écologiques est cruciale pour garantir une évaluation intégrée et rentable à l'avenir.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

Orientation relative à la portée temporelle

Les fréquences d'échantillonnage sont déterminées en fonction de l'état actuel des projets pilotes et des programmes nationaux de surveillance marine :

PHASE INITIALE de la SURVEILLANCE IMAP (PILOTE) : identifier les stations de surveillance pour le prélèvement de BIOTE (bivalves tels que *Mytilus galloprovincialis*) sur une base annuelle (ou avec une fréquence plus élevée si une étude sur la variabilité environnementale doit être menée), et ce, de la même manière que pour la surveillance chimique, en se concentrant sur quelques sites tels que les points chauds et les stations de référence.

PHASE AVANCÉE de la SURVEILLANCE IMAP : une fois la mise en œuvre de la phase initiale de l'IMAP complétée et la déclaration des données sur les effets biologiques en cours, l'objectif est l'intégration efficace de la surveillance chimique et biologique, conformément à l'intégration des données des indicateurs commun 18 (biomarqueurs) et 17 (surveillance chimique) dans le processus d'évaluation, comme convenu par le Groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution dans le cadre de l'Approche écosystémique. Il conviendra donc de mettre en œuvre et de maintenir des stratégies affinées de surveillance à long terme des effets biologiques, fondées sur les enseignements tirés des activités pilotes (phase initiale). L'échantillonnage devrait inclure la collecte annuelle à la fois de bivalves (tels que *Mytilus galloprovincialis)* et de poissons (tels que *Mullus barbatus)*.

Pour les déterminations de tendances, les fréquences d'échantillonnage dépendront de la capacité à détecter des tendances, en tenant compte de la variabilité environnementale et analytique (c'est-à-dire l'incertitude totale). Il pourrait être envisageable de réduire les fréquences d'échantillonnage dans les cas où les tendances temporelles établies montrent des concentrations bien inférieures aux niveaux préoccupants, et ce, sans tendance à la hausse au fil des années.

Analyse des données et résultats de l'évaluation

Analyse statistique et base pour l'agrégation – Critères d'évaluation

La surveillance devrait permettre les traitements statistiques nécessaires et l'analyse des tendances à long terme.

L'élaboration et la mise en place des critères d'évaluation permettant de déterminer l'état de l'environnement est une tâche complexe. Elle devient encore plus difficile lorsqu'on passe des évaluations locales aux évaluations sous-régionales et régionales.

Les valeurs BAC et EAC pour l'Indicateur commun 18 de l'IMAP n'ont pas été actualisés par la décision 26/3 (COP23, 2023) sur le Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et sur une politique renouvelée de l'approche écosystémique en Méditerranée, en raison du manque de données déclarées sur les biomarqueurs. Par conséquent, ces critères restent ceux adoptés dans les décisions IG.22/7 et IG.23/6, et sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les EAC pour les biomarqueurs en Méditerranée restent fondés sur les valeurs établies par OSPAR.

La décision IG.23/6 a défini le calcul des valeurs BAC ainsi qu'une actualisation des valeurs EAC pour les paramètres Stress on Stress (SoS) et fréquence des micronoyaux (MN), en utilisant les ensembles de données provenant des stations de référence communiqués par les Parties contractantes en 2015.

Les résultats des analyses en laboratoire sur les biomarqueurs (IC 18) sont également importants pour l'élaboration des valeurs EAC de l'indicateur commun 17.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

BAC et EAC pour la Méditerranée, pour les biomarqueurs chez la moule (*M. galloprovincialis*) tels qu'approuvés par les décisions IG.22/7 et IG.23/6.

Biomarqueurs/biotests et unités	BAC IG.23/6 chez les moules (*Mytilus galloprovincilais)*	EAC IG.23/6 chez les moules (*Mytilus galloprovincilais)*	BAC IG.22/7 chez les moules (*Mytilus galloprovincilais)*	EAC IG.22/7 chez les moules (*Mytilus galloprovincilais*)
Stabilité de la membrane lysosomale Test de rétention du rouge neutre (minutes)			120[a*]	50[a*]
Stabilité de la membrane lysosomale Méthode cytochimique (minutes)			20[a*]	10[a*]
Activité AChE (nmol min-1 mg-1 protéine) dans les branchies (eaux méditerranéennes françaises)			29	20
Activité AChE (nmol min^{-1} mg^{-1} protéine) dans les branchies (eaux méditerranéennes espagnoles)			15	10
Biomarqueur Stress-on-Stress (jours)	11	5		
Métallothionéines (µg/g de glande digestive)	247			
Fréquence des micronoyaux (nombre de cas/1 000 cellules) dans les hémocytes	1			

[a]*Annexe technique : critères d'évaluation pour les mesures des effets biologiques. Surveillance intégrée des produits chimiques et de leurs effets. ICES Cooperative Research Report No. 315. Davies, I.M. et Vethaak, A.D.Eds.*
**Moore et al., 2006 (valeurs standard adoptées par ICES)*

Des efforts en cours visent à établir une méthodologie améliorée pour la détermination des concentrations de base (BAC) et des critères d'évaluation environnementale (EAC) pour les biomarqueurs à l'échelle régionale et sous-régionale, selon la disponibilité des données. Ces efforts incluent également la proposition de nouveaux biomarqueurs pour renforcer la surveillance et l'évaluation de l'indicateur commun 18.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

Parallèlement à l'application de l'évaluation de l'état de l'environnement pour l'indicateur commun 18 à l'aide des valeurs BAC et EAC, l'évaluation des effets par comparaison des valeurs des biomarqueurs dans les stations de surveillance avec celles mesurées sur les sites témoins (surveillés simultanément avec les stations d'échantillonnage sélectionnées) devrait être considérée comme une alternative valable. Cette approche est particulièrement pertinente dans les cas où l'application des valeurs BAC et EAC n'est pas possible, comme pour les biomarqueurs antioxydants.

Résultats d'évaluation attendus

Pour les effets biologiques, l'analyse des tendances et des niveaux de distribution peut être effectuée à l'échelle sous-régionale, à condition de disposer d'ensembles de données validés et garantis sur le plan de la qualité. Pour l'évaluation intégrée du bon état écologique, celle-ci sera effectuée à partir des données méditerranéennes extraites du système d'information IMAP et des sources scientifiques pertinentes, en appliquant les critères d'évaluation de l'indicateur commun 18.

En raison de l'absence totale de données déclarées dans le Système d'information IMAP par les Parties contractantes, la contribution à l'évaluation du bon état écologique dans le cadre du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée a été fondée sur des études bibliographiques. Cette approche reflète la méthodologie utilisée lors de la préparation du Rapport 2017 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR), actualisée avec une littérature scientifique plus récente. Les études sélectionnées dans la revue répondaient aux critères suivants :

- Données issues exclusivement de la mer Méditerranée.
- Études menées à partir de 2016 et publiées à partir de 2018.

Un total de 24 études ont été extraites de la littérature scientifique. Dans les sous-régions centre et ouest de la Méditerranée (CEN et WMS), les biomarqueurs étudiés n'étaient soit pas listés dans l'IMAP, soit analysés dans un organe ou tissu requis non conforme aux directives IMAP. La plupart des études ont évalué plusieurs biomarqueurs dans les mêmes stations, mais avec des résultats incohérents : certains indiquant des effets, d'autres non.

Les espèces obligatoires de surveillance, *Mytilus galloprovincialis* et *Mullus barbatus*, ont été incluses dans cinq et quatre études, respectivement. En outre, dix espèces de poissons, six espèces de mollusques et deux espèces de polychètes ont été examinées dans l'ensemble de la littérature analysée.

Parmi les biomarqueurs de l'indicateur commun 18 :

- L'acétylcholinestérase (AChE) a été rapportée dans 13 études.
- Les métallothionéines (MT) dans 5 études (2 sur mollusques, 2 sur poissons, 1 sur polychètes).
- Les micronoyaux (MN) dans 2 études.
- La stabilité des membranes lysosomales par rétention du rouge neutre (LMS-NRRT) dans 1 étude.

Les biomarqueurs supplémentaires les plus fréquemment rapportés étaient :

- La catalase (CAT) dans 15 études.
- Le malondialdéhyde (MDA) dans 12 études.
- La glutathion S-transférase (GST) dans 11 études.
- La superoxyde dismutase (SOD) dans 9 études.
- La glutathion peroxydase (GPx) dans 8 études.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 18. Niveau des effets de pollution des principaux contaminants pour lesquels une relation de cause à effet a été établie (OE 9)

Des informations complémentaires sont fournies dans les évaluations thématiques de l'eutrophisation et dans l'évaluation de la pollution du MED QSR 2023.

Lacunes et incertitudes connues en Méditerranée

En dépit des avancées significatives des derniers bienniums concernant l'harmonisation des pratiques de surveillance et le développement des outils d'évaluation environnementale, il est essentiel de garantir l'évaluation du bon état écologique pour l'Indicateur commun 18. La révision de l'IMAP doit appuyer l'évaluation du bon état écologique pour l'indicateur commun 18 et en faciliter l'intégration et l'agrégation avec les autres indicateurs communs et objectifs écologiques, en entreprenant les actions prioritaires visant à combler les principales lacunes :

- Réviser et actualiser la liste des biomarqueurs de l'indicateur commun 18 ainsi que les espèces de surveillance.
- Réviser et mettre à jour, le cas échéant, les critères d'évaluation adoptés dans les décision IG.22/7 (COP 19) et IG.23/6 (COP 20), ainsi que les méthodologies d'évaluation.
- Poursuivre les travaux initiaux entrepris en 2021 en vue du développement de la biosurveillance liée à l'indicateur commun 18 de l'IMAP, les actions supplémentaires suivantes devraient être testées :

  i) L'application de nouveaux biomarqueurs pour renforcer la surveillance et l'évaluation de l'indicateur commun 18.

  ii) L'utilisation de l'analyse du risque environnemental combinant données chimiques et écotoxicologiques, afin d'évaluer les risques auxquels sont exposés les organismes marins dans les eaux et sédiments contaminés. Cette approche devrait aboutir à des valeurs de risque objectives permettant aux décideurs nationaux et régionaux d'agir pour réduire la contamination marine ou restaurer une zone polluée.

Grâce à ces actions et d'autres, il sera possible de concevoir des programmes de surveillance ciblés et efficaces, adaptés aux besoins et aux conditions de chaque sous-région d'évaluation du bon état écologique.

Il est reconnu que les zones ouvertes et profondes en mer sont bien moins couvertes par les efforts de surveillance que les zones côtières. Il est donc nécessaire d'inclure également, de manière représentative et efficace, les zones situées au-delà de la côte dans les programmes de surveillance, lorsque les risques le justifient.

