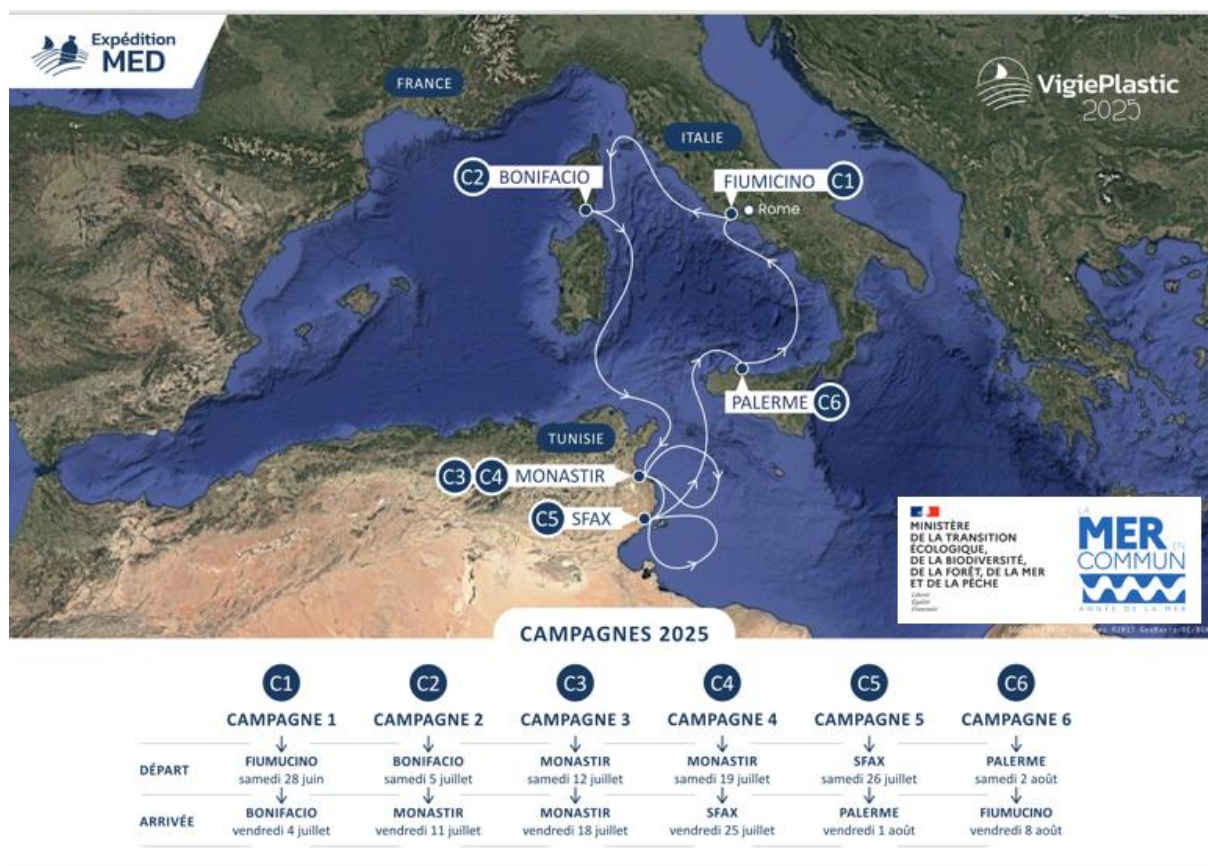


Expédition MED

« VigiePlastic Méditerranée 2025 »

Rapport de campagne

NO « Le Bonita »



Compilé et édité par l'équipe scientifique d'Expédition MED



Sommaire

Introduction	3
Liste des encadrants à la campagne « VigiePlastique » 2025 »	5
Zone d'étude.....	6
Programmes de recherche	8
I. Hydrographie	8
II. Programmes scientifiques du laboratoire citoyen	11
A. Étude de la quantification et caractérisation des microplastiques flottants.....	11
a) Caractérisation de la fraction de particules supérieure à 1 mm	11
b) Caractérisation de la fraction de particules inférieure à 1 mm	13
c) Étude du ratio plancton/plastique	14
d) Composition chimique des plastiques et leurs additifs associés (analyse RAMAN)	15
e) Images des échantillons de plastiques collectés lors de la campagne.....	16
B. Programme A2QUA	18
C. Inventaire des insectes et autres arthropodes marins (plancton aérien)	21
Coopération en Méditerranée.....	22
Un programme de formation solidaire pour une pollution sans frontières	22
.....	23



Introduction

Cette quinzième expédition de l'association Expédition MED est intitulé « **VigiePlastic 2025 : Ensemble, explorons et protégeons la Méditerranée** ». Elle se concentre sur deux grandes thématiques de recherche majeure : (I) identifier de nouvelles zones d'accumulation de déchets plastiques et (II) étudier l'évolution des concentrations au sein de zones échantillonnées au cours des campagnes passées. La mission scientifique de notre expédition consiste plus largement à l'étude spatio-temporelle de la pollution plastique en Méditerranée ainsi que le suivi de l'évolution des zones d'accumulations. Cette mission est essentielle pour prévenir et rendre compte de l'impact humain sur l'environnement marin.

La zone d'étude s'étend du bassin Corso-Ligurien, au golf de Gabes à l'ouest de la Tunisie, en se focalisant tout particulièrement sur la mer Tyrrhénienne. Cette expédition se déroule avec le bateau de l'association « Le Bonita ». En plus de l'échantillonnage via l'utilisation du filet Manta par bateau, la mise en place de nouveaux protocoles visant à la collecte de données inédites jusqu'à lors a permis d'étendre considérablement les informations scientifiques sur la zone d'étude.

Expédition MED a de nouveau embarqué des scientifiques et des citoyens pour étudier et partager des données sur la pollution plastique en Méditerranée. Les actions menées au travers de la sensibilisation, de la participation des écovolontaires ainsi que de formation de scientifiques et ong de pays de la rive sud renforce la notion d'une pollution plastique transfrontalière et que les actions doivent être prises non seulement au niveau national, mais également à l'échelle de tout le bassin méditerranéen.

L'expédition « VigiePlastic Méditerranée 2025 », du laboratoire citoyen, est labellisée dans le cadre des événements de « l'Année de la Mer – La Mer en Commun ».



La mer Méditerranée fait face à une pollution par les déchets plastiques toujours plus grande. On estime qu'environ 229 000 tonnes de déchets plastiques sont déversées chaque année dans la Méditerranée, soit l'équivalent de plus de 500 conteneurs quotidiennement déversés, et ce chiffre pourrait doubler d'ici à 2040 sans intervention significative. La mer Méditerranée est aujourd'hui considérée comme l'une des zones marines les plus touchées par la pollution plastique au monde (Suaria et al., 2016). En effet, la campagne VigiePlastique d'Expédition MED de 2024, a révélé des concentrations de microplastiques parmi les plus élevées jamais mesurées, atteignant jusqu'à 2 millions de fragments par kilomètre carré dans certaines zones, notamment au large de la Corse et du bassin nord-ouest.

Les études scientifiques révèlent que cette pollution est causée par plusieurs facteurs. En premier lieu, la densité élevée de population côtière contribue significativement à cette pollution. De plus, l'afflux de touristes et la gestion insuffisante des déchets sont des facteurs déterminants. Ces deux éléments, combinés à une absence de renouvellement régulier des eaux dans ce bassin semi-fermé favorise l'accumulation des plastiques et de leurs fragments, rendant ainsi la mer Méditerranée particulièrement vulnérable à cette pollution (Suaria et al., 2016, Pedrotti et al., 2022).

Les microplastiques, issus principalement de la fragmentation des plastiques à usage unique, constituent la majorité des particules retrouvées en mer. L'ensemble des études scientifiques réalisé en Méditerranée révèlent que la quasi-totalité des échantillons d'eau de surface prélevés contiennent des fragments de plastique. Ces résultats confirment l'hypothèse d'une dissémination globale de cette pollution à l'échelle du bassin méditerranéen. Cette pollution touche l'ensemble des écosystèmes, de la surface aux abysses, se propage à travers la chaîne alimentaire, entraînant des conséquences désastreuses sur la biodiversité et la santé humaine (Boucher and Billard, 2020, Baudena et al., 2023, Ghiglione et al., 2023).

Les conséquences de cette pollution sont multiples et étendues : impact sur la faune marine (ingestion, enchevêtrement), contamination des habitats, perturbation des activités économiques comme la pêche et le tourisme, et risques sanitaires liés à la présence de microplastiques dans les produits de la mer (Alessi and Di Carlo, 2018, Suaria et al., 2016). Il est urgent d'agir pour réduire de manière radicale les émissions de plastique tout en poursuivant la mise en œuvre d'études scientifique permettant d'étudier l'évolution de cette pollution persistante et croissante.

Ce rapport présente une vue d'ensemble des approches d'échantillonnage et des premières données scientifiques récoltées au cours de la campagne.

