Rapport de l'expédition 2019

Le programme de recherche 2019 a permis la réalisation de nouvelles analyses pour étudier les effets du plastique ainsi que son rôle dans les écosystèmes. En effet, l'introduction des plastiques dans les océans fournit un grand nombre de nouveaux substrats sur lesquels des microorganismes se développent. Il s'agit d'un vecteur majeur pour la dispersion d'espèces au gré des flots telles que des espèces pathogènes.
Ces plastiques sont des écosystèmes auto-suffisants qu'il est important de mieux étudier et comprendre. Pour cela, différentes analyses sont actuellement en cours telles que l'étude des communautés microbiennes des biofilms par séquençage et également par protéomique. Certaines bactéries présentes dans ces communautés pourraient être de potentielles candidates dans les processus de dégradation de plastiques. Afin de mettre ces dernières en évidence, des cultures d'enrichissement seront réalisées.

L'intérêt de ce programme permettra de trouver de nouvelles alternatives pour la gestion et le recyclage des déchets.

Expédition MED est une association qui depuis 2009 développe avec son laboratoire citoyen des programmes de recherche scientifique et participatif associés à des campagnes de sensibilisation et de formation sur la pollution par les déchets plastiques en mer et des actions pour la mise en place de solutions durables.

Faire connaitre et reconnaitre la problématique des déchets plastiques en mer.

L'amélioration des connaissances sur les déchets marins et la mise en œuvre de plans de gestion sont des processus à long terme, largement basés sur la recherche. L'harmonisation des approches, la possibilité de quantifier les plus petites particules ou nanoparticules, l'évaluation des sources et aires d'accumulation de déchets, une meilleure compréhension de la dynamique du transport, des mécanismes de dégradation et des impacts sur les organismes et les écosystèmes, notamment les transports d'espèces pathogènes ou non sont autant de questions clés en vue de mieux comprendre le cycle des déchets en mer, préalable indispensable à une gestion optimisée du problème.

Les programmes initiés par Expédition MED

Programme scientifique et participatif :

Initiation depuis 2009, de **« programmes de recherche scientifique et participatif avec le laboratoire citoyen »** pour réaliser un constat sur cette pollution. Nous cherchons à mettre en cohérence les activités de recherche et les besoins sociétaux par une approche participative et citoyenne afin de favoriser le dialogue entre le monde scientifique et la société civile. Réalisation d'expédition scientifiques et citoyennes chaque année en mer Méditerranée, les campagnes 2017 /2018 / 2019 ont été axées sur l'étude de **« La plastisphère »**

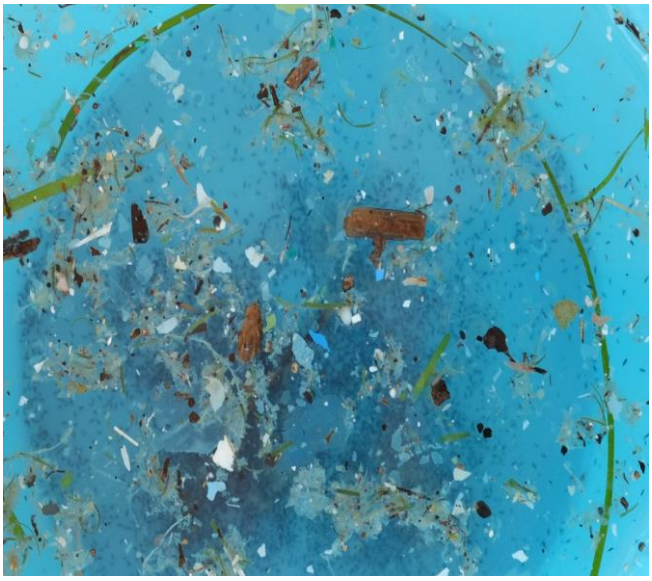
Programme de sensibilisation :

Nous utilisons le formidable vecteur de sensibilisation qu'est la science participative pour informer et mobiliser le grand public, les décideurs et les politiques autour des enjeux de la protection de la biodiversité marine en général. **La création de l'exposition XXL « Océans et mers plastifiés » qui a pour objectif** de sensibiliser pour informer et alerter le grand public, les scolaires, industriels, politiques et décideurs nous permet également de promouvoir des solutions durables avec fin 2019 plus de 60000 visiteurs après seulement 2 ans d'existence.

