NATIONS UNIES

UNEP/MED WG.630/7

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 intégré révisé de suivi et d'évaluation (IMAP) pour la mer et le littoral méditerranéens:

Fiches d'orientation actualisées pour les indicateurs communs candidats IMAP 26 et 27

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 expose la révision des fiches techniques d'orientation pour les indicateurs communs candidats 26 et 27, en intégrant les avancées réalisées en matière de méthodologies de surveillance et d'évaluation, telles qu'approuvées dans le cadre de la préparation du MED QSR 2023 par les Réunions de 2023 des points focaux MED POL et du Groupe de correspondance intégré sur l'approche écosystémique.

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 candidats 26 et 27 de l'IMAP 1

1 Introduction

1. Le présent document présente les fiches techniques d'orientation révisées pour les indicateurs communs candidats 26 et 27 de l'IMAP, conformément à la décision IG.26/3 (COP 23, 2023) concernant le Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR) et la politique renouvelée de l'approche écosystémique en Méditerranée.

2. La révision actuelle s'appuie sur les résultats validés en soutien à la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR), tels qu'approuvés lors des réunions 2023 des points focaux du MED POL et du Groupe de correspondance sur l'approche écosystémique intégrée. Elle répond également à la demande de la réunion des points focaux du MED POL de 2019 en vue d'un approfondissement des fiches techniques d'orientation pour les indicateurs communs candidats 26 et 27 de l'IMAP, afin d'y intégrer les connaissances scientifiques en constante évolution.

3. Les avancées fondamentales ayant motivé la révision des fiches techniques d'orientation de l'IMAP pour les indicateurs communs candidats 26 (bruit impulsif) et 27 (bruit continu) comprennent :

a) Élaboration, test et mise en œuvre de méthodologies initiales d'évaluation du BEE pour les bruits impulsifs et continus

i) Des méthodologies d'évaluation ont été formulées pour les indicateurs communs candidats 26 et 27 dans le contexte de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR). Ces méthodologies ont été développées à partir des travaux du Groupe technique de l'Union européenne sur le bruit sous-marin, avec les contributions de l'ACCOBAMS et du PNUE/PAM-CAR/ASP.

ii) Plus précisément, la méthodologie d'évaluation appliquée dans le MED QSR 2023 et intégrée aux fiches techniques d'orientation de l'IMAP prévoit :

- Pour l'indicateur commun candidat 26 de l'IMAP, l'application de seuils au pourcentage d'habitat occupé par des espèces sensibles au bruit affectées par des événements de bruit impulsif, selon une approche basée sur les risques.
- Pour l'indicateur commun candidat 27 de l'IMAP, l'application d'un seuil unique au pourcentage d'habitat des espèces sensibles au bruit affectées par le bruit continu.

b) Renforcement des critères d'évaluation, notamment :

i) Définition de valeurs seuils pour maintenir le bon état écologique (BEE), tant pour les expositions de courte durée que de longue durée aux bruits impulsifs.

ii) Définition d'un seuil unique pour maintenir le bon état écologique en cas d'exposition au bruit continu.

iii) Application de ces seuils dans les évaluations du bruit pour déterminer le statut de bon état écologique ou de mauvais état écologique.

iv) Actualisation des analyses statistiques et des échelles temporelles afin de soutenir les méthodologies d'évaluation des indicateurs communs candidats 26 et 27 de l'IMAP.

c) Intégration des nouvelles avancées scientifiques et stratégiques

- Les progrès réalisés depuis 2019 ont été intégrés afin d'appuyer les réalisations mentionnées ci-dessus dans les évaluations du bruit de l'IMAP, conformément à la demande formulée lors de la réunion des points focaux du MED POL de 2019.

2 Fiche technique d'orientation sur les indicateurs communs candidats 26 et 27 de l'IMAP

4. La révision de l'**indicateur commun candidat 26** de **l'IMAP (OE11)** : « Proportion de jours et répartition géographique où les sons impulsifs puissants de basses et moyennes fréquences dépassent des niveaux susceptibles d'entraîner un impact significatif sur les animaux marins », est présentée dans le tableau ci-dessous.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun candidat 26 : proportion de jours et répartition géographique où les sons impulsifs à haute, basse et moyenne fréquence dépassent les niveaux susceptibles d'avoir un impact significatif sur les animaux marins	
Définition pertinente du bon état écologique[1]	**Objectif opérationnel connexe**	**Cible(s) proposée(s)**[2]
Le bruit des activités humaines n'a pas d'impact significatif sur les écosystèmes marins et côtiers	Les apports d'énergie dans le milieu marin, en particulier le bruit provenant des activités humaines, sont réduits au minimum	État : L'étendue (%) de l'habitat des espèces sensibles au bruit, située dans la zone d'évaluation et exposée à des événements de bruit impulsif pendant une durée limitée, reste inférieure aux seuils établis.

Justification

Justification du choix des indicateurs

L'énergie d'origine anthropique introduite dans le milieu marin par les activités humaines comprend le son, la lumière et d'autres champs électromagnétiques, la chaleur et l'énergie radioactive. La plus répandue et la plus omniprésente est le son sous-marin (Dekeling et al., 2014). L'apport d'énergie sonore peut se produire à différentes échelles spatiales et temporelles. Les sons d'origine anthropique peuvent être de courte durée (c'est-à-dire impulsifs) ou prolongés (c'est-à-dire continus). Les sons de basse fréquence peuvent se propager sur de longues distances (de dizaines à des milliers de kilomètres), tandis que les sons de haute fréquence se propagent moins bien dans le milieu marin (sur des centaines de mètres à quelques kilomètres) (Urick, 1996). Les principales sources de pollution sonore marine en Méditerranée comprennent le trafic maritime, les prospections géophysiques et l'exploitation pétrolière et gazière, l'utilisation de sonars militaires et civils et les détonations sous-marines, la recherche scientifique recourant à des sources acoustiques actives, ainsi que les travaux de construction industriels en mer et sur le littoral (ACCOBAMS, 2016 ; ACCOBAMS et al., 2022).

Les organismes marins peuvent être affectés négativement à court et à long terme (ce qui inclut des impacts aigus ou chroniques, et des effets temporaires ou permanents) (Richardson et al., 1995). Les effets néfastes peuvent être subtils (par exemple une réduction temporaire de la sensibilité auditive, des effets de stress réduisant l'immunité, le succès de reproduction ou la survie), ou plus évidents (par exemple blessures, décès). Les premiers peuvent être difficiles à observer et à évaluer, tandis que les seconds peuvent, dans certains cas, être liés à des expositions aiguës à des bruits de courte portée. Il existe une base scientifique solide concernant les effets du bruit sous-marin impulsif sur la faune marine, en particulier les cétacés. La dépendance des cétacés au son pour la communication, la recherche de nourriture, la reproduction et la navigation en fait des indicateurs idéaux des perturbations acoustiques. Il a en effet été démontré que des exercices navals utilisant des sonars actifs à moyenne fréquence sont liés à des échouages massifs de cétacés, notamment de baleines à bec de Cuvier. En outre, les campagnes de prospection géophysique, les battages de pieux et autres signaux impulsifs puissants ont été corrélés à une large gamme d'effets comportementaux et physiologiques négatifs chez les rorquals communs et autres baleines à fanons, les cachalots, différentes espèces de baleines à bec, les globicéphales et bien d'autres espèces (par ex.: Benhemma-Le Gall et al., 2021 ; Blackwell et al., 2015 ; Borsani et al., 2008 ; Carroll et al., 2017 ; Castellote et al., 2012; Deruiter et al., 2013 ; Filadelfo et al., 2009; Frantzis, 1998 ; Goldbogen et al., 2013 ; Gomez et al., 2016 ;

[1]Suite aux décisions qui seront prises lors de la présente réunion concernant la définition du bon état écologique et les ajustements mineurs des cibles, comme indiqué dans le document de travail UNEP/MED WG.626/3/Rev.1, les cibles et la définition du bon état écologique révisées seront intégrées aux fiches techniques révisées des indicateurs de pollution de l'IMAP.

[2]ibidem

Isojunno et al., 2020 ; Parsons, 2017 ; Sciacca et al., 2016 ; Southall et al., 2013, 2019 ; Tougaard et al., 2013 ; Tyack & Thomas, 2019; Weir, 2008).

Les préoccupations en matière de gestion concernent principalement les effets négatifs du bruit sur des espèces sensibles et protégées, telles que certaines espèces de mammifères marins.

Références scientifiques

ACCOBAMS (2016) Overview of the noise hotspots in the ACCOBAMS Area part I – Mediterranean Sea. Rapport final. Par Maglio, A., Pavan, G., Castellote, M., Frey, S. 45 pages. DOI : 10.13140/RG.2.1.2574.8560

ACCOBAMS (2022) Second hotspots report : updated overview of the noise hotspots in the ACCOBAMS Agreement Area. Par Muller, J. Entrup, N., Maglio, A. 42 pages.

Benhemma-Le Gall, A., Graham, I. M., Merchant, N. D. et Thompson, P. M. (2021). Broad-Scale Responses of Harbor Porpoises to Pile-Driving and Vessel Activities During Offshore Windfarm Construction.

Blackwell, S. B., Nations, C. S., McDonald, T. L., Thode, A. M., Mathias, D., Kim, K. H., Borsani, J. F., Clark, C. W., Nani, B., & Scarpiniti, M. (2008). Fin whales avoid loud rhythmic low-frequency sounds in the ligurian sea. Bioacoustics - The International Journal of Animal Sound and Its Recordings, 17, 151–193.

Carroll, A. G., Przeslawski, R., Duncan, A., Gunning, M., & Bruce, B. (2017). A critical review of the potential impacts of marine seismic surveys on fish & invertebrates. Marine Pollution Bulletin, 114(1), 9–24. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.038

Castellote, M., Clark, C. W., & Lammers, M. O. (2012). Acoustic and behavioural Changes by fin whales (Balaenoptera physalus) in response to shipping and airgun noise. Biological Conservation, 147(1), 115–122. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.021

Correlating Military Sonar Use with Beaked Whale Mass Strandings: What Do the Historical Data Show? Aquatic Mammals, 35(4), 435–444. https://doi.org/10.1578/AM.35.4.2009.435

Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A, Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V., Deruiter, S. L., Southall, B. L., Calambokidis, J., Zimmer, W. M. X., Sadykova, D., Falcone, E. a, Friedlaender, A. Filadelfo, R., Mintz, J., Michlovich, E., D'Amico, A., Tyack, P. L. & Ketten, D. R. (2009).