L'équipe scientifique d'Expédition MED



Liste des encadrants de la campagne « VigiePlastique 2025 »

Nom	Role	Fonction
Bruno DUMONTET	Chef expedition	Directeur Expedition MED
Nicolas GOSSET	Coordinateur scientifique	Doctorant
Ana Luzia LACERDA	Coordinatrice scientifique	Post Doctorante
Théo DESTANG	Coordinateur scientifique	Chercheur Indépendant
Ninon MARTIN	Assistante scientifique	Etudiante stagiaire
Emmanuel CABANES	Assistent scientifique	Etudiant stagiaire
Elora BRIOLA	Assistante scientifique, responsable protocole A2QUA	Etudiante stagiaire
Samar DAOUD	Assistante scientifique, responsable spectroscopie RAMAN	Spécialiste produit Spectroscopie Metrohm



Campagne 1 : Fiumicino - Bonifacio



Campagne 2 : Bonifacio - Monastir



Campagne 3 : Monastir - Monastir



Campagne 4 : Monastir - Sfax



Campagne 5 : Sfax - Palerme



Campagne 6 : Palerme - Fiumicino

Zone d'étude

La campagne a été menée du 28 juin au 8 août 2025 à bord du Bonita II. Nous avons fait voile vers Bastia les 28 et 29 Juin afin de récupérer deux journalistes de TF1 le lundi 30 Juin midi. Les premières stations ont donc été situées lors de cette traversée entre l'Italie et la Corse. En approchant Bastia un échantillon fortement concentré a été observé. Lundi après-midi, sur notre route pour l'île de Capraia deux prélèvements ont été réalisés. Le lendemain, nous avons pu effectuer 5 prélèvements dans la zone d'accumulation repérée au large du Cap Corse lors de la campagne de l'année dernière en mer Tyrrhénienne. Le centre du tourbillon était cette année situé plus au large, à une soixantaine de km au nord du cap corse. Le centre avait été déterminé en 2024 à une trentaine de km à l'est du cap Corse et à seulement une dizaine de km au Nord-ouest de l'île toscane de Capraia.

Le centre et la périphérie de l'eddy a pu être échantillonné cette année. Nous avons ensuite déployé le filet manta à plusieurs reprises en descendant le long de la côte Est de la Corse pour arriver à Bonifacio le 4 juillet. Au total, 17 échantillons ont été récoltés lors de cette première semaine de campagne, et des concentrations comprises entre 29 212 (dans la baie de Bonifacio) et 844 651 (au sud à proximité de Bastia) fragments > 1mm par km².

De là, nous nous sommes dirigés vers la Sardaigne pour la deuxième semaine de campagne. Les conditions météorologiques du 6 au 8 juillet ont rendu l'échantillonnage compliqué faute à un fort vent (5 Beaufort) de Nord-Ouest à Ouest et à une mer formée. Le déploiement du filet sur ces jours-ci s'est fait à la voile, le plus souvent en vent arrière/portant, avec les vagues poussant le manta, entraînant pas moment la sortie de l'eau du débitmètre. Des concentrations en MP relativement faibles ont été observées sur ces premiers jours. La calibration de la sonde physicochimique n'a pas pu être correctement effectuée avant les premiers prélèvements de cette semaine, expliquant entre autres les bien trop faibles valeurs de salinité.

Le programme Tunisien :

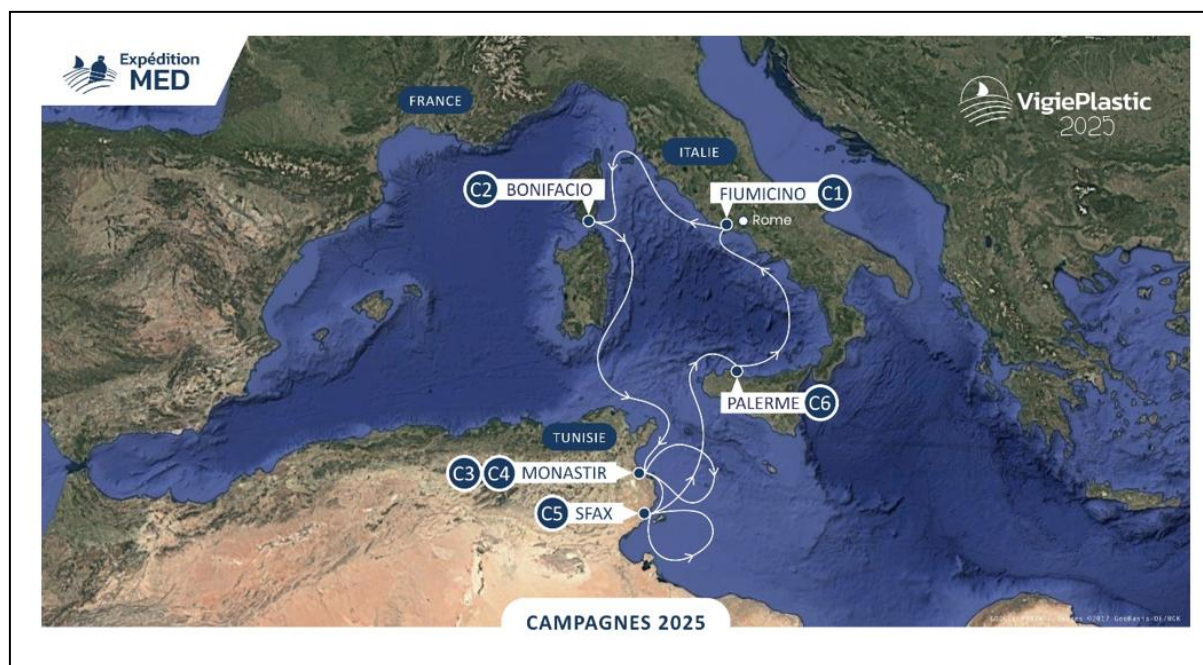
Ce programme s'est déroulé aux îles Kuriat près de Monastir, en collaboration avec l'ong Tunisienne « **Notre Grand Bleu** », (NGB), association de préservation de la vie marine méditerranéenne, et **les scientifiques de l'université de Monastir, Lamia Trabelsi et Nouredine Zaaboub** avec leurs étudiants ainsi que le **professeur Boualem Hamdi**, de AMSALA pour l'Algérie.

La seconde partie nous a emmenée **aux îles Kerkennah de Sfax**, sous la coordination de **Morsi Féki**, directeur régional de l'APAL, l'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral, en collaboration avec l'association « Jeunes sciences Kerkennah », **les scientifiques de l'université de Sfax, Nourhene Rebai, Haucem Quedich, Mohamed Makhloufi**, la municipalité de Kerkennah, l'association la saison bleu et SMILO, le réseau international des petites îles durables et l'association « La Saison Bleue ».



Le départ pour la cinquième semaine de cette expédition se fait attendre. En effet, il nous faut patienter jusqu'au mardi 29 juillet pour que le vent tombe et que les conditions météorologiques nous permettent de prendre la mer. Après une première journée mouvementée qui met l'équipage à rude épreuve on atteint Hammamet, notre dernière escale tunisienne avant de traverser le canal de Sicile. Un court mouillage de quelques heures nous permet de nous reposer avant d'attaquer une longue navigation de 24 heures quelque peu éprouvante. Enfin nous atteignons la côte sicilienne où une météo plus clémente nous y attend. Nous profitons des derniers jours de temps calme de cette semaine capricieuse pour réaliser quelques échantillons. Nous observons une pollution microplastique importante dans la baie de Palerme avec des concentrations qui atteignent 95 885 particules par km².

Pour la dernière semaine de cette expédition, c'est une équipe complète qui embarque sur le Bonita. Au total, 7 écovolontaires rejoignent l'expédition scientifique. Les conditions de navigation sont bonnes et nous permettent de réaliser une quinzaine d'échantillons. En longeant la côte sicilienne, nous avons eu la chance d'échantillonner les îles Eole, un archipel volcanique situé au Nord Est de la Sicile. Les concentrations en microplastiques y sont très variables (comprises entre 12 621 et 200 467 particules par km²). Un courant marin semble faire transiter des débris plastiques au milieu de l'archipel. Nous faisons même la rencontre avec une tortue marine en détresse qui semble avoir ingérée du plastique. Escortée jusqu'au centre de soins de l'île de Filicudi (Wildlife Conservation Center), nous la laissons entre de bonnes mains. En remontant la côte italienne, nous mesurons des concentrations élevées en microplastique dans la baie de Naples avec 456 000 particules par km². Au large de Naples, nous poursuivons la campagne vers les îles Ponziennes avant de regagner Fiumicino, notre destination finale.



Plus d'information :

<https://www.expedition-med.org/actualites/vigieplastic-mediterranee-2025/>

Programmes de recherche

Un certain nombre de projets de recherche complémentaires ont été menés pendant la campagne. Les écovolontaires ont été activement impliqués dans ces activités. Dans cette section, les descriptions de toutes les activités de recherche ont été compilées, ainsi que quelques résultats préliminaires.

I. Hydrographie

L'objectif principal des mesures hydrographiques effectuées durant la campagne était de fournir des informations sur les masses d'eau. Des mesures de Température (°C), pH, d'Oxygène dissous (mg/L) et de Salinité (SAL PSU) ont été effectués. Ces données décrivent l'environnement du plancton et peuvent être utilisées comme variables explicatives dans les analyses ultérieures.