Programme pour des solutions :

Faire émerger des problématiques répondant aux préoccupations environnementales de la société et mettre en œuvre pour y répondre des initiatives qui proposent l'implication, l'action et l'engagement des citoyens. Avec les **« Opérations Déchets côtiers »** ce programme nous a permis d'identifier les sources et les origines des déchets afin de **faciliter la mise en place de solutions durables.**

La campagne Expédition MED 2019



L'objectif de la campagne Expédition MED 2019 était de poursuivre l'étude sur l'abondance et le type de particules plastiques flottantes en Méditerranée; étudier les communautés microbiennes (bactéries, algues, invertébrés microscopiques) qui forment un biofilm à la surface des débris plastique, ce que l'on appelle la « plastisphère »; initier un programme d'étude sur les bactéries de la plastisphère et évaluer leur éventuelle capacité à dégrader différents types de polymères plastiques.
Des échantillons de débris plastiques ont également été prélevés dans le fleuve Var, le fleuve Rhône, les ports de Saint Laurent du Var, la vielle Darse de Toulon, Port de Saint Louis du Rhône, l'écluse du port de Saint Louis du Rhône et le port de Marseille.

Prélèvements des débris plastiques :

La campagne Expédition MED 2019 a eu lieu du 20/07/2019 au 09/08/2019 sur le bateau Free Soul. Pendant la campagne, 31 prélèvements avec le filet Manta ont été réalisés dont 25 dans la mer et 5 dans le Rhône. Ceci a permis de récolter des échantillons de débris plastiques pour différents types d'analyse : caractérisation et abondance des fragments plastiques, études génomique et proteomique sur les bactéries de la plastisphère.

Le filet Manta est un filet standard pour l'étude de l'abondance de particules plastiques en mer. D'une longueur de 3 m avec de mailles de 330 microns, il est tracté à la surface de la mer pendant 30 minutes à une vitesse entre 2 et 3 nœuds avec de conditions de vent calme (maximum 2 sur l'échelle Beaufort).

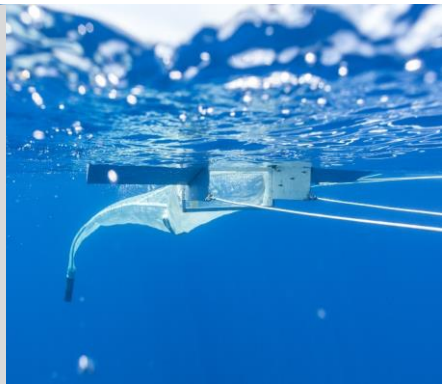
Figure 1. Sites de prélèvement avec le filet Manta.

Les sites de prélèvement avec le filet Manta pendant la campagne Expédition MED 2019 :
en bleu les prélèvements dans l'eau de mer
en orange les prélèvements dans le fleuve Rhône.

198 prélèvements correspondant pour l'ensemble a un total de 396 échantillons.

Prélèvements avec filet Manta : 31 (26 dans la mer **et** 5 dans le fleuve Rhône)
- **Fragments de plastique pour l'étude de la génomique : 31**
- **Fragments de plastique pour l'étude de la proteomique : 119**

(92 dans l'eau de mer, 2 dans le fleuve Rhône **,** 4 dans le fleuve Var , 21 dans les ports (port de Saint Laurent du Var, Vielle Darse de Toulon, Port de Saint Louis du Rhône, Ecluse du port de Saint Louis du Rhône, port de Marseille)
- **Filtration de l'eau pour l'étude de la plastisphere libre dans les milieux aquatiques: 8 - (**5 dans l'eau de mer, 3 dans le fleuve Rhône)
- **Filtration pour étudier les particules et fibres plastiques dans l'air (test) : 9**



Préservation des plastiques pour l'étude génomique de la plastisphère :

Après chaque filet Manta, le contenu du collecteur a été versé dans un seau et un fragment de plastique a été choisi pour l'étude de la plastisphère. Ce fragment est coupé en trois parties : la partie dédiée a l'étude de l'ADN des microorganismes composantes la plastisphère a été plongée dans une solution tampon pour empêcher l'ADN de se dégrader et cet échantillon a ensuite été congelé à moins 20°C. La deuxième partie a été mise dans une solution pour permettre au biofilm de se fixer correctement sur le plastique. Après un passage au frigo, la solution a été enlevée et le plastique congelé aussi. Le troisième fragment a été conservé dans du papier aluminium à température ambiante afin d'être ensuite analysé pour la détermination de la nature du polymère chimique.