Contacts et date des versions

http://www.unepmap.org

N° de version	**Date**	**Auteur**
V.1	31/05/17	MEDPOL
V.2	12/12/18	MEDPOL
V.3	31/05/2019	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
Version finale	09/09/2019	Approuvée par la 7ème Réunion du Groupe de coordination de l'EcAp
V4	28/05/2025	Réunion conjointe des groupes CorMon Pollution et Déchets marins
V5	19/06/2025	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
Version finale	15/09/2025	Approuvée par la 12ème Réunion du Groupe de coordination de l'EcAp

10. La révision de **l'indicateur commun 20** de l'IMAP **(OE9)** : « Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés » est présentée dans le tableau ci-dessous.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)	
Définition pertinente du bon état écologique	**Objectif opérationnel connexe**	**Cible(s) proposée(s)[30]**
Les concentrations de contaminants se situent dans les limites réglementaires pour la consommation humaine.	Les niveaux de contaminants nocifs connus dans les principaux types de fruits de mer ne dépassent pas les normes établies.	État : • Les concentrations de contaminants dans les denrées alimentaires sont inférieures aux critères d'évaluation environnementale du PNUE/PAM approuvés pour la protection de la santé humaine. • Tendance à la baisse de la fréquence des cas d'échantillons de produits de la mer dépassant les critères d'évaluation environnementale du PNUE/PAM approuvés
Justification		
Justification du choix des indicateurs L'un des risques potentiels associés à la présence de substances nocives (produits chimiques, nanoparticules, microplastiques, toxines) dans le milieu marin est l'exposition humaine via les espèces de poissons et de fruits de mer commercialisées (provenant principalement de la pêche sauvage et de l'aquaculture). Ces organismes sont exposés aux contaminants environnementaux qui pénètrent dans leur organisme par différents mécanismes et voies selon leur niveau trophique, allant de l'alimentation par filtration à des stratégies prédatrices (crustacés, bivalves, poissons). Il en résulte des processus de bioaccumulation et de biomagnification des substances chimiques rejetées dans l'environnement marin. Des exemples courants incluent la bioaccumulation bien connue des métaux et composés organiques chez les espèces commerciales de bivalves (comme Mytilus galloprovincialis en Méditerranée) ou des composés de mercure alkylé (méthylmercure) chez le thon, auxquels s'ajouteront probablement, à l'avenir, de nouveaux contaminants émergents préoccupants. Les études prises en compte pour l'évaluation des contaminants dans les produits de la mer dans le cadre du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR) ont rapporté les concentrations de contaminants et les ont comparées aux réglementations de l'UE, certaines abordant également les réglementations nationales ainsi que les réglementations ou avis internationaux (De Witte et al. 2022). La plupart des études ont également fourni des évaluations du risque pour la santé humaine lié à la consommation de produits de la mer en calculant l'apport quotidien estimé (EDI), le quotient de danger ciblé (THQ), le risque total (HI), le risque de cancer, entre autres. Cela souligne que le risque pour la santé humaine (et donc le statut BEE/non BEE) ne doit pas être évalué sur la base de la concentration d'un seul contaminant, mais doit être analysé en tenant compte d'autres facteurs tels que les synergies entre contaminants, ainsi que les échelles temporelles et spatiales.		

[30] À la suite des décisions qui seront prises lors de la présente réunion concernant les ajustements mineurs des cibles, tels que décrits dans le document de travail UNEP MED WG.626/3/Rev.1, les cibles révisées seront intégrées aux fiches techniques révisées des indicateurs de pollution de l'IMAP.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

Références scientifiques

Abbassy, M.M.S. (2018) Distribution pattern of persistent organic pollutants in aquatic ecosystem at the Rosetta Nile branch estuary into the Mediterranean Sea, North of Delta, Egypt. Marine Pollution Bulletin 131, 115-121.

Aissioui, S., Poirier, L., Amara, R. et Ramdane, Z. (2021) Concentrations of lead, cadmium, and mercury in Mullus barbatus barbatus (L.) from the Algerian coast and health risks associated to its consumption. Regional Studies in Marine Science 47, 101959.

Aissioui, S., Poirier, L., Amara, R. et Ramdane, Z. (2022) Concentrations of lead, cadmium and mercury in sardines, Sardina pilchardus (Walbaum, 1792) from the Algerian coast and health risks for consumers. Journal of Food Composition and Analysis 109, 104490.

Azizi, G., Layachi, M., Akodad, M., Martin-Garcia, A.I., Yanez-Ruiz, D.R., Baghour, M., Hmeid, H.A., Gueddari, H. et Moumen, A. (2021) Bioaccumulation and health risk assessment of trace elements in Mytilus galloprovincialis as sea food in the Al Hoceima coasts (Morocco). E3S Web of Conferences 240, 01002 (2021).

Azizi, G., Layachi, M., Akodad, M., Yáñez-Ruiz, D.R., Martín-García, A.I., Baghour, M., Mesfioui, A., Skalli, A. et Moumen, A. (2018) Seasonal variations of heavy metals content in mussels (Mytilus galloprovincialis) from Cala Iris offshore (Northern Morocco). Marine Pollution Bulletin 137, 688-694.

Barhoumi, B., Sander, S.G., Driss, M.R. et Tolosa, I. (2022) Survey of legacy and emerging per- and polyfluorinated alkyl substances in Mediterranean seafood from a North African ecosystem. Environmental Pollution 292, 118398.

Barone, G., Storelli, A., Busco, A., Mallamaci, R. et Storelli, M.M. (2021) Polychlorinated dioxins, furans (PCDD/Fs) and dioxin-like polychlorinated biphenyls (dl-PCBs) in food from Italy: Estimates of dietary intake and assessment. Journal of Food Science 86(10), 4741-4753.

Bartalini, A., Muñoz-Arnanz, J., Baini, M., Panti, C., Galli, M., Giani, D., Fossi, M.C. et Jiménez, B. (2020) Relevance of current PCB concentrations in edible fish species from the Mediterranean Sea. Science of the Total Environment 737, 139520.

Bilandžić, N., Sedak, M., Čalopek, B., Đokić, M., Varenina, I., Kolanović, B.S., Luburić, Đ.B., Varga, I., Benić, M. et Roncarati, A. (2018) Element contents in commercial fish species from the Croatian market. Journal of Food Composition and Analysis 71, 77-86.

Cammilleri, G., Galluzzo, P., Pulvirenti, A., Giangrosso, I.E., Lo Dico, G.M., Montana, G., Lampiasi, N., Mobilia, M.A., Lastra, A., Vazzana, M., Vella, A., La Placa, P., Macaluso, A. et Ferrantelli, V. (2020) Toxic mineral elements in Mytilus galloprovincialis from Sicilian coasts (Southern Italy). Natural Product Research 34(1), 177-182.

Castro-Jiménez, J., Bănaru, D., Chen, C.-T., Jiménez, B., Muñoz-Arnanz, J., Deviller, G. et Sempéré, R. (2021) Persistent Organic Pollutants Burden, Trophic Magnification and Risk in a Pelagic Food Web from Coastal NW Mediterranean Sea. Environmental Science & Technology 55(14), 9557-9568.

Ceci, R., Diletti, G., Bellocci, M., Chiumiento, F., D'Antonio, S., De Benedictis, A., Leva, M., Pirito, L., Scortichini, G. et Fernandes, A.R. (2022) Brominated and chlorinated contaminants in food (PCDD/Fs, PCBs, PBDD/Fs PBDEs): Simultaneous determination and occurrence in Italian produce. Chemosphere 288, 132445.

Chanto-García, D.A., Saber, S., Macías, D., Sureda, A., Hernández-Urcera, J. et Cabanellas-Reboredo, M. (2022) Species-specific heavy metal concentrations of tuna species: the case of Thunnus alalunga and Katsuwonus pelamis in the Western Mediterranean. Environmental Science and Pollution Research 29(1), 1278-1288.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

Cruz, R. Brominated flame retardants and seafood safety : A review. Environment International, 77, 116-131.

Dellate, E. *et al.* 2014. Individual methylmercury intake estimates from local seafood of the Mediterranean Sea, in Italy. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 69, 105-112.

De Witte, B., Coleman, B., Bekaert, K., Boitsov, S., Botelho, M.J., Castro-Jiménez, J., Duffy, C., Habedank, F., McGovern, E., Parmentier, K., Tornero, V., Viñas, L. et Turner, A.D. (2022) Threshold values on environmental chemical contaminants in seafood in the European Economic Area. Food Control 138, 108978.

Di Bella, G., Bua, G.D., Fede, M.R., Mottese, A.F., Potortì, A.G., Cicero, N., Benameur, Q., Dugo, G. et Lo Turco, V. (2020) Potentially Toxic Elements in Xiphias gladius from Mediterranean Sea and risks related to human consumption. Marine Pollution Bulletin 159, 111512.

Di Lena, G., Casini, I., Caproni, R., Fusari, A. et Orban, E. (2017) Total mercury levels in commercial fish species from Italian fishery and aquaculture. Food Additives & Contaminants: Part B 10(2), 118-127.

Esposito, G., Mudadu, A.G., Abete, M.C., Pederiva, S., Griglione, A., Stella, C., Ortu, S., Bazzoni, A.M., Meloni, D. et Squadrone, S. (2021) Seasonal accumulation of trace elements in native Mediterranean mussels (Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819) collected in the Calich Lagoon (Sardinia, Italy). Environmental Science and Pollution Research.

Esposito, M., Canzanella, S., Lambiase, S., Scaramuzzo, A., La Nucara, R., Bruno, T., Picazio, G., Colarusso, G., Brunetti, R. et Gallo, P. (2020) Organic pollutants (PCBs, PCDD/Fs, PAHs) and toxic metals in farmed mussels from the Gulf of Naples (Italy): Monitoring and human exposure. Regional Studies in Marine Science 40, 101497.

Ferrante, M., Zanghì, G., Cristaldi, A., Copat, C., Grasso, A., Fiore, M., Signorelli, S.S., Zuccarello, P. et Oliveri Conti, G. (2018) PAHs in seafood from the Mediterranean Sea: An exposure risk assessment. Food and Chemical Toxicology 115, 385-390.

Ghosn, M., Chekri, R., Mahfouz, C., Khalaf, G., Amara, R. et Jitaru, P. (2019) Levels of Pb, Cd, Hg and As in Fishery Products from the Eastern Mediterranean and Human Health Risk Assessment due to their Consumption. International Journal of Environmental Research 13(3), 443-455.

Ghosn, M., Mahfouz, C., Chekri, R., Khalaf, G., Guérin, T., Jitaru, P. et Amara, R. (2020a) Seasonal and Spatial Variability of Trace Elements in Livers and Muscles of Three Fish Species from the Eastern Mediterranean. Environmental Science and Pollution Research 27(11), 12428-12438.

Ghosn, M., Mahfouz, C., Chekri, R., Ouddane, B., Khalaf, G., Guérin, T., Amara, R. et Jitaru, P. (2020b) Assessment of trace element contamination and bioaccumulation in algae (Ulva lactuca), bivalves (Spondylus spinosus) and shrimps (Marsupenaeus japonicus) from the Lebanese coast. Regional Studies in Marine Science 39, 101478.

