



Les microdéchets dans les océans

Auteure : Maria Luiza PEDROTTI

Chargée de recherche

Laboratoire d'océanographique de Villefranche

Institut de la mer de Villefranche

L'accumulation de débris plastiques dans le milieu aquatique est devenue l'une des grandes préoccupations environnementales de notre temps, non seulement pour la biodiversité marine mais aussi pour la santé humaine. Le succès du plastique tient à ses propriétés remarquables de durabilité et de résistance à la dégradation. La contrepartie est qu'une fois rejeté dans l'environnement, il finira par s'accumuler dans les océans des décennies, voire des siècles.

Quelques chiffres

Avec le développement de la pétrochimie dans les années 1950, la production de plastiques connaît un réel essor. Depuis, la production mondiale de plastiques n'a cessé d'augmenter, passant d'un million de tonnes à plus de 320 millions de tonnes en 2016. Selon Plastics Europe [13], les prévisions sont d'une croissance exponentielle (4 % par an) d'ici à 2050. Menace avérée, les débris plastiques sont classés comme une pollution dangereuse [14], dont l'importance va croître tout au long du XXI^e siècle. En moyenne, de 70 à 80 % des déchets rejetés en mer proviennent des sources terrestres, principalement des activités humaines comme le tourisme, les décharges et les déchets ménagers mal gérés et/ou non recyclés. Les rivières et les cours d'eau sont les principales voies de transport du plastique en mer [9], mais ils sont aussi drainés par les systèmes d'assainissement, ou bien transportés par le vent et les tempêtes. Le reste des plastiques, environ 20 %, provient des activités maritimes (échouages de bateaux ou cargo, pêche) [4]. Le volume absorbé par la mer est proprement inimaginable, à savoir que la plupart des plastiques fabriqués aujourd'hui ne sont pas biodégradables.

Une fois dans l'océan, les plastiques subissent des processus de photodégradation, de stress mécanique par l'action des vagues, de biodégradation par les micro-organismes qui les fragmentent sur de longues périodes, entraînant la formation de particules microscopiques de taille souvent inférieure à 5 mm, les microplastiques. Ces microplastiques comprennent un assemblage très hétérogène de pièces qui varient en taille, forme, couleur, densité spécifique, composition chimique et origine. Les microplastiques peuvent aussi rentrer directement dans l'environnement marin sous forme de petites particules comme les microbilles contenues dans les cosmétiques ou pâtes dentifrices, les fibres issues des machines à laver, ou encore des granulés industriels. L'érosion et l'abrasion des pneumatiques de voiture sont considérées comme une autre source de microplastiques récemment identifiée [8].

La dégradation et la fabrication d'objets en matière plastique ont mené à un largage en continu dans l'environnement de microplastiques, un processus illimité dans le temps. Il est probable que cette transformation progressive conduise à la formation des nanoplastiques, (<1 000 nm de diamètre) qui s'ajoutent aux nanoparticules issues des nouvelles technologies. Si la présence de nanoplastiques dans la nature est généralement considérée comme hautement probable, il nous manque encore des outils pour leur détection et mesure en mer [7].