Étude de la chlorophylle, des nutriments et des caractéristiques physiques des masses d'eau :

Pour étudier la concentration des nutriments (azote, phosphore, silicium) et l'abondance de chlorophylle (une indication de la quantité de phytoplancton) des prélèvements d'eau de mer ont été effectués en correspondance de chaque prélèvement avec le filet Manta. La température, salinité, pH, oxygène et conductivité de l'eau de mer ont aussi été enregistrés avec une sonde. Ces paramètres serviront a l'étude des caractéristiques de masses d'eaux avec de la possibilité de pouvoir mettre en relation les caractéristiques de la plastisphère avec celles de l'environnement marin.

Filtration de l'eau de mer et de l'eau du fleuve Rhône :

Afin de comparer les communautés des microorganismes qui colonisent les débris plastiques de celles libres dans l'eau, 5 prélèvements d'eau de mer et 3 prélèvements d'eau du fleuve Rhône ont été effectués. L'eau collectée a été filtrée pour isoler les microorganismes et ensuite congelée.

Préservation des plastiques pour l'étude de la protéomique :

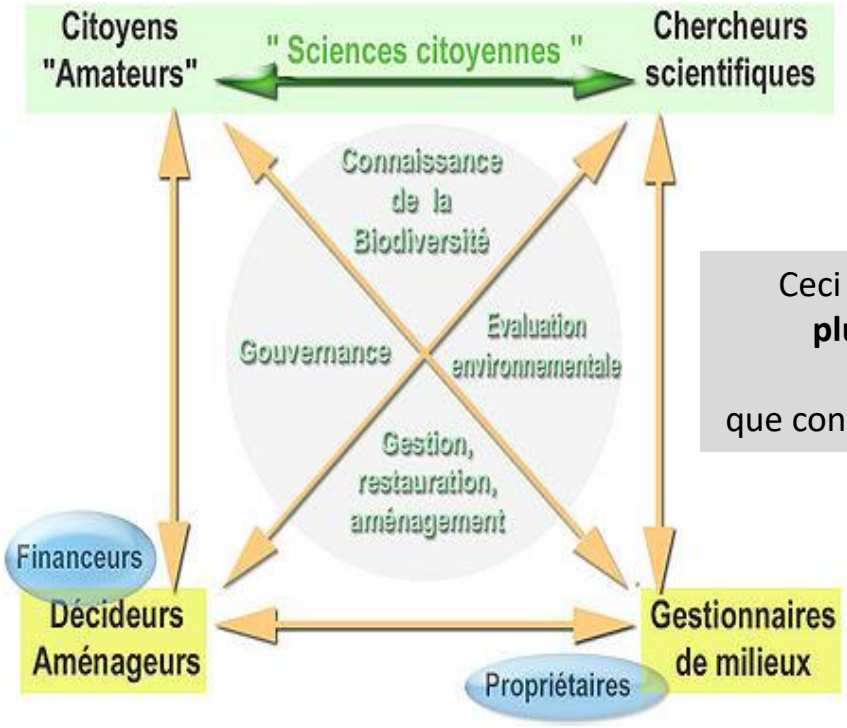
Durant la campagne Expédition MED 2019 un total de 119 fragments de plastiques de grandes dimensions ont été récoltés pour isoler les bactéries à la surface et les faire reproduire en laboratoire. Ces échantillons ont été conservés dans l'eau de mer du site de prélèvement et ensuite conservés dans le frigo. Chaque fin de semaine les échantillons ont été envoyés par UPS, sous 24h au laboratoire de l'université de Mons (Belgique) pour les analyses successives.