Frantzis, A. (1998). Does acoustic testing strand whales? Nature, 392 (6671), 29. https://doi.org/10.1038/32068

Frontiers in Canadian Journal of Zoology. https://mc06.manuscriptcentral.com/cjz-pubs

Goldbogen, J. a, Southall, B. L., Deruiter, S. L., Calambokidis, J., Friedlaender, A. S., Hazen, E. L., Falcone, E. a, Schorr, G. S., Douglas, A., Moretti, D. J., Kyburg, C., McKenna, M. F. & Tyack, P. L. (2013). Blue whales respond to simulated mid-frequency military sonar. Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society, 280(1765), 20130657. https://doi.org/10.1098/rspb.2013.0657

Gomez, C., Lawson, J. W., Wright, A. J., Buren, A., Tollit, D. & Lesage, V. (2016). A systematic review on the behavioural responses of wild marine mammals to noise: the disparity between science and policy.

Greene, C. R., & Macrander, A. M. (2015). Effects of airgun sounds on bowhead whale calling rates: Evidence for two behavioral thresholds. PLoS ONE, 10(6), 1–29. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125720

S., Joseph, J. E., Moretti, D., Schorr, G. S., Marine Science, 8(juillet), 1–18. https://doi.org/10.3389/fmars.2021.664724

Isojunno, S., Wensveen, P. J., Lam, F. P. A., Kvadsheim, P. H., Von Benda-Beckmann, A. M., Martín López, L. M., Kleivane, L., Siegal, E. M., JNCC. (2020). Background to the advice on noise

management within harbour porpoise SACs in England Wales and Northern Ireland JNCC Report No. 653. JNCC Report No. 653, 653.

http://data.jncc.gov.uk/data/2e60a9a0-4366-4971-9327-2bc409e09784/JNCC-Report-653-FINAL-WEB.pdf

Miller, P. J. O. (2020). When the noise goes on: Received sound energy predicts sperm whale responses to both intermittent and continuous navy sonar. Journal of Experimental Biology, 223(7). https://doi.org/10.1242/jeb.219741

(2014) Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications, JRC Scientific and Policy Report EUR 26555 EN, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2014b, doi : 10.2788/27158.

Parsons, E. C. M. (2017). Impacts of Navy sonar on whales and dolphins: Now beyond a smoking gun? Frontiers in Marine Science, 4(SEP), 1–11. https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00295

Richardson, W. J., C. R. Greene, Jr., C. I. Malme et D. H. Thomson (éd.). 1995. Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego CA, 576 p.

Sciacca, V., Viola, S., Pulvirenti, S., Riccobene, G., Caruso, F., De Domenico, E., & Pavan, G. (2016).Shipping noise and seismic airgun surveys in the Ionian Sea: Potential impact on Mediterranean finwhale. 040010, 040010. https://doi.org/10.1121/2.0000311

Southall, B. L., Rowles, T., Gulland, F., Baird, R.W. & Jepson, P. D. (2013). Final report of the Independent Scientific Review Panel investigating potential contributing factors to the 2008 mass stranding of melon-heaed whales (Peponocephala electra) in Antsohihy, Madagascar. 1–75.

Thomas, L. & Tyack, P. L. (2013). First direct measurements of behavioural responses by Cuvier's beaked whales to mid-frequency active sonar. Biology Letters, 9(4), 20130223. https://doi.org/10.1098/rsbl.2013.0223

Tyack, P. L. & Thomas, L.(2019). Using dose–response functions to improve calculations of the impact of anthropogenic noise. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 29(S1), 242–253. https://doi.org/10.1002/aqc.3149

Urick, Robert J. (1996). Principles of underwater sound. pp 444 Peninsula Publishing. 3rd Edition.

Weir, C. R. (2008). Overt Responses of Humpback Whales (*Megaptera novaeangliae*), Sperm Whales (*Physeter macrocephalus*), and Atlantic Spotted Dolphins (*Stenella frontalis*) to Seismic Exploration off Angola. Aquatic Mammals, 34 (1), 71–83. https://doi.org/10.1578/AM.34.1.2008.71

Contexte stratégique et cibles

Description du contexte stratégique

Généralités :

Dans le milieu marin, le terme pollution est défini dans plusieurs cadres juridiques comme suit : « l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans le milieu marin […] ». Cette définition englobe le bruit anthropique en tant que forme d'énergie générée par les activités humaines. En tant que tel, le bruit sous-marin est considéré comme une forme de pollution dans le cadre des Conventions marines régionales. Les initiatives suivantes sont parmi les plus pertinentes pour la gestion des activités génératrices de bruit et l'atténuation de leurs effets négatifs sur l'environnement marin :

1. Pour la Convention de Barcelone, le processus de l'approche écosystémique (EcAp), lancé en 2008.
2. Pour les Conventions OSPAR et HELCOM, l'adoption des indicateurs liés au bruit sous-marin dans le cadre de leurs processus respectifs de surveillance et d'évaluation, selon les propositions faites dans le cadre de la DCSMM (2011 et 2012).

Parallèlement, l'Union européenne a adopté la même définition de la pollution dans la Directive-cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSMM, 2008/56/CE, adoptée en 2008).

Dans la DCSMM, le bruit sous-marin est traité par le descripteur 11. Deux critères ont été retenus à des fins de surveillance et d'évaluation : l'un portant sur les signaux impulsifs puissants émis lors de certains travaux côtiers ou offshore (battage de pieux, explosions, impulsions sismiques, etc.), l'autre concernant la contribution des sources anthropiques, notamment le trafic maritime, au bruit ambiant. Depuis l'adoption de la DCSMM (2008), la Commission européenne a adopté deux décisions fixant les normes méthodologiques pour la surveillance et l'évaluation du bruit sous-marin : la décision 2010/477/UE relative aux critères et normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines, et la décision 2017/848/UE établissant les critères et normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines ainsi que les spécifications et méthodes standardisées de surveillance et d'évaluation, remplaçant la décision 2010/477/UE.

Concernant le processus EcAp, parmi les onze objectifs écologiques (OE) de l'IMAP et les objectifs opérationnels et indicateurs correspondants définis par la Décision 20/4 (COP 17, Paris, 2012), l'OE11 porte sur le bruit sous-marin généré par les activités humaines. Cependant, la Décision 21/3 (COP 18, Istanbul, 2013) a précisé des descriptions du bon état écologique et des cibles uniquement pour les autres objectifs, l'OE11 étant jugé à l'époque comme insuffisamment compris pour permettre une définition adéquate du bon état écologique.

Ainsi, entre 2014 et 2015, l'ACCOBAMS, en coopération avec le Secrétariat du PNUE/PAM, a élaboré la « Stratégie à l'échelle du bassin pour la surveillance du bruit sous-marin en Méditerranée » grâce à son groupe de travail sur le bruit (Groupe de travail conjoint ASCOBANS/ACCOBAMS/CMS sur le bruit). Cette stratégie proposait, à l'instar du processus de la DCSMM, de surveiller deux types de bruit : les signaux impulsifs puissants émis par les activités côtières et offshore (notamment le battage de pieux, les explosions, les impulsions sismiques et les sonars), ainsi que la contribution des sources anthropiques, notamment le trafic maritime, au bruit ambiant. La stratégie a été intégrée dans le Programme intégré de surveillance et d'évaluation (IMAP) lors de la réunion intégrée CORMON (Athènes, 30 mars – 1er avril 2015), puis adoptée lors de la COP 19 (Athènes, 2016). Cette dernière a également confié à l'ACCOBAMS la responsabilité des questions liées au bruit sous-marin, conformément au protocole d'accord signé avec le PNUE/PAM, afin de renforcer la coopération entre les deux organisations dans la mise en œuvre de l'OE11.

Depuis 2016, plusieurs initiatives ont été entreprises par l'ACCOBAMS, notamment la participation à des projets européens (QUIETMED en 2017–2018, QUIETMED-2 en 2019–2020, et QUIETSEAS en 2021–2022), la réalisation d'études spécifiques, la mise en œuvre de programmes de surveillance, la contribution à l'élaboration de directives techniques pour l'EcAp et la DCSMM, ainsi que la coordination de la première évaluation à l'échelle du bassin de la pollution sonore sous-marine au titre de l'OE11 dans le cadre du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (2022–2023).

Plusieurs autres cadres juridiques abordent également la question du bruit sous-marin anthropique et de ses impacts sur l'environnement et les espèces sauvages marines : la Commission baleinière internationale (CBI), la Convention sur la diversité biologique (CDB), la Convention sur la conservation des espèces migratrices (CMS), l'ASCOBANS, entre autres. La plupart des initiatives dans ces cadres concernent l'impact du bruit sur certains éléments de l'environnement (notamment la faune marine sensible comme les cétacés, poissons, tortues, crustacés, etc.) et des mesures d'atténuation propres à certaines activités industrielles. La nouveauté des processus DCSMM et EcAp réside dans le fait qu'ils mettent l'accent sur l'état de l'écosystème dans son ensemble et sur les effets cumulatifs de l'ensemble des activités humaines dans l'espace maritime.

En ce qui concerne spécifiquement le bruit impulsif:

Dans les États membres de l'UE, les activités humaines générant des signaux impulsifs puissants dans le milieu marin sont encadrées au niveau national par des systèmes d'autorisation. La prise en compte de l'impact du bruit dans ces procédures de gestion est notamment due à la Directive européenne sur l'évaluation des incidences sur l'environnement (directive EIE). Toutefois, cette directive repose sur une approche projet, contrairement aux approches écosystème de la DCSMM et de l'EcAp. La principale différence entre une approche fondée sur les projets et une approche écosystémique réside dans le fait que, dans le cadre d'une EIE, le porteur de projet (par exemple une entreprise) est responsable de l'évaluation et de l'atténuation des impacts de ses propres activités, tandis que dans le

cadre des processus EcAp et DCSMM, ce sont les gouvernements des pays qui sont responsables de l'atteinte et/ou du maintien du bon état écologique, ce qui inclut la prise en compte et la gestion des effets négatifs potentiels de l'ensemble des pressions exercées sur le milieu marin.