L'accumulation dans les océans

Les débris de plastiques se sont accumulés dans l'environnement marin et sont maintenant omniprésents en surface, en profondeur, du littoral aux hautes mers et de l'équateur aux régions polaires [1, 19]. Quatre-vingts pourcents de la surface des océans sont pollués par les microplastiques avec les dernières estimations mondiales allant de 15 à 51 trillions de fragments de plastique flottants sur la surface des océans du monde [8]. Comme la plupart des microplastiques sont flottants, ils sont transportés par les courants et les vents, et s'accumulent à la surface de la mer. Sous l'influence de la rotation de la Terre, des vortex, ou « gyres », se forment dans les principaux océans où des milliards de débris de plastique se concentrent pour créer une pollution océanique sans précédent. Il y a 5 zones d'accumulation dans le Pacifique nord et sud, l'Atlantique nord et sud et l'océan Indien, mais la plus impressionnante découverte en 1997, est celle du gyre Pacifique nord que l'on appelle le « Great Garbage Patch ». Dans cette zone, qui s'étend sur une surface d'environ 3,4 millions de km², soit près de 3 fois la superficie de la France, les derniers modèles suggèrent que la pollution augmente de façon exponentielle et à un rythme plus rapide que dans les eaux environnantes [10]. Cette « soupe » de plastiques est ingérée par les poissons, et la quantité de plastiques est 10 fois supérieure à celle du plancton (figure 1). En Méditerranée, il n'y a pas de structure permanente comme celles observées dans le Pacifique, cependant du fait de son caractère de mer semi-fermée, la mer Méditerranée est l'une des mers les plus polluées au monde. Les résultats montrent que les concentrations des microplastiques sont du même ordre de grandeur que celles du gyre du Pacifique nord avec un poids estimé entre 1 000 et 3 000 tonnes de plastiques [2, 12].

