

Déchets marins : lever le voile sur la pollution plastique des océans

Contexte

Les notes prospectives (Foresight Briefs) sont publiées par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) afin de mettre en lumière un point chaud du changement environnemental, de présenter un sujet scientifique émergent ou de discuter d'une question environnementale actuelle. Le public peut ainsi découvrir ce qui se passe dans son environnement en mutation et les conséquences de ses choix quotidiens. Elles permettent aussi de réfléchir aux orientations futures des politiques. Le présent numéro 18 de la série met en lumière le problème mondial que constitue la pollution du milieu marin par les déchets plastiques et appelle à la surveillance et à l'évaluation de cette dernière.

Résumé

La pollution du milieu marin par les déchets plastiques constitue un problème mondial qui menace les mers et les océans, la biodiversité, la santé humaine et les activités économiques telles que le tourisme, la pêche et la navigation/le transport maritime. Représentant environ 80 % des déchets marins, les plastiques sont dus aux activités menées par les êtres humains, aussi bien à terre qu'en mer. Pour lutter contre les déchets marins, il faut connaître leurs sources, voies de pénétration, puits et impacts, ce qui nécessite de mettre en place des programmes de surveillance et d'évaluation harmonisés à l'échelle mondiale pour guider les actions et évaluer leur efficacité.

Introduction

Tous nos océans sont menacés par les déchets marins, dont les plastiques constituent généralement la majorité. Environ 5 250 milliards de particules plastiques, soit l'équivalent de 269 000 tonnes, flottent dans les océans¹, à des concentrations pouvant aller jusqu'à 64 millions de particules par kilomètre carré en Méditerranée².

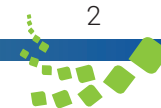


© Parilov / Shutterstock

Crédit photo : Inside Creative House/Shutterstock

Les quantités de plastiques que les fleuves introduisent annuellement dans les océans varieraient entre 0,41 et 4,00 millions de tonnes selon une estimation³ et entre 1,15 et 2,41 millions de tonnes selon une autre, sur le total de 8 à 15 millions de tonnes qui y aboutissent chaque année⁵. Les densités sur les fonds marins peuvent atteindre 1,3 million d'articles par kilomètre carré⁶. Sur certaines îles reculées, il a été constaté que 80 à 90 % des juvéniles de puffins à pieds pâles avaient au moins un morceau de plastique dans leur estomac⁷, ce qui atteste de l'impact des déchets marins sur la biodiversité. Leur impact économique

dans les 21 pays de la région de l'Association de coopération économique Asie-Pacifique a décuplé au cours des dix dernières années et s'établit désormais à près de 11 milliards de dollars des États-Unis par an, selon les estimations⁸. Les préoccupations grandissantes que suscitent leurs incidences potentielles sur l'environnement, l'économie et la santé humaine nécessitent l'obtention d'informations appropriées pour évaluer le problème et s'y attaquer.



La pollution du milieu marin par les déchets plastiques est une question complexe et délicate (**figure 1**). Les déchets plastiques regroupent un large éventail de polymères synthétiques, dont la composition et les propriétés sont diverses et influent sur leur répartition, leur devenir et leurs effets sur l'environnement. De taille très variable, allant des coques de bateaux pouvant mesurer plusieurs mètres de long aux particules nanoplastiques de moins de 5 mm de diamètre (Groupe mixte d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin (GESAMP), 2019), ils peuvent se rencontrer partout dans le monde, dans différents compartiments du milieu marin.

Les connaissances actuelles sur les quantités de déchets se trouvant dans le milieu marin ont été acquises à partir de

méthodes d'échantillonnage et d'indicateurs variables, ainsi que dans des environnements différents, et ne portent que sur certaines régions du monde. Il est donc difficile de comparer les données et de se faire une idée complète de l'impact et de l'efficacité à l'échelle mondiale des mesures prises et des politiques existantes en la matière, d'où la nécessité de mettre en place des méthodes et des approches harmonisées de surveillance et d'évaluation de ces déchets.

La surveillance de l'environnement marin à des fins d'évaluation de la présence de déchets plastiques est un volet nécessaire du processus de détermination des sources, du devenir, de l'étendue, des tendances et des impacts potentiels des déchets plastiques (GESAMP, 2019)⁹. Elle fournit de surcroît des informations qui



© Loretta Sze / Shutterstock.com

aident à définir les mesures d'atténuation envisageables (visant à réduire les déversements) et peuvent servir à évaluer l'efficacité des actions.

Comme indiqué dans le rapport du GESAMP (2019)¹⁰, le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), avec l'appui de la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'UNESCO et d'autres organismes des Nations Unies (AIEA, FAO, OMI, OMM, ONUDI, PNUD) coordonne l'action menée pour promouvoir l'harmonisation, la cohérence et la normalisation des méthodes de conception des programmes d'échantillonnage pour la surveillance et l'évaluation des déchets marins, notamment en ce qui concerne la sélection d'indicateurs appropriés (méthodes et protocoles d'échantillonnage, unités d'évaluation). Le PNUE et la COI de l'UNESCO ont été chargés d'aider les pays à mettre en œuvre des méthodes et des procédures permettant de rendre compte des progrès accomplis par rapport à la cible 1 de l'objectif de développement durable 14 concernant la vie aquatique (« D'ici à 2025, prévenir et réduire nettement la pollution marine de tous types, en particulier celle résultant des activités terrestres, y compris les déchets en mer et la pollution par les nutriments ») du Programme de développement durable à l'horizon 2030 de l'Organisation des Nations Unies.