En plus des mesures de température, de pH, d'oxygène dissous et de salinité, des cartes représentant les vitesses moyenne en surface, on était récupéré tout au long de la campagne à intervalle quotidien. Ces cartes permettent de suivre l'activité des gyres actifs de notre zone d'étude, zone d'accumulation potentielle (Figure 3). Dans l'hémisphère nord, des courants circulant dans le sens horaire sont dits anticycloniques, contrairement à ceux circulant dans le sens antihoraire, alors dit cyclonique. Des données de SLA forte (proche de 0.6 [m/s] dans notre étude) témoignent donc d'un fort courant de surface pouvant être associé à un phénomène dit de downwelling (i.e. plongé des eaux de surfaces vers des couches d'eaux inférieures) (Chaigneau et al., 2011). Sous l'effet de la rotation de la terre, ces courants peuvent former ce qu'on appelle des tourbillons océaniques (également appelés gyres ou eddies en anglais). Ces tourbillons sont connus pour être de fortes zones de concentration des débris plastique flottants dans les mers et les océans (Brach et al., 2018, Galgani et al., 2015, Cózar et al., 2014). Ainsi, pouvoir repérer ces tourbillons est essentiel afin de pouvoir localiser de nouvelles zones d'accumulation de déchets plastique et pouvoir rendre compte de l'ampleur de cette pollution.

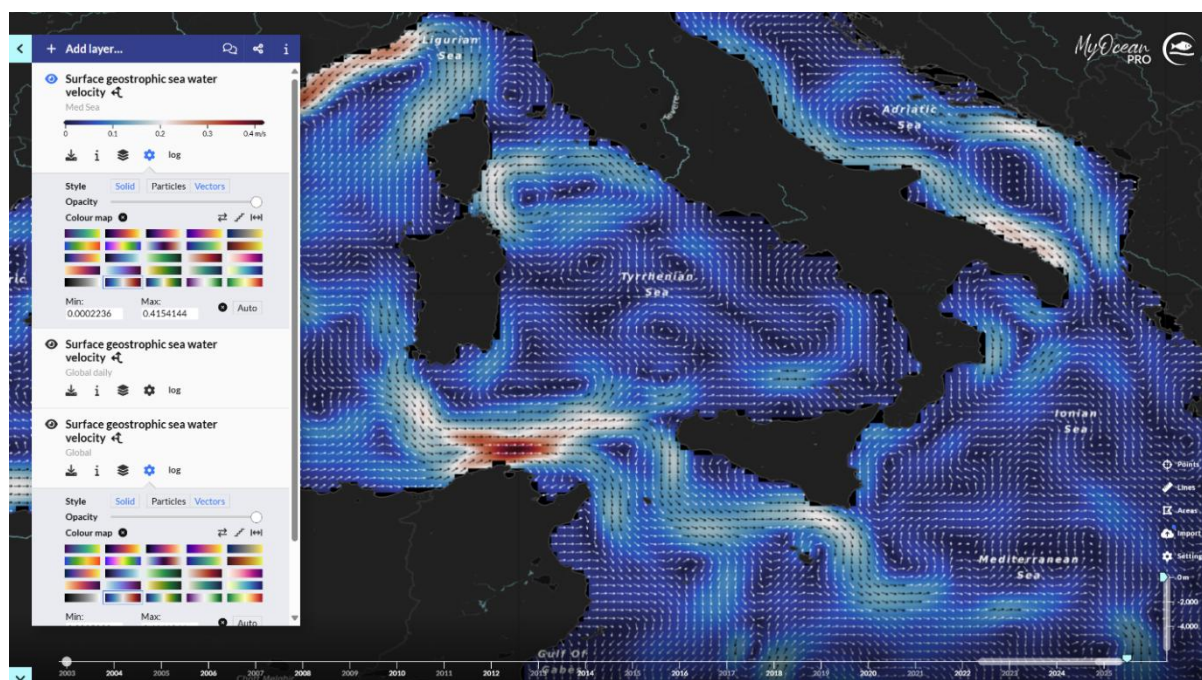


Figure 2 : Estimation des vitesses moyenne en surface sur la période 1993-2012 (Sea Level Anomalies: SLA)
<https://data.marine.copernicus.eu/-/n7d9qqbemt>

Les données hydrographiques ont été recueillies à l'aide d'une sonde mesurant la conductivité (Salinité), la température et le pH.

Pour chaque station et succédant au début du déploiement du filet Manta, la sonde a été déployée dans un seau préalablement rincé trois fois avec l'eau de surface du site de prélèvement. Après stabilisations, les mesures ont été enregistrées via le logiciel AquaCal (AquaProbe Live Data & Calibration Utility V 2.07).

Les cartes des vitesses moyennes en surface ont également été récupérées, et ces données sont issues du programme d'observation mondial et européen : E.U. Copernicus Marine Service Information (data.marine.copernicus.eu). La visualisation des courants de surface a été réalisée en utilisant les observations satellites issues de la base de donnée intitulée "European Seas Gridded L 4 Sea Surface Heights And Derived Variables Nrt"; DOI : [10.48670/moi-00142](https://doi.org/10.48670/moi-00142) ; Variable : Surface geostrophic sea water velocity [m/s]. Celle-ci permet une résolution temporelle quotidienne – soit en temps quasi réel – des anomalies de hauteur de mer (Sea Level Anomalies : SLA). La visualisation de ces données est accessible via ce [lien](#) (Figure 5).

Pour une meilleure visualisation des courants de surface en présence dans la zone d'échantillonnage, l'échelle des valeurs en [m/s] peut être ajusté automatiquement. Néanmoins, lors de la capture d'écran, nous avons pris soins de **définir une échelle standard** compris entre **0 et 0.6 [m/s]**.

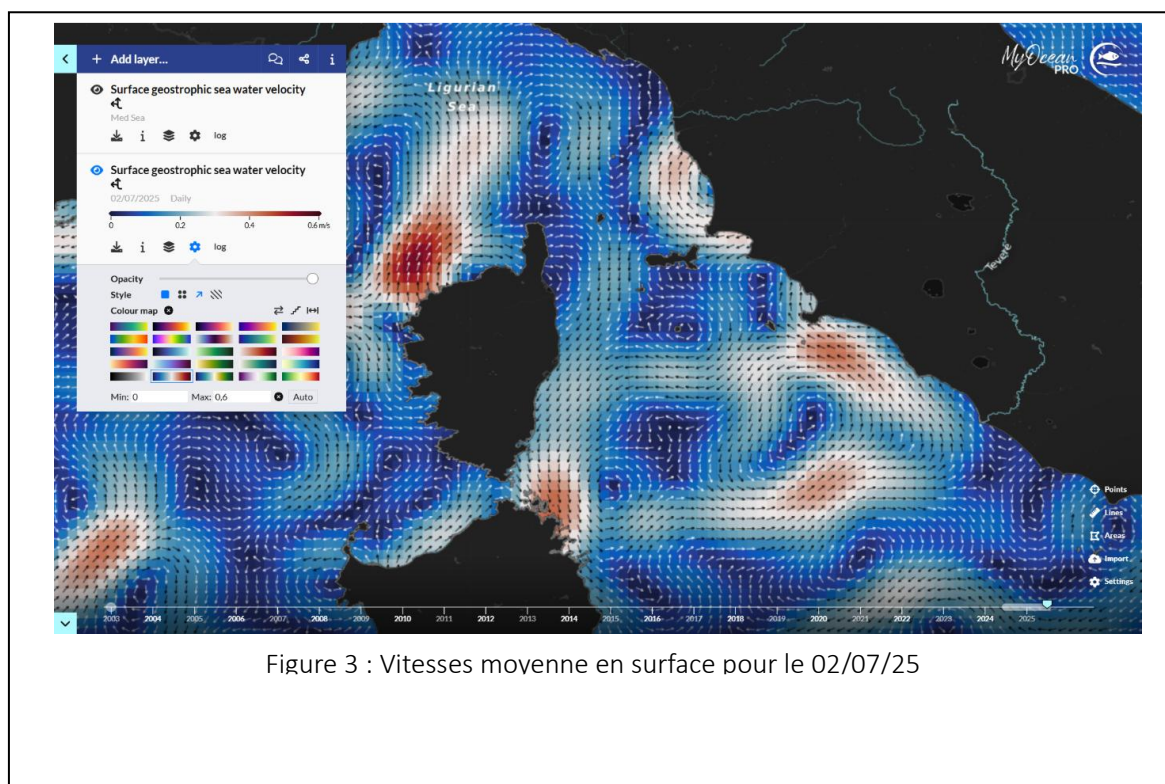


Figure 3 : Vitesses moyenne en surface pour le 02/07/25

Résultats préliminaires

Table 1: Tableau des mesures physico-chimiques réalisées au cours de la campagne 2025