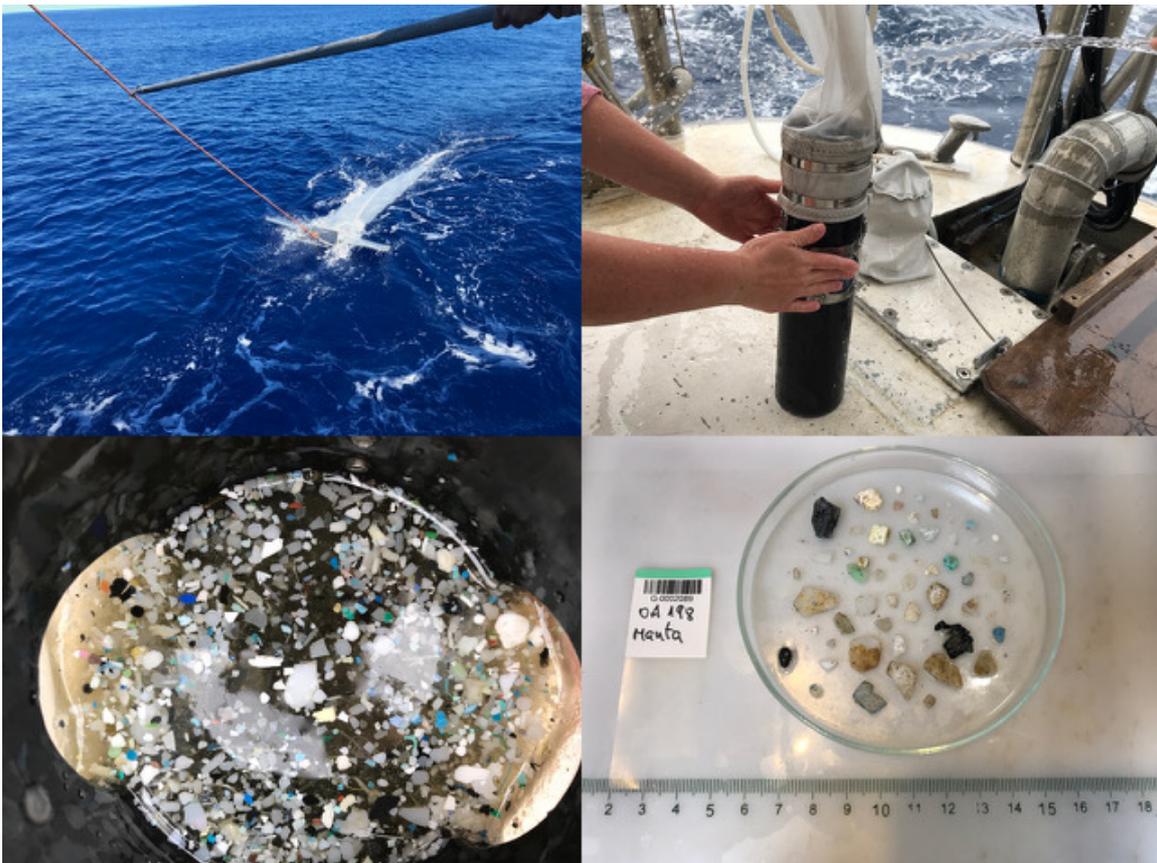


Figure 1. Déploiement d'un filet Manta depuis la goélette Tara pour la collecte des microplastiques dans le gyre Nord Pacifique en juillet 2018. Images montrant le collecteur plein de microplastiques et le tri manuel pour les analyses qui s'ensuivent. (crédit photos M.L. Pedrotti, LOV).



Le mystère des déchets plastiques manquant dans l'océan

Les sources des microplastiques sont très diffuses et leur lien avec les apports de déchets en est encore très difficile à évaluer. Selon une étude publiée en 2015 [6], on estime que chaque année une moyenne de 8 millions de tonnes (4-12 Mt) de déchets plastiques, produits principalement par la mauvaise gestion des déchets ménagers ou municipaux, est déversée dans les océans. Parallèlement, un inventaire mondial basé sur les collectes de plastiques en mer par des chaluts à plancton permet de calculer que la masse globale de matières plastiques flottant dans les océans se situerait entre 93 000 et 236 000 tonnes [21]. Au vu des déchets déversés, la quantité de plastiques estimés en surface est toutefois de 20 à 2 000 fois inférieure aux estimations de déchets plastiques d'origine terrestre entrant dans l'océan. Plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer le mystère du « plastique manquant » dont la plus préoccupante est que les organismes marins tels que le plancton, les filtreurs et les poissons sont en train de manger ces particules de plastique. D'autres hypothèses avancées sont la formation de biofilms qui peut modifier la flottabilité des microplastiques en favorisant leur sédimentation (figure 2).