Le laboratoire citoyen et les sciences participatives

Le laboratoire citoyen des sciences participatives
Pendant la campagne Expédition MED 2019, 13 eco-volontaires et 2 volontaires en service civique ont été formés aux activités de recherche a bord. Ils ont participé à toutes les phases du travail des protocoles utilisés : prélèvement avec le filet Manta, sélection et préservation des plastiques pour l'étude la plastisphère et de la proteomique, collecte des données physique et rédaction du cahier de bord des activités de recherche.

Les sciences participatives sont un moyen pour les citoyens **de retrouver ou de conserver le contact avec notre environnement**, tout en **contribuant à l'étudier, le restaurer et le protéger.**

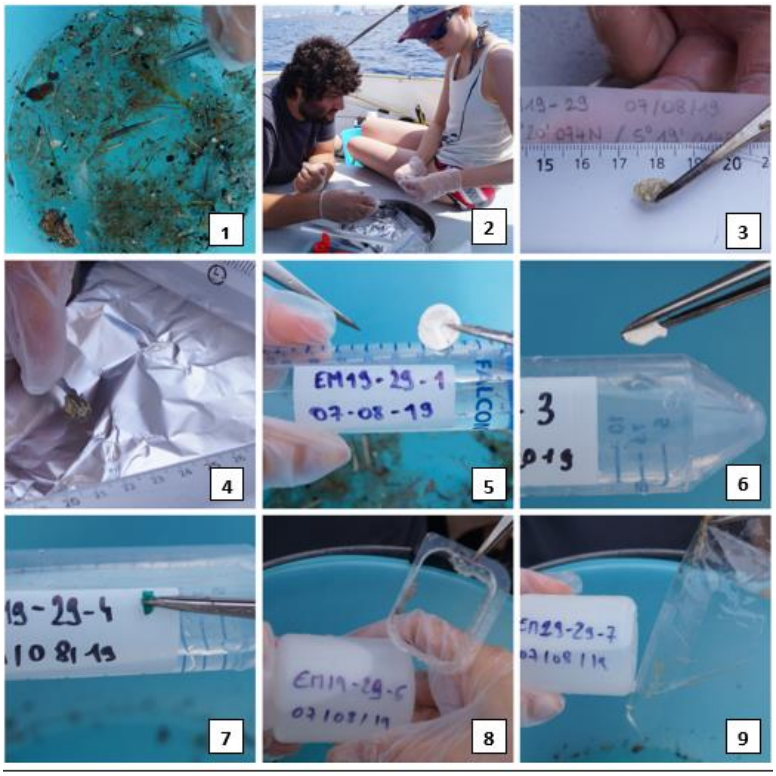
Par le biais de programmes de recherches associant des **scientifiques et des volontaires amateurs,** nous contribuons aux **avancées en matière de connaissance et d'inventaires de l'environnement et de la biodiversité**.



Ceci afin **d'initier une gouvernance plus collaborative et citoyenne de notre bien commun** que constituent nos ressources naturelles.

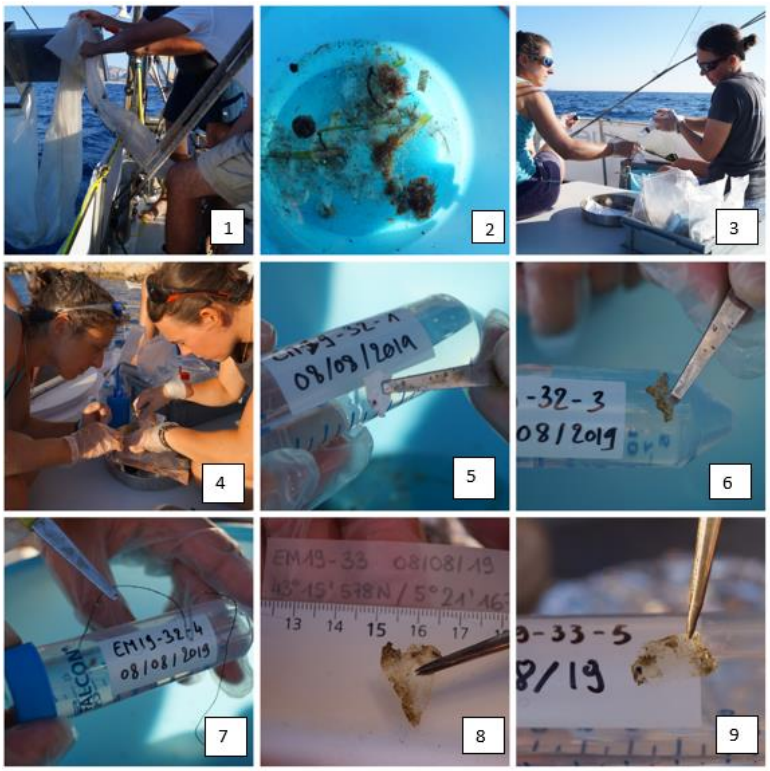
Figure 2. Prélèvement dans la rade Sud de Marseille effectué le 07/08/2019.