La transposition de la directive EIE dans les législations nationales a abouti à des systèmes de gestion différents. Par exemple, au Royaume-Uni, un cadre de mesures d'atténuation standard s'applique à une liste d'activités bien définies ; en Allemagne, les signaux sonores impulsifs sont autorisés à condition qu'ils ne dépassent pas certains seuils légaux (niveau de bruit reçu à 750 m de la source) ; en Italie, le porteur de projet doit mettre en œuvre un suivi de 60 jours avant et après l'activité pour déterminer si celle-ci a eu un impact.

Là encore, bien que la directive EIE ait permis de gérer de manière significative l'impact de certaines activités individuelles introduisant du bruit en mer, un cadre prenant en compte l'échelle de l'écosystème restait à développer au cours des dernières décennies. Cette fiche d'orientation répond précisément à ce besoin, en fournissant les éléments méthodologiques nécessaires pour la surveillance et l'évaluation du bruit sous-marin impulsif, contribuant ainsi à la mise en œuvre de l'approche écosystémique pour la gestion des activités générant ce type de bruit.

Cibles

L'activité principale au titre de l'Indicateur commun candidat 26 de l'IMAP consiste pour chaque pays à mettre en place une base de données (« un registre du bruit[3] ») pour consigner les « événements sonores », un événement sonore étant défini comme l'émission de signaux impulsifs puissants (dans les bandes de basses et moyennes fréquences) survenant un jour donné à un endroit donné. Une fois le registre établi — incluant des informations sur le nombre d'événements de bruit impulsif associés à chaque activité (par exemple, dans le cas du battage de pieux, le nombre de coups effectués quotidiennement ; ou, dans le cas d'explosions, le nombre d'explosions survenant chaque jour) - il devient possible d'obtenir un aperçu de la répartition spatiale et temporelle des activités génératrices de bruit. En outre, d'informations relatives à l'habitat des espèces sensibles au bruit permet de progresser vers une évaluation du caractère acceptable ou non du risque d'impact négatif sur les populations de ces espèces. C'est pourquoi un système de seuils a été testé afin de définir le niveau de risque acceptable associé à la survenue d'événements de bruit impulsif dans le cadre du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR 2023).

Le système de seuils initial repose sur la méthodologie d'évaluation du bruit impulsif décrite dans le MED QSR 2023, laquelle a été approuvée lors de la réunion conjointe des Groupes de correspondance sur l'Approche écosystémique (27–28 juin 2023, Athènes, Grèce) et de la réunion des points focaux du PAM (12–15 septembre 2023, Istanbul, Türkiye). Cette méthodologie du MED QSR 2023 s'appuie elle-même sur des travaux antérieurs menés par l'ACCOBAMS et le PNUE/PAM – CAR/ASP dans le cadre des projets QUIETMED et QUIETSEAS (Azzellino et al., 2021 ; Maglio et al., 2020 ; Maglio, Frey, et al., 2018), ainsi que sur les contributions du groupe technique de la Commission européenne sur le bruit sous-marin (Sigray et al., 2023).

Les seuils sont appliqués au pourcentage de l'habitat des espèces sensibles au bruit qui est affecté par des événements de bruit impulsif. Pour atteindre ou maintenir le bon état écologique, les seuils suivants doivent être appliqués :

1. **Pour l'exposition à court terme (1 jour, c'est-à-dire exposition quotidienne)**, la proportion maximale de la surface d'habitat utilisée par une espèce d'intérêt pouvant être exposée à des niveaux de bruit impulsif supérieurs au seuil de déclenchement des effets biologiques (Level of Onset of Biological Effects – LOBE)[4], sur une journée, est de 20 % ou moins (≤ 20 %).

[3]Voir par exemple : http://underwaternoise.ices.dk/map.aspx ; https://quietseas.ctnaval.com/

[4]Le niveau LOBE, c'est-à-dire le seuil de déclenchement des effets biologiques (Level of Onset of Biological Effect), est exprimé à l'aide d'indicateurs acoustiques appropriés (par exemple, le niveau de pression acoustique ou le niveau d'exposition sonore) et devrait être défini sous la supervision de groupes d'experts nationaux et/ou régionaux.

2. **Pour l'exposition à long terme (1 an)**, l'exposition moyenne est calculée. La proportion maximale de la surface d'habitat (calculée comme la moyenne des proportions quotidiennes sur un an) utilisée par une espèce d'intérêt pouvant être exposée à des niveaux de bruit impulsif supérieurs au LOBE, sur une année en moyenne, est de 10 % ou moins (≤ 10 %).

3. Ces valeurs seuils ont été utilisées pour l'évaluation initiale du bruit impulsif dans le cadre du MED QSR 2023.

Les seuils sont présentés sous forme de plage (X % ou moins) afin de tenir compte des spécificités régionales et sous-régionales. En fonction de la configuration et des objectifs de l'évaluation, une valeur unique est choisie à l'intérieur de ces plages. Ainsi, des niveaux seuils inférieurs à 10 % et 20 % peuvent être définis selon les particularités locales ou régionales.

Documents d'orientation

Résolution 7.13 de l'ACCOBAMS – Bruit d'origine anthropique. ACCOBAMS-MOP7/2019/Doc38/Annex15/Res.7.13. 2019

Résolution 8.17 de l'ACCOBAMS – Bruit d'origine anthropique. ACCOBAMS-MOP7/2019/Doc38/Annex15/Res.7.13. 2023

Décision 2017/848/UE de la Commission du 17 mai 2017 établissant des critères et des normes méthodologiques relatifs au bon état écologique des eaux marines, ainsi que des spécifications et des méthodes normalisées de surveillance et d'évaluation, et abrogeant la décision 2010/477/UE

Directive 85/337/CEE du Conseil du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, et ses modifications successives en 1997 (97/11/CE), 2003 (2003/35/CE) et 2009 (2009/31/CE). Cette directive a été abrogée et remplacée par :

Directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, modifiée également en 2014 (2014/52/UE).

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 »).

Méthodes d'analyse des indicateurs

Définition de l'indicateur

L'indicateur est défini par le nombre de jours et l'étendue spatiale des sources sonores impulsives dans une zone d'évaluation et sur une période déterminée. Ces zones peuvent correspondre aux mailles d'une grille spatiale ou à des zones de plus grande échelle, comme une subdivision, une sous-région ou l'ensemble de la région. Toutes les sources de bruit impulsif ne sont pas prises en compte : seules celles dépassant certains seuils minimaux sont considérées comme ayant un impact significatif sur les populations d'espèces sensibles. L'impact est jugé significatif lorsqu'il provoque un déplacement important des animaux de leurs habitats sous l'effet du bruit. Les niveaux sonores déclenchant un impact significatif sont définis dans la « Stratégie à l'échelle du bassin pour la surveillance du bruit sous-marin en Méditerranée » (ACCOBAMS, 2015), et restent considérés comme valides. Les valeurs figurant dans ce document doivent servir à déterminer si un nouvel événement sonore doit ou non être enregistré dans le registre du bruit. Cette définition a été appliquée dans le cadre de l'évaluation initiale du bruit impulsif dans le Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR 2023). Elle concerne les quantités prises en compte pour le suivi de la pression exercée par le bruit impulsif sous-marin sur l'environnement marin.

Méthodologie de calcul des indicateurs

Le calcul repose sur :

L'étendue géographique de la survenue des événements sonores et la somme de tous les jours non superposés pendant lesquels ces événements se sont produits, sur une période donnée (un an ou une période comme un mois ou un trimestre) et pour une unité d'évaluation (par exemple, une maille de grille spatiale, une subdivision, une sous-région, une région).

Une grille spatiale à maillage régulier est proposée pour calculer le nombre de jours avec des sources de sons impulsifs. Le calcul s'effectue pour chaque maille à l'aide de logiciels SIG classiques ou d'applications web plus sophistiquées. Il peut également être effectué pour des unités d'évaluation individuelles ou par sous-régions, régions ou subdivisions définies à l'échelle nationale.

La « Stratégie à l'échelle du bassin pour la surveillance du bruit sous-marin en Méditerranée » (ACCOBAMS, 2015) proposait l'utilisation d'une grille spatiale de 20x20 km. Cependant, des développements récents (notamment les résultats du projet QUIETMED) ont conduit à la proposition d'autres options, notamment : la grille spatiale déjà utilisée par la Commission générale des pêches pour la Méditerranée (rectangles statistiques de la CGPM), d'une dimension de 30 minutes en latitude et longitude, ou l'adoption pour toutes les sources de bruit des grilles spatiales déjà utilisées par les pays pour gérer les activités humaines à l'échelle nationale (par exemple, les zones d'exploitation pétrolière et gazière).

Unités de l'indicateur

Aspect spatial :

1. La proportion quotidienne (%) de la zone d'évaluation couverte par des événements sonores, en additionnant la surface de chaque maille considérée comme affectée par les événements sonores
2. La proportion moyenne (%) sur un an, c'est-à-dire la somme de toutes les proportions quotidiennes divisée par 365(6)

Aspect temporel : la somme de tous les jours non superposés où des événements de bruit impulsif se produisent dans une unité de surface et pendant une période donnée[5].

[5]Cette définition était auparavant désignée sous le terme de « ***jours à impulsions*** par bloc » (PBD, pulse-block days).