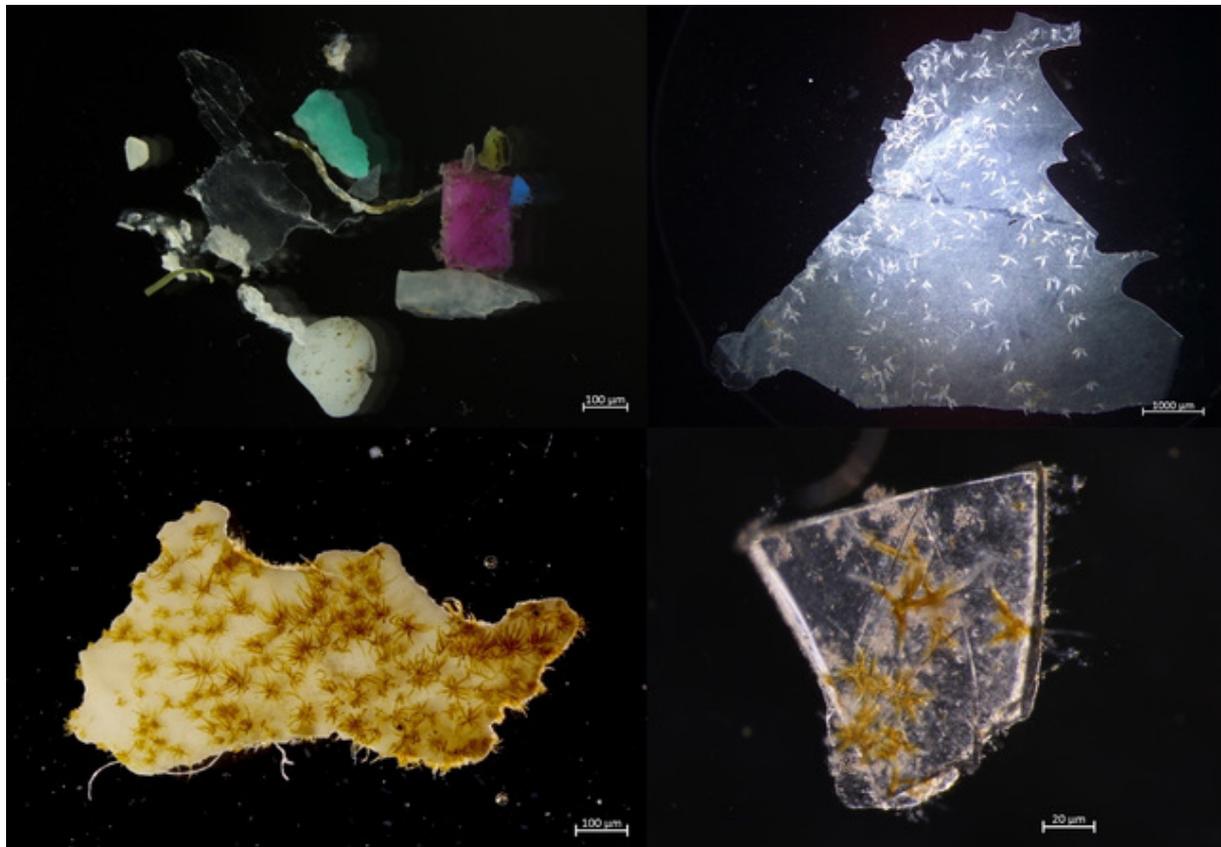


Figure 2. Différentes catégories de microplastiques collectés lors d'un trait de filet en mer. Images à la binoculaire de la faune et de la flore attachées au plastique (crédit photos Marie Emmanuelle Kerros, LOV).

En réalité, si une bonne partie des plastiques coulent, notamment les gros déchets, les concentrations des microplastiques au fond des mers ne sont pas encore connues. Une partie des petits fragments revient aussi sur les rivages, ramenés par les courants et les vents. Enfin, ce « plastique manquant » pourrait aussi avoir été dégradé sous forme de nanoparticules, indétectables aux filets d'échantillonnage conventionnels. Le défi à relever pour les recherches futures consiste à quantifier la quantité totale de plastiques présents dans chacun des compartiments marins (les rives, la colonne d'eau, le biota et la mer profonde), car nous ne savons toujours pas où les 99 % des débris de plastiques océaniques aboutissent. Il s'agit d'une étape indispensable

principalement parce que si on ne connaît pas l'étendue du problème, il n'y a pas de moyen de connaître les impacts potentiels de cette pollution.

Impacts des microplastiques sur les organismes

Les impacts des macroplastiques sur les organismes marins sont actuellement bien décrits : étranglement, blessures et suffocation des espèces. Toutefois, la grande majorité du plastique aquatique existe sous forme de microplastiques, une pollution presque invisible et plus difficile à traiter. Les microplastiques ont la même taille que le plancton et font maintenant partie intégrante des réseaux trophiques. Des expériences au laboratoire ont montré que beaucoup d'organismes aquatiques comme le zooplancton, les mollusques, les crustacés et les poissons peuvent ingérer des microplastiques [11, 20]. Cela a pour conséquence un possible transfert dans la chaîne alimentaire jusqu'à l'Homme sans que nous connaissions vraiment les risques que cela représente pour notre santé.

De récentes études ont permis de détecter la présence de plastiques de l'épaisseur d'un fil de cheveux (de 50 à 500 micromètres) dans les selles de personnes habitant en Europe, en Russie et au Japon [16]. Un autre risque écologique majeur est qu'une grande partie des plastiques soit colonisée par des micro-organismes, telles les bactéries, les algues, les invertébrés benthiques (figures 2 et 3). Ils servent de radeaux pour le transport des espèces, et peuvent disséminer des espèces invasives, toxiques ou pathogènes, bouleversant ainsi tout l'écosystème, un risque écologique encore peu étudié.