Les 9 photos ci-contre, illustrent les différentes phases d'un prélèvement (à partir du haut et vers la droite) : Particules plastiques et matériel organique récoltés avec le filet Manta (1); choix d'un fragment de plastique pour l'étude de la plastisphère (2) ; deux fragments pour l'étude de la composition des communautés microbiennes (composés de bactéries et de microorganismes eucaryotes tels que algues et animaux invertébrés microscopiques) de la plastisphère (3,4) ; sélection de cinq fragments de plastique pour le prélèvement de bactéries afin de les faire reproduire au laboratoire pour l'étude de la génomique (5-9).



Les 9 photos ci-contre, montrent différentes phases des deux derniers prélèvements de la campagne Expédition MED 2019. A partir du haut et vers la droite : récupération du filet Manta (1) ; les particules plastiques et le matériel organique récupérées avec le filet Manta on été déposés dans un seau stérilisé et ensuite rincé à l'eau de mer du site de prélèvement pour éviter toute contamination de ADN (2) ; filtration de l'eau de mer pour rincer les particules plastiques pour l'étude de la plastisphère (3) ; coupure en trois d'un morceau plastique pour la préservation de l'ADN des bactéries et des microorganismes eucaryotes, faire des images au microscope à balayage électronique, et faire l'analyse chimique du polymère plastique (4) ; sélection de cinq débris plastiques pour récupérer les bactéries et le faire reproduire au laboratoire : deux fragments plastiques rigides (5, 6), un filament (7) et deux pièces de film plastiques (8, 9).

Figure 3. Prélèvements dans la rade Nord de Marseille effectué le 08/08/2019.



Analyses en laboratoire, université de Mons (Belgique)

Caractérisation, comptage et détermination chimique de plastiques

Dans le laboratoire, les particules plastiques collectées avec le filet Manta sont classifiées selon la taille en trois catégories : macro (> 2.5 cm), meso (2.5 cm – 5 mm), micro (1 mm - 5 mm). Chaque particule est catégorisé en : fragment, film, fibre o ligne, pellet, forme (en accord avec le méthode standard GESAMP 2019). La nature chimique du polymère est déterminée avec la spectrométrie infrarouge.

Figure 4. Cultures d'enrichissement en laboratoire,
Culture d'enrichissement sur LMWPE avec des bactéries récupères dans le biofilm sur un débris plastique du fleuve Var (a droite). Culture d'enrichissement sur LDPE avec des bactéries récupérés dans le biofilm d'un débris plastique du port de Saint Louis du Var.

Étude des communautés de microorganismes qui forment la plastisphère

La détermination des microorganismes est fait grâce au processus désigné comme « Total genomic DNA » qui, grâce à l'extraction de l'ADN, permet de faire le barcoding des bactéries (V6 hypervariable region 16S gene) et des microorganisms eukaryotes (region D4).

