

LE VOYAGE DES DÉCHETS PLASTIQUES

DOCUMENTATION POUR L'ENSEIGNANT.E

#3 - La plastisphère, un nouvel
écosystème marin



AVANT-PROPOS

La première victime de la pollution plastique marine est la biodiversité. En 2022, un rapport de WWF (World Wildlife Fund), basé sur l'étude de plus de 3000 études scientifiques, a montré que 90% des espèces étudiées sont victimes de la pollution plastique. Parmi la quasi-totalité des groupes d'espèces marines (oiseaux, mammifères marins, requins, mollusques, algues, plantes marines, etc.), on estime que plus de 4000 espèces sont impactées (Tekman et al. 2022 ; LITTERBASE). L'espèce humaine n'est pas non plus épargnée et de plus en plus d'études mettent en évidence des impacts sur la santé humaine. L'un des sujets d'étude et d'inquiétude actuel est le développement des bactéries et virus sur les déchets plastiques.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Comprendre l'impact du plastique sur l'environnement et notre santé.
- Découvrir l'écosystème qui se développe sur le déchet plastique.
- Découvrir les avancées de la recherche.

Cette séance s'intègre dans la séquence autour du Voyage des déchets plastiques. Ces fiches peuvent être travaillées indépendamment mais l'ordre préconisé tient compte de la progression des savoirs. Les objectifs et liens au programme sont notés pour chaque cycle. Les pictogrammes des Objectifs de Développement Durable de l'agenda 2030 des Nations Unies peuvent également vous guider dans votre approche pédagogique. Pour chaque séquence, des pistes de travail sont proposées pour une mise en œuvre en classe et des ressources pour aller plus loin.

SÉQUENCE PÉDAGOGIQUE

LE VOYAGE DES DÉCHETS PLASTIQUES

Age : 6 à 9 ans, 9 à 11 ans & 12 à 15 ans

Niveau français : Cycle 2, Cycle 3 & Cycle 4

Documentation enseignant.e :

#1 D'où viennent les déchets en mer ?

#2 Comment se répartissent les déchets plastiques dans l'Océan mondialisé ?

#3 La plastisphère, un nouvel écosystème marin

Fiches activités :

- Débat : Faut-il collecter les déchets en mer ?
- Le plastique dans le cycle de l'eau (9-15 ans)
- Le plastique dans le cycle de l'eau (6-9 ans)
- Les courants marins (expérience Fête de la Science)
- Imaginer un bateau de collecte



LIENS AU PROGRAMME

PUBLIÉ AU B.O. N° 31 DU 30 JUILLET 2020

ÂGE : 9 À 11 ANS CYCLE 3

Sciences et Vie de la Terre :

La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement :

- Identifier les enjeux liés à l'environnement
- Comprendre les notions de biodiversité et d'écosystème
- Thème "habiter les littoraux" (6ème)

ÂGE : 12 À 15 ANS CYCLE 4

Géographie :

Les espaces transformés par la mondialisation (4ème)

Sciences et Vie de la Terre :

Les pollutions et les contaminations par les micro-organismes

OBJECTIFS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE



Conserver et exploiter de manière durable les mers et les océans et les ressources marines aux fins du développement durable



Agir pour le climat



Réduire considérablement la production de déchets par la prévention, la réduction, le recyclage et la réutilisation