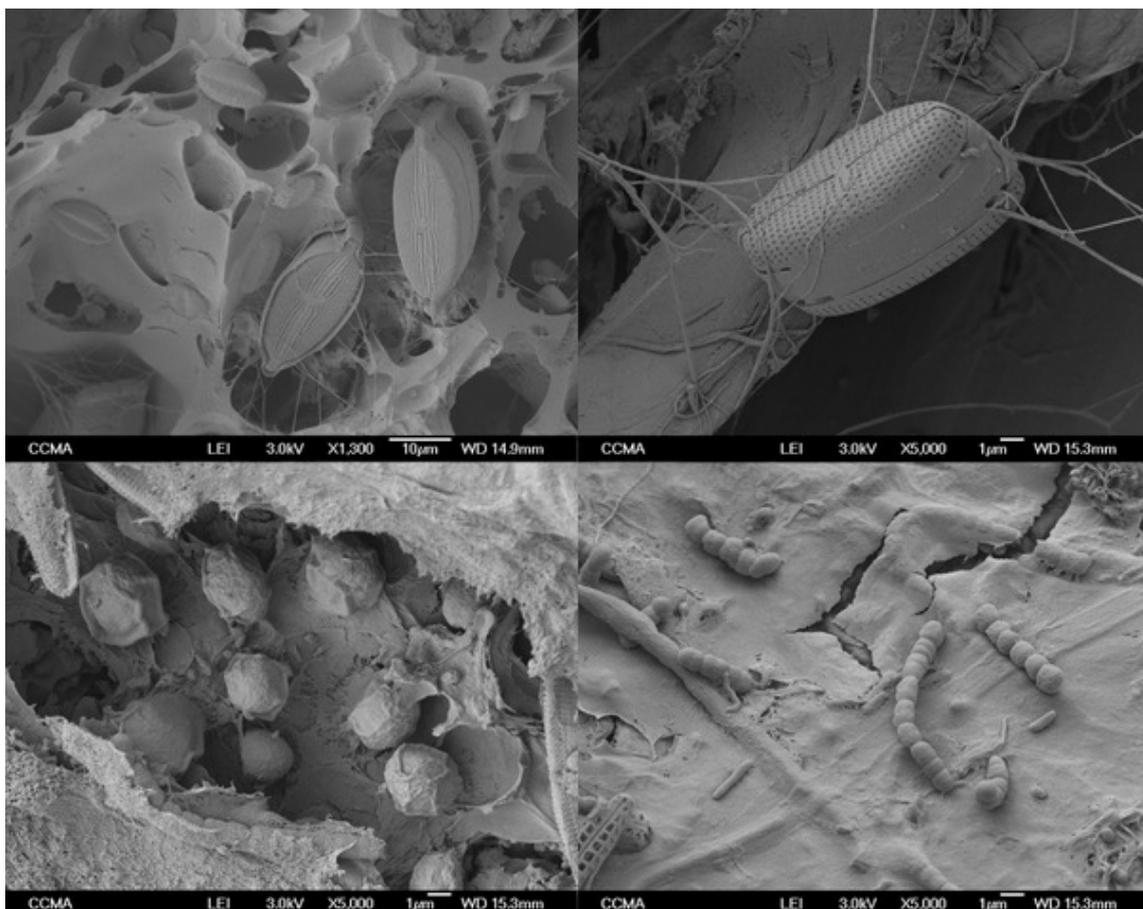


Figure 3. Image en microscopie électronique à balayage d'une diatomée, des flagellés et des bactéries attachés au plastique (crédit photos, François Orange, UCA).



Le plastique en cause ?