Liste des documents d'orientation et protocoles disponibles

A basin-wide strategy for underwater noise monitoring in the Mediterranean. Rapport rédigé par Alessio Maglio, Manuel Castellote et Gianni Pavan. (ACCOBAMS, 2015)

End Report on GES criteria assessment at basin scale with focus on the consistency and coherence of approaches at national levels (including operational targets definition) - Deliverable 2.3 (Maglio, Frey, et al., 2018)

Joint proposal of a methodology to establish thresholds for impulsive noise in the Mediterranean Sea Region. QUITEMED2 D5.1. GA No. 110661/2018/794481/SUB/ENV.C2, (2021) -63 p (Azzellino et al., 2021)

Methodological framework for regional and sub- regional risk-based assessment for impulsive noise in the Mediterranean region. *QUIETMED2 – D4.1.* (Maglio et al., 2020)

Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications, JRC Scientific and Policy Report EUR 26555 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014b, doi: 10.2788/27158. (Dekeling et al., 2014)

Recommendations to Member States to set up the national registers of impulsive noise according to criterion D11C1 of the Commission Decision 2017/848/EU and ACCOBAMS premises, and generalisation for the EcAp process. Deliverable 3.4, projet QUIETMED. (Maglio, Salivas, et al., 2018)

Setting EU Threshold Values for impulsive underwater sound Technical Group on Underwater Noise (TG NOISE) MSFD Common Implementation Strategy. https://doi.org/10.2760/60215 (Sigray et al., 2023).

Fiabilité et incertitudes des données

La confiance dans les données est supposée élevée en raison de leur simplicité. Pour satisfaire les objectifs minimaux de surveillance de l'Indicateur candidat commun 26, seules la localisation (coordonnées géographiques ou surface), la période (dates) et l'intensité des sources de bruit sont nécessaires. Toutes ces informations, y compris l'intensité de la source de bruit, devraient provenir de données déclaratives, *c'est-à-dire* qu'il n'est pas nécessaire de mesurer le niveau sonore réel à l'aide d'un équipement ou d'effectuer un travail de terrain pour localiser les activités générant du bruit.

Les données déclaratives peuvent être obtenues auprès d'instituts nationaux centralisant déjà les données sur les activités marines (par exemple, les institutions en charge des procédures d'octroi de licences pour le pétrole et le gaz ou des procédures d'évaluation des incidences sur l'environnement, etc.). Ce système permet d'une part de limiter considérablement les coûts d'acquisition des données, mais engendre d'autre part certaines incertitudes.

L'incertitude est principalement liée au fait que les données déclaratives peuvent ne pas être disponibles (par exemple, données sensibles telles que les activités militaires), être incomplètes, imprécises, ou peu adaptées au suivi du bruit impulsif tel que décrit dans cette fiche technique.

Méthodologie de surveillance : périmètre temporel et spatial

Méthodologies disponibles pour la surveillance et les protocoles associés

Méthodologie de surveillance : un registre de l'utilisation des sources de bruit est l'outil nécessaire permettant la mise en place d'un programme de surveillance. Ce registre est une base de données alimentée par des informations sur l'utilisation des sources de bruit sous-marin (événements sonores).

Outils pour la surveillance des sources de bruit impulsif (c'est-à-dire outil pour établir le registre du bruit): l'utilisation conjointe d'un tableur (MS Excel ou équivalent) et d'un logiciel SIG courant est recommandée pour satisfaire aux exigences minimales de l'indicateur commun candidat 26. Le tableur est utilisé pour enregistrer les événements sonores, tandis que le logiciel SIG sert à effectuer l'analyse spatiale de ces zones (par exemple pour calculer le nombre de jours par blocs de pulsations).

Quelles sources de bruit doivent être enregistrées :

Battage de pieux. Le battage de pieux est une technique conventionnelle utilisée dans de nombreuses constructions côtières et offshore, telles que les parcs éoliens, les plateformes offshore, les extensions portuaires, etc. Le développement du secteur de l'énergie éolienne a entraîné une forte augmentation du recours à cette technique tant en milieu côtier qu'en mer ouverte.

Canon à air comprimé. Le canon à air est actuellement la technologie la plus utilisée pour la prospection sismique marine. Ces campagnes sont répandues dans le monde entier, en eaux peu profondes ou profondes, ainsi qu'en zones côtières ou offshore.

Explosifs. Des détonations sous-marines peuvent avoir lieu pour la neutralisation d'explosifs ou dans le cadre de travaux maritimes planifiés, par exemple pour fragmenter des roches avant dragage. Il s'agit de la source de bruit sous-marin la plus puissante et elle doit être traitée avec une attention particulière.

Sonar. Les sonars actifs à basse, moyenne et haute fréquence (LFAS, MFAS, HFAS) sont utilisés lors d'exercices militaires ainsi que dans des études scientifiques ou industrielles, telles que les évaluations de stocks halieutiques ou les levés bathymétriques. Les sonars navals à basse et moyenne fréquence sont particulièrement préoccupants, en raison d'échouages massifs de cétacés corrélés spatialement et temporellement à des exercices militaires, et nécessitent une attention particulière.

Répulsifs acoustiques. Dispositifs à haute puissance conçus pour éloigner les mammifères marins des élevages de poissons en leur causant de la douleur. Les fréquences varient de 5 à 20 kHz pour repousser les pinnipèdes et de 30 à 160 kHz pour les delphinidés (Carretta et al., 2008 ; Lepper et al., 2004 ; Lurton, 2010 ; OSPAR, 2009).

Quelles informations recueillir pour les inscrire dans le registre :

Données	**Unités et/ou commentaires**	**Priorité**
Position	Position géographique (latitude/longitude) ou bloc/zone prédéfini pouvant être identifié au moyen d'un système de codage (identifiant unique attribué à chaque bloc utilisé)	Obligatoire
Dates	Jour de début et de fin	Obligatoire
Intensité de la source	Niveau de la source ou équivalent, niveaux uniques ou regroupés par classes (voir l'annexe 5.3 pour les tableaux de correspondance des valeurs par classe)	Obligatoire
Spectre de la source	Plage de fréquences	Complémentaire
Cycle de fonctionnement		Complémentaire
Durée de transmission	Durée effective/période de temps	Complémentaire
Directivité		Complémentaire
Profondeur de la source		Complémentaire
Vitesse de la plateforme	Pour les sources mobiles comme les campagnes sismiques	Complémentaire

Niveaux minimaux (intensité de la source) pour l'enregistrement d'un événement sonore dans le registre :

1. Pour les sources à basse fréquence : aucun niveau minimal, c'est-à-dire que toutes les sources doivent être enregistrées
2. Pour les sources à moyenne fréquence, voir le tableau ci-après :

Type de source de bruit	Seuils d'inclusion des événements sonores dans le registre
Explosif	mTNTeq > 8 g
Canon à air comprimé	SLz-p > 209 dB re 1 µPa m
Sonar basse/moyenne fréquence	176 dB re 1 µPa m
Dissuasion acoustique basse/moyenne fréquence	176 dB re 1 µPa m
Autre impulsion	186 dB re 1 µPa² m² s

Encore une fois, **il n'est pas nécessaire de procéder à des mesures sur le terrain** ; les données doivent être recherchées auprès des institutions qui centralisent les informations (ministères, organismes nationaux de réglementation, mais aussi industries, etc.).

Protocole de surveillance : les données relatives à l'utilisation de sources de bruit impulsionnel (localisation, période et intensité au minimum) sont saisies régulièrement dans le registre (une, deux ou plusieurs fois par an). Cette opération est effectuée par une personne de contact désignée dans chaque pays.

Sources de données disponibles

Registre du bruit de l'ACCOBAMS (https://quietseas.ctnaval.com/)

Répertoires nationaux de données disponibles dans certains pays pour des activités spécifiques (par exemple, zones de licences pour l'exploration sismique). Quelques exemples :

http://www.minetur.gob.es

http://www.ifremer.fr/sismer

http://bo.ismar.cnr.it

http://unmig.mise.gov.it/

http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it

Informations environnementales du ministère de l'Énergie et des Infrastructures

http://www.sigetap.tn

http://www.ypeka.gr

http://www.beph.net

Second Hotspots Report: updated overview of the noise hotspots in the ACCOBAMS Agreement area (Deuxième rapport sur les points chauds : vue d'ensemble actualisée des points chauds du bruit dans la zone couverte par l'Accord ACCOBAMS.). ACCOBAMS-MOP8/2022/Inf43. HUITIÈME RÉUNION DES PARTIES À L'ACCOBAMS, Malte, 29 novembre – 2 décembre 2022. (Muller et al., 2022)

D'autres répertoires de données sont des plateformes de données ouvertes développées par différentes organisations, parmi lesquelles la plus pertinente semble être EMODnet (plateforme financée par l'UE) : https://emodnet.ec.europa.eu/en. Depuis EMODnet, il est possible d'accéder à des portails de données sur les activités humaines en mer, incluant les installations d'énergies marines renouvelables, les plateformes, les câbles, les dragages, etc.

Pour les activités militaires, une première approche consiste *à surveiller les avis aux navigateurs*[6] pour recueillir des informations sur les activités militaires potentielles (les informations sur les zones militaires figurent également dans EMODnet). Les avis aux navigateurs sont en effet des informations librement accessibles pour la navigation.

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

Aucune station de surveillance n'est nécessaire, seules les données déclaratives sont requises pour alimenter le registre du bruit.

Concernant l'échelle spatiale : la méthodologie de surveillance repose sur l'utilisation d'une grille spatiale régulière pour comptabiliser les jours avec événements sonores par unité de surface, cette unité pouvant être, par exemple, une cellule de la grille spatiale. Si un événement sonore dure plusieurs jours dans la même unité spatiale, le nombre de jours équivaut à la durée (en jours) de cet événement.

Orientation relative à la portée temporelle

Les données sur les événements sonores peuvent être saisies dans le registre par l'institution responsable plusieurs fois par an, par exemple dès que les données deviennent disponibles.

Analyse des données et résultats de l'évaluation

Analyse statistique et base d'agrégation

Des statistiques descriptives simples sont nécessaires pour calculer l'indicateur (cf. unités de l'indicateur ci-dessus) :

1. Nombre de jours avec événements sonores durant une période donnée ;
2. Pourcentage de la zone d'évaluation présentant des sources sonores impulsives.

La base d'agrégation est le registre national du bruit. D'un point de vue régional et sous-régional, une fois que le registre du bruit est mis en place par tous les pays, ces données peuvent être transférées au registre du bruit ACCOBAMS. Cela constitue la base pour une agrégation régionale et sous-régionale permettant d'alimenter les évaluations régionales (par exemple, le QSR MED) et d'aider les pays à rapporter les données liées à l'OE11 de l'EcAp.