Date	Heure	Station nr.	Latitude	Longitude	Temperature (°C)	pH	O2 dissous (mg/L)	Salinité (SAL PSU)
29/06/25	12:40	EM25-01	43°23,984'N	010°48,337'E	27.3	7.85	0	42.607
29/06/25	11:30	EM25-03	42°43,676'N	009°27,964'E	29.0	7.22	5.89	35.7
30/06/25	15:22	EM25-04	42°48,206'N	009°31,187'E	28.9	7.22	5.71	37.432
01/07/25	14:04	EM25-06	43°17,252'N	9°47,179'E	28.9	7.28	4.92	37.56
01/07/25	17:35	EM25-08	43°22,534'N	9°31,121'E	30.0	7.22	4.97	36.583
01/07/25	22:13	EM25-11	43°05,171'N	09°30,010'E	28.9	7.3	4.2	36.8
01/07/25	18:50	EM25-10	43°18,639'N	09°31,248'E	30.5	7.29	4.86	36.45
02/07/25	14:33	EM25-12	42°32,917'N	09°33,093'E	30.1	7.31	3.53	36.762
02/07/25	19:39	EM25-14	42°14,746'N	09°35,341'E	29.0	7.31	3.22	36.61
03/07/25	11:42	EM25-15	41°36,468'N	09°22,676'E	28.2	7.13	2.11	N/A
03/07/25	19:41	EM25-17	41°22,972'N	09°08,693'E	28.8	7.23	2.73	37.5
06/07/25	18:51	EM25-18	41°09,614'N	09°27,681'E	28.0	6.93	3.23	32.412
07/07/25	10:30	EM25-20	40°51,537'N	09°42,531'E	27.7	7.28	2.79	31.852
07/07/25	19:15	EM25-22	40°33,009'N	09°49,530'E	28.2	7.3	2.73	32.015
08/07/25	11:15	EM25-23	40°29,380'N	09°50,096'E	27.3	8.34	3.74	33.009
09/07/25	13:24	EM25-25	39°41,793'N	09°42,526'E	26.7	8.27	3.18	34.64
09/07/25	17:40	EM25-27	39°22,639'N	09°47,638'E	27.2	8.23	2.99	34.352
10/07/25	10:06	EM25-28	38°05,335'N	10°41,217'E	27.2	8.23	7.73	33.67
10/07/25	15:01	EM25-30	37°48,047'N	10°56,305'E	28.1	8.28	2.56	34.396
10/07/25	19:55	EM25-31	37°19,546'N	11°05,094'E	26.9	8.28	2.7	33.801
11/07/25	10:02	EM25-32	35°57,987'N	10°54,945'E	27.7	8.33	2.58	33.9
13/07/25	11:09	EM25-33	35°45,592'N	10°52,374'E	28.1	8.35	1.86	98.508
14/07/25	11:48	EM25-34	35°45,290'N	10°55,305'E	28.5	8.36	1.87	96.283
19/07/25	12:40	EM25-36	35°43,390'N	10°52,581'E	N/A	N/A	N/A	N/A
27/07/25	17:26	EM25-37	35°01,685'N	011°12,232'E	N/A	N/A	N/A	N/A
31/07/25	11:35	EM25-38	38°11'419'N	012°47'771'E	N/A	N/A	N/A	N/A
31/07/25	18:16	EM25-40	38°13'131'N	013°19'966'E	N/A	N/A	N/A	N/A
01/08/25	10:37	EM25-42	38°07'731'N	013°24'074'E	N/A	N/A	N/A	N/A
02/08/25	16:28	EM25-43	38°07'839'N	013°26'966'E	27.9	N/A	N/A	38.6
03/08/25	10:32	EM25-45	38°18'154'N	013°57'128'E	27.9	N/A	N/A	38.7
03/08/25	19:12	EM25-47	38°32'595'N	014°38'047'E	28.3	N/A	N/A	38.4
04/08/25	10:46	EM25-48	38°32'794'N	014°53'381'E	27.5	N/A	N/A	38.6
05/08/25	09:46	EM25-50	39°28'312'N	014°54'084'E	27.2	N/A	N/A	38.6
06/08/25	08:12	EM25-52	40°34'249'N	014°21'058'E	25.1	N/A	N/A	38.7
06/08/25	11:54	EM25-54	40°42'955'N	14°04'744'E	26.5	N/A	N/A	38.6
07/08/25	10:28	EM25-56	40°52'027'N	12°59'335'E	25.8	N/A	N/A	38.8
07/08/25	13:31	EM25-58	40°56'589'N	12°52'689'E	26.6	N/A	N/A	38.7



II. Programmes scientifiques du laboratoire citoyen

A. Étude de la quantification et caractérisation des microplastiques flottants

L'étude de la quantification et de la caractérisation des microplastiques flottants vise à déterminer la concentration, la nature et la distribution des particules plastiques présentes en surface de la mer Méditerranée. Cette étude s'effectue à l'aide d'un filet Manta standardisé, permettant une évaluation précise de la pollution par les plastiques. Les particules sont ensuite analysées selon leur taille, leur morphologie et leur couleur, permettant une classification en différentes catégories. Cette démarche est essentielle pour mieux comprendre la dynamique de la pollution plastique et pour identifier les principales sources et zones d'accumulation. ExpéditionMED met en œuvre un programme auquel les écovolontaires embarquant à bord du Bonita contribuent activement aux activités scientifiques. Ce programme implique des participants non professionnels dans la collecte, le tri et la caractérisation des échantillons, avec pour objectif de renforcer la sensibilisation et l'engagement citoyen dans le domaine de la recherche environnementale.

Afin de déterminer la concentration, nature et la distribution verticale des particules plastiques de surface, un filet de type Manta (Hydrobios, 330 μ m, 0.15 m² de surface d'ouverture) a été déployé à chaque station. Ce filet standardisé est équipé d'une chaussette de filtration de 3 m de traîne avec une maille 330 μ m, terminée par un collecteur. Les prélèvements seront ensuite analysés dans notre laboratoire embarqué. Les particules de plastique seront extraites des échantillons d'eau de mer, comptées et catégorisées selon leur taille (> 5 mm ; 5 - 2,5 mm ; 2,5 - 1 mm, < 1 mm), leur morphologie (fragment, film, ligne, mousse, granulés) et leur couleur.

a) Caractérisation de la fraction de particules supérieure à 1 mm

Les échantillons collectés sur le bateau sont analysés directement à bord. À l'aide de tamis, les particules de plastiques sont séparées en fonction de leur taille. La partie supérieure à 1 mm est analysée directement à l'œil nu, tandis que la fraction sous le millimètre nécessite un traitement plus affiné. Sur le pont du bateau scientifiques et éco-volontaires catégorisent les plastiques en fonction de leurs caractéristiques et annotent les résultats dans des grilles standardisées. Les données sont ensuite sauvegardées sur un ordinateur avant de procéder aux analyses statistiques et au mapping.

Une fois l'échantillon collectée par le filet Manta, le contenu du collecteur est versé dans un seau préalablement nettoyé avec l'eau de la station échantillonnée (pour éviter tout risque de contamination). Le mélange de matières flottantes collectées est ensuite transféré dans une colonne de tamis qui permet déjà de catégoriser les plastiques en fonction de leur **taille** :

- première fraction **supérieure à 5 mm**
- deuxième fraction comprise **entre 5 et 2,5 mm**
- troisième fraction comprise **entre 2,5 et 1 mm**
- la dernière fraction **sous le millimètre** est analysée ultérieurement

Chaque tamis est finement observé afin de collecter l'ensemble des microplastiques. Le travail se fait sous la supervision d'un coordinateur scientifique afin de minimiser au maximum le risque d'erreur. Pour chacune des 3 premières fractions, une fiche type est complétée afin de classer les microplastiques par leurs types et leurs couleurs.

La typologie des plastiques permet de donner une idée de leurs origines. Cinq catégories ont été établies. Le choix de la catégorie se fait principalement de façon visuelle, mais la texture du microplastique permet également de donner de précieuses informations. Ces catégories sont largement utilisées par la communauté scientifique de manière à harmoniser le travail effectué par les différents centres de recherche. Voici les **catégories établies** :

- **Fragment** (morceau rigide) ;
- **Film** (morceau souple) ;
- **Fil ou « Line »** (morceau allongé et cylindrique) ;
- **ESP** (morceau de plastique type mousse) ;
- **Granulé** ou « Pellet » (bille servant de matière première pour la fabrication d'objets en plastique)

Les plastiques sont par ailleurs catégorisés par **couleurs** (Transparent, Blanc, Bleu, Vert, Orange, Noir Jaune, Multicolore (plus d'une couleur), Marron).



Figure 4 : Travail de caractérisation réalisé à bord par les ecovolontaires

Lors de l'inventaire, les microplastiques sont collectés et stockés dans des flacons étiquetés. Afin de confirmer et de valider le travail effectué sur le pont du bateau, un membre scientifique de l'équipage passe l'ensemble des microplastiques sous la loupe binoculaire en les organisant dans des boîtes de pétri. Chaque échantillon est photographié.