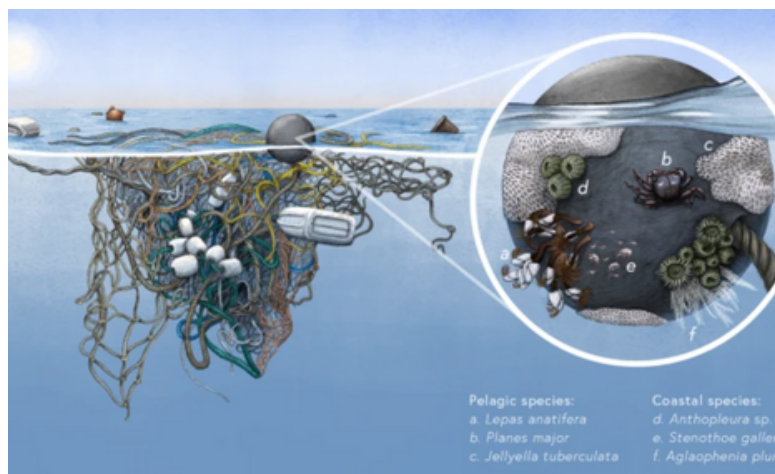


LA PLASTISPHERE, UN NOUVEL ÉCOSYSTÈME MARIN

Les déchets plastiques jetés dans la nature se retrouvent le plus souvent transportés par la pluie jusqu'aux rivières et fleuves et terminent piégés dans des vortex de plastique, au cœur de l'Océan (voir fiches enseignant "D'où viennent les déchets en mer ?" et "Comment se répartissent les déchets plastiques dans l'Océan mondialisé ?"). Si ces déchets représentent un véritable danger physique, pouvant piéger des espèces marines ou être ingérés, ils sont aussi un danger chimique. Les plastiques sont **lipophiles*** et attirent donc toute substance grasse telles que les hydrocarbures ou les restes organiques (féces, huiles, etc). Cette propriété crée des cocktails toxiques entre les additifs* des plastiques et les éléments chimiques absorbés (des métaux lourds par exemple). Elle est aussi à l'origine du développement de micro-organismes qui sont à la base d'un nouvel écosystème que l'on nomme la **plastisphère**.

LA PLASTISPHERE

Les bactéries et microalgues qui se développent sur les plastiques forment un **biofilm** qui par son odeur attire les organismes brouteurs (herbivores) puis les prédateurs (crustacés, poissons, oiseaux marins, etc.). Il a par exemple été démontré que les tortues sont autant attirées par l'odeur de leur nourriture que par l'odeur de morceaux de plastique recouvert d'un biofilm (Pfaller *et al.* 2020).



Zettler *et al.* 2013. Exemple de plastisphère sur un "radeau" de plastique flottant

NOUVEAU MODE DE TRANSPORT LONGUE DISTANCE POUR LES ESPÈCES CÔTIÈRES

Une des particularités de cet écosystème est qu'il est mobile. Les déchets qui dérivent au gré des courants déplacent avec eux tout type d'espèces jusqu'à parfois de très grandes distances de leurs niches d'origine. Par exemple, là où habituellement, les espèces côtières ne survivaient pas au large faute de nourriture et/ou de support, elles peuvent maintenant y dériver et y survivre à bords des déchets plastiques.

LA PLASTISPHERE, UN NOUVEL ÉCOSYSTÈME MARIN

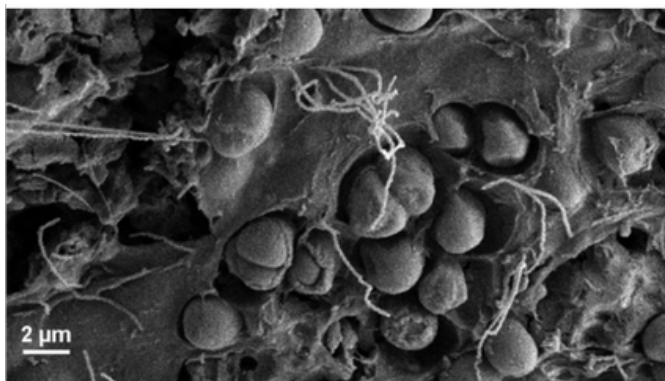
On a aujourd'hui encore du mal à estimer dans quelle mesure le voyage des espèces côtières à travers les océans peut perturber la biodiversité. En 2020 par exemple, des espèces côtières originaires du Japon ont été retrouvées en Amérique du Nord après avoir été transportées pendant des années sur la coque d'un bateau emporté par le tsunami de 2011. Ces nouvelles espèces peuvent devenir **invasives*** et représenter une menace pour les espèces locales.