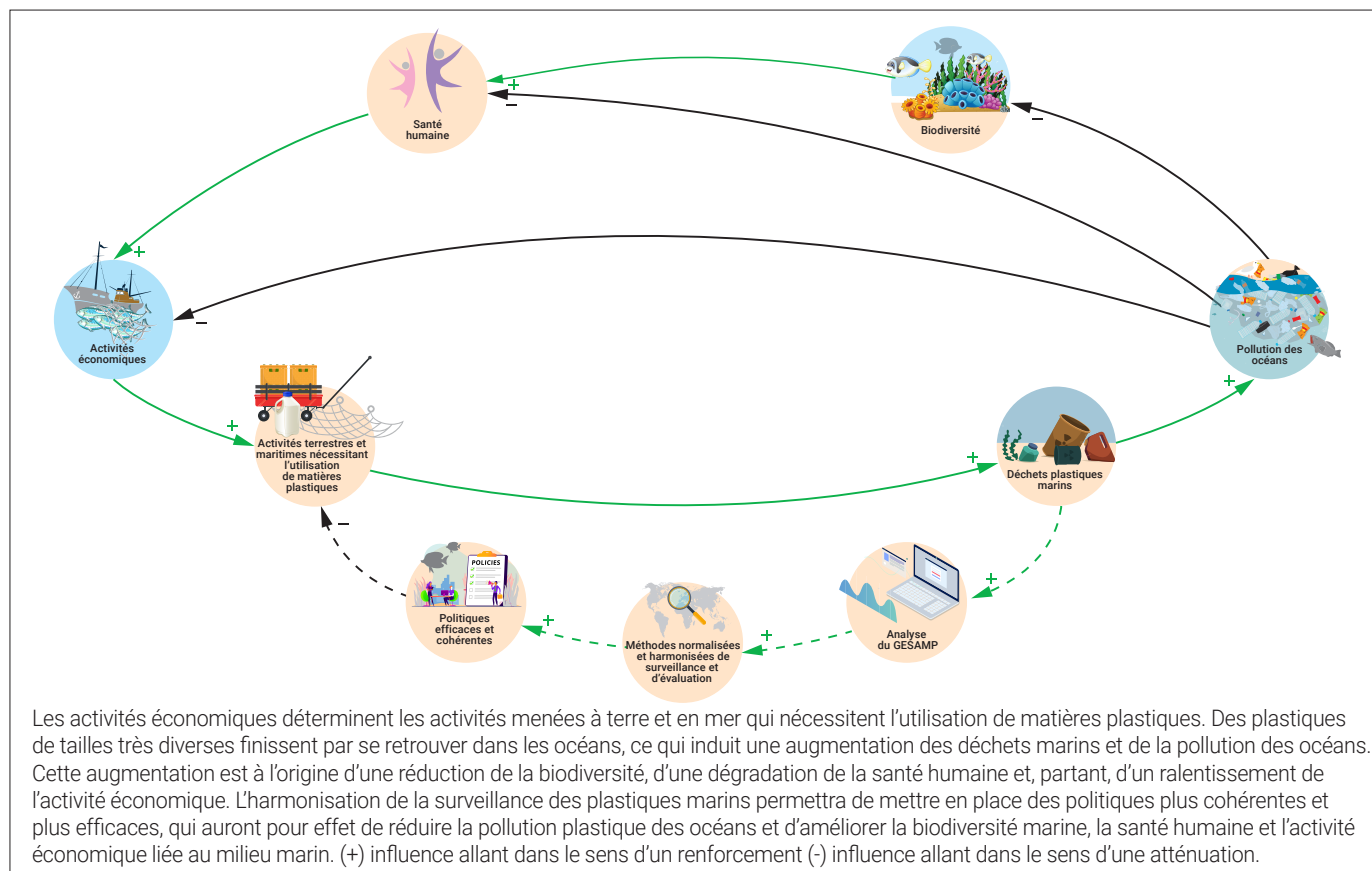
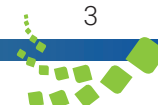


Figure 1 : Une perspective de pensée



Afin de remédier à l'absence de méthode internationalement reconnue de communication des données sur la répartition et l'abondance des déchets plastiques et des microplastiques dans les milieux marins, le GESAMP a publié, en 2019, un rapport intitulé « Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean » (Lignes directrices pour la surveillance et l'évaluation des déchets plastiques dans les océans)¹¹.