Résultats préliminaires

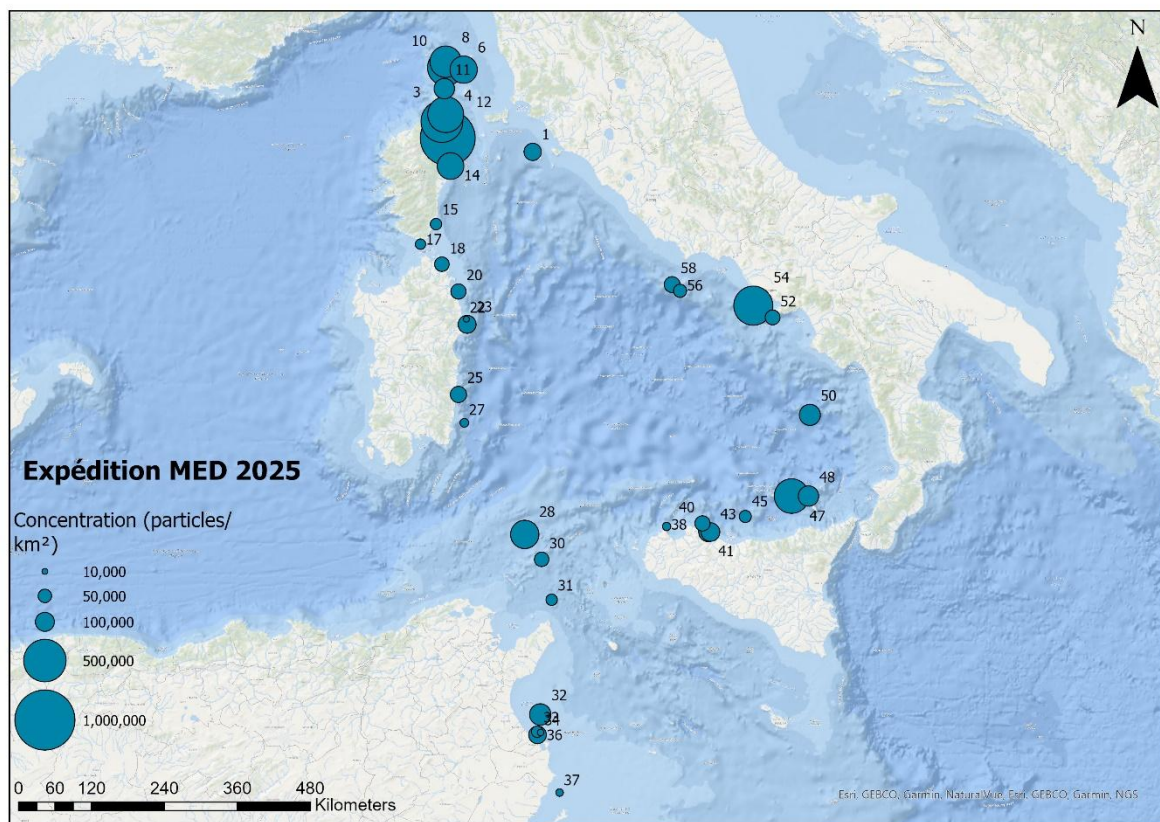


Figure 5 : Résultats de la campagne en mer 2025 d'Expédition MED. En turquoise, les concentrations de MP/km² supérieur à 1 mm.

b) Caractérisation de la fraction de particules inférieure à 1 mm

Tester à bord, avec la participation des éco-volontaires, un protocole de caractérisation des particules inférieures à 1 mm, jusqu'ici analysée uniquement en laboratoire une fois la campagne terminée. La fraction est divisée en deux sous-fractions égales à l'aide de la boîte de Motoda (Figure 6); la première sert à déterminer le poids sec plancton + plastique, tandis que la seconde subit une digestion de la matière organique à l'hydroxyde de potassium (KOH) afin d'isoler les microplastiques. Ces derniers sont ensuite caractérisés sous loupe binoculaire selon la même méthode que pour les fractions supérieures.



Figure 6 : Utilisation de la boîte de Motoda dans le but de diviser un échantillon en deux sous-échantillons identiques

Au cours de la campagne, sur 37 échantillons, seulement 5 digestions ont pu être réalisées à bord, et un seul échantillon a été partiellement catégorisé.

Plusieurs difficultés ont limité la mise en œuvre complète du protocole. Concernant la digestion de la matière organique, la stabilité de la solution est essentielle afin de permettre la sédimentation du matériel dissous. Or, les mouvements permanents du bateau ont maintenu les béchers en agitation, empêchant une décantation claire entre le culot et le surnageant, même après 72 h d'attente. Cette instabilité a rendu l'étape de séparation et donc la caractérisation des microplastiques particulièrement complexe. Une amélioration technique pourrait consister à développer une structure ou un dispositif permettant de compenser les mouvements du bateau et de maintenir les béchers stables durant la digestion.

Une autre difficulté rencontrée concerne la phase de catégorisation sous loupe binoculaire. Cette étape, longue et exigeante, s'est révélée difficile à réaliser pour les éco-volontaires à bord, en raison du temps nécessaire et de la concentration requise pour observer et trier les particules de très petite taille.

Ces premiers essais montrent néanmoins la faisabilité d'une caractérisation à bord de la fraction < 1 mm, tout en soulignant les contraintes logistiques et techniques qui devront être prises en compte pour les futures campagnes.

c) Étude du ratio plancton/plastique

Le plancton, communément défini comme « l'ensemble des organismes dérivant au gré des courants » (d'Elbée, 2016), englobe non seulement les organismes unicellulaires, tels que les microalgues, les virus et les bactéries, mais aussi les animaux multicellulaires, comme les larves d'espèces benthiques et les crustacés, les cnidaires et les polychètes (Sardet, 2022). Constituant la base du réseau trophique océanique, il absorbe une part importante du flux de matière et produit la moitié de l'oxygène que nous respirons. Le plancton est vital aux écosystèmes marins et à plus grande échelle, à notre planète (d'Elbée, 2016). En raison de son rôle crucial, il est essentiel d'étudier sa réponse face à l'augmentation de la pollution plastique dans les mers et océan du globe.

Les océans du globe contiendraient en moyenne six fois plus de particules plastiques que de plancton (en termes de masse) (Richon et al., 2022, Svoboda, 2018, Moore et al., 2001). Encore plus alarmant, une étude publiée en 2018 a révélé que le Great Pacific Garbage Patch contiendrait 180 fois plus de plastique que de biomasse (poissons, plancton (334 271 pièces de plastique/km² contre 5 fois moins de zooplancton), avec une prédominance de microplastiques fragmentés (Chen et al., 2018, Lebreton et al., 2018). En méditerranée, l'association Oceaneye (oceaneye.ch) a révélé en 2013 des concentrations de plastique équivalentes à celles du plancton. Toutefois, Collignon et al. (2014) ont déterminé autour de la baie de Calvi (Corse), un ratio moyen de microplastiques (2–5 mm)/zooplancton de 2,63 (soit plus de 2,5 particules de plastique pour un individu de zooplancton). Cependant, Fabri-Ruiz et al. (2023) ont déterminé un ratio moyen de 0,029 (basé sur le nombre par km² pour la classe de taille entre 0,33 – 5 mm), avec des pics atteignant 0,1 dans certaines zones (10 MP pour 100 planctons).

Le ratio plancton/plastique est une donnée extrêmement variable, mais fondamental dans l'évaluation de l'impact écologique des microplastiques sur les écosystèmes marins. Ce ratio plancton/plastique permet également de mettre en évidence une potentielle compétition entre les ressources alimentaires naturelles et les contaminants anthropiques (Adopt-a-Beach, Kvale et al., 2021). Un déséquilibre de ce ratio peut conduire à l'ingestion de particules de matière plastique par le zooplancton (Cole et al., 2013). Des recherches ont démontré que cette surexposition au MP pourrait avoir des répercussions néfastes sur la survie des organismes (notamment filtreurs), tels que les copépodes (Everaert et al., 2022, Bai et al., 2021), et faciliter le transfert de polluants dans les chaînes alimentaires supérieures par bioaccumulation, y compris chez l'être humain (Setälä et al., 2014, Diepens and Koelmans, 2018, McHale and Sheehan, 2024, Cverenkárová et al., 2021). Un ratio $P_{\text{plancton}}/P_{\text{MP}}$ inférieur à 1 indiquerait une prédominance des plastiques dans la zone étudiée.

Afin de déterminer un rapport entre la quantité de plancton et celle de plastique présent en surface, une méthode comparative de poids sec, exprimée en milligrammes par mètre cube (mg/m^3) est utilisée. Le poids de plancton est alors comparé au poids de l'ensemble des MP catégorisés issus du même échantillon. Les conditions d'échantillonnage à bord du bateau ne nous permettant pas d'effectuer des pesées de précisions, chaque échantillon sera alors placé dans des coupelles en aluminium préalablement pesé, puis placées dans un dessiccateur afin d'obtenir le poids sec du plancton. Une fois de retour à terre, chaque coupelle associée à son prélèvement sera pesée en laboratoire et la différence de poids permettra ainsi d'estimer le poids en mg du plancton présent dans chaque échantillon.

Le poids sec constitue un indicateur fiable de la biomasse, comme l'a démontré Mazza (1964) dans son étude sur les copépodes méditerranéens.

d) Composition chimique des plastiques et leurs additifs associés (analyse RAMAN)

Les particules seront ensuite analysées par spectrométrie Raman grâce au matériel (Mira DS) mis à disposition gracieusement par le fournisseur [Metrohm France](#). Cet appareil nous permettra d'identifier la composition chimique des particules isolées pour déterminer les familles de plastique collectées en mer Méditerranée.