Haram *et al.* 2021. À gauche : bateau retrouvé sur une plage d'Oregon en 2020 qui avait été emporté par le tsunami de 2011 du Japon (crédit image : Nancy Treneman). À droite : Communauté d'espèces marines asiatiques retrouvées sur des filets dérivants dans le gyre subtropical du Pacifique nord.

UN TRANSPORT SANS LIMITE DE TAILLE NI DE DISTANCE

La plastisphère ne concerne pas que les macrodéchets. Les microplastiques peuvent eux aussi transporter des micro-organismes susceptibles de se retrouver partout, aussi bien dans l'eau que dans l'air.

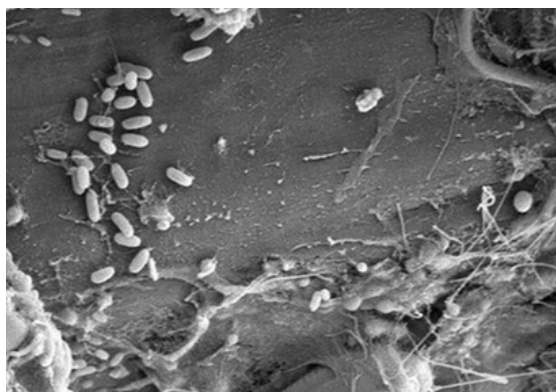


L'analyse de microparticules de débris plastiques récoltés dans un gyre de l'Atlantique nord par exemple a révélé qu'ils abritaient une vie microbienne très riche. En effet, sur un seul micro-déchet de plastique, les scientifiques ont trouvé près d'un millier d'espèces de microbes différentes. (Zettler *et al.* 2013)

LA PLASTISPHERE, UN NOUVEL ÉCOSYSTÈME MARIN

QUI DIT MICROBES DIT MALADIES ?

En 2013, Amaral-Zettler et Zettler ont démontré que la population dominante de bactéries colonisatrices du plastique était du genre *Vibrio*, qui comprend les bactéries du choléra. Depuis, beaucoup d'autres microorganismes pathogènes ont été identifiés dans la plastisphère. De plus, les chercheurs ont montré que ces organismes pouvaient être retrouvés sur des plastiques sans être présents initialement dans l'environnement naturel, sous-entendant qu'ils ont pu être transportés sur de très longues distances (Li *et al.* 2024)



Photographie prise au microscope électronique de colonies de la bactérie *Vibrio* vivant sur un déchet de plastique océanique. Crédit photo : Erik Zettler/Marine Biological Laboratory. Source : <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/744452/plastisphere-oceans-plastique>

On ne connaît pas encore exactement le rôle que ces virus et bactéries se développant sur des plaques de déchets plastiques jouent dans les éventuelles pandémies autour du globe mais l'inquiétude des chercheurs est suffisamment grande pour que nous recherchions des solutions.

DES BACTÉRIES MANGEUSES DE PLASTIQUE, UNE BONNE NOUVELLE ?

En 2016, des scientifiques ont découvert une bactérie (*Ideonella sakaiensis*) capable de sécréter des “**super-enzymes**” qui dégradent le PET (polyéthylène téréphtalate), l'un des plastiques les plus courants. Depuis, d'autres chercheurs ont poursuivi leurs études sur ces enzymes et ont pu évaluer qu'elles pouvaient dégrader certains plastiques 6 fois plus vite que dans des conditions normales. Ils ont aussi mis en évidence un lien avec la profondeur : plus la bactérie vit en profondeur, plus le taux d'enzymes est élevé. (Zrimmec *et al.* 2021)