Le rapport en question vise à compléter et harmoniser les programmes de surveillance et d'évaluation déjà en place, tels que ceux qui ont été élaborés dans le cadre du Programme pour les mers régionales, ou par l'Union européenne et un certain nombre de pays. Ces initiatives, ainsi que les lignes directrices publiées en 2009 par le PNUE et la COI de l'UNESCO, ont grandement contribué à l'élaboration des lignes directrices actualisées (GESAMP, 2019).

Les lignes directrices proposent une approche par étapes pour aider les autorités nationales et les organismes régionaux à organiser des programmes d'évaluation de la contamination du milieu marin par les déchets plastiques, y compris les plans d'échantillonnage, la sélection des indicateurs et l'harmonisation des méthodes (tableau 1)¹².

Leur but est de tirer le meilleur parti des données recueillies, sachant que, dans de nombreux cas, le manque de ressources limite la portée des programmes de surveillance. À cet égard, le rapport n'a pas vocation à examiner les décisions relatives à la définition de la situation ciblée ou privilégiée concernant les déchets marins, lesquelles font partie intégrante du processus de gouvernance locale/régionale¹³.

Les lignes directrices couvrent toutes les fourchettes de taille des déchets plastiques trouvés en mer et donnent des définitions de termes communs utilisés dans les programmes existants de surveillance des déchets marins, élément essentiel pour mettre en place une approche harmonisée et améliorer les possibilités de partage des données et des informations¹⁴. Elles décrivent également un certain nombre de principes fondamentaux de surveillance et d'évaluation, notamment la possibilité de faire participer les scientifiques citoyens¹⁵.

Tableau 1 : Synthèse des approches d'échantillonnage recommandées pour différents compartiments environnementaux et tailles de plastiques, au regard de leur faisabilité (1 : les plus faisables ; 7 : les moins faisables ; en se basant sur les besoins en matière d'échantillonnage et de traitement des ressources) et des préoccupations courantes qu'elles abordent concernant les politiques, avec des renvois aux chapitres du rapport s'y rapportant expressément. L'indice de pertinence des politiques reflète l'ensemble des préoccupations liées aux politiques que l'approche d'échantillonnage prend en compte. Compartiments : LI – littoral, FM – fonds marins, B – biotes, SM – surface des océans. Sous-compartiments : PLA – plage, PO – poissons, INV – invertébrés, OM – oiseaux de mer, MEG – mégafaune. Taille des plastiques : MA – macroplastiques, ME – mésoplastiques, MI – microplastiques. a Échantillonnage opportuniste au moyen de bateaux de pêche | b Observations opportunistes par des plongeurs amateurs | c Organismes échoués | d Navires océanographiques | e Observations visuelles par des navires d'opportunité.

Faisabilité	Compartiments et taille des plastiques			Besoins en matière d'échantillonnage et de traitement des ressources (coûts augmentant de la gauche vers la droite)							Exemples de préoccupations concernant les politiques									
	Compartiment	Sous-compartiment	Taille des plastiques	Personnes	Équipement de terrain de base	Tamis	Filets	Microscope stéréoscopique	Navires	Chapitre	Répartition et abondance	Identification des sources	Domaines touchés							Indice de pertinence des politiques
													Tourisme	Sécurité sanitaire des produits de la mer	Santé humaine et blessures	Dangers pour la navigation	Pêche et aquaculture	Protection des animaux	Biodiversité	
1	LI	PLA	MA	R	R					4	R	R	R		R				R	5
2	LI	PLA	ME	R	R	R				4	R		R						R	3
3	FM		MA	R			R		R ^a		R	R			R	R			R	5
3	FM		MA	R ^b	R						R	R	R		R	R	R	R	R	7
4	8	PO	ME MI	R		R		R			R			R			R	R	R	5
4	8	INV	ME MI	R				R			R			R			R	R	R	5
5	8	OM ^c	ME MI	R		R		R			R	R					R	R	R	4
5	8	MEG ^c	MA ME MI	R				R			R						R	R	R	3
6	SM		ME MI	R		R	R	R			R						R		R	3
7	SM		MA	R	R				R ^e		R				R	R	R	R	R	5

^a Échantillonnage opportuniste au moyen de bateaux de pêche | ^b Observations opportunistes par des plongeurs amateurs | ^c Organismes échoués | ^d Navires océanographiques | ^e Observations visuelles par des navires d'opportunité.

Y sont en outre traités les paramètres environnementaux, le choix des stratégies de surveillance et les éléments spécifiques à prendre en compte pour chacun des compartiments de l'environnement : littoraux, surface des océans et colonne d'eau, fonds marins et biotes (figure 2)¹⁶. Bon nombre des techniques décrites peuvent s'utiliser pour quantifier et répertorier des éléments spécifiques ou provenant de sources spécifiques, par exemple les engins de pêche abandonnés, perdus ou rejetés (EPAPR), et pour communiquer des données à leur sujet, en vue d'évaluer l'efficacité et l'efficacité des mesures de réduction les concernant. Les lignes directrices peuvent de surcroît être appliquées à la surveillance d'autres environnements, tels que les fleuves et les lacs, en y apportant les modifications pertinentes¹⁷.