Concernant l'analyse des données pour évaluer l'état environnemental d'une zone maritime, il convient de se référer à la méthodologie appliquée lors de l'évaluation initiale du QSR MED 2023. L'indicateur doit être combiné avec les informations sur l'habitat des espèces sensibles au bruit, afin de calculer la proportion de cet habitat affectée par le bruit impulsif. À partir des entrées du registre du bruit, les pas de temps sont comptabilisés en jours. Au total, 365 (ou 366) évaluations sont effectuées, correspondant à une évaluation par jour sur une année civile. L'évaluation peut cependant être limitée à des mois, années, saisons ou périodes sensibles, mais toujours sur la base journalière.

- La première étape consiste à déterminer la proportion de la zone d'évaluation exposée à des niveaux supérieurs au niveau d'apparition des effets biologiques (LOBE). Cette opération est effectuée pour chaque jour de l'année. Elle permet de produire une carte d'exposition couvrant l'ensemble de la zone enregistrée.
- L'étape suivante est de déterminer l'étendue de l'habitat des espèces sensibles au bruit dans la zone d'évaluation ($A_{Habitat}$). Cela peut être réalisé à l'aide de différentes méthodes, incluant la modélisation affinée des habitats et/ou d'autres analyses SIG. Cette partie doit être traitée de manière cohérente avec les indicateurs pertinents de l'OE1 (Biodiversité).
- Ensuite, il faut déterminer la portion de l'habitat exposée à un niveau de bruit supérieur au LOBE (A_{LOBE}).

[6]Les avis aux navigateurs sont des informations émises par les autorités militaires d'un pays. Ces avis informent sur la navigation dans une zone donnée, notamment sur la tenue d'exercices militaires ou d'autres activités pouvant représenter un danger pour les navires circulant dans cette zone. Par exemple, les avis aux navigateurs peuvent être utilisés pour recueillir des données sur les activités militaires à inclure dans le registre du bruit.

- En divisant la zone exposée de l'habitat (ALOBE) par la superficie totale de l'habitat ($A_{Habitat}$), on obtient la fraction de l'habitat exposé (*F*Habitat). La fraction quotidienne peut s'exprimer comme suit:

$$F_{Habitat}(t_i) = \frac{A_{LOBE}(t_i)}{A_{Habitat}} \cdot 100$$

où t_i représente chaque jour *i* de la période d'évaluation. La fraction quotidienne de la surface d'habitat par jour ou pour l'ensemble de la période d'évaluation peut varier entre 0 % et 100 %.

Cela donnera lieu à 365 (ou 366) estimations de $F_{habitat.}$ Ainsi, il sera possible de déterminer la fraction moyenne de la zone exposée au-delà du seuil LOBE pendant la période d'évaluation.

De plus amples informations sont fournies dans les évaluations thématiques sur le bruit et dans l'évaluation de la pollution du rapport MED QSR 2023.

Résultats d'évaluation attendus

Les résultats de l'évaluation sont les suivants :

- Statistiques synthétiques : nombre de jours avec du bruit impulsif, superficie de la zone d'évaluation couverte par des événements sonores (en km² ou en %).
- Cartes SIG montrant la répartition spatiale et temporelle des sources de bruit sur une année, ou calculée mensuellement ou trimestriellement (cartes d'exposition).
- Statistiques d'évaluation : pourcentage d'habitat affecté ($F_{habitat}$) par espèce considérée, par zone d'évaluation (par exemple, sous-division, sous-région, région).

Lacunes et incertitudes connues en Méditerranée

Les principales incertitudes résident dans la disponibilité des données déclaratives (localisation, période et intensité des sources sonores), bien que l'expérience acquise au cours des 15 dernières années dans la mise en œuvre de la DCSMM, ainsi que les activités récentes liées à l'IMAP-OE11, soient encourageantes.

Une autre difficulté importante réside dans la perception générale selon laquelle l'acoustique sous-marine est trop complexe et que la surveillance du bruit est généralement trop coûteuse. Cependant, cet indicateur commun candidat 26 a été conçu pour éliminer la majeure partie de la complexité inhérente aux sciences de l'acoustique sous-marine, en simplifiant fortement la méthodologie de surveillance et en minimisant les coûts de mise en œuvre. Il convient donc de mettre l'accent sur une diffusion correcte de l'information concernant la manière dont cet indicateur est élaboré.

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 candidats 26 et 27. Celles-ci devront être traitées conformément aux recommandations formulées lors de la réunion des points focaux du MED POL de 2023. Améliorer la qualité et la disponibilité des données sur le bruit sous-marin est essentiel pour combler les lacunes existantes en matière de connaissances. À cet égard, les actions spécifiques suivantes devraient être entreprises par les Parties :

- Une contribution devrait être apportée au registre régional de l'ACCOBAMS sur les sources de bruit impulsionnel, notamment par le partage des données nationales, ainsi que par le développement d'un mécanisme de coopération visant à identifier la source du bruit sous-marin à longue distance, afin de traiter ses effets à longue portée.
- Il est nécessaire de déclarer les activités militaires génératrices de bruit afin de permettre une évaluation réelle et précise de la situation.
- Une approche alternative doit être testée en appliquant des évaluations spécifiques aux espèces et à leurs habitats. Pour un tel exercice, les Zones importantes pour les mammifères marins (ZIMM) pourraient être utilisées comme habitats définis.

Contacts et date des versions

Contacts clés au sein de l'ACCOBAMS et d'ONU Environnement/PAM pour toute information complémentaire

SECRÉTARIAT PERMANENT DE L'ACCOBAMS
JARDIN DE L'UNESCO, LES TERRASSES DE FONTVIEILLE
MC 98000, MONACO
www.accobams.org
secretariat@accobams.net

ONU Environnement/Plan d'action pour la Méditerranée
Secrétariat de la Convention de Barcelone
Vas. Konstantinou 48, Athènes 11635, Grèce
Téléphone : +30 210 7273116
jelena.knezevic@unep.org
www.unepmap.org

N° de version	Date	Auteur
V.1	10/07/2016	ACCOBAMS
V.2	25/01/2019	ACCOBAMS en concertation avec ONU Environnement/PAM
Version finale	31/05/2019	Pris en compte par la Réunion des points focaux du MED POL
V.4	28/05/2025	Réunion conjointe des groupes CorMon Pollution et Déchets marins
V.5	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

5. La révision de l'**Indicateur commun candidat 27** de l'IMAP **(OE11)** : **«** Niveaux de sons continus de basse fréquence à l'aide de modèles, le cas échéant » est présentée dans le tableau ci-dessous.

Titre de l'indicateur	Indicateur commun candidat 27 Niveaux de sons continus de basse fréquence à l'aide de modèles, le cas échéant	
Définition pertinente du bon état écologique[7]	**Objectif opérationnel connexe**	**Cible(s) proposée(s)**[8]
Le bruit des activités humaines n'a pas d'impact significatif sur les écosystèmes marins et côtiers	Les apports d'énergie dans le milieu marin, en particulier le bruit provenant des activités humaines, sont réduits au minimum	État : L'étendue (%) de la zone d'évaluation qui est au-dessus des niveaux causant des perturbations aux animaux marins sensibles est inférieure aux limites, ou ces limites sont dépassées pour une durée limitée.
Justification		
Justification du choix des indicateurs L'énergie d'origine anthropique introduite dans le milieu marin par les activités humaines comprend le son, la lumière et d'autres champs électromagnétiques, la chaleur et l'énergie radioactive. La plus répandue et la plus omniprésente est le son sous-marin (Dekeling et al., 2014). L'apport d'énergie sonore peut se produire à différentes échelles spatiales et temporelles. Les sons d'origine anthropique peuvent être de courte durée (c'est-à-dire impulsifs) ou prolongés (c'est-à-dire continus). Les sons de basse fréquence peuvent se propager sur de longues distances (de dizaines à des milliers de kilomètres), tandis que les sons de haute fréquence se propagent moins bien dans le milieu marin (sur des centaines de mètres à quelques kilomètres) (Urick, 1996). Les sources les plus courantes de pollution sonore marine en Méditerranée comprennent les explosions sous-marines, les géophysiques utilisant des canons à air comprimé, les sonars ou répulsifs acoustiques, le battage de pieux, les recherches scientifiques utilisant des sources acoustiques actives, ainsi que les travaux industriels en mer ou en zone côtière (ACCOBAMS, 2016 ; ACCOBAMS, 2022). Les organismes marins peuvent être affectés négativement à court et à long terme (ce qui inclut des impacts aigus ou chroniques, et des effets temporaires ou permanents) (Richardson et al., 1995). Les effets néfastes peuvent être subtils (par exemple une réduction temporaire de la sensibilité auditive, des effets de stress réduisant l'immunité, le succès de reproduction ou la survie), ou plus évidents (par exemple blessures, décès). Les premiers peuvent être difficiles à observer et à évaluer, tandis que les seconds peuvent, dans certains cas, être liés à des expositions aiguës à des bruits de courte portée. Cet indicateur concerne les sons continus de basse fréquence générés par les activités marines. Le principal contributeur à ce type de bruit ambiant océanique est le trafic maritime (Hildebrand, 2009 ; Hildebrand & Jesus, 2021 ; Jalkanen et al., 2022). Il a donc été identifié comme un facteur important susceptible d'entraîner une dégradation de l'habitat acoustique des animaux marins, en particulier des cétacés, qui sont connus pour communiquer sur de très longues distances à l'aide de signaux acoustiques. De nombreuses études ont également mis en évidence des effets négatifs sur les poissons. La dégradation de l'habitat acoustique peut entraîner le masquage des signaux biologiques, le déplacement des individus, une réduction de la condition physique et d'autres effets pouvant avoir des répercussions indirectes sur les populations, telles qu'une baisse de la reproduction, une diminution du succès de l'alimentation et, par conséquent, une dégradation à long terme du taux de survie des populations (Aguilar de Soto et al., 2006 ; Benhemma-Le Gall et al., 2021 ; Blair et al.,		

[7]Suite aux décisions qui seront prises lors de la présente réunion concernant la définition du bon état écologique et les ajustements mineurs des cibles, comme indiqué dans le document de travail UNEP/MED WG.626/3/Rev.1, les cibles et la définition du bon état écologique révisées seront intégrées aux fiches techniques révisées des indicateurs de pollution de l'IMAP.