Alors est-ce une bonne nouvelle pour la lutte contre la pollution plastique ? Aleksej Zelezniak, co-auteur de de cette dernière étude reste prudent : « *Je fais toujours attention quand je dis que c'est une bonne nouvelle. Les gens pourraient se dire que l'on peut polluer encore plus, puisque les bactéries peuvent gérer nos déchets (...) C'est une bonne nouvelle, mais cela reste une nouvelle liée au fait que nous polluons. C'est une réponse de la planète* ». (Hinry, 2021)

LA PLASTISPHERE, UN NOUVEL ÉCOSYSTÈME MARIN

DES SOLUTIONS À TERRE ET EN MER

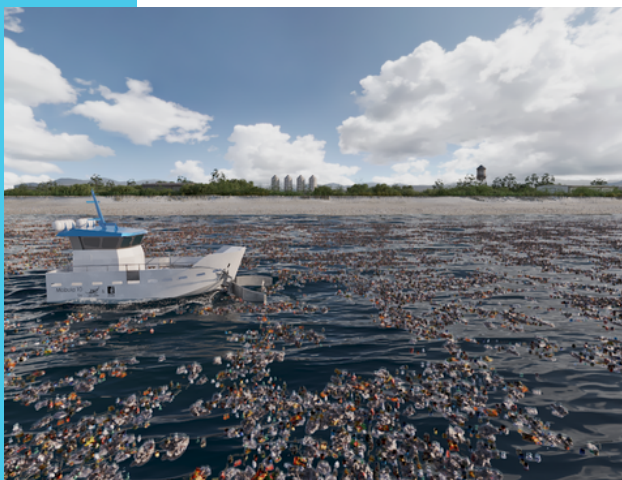
Si la première piste est de réduire la production et la consommation de plastique à terre, le programme du Manta développé par The SeaCleaners propose d'attaquer le problème par une action préventive mais aussi curative :

- A terre, en sensibilisant et en agissant auprès du public pour la réduction et la valorisation des déchets
- En mer, sur les rivières, les fleuves, dans les ports, sur le trajet des déchets pour les collecter avant qu'ils ne se fragmentent en microparticules grâce à des engins innovants et non polluants comme le Manta et les Mobula.

IMAGES DE SYNTHÈSE DU MANTA



IMAGES DE SYNTHÈSE DU MOBULA



Copyright Synthes3D for The SeaCleaners, [vidéo disponible sur Youtube](#)

L'ESSENTIEL

À RETENIR

Les déchets plastiques s'accumulent et se dégradent très lentement dans l'eau. Ils servent de moyen de transport à des espèces qui peuvent perturber la biodiversité à l'échelle planétaire. Des bactéries et virus trouvent un écosystème favorable à leur développement sur ces plastiques capables de les transporter partout. L'adaptation de certaines bactéries "mangeuses de plastique" pourraient apparaître comme une bonne nouvelle contre la pollution mais le risque sanitaire ne doit pas être sous-estimé s'inquiète les scientifiques.

VOCABULAIRE DIFFICILE

- **Additifs** : composés ajoutés aux polymères à la base de la structure des plastiques pour donner aux produits des propriétés souhaitables (résistance aux UV, résistance à l'eau, flexibilité, thermo-résistance, etc.) (voir la séquence [Plastique un jour, plastique toujours](#))
- **Bactérie** : micro-organisme formé d'une seule cellule procaryote c'est à dire sans noyau, à structure très simple, n'appartenant ni au règne animal ni au règne végétal.
- **Espèce invasive** : espèce vivante introduite hors de son habitat naturel, et dont la prolifération provoque des dégâts dans le milieu dans lequel elle s'installe.
- **Gyre** : tourbillon marin formé par un ensemble de courants
- **Lipophile** : qui retient les substances grasses
- **Macroorganisme** : Etre vivant macroscopique c'est-à-dire visible à l'œil nu
- **Microorganisme** : Etre vivant microscopique c'est-à-dire invisible à l'œil nu
- **Plastisphère** : c'est un écosystème qui se développe sur les déchets de plastiques dans l'eau (aussi appelé aussi appelé biofilm quand il s'agit de microorganismes)
- **Protozoaires** : organismes unicellulaires. Leur cellule est eucaryote, c'est-à-dire qu'elle possède un vrai noyau, contrairement aux bactéries procaryotes.
- **Virus** : Agent infectieux très petit, qui possède un seul type d'acide nucléique, ADN ou ARN, et qui ne peut se reproduire qu'en parasitant une cellule. Les scientifiques ne s'accordent toujours pas à dire si les virus font partie des êtres vivants ou pas.