Girolametti, F., Panfili, M., Colella, S., Frapiccini, E., Annibaldi, A., Illuminati, S., Marini, M. et Truzzi, C. (2022) Mercury levels in Merluccius merluccius muscle tissue in the central Mediterranean Sea: Seasonal variation and human health risk. Marine Pollution Bulletin 176, 113461.

Hamida, S., Ouabdesslam, L., Ladjel, A.F., Escudero, M. et Anzano, J. (2018) Determination of Cadmium, Copper, Lead, and Zinc in Pilchard Sardines from the Bay of Boumerdés by Atomic Absorption Spectrometry. Analytical Letters 51(16), 2501-2508.

Jebara, A., Lo Turco, V., Potortì, A.G., Bartolomeo, G., Ben Mansour, H. et Di Bella, G. (2021) Organic pollutants in marine samples from Tunisian coast: Occurrence and associated human health risks. Environmental Pollution 271, 116266.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

Karayakar, F., Işık, U., Cicik, B. et Canli, M. (2022) Heavy metal levels in economically important fish species sold by fishermen in Karatas (Adana / TURKIYE (AEL)). Journal of Food Composition and Analysis 106, 104348.

Kucuksezgin, F., Gonul, L.T., Pazi, I., Ubay, B. et Guclusoy, H. (2020) Monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons in transplanted mussels (Mytilus galloprovincialis) and sediments in the coastal region of Nemrut Bay (Eastern Aegean Sea). Marine Pollution Bulletin 157, 111358.

Kuplulu, O., Cil, G., Korkmaz, S., Aykut, O. et Cengiz, G. (2018) Determination of Metal Contamination in Seafood from the Black, Marmara, Aegean and Mediterranean Sea Metal Contamination in Seafood. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society 69, 749.

Maggi, C., S. Lomiri, M. Berducci, B. Di Lorenzo, M. D'Antona et A. Ausili (2015). « MSFD Descriptor 9: Between Health and Environment. » International Journal of Environmental Science and Development **6**: 958-963.

Mahjoub, M., El Maadoudi, M. et Smiri, Y. (2021) Trace metal concentrations in water and edible tissues of Liza ramada from the Northeastern Moroccan Mediterranean coast: Implications for health risk assessment. Regional Studies in Marine Science 46, 101881.

Maulvault, A.M. *et al.* 2015. Toxic elements and speciation in seafood samples from different contaminated sites in Europe. Environmental Research, 143B, 72-81.

Molin, M. *et al.*, 2015. Arsenic in the human food chain, biotransformation and toxicology – Review focusing on seafood arsenic. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 31, 249-259.

Ozmen, S.F. et Yilmaz, M. (2020) Radioactivity concentrations of farmed and wild European seabass (Dicentrarchus labrax L., 1758) in the eastern Mediterranean and risk assessment of their consumption. Regional Studies in Marine Science 36, 101316.

Perello, G. *et al.*, 2015. Human exposure to PCDD/Fs and PCBs through consumption of fish and seafood in Catalonia (Spain): Temporal trend. Food and Chemical Toxicology, 81, 28-33.

Renieri, E.A., Safenkova, I.V., Alegakis, A.K., Slutskaya, E.S., Kokaraki, V., Kentouri, M., Dzantiev, B.B. et Tsatsakis, A.M. (2019) Cadmium, lead and mercury in muscle tissue of gilthead seabream and seabass: Risk evaluation for consumers. Food and Chemical Toxicology 124, 439-449.

Sofoulaki, K., Kalantzi, I., Machias, A., Pergantis, S.A. et Tsapakis, M. (2019) Metals in sardine and anchovy from Greek coastal areas: Public health risk and nutritional benefits assessment. Food and Chemical Toxicology 123, 113-124.

Spada, L. *et al.* 2014. Mercury and methylmercury concentrations in Mediterranean seafood and surface sediments, intake evaluation and risk for consumers. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 215, 418-42.

Storelli, A., Barone, G., Dambrosio, A., Garofalo, R., Busco, A. et Storelli, M.M. (2020) Occurrence of trace metals in fish from South Italy: Assessment risk to consumer's health. Journal of Food Composition and Analysis 90, 103487.

Sulimanec Grgec, A., Kljaković-Gašpić, Z., Orct, T., Tičina, V., Sekovanić, A., Jurasović, J. et Piasek, M. (2020) Mercury and selenium in fish from the eastern part of the Adriatic Sea: A risk-benefit assessment in vulnerable population groups. Chemosphere 261, 127742.

Tavoloni, T., Miniero, R., Bacchiocchi, S., Brambilla, G., Ciriaci, M., Griffoni, F., Palombo, P., Stecconi, T., Stramenga, A. et Piersanti, A. (2021) Heavy metal spatial and temporal trends (2008–2018) in clams and mussel from Adriatic Sea (Italy): Possible definition of forecasting models. Marine Pollution Bulletin 163, 111865.

Traina, A., Ausili, A., Bonsignore, M., Fattorini, D., Gherardi, S., Gorbi, S., Quinci, E., Romano, E., Salvagio Manta, D., Tranchida, G., Regoli, F. et Sprovieri, M. (2021) Organochlorines and Polycyclic Aromatic

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

Hydrocarbons as fingerprint of exposure pathways from marine sediments to biota. Marine Pollution Bulletin 170, 112676.

Tornero Alvarez, M.V., Boschetti, S. et Hanke, G., Marine Strategy Framework Directive - Review and analysis of EU Member States' 2018 reports - Descriptor 8: Contaminants in the environment - Descriptor 9: Contaminants in seafood, EUR 30659 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021.

Vandermeersch, G. *et al.* 2015. Environmental contaminants of emerging concern in seafood – European database on contaminant levels. Environmental Research, 143B, 29-45.

Wakkaf, T., El Zrelli, R., Kedzierski, M., Balti, R., Shaiek, M., Mansour, L., Tlig-Zouari, S., Bruzaud, S. et Rabaoui, L. (2020) Microplastics in edible mussels from a southern Mediterranean lagoon: Preliminary results on seawater-mussel transfer and implications for environmental protection and seafood safety. Marine Pollution Bulletin 158, 111355.

Zaza, S. *et al.* 2015. Human exposure in Italy to lead, cadmium and mercury through fish and seafood product consumption from Eastern Central Atlantic Fishing Area. Journal of Food Composition and Analysis, 40, 148-153.

Contexte stratégique et cibles

Description du contexte stratégique

Comprendre les risques sanitaires pour l'être humain (niveaux maximaux, apports, facteurs d'équivalence toxique, etc.) ainsi que les mesures de prévention en matière de sécurité sanitaire des aliments, y compris pour les contaminants préoccupants émergents, liés à la consommation de produits de la mer potentiellement contaminés, constitue un défi et une priorité stratégique pour les gouvernements, tout en représentant une préoccupation majeure pour la société. Différentes initiatives et réglementations, aux niveaux national et international – principalement pour le secteur économique de la pêche – ont permis d'établir des recommandations de santé publique et des seuils réglementaires maximaux pour divers contaminants dans de nombreuses espèces marines d'intérêt commercial. L'intoxication au méthylmercure reste une priorité politique mondiale, et en 2013, le Traité juridiquement contraignant à l'échelle mondiale (Convention de Minamata sur le mercure) a été lancé par le PNUE. Par ailleurs, la Food and Drug Administration (FDA) des États-Unis, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), ainsi que l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) sont également des autorités nationales et internationales compétentes en matière de sécurité des produits de la mer.

Dans le cadre des efforts actuels visant à établir une valeur de référence pour évaluer les tendances de concentration des contaminants dans les produits de la mer, le rapport du JRC (2010) est pris en compte. Il recommande d'examiner « la fréquence à laquelle les niveaux dépassent les seuils réglementaires, les niveaux réels détectés, le nombre de contaminants pour lesquels ces dépassements ont été enregistrés, ainsi que, en parallèle, l'origine de la contamination (géologique ou anthropique, locale ou à longue distance) ». Il précise également que « l'on pourrait tenir compte d'une évaluation des apports en fonction de l'importance de l'espèce concernée dans l'alimentation humaine. Si les seuils réglementaires sont dépassés pour une espèce donnée, cela ne signifie pas que la consommation de tous les produits de la mer provenant de cette sous-région est dangereuse. » La recherche documentaire sur la qualité des produits de la mer en Méditerranée, menée dans le cadre de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR), a ciblé les études publiant des données à partir de 2016/2017, en mettant l'accent sur les contaminants réglementés dans l'Union européenne. Un autre point important est que la littérature récente souligne le lien entre la sécurité/qualité des produits de la mer et la présence de microplastiques dans le milieu marin (voir par exemple Wakkaf et al., 2020, parmi de nombreuses autres études). La santé humaine pourrait être affectée par la consommation de produits de la mer contenant des microplastiques, ou par celle d'organismes marins ayant absorbé des contaminants relargués par les microplastiques.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

Cibles

Les cibles de bon état écologique au titre de l'Indicateur commun 20 doivent veiller à ce que les contaminants chimiques présentant un risque pour la santé humaine restent en dessous des seuils réglementaires fixés par les autorités nationales et internationales, et que leur tendance d'occurrence diminue, tendant vers l'absence totale d'événements.

L'absence actuelle de données disponibles dans le système intégré de surveillance et d'évaluation de l'IMAP et dans les études scientifiques pertinentes ne permet pas, pour l'instant, de proposer une valeur seuil entre le bon état écologique et le mauvais état écologique pour l'indicateur commun 20. Cette valeur seuil devrait être fondée principalement sur la fréquence d'apparition des contaminants. Toutefois, des analyses plus approfondies devront être menées lorsque des données suffisantes auront été transmises par les Parties contractantes, en vue de proposer une limite entre bon et mauvais état écologique. Toutes les pratiques nationales et internationales pertinentes devront être prises en compte, en parallèle de la collecte d'informations sur l'impact cumulatif des contaminants sur différentes espèces de produits de la mer, et des calculs portant sur les apports journaliers/mensuels et les analyses de risques associées.

Documents d'orientation

Documents d'orientation générale

Décision IG.21/3 (COP18, 2013) relative à l'Approche écosystémique, incluant l'adoption des définitions du bon état écologique (BEE) et des cibles (UNEP(DEPI)/MED IG.21/9).

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes (UNEP(DEPI)/MED IG.22/28).

Décision IG.21/3 (COP18, 2013) relative à l'Approche écosystémique, incluant l'adoption des définitions du bon état écologique (BEE) et des cibles (UNEP(DEPI)/MED IG.21/9).

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes (UNEP(DEPI)/MED IG.22/28).

Décision IG.25/1 (COP22, 2021) relative à la Stratégie à moyen terme du PNUE/PAM pour la période 2022-2027.

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes.

Décision IG.23/6 (COP20, 2017) relative au Rapport sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée 2017.

Décision IG.24/4 (COP21, 2019) relative aux études d'évaluation.

Décision IG.26/3 (COP23, 2023) relative au Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et à une politique renouvelée d'approche écosystémique en Méditerranée.

Directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (Directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » et mises à jour en 2010).