Le document contient par ailleurs des exemples de procédures de préparation en laboratoire des échantillons et présente une gamme de techniques plus sophistiquées pour la consignation des caractéristiques biologiques, chimiques ou physiques des échantillons de plastiques. Enfin, il fournit des liens vers des protocoles et des fiches d'enregistrement des données de surveillance. D'autres liens renvoient vers des sources d'information, notamment les programmes de surveillance en place, des descriptions plus détaillées des méthodes, ainsi que des études de cas.

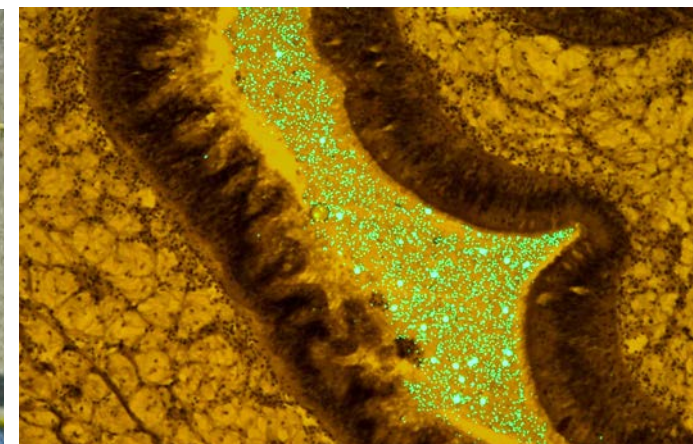
Une série de recommandations sur, entre autres, les critères de sélection dépendant à la fois des contraintes en matière de ressources/capacités et des questions de politique examinées, est présentée à la fin du rapport¹⁸



Crédit photo : Richatrd Whitcombe/Shutterstock



Crédit : NOAA



Crédit : I. Paul Pont

Figure 2: Méthodes employées pour échantillonner les déchets marins dans les différents compartiments du milieu marin (littoraux, surface des océans, fonds marins et biotes). Plongée en eaux peu profondes (côte Pacifique des États-Unis, < 30 m), échantillonnage des microplastiques, évaluation de l'ingestion de microparticules par les mollusques et échantillonnage effectué sur les plages

Mise au point de l'indicateur 14.1.1

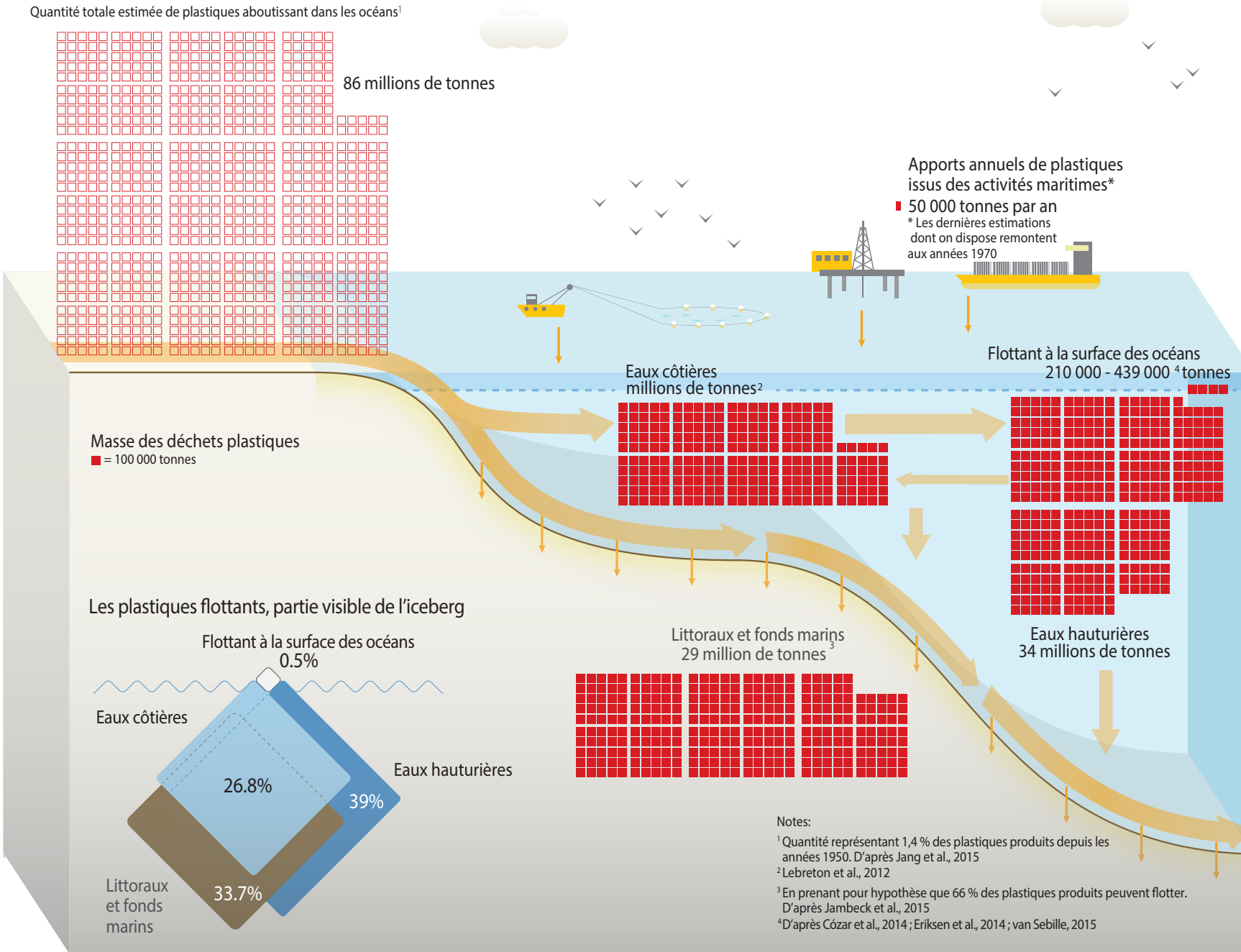
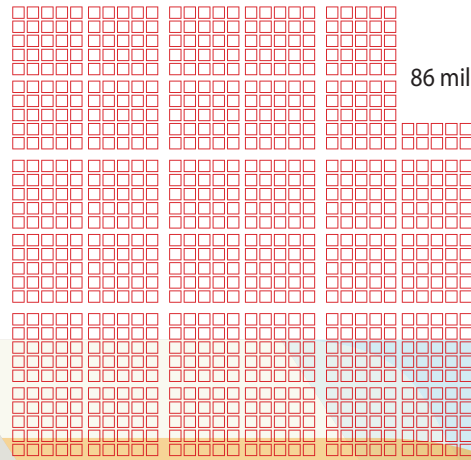
L'un des principaux objectifs des lignes directrices du GESAMP est de contribuer à étoffer le cadre de surveillance des déchets marins au regard de l'indicateur 14.1.1 des ODD et d'améliorer les sous-indicateurs correspondants¹⁹, ce qui suppose notamment de sélectionner les sous-indicateurs relatifs aux sources, aux concentrations environnementales et aux impacts des déchets marins²⁰. Le recours à des méthodes harmonisées favorisera l'élaboration et la mise en œuvre de programmes de surveillance au niveau régional ou mondial et facilitera l'échange des résultats qui en sont issus, comme c'est déjà le cas dans le cadre des programmes pour les mers régionales²¹. Les lignes directrices ont notamment vocation à assurer l'interopérabilité des différentes bases de données, l'échange de données et une surveillance intégrée aux niveaux régional et mondial²².