RESSOURCES :



Amaral-Zettler, L, Zettler, E & Mincer, T. 2020. Ecology of the plastisphere. Nature Reviews Microbiology. 18. 10.1038/s41579-019-0308-0.

Expéditions Med :

<http://www.expeditionmed.eu/fr/la-plastisphere/>

Fondation Heinrich Böll . 2020. Atlas du plastique : https://fr.boell.org/sites/default/files/2020-03/Atlas%20du%20Plastique%20VF_0.pdf

Haram L E, Carlton J T, Centurioni L, Crowley M, Hafner J, Maximenko N, Murray C C, Shcherbina A Y, Hormann V, Wright C & Ruiz G M. 2021. Emergence of a neopelagic community through the establishment of coastal species on the high seas. Nature Communications. 12, Article number: 6885 : <https://www.nature.com/articles/s41467-021-27188-6>

Hinry M. 2021. Bactéries mangeuses de plastique : une bonne nouvelle pour la planète ?. National Geographic. 14/01/2022. Disponible sur : <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/bacteries-mangeuses-de-plastique-une-bonne-nouvelle-pour-la-planete> (consulté le 20/12/2023)

Li C, Gillings M, Zhang C, Chen Q, Dong, Z, Wang, J, Zhao K, Xu Q, Leung P, Li X-D, Liu, J & Jin L. 2024. Ecology and risks of the global plastisphere as a newly expanding microbial habitat. The Innovation. 5. 100543. 10.1016/j.xinn.2023.100543.

LITTERBASE : https://litterbase.awi.de/interaction_graph

Peut-on considérer les virus comme des êtres vivants ? Sciences et avenir. 2017 :

https://www.sciencesetavenir.fr/fondamental/biologie-cellulaire/question-de-la-semaine-peut-on-considerer-les-virus-comme-des-etres-vivants_111864

Pfalter J B, Goforth K M, Gil M A, Savoca M S et Lohmann K J. 2020. Odors from marine plastic debris elicit foraging behavior in sea turtles. Current Biology 30, R191–R214 : [https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(20\)30115-9.pdf](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(20)30115-9.pdf)

Tekman M B., Walther B, Peter C, Gutow L et Bergmann M. 2022. Impacts of plastic pollution in the oceans on marine species, biodiversity and ecosystems. WWW Germany, Berlin, 221 pp. ISBN 978-3-946211-46-4 DOI 10.5281/zenodo.5898684 : <https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/57061/>

Zettler E, Mincer T et Amaral-Zettler L. 2013. Life in the “Plastisphere”: Microbial Communities on Plastic Marine Debris : <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es401288x>

Zhai X & Zhang, X-H & Yu M. 2023. Microbial colonization and degradation of marine microplastics in the plastisphere: A review. Frontiers in Microbiology. 14. 1127308. 10.3389/fmicb.2023.1127308. : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9981674/>

Zrimmec J, Kokina M, Jonasson S, Zorrilla F, Zelezniak A. 2021. Plastic-Degrading Potential across the Global Microbiome Correlates with Recent Pollution Trends. ASM Journals. mBio. Vol. 12, No. 5 : <https://journals.asm.org/doi/10.1128/mbio.02155-21>