Figure 7 : Utilisation du RAMAN Mira afin de déterminer les polymères constitutifs de la particule plastiques analysée

En effet faisant suite à la caractérisation morphologique (taille, forme, couleur), une analyse chimique des fragments plastiques est réalisée grâce au spectromètre Raman portable, permettant l'identification des polymères (PE, PP, PS, PET, etc.) via comparaison spectrale avec les bases de données de références. Cette instrumentation a amélioré la robustesse des résultats en limitant les erreurs de classification visuelle et en permettant d'évaluer la distribution des familles de plastiques dans les zones étudiées. Les échantillons prélevés ont révélé des concentrations importantes de microplastiques, cohérentes avec les tendances observées lors des campagnes précédentes, confirmant la persistance de flux de plastiques secondaires issus de la fragmentation de macro-déchets. Cette année encore, nous avons été confronté aux limites liées à la dégradation photo-oxydative qui complique l'analyse spectrale. Elle souligne enfin l'intérêt d'intégrer des outils analytiques in situ dans les campagnes océanographiques afin d'obtenir des données de haute qualité directement sur le terrain et de renforcer les efforts de surveillance environnementale à long terme.

e) Images des échantillons de plastiques collectés lors de la campagne

Les images montrent les échantillons obtenus après le tri et l'analyse des prélèvements. Elles correspondent aux plastiques de taille supérieure à 1 mm. Ces images illustrent différentes abondances, tailles, couleurs et types de plastiques en fonction du site de prélèvement.

Placez le statif de reproduction sur une surface stable. Déposez la boîte photo sur la base du statif, puis branchez-la pour allumer le système d'éclairage. Retirez le cache de l'objectif de l'appareil photo avant de le fixer. Vissez l'appareil photo au bras du support prévu à cet effet sur le statif. Réglez la hauteur de l'appareil photo à l'aide de la manivelle, selon le nombre de boîte de Pétri à photographier en même temps. Reliez l'appareil photo à votre ordinateur à l'aide du câble USB fourni.



Figure 8 : Photobox

Ouvrez le logiciel DigiCamControl sur votre ordinateur et assurez-vous que l'appareil photo est bien reconnue. Placez les boîtes de Pétri contenant les échantillons à l'intérieur de la boîte à photo et photographiez-les.

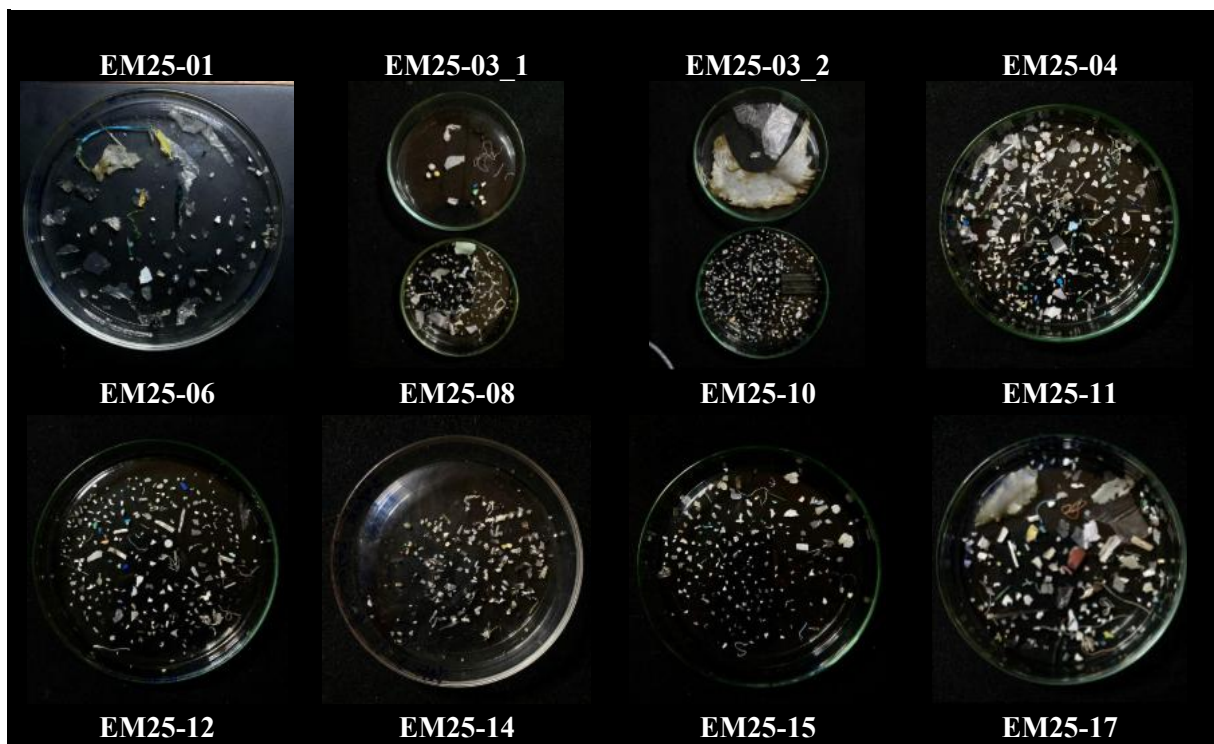






Figure 9 : Photo des échantillons collectés lors de la campagne 2025

B. Programme A2QUA

Avec ce programme, nous avons été sélectionnés comme lauréat de l'Appel à Projet de l'ANR sur les sciences participatives.

L'objectif est le développement d'outils de recherche participative pour l'Analyse Quantitative et Qualitative des microplastiques environnementaux. Les enjeux du projet A2QUA se déclinent en objectifs scientifiques et en objectifs pédagogiques.

En collaboration avec Mickael Kedzierski – Institut de Recherche Dupuis de Lôme / Université de Bretagne Sud et Mouncef Sedrati – Observatoire Citoyen du littoral Morbihannais. Programme soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche.

Pour la partie scientifique et technique, il s'agit de développer des protocoles permettant une caractérisation rapide et simplifiée de l'analyse des microplastiques afin de rendre cette dernière accessible à des structures ne possédant pas les moyens humains et économiques associés aux méthodes usuelles de caractérisation. Les résultats de cette caractérisation doivent néanmoins être comparables aux données générées par les acteurs académiques.

Au niveau pédagogique, l'enjeu est d'améliorer l'appropriation des protocoles scientifiques par un public non scientifique, de renforcer la compréhension des citoyens sur les origines et les impacts de la pollution plastique et de nourrir les réflexions autour des alternatives au plastique. Les protocoles pour la mise place des objectifs, seront préparés en amont avec l'IRLD de Lorient et OCLM de Vannes. Un représentant de l'IRDL et l'équipe scientifique et pédagogique d'Expédition MED avec des citoyens écovolontaires embarqués durant la campagne 2025 participeront au programme.

Les échantillons sont prélevés à l'aide d'un filet de type Manta (maille de 330 μ m, surface d'ouverture de 0,15 m²) pendant 30 minutes, selon le même protocole que pour celui appliqué à l'étude de la quantification et caractérisation des microplastiques flottants.

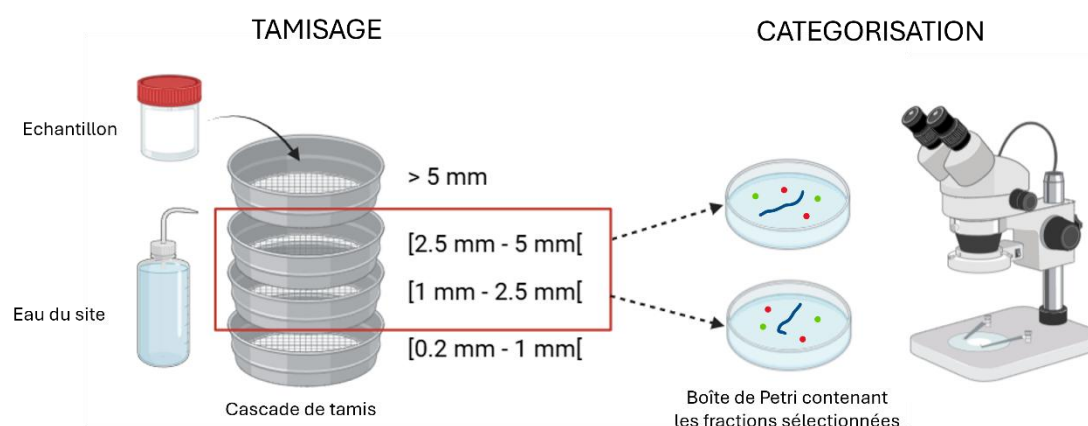


Figure 10 : Schématisation du protocole A2QUA

Les prélèvements de surface d'eau, récoltés au filet Manta, sont filtrés à travers une cascade de tamis (> 5 mm ; [2,5 mm – 5 mm [; [1 mm – 2,5 mm [; [0,2 mm – 1 mm [) pour les classer par taille. Afin de faciliter la filtration et de s'assurer qu'aucune particule présente dans l'échantillon ne soit perdue, de l'eau prélevée sur le site est utilisée pour rincer la bouteille ayant contenu le prélèvement ainsi que les végétaux retenus dans les tamis.