Directive (UE) 2017/845 de la Commission modifiant la directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les listes indicatives d'éléments à prendre en compte pour l'élaboration des stratégies marines.

Décision (UE) 2017/848 de la Commission établissant des critères et des normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines, ainsi que des spécifications et des méthodologies normalisées de surveillance et d'évaluation, et abrogeant la décision 2010/477/UE.

Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (et révisions actualisées).

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

Décision (CE) nº 2013/480/UE de la Commission établissant, conformément à la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, les valeurs des classifications du système de contrôle des États membres à la suite de l'exercice d'interétalonnage et abrogeant la décision 2008/915/CE.

Rapport 2017 sur la qualité de la Méditerranée, https://www.medqsr.org/fr/

Rapport 2023 sur la qualité de la Méditerranée, https://spa-rac.org/fr/

UNEP(DEPI)/MED IG.22/Inf.7. (2016) Lignes directrices sur la surveillance et l'évaluation intégrées.

Documents stratégiques relatifs aux contaminants dans les produits de la mer

Règlement (CE) n° 1881/2006 de la Commission établissant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires.

Règlement (UE) n° 835/2011 de la Commission modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006 en ce qui Concerne les teneurs maximales en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les denrées alimentaires.

Règlement (UE) n° 1259/2011 de la Commission modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006 en ce qui Concerne les teneurs maximales en dioxines, en PCB de type dioxine et en PCB ne présentant pas les effets de type dioxine dans les denrées alimentaires.

Décision d'exécution n° 2013/480/UE de la Commission, établissant, conformément à la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, les valeurs des classifications des systèmes de surveillance des États membres à la suite de l'exercice d'intercalibration, et abrogeant la décision 2008/915/CE.

Commission européenne, E. (2018) Document d'orientation n° 27. Guide technique pour l'établissement de normes de qualité environnementale.

Traité mondial juridiquement contraignant (Convention de Minamata sur le mercure) http://www.mercuryconvention.org/

Consultation d'experts FAO/OMS sur les risques et les avantages de la consommation de poisson. Rapport FAO sur les pêches et l'aquaculture n° 978. ISSN 2070-6987. Rome, janvier 2010.

Liste des teneurs maximales en contaminants dans les aliments fixées par la Commission du Codex Alimentarius FAO/OMS, disponible à l'adresse : ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/cccf/cccf7/cf07_INFe.pdf

Commission OSPAR, 2013. Levels and trends in marine contaminants and their biological effects – CEMP Assessment Report 2012 (Niveaux et tendances des contaminants marins et de leurs effets biologiques – Rapport d'évaluation CEMP 2012). Série « Monitoring and Assessment », 2013

Commission OSPAR, 2013. Levels and trends in marine contaminants and their biological effects – CEMP Assessment Report 2012 (Niveaux et tendances des contaminants marins et de leurs effets biologiques – Rapport d'évaluation CEMP 2012). Série « Monitoring and Assessment », 2013

OSPAR 2017. https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/pressures-human-activities/contaminants/

OSPAR (2008) Co-ordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) Assessment Manual for contaminants in sediment and biota (Manuel d'évaluation du Programme coordonné de surveillance environnementale – contaminants dans les sédiments et la biote). Commission OSPAR n° 379/2008.

UNEP(DEC)/MED WG.372/3. (2012) Approaches for definition of GES and setting targets for the pollution related ecological objectives in the framework of the ecosystem approach. (EO5: eutrophication, EP9: contaminants, EP10: marine litter, EO11: noise). (Approches pour la définition du bon état écologique et la fixation d'objectifs pour les objectifs écologiques liés à la pollution dans le cadre de l'approche écosystémique (OE5 : eutrophisation, OE9 : contaminants, OE10 : déchets marins, OE11 : bruit)).

UNEP/MAP WG.509/30 (2021). Monitoring Guidelines/Protocols for Sampling and Sample Preservation of Sea Food for IMAP Common Indicator 20: Heavy and Trace Elements and Organic Contaminants

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

(Directives/Protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et la conservation des produits de la mer au titre de l'Indicateur commun 20 de l'IMAP : éléments lourds et traces, et contaminants organiques). Réunion des Points focaux du MED POL, visioconférence, 6-7 octobre 2021.

UNEP/MAP WG.509/31 (2021). Monitoring Guidelines/Protocols for Sample Preparation and Analysis of Sea Food for IMAP Common Indicator 20: Heavy and Trace Elements and Organic Contaminants. (Directives/Protocoles de surveillance pour la préparation et l'analyse des produits de la mer au titre de l'indicateur commun 20 de l'IMAP : éléments lourds et traces, et contaminants organiques) Réunion des Points focaux du MED POL, visioconférence, 6-7 octobre 2021.

UNEP/MAP WG.492/10/Rev.2 (2021). Integration and Aggregation Rules for Monitoring and Assessment of (IMAP Pollution and Marine Litter Cluster) (Règles d'intégration et d'agrégation pour la surveillance et l'évaluation du groupe IMAP Pollution et déchets marins). Réunion du Groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution dans le cadre de l'approche écosystémique, visioconférence, 26-28 avril 2021.

UNEP/MAP WG. 533/Inf.3 (2022). Adjusted Background (Assessment) Concentrations (BC/BAC)for Common Indicator 17 and Upgraded Approach for Environmental Assessment Criteria (EAC) (Concentrations de référence (d'évaluation) ajustées (BC/BAC) pour l'indicateur commun 17 et approche améliorée pour les critères d'évaluation environnementale (EAC)) pour les indicateurs communs 17, 18 et 20 de l'IMAP. Réunion du groupe de correspondance sur l'approche écosystémique sur la surveillance de la pollution dans le cadre de l'approche écosystémique, visioconférence, 27 et 30 mai 2022.

PNUE/PAM – MED POL (2022). UNEP/MED WG 533/10, Annexe VI. Data Standards and Data Dictionaries for IMAP Common Indicator 20. (Normes de données et dictionnaires de données pour l'indicateur commun 20 de l'IMAP) Réunion du Groupe de correspondance sur la surveillance de la pollution dans le cadre de l'Approche écosystémique, visioconférence, 27 et 30 mai 2022.

FDA des États-Unis http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/Metals/ucm115644.htm

Méthodes d'analyse des indicateurs

Définition de l'indicateur

Nombre de contaminants réglementés* détectés dans des espèces commerciales.

Proportion de contaminants réglementés* détectés dépassant les limites réglementaires.

Sous-indicateurs : d'autres substances chimiques pertinentes et polluants émergents sont recommandés pour un suivi fondé sur les décisions nationales.

*La liste complète des paramètres chimiques et connexes à déclarer au titre de l'indicateur commun 20 de l'IMAP par les Parties contractantes figure dans les Normes de données pour l'indicateur commun 20 de l'IMAP. Cette liste comprend le cadmium (Cd), le mercure (Hg), le plomb (Pb), le benzo(a)pyrène, et la somme de quatre hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : benzo(a)pyrène, benz(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène et chrysène. Elle comprend également la somme des dioxines (WHO-PCDD/F-TEQ), la somme combinée des dioxines et des PCB de type dioxine (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ), ainsi que la somme des six PCB (ICES 6) : PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 et PCB180. Les concentrations limites pour les contaminants réglementés, telles qu'incluses dans les Normes de données et dictionnaires de données pour l'indicateur commun 20 de l'IMAP, sont fournies dans la section ci-dessous intitulée *Analyse statistique et base d'agrégation – Critères d'évaluation*.

Les contaminants non réglementés peuvent également être inclus dans le programme de surveillance de l'indicateur commun 20 de l'IMAP ; toutefois, les seuils de concentration pour ces substances n'ont pas encore été définis dans la législation européenne.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

Méthodologie de calcul des indicateurs

Nombre de contaminants détectés : surveillance assurée par les organismes nationaux de réglementation et d'inspection, via des statistiques et bases de données.

Nombre de contaminants détectés dépassant les limites réglementaires : surveillance également assurée par les autorités nationales via statistiques et bases de données.

La procédure analytique détaillée pour les contaminants réglementés au titre de l'indicateur commun 20, ainsi que les autres paramètres obligatoires, incluant l'échantillonnage, le transport des échantillons, la détermination analytique des indicateurs et sous-indicateurs, ainsi que le contrôle qualité des données, est décrite dans le document D-1. Directives/Protocoles de surveillance pour l'échantillonnage et la détermination des contaminants dans les produits de la mer.

Unités de l'indicateur

Valeurs de concentration exprimées dans les unités de mesure appropriées : mg/kg de poids humide pour les métaux et µg/kg de poids humide pour les non-métaux, telles que définies dans les Normes de données pour l'indicateur commun 20 de l'IMAP.

Pourcentage (%) des contaminants réglementés* détectés dépassant les limites réglementaires, rapporté au nombre total de contaminants mesurés.

Fiabilité et incertitudes des données

Jusqu'en 2023, l'AIEA/MESL, en collaboration avec le PNUE/PAM – MED POL, a réalisé 56 comparaisons interlaboratoires/essais d'aptitude pour l'analyse des éléments traces et des contaminants organiques, ainsi que 64 formations sur l'analyse de ces contaminants dans des échantillons marins. Plus de 370 analystes de laboratoires ont été formés au MESL. Depuis 2018, la portée des essais d'aptitude et des formations a été ajustée pour répondre aux besoins des laboratoires méditerranéens dans la mise en œuvre des programmes de surveillance des éléments traces (couvrant les métaux lourds obligatoires, à savoir le cadmium, le mercure, le plomb et le cuivre, conformément aux exigences de l'IMAP, ainsi que d'autres éléments tels que l'aluminium, l'arsenic, le cobalt, le chrome, le fer, le lithium, le manganèse, le nickel et le zinc) et des contaminants organiques dans le cadre de l'indicateur commun 17 de l'IMAP (couvrant les contaminants organiques obligatoires, notamment les pesticides organochlorés, les congénères de biphényles polychlorés et les hydrocarbures aromatiques polycycliques, également en conformité avec les exigences de l'IMAP). Les laboratoires nationaux désignés qui participent aux essais d'aptitude reçoivent, avec l'échantillon, des instructions claires sur la manière de traiter l'échantillon d'essai et de rapporter les résultats. Ils doivent utiliser des méthodes analytiques établies et sont encouragés à appliquer des procédures de contrôle qualité et d'assurance qualité en laboratoire. Les résultats d'analyse d'un échantillon témoin de contrôle qualité (CQ) correspondant à la matrice doivent être rapportés en parallèle avec les résultats de l'échantillon d'essai.

À partir de 2024, la portée des essais d'aptitude et des formations a été élargie afin de renforcer les capacités des laboratoires nationaux pour la surveillance de l'eutrophisation (Indicateurs communs 13 et 14 de l'IMAP : nutriments inorganiques dans les eaux de mer à haute salinité, dans les eaux estuariennes et à faible salinité, ainsi que chlorophylle a et phaeopigments dans l'eau de mer) et des contaminants dans les produits de la mer (Indicateur commun 20 de l'IMAP : métaux lourds, y compris les métaux obligatoires – Cd, Hg, Pb, Cu, ainsi que les autres éléments tels que Al, As, Co, Cr, Fe, Li, Mn, Ni et Zn comme précisé pour l'IC 17, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dioxines et PCB).