La Décennie des Nations Unies pour les sciences océaniques au service du développement durable (2021-2030) offre l'occasion à l'ensemble des acteurs de la communauté océanographique d'élaborer un cadre mondial de surveillance plus efficace, plus fiable et plus rationnel, à l'exemple de l'inter-étalonnage des observations à distance et *in situ* dans le cadre de la mise en place d'un système intégré commun d'observation des débris marins (IMDOS)²³.

Gestion et partage des données

L'harmonisation des protocoles d'échantillonnage et des méthodes de communication des données contribuera à réduire les obstacles entravant le partage des données et à faciliter la mise au point d'un système de gestion efficace des données à l'échelle mondiale, s'articulant avec les plateformes régionales et mondiales existantes, partout où cela est possible²⁴. À l'échelle régionale, par exemple, la Commission européenne a mis en place le Réseau européen d'observation et de données marines (EMODnet), un système conçu pour recueillir, harmoniser et partager un large éventail de données environnementales sur le milieu marin, en coopération avec les accords maritimes régionaux couvrant l'Atlantique du Nord-Est (OSPAR), la mer Baltique (HELCOM), la mer Méditerranée (Plan d'action pour la Méditerranée du PNUE) et la mer Noire (Commission de la mer Noire). Récemment, la portée d'EMODnet a été élargie de manière à inclure les données concernant les déchets plastiques, en particulier celles recueillies sur les littoraux, sur les fonds marins et à la surface des océans.

Quantité totale estimée de plastiques aboutissant dans les océans¹



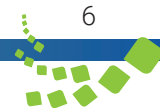
HALTE À LA POLLUTION PLASTIQUE

Estimation des quantités de plastiques présentes dans le milieu marin et ses différents compartiments

Notes:

- ¹ Quantité représentant 1,4% des plastiques produits depuis les années 1950. D'après Jang et al., 2015
- ² Lebreton et al., 2012
- ³ En prenant pour hypothèse que 66% des plastiques produits peuvent flotter. D'après Jambeck et al., 2015
- ⁴ D'après Cózar et al., 2014; Eriksen et al., 2014; van Sebille, 2015

calculs effectués par le centre GRID-Arendal, chacune des sources est indiquée dans les notes