Étude de la capacité des bactéries a coloniser différents types de polymères plastiques et de leurs capacités potentielles a les dégrader

Les biofilms présents sur les débris plastiques on été récupérés pour isoler les bactéries, encore vivantes pour réaliser des cultures cellulaires. Les communautés bactériennes de chaque échantillons on été mis en culture sur cinq types de polymères différentes (LDPE, polyéthylène à basse densité ; LMWPE, polythène à basse poids moléculaire ; PET, polyéthylène téréphtalate ; PS, polystyrène ; PVC, chlorure de polyvinyle), voir figure ci-dessus)

Echantillonnage :
A titre de test, il a été effectué 9 prélèvements d'air. On a obtenu pour chaque prélèvement un échantillon liquide en cône pour la détection par microscopie optique.
Durée de prélèvement : cycles de 10 min .
Méthodologie
Particules biologiques de l'air : prélèvements réalisés avec le capteur cyclonique Coriolis µ (n° 063), milieu de prélèvement. Triton à 0.005% selon MO-03. Echantillons préparés par ANALYZAIR.
Analyses faites le 14/08/2019 par le laboratoire ANALYZAIR selon MO-06.
Analyse directe par microscope optique après coloration de l'échantillon, puis transparisation de la membrane. Cette technique permet de détecter la présence de toute particule de taille >0,5µm présente dans l'air, sans tenir compte de leur cultivabilité.

Analyses des cônes :
Aucune fibre minérale n'a été retrouvée sur les différents prélèvements.
· Concernant les fibres textiles : elles sont plus nombreuses sur les prélèvements 1 et 2 ; et très faibles voire absentes dans les cônes 3, 4, 6, 7.
· Les particules claires : elles sont retrouvées en quantité non-négligeable dans chaque cône.
· Les particules noires de grande taille : elles sont présentes en faible quantité et même absentes dans les cônes 5 et 6.
· Pour les particules noires de petite taille : elles sont présentes dans tous les cônes sauf le 7. On les retrouve en quantité importante dans les cônes 2, 8 et 9.
· Pour les particules blanches/translucides de grande taille : elles sont présentes en faible quantité et même absentes des cônes : 1, 3, 4, 5 et 9.
· Pour les particules blanches/translucides de petite taille : elles sont absentes des prélèvements 8 et 4.
D'une manière générale, les prélèvement n°1, 2 et 9 sont les plus chargés en particules et fibres.
Les prélèvements 4, 5 et 6 sont ceux qui avaient le moins de particules.

Photos de fibres polymères plastiques

Analyse des aérosols (fibres et particules plastiques) marins en Méditerranée

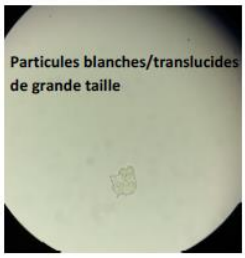
Légende particules inertes/ fibres / pollens :

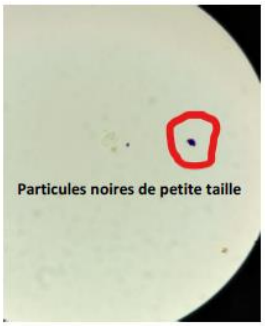
+ : < 10 ++ : 10 à 20 +++ : 20 à 50

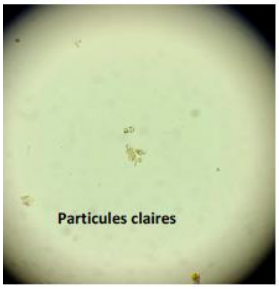
++++ : 50 à 100 +++++ : 100 à 200 ++++++ : > 200

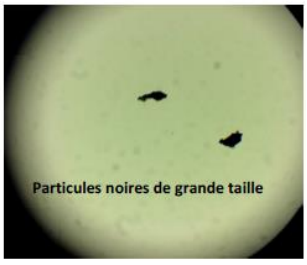
*** données quantitatives fournies à titre indicatif**

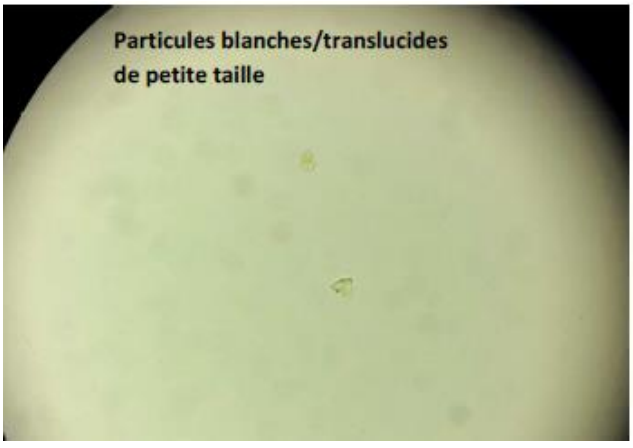
Photos de différents types de particules