Les matières plastiques sont des chaînes de polymères issues principalement d'hydrocarbures dérivés du pétrole. Lors de la fabrication du plastique on rajoute dans les polymères des plastifiants ou des additifs afin de les rendre solides, résistants au feu et au vieillissement. Plusieurs composants chimiques sont déjà connus pour avoir un impact négatif sur la santé humaine et animale, par exemple les phtalates ou le bisphénol, des additifs considérés comme perturbateurs endocriniens provoquant des problèmes de reproduction chez les humains [3]. Les microplastiques attirent et accumulent des contaminants déjà présents dans l'eau comme les polluants organiques persistants (POP) qui sont des molécules complexes d'origine anthropique (liées à l'activité humaine), venant des pesticides, des combustions et des produits chimiques industriels. Ces polluants peuvent être absorbés par les organismes fixés sur la surface des microplastiques, en même temps que la dégradation du plastique libère des additifs. À l'heure actuelle, seules quelques études sur les oiseaux et les baleines [5] montrent un lien entre l'ingestion de plastiques et une intoxication par ces composés chimiques. Cela corrobore l'hypothèse que les plastiques en mer peuvent être source de contamination pour l'Homme [17] ; cependant selon les experts, ils constitueraient une voie mineure pour l'exposition aux contaminants dans les océans [15].

Des solutions avant que la pollution devienne irréversible

Comment réduire la quantité de déchets plastiques ? Des propositions techniques de collecte et de recyclage des déchets en mer apparaissent régulièrement [18], mais la majorité des scientifiques s'accorde sur le fait que l'on ne pourra pas nettoyer les océans. Si une partie des macrodéchets peut être collectée en mer, c'est-à-dire les déchets suffisamment gros pour être perçus à l'œil nu, les milliards de microplastiques en suspension dans l'eau et qui polluent la chaîne alimentaire marine rendent irréaliste tout projet de nettoyage. La dépollution totale est tout simplement impossible, il faut agir en amont, avant que les plastiques n'arrivent dans la mer. Les solutions à court terme les plus urgentes sont de réduire la pollution à la source par une gestion intégrée des bassins-versants, l'assainissement des eaux et une meilleure gestion des déchets (collecte et recyclage). Les États sont conscients du problème et commencent à prendre des mesures réglementaires et sociales pour l'élimination des matières plastiques, citons l'interdiction des microbilles dans les produits cosmétiques et celle des sachets à usage unique. Ces mesures seront élargies à d'autres plastiques à usage unique, le parlement de l'Union européenne a voté l'interdiction de plusieurs catégories de plastique à usage unique (couverts, boutons de coton, paille et agitateurs) dès 2021.

D'autres actions sont basées sur le changement des comportements de consommation à travers l'éducation et la sensibilisation faite aux enfants, aux écoliers et aux citoyens, car la santé de la mer et des océans dépend de chacun de nous : par exemple soutenir les actions locales comme le nettoyage des plages et des ports avec l'aide des associations et des citoyens. Contrôler la pollution de plastiques passe aussi par la valorisation des déchets, l'augmentation du recyclage (20 % du plastique en France) et la promotion de l'économie circulaire. Cela signifie que nous n'avons pas besoin de faire plus de plastique, mais de le réutiliser et le recycler. Les plastiques présentent d'importants avantages économiques et environnementaux, si les bonnes incitations sont mises en place pour motiver la collecte des déchets plastiques et leur retraitement en ressources secondaires. Une autre solution serait d'inventer de nouveaux matériaux vraiment biodégradables ; sur le marché mondial seulement de 1 à 2 % des plastiques sont biodégradables. Actuellement peu de bioplastiques sont dégradables dans l'eau de mer, la majorité des bioplastiques utilisés se décomposent principalement dans des compostages industriels, où la température atteint 50-60 °C. Il manque encore des études sur leur dégradation. Il faudrait évaluer l'impact d'un produit sur l'environnement, de sa conception à son élimination, en prenant en compte son cycle de vie, en quantifiant



les ressources naturelles consommées et les nuisances provoquées (déchets nuisibles). L'accumulation de déchets dans les océans est un problème mondial qui nécessite des solutions globales et coordonnées.