Vers une plus grande efficacité des programmes de surveillance

Les lignes directrices se fondent sur des techniques d'échantillonnage et d'analyse généralement acceptées qui ont été mises au point pour étudier les caractéristiques naturelles de l'environnement. *Il reste toutefois des difficultés méthodologiques à surmonter, car bon nombre de ces techniques sous-échantillonnent les déchets marins de petite taille et pâtissent de l'hétérogénéité inhérente à leurs répartitions, pouvant entraîner des variations de l'abondance pouvant dépasser un facteur de 10 sur le même « site »²⁵. Il convient de remédier à ces problèmes dans le cadre de la conception globale de la stratégie d'échantillonnage²⁶. À l'avenir, une automatisation plus poussée de l'échantillonnage et de l'analyse des prélèvements pourrait accroître la capacité de traitement et réduire en partie les incertitudes de mesure²⁷.*

Sciences participatives

Les membres du public représentent une ressource importante et exploitable de manière durable et permettent, de par leur rôle de scientifiques citoyens, d'acquérir une connaissance plus approfondie de l'environnement, ce qui contribue au renforcement de l'appropriation locale²⁸. Il est depuis longtemps fait appel à des scientifiques citoyens volontaires dans le domaine de la recherche et de la surveillance relatives aux déchets marins (figure 3). Cette pratique pourrait être transposée à plus grande échelle de façon à appuyer les initiatives de surveillance et d'évaluation au niveau régional et, à terme, au niveau mondial, tout en favorisant la sensibilisation et la participation des citoyens. La plupart des



Figure 3 : Participation de scientifiques citoyens aux travaux de recherche sur les déchets marins

Alerte précoce, questions émergentes et perspectives d'avenir

initiatives de sciences participatives qui ont été menées visaient à mettre sur pied des mécanismes de gestion responsable des plages et sont susceptibles d'être appliquées dans d'autres compartiments du milieu marin (par ex. eaux peu profondes – plongeurs autonomes).

Outre les informations scientifiques pertinentes que permettent de collecter les sciences participatives et la contribution de ces dernières à la surveillance des déchets marins, la participation du grand public aux travaux de recherche peut procurer d'autres avantages concrets en favorisant l'évolution des attitudes et des comportements, en suscitant une conscience sociale plus vive, en sensibilisant les citoyens à leur rôle de gardiens de l'environnement local et en intensifiant les pressions exercées sur les responsables de l'élaboration des politiques et les décideurs afin qu'ils prennent les mesures nécessaires.

Préoccupations liées aux politiques

Un programme global de surveillance se doit de veiller à ce que les stratégies et protocoles d'échantillonnage ainsi que les indicateurs utilisés soient adaptés aux questions spécifiques auxquelles des réponses doivent être apportées. Ces questions sont souvent motivées par des considérations d'ordre stratégique et peuvent porter sur les risques pour la santé humaine, le respect des réglementations nationales ou internationales en matière de protection de l'environnement, les incidences sur la biodiversité²⁹ et l'influence sur le tourisme et la sécurité maritime. La surveillance peut également permettre d'évaluer l'efficacité des mesures correctives et d'atténuation prises, voire tout simplement de l'interdiction de certains articles³⁰.



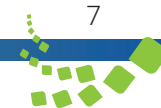
Crédit photo : Thomais Vlachogianni (MIO-ECSDE)



© Inside Creative House / Shutterstock

Les lignes directrices mettent en lumière plusieurs aspects permettant d'améliorer les indicateurs utilisés dans les programmes de surveillance et d'évaluation, tels que le choix des unités de mesure, l'enregistrement des données auxiliaires décrivant l'activité de surveillance (métadonnées)³¹, l'opportunité d'une politique de gestion des données (à savoir le stockage des données dans des banques de données) et la sélection de la stratégie d'échantillonnage. Chacun de ces aspects a des répercussions sur les modalités d'utilisation des données collectées. De par leur souplesse, les lignes directrices tiennent également compte des différences entre les organismes publics ou autres, en particulier ceux intervenant aux niveaux national et infranational, quant à leur aptitude à élaborer et à mettre en œuvre des programmes de surveillance.

Le renforcement et l'harmonisation des efforts en matière de surveillance et d'évaluation permettront de respecter les engagements mondiaux pris au titre des cibles des objectifs de développement durable des Nations Unies et d'appuyer les initiatives mondiales telles que l'Assemblée des Nations Unies pour l'environnement et le groupe spécial d'experts à composition non limitée sur les déchets marins créé par celle-ci, ainsi que les plans d'action de lutte contre les déchets marins élaborés dans le cadre des conventions pour les mers régionales, le G7 et le G20, qui unissent déjà leurs efforts afin de définir des mesures axées sur la réduction des déchets marins et d'évaluer leur efficacité³².