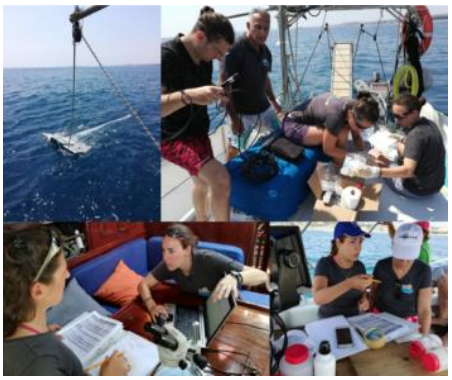




	Prélèvements Coriolis	
Numéro de prélèvement	**Résultats**	**Quantité**
1	Fibres textiles	18
	Particules claires	++++
	Particules noires (grande taille)	++
	Particules noires (petite taille)	++
	Particules blanches/translucides (grande taille)	0
	Particules blanches/translucides (petite taille)	++
2	Fibres textiles	8
	Particules claires	+++++
	Particules noires (grande taille)	+
	Particules noires (petite taille)	++++
	Particules blanches/translucides (grande taille)	+
	Particules blanches/translucides (petite taille)	+++
3	Fibres textiles	1
	Particules claires	+++++
	Particules noires (grande taille)	+
	Particules noires (petite taille)	++
	Particules blanches/translucides (grande taille)	0
	Particules blanches/translucides (petite taille)	+++
4	Fibres textiles	0
	Particules claires	+++
	Particules noires (grande taille)	++
	Particules noires (petite taille)	++
	Particules blanches/translucides (grande taille)	0
	Particules blanches/translucides (petite taille)	0
5	Fibres textiles	6
	Particules claires	++++
	Particules noires (grande taille)	0
	Particules noires (petite taille)	++
	Particules blanches/translucides (grande taille)	0
	Particules blanches/translucides (petite taille)	+
6	Fibres textiles	2
	Particules claires	++++
	Particules noires (grande taille)	0
	Particules noires (petite taille)	++
	Particules blanches/translucides (grande taille)	+
	Particules blanches/translucides (petite taille)	+

Numéro de prélèvement	**Résultats**	**Quantité**
7	Fibres textiles	1
	Particules claires	++++++
	Particules noires (grande taille)	++
	Particules noires (petite taille)	0
	Particules blanches/translucides (grande taille)	+
	Particules blanches/translucides (petite taille)	+++
8	Fibres textiles	4
	Particules claires	++++
	Particules noires (grande taille)	+
	Particules noires (petite taille)	+++++
	Particules blanches/translucides (grande taille)	+
	Particules blanches/translucides (petite taille)	0
9	Fibres textiles	5
	Particules claires	+++++
	Particules noires (grande taille)	+
	Particules noires (petite taille)	++++
	Particules blanches/translucides (grande taille)	0
	Particules blanches/translucides (petite taille)	+++

Communication et médias :
Pendant la campagne Expédition MED 2019 deux conférences grand public ont été organisées au port de Saint Louis du Var le 26/06/2019 et à la Société Nautique de Marseille le 09/08/2019.
L'équipe de National Geographic France accompagnées de Alexandra Cousteau a réalisée des prises de vues pour un film sur le plastique en Méditerranée (en attente de sortie). Deux équipes deTV5 et Canal+ sont également venue a bord pour leurs reportages. France 3 est également intervenu pour un direct a St Laurent du Var dans le cadre du journal télévisé et a Marseille, un reportage à bord le 09/09/2019.