Pour en savoir plus

- [1] Barnes D. K. A., Galgani F., Thompson R. C. & Barlaz M., 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society, B.*, 364 : 1985-1998. doi : 10.1098/rstb.2008.0205
- [2] Cózar A., Sanz-Martín M., *et al.*, 2015. Plastic Accumulation in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE*, 10(4) : e0121762. doi : 10.1371/journal.pone.0121762
- [3] Galloway T.S., 2015. Micro- and nano-plastics and human health. *In : Marine Anthropogenic Litter*, Bergmann M., Gutow L. & Klages M., eds : 343-366. Springer International, Cham, Switzerland.
- [4] GESAMP, 2016. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment. <http://www.gesamp.org/publications/microplastics-in-the-marine-environment-part-2>
- [5] Fossi M. C., Panti C. *et al.*, 2012. Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). *Marine Pollution Bulletin*, 64 : 2374-2379. doi : 10.1016/j.marpolbul.2012.08.013
- [6] Jambeck J.R., Geyer R. *et al.*, 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347 : 768-771. doi : 10.1126/science.1260352 PMID: 25678662
- [7] Koelmans A. A., Besseling E. & Shim W. J., 2015. Nanoplastics in the Aquatic Environment. Critical Review. *In : Marine Anthropogenic Litter*, Bergmann M., Gutow L. & Klages M., eds : 325-340. Springer International, Cham, Switzerland.
- [8] Kole P. J., Löhr A. J. *et al.*, 2017. Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10) : [1265]. <https://doi.org/10.3390/ijerph14101265>
- [9] Lebreton L. C. M., Van der Zwet J. *et al.*, 2017. River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8 : 15611.
- [10] Lebreton L., Slat B. *et al.*, 2018. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Scientific Reports*, vol. 8, no. 4666. doi : 10.1038/s41598-018-22939
- [11] Lusher A. L., Hollman P. C. H. & Mendoza Hill J. J., 2017. *Microplastics in fisheries and aquaculture: Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 615
- [12] Pedrotti M.L., Petit S., *et al.*, 2016. Changes in the Floating Plastic Pollution of the Mediterranean Sea in Relation to the Distance to Land. *PLoS ONE*, 11(8). doi : 10.1371/journal.pone.0161581
- [13] PlasticsEurope : <https://www.plasticseurope.org/fr>
- [14] Rochman C.M., Browne M.A. *et al.*, 2013. Classify plastic waste as hazardous. *Nature*, 494 : 169-171.
- [15] SAPEA, Science Advice for Policy by European Academies, 2018. A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society. SAPEA, Berlin. <https://www.sapea.info/topics/microplastics/>
- [16] Schwabl P. *et al.*, 2018. Assessment of microplastic concentrations in human stool - Preliminary results of a prospective study. Presented at UEG Week 2018 Vienna, October 24, 2018.
- [17] Smith M., Love D. C., Rochman C. M. & Neff, R. A., 2018. Microplastics in seafood and the implications for human health. *Current Environmental Health Reports*, 5(3), 375-386.
- [18] The Ocean Cleanup : <https://www.theoceancleanup.com>
- [19] Thompson R.C., Olsen Y. *et al.*, 2004. Lost at sea: where is all the plastic? *Science*, 304 : 838-838.
- [20] Van Cauwenberghe L. & Janssen C., 2014. Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution*, 193 : 65-70. doi : 10.1016/j.envpol.2014.06.010. Epub
- [21] Van Sebille E., Wilcox C. *et al.* (2015). A global inventory of small floating plastic debris. *Environmental Research Letters*, 10 : 124006.



Institut
océanographique

Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco

Pour aller plus loin

[22] Bergmann M., Gutow L. & Klages M. (eds), 2015. *Marine Anthropogenic Litter*. Springer Open, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>

[23] <https://thecamp.fr/sites/contenthub/files/documents/dataviz%20en.pdf>

Fiches de l'Institut océanographique

[24] Alain Abarnou, Sandrine Andrès, Melissa Dallet & Gilles Bocquené, avril 2013. *La pollution chimique de l'environnement marin*.

[25] François Galgani, janvier 2016. *Les déchets marins*.

[26] The SeaCleaners, juillet 2018. *Un navire révolutionnaire pour nettoyer les océans de la pollution plastique*.