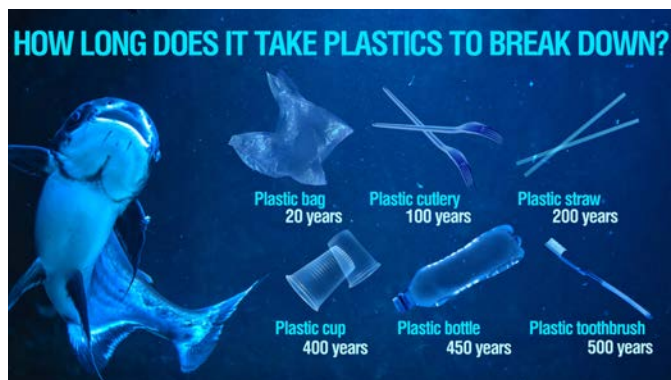


Conclusions

Aucune gestion efficace n'est possible sans informations. L'absence de surveillance et d'évaluation fiables des déchets marins entrave la prise de décisions éclairées, notamment en ce qui concerne la cible 14.1 des ODD. Il est urgent d'agir aux niveaux local et mondial pour favoriser l'adoption d'un programme de surveillance et d'évaluation global à long terme. Cette question étant complexe et occasionnant des coûts importants, les États membres et les autres parties prenantes devraient s'engager à trouver le meilleur compromis entre la simplicité des indicateurs, les coûts et le besoin d'exhaustivité pour appuyer la prise de décisions aux niveaux local et mondial.

Une telle démarche nécessite des efforts de renforcement des capacités et l'établissement de liens avec les groupes de travail régionaux sur les déchets marins. Les parties désireuses de promouvoir une surveillance plus efficace sont encouragées à rejoindre le Partenariat mondial sur les déchets marins³³, un partenariat multipartite qui propose un mécanisme unique permettant de rassembler tous les acteurs travaillant sur la question des déchets marins, afin qu'ils puissent échanger leurs connaissances et leurs expériences et proposer des solutions à ce problème mondial pressant. Ce partenariat facilite également le renforcement des capacités, en fournissant un accès à un cadre de collaboration entre les différents partenaires et à des formations, notamment un cours en ligne ouvert à tous (MOOC) sur les déchets marins élaboré en partenariat avec l'Open University, qui utilise les lignes directrices comme support didactique³⁴.

Le savez-vous ?



Crédit photo : Pavlovska Yevheniia/Shutterstock



© Inside Creative House / Shutterstock.com

Remerciements

Auteurs

Auteurs principaux : Alexander Turra, Université de São Paulo ; Francois Galgani, Ifremer ; Peter Kershaw, consultant indépendant, Norfolk (Royaume-Uni).

Auteurs collaborateurs : Britta Denise Hardesty, CSIRO (Australie) ; Amy Lusher, Institut norvégien de recherche sur l'eau (NIVA) ; Peter Ryan, Institut FitzPatrick d'ornithologie de l'Afrique (Afrique du Sud).

Réviseurs

Martin Thiel, Faculté des sciences marines, Université catholique du Nord (Chili) (membre du Groupe de travail 40 du GESAMP) ;

Eric Okuku, Gilbert Owato, Linet Kiteresi, Institut kenyan de recherche marine et halieutique (KMFRI) ; Jes Vollertsen, Centre danois de recherche sur la pollution marine par les plastiques ; Georg Hanke, Centre commun de recherche de l'UE, Coprésident du Groupe technique sur les déchets marins de l'UE ; Artur Palacz,

Projet international de coordination des données sur le carbone océanique – COI-UNESCO.

Réviseurs du PNUE : Chris Corbin, PEC-PNUE, Kingston (Jamaïque) ; Jared Bosire, secrétariat de la Convention de Nairobi-PNUE, Nairobi (Kenya) ; Christos Loakeimidis, PAM-PNUE, Athènes (Grèce).

COI-UNESCO : Henrik Oksfeldt Enevoldsen, Directeur du Centre des sciences et de la communication de la COI sur les proliférations d'algues nuisibles, Université de Copenhague (Danemark).

PNUE : Joana Akrofi, DIVISION DE LA SCIENCE, Groupe de la surveillance continue de l'environnement mondial du Service des mégadonnées ; Heidi Savelli-Soderberg, Division des écosystèmes, Service des eaux marines et douces-PAM.

Équipe **Foresight Briefs du PNUE :** Alexandre Caldas, Sandor Frigiyik, Audrey Ringler, Erick Litswa et Pascil Muchesia.

Avertissement

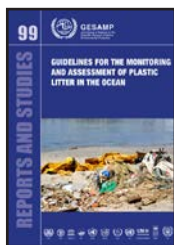
Les appellations employées dans la présente publication et les éléments qui y figurent n'impliquent de la part du PNUE ou des organismes de coopération aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones mentionnés ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

© Cartes, photos et illustrations comme spécifié.

Contact

unep-foresight@un.org

Nairobi, Kenya. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10387.73764>



La présente note a été établie à partir des conclusions du rapport intitulé « Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean » (Lignes directrices pour la surveillance et l'évaluation des déchets plastiques dans les océans).