Equipe scientifique a bord :
Tosca Ballerini, PhD : Coordinatrice scientifique.
Laura Frère, PhD : encadrement scientifique.
Jéremy Mansui, PhD : encadrement scientifique.
Marc Fournier : volontaire en service civique.
Marion Philippon : volontaire

Collaborations scientifiques :

ENEA –Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, Rome, Italie : Les chercheurs de ENEA collaborent depuis 2017 avec Expédition MED pour le comptage de particules plastiques échantillonnées avec le filet manta et pour la détermination de leur composition chimique.
NIOZ – Royal Marine Research Institute, Pays Bas : Les chercheurs du NIOZ collaborent depuis 2017 avec Expédition MED pour l'étude des communautés microbiennes qui forment la plastisphere.
UMONS – Université de Mons, Belgique : La collaboration avec UMONS a débuté en 2019 avec l'objectif de faire reproduire les bactéries dans le laboratoires pour étudier leur éventuelle capacité de dégrader les polymères plastiques.
ANALYZAIR, **France :** Programme test pour l'analyse des aérosols marins (fibres et particules plastiques dans l'air) en Méditerranée.

Contacts :
Bruno DUMONTET , Chef d'expédition : bruno.dumontet@expeditionmed.eu
Tosca BALLERINI, Coordinatrice scientifique : tosca.ballerini@expeditionmed.eu

Partenaires privés

Mécénat

Partenaires scientifiques

Partenaire public

Expédition MED 2009 – 2019

10 ANNEES DE RECHERCHES ET DE CONTRIBUTIONS A L'ETUDE et A LA SENSIBILISATION DE LA POLLUTION PLASTIQUE

• 10 expéditions scientifiques chaque année depuis 2009 en mer Méditerranée, d'une durée de 1 à 2 mois chacune, correspondant à plus de 40 000 km de navigation.

• 30 scientifiques Français et Européens ont embarqués durant les campagnes de recherches.

•180 Eco-volontaires de la société civile, Français et Européens ont embarqués dans le cadre des campagnes du laboratoire citoyen.

• 1500 actions de prélèvements correspondant à des dizaines de milliers d'échantillons de microplastiques ont été prélevés en mer Méditerranée. 120 flacons de ces prélèvements sont conservés dans de la cadre d'une collection à la disposition des chercheurs à l'Observatoire Océanologique de Villefranche sur Mer.

• 1 539 000 m² de surface de mer Méditerranée a été filtrée pour réaliser des prélèvements d'échantillons, ce qui correspond à l'équivalent en surface de 1231 piscines olympiques.

•Les données recueillies ont contribué à mettre en évidence la présence et l'impact des fibres plastiques, des macros et micros déchets plastiques en mer Méditerranée. Depuis 2017 Expédition MED a orienté ses recherches sur l'étude de la "Plastisphère".

• 144 997 déchets principalement plastiques (96%) triés et catégorisés un par un et provenant de 14 plages du littoral Atlantique dans le cadre de la réalisation du rapport « déchets côtiers »

•La réalisation de « Océans et mers plastifiés » une Exposition pédagogique et scientifique itinérante XXL qui circule actuellement sur le territoire Français et qui a déjà accueilli depuis mars 2018 à décembre 2019 près de 60 000 visiteurs.

• 10 publications et rapports scientifiques (+ 2 actuellement en cours de rédaction).

• 4 Auditions parlementaires : 2 au Sénat, 1 à l'Assemblée Nationale et 1 à Strasbourg au Parlement Européen.

•Une pétition d'Initiative citoyenne Européenne « Stop Plastic In the Sea » avec l'écriture de 14 propositions législatives Européennes pour la prise en compte de la problématique des déchets plastiques.

• 14 contributions législatives Françaises et 3 contributions Européennes citant Expédition MED, qui ont permis une prise de conscience politique et l'émergence de projets de lois.

• Autres Expositions : Marseille « Déchets salés » avec l'Esbam (Ecole supérieure des beaux arts de Marseille en 2011) - Chypre (2012) et Athènes (Ambassade de France en 2013).

• Plus de 100 conférences et interventions dans divers évènements en France et à l'étranger.

• Près de 500 articles de médias (print et web) Nationaux et Internationaux
et une cinquantaine de reportages de télévision et radios en France et à l'étranger.

• **Plus d'information sur : www.expeditionmed.eu**

Association loi 1901 : « Expédition MED »
Contact : bruno.dumontet@expeditionmed.eu / Tél : 06 34 48 13 05
N° de récépissé de déclaration : W563002363 / SIREN : 524 455 201 00029