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

Méthodologie de surveillance : périmètre temporel et spatial

Méthodologies disponibles pour la surveillance et les protocoles associés

S'appuyant sur les éléments développés dans le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP, 2016), les Directives de surveillance structurées autour des protocoles techniques propres à l'indicateur commun 20 ont été élaborées par le programme MED POL en coopération avec l'AIEA/MESL. Ces lignes directrices ont été approuvées lors de la réunion des points focaux du MED POL (2021).Elles s'appuient sur les connaissances et pratiques acquises au cours de plus de 40 années de mise en œuvre du suivi MED POL, ainsi que sur des publications récentes, en mettant en évidence les pratiques actuelles des laboratoires marins des Parties contractantes, ainsi que celles d'autres Conventions sur les mers régionales et de l'Union européenne. Une analyse approfondie des pratiques existantes du PNUE/PAM, du PNUE et de l'AIEA, ainsi que d'HELCOM, d'OSPAR et du Centre commun de recherche de la Commission européenne, a été menée afin de soutenir une approche innovante pour la préparation des lignes directrices et protocoles de surveillance de l'IMAP. Les méthodologies et pratiques de surveillance y sont exposées en détail : échantillonnage, conservation et transport des échantillons, préparation et analyse des échantillons, assurance qualité et transmission des données de surveillance. Ces lignes directrices sont destinées à être utilisées par les laboratoires compétents pour IMAP afin de garantir la représentativité et la précision des résultats analytiques. Ces lignes directrices présentent une synthèse des meilleures pratiques disponibles en matière de surveillance marine, en intégrant des approches analytiques complètes et cohérentes, applicables afin de garantir la représentativité et la précision des résultats nécessaires à la production de données de surveillance fiables et validées.

Les Directives de surveillance pour l'indicateur commun 20 de l'IMAP définissent les pratiques suivantes en matière de surveillance et de compte (https://www.iaea.org/about/organizational-structure/department-of-nuclear-sciences-and-applications/division-of-iaea-environment-laboratories/marine-environmental-studies-laboratory/unep-map-med-pol-integrated-monitoring-and-assessment-programme-imap-monitoring-guidelines) :

- D-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Sampling and determination of contaminants in seafood (Directives de surveillance pour l'indicateur commun 20 de l'IMAP relatives à l'échantillonnage et à la détermination des contaminants dans les produits de la mer)
- E-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Analytical Quality Assurance for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour l'assurance qualité analytique des indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP)
- F-1. Monitoring Guidelines/Protocols for Reporting Monitoring Data for IMAP Common Indicators 13, 14, 17, 18 and 20 (Protocoles pour la transmission des données de surveillance pour les indicateurs communs 13, 14, 17, 18 et 20 de l'IMAP).

Sources de données disponibles

i. Système d'information de l'IMAP (http://imapinfosystem.info-rac.org/app/#/) – un ensemble de données a été communiqué par une Partie contractante pour l'indicateur commun 20, ainsi que des données sur les contaminants dans le biote (IC 17).

ii. Littérature récemment réexaminée, en raison de l'absence de données *in situ* déclarées pour l'indicateur commun 20, comme décrit dans l'évaluation thématique de l'indicateur commun 20 et l'Évaluation de la pollution dans le Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée

Deux autres sources de données potentielles :

i. Données/rapports pouvant être disponibles sur https://cdr.eionet.europa.eu/ (directive-cadre stratégie pour le milieu marin – DCSMM), à discuter avec EIONET.

ii. Données potentiellement disponibles dans la base de données de la CGPM–FAO pour la mer Méditerranée.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

Orientation relative à la portée spatiale et à la sélection des stations de surveillance

Des méthodologies fondées sur les risques ont été utilisées autant que possible pour définir la portée de la surveillance de l'indicateur commun 20 de l'IMAP, ainsi que pour l'établissement des réseaux nationaux de surveillance.

Le document D-1. Monitoring Guidelines/Protocols for IMAP CI 20 (Lignes directrices/protocoles de surveillance pour l'indicateur commun 20 de l'IMAP) définit une procédure analytique détaillée pour l'échantillonnage et la détermination des contaminants dans les produits de la mer.

Orientation relative à la portée temporelle

Des méthodologies fondées sur les risques ont été utilisées autant que possible pour définir la portée de la surveillance de l'indicateur commun 20 de l'IMAP, ainsi que pour l'établissement des réseaux nationaux de surveillance. La portée temporelle est fortement liée à la fiabilité des données et à l'incertitude de l'indicateur. Les statistiques annuelles constituent la période de référence de base.

Analyse des données et résultats de l'évaluation

Analyse statistique et base pour l'agrégation – Critères d'évaluation

La surveillance doit permettre les traitements statistiques nécessaires ainsi que l'évaluation des tendances à long terme. L'élaboration et la mise en place des critères d'évaluation permettant de déterminer l'état de l'environnement est une tâche complexe. Elle devient encore plus difficile lorsqu'on passe des évaluations locales aux évaluations sous-régionales et régionales.

Les valeurs EAC méditerranéens pour l'indicateur commun 20, telles qu'approuvées par la Réunion du Groupe de correspondance sur la pollution (CorMon Pollution, 27 et 30 mai 2022) (document UNEP/MED WG.533/10, annexe III, appendice 1), et adoptées par la décision 26/3 (COP23, 2023) relative au Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et à la politique renouvelée fondée sur l'approche écosystémique en Méditerranée, sont présentées ci-dessous dans les tableaux 1 à 3. Elles sont basées sur les teneurs maximales réglementaires applicables à certains contaminants dans les denrées alimentaires, telles que définies dans les directives de l'UE : 1881/2006, 1259/2011, et leurs amendements 488/2014 et 1005/2015. L'approbation des valeurs MedEAC pour l'indicateur commun 20 s'est fondée sur les résultats d'une enquête menée par le PNUE/PAM – MED POL sur les sources existantes fournissant les niveaux réels de contaminants détectés et le nombre de contaminants ayant dépassé les seuils réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés. Les tableaux 1 à 3 présentent les valeurs EAC de l'indicateur commun 20 pour les métaux traces (Cd, Hg et Pb) ainsi que pour les contaminants organiques (PCB, HAP et dioxines).

Les valeurs MedEAC pour l'indicateur commun 20 se situent dans la fourchette basse à moyenne des critères utilisés à l'échelle mondiale, tout en présentant l'avantage d'être cohérentes avec la réglementation de l'Union européenne. Leur application homogène à l'ensemble de la région est nécessaire. Il convient également de souligner que ces valeurs ont été convenues au niveau de l'Union européenne en tenant compte des caractéristiques écosystémiques propres à la mer Méditerranée. Ces valeurs sont spécifiques aux taxons (poissons, moules, crustacés), et dans certains cas, spécifiques aux espèces.

Tableau 1. Valeurs EAC méditerranéennes pour l'indicateur commun 20 relatives aux métaux traces, telles qu'approuvées par la Réunion du CorMon Pollution (27 et 30 mai 022), fondées sur les teneurs maximales réglementaires en métaux traces dans les denrées alimentaires destinées à la protection de la santé humaine, telles que définies dans la directive 1881/2006/CE et ses amendements 488/2014 et 1005/2015. Les concentrations sont présentées en mg/kg de poids humide.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

Les nouveaux EAC de l'indicateur commun 20 pour les métaux à l'état de traces - Directive UE 1881/2006 et ses amendements 488/2014 et 1005/2015

Matrice	TM, mg/kg de poids humide		
	Cd	**Hg**	**Pb**
muscle de poisson	0,05-0,25	0,5-1	0,3
Céphalopodes	1		1
Crustacés	0,5	0,5	0,5
Mollusque bivalve	1		1,5

Tableau 2. Valeurs EAC méditerranéennes pour l'indicateur commun 20 de l'IMAP relatives au benzo(a)pyrène et à la somme de quatre HAP, telles qu'approuvées par la Réunion du CorMon Pollution (27 et 30 mai 2022), sur la base des teneurs maximales réglementaires pour ces contaminants dans les denrées alimentaires destinées à la protection de la santé humaine, conformément aux règlements (UE) 835/2011 et 1259/2011 modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006. Les concentrations sont présentées en µg/kg de poids humide.

Nouvelles valeurs des critères d'évaluation environnementale pour l'indicateur commun 20 relatives au benzo(a)pyrène et à la sommede quatre HAP (benzo(a)pyrène, benz(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène et chrysène) – Règlement (CE) n 1881/2006 et ses amendements n° 835/2011 et 1259/2011.

Matrice	**Niveaux maximaux (µg kg^{-1} de poids humide)**	
	Benzo(a)pyrène	**Somme de benzo(a)pyrène, benzo(a)anthracène, benzo(a)fluoranthène et chrysène**
Muscle de poisson fumé	2-5	12-30
Mollusques bivalves fumés	6	35
Mollusque bivalve (frais, réfrigéré ou congelé)	5	30

Tableau 3. Valeurs EAC méditerranéennes pour l'indicateur commun 20 relatives aux dioxines et aux PCB, telles qu'approuvées par la Réunion du CorMon Pollution (27 et 30 mai 2022), sur la base des teneurs maximales réglementaires pour ces contaminants dans les denrées alimentaires destinées à la protection de la santé humaine, conformément au règlement (UE) n° 1259/2011 modifiant le règlement CE n° 1881/2006. Les concentrations sont présentées en poids humide.