Link to the report: <http://hdl.handle.net/20.500.11822/30009>



© Kriengsak tarasri / Shutterstock



© lazyllama / Shutterstock

Références

- Cózar et al (2014). Plastic debris in the open ocean. Consultable à l'adresse <https://www.pnas.org/content/111/28/10239>
- Eriksen et al. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. Plos One, vol. 9, no 12, article e111913. Consultable à l'adresse <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0111913>
- GESAMP (2019). Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean (Kershaw P.J., Turra A. et Galgani F., directeurs de publication), (OMI/FAO/COI-UNESCO/ONUDJ/OMM/AIEA/ONU/PNUE/PNUD/AIFM, Groupe mixte d'experts chargés d'étudier les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin). Rapports et études. GESAMP, no 99, 130 pages. <http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean> ; <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/30009> ; <http://hdl.handle.net/20.500.11822/30009>
- Jambeck et al. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. Science vol. 347, p. 768-771. Consultable à l'adresse <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/768>
- Lavers et al. (2019). Clinical pathology of plastic ingestion in marine birds and relationships with blood chemistry. Environmental Science and Technology vol. 53, p. 9 224-9 231. Consultable à l'adresse <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b02098>
- Lebreton et al. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. Nature communications, vol. 8, article 15661. Consultable à l'adresse <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28589961/>
- Maximenko et al. (2019). Toward the Integrated Marine Debris Observing System. Frontiers in Marine Science, vol. 6, n° 447, DOI : 10.3389/fmars.2019.00447. Consultable à l'adresse <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2019.00447/full>
- Pierdomenico et al. (2019). Massive benthic litter funnelled to deep sea by flash-flood generated hyperpycnal flows. Scientific Reports vol. 9, article 5330. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-41816-8>
- Schmidt et al. (2017). Export of plastic debris by rivers into the sea. Environmental Science and Technology vol. 51, p. 12246-12253. Consultable à l'adresse <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.7b02368>
- PNUE (2018). Overview of the Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter in the ocean. <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/30898> ; <http://hdl.handle.net/20.500.11822/30898>
- PNUE (2014). Évaluation du plastique : pourquoi mesurer, gérer et rendre publique l'utilisation du plastique par l'industrie des biens de consommation. <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9238>
- Université de Wollongong (2020). Marine debris costs Asia-Pacific economies US\$10.8B annually: report. Article de presse consultable à l'adresse suivante <https://www.uow.edu.au/media/2020/marine-debris-costs-asia-pacific-economies-us108b-annually-report-php>
- Van der Hal et al. (2017). Exceptionally high abundances of microplastics in the oligotrophic Israeli Mediterranean coastal waters. Marine Pollution Bulletin, vol. 116, p. 151-155. Consultable à l'adresse <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28063700/>.
- Van Sebille, (2015) A global inventory of small floating plastic debris. Consultable à l'adresse <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/10/12/124006>
1. Eriksen et al. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. Plos One 9(12): e111913.
 2. Van der Hal et al. (2017). Exceptionally high abundances of microplastics in the oligotrophic Israeli Mediterranean coastal waters. Marine Pollution Bulletin, vol. 116, p. 151-155.
 3. Schmidt et al. (2017). Export of plastic debris by rivers into the sea. Environmental Science and Technology vol. 51, p. 12246-12253.
 4. Lebreton et al. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. Nature communications, vol. 8, article 15661.
 5. Jambeck et al. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. Science vol. 347, p. 768-771.
 6. Pierdomenico et al. (2019). Massive benthic litter funnelled to deep sea by flash-flood generated hyperpycnal flows. Scientific Reports vol. 9, article 5330.
 7. Lavers et al. (2019). Clinical pathology of plastic ingestion in marine birds and relationships with blood chemistry. Environmental Science and Technology vol. 53, p. 9224-9231.
 8. Université de Wollongong (2020). Marine debris costs Asia-Pacific economies US\$10.8B annually: report. Article de presse consultable à l'adresse <https://www.uow.edu.au/media/2020/marine-debris-costs-asia-pacific-economies-us108b-annually-report-php>
 9. <http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>
 10. Le GESAMP (Groupe mixte d'experts chargés d'étudier les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin) est un organe interinstitutions des Nations Unies auquel participent l'Organisation maritime internationale (OMI), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la Commission océanographique intergouvernementale de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (COI-UNESCO), l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI), l'Organisation météorologique mondiale (OMM), l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), l'Organisation des Nations Unies (ONU), le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), et l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM).
 11. <http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>
 12. Ibid.
 13. https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/un_environment_science_-_marine_plastics_guidelines_synopsis_18-03553_002.pdf
 14. Ibid.
 15. Ibid.
 16. Ibid.
 17. Ibid.
 18. <http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>
 19. https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/un_environment_science_-_marine_plastics_guidelines_synopsis_18-03553_002.pdf
 20. Ibid.
 21. Ibid.
 22. Ibid.
 23. Maximenko et al. (2019). Toward the Integrated Marine Debris Observing System. Frontiers in Marine Science, vol. 6, n° 447, DOI : 10.3389/fmars.2019.00447
 24. <http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>
 25. https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/un_environment_science_-_marine_plastics_guidelines_synopsis_18-03553_002.pdf
 26. Ibid.
 27. Ibid.
 28. Ibid.
 29. <http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>
 30. Ibid.
 31. Ibid.
 32. <http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>
 33. <https://gpmarinelitter.org/>
 34. https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/un_environment_science_-_marine_