[8]ibidem

Titre de l'indicateur	Indicateur commun candidat 27 Niveaux de sons continus de basse fréquence à l'aide de modèles, le cas échéant

2016 ; Erbe et al., 2019 ; Pirotta et al., 2012 ; Putland et al., 2017 ; Tennessen & Parks, 2015 ; Williams et al., 2014 ; Wysocki et al., 2006).

Références scientifiques

Aguilar de Soto, N., Johnson, M., Madsen, P. T., Tyack, P. L., Bocconcelli, A. & Borsani, F. J. (2006). Does Intense Ship Noise Disrupt Foraging in Deep-Diving Cuvier'S Beaked Whales (Ziphius Cavirostris) ? Marine Mammal Science, 22(3), 690–699. https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2006.00044.x

Benhemma-Le Gall, A., Graham, I. M., Merchant, N. D. et Thompson, P. M. (2021). Broad-Scale Responses of Harbor Porpoises to Pile-Driving and Vessel Activities During Offshore Windfarm Construction. Frontiers in Marine Science, 8(July), 1–18.https://doi.org/10.3389/fmars.2021.664724

Blair, H. B., Merchant, N. Friedlaender, A. S., Wiley, D. N. et Parks, S. E. (2016). Evidence for ship noise impacts on humpback whale foraging behaviour. Biology Letters, 12(8). https://doi.org/10.1098/rsbl.2016.0005

Erbe, C., Marley, S. A., Schoeman, R. P., Smith, J. N., Trigg, L. E., et Embling, C. B. (2019). The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. Frontiers in Marine Science, 6(October). https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00606

Hildebrand, J. A. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. Marine Ecology Progress Series, 395, 5–20. https://doi.org/10.3354/meps08353

Hildebrand, J. A. et Jesus, S. M. (2021). Trends in inputs of anthropogenic noise into the marine environment. The Second World Ocean Assessment, 860–883. https://doi.org/10.18356/9789216040062c049

Jalkanen, J. P., Johansson, L., Andersson, M. H., Majamäki, E., & Sigray, P. (2022). Underwater noise emissions from ships during 2014–2020. Environmental Pollution, 311. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119766

Pirotta, E., Milor, R., Quick, N., Moretti, D., Di Marzio, N., Tyack, P., Boyd, I. & Hastie, G. (Putland,R. L., Merchant, N. D., Farcas, A. et Radford, C. A. (2017). Vessel noise cuts down communication space for vocalizing fish and marine mammals. Global Change Biology, Novembre. https://doi.org/10.1111/gcb.13996

Vessel noise affects beaked whale behavior: results of a dedicated acoustic response study. PloS One, 7(8), e42535. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042535

Tennessen, J. B., & Parks, S. E. (2015). Acoustic propagation modeling indicates vocal compensation in noise improves communication range for North Atlantic right whales. Endangered Species Research, 30(1), 225–237. https://doi.org/10.3354/esr00738

Williams, R., Erbe, C., Ashe, E., Beerman, A. & Smith, J. (2014). Severity of killer whale Behavioral responses to ship noise: A dose-response study. Marine Pollution Bulletin, 79(1–2), 254–260.https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.004

Wysocki, L. E., Dittami, J. P., & Ladich, F. (2006). Ship noise and cortisol secretion in European freshwater fishes. Biological Conservation, 128(4), 501–508. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.10.020

Contexte stratégique et cibles

Description du contexte stratégique

Les activités maritimes sont réglementées par l'Organisation maritime internationale (OMI), l'agence des Nations Unies chargée de nombreux aspects du transport maritime, notamment la sécurité, la sûreté maritime, les enjeux environnementaux, les questions juridiques et techniques, ainsi que l'efficacité. L'OMI est à l'origine de plusieurs instruments juridiques, dont la Convention MARPOL, signée dans le but de réduire la pollution des océans et des mers. MARPOL comprend six annexes, chacune traitant d'une catégorie de pollution générée par les navires : les émissions d'hydrocarbures, les liquides nocifs, les substances dangereuses emballées, les eaux usées, les ordures et la pollution atmosphérique. Toutefois, MARPOL définit la pollution comme une substance, et non comme une forme d'énergie, contrairement à d'autres instances réglementaires, y compris certains organismes des Nations Unies comme la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (CNUDM). Le bruit sous-marin n'est donc pas pris en compte par MARPOL. Cependant, ces dernières années, le Comité pour la protection du milieu marin (MEPC) de l'OMI s'est penché sur le bruit sous-marin généré par la navigation. Des lignes directrices relatives à la réduction des émissions sonores des navires ont été publiées en 2014, puis révisées en 2023 (OMI, 2023). Il convient toutefois de noter que ces lignes directrices portent sur le bruit émis par des navires pris individuellement et sur les moyens de réduire ces émissions, sans aborder spécifiquement l'augmentation globale du bruit ambiant dans l'océan liée à l'intensification du trafic maritime (c'est-à-dire selon une approche écosystémique).

La Directive-cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSMM) et le processus EcAp constituent les premiers instruments juridiques visant à surveiller, évaluer et fixer des objectifs environnementaux, du moins dans leurs zones de compétence respectives (l'Union européenne et la région méditerranéenne). Tous les documents stratégiques élaborés dans le cadre de ces initiatives représentent donc une nouveauté en matière de réglementation des émissions polluantes liées au transport maritime. Un renforcement de la coopération avec des organismes de réglementation mondiaux tels que l'OMI et MARPOL constitue un atout majeur pour assurer le succès des initiatives visant à réduire le bruit émis par les navires et ses impacts associés, contribuant ainsi à l'atteinte du bon état écologique.

Au-delà de la réglementation à grande échelle, de nombreuses initiatives intéressantes émergent pour renforcer la mise en œuvre des mesures d'atténuation du bruit liées au transport maritime à l'échelle locale. Par exemple, certaines autorités portuaires mettent en place des règles spécifiques pour inciter les navires à respecter des normes environnementales de plus en plus strictes, y compris en matière de réduction des émissions sonores via des limitations de vitesse ou la réorganisation des couloirs de navigation. L'une des initiatives les plus connues est celle de l'autorité portuaire de Vancouver. Bien entendu, la multiplication de ces initiatives locales et leur synergie sont susceptibles de constituer un réseau suffisamment vaste pour produire des effets positifs à l'échelle des écosystèmes.

Cibles

La cible est définie à l'aide d'un système de seuils combinant les données sur le bruit généré par le trafic maritime avec des informations sur l'habitat des espèces sensibles au bruit. Cette approche permet d'évaluer si le risque d'impact négatif sur les populations de ces espèces est acceptable.

Ce système de seuils repose sur la méthodologie d'évaluation du bruit continu présentée dans le Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR 2023), adoptée par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone lors de la réunion des Groupes de correspondance pour l'approche écosystémique, les 27 et 28 juin 2023 à Athènes (Grèce). La méthodologie appliquée pour l'évaluation de l'indicateur commun candidat 27 dans le cadre du MED QSR 2023 s'appuie sur les travaux antérieurs menés par l'ACCOBAMS et le CAR/ASP du PNUE/PAM dans le cadre des projets QUIETMED et QUIETSEAS (Azzellino et al., 2023 ; Maglio et al., 2021 ; Maglio, Frey, et al., 2018), ainsi que par le groupe technique sur le bruit sous-marin de la Commission européenne (Borsani et al., 2023).

Un seuil unique est défini, s'appliquant au pourcentage d'habitat d'espèces sensibles au bruit affecté par le bruit continu. Sur cette base, pour atteindre ou maintenir le bon état écologique, la cible suivante doit être respectée par les Parties contractantes :

- **Pas plus de 20 % de l'habitat des espèces sélectionnées ne doit être exposé, au cours d'un mois donné de l'année d'évaluation, à des niveaux de bruit supérieurs au seuil de déclenchement des effets biologiques (LOBE – Level of Onset of Biological Effects), selon la moyenne mensuelle**.

Les valeurs seuils sont exprimées sous forme de fourchette (X % ou moins) afin de tenir compte des spécificités régionales et sous-régionales. Les évaluateurs sélectionnent un seuil spécifique dans cette fourchette en fonction du contexte et de l'objectif de l'évaluation. Bien que le seuil soit déterminé à partir des données disponibles, il peut être révisé à mesure que de nouvelles connaissances scientifiques deviennent disponibles.

Documents d'orientation

Résolution 7.13 de l'ACCOBAMS – Bruit d'origine anthropique. ACCOBAMS-MOP7/2019/Doc38/Annex15/Res.7.13. 2019

Résolution 8.17 de l'ACCOBAMS – Bruit d'origine anthropique. ACCOBAMS-MOP7/2019/Doc38/Annex15/Res.7.13. 2023

Décision 2017/848/UE de la Commission du 17 mai 2017 établissant des critères et des normes méthodologiques relatifs au bon état écologique des eaux marines, ainsi que des spécifications et des méthodes normalisées de surveillance et d'évaluation, et abrogeant la décision 2010/477/UE

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 »).

Convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par les navires, modifiée par le Protocole de 1978 (MARPOL 73/78).

OMI (2023). Lignes directrices révisées pour la réduction du bruit sous-marin rayonné par la navigation afin de limiter les impacts négatifs sur la vie marine.

Méthodes d'analyse des indicateurs

Définition de l'indicateur

L'indicateur principal est le niveau de pression acoustique moyen (SPL) dans certaines bandes de fréquences (bandes de tiers d'octave centrées sur 20, 63, 125, 250, 500, 2 000 Hz), calculé sur une base mensuelle, où :

SPL signifie niveau de pression acoustique, exprimé en dB (réf. 1 µPa)

En complément, le niveau de dépassement à 33 % peut être calculé sur une base annuelle. Ce terme est défini par la norme internationale ISO 1996-1:2003(E) comme le niveau dépassé pendant 33 % de la période de temps analysée.