Nouvelles valeurs EAC pour l'indicateur commun 20 relatives aux dioxines et aux **PCB – Règlement (UE) n° 1259/2011 modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006.**

Produits alimentaires	**Niveaux maximaux**		
	Somme des dioxines (WHO-PCDD/F-TEQ) (1) pg g^{-1} de poids humide	**Somme des dioxineset des PCB de type dioxine (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) (1) pg g^{-1} de poids humide**	**Somme des PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 et PCB180 (CIEM 6) ng g^{-1} de poids humide**
Muscle de poisson	3,5	6,5	75
Foie de poisson	3,5	20	200
Muscle d'anguille	3,5	10	300

(1) *Dioxines (somme des dibenzo-para-dioxines polychlorées (PCDD) et des dibenzofuranes polychlorés (PCDF)), exprimée en équivalent toxique selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS)à l'aide des facteurs d'équivalence toxique de l'OMS (FET-OMS) ; et somme des dioxines et des PCB de type dioxine (somme des PCDD, des PCDF et des biphényles polychlorés (PCB)), exprimée en équivalent toxique selon l'OMS à l'aide des FET-OMS. FET-OMS pour l'évaluation des risques pour la santé humaine, fondés sur les conclusions de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) (Pour les valeurs des FET, voir la note 31 du règlement (CE) n° 1259/2011 – annexe 1.1.9.).*

Lorsque les poissons sont destinés à être consommés entiers, la teneur maximale s'applique à l'ensembledu poisson.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

Évaluation des contaminants dans les produits de la mer

La précédente évaluation de l'indicateur commun 20 de l'IMAP, réalisée lors de la préparation du Rapport 2017 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR 2017), s'était fondée sur des études bibliographiques et des publications scientifiques concernant la mer Méditerranée. Aucun ensemble de données n'avait été transmis au MEDPOL pour l'indicateur commun 20 de l'IMAP. Le MED QSR 2017 avait conclu que « quelques études de recherche et rapports d'orientation politique de l'UE, par exemple en lien avec la DCSMM dans certains pays méditerranéens, avaient examiné la présence de contaminants dans les produits de la mer dans une optique environnementale, c'est-à-dire selon l'approche écosystémique, et avaient relevé des dépassements des seuils réglementaires établis par les normes en vigueur. »

En raison du manque de données déclarées dans le système d'information de l'IMAP, il n'a pas été possible de mettre en œuvre les recommandations de la COP 19 relatives aux évaluations intégrées fondées sur des données validées. Par conséquent, la contribution à l'évaluation environnementale initiale de l'indicateur commun 20 dans le cadre du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR 2023) a été élaborée selon deux approches complémentaires :

i. **L'évaluation environnementale initiale illustrative de l'indicateur commun 20 fondée sur les données déclarées dans le Système d'information intégré de surveillance et d'évaluation de l'IMAP pour les contaminants de l'indicateur commun 17 dans** le biote, en raison de l'absence de données *in situ* rapportées pour l'indicateur commun 20. Des données de l'indicateur commun 17 pour *Mytilus galloprovincialis* étaient disponibles uniquement pour la sous-région WMS (Méditerranée occidentale) et pour l'ADR (Adriatique), tandis que des données sur les métaux traces (TM) de l'indicateur commun 17 pour Mullus barbatus étaient disponibles pour l'ADR (56 points de mesure), la CEN (mer Ionienne et centrale – 15 points de mesure) et l'AEL (Égée et Levantine – 213 points de mesure).

ii. **L'évaluation environnementale de l'indicateur commun 20 fondée sur la littérature scientifique récente avec comité** de lecture, en l'absence de données *in situ* rapportées dans le Système d'information intégré de surveillance et d'évaluation de l'IMAP pour l'indicateur commun 20. L'examen des données issues de la littérature a été mené par sous-région, en comptabilisant le nombre de fois où certains contaminants (Cd, Hg, Pb, B(a)P) et groupes de contaminants (∑ 4 HAP, ∑ 6 PCB, PCDD/F et ∑ (PCDD/F + PCB de type dioxine)) ont été abordés dans les publications. Il en ressort 37 occurrences pour la WMS, 25 pour l'ADR, 24 pour la CEN et 23 pour la sous-région AEL.

Des informations complémentaires figurent dans les évaluations thématiques des contaminants dans les produits de la mer et dans l'évaluation de la pollution du MED QSR 2023.

Lacunes et incertitudes connues en Méditerranée

Étant donné que l'indicateur commun 20 de l'IMAP est un nouvel indicateur dans le cadre de la mise en œuvre de l'IMAP, il a été nécessaire d'en déterminer l'applicabilité au-delà de la protection des consommateurs et de la santé publique, bien qu'il reflète intuitivement l'état de santé de l'environnement marin en ce qui concerne les bénéfices qu'il fournit (par exemple, pour le secteur de la pêche). Ainsi, les protocoles de surveillance, les approches fondées sur les risques, les méthodes d'analyse et les méthodologies d'évaluation devront faire l'objet d'un examen approfondi entre les autorités nationales de sécurité sanitaire des aliments des Parties contractantes, les organismes de recherche et/ou les agences environnementales.

Compte tenu des avancées significatives réalisées au cours des derniers biennia en matière d'harmonisation des pratiques de surveillance et de développement d'outils d'évaluation environnementale — ainsi que de la meilleure disponibilité des critères d'évaluation —, il est essentiel de poursuivre en adoptant une approche multidisciplinaire nécessaire à l'évaluation du bon état écologique pour l'indicateur commun 20. En s'appuyant sur les acquis obtenus jusqu'en 2023 dans le cadre de la préparation du MED QSR 2023, plusieurs lacunes en matière de connaissances ont été identifiées dans la surveillance et l'évaluation de l'indicateur

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 20. Niveaux réels de contaminants détectés et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux réglementaires maximaux dans les produits de la mer couramment consommés (OE9)

commun 20. Celles-ci devront être traitées conformément aux recommandations formulées lors de la réunion des points focaux du MED POL de 2023.

- Une approche multidisciplinaire sera essentielle pour garantir l'évaluation du BEE au titre de l'indicateur commun 20, en mettant en œuvre des actions prioritaires destinées à combler les lacunes existantes, notamment : définir un pourcentage maximal de contaminants réglementés détectés dépassant les limites réglementaires dans les produits de la mer, au-delà duquel un mauvais état écologique doit être attribué à la zone évaluée ;
- Intégrer des évaluations du risque pour la santé humaine lié à la consommation de produits de la mer, en calculant notamment l'apport quotidien estimé (EDI), le quotient de danger ciblé (THQ), le risque sanitaire total (HI), et le risque de cancer ;
- Intégrer à l'évaluation globale l'ensemble des contaminants analysés, en tenant également compte d'autres facteurs tels que les effets synergiques entre contaminants et les échelles spatiales et temporelles ;
- Harmoniser le choix des espèces entre les Parties contractantes, en utilisant les données issues des rapports nationaux sur la sécurité des produits de la mer et en coopérant avec les autorités sanitaires nationales pour compléter la déclaration de données dans le système d'information intégré de surveillance et d'évaluation de l'IMAP ;
- Examiner et coordonner entre les Parties contractantes, les autorités nationales de sécurité sanitaire des aliments, les organismes de recherche et/ou les agences environnementales les protocoles de surveillance, les approches fondées sur les risques, les méthodes analytiques et les méthodologies d'évaluation ;
- Déterminer l'applicabilité de l'indicateur commun 20 au-delà de la protection des consommateurs et de la santé publique, bien qu'il reflète intuitivement l'état de santé de l'environnement marin au regard des services qu'il rend (par exemple, dans le secteur de la pêche).

Contacts et date des versions

http://www.unepmap.org

N° de version	**Date**	**Auteur**
V.1	31/05/17	MED POL
V.2	12/12/18	MED POL
V.3	31/05/2019	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
Version finale	09/09/2019	Approuvée par la 7ème Réunion du Groupe de coordination de l'EcAp
V4	28/05/2025	Réunion conjointe des groupes CorMon Pollution et Déchets marins
V5	19/06/2025	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
Version finale	15/09/2025	Approuvée par la 12ème Réunion du Groupe de coordination de l'EcAp

11. La révision de l'**Indicateur commun 21** du Programme IMAP **(OE9)** : « Pourcentage de mesures de concentration d'entérocoques intestinaux conformes aux normes établies » est présentée dans le tableau ci-dessous.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 21. Pourcentage de mesures de concentration d'entérocoques intestinaux conformes aux normes établies (OE9)	
Définition pertinente du bon état écologique	**Objectif opérationnel connexe**	**Cible(s) proposée(s)[31]**
Les concentrations d'entérocoques intestinaux sont conformes aux normes établies	La qualité de l'eau dans les eaux de baignade et autres zones de loisirs ne nuit pas à la santé humaine	Tendance à la hausse du pourcentage de mesures de concentration d'entérocoques intestinaux relevant des catégories de bon état écologique approuvées, telles qu'établies dans la décision IG.20/9 et la directive 2006/7 de l'UE.

Justification

Justification du choix des indicateurs

La mer Méditerranée continue d'attirer chaque année un nombre croissant de touristes internationaux et locaux qui, parmi leurs activités, utilisent la mer à des fins récréatives. La mise en place de stations d'épuration et la construction d'émissaires sous-marins ont permis de réduire le risque de pollution microbiologique, bien que des points chauds importants persistent. Des concentrations élevées d'entérocoques intestinaux dans les eaux marines récréatives (littoral, plages, zones touristiques, etc.) sont connues comme indicateurs de la présence de pathogènes d'origine humaine, ce qui constitue un enjeu de santé publique majeur, mais aussi économique. Ainsi, les concentrations d'entérocoques intestinaux sont fréquemment utilisées comme indicateurs bactériens de contamination fécale ou comme indicateurs généraux de pollution fécale dans le milieu marin. Il a été suggéré, puis démontré, que *les espèces d'entérocoques* pourraient être plus appropriées que *la bactérie Escherichia coli* traditionnelle pour évaluer la pollution fécale dans les eaux marines. Actuellement, il s'agit du seul indicateur bactérien fécal recommandé par l'Agence américaine de protection de l'environnement (US EPA, 2012) pour les eaux saumâtres et marines, car il présente une meilleure corrélation que les coliformes fécaux ou *E. coli*. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) soutient également cette approche (Ashbolt et al., 2001 ; Kay et al., 2004). Cet indicateur a donc été retenu dans le cadre du Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) du PNUE/PAM.

Références scientifiques

Ashbolt, N.J., Grabow, W.O.K, and Snozzi, M., 2001. Indicators of microbial water quality, Chapter 13. Paru dans : Water Quality: Guidelines, Standards and Health. 2001 Organisation mondiale de la Santé (OMS). Édité par Lorna Fewtrell et Jamie Bartram. Publié par IWA Publishing, Londres, Royaume-Uni.

Cabelli V.J., Dufour A.P., Levin M.A., McCabe L.J., Haberman P.W. 1979. Relationship of microbial indicators to health effects at marine bathing beaches. Am. J. Public Health, 69, 690–696

Byappanahalli, MN. *et al.*, 2012. Enterococci in the environment. Microbiol. Mol. Biol.Rev., 76, 685-706

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

[31] À la suite des décisions qui seront prises lors de la présente réunion concernant les ajustements mineurs des cibles, tels que décrits dans le document de travail UNEP/MED WG.624/3, les cibles révisées seront intégrées aux fiches techniques révisées des indicateurs de pollution de l'IMAP.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 21. Pourcentage de mesures de concentration d'entérocoques intestinaux conformes aux normes établies (OE9)

Kay D, *et al.* 1994. Predicting likelihood of gastroenteritis from sea bathing: results from randomised exposure. Lancet, 344, 905-909

Prüss A. 1998. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. Int. J. Epidemiol., 27, 1–9

US EPA RWQC 2012. Recreational Water Quality Criteria. OFFICE OF WATER 820-F-12-058. Document scientifique.