Dans ce protocole, seules les particules identifiées comme microplastiques présentes dans les tamis correspondant aux fractions de taille [2,5 mm – 5 mm [et [1 mm – 2,5 mm [sont récupérées manuellement à l'aide d'une pince en métal. Ces particules sont ensuite déposées dans des boîtes de Pétri respectives, préalablement annotés selon la fraction de taille correspondant, en suivant le format suivant : *A2QUA_Nomdel'échantillon_Fractiondetaille_Date*.

Chaque particule récoltée est ensuite comptée et catégorisée selon le même protocole que pour celui appliqué aux MPs supérieur et inférieur à 1 mm. La catégorisation se fait en fonction de leur forme (fragments, films, filaments, ESP, pellets) et de leur couleur (transparent, blanc, noir, bleu, vert, marron, jaune, orange, multicolore). Si nécessaire, une loupe binoculaire peut être utilisée afin de faciliter l'identification et la classification des particules. Chaque boîte de Pétri contenant les particules catégorisées sont photographiées individuellement dans la photobox, placée à côté d'une règle graduée pour mesurer la taille des particules.

(1) Identification et détection par fusion

Chaque plaque d'argile utilisée est annotée sur la face inférieure (lisse) de la façon suivante : *A2QUA_Nomdel'échantillon_Fractiondetaille_Date*. De plus, pour garantir un positionnement identique des plaques d'argile sur l'ensemble des photographies, un repère (croix ou point) doit être tracé à l'aide d'un marqueur sur la face supérieure (avec cavités). Pour chaque boîte de Pétri, une à plusieurs plaques d'argiles peuvent être utilisées, selon la quantité de particules à traiter. Si plusieurs plaques sont utilisées pour une seule boîte de Pétri, chacune doit être annotée sur la face inférieure sous le format indiqué précédemment. De même, les différentes zones correspondant aux échantillons doivent être délimitées sur la face supérieure.

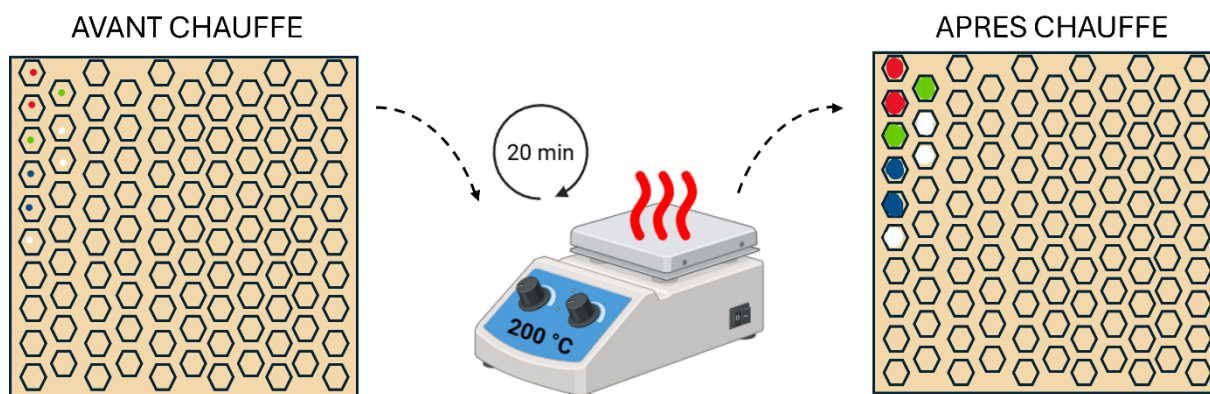


Figure 11 : Schema explicatif de l'étape de chauffe du protocole A2QUA

Les particules sont ensuite déposées individuellement dans les cavités des plaques à l'aide d'une pince en métal, de manière que chaque cavité contienne une seule particule. Dans la photobox, une première image de la plaque d'argile contenant les particules identifiées comme microplastiques est prise. Pour ce faire, la plaque est placée dans le support 3D en orientant le repère vers le nord.

Une fois l'image prise, la plaque électrique est allumée et réglée à 200 °C. Lorsque la température est atteinte, les plaques d'argiles sont placées au centre de la plaque chauffante pour une durée de 20 minutes. Durant ce temps, un relevé des particules ayant fondu est effectué toutes les cinq minutes. À la fin des 20 minutes, les plaques sont retirées à l'aide d'une pince en métal, puis laissées à refroidir. Une fois refroidies, elles sont placées dans la photobox afin de prendre une deuxième image.

Résultats préliminaires

(1) Identification et catégorisation

Lors de la campagne 2025 d'Expédition MED, le nouveau protocole A2QUA a été testé pour la première fois. Au total, 19 échantillons ont été collectés et analysés, révélant la présence de 3648 particules de plastiques. Parmi elles, 227 mesuraient plus de 5 mm, tandis que la grande majorité (3421 particules) se situait entre 1 et 5 mm.

La quantité des microplastiques variait fortement d'un échantillon à l'autre : certains n'en contenaient qu'une seule particule, tandis que d'autres en comptaient jusqu'à 594. Dans l'ensemble, les plastiques retrouvés étaient majoritairement des fragments (60.5%), de petite taille (1 à 2.5 mm pour 65% des particules) et de couleur transparente (37%).

(2) Vérification par chauffe de l'identification

Après un premier tri visuel réalisé par les volontaires, les particules ont été vérifiées par une validation thermique, afin de confirmer la fiabilité de leur identification. Sur les 3421 particules analysées, 3119 ont fondu, confirmant leur nature plastique, tandis que 302 sont restées intactes. Cela correspond à un taux d'erreur d'environ 8%, ce qui démontre que les volontaires sont capables de produire des résultats fiables et cohérents.

Cette méthode de validation par chauffe présente plusieurs avantages : elle est rapide, simple à mettre en œuvre et beaucoup moins coûteuse que des analyses en laboratoire, tout en renforçant la robustesse des données recueillies par les bénévoles.

(3) Retour des bénévoles

Au total, 28 personnes issues d'horizons variés ont participé au protocole A2QUA. La plupart avaient déjà une expérience dans des projets de science participative, certaines ayant même déjà pratiqué des techniques de tamisages et d'identification de microplastiques. De manière générale, les volontaires ont trouvé le protocole facile à prendre en main, même si quelques ajustements restent nécessaires pour en faciliter encore l'application.

C. Inventaire des insectes et autres arthropodes marins (plancton aérien)

Les chalutages Manta contiennent souvent des insectes et il s'agira de conserver ces insectes séparément afin d'en identifier les taxons. Ces insectes peuvent être considérés de passage comme les migrants, ou d'autres, que l'on pourrait qualifier de « touristes », qui peuvent se retrouver piégés après s'être plus ou moins égarés à distance des rivages. Il semblerait que certaines espèces profitent d'éléments de la pollution actuelle, comme les particules plastiques, pouvant entraîner une modification des écosystèmes naturels avec des perturbations des équilibres qui pouvaient exister. Étude des espèces d'insectes retrouvés en mer et du plancton volant qui profitent d'éléments de la pollution actuelle, comme les particules plastiques pouvant entraîner une modification des écosystèmes, en collaboration avec le docteur Jean-Louis Brunet de JLBA Médical et avec le soutien du Museum d'Histoire Naturelle de Lyon, de L'EID Méditerranée, Le CIRAD, La Capelière, Le SNA et La Société Linéenne de Lyon.

Pour chaque échantillon, une fois le contenu du collecteur versé dans le sceau, une première analyse visuelle permet de repérer la présence d'insectes. Malgré leurs petites tailles, flottant à la surface, ils sont facilement identifiables. Avant de verser le contenu du sceau dans les tamis, les insectes les mieux conservés sont délicatement prélevés à la pince à épiler et stocker dans des flacons dans une solution d'éthanol. Les coordonnées du site sont annotées pour de futures analyses statistiques.

Photos exemples :



Coopération en Méditerranée

Un programme de formation solidaire pour une pollution sans frontières

Contexte et objectifs

Expédition MED rappelle que la pollution plastique en Méditerranée ne connaît pas de frontières : les déchets se déplacent au gré des courants, ce qui nécessite une **coopération transnationale**, notamment avec les pays de la « rive Sud » (Afrique du Nord, Tunisie, Algérie, etc.).

L'objectif de ce programme est de **renforcer les capacités locales** (associations, scientifiques, institutions) pour mesurer, analyser et lutter contre la pollution plastique marine, afin d'obtenir des données comparables entre pays et d'agir de façon cohérente.

Méthodes : formation et transfert de compétences

Solidarité environnementale : Dans le cadre du programme VigiePlastic Méditerranée, Expédition MED a mis à disposition son laboratoire **citoyen flottant** à bord de son navire avec ses outils de prélèvement des microplastiques (notamment le **filet Manta**) pour permettre des campagnes d'échantillonnage standardisées.

Formation : Des scientifiques, chercheurs, étudiants et membres d'associations tunisiennes et algériennes ont été formés aux protocoles de prélèvement, de tri, de caractérisation (taille, matière, couleur), et d'analyse chimique, via des méthodes telles que la spectroscopie Raman. Ceci leur permet de pouvoir réaliser des prélèvements et des analyses de façon autonome dans leurs pays.