Le SPL moyen donne un aperçu des conditions moyennes de bruit pendant la période d'évaluation (1 an), tandis que le niveau de dépassement à 33 % reflète les niveaux de bruit les plus élevés pendant environ un tiers de l'année, soit environ 4 mois. L'utilisation de ce niveau est basée sur l'hypothèse qu'en Méditerranée, le bruit généré par le trafic maritime augmente considérablement en été (de juin à septembre), principalement en raison des embarcations de plaisance, mais aussi du nombre accru de navires dû aux meilleures conditions météorologiques. Le niveau de dépassement à 33 % vise à détecter ce phénomène en tant qu'indicateur complémentaire pour l'évaluation du bon état écologique.

En ce qui concerne les fréquences, elles ont été choisies comme suit :

20 Hz, en lien avec la biologie du rorqual commun. La fréquence de 20 Hz correspond en effet à la fréquence de crête des vocalisations du rorqual commun. La surveillance de la bande de tiers d'octave centrée sur cette fréquence peut ainsi contribuer à évaluer l'effet de masquage causé par les sources de bruit anthropique.

- 63 Hz, sur la base des bandes de fréquences où le bruit de la navigation est le plus susceptible de dominer par rapport aux autres sources (conformément au critère de bruit ambiant de la DCSMM)
- 125 Hz, sur la base des bandes de fréquences où le bruit de la navigation est le plus susceptible de dominer par rapport aux autres sources (conformément au critère de bruit ambiant de la DCSMM)
- 250 Hz, sur la base des bandes de fréquences où le bruit de la navigation est le plus susceptible de dominer par rapport aux autres sources, selon les données méditerranéennes (par exemple, Pulvirenti et al., 2014)
- 500 Hz, sur la base des bandes de fréquences où le bruit de la navigation est le plus susceptible de dominer par rapport aux autres sources, selon les données méditerranéennes (par exemple, Pulvirenti et al. 2014)
- 2 000 Hz, sur la base de la signification biologique pour le cachalot. Bien que la fréquence de crête des clics du cachalot ait été identifiée à 5 000 Hz (Madsen et al., 2002 ; Watkins et al. 1980), sa limite inférieure de fréquence de crête a été définie à 2 000 Hz. Il semble plus pertinent d'utiliser cette limite inférieure car elle est plus susceptible d'être affectée par le bruit anthropique et elle nécessite un taux d'échantillonnage plus faible pour l'enregistrement, ce qui réduit le coût du matériel de surveillance et le volume d'archivage des données.

Méthodologie de calcul des indicateurs

Le calcul de l'indicateur comprend les étapes suivantes :

- Analyse des enregistrements provenant d'équipements acoustiques déployés, avec production de graphiques des niveaux sonores en fonction du temps, des fréquences, etc.
- Modélisation de la propagation du bruit généré par les sources continues (navires), afin d'estimer les niveaux à grande échelle et de cartographier les indicateurs dans les zones d'évaluation.

Les indicateurs à utiliser sont les suivants :

- Niveau de pression acoustique moyen (tendance centrale) calculé mensuellement, soit à partir d'enregistrements obtenus sur le terrain, soit sur la base d'un processus de modélisation ;
- En complément, le niveau de dépassement à 33 % sur une année peut être utilisé, correspondant au 67ème centile de la distribution des valeurs de SPL. Cet indicateur s'avère particulièrement utile dans le cas de l'analyse d'enregistrements provenant de stations de surveillance à long terme (données sur 1 an), afin de mettre en évidence l'effet des embarcations de plaisance.

Lors du traitement des fichiers audio obtenus sur le terrain, les échantillons utilisés pour l'analyse statistique sont des extraits d'enregistrements sonores de durée fixe, dont le nombre et la durée peuvent varier. En règle générale, des échantillons d'une durée maximale d'une minute doivent être utilisés.

Pour les modèles, différentes approches peuvent être utilisées pour obtenir les statistiques requises : des approches temporelles et des approches probabilistes. Quelle que soit l'approche utilisée pour les modèles, il est recommandé de se référer aux lignes directrices disponibles concernant leur utilisation (voir ci-dessous la section « Liste des documents et protocoles de référence »). **Des précisions supplémentaires sont également fournies dans les évaluations thématiques sur le bruit et dans l'évaluation de la pollution du rapport MED QSR 2023.**

Unités de l'indicateur

Niveaux de pression acoustique exprimés en **dB re 1 µPa**

Liste des documents d'orientation et protocoles disponibles

A basin-wide strategy for underwater noise monitoring in the Mediterranean. Rapport rédigé par Alessio Maglio, Manuel Castellote et Gianni Pavan. (ACCOBAMS, 2015)

Best practice guidelines on acoustic modelling and mapping. 2017/848/EU and ACCOBAMS premises, and generalisation for the EcAp process. Deliverable 3.3, projet QUIETMED. DG ENV/DCSMM Deuxième cycle/2016. (Taroudakis et al., 2018)

Best practices guidelines on signal processing algorithms for the preprocessing of the data and for obtaining the noise indicator. Deliverable 3.2, projet QUIETMED. DG ENV/DCSMM Deuxième cycle/2016. (Vukadin et al, 2018)

Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A, Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V., 2014. Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part I: Executive Summary, JRC Scientific and Policy Report EUR 26557 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014, doi : 10.2788/29293.

End Report on GES criteria assessment at basin scale with focus on the consistency and coherence of approaches at national levels (including operational targets definition) - Deliverable 2.3 (Maglio, Frey, et al., 2018) N° 11.0661/2016/748066/SUB/ENV.C2. (Maglio et al, 2018)

Impacts of noise and use of propagation models to predict the recipient side of noise. Rapport préparé dans le cadre du contrat ENV.D.2/FRA/2012/0025 pour la Commission européenne. Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science (CEFAS), Royaume-Uni, juillet, 27 p. Disponible à l'adresse : http://mcc.jrc.ec.europa.eu/document.py?code=201601081529 (Borsani et al, 2015)

Proposal of a methodology to establish thresholds values for D11C2 in the Mediterranean and Black Sea regions. QUIETSEAS D5.2. (Azzellino et al., 2023)

QUIETSEAS Deliverable 9.1. Guidelines for Competent Authorities on a reporting method for continuous noise appropriate for the GES assessment and the establishment of thresholds.

Review of underwater acoustic propagation models, p. 35. (Wang et al, 2014)

Review of risk-based approaches and frameworks for D11C2. QUIETDSEAS D3.1. (Maglio et al, 2021).

Fiabilité et incertitudes des données

De nombreuses sources d'incertitude existent, tant pour les mesures que pour les modèles : les caractéristiques du dispositif d'enregistrement sonore utilisé, l'étalonnage, les conditions d'amarrage et l'emplacement du déploiement (proximité ou éloignement des voies de navigation, zones d'ombre, etc.), ainsi que les nombreuses étapes et paramètres du traitement des données. Les méthodes de modélisation intègrent également un grand nombre de facteurs de variabilité, ce qui rend souvent difficile toute comparaison pertinente entre différents programmes de surveillance. Ces incertitudes entraînent des limites bien connues dans la compréhension des effets potentiels du bruit anthropique sur l'environnement.

Cependant, malgré ces incertitudes, des progrès importants ont été réalisés depuis le lancement du processus EcAp, avec un effort considérable pour élaborer des orientations et des meilleures pratiques. Une grande partie de ces efforts a été initialement concentrée sur les eaux du nord de l'Europe et de l'Atlantique Nord, mais des projets récents (QUIETMED, QUIETMED2 et QUIETSEAS) ont permis des avancées notables vers l'harmonisation des méthodes et la construction d'une compréhension partagée de nombreux aspects techniques.

Méthodologie de surveillance : périmètre temporel et spatial

Méthodologies disponibles pour la surveillance et les protocoles associés

Méthodologie générale de surveillance : l'utilisation combinée de mesures et de modélisation est recommandée. Il est important de souligner que les modèles sont nécessaires pour effectuer l'évaluation du bon état écologique. L'enregistrement continu du son doit être effectué sur des sites fixes à l'aide de stations d'enregistrement sonore. La modélisation et la cartographie acoustiques doivent reposer sur des procédures analytiques appropriées, dont les estimations sont validées à partir de mesures de terrain.

L'utilisation de mesures acoustiques in situ est essentielle pour :

- Recueillir des données de terrain fondamentales sur le bruit ambiant à un emplacement donné ;
- Réduire l'incertitude sur les niveaux de source utilisés comme données d'entrée pour la modélisation ;
- Enrichir la base de données probantes pour améliorer la prise de décisions en matière de gestion.

L'utilisation des modèles est essentielle pour :

- Réduire le nombre de stations nécessaires pour établir une tendance sur une période donnée (raisonnement similaire à celui ci-dessus), ce qui diminue les coûts de surveillance ;
- Aider au choix des positions de surveillance et du matériel (en sélectionnant les sites où le bruit de la navigation domine par rapport à celui des explosions ou des campagnes sismiques) ;
- Produire des cartes de bruit, outil précieux pour comprendre rapidement les niveaux d'ensonification sur de vastes zones, et outil nécessaire pour calculer l'étendue des zones impactées ;
- Prédire des scénarios futurs et ainsi tester différentes stratégies de réduction du bruit, par exemple en répondant à des questions simples telles que : que se passe-t-il si l'on réduit de XX dB le bruit de 1 % (ou 20 %, etc.) des navires en circulation ?

Protocole de surveillance : les enregistrements sont stockés dans une unité de stockage (serveur) au cours de l'année. Ils peuvent être récupérés manuellement ou transmis automatiquement via des réseaux appropriés (Wi-Fi, GPRS, satellite) de la station vers le serveur. Des enregistreurs sonores câblés, connectés directement à la terre, peuvent également être utilisés. Le travail de terrain se limite au déploiement et à la maintenance des enregistreurs sonores. Les données peuvent être analysées une fois par an sur l'ensemble du jeu de données acoustiques obtenu, ou de manière périodique au cours de l'année. Les modélisations et cartographies sont réalisées à l'aide de logiciels appropriés une fois par an ou selon une autre périodicité adéquate.

Il est recommandé que les Parties contractantes d'une même sous-région collaborent pour mettre en place un système de surveillance du bruit ambiant. Lors de la définition d'un tel système de surveillance, plusieurs aspects doivent être pris en compte (liste non exhaustive) : qualité des équipements de mesure, étalonnage, profondeur de déploiement, configuration des amarres.