Contexte stratégique et cibles

Description du contexte stratégique

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) s'intéresse depuis de nombreuses années aux aspects sanitaires de la gestion des ressources en eau, et a publié divers documents concernant la sécurité de l'environnement aquatique, y compris les eaux marines, et son importance pour la santé. Des directives méditerranéennes révisées sur la qualité des eaux de baignade ont été élaborées en 2007, sur la base des directives de l'OMS sur les « eaux récréatives sûres » et de la directive européenne relative aux « eaux de baignade » (Directive 2006/7/CE), ainsi que de la décision IG.20/9 (Critères et normes de qualité des eaux de baignade dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 7 du Protocole LBS, COP 17, Paris, 2012). Cette proposition visait à fournir des critères et normes actualisés utilisables dans les pays méditerranéens, et à harmoniser leur législation afin d'obtenir des données homogènes. Par conséquent, les normes de qualité des eaux de baignade dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 7 du Protocole LBS peuvent être utilisées pour définir le bon état écologique de l'indicateur relatif aux pathogènes dans les eaux de baignade.

Cibles

La cible initiale du bon état écologique pour l'indicateur commun 21 est une tendance à la hausse du pourcentage de mesures indiquant que les niveaux d'entérocoques intestinaux sont conformes aux normes nationales ou internationales établies, ainsi qu'à l'approche méthodologique elle-même. En particulier, conformément à la décision IG.20/9 et à la directive 2006/7/CE de l'UE, les catégories de qualité « excellente » (95ème centile < 100 UFC/100 mL) ou « bonne » (95ème centile < 200 UFC/100 mL) s'appliquent à la « dernière évaluation », c'est-à-dire les quatre dernières années.

La décision IG.20/9 relative *aux critères et normes de qualité des eaux de baignade* — adoptée dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 7 du Protocole LBS (COP 17, Paris, 2012 ; PNUE/PAM, 2012) — a établi des valeurs seuils pour la qualité des eaux de baignade dans la région méditerranéenne, comme indiqué dans la section de référence. Ces valeurs ont été utilisées pour la préparation de l'évaluation de la qualité des eaux de baignade dans le cadre du rapport MED QSR 2023 afin de définir la limite entre le bon état écologique et le mauvais état écologique en ce qui concerne les pathogènes dans les eaux de baignade. L'échelle d'évaluation présentée ci-dessous a été élaborée et appliquée dans les sous-régions méditerranéennes pour évaluer le bon état écologique, lorsque cela était applicable.

- Une échelle d'évaluation à quatre classes — Catégorie A : excellente, Catégorie B : bonne, Catégorie C : suffisante, Catégorie D : médiocre/action immédiate — est établie conformément à la décision IG.20/9 et à la directive 2006/7/CE. Les catégories A, B et C sont considérées comme conformes au bon état écologique, tandis que la catégorie D est classée comme non conforme au bon état écologique pour les entérocoques intestinaux (EI) dans les eaux de baignade méditerranéennes.
- Un seuil délimitant le bon état écologique/mauvais état écologique est défini. La règle décisionnelle pour déterminer le statut de bon ou de mauvais état écologique repose sur la comparaison des résultats d'évaluation avec la valeur limite définie pour la catégorie D.
- La classification des eaux de baignade est fondée sur le 90ème ou le 95ème centile de la fonction de densité de probabilité log-normale des données microbiologiques. Chaque site doit disposer d'au moins 16 données collectées sur quatre saisons balnéaires, avec un minimum

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 21. Pourcentage de mesures de concentration d'entérocoques intestinaux conformes aux normes établies (OE9)

de quatre échantillons par saison, et un intervalle entre les prélèvements n'excédant pas un mois (des exceptions sont prévues dans la directive 2006/7/CE et la décision IG.20/9).

Documents d'orientation

Documents d'orientation générale

Décision IG.21/3 (COP18, 2013) relative à l'Approche écosystémique, incluant l'adoption des définitions du bon état écologique (BEE) et des cibles (UNEP(DEPI)/MED IG.21/9).

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes (UNEP(DEPI)/MED IG.22/28).

Décision IG.21/3 (COP18, 2013) relative à l'Approche écosystémique, incluant l'adoption des définitions du bon état écologique (BEE) et des cibles (UNEP(DEPI)/MED IG.21/9).

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes (UNEP(DEPI)/MED IG.22/28).

Décision IG.25/1 (COP22, 2021) relative à la Stratégie à moyen terme du PNUE/PAM pour la période 2022-2027.

Décision IG.22/7 (COP19, 2016) relative au Programme de surveillance et d'évaluation intégrées (IMAP) de la mer et des côtes méditerranéennes et aux critères d'évaluation connexes.

Décision IG.23/6 (COP20, 2017) relative au Rapport sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée 2017.

Décision IG.24/4 (COP21, 2019) relative aux études d'évaluation.

Décision IG.26/3 (COP23, 2023) relative au Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée et à une politique renouvelée d'approche écosystémique en Méditerranée.

Directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (Directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » et mises à jour en 2010).

Directive (UE) 2017/845 de la Commission modifiant la directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les listes indicatives d'éléments à prendre en compte pour l'élaboration des stratégies marines.

Décision (UE) 2017/848 de la Commission établissant des critères et des normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines, ainsi que des spécifications et des méthodologies normalisées de surveillance et d'évaluation, et abrogeant la décision 2010/477/UE.

Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (et révisions actualisées).

Décision (CE) nº 2013/480/UE de la Commission établissant, conformément à la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, les valeurs des classifications du système de contrôle des États membres à la suite de l'exercice d'interétalonnage et abrogeant la décision 2008/915/CE.

Rapport 2017 sur la qualité de la Méditerranée, https://www.medqsr.org/fr/

Rapport 2023 sur la qualité de la Méditerranée, https://spa-rac.org/fr/

UNEP(DEPI)/MED IG.22/Inf.7. (2016) Lignes directrices sur la surveillance et l'évaluation intégrées

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 21. Pourcentage de mesures de concentration d'entérocoques intestinaux conformes aux normes établies (OE9)

Documents stratégiques relatifs aux eaux de baignade

Décision IG.20/9. Critères et normes de qualité des eaux de baignade dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 7 du Protocole LBS. COP 17, Paris, 2012).

Directive 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade et abrogeant la directive 76/160/CEE

(https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0007&from=FR)

PNUE/PAM MED POL, 2010. Assessment of the state of microbial pollution in the Mediterranean Sea. MAP Technical Reports Series No. 170 (Amended). (Évaluation de l'état de la pollution microbiologique en mer Méditerranée [version amendée], Série de rapports techniques du PAM n° 170 (version amendée))

UNEP/MED WG.556/Inf.13/Rev.1. (2023), The Marine Environment Assessment in the Areas with Insufficient Data: The Results of Assessment for IMAP Common Indicator 21 in the Mediterranean (Évaluation de l'environnement marin dans les zones à données insuffisantes : résultats de l'évaluation pour l'indicateur commun 21 du programme IMAP en Méditerranée).

Méthodes d'analyse des indicateurs

Définition de l'indicateur

La concentration (unité formant colonie, UFC) d'entérocoques intestinaux dans un échantillon d'eau (normalisée à 100 mL) prélevé à un emplacement donné sur une plage.

Méthodologie de calcul des indicateurs

Pour le calcul de l'indicateur, la méthodologie est définie par la directive 2006/7/CE, selon les spécifications suivantes :

Sur la base de l'évaluation centile de la fonction de densité de probabilité log-normale (log_{10}) des données microbiologiques recueillies pour une eau de baignade donnée, les valeurs des $90^{ème}$ et $95^{ème}$ centiles sont calculées comme suit :

1) Prendre la valeur log_{10} de tous les dénombrements bactériens de la séquence de données à évaluer. (Si une valeur nulle est obtenue, utiliser à la place la valeur log_{10} de la limite minimale de détection de la méthode analytique employée.)

2) Calculer la moyenne arithmétique des valeurs log_{10} (μ).

3) Calculer l'écart type des valeurs log_{10} (σ).

Le 90ème centile supérieur de la fonction de densité de probabilité est dérivé selon la formule suivante : 90ème centile supérieur = antilog(μ + 1,282 σ) Le 95ème centile supérieur de la fonction de densité de probabilité est dérivé selon la formule suivante : 95ème centile supérieur = antilog (μ + 1,65 σ)

Unités de l'indicateur

Les 90ème et 95ème centiles de la fonction de densité de probabilité log-normale (log_{10}) des ensembles de données UFC mesurés à un emplacement donné, conformément aux protocoles et normes établis de surveillance et d'évaluation.

Liste des documents d'orientation et protocoles disponibles

ISO 7899-1 [Qualité de l'eau – Détection et dénombrement des entérocoques intestinaux – Partie 1 : Méthode miniaturisée (nombre le plus probable) pour les eaux de surface et les eaux usées]

ISO 7899-2 [Qualité de l'eau – Détection et dénombrement des entérocoques intestinaux – Partie 2 : Méthode par filtration sur membrane]

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 21. Pourcentage de mesures de concentration d'entérocoques intestinaux conformes aux normes établies (OE9)

Directives de l'OMS pour la sécurité des environnements aquatiques à usage récréatif. Volume 1 : Eaux côtières et douces, 2003.

Directives de l'OMS pour la sécurité des environnements aquatiques à usage récréatif. Volume 2 : Piscines et environnements similaires, 2006.

Directives méditerranéennes révisées sur la qualité des eaux de baignade, fondées sur les directives de l'OMS relatives aux environnements aquatiques récréatifs sûrs, sur la directive européenne relative aux eaux de baignade (UE/2006/7), et sur la décision IG.20/9 relative aux critères et normes de qualité des eaux de baignade dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 7 du Protocole LBS, 2007.

Agence européenne pour l'environnement (AEE). Centre thématique européen sur les eaux intérieures, côtières et marines, 2021.

Fiabilité et incertitudes des données

Comme en chimie analytique, la fiabilité des données provient du maintien de programmes internes d'assurance/contrôle qualité (AQ/CQ) dans les laboratoires nationaux, ainsi que de la participation régulière à des essais interlaboratoires ou de tests de performance. Il convient de mentionner que le niveau d'incertitude des mesures peut être considéré comme faible, sous réserve que les conditions ci-dessus soient remplies. En revanche, la méthodologie ISO 7899-2 décrit l'isolement des entérocoques intestinaux (*Enterococcus faecalis, E. faecium, E. durans* et *E. hirae*), tout en signalant que d'autres espèces du genre Enterococcus ainsi que certaines espèces du genre Streptococcus (notamment *S. bovis* et *S. equinus*) peuvent être détectées occasionnellement. Ces espèces de Streptococcus ne survivent pas longtemps dans l'eau et ne sont probablement pas dénombrées de manière quantitative. Enfin, pour les besoins de l'analyse des eaux, *les entérocoques* peuvent être considérés comme des indicateurs de pollution fécale, bien qu'il faille noter que certains entérocoques présents dans l'eau peuvent aussi provenir d'autres habitats.