Donation : deux « kits » de prélèvement (filets Manta) ont été officiellement remis, un pour la Tunisie et un pour l'Algérie afin de permettre d'assurer un suivi local et régulier de la pollution plastique.

Zones d'intervention : les îles tunisiennes

Le programme s'est déroulé dans des zones particulièrement vulnérables : les **îles Kuriat** (près de Monastir) et les **îles Kerkennah** (Sfax).

Ces îles sont concernées à la fois par la pollution due aux déchets plastiques abandonnés : nasses plastiques et engins de pêche fantômes, ainsi que par la présence de microplastiques dans les eaux de surface, une préoccupation majeure pour la biodiversité marine et la santé des écosystèmes.



Actions de sensibilisation et engagement communautaire

Au-delà de la recherche, ce programme a permis de réaliser plusieurs **actions de sensibilisation** : visites du navire-laboratoire, animations pédagogiques et communication en langue locale, embarquement de visiteurs, y compris des enfants d'écoles locales, afin d'informer sur la pollution plastique.

Des médias et institutions (radio locale, reportage externe) ont aussi couvert l'opération, ce qui participe à la visibilité du projet et à l'impact auprès d'un public plus large.

Objectif à long terme : promouvoir des **pratiques de pêche durable** et sensibiliser les populations locales, touristes, ainsi que les acteurs de la mer à l'importance de la préservation de l'environnement marin.

Importance et portée de l'initiative

Cette coopération solidaire marque un effort concret pour pallier le manque de données fiables sur les microplastiques dans les eaux de la rive Sud de la Méditerranée. En harmonisant les méthodes d'étude ceci permet des comparaisons transnationales et un suivi régulier de la pollution.

Elle renforce les capacités locales, ce qui est essentiel pour assurer la pérennité des actions de surveillance et de protection, sans dépendre uniquement d'acteurs externes.

Cette approche combinant science, citoyenneté et éducation permet de créer une dynamique collective à la fois scientifique, associative et communautaire, indispensable pour faire évoluer les comportements et préserver les écosystèmes marins.



Plus d'information:

- <https://www.expedition-med.org/actualites/cooperation-solidaire-en-tunisie-1/>
- <https://www.expedition-med.org/actualites/cooperation-solidaire-en-tunisie-2/>

Tous nos remerciements aux partenaires des programmes 2025
et aux structures qui nous accompagnent et nous soutiennent.



Références:

- ADOPT-A-BEACH, A. Évaluation scientifique de la pollution plastique.
- ALESSI, E. & DI CARLO, G. 2018. Pollution plastique en Méditerranée. Sortons du piège! : WWF Initiative Marine Méditerranéenne Rome, Italie.
- BAI, Z., WANG, N. & WANG, M. 2021. Effects of microplastics on marine copepods. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 217, 112243.
- BAUDENA, A., KIKO, R., JALÓN-ROJAS, I. & PEDROTTI, M. L. 2023. Low-density plastic debris dispersion beneath the Mediterranean Sea surface. *Environmental Science & Technology*, 57, 7503-7515.
- BOUCHER, J. & BILLARD, G. 2020. The Mediterranean: mare plasticum.
- BRACH, L., DEIXONNE, P., BERNARD, M.-F., DURAND, E., DESJEAN, M.-C., PEREZ, E., VAN SEBILLE, E. & TER HALLE, A. 2018. Anticyclonic eddies increase accumulation of microplastic in the North Atlantic subtropical gyre. *Marine pollution bulletin*, 126, 191-196.
- CHAIGNEAU, A., LE TEXIER, M., ELDIN, G., GRADOS, C. & PIZARRO, O. 2011. Vertical structure of mesoscale eddies in the eastern South Pacific Ocean: A composite analysis from altimetry and Argo profiling floats. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 116.
- CHEN, Q., REISSER, J., CUNSOLO, S., KWADIJK, C., KOTTERMAN, M., PROIETTI, M., SLAT, B., FERRARI, F. F., SCHWARZ, A. & LEVIVIER, A. 2018. Pollutants in plastics within the North Pacific subtropical gyre. *Environmental science & technology*, 52, 446-456.
- COLE, M., LINDEQUE, P., FILEMAN, E., HALSBAND, C., GOODHEAD, R., MOGER, J. & GALLOWAY, T. S. 2013. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental science & technology*, 47, 6646-6655.
- COLLIGNON, A., HECQ, J.-H., GALGANI, F., COLLARD, F. & GOFFART, A. 2014. Annual variation in neustonic micro-and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi (Mediterranean-Corsica). *Marine pollution bulletin*, 79, 293-298.
- CÓZAR, A., ECHEVARRÍA, F., GONZÁLEZ-GORDILLO, J. I., IRIGOIEN, X., ÚBEDA, B., HERNÁNDEZ-LEÓN, S., PALMA, Á. T., NAVARRO, S., GARCÍA-DE-LOMAS, J., RUIZ, A., FERNÁNDEZ-DE-PUELLES, M. L. & DUARTE, C. M. 2014. Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, 10239-10244.
- CVERENKÁROVÁ, K., VALACHOVIČOVÁ, M., MACKUŠAK, T., ŽEMLIČKA, L. & BÍROŠOVÁ, L. 2021. Microplastics in the food chain. *Life*, 11, 1349.
- D'ELBÉE, J. 2016. Mémento de planctonologie marine.
- DIEPENS, N. J. & KOELMANS, A. A. 2018. Accumulation of plastic debris and associated contaminants in aquatic food webs. *Environmental Science & Technology*, 52, 8510-8520.
- EVERAERT, G., VLAEMINCK, K., VANDEGEHUCHTE, M. B. & JANSSEN, C. R. 2022. Effects of microplastic on the population dynamics of a marine copepod: insights from a laboratory experiment and a mechanistic model. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 41, 1663-1674.
- FABRI-RUIZ, S., BAUDENA, A., MOULLEC, F., LOMBARD, F., IRISSON, J.-O. & PEDROTTI, M. L. 2023. Mistaking plastic for zooplankton: Risk assessment of plastic ingestion in the Mediterranean sea. *Science of the Total Environment*, 856, 159011.
- GALGANI, F., HANKE, G. & MAES, T. 2015. Global distribution, composition and abundance of marine litter. *Marine anthropogenic litter*, 29-56.
- GHIGLIONE, J.-F., BARBE, V., BRUZAUD, S., BURGAUD, G., CACHOT, J., EYHERAGUIBEL, B., LARTAUD, F., LUDWIG, W., MEISTERTZHEIM, A.-L. & PAUL-PONT, I. 2023. Mission Tara Microplastics: a holistic set of protocols and data resources for the field investigation of plastic pollution along the land-sea continuum in Europe. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18.
- KVALE, K., PROWE, A., CHIEN, C.-T., LANDOLFI, A. & OSCHLIES, A. 2021. Zooplankton grazing of microplastic can accelerate global loss of ocean oxygen. *Nature Communications*, 12, 2358.

- LEBRETON, L., SLAT, B., FERRARI, F., SAINTE-ROSE, B., AITKEN, J., MARTHOUSE, R., HAJBANE, S., CUNSOLO, S., SCHWARZ, A. & LEVIVIER, A. 2018. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Scientific reports*, 8, 4666.
- MAZZA, J. 1964. Premières observations sur les valeurs de poids sec chez quelques copépodes de Méditerranée. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches maritimes*, 28, 293-301.
- MCHALE, M. E. & SHEEHAN, K. L. 2024. Bioaccumulation, transfer, and impacts of microplastics in aquatic food chains. *Journal of Environmental Exposure Assessment*, 3, N/A-N/A.
- MOORE, C. J., MOORE, S. L., LEECASTER, M. K. & WEISBERG, S. B. 2001. A comparison of plastic and plankton in the North Pacific central gyre. *Marine pollution bulletin*, 42, 1297-1300.
- PEDROTTI, M. L., LOMBARD, F., BAUDENA, A., GALGANI, F., ELINEAU, A., PETIT, S., HENRY, M., TROUBLÉ, R., REVERDIN, G. & SER-GIACOMI, E. 2022. An integrative assessment of the plastic debris load in the Mediterranean Sea. *Science of the Total Environment*, 838, 155958.
- RICHON, C., GORGUES, T., PAUL-PONT, I. & MAES, C. 2022. Zooplankton exposure to microplastics at global scale: Influence of vertical distribution and seasonality. *Frontiers in Marine Science*, 9, 947309.
- SARDET, C. 2022. *Plancton: aux origines du vivant*, Ulmer.
- SETÄLÄ, O., FLEMING-LEHTINEN, V. & LEHTINIEMI, M. 2014. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environmental pollution*, 185, 77-83.
- SUARIA, G., AVIO, C. G., MINEO, A., LATTIN, G. L., MAGALDI, M. G., BELMONTE, G., MOORE, C. J., REGOLI, F. & ALIANI, S. 2016. The Mediterranean Plastic Soup: synthetic polymers in Mediterranean surface waters. *Scientific reports*, 6, 37551.
- SVOBODA, E. 2018. On waste plastics at sea, Maria-Luiza Pedrotti finds unique microbial multitudes. *Quanta Magazine*.

Tous nos remerciements aux partenaires des programmes 2025
et aux structures qui nous accompagnent et nous soutiennent.