Sources de données disponibles

Depuis 2020, la plateforme NETCCOBAMS fournit des cartes du bruit sous-marin continu (basées sur le bruit du trafic maritime) pour l'ensemble de la zone ACCOBAMS (mer Méditerranée, mer Noire, zone atlantique contiguë à la Méditerranée).

Il est prévu que la plateforme européenne EMODnet inclue prochainement une section dédiée aux données de bruit sous-marin provenant de stations de surveillance situées dans les eaux entourant l'Union européenne (offrant ainsi une bonne couverture de la mer Méditerranée).

Les données environnementales d'entrée pour la modélisation acoustique (profondeur, nature du fond, profils de température et de salinité, etc.) sont disponibles via de nombreux référentiels ouverts (EMODnet, Copernicus, NOAA, etc.).

Les données d'entrée relatives aux navires (bases AIS) pour la modélisation acoustique (positions, vitesse, type de navire, etc.) sont accessibles via les réseaux AIS courants et/ou fournisseurs spécialisés.

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

Portée spatiale : les Parties contractantes devraient envisager l'ensemble de l'espace maritime sous leur juridiction pour le positionnement des dispositifs acoustiques, en suivant les orientations ci-après pour le choix des emplacements. En complément, la cartographie du bruit basée sur la modélisation de la propagation sonore constitue un moyen efficace de couvrir l'ensemble de l'espace maritime d'un pays à moindre coût.

Emplacement des sites d'échantillonnage :

- Surveillance dans des zones à fort trafic et à faible trafic, en recherchant et incluant également des sites où le bruit est supposé être le plus faible.
- La surveillance peut être plus rentable si les stations océanographiques existantes intègrent la surveillance du bruit en parallèle des autres variables océanographiques déjà suivies, comme dans le cadre d'EMSO (European Multidisciplinary Seafloor Observation) ou du réseau ESONET-NoE (European Seas Observatory Network of Excellence).
- Prendre en compte les effets de la topographie locale et de la bathymétrie, par exemple lorsqu'il existe des reliefs côtiers prononcés ou des îles/archipels, il peut être pertinent de placer des hydrophones de part et d'autre de ces formations.
- Dans la mesure du possible, éviter les emplacements proches d'autres sources de bruit susceptibles d'interférer avec les mesures, telles que l'exploration pétrolière et gazière ou les activités de construction offshore. Les zones à forts courants de marée peuvent également affecter la qualité des mesures.
- Les stations de surveillance devraient être prioritairement situées dans des habitats importants pour les cétacés, tels qu'identifiés par l'ACCOBAMS (Résolution 4.15).

- Dans la mesure du possible, utiliser des stations de surveillance profondes, qu'elles soient autonomes ou câblées, afin de limiter l'influence du bruit de surface et de subsurface.

Orientation relative à la portée temporelle

Les stations de surveillance doivent être capables d'enregistrer **en continu** le bruit sous-marin. Le schéma temporel de la surveillance peut varier en fonction du type d'équipement et des modalités logistiques pour la récupération ou la transmission des données. Il est souhaitable que les déploiements couvrent toute l'année, mais aucune périodicité de récupération n'est recommandée pour les équipements amarrés.

En ce qui concerne les données de bruit issues de la modélisation, puisque la cible définie consiste à évaluer le pourcentage d'habitat affecté par le bruit continu sur une base mensuelle, les cartes de bruit devraient être produites pour au moins un mois, et idéalement pour tous les mois.

Analyse des données et résultats de l'évaluation

Analyse statistique et base d'agrégation

Un logiciel d'analyse approprié (généralement des algorithmes développés dans des langages de programmation comme Matlab ou autres) est utilisé pour calculer le SPL moyen (et les niveaux de dépassement à 33 %). Conformément à la méthodologie appliquée pour l'IC 27 dans le MED QSR 2023, toute statistique représentant la tendance centrale du scénario mensuel peut être choisie (par exemple : la médiane, la moyenne arithmétique ou toute autre mesure représentative de la tendance centrale).

Pour le traitement des données acoustiques, un échantillonnage d'extraits (segments) courts des enregistrements sonores (les échantillons servant au calcul des statistiques) doit être utilisé pour calculer les métriques de bruit. En règle générale, la durée de chaque segment ne doit pas dépasser 1 minute, sauf décision et justification contraires.

Enfin, l'agrégation peut être réalisée dans le cadre d'une coopération transfrontalière au niveau sous-régional. L'outil NETCCOBAMS est actuellement mis en œuvre par l'ACCOBAMS à cette fin pour le bruit continu. La plateforme NETCCOBAMS peut héberger des données sur les niveaux de bruit sous-marin au format HDF5, conformément à l'appel à données sur le bruit continu lancé en 2022 dans le cadre du projet QUIETSEAS.

En ce qui concerne l'analyse des données pour l'évaluation de l'état environnemental d'une zone maritime, l'indicateur doit être combiné aux informations relatives à l'habitat des espèces sensibles au bruit, afin de calculer la proportion de cet habitat affectée par le bruit impulsionnel.

L'utilisation de modèles permet de produire des cartes de bruit fournissant une estimation des niveaux moyens de bruit dans les zones évaluées. La résolution temporelle de l'évaluation (fenêtre temporelle d'évaluation) est mensuelle.

- La première étape consiste à déterminer les parties de la zone d'évaluation exposées à des niveaux supérieurs au seuil de déclenchement des effets biologiques (LOBE – Level of Onset of Biological Effects). Cette opération est effectuée pour chaque mois de l'année. Elle aboutit à une carte d'exposition pour l'ensemble de la zone évaluée.
- L'étape suivante est de déterminer l'étendue de l'habitat des espèces sensibles au bruit dans la zone d'évaluation ($A_{Habitat}$). Cette opération peut être réalisée selon différentes méthodes, notamment par modélisation affinée de l'habitat et/ou autres analyses SIG. Cette étape doit être menée en cohérence avec les indicateurs pertinents relevant de l'OE1 (Biodiversité).
- Ensuite, il faut déterminer la portion de l'habitat exposée à un niveau de bruit supérieur au LOBE (A_{LOBE}).
- En divisant la superficie de l'habitat exposé (A_{LOBE}) par la superficie totale de l'habitat ($A_{Habitat}$), on obtient la fraction de l'habitat exposé, $F_{Habitat}$, exprimée comme suit :

$$F_{Habitat}(t_i) = \frac{A_{LOBE}(t_i)}{A_{Habitat}} \cdot 100\%,$$

où t_i représente un mois i de la période d'évaluation (1 an). La fraction quotidienne de la superficie de l'habitat par mois peut varier entre 0% et 100%.

Résultats d'évaluation attendus

Les résultats de l'évaluation sont les suivants :

- Niveaux moyens de pression acoustique sur des fenêtres temporelles appropriées (mois, saison, année).
- Niveaux de dépassement à 33 % sur une base annuelle.
- Cartes de bruit, c'est-à-dire cartes montrant la distribution des niveaux de bruit estimés dans la zone évaluée.
- Cartes d'exposition au bruit, c'est-à-dire cartes indiquant les zones où le niveau LOBE est dépassé.
- Statistiques d'évaluation : pourcentage d'habitat affecté ($F_{Habitat}$) par espèce considérée, par zone d'évaluation (par exemple : sous-division, sous-région, région), calculé sur une base mensuelle.

Lacunes et incertitudes connues en Méditerranée

La Méditerranée présente une majorité de zones en eaux profondes dont le paysage acoustique a été peu étudié, bien que certaines stations fixes de surveillance en profondeur (2 stations du réseau EMSO/ESONET, l'une en Méditerranée nord-occidentale, l'autre en mer Ionienne) fournissent des données acoustiques à long terme depuis de nombreuses années. De toute évidence, de nombreux déploiements temporaires ont également été réalisés depuis les années 1990, et des données sont disponibles pour examiner les niveaux sonores, les résultats et d'autres éléments en vue d'établir des références de base. Toutefois, des lacunes communes – notamment l'absence de normes d'étalonnage et les nombreuses sources de variabilité déjà soulignées dans cette fiche d'information – peuvent empêcher l'extraction d'informations pertinentes dans le cadre de telles revues, en ce qui concerne l'indicateur commun 27. En outre, la couverture insuffisante du système AIS dans certaines parties de la Méditerranée, en particulier dans la zone sud, peut affecter la qualité de la surveillance fondée sur les techniques de modélisation. Cependant, les travaux réalisés au cours des dix dernières années sur le bruit sous-marin, dans une perspective écosystémique, ont permis une meilleure compréhension – et donc une meilleure gestion et atténuation – des différentes sources d'incertitude.

En s'appuyant sur les avancées réalisées jusqu'en 2023, plusieurs lacunes en matière de connaissances ont été identifiées lors de la préparation du Rapport 2023 sur l'état de la qualité de l'environnement en Méditerranée (MED QSR), concernant la surveillance et l'évaluation des indicateurs communs candidats 26 et 27, qui devront être comblées conformément aux recommandations de la réunion des points focaux du MED POL de 2023. L'amélioration de la qualité et de la disponibilité des données sur le bruit sous-marin est essentielle pour combler les lacunes existantes en matière de connaissances, comme le souligne la fiche d'orientation pour l'indicateur commun candidat 26 de l'IMAP.

Contacts et date des versions

Contacts clés au sein de l'ACCOBAMS et d'ONU Environnement/PAM pour toute information complémentaire

SECRÉTARIAT PERMANENT DE L'ACCOBAMS
JARDIN DE L'UNESCO, LES TERRASSES DE FONTVIEILLE
MC 98000, MONACO
www.accobams.org
secretariat@accobams.net

ONU Environnement/Plan d'action pour la Méditerranée
Secrétariat de la Convention de Barcelone
Vas. Konstantinou 48, Athènes 11635, Grèce
Téléphone : +30 210 7273116

jelena.knezevic@unep.org
www.unepmap.org

N° de version	Date	Auteur
V.1	10/07/2016	ACCOBAMS
V.2	25/01/2019	ACCOBAMS en concertation avec ONU Environnement/PAM
Version finale	31/05/2019	Pris en compte par la Réunion des points focaux du MED POL
V.3	28/05/2025	Réunion conjointe des groupes CorMon Pollution et Déchets marins
V.4	19 June 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