Méthodologie de surveillance : périmètre temporel et spatial

Méthodologies disponibles pour la surveillance et les protocoles associés

Les directives méditerranéennes révisées sur la qualité des eaux de baignade ont été formulées en 2007, sur la base des directives de l'OMS relatives aux « environnements aquatiques récréatifs sûrs », de la directive européenne relative aux eaux de baignade (UE/2006/7), et de la décision IG.20/9 relative aux critères et normes de qualité des eaux de baignade dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 7 du Protocole LBS (COP 17, Paris, 2012). Cette proposition visait à fournir des critères et normes actualisés utilisables dans les pays méditerranéens, et à harmoniser leur législation afin d'obtenir des données homogènes.

Sources de données disponibles

i. Système d'information de l'IMAP (http://imapinfosystem.info-rac.org/app/#/).

ii. Agence européenne pour l'environnement (AEE) (https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/bathing-water-quality ; https://www.eea.europa.eu/themes/water/europes-seas-and-coasts/assessments/state-of-bathing-water/state-of-bathing-waters-in-2020).

Orientation relative à la portée spatiale et à la sélection des stations de surveillance

L'échantillonnage doit être effectué dans les eaux récréatives où la pollution microbiologique pourrait compromettre les usages récréatifs. Les mesures sont réalisées dans des stations de surveillance sélectionnées durant la saison balnéaire, ainsi que dans d'autres sites jugés préoccupants. La directive 2006/7/CE relative à la gestion de la qualité des eaux de baignade décrit en détail les éléments à prendre en compte pour l'élaboration d'une stratégie de surveillance.

Orientation relative à la portée temporelle

Conformément à l'annexe IV de la directive 2006/7/CE et à la décision IG.20/9, les orientations temporelles sont les suivantes :

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 21. Pourcentage de mesures de concentration d'entérocoques intestinaux conformes aux normes établies (OE9)

1. Un échantillon doit être prélevé peu avant le début de chaque saison balnéaire. En tenant compte de cet échantillon supplémentaire et sous réserve du point 2 (ci-dessous), au moins quatre échantillons doivent être prélevés et analysés par saison.

2. Toutefois, seulement trois échantillons doivent être prélevés et analysés par saison balnéaire, selon les modalités précisées dans la section ci-dessous sur l'évaluation, dans le cas d'un site de baignade qui :

(a) a une saison balnéaire ne dépassant pas huit semaines ; ou

(b) est situé dans une région présentant des contraintes géographiques particulières.

3. Les dates d'échantillonnage doivent être réparties sur l'ensemble de la saison balnéaire, avec un intervalle entre les prélèvements ne dépassant jamais un mois.

4. En cas de pollution de courte durée, un échantillon supplémentaire doit être prélevé pour confirmer la fin de l'incident. Cet échantillon ne doit pas être intégré à l'ensemble des données de qualité des eaux de baignade. S'il s'avère nécessaire de remplacer un échantillon écarté, un échantillon supplémentaire doit être prélevé sept jours après la fin de la pollution à court terme.

Analyse des données et résultats de l'évaluation

Analyse statistique et base pour l'agrégation – Critères d'évaluation

La décision IG.20/9 relative aux *critères et normes de qualité des eaux de baignade* — adoptée dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 7 du Protocole LBS (COP 17, Paris, 2012) — a approuvé les valeurs seuils pour la région méditerranéenne telles que présentées dans le tableau ci-dessous.

Catégories d'évaluation de la qualité microbiologique de l'eau basées sur les entérocoques intestinaux (ufc/100 mL) dans les eaux de baignade en Méditerranée (Décision IG.20/9)

Catégorie	**A**	**B**	**C**	**D**
Valeurs limites	< 100*	101-200*	185**	> 185**(1)
Qualité de l'eau	Excellente	Bonne	Suffisante	Mauvaise/Action immédiate

*Basé sur le 95ème centile ; ** Basé sur le 90ème centile ;

- (1) Pour un échantillon isolé, une action appropriée est recommandée dès lors que le
- dénombrement d'entérocoques intestinaux (EI) dépasse 500 ufc/100 mL.
- Pour les besoins de classification, un minimum de 12 résultats d'échantillonnage est requis, répartis sur 3 à 4 saisons balnéaires ; les exceptions relatives à l'évaluation des données de surveillance sont précisées dans la directive 2006/7/CE et la décision IG.20/9, comme décrit dans la section suivante sur les résultats d'évaluation.
- Méthode de référence pour l'analyse : ISO 7899-2, fondée sur la technique de filtration sur membrane, ou toute autre technique approuvée.
- Période transitoire de 4 ans (débutant le 1er janvier 2012).

La surveillance doit permettre les traitements statistiques nécessaires des données ainsi que les évaluations de tendances temporelles. Lorsqu'on envisage l'imbrication IMAP pour la présentation des résultats d'évaluation, un équilibre entre les données, les emplacements et la résolution spatiale doit être soigneusement considéré pour assurer la cohérence au sein des zones, puisque l'indicateur commun 21 est évalué dans les eaux côtières.

Évaluation de la qualité des eaux de baignade Pour les microorganismes pathogènes dans les eaux de baignade, la surveillance en vue de l'évaluation du bon état écologique peut être réalisée à l'échelle sous-régionale et/ou locale, en raison de la nature de la contamination microbiologique (l'impact est limité à une distance relativement courte de la source de pollution, en raison du temps de survie réduit des microorganismes dans l'eau de mer et des effets de dilution).Des cartes de distribution et des évaluations des tendances temporelles à court terme devraient également être utilisées.

En raison de données insuffisantes rapportées dans le Système d'information IMAP (IMAP IS), la mise en œuvre complète des recommandations de la COP 19 relatives aux évaluations intégrées

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 21. Pourcentage de mesures de concentration d'entérocoques intestinaux conformes aux normes établies (OE9)

basées sur des données contrôlées n'a pas été possible. Par conséquent, la contribution relative à l'évaluation environnementale de l'Indicateur commun 21 (IC 21) pour le Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR 2023) a été développée en améliorant l'approche appliquée dans le MED QSR 2017. Cette approche combine les résultats d'évaluation de neuf Parties contractantes, comme présenté dans le rapport de l'AEE sur l'état de la qualité des eaux de baignade en 2020 (https://www.eea.europa.eu/themes/water/europes-seas-and-coasts/assessments/state-of-bathing-water/state-of-bathing-waters-in-2020), avec l'évaluation des données de surveillance rapportées pour l'indicateur commun 21 dans le Système d'information IMAP par cinq Parties contractantes.

La méthodologie utilisée par l'AEE dans son évaluation 2020 de la qualité des eaux de baignade suit les lignes directrices de l'AEE pour les évaluations au titre de la directive sur les eaux de baignade. Cette approche est conforme aux exigences de la directive 2006/7/CE et à la décision IG.20/9 du programme de l'IMAP. Concrètement, les eaux de baignade ont été classées sur la base des valeurs des 90ème ou 95ème centiles dérivées de la fonction de densité de probabilité log-normale (log10) des données microbiologiques. Chaque site de surveillance comprenait au minimum 16 échantillons prélevés sur quatre saisons balnéaires, avec au moins quatre échantillons par saison.

Les exceptions à cette norme sont détaillées dans la directive 2006/7/CE et la décision IG.20/9. En résumé, les évaluations peuvent être réalisées à partir de données couvrant trois saisons balnéaires dans le cas d'un site nouvellement désigné ou ayant subi des changements significatifs susceptibles d'affecter sa classification. L'ensemble de données doit alors comprendre au moins 16 échantillons. Dans certaines situations particulières — par exemple lorsque la saison balnéaire ne dure pas plus de huit semaines ou lorsque le site est situé dans une région présentant des contraintes géographiques spécifiques — seuls 12 échantillons peuvent être utilisés (comme indiqué à l'annexe IV, paragraphe 2, de la directive).

La directive définit deux indicateurs microbiologiques principaux : *les entérocoques intestinaux* (EI) et *Escherichia coli* (E. coli), tous deux exprimés en unités formant colonie pour 100 mL (ufc/100 mL). La classification finale d'une eau de baignade est déterminée par le statut le plus faible des deux indicateurs. Par exemple, si la qualité de l'eau est classée « excellente » pour les EI mais « mauvaise » pour E. coli, la classification globale du site sera « mauvaise ».

La même méthodologie que celle utilisée dans l'évaluation AEE 2020 a été appliquée aux données rapportées dans le Système d'information IMAP par trois Parties contractantes, en utilisant les entérocoques intestinaux comme seul indicateur. Toutefois, cette méthodologie n'a pas pu être appliquée aux données de deux autres Parties contractantes, car les 16 points de données requis sur quatre saisons balnéaires consécutives n'étaient pas disponibles. Pour ces deux Parties, la classification a donc été basée sur la moyenne géométrique calculée pour chaque site. La moyenne géométrique a été retenue car elle réduit l'impact des valeurs aberrantes et est moins influencée par des distributions asymétriques que la moyenne arithmétique.

Le tableau ci-dessous compare les deux méthodologies.

Comparaison entre la méthodologie utilisée par l'AEE et celle utilisée dans le présent document pour l'évaluation de la qualité des eaux de baignade (IC 21)

Méthodologie de l'évaluation	**AEE**	**Évaluation actuelle de l'IC 21 de l'IMAP***
Catégorie d'évaluation	Basée sur les entérocoques intestinaux et Escherichia coli (ufc/100 mL)	Basée sur les entérocoques intestinaux (ufc/100 mL)
Nombre de points de données	Au moins 16	Moins de 16, selon la Partie contractante
Nombre d'années de surveillance	4	Moins de 4, selon la Partie contractante
Classification de la station	Évaluation par centile de la fonction de densité de probabilité log-normale (log_{10})	Moyenne géométrique

Titre de l'indicateur	Indicateur commun 21. Pourcentage de mesures de concentration d'entérocoques intestinaux conformes aux normes établies (OE9)

Des informations complémentaires sont fournies dans les évaluations thématiques sur les eaux de baignade et dans l'évaluation de la pollution du rapport MED QSR 2023.

Lacunes et incertitudes connues en Méditerranée

S'appuyant sur les avancées significatives réalisées au cours des derniers bienniums en matière d'harmonisation des pratiques de surveillance et de développement des outils d'évaluation environnementale, il est essentiel de garantir une évaluation solide du bon état écologique (BEE) pour l'indicateur commun 21 (IC 21). Cela nécessite de renforcer la notification des données afin d'améliorer la fiabilité et la confiance dans l'évaluation. Pour appliquer de manière cohérente la méthodologie d'évaluation uniforme à l'ensemble de la Méditerranée, un minimum de 16 points de données collectés sur quatre saisons balnéaires consécutives est requis. Cette exigence permettra d'améliorer de façon significative la comparabilité et la cohérence des résultats d'évaluation.

Contacts et date des versions

http://www.unepmap.org

N° de version	**Date**	**Auteur**
V.1	31/05/17	MED POL
V.2	12/12/18	MED POL
V.3	29/04/19	MED POL
Version finale	31/05/2019	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
V4	28/05/2025	Réunion conjointe des groupes CorMon Pollution et Déchets marins
V5	19/06/2025	Approuvé par la réunion des points focaux du MED POL
Version finale	15/09/2025	Approuvée par la 12ème Réunion du Groupe de coordination de l'EcAp