



**Campagne
2023**

8 juillet - 19 août

6

semaines de campagne

22

écovolontaires accueillis

RAPPORT D'EXPEDITION 2023



Dans le cadre de son Expédition 2023, le laboratoire citoyen d'**Expédition MED** a embarqué des scientifiques et des citoyens « éco volontaires » pour étudier la pollution plastique en Méditerranée. Les résultats préliminaires de l'expédition, présentés dans ce rapport, vont enrichir les connaissances sur la pollution par les déchets plastiques en Méditerranée.

Expédition MED : Contact - Bruno Dumontet : bruno.dumontet@expeditionmed.eu

Camille Rouquié, Coordinatrice scientifique (camille.rouquie@expeditionmed.eu)

Sommaire

Sommaire	1
Avant-propos	2
Eléments de contexte et état des connaissances	3
La pollution plastique marine	3
La Méditerranée : une mer sous pression	3
Répartition des microplastiques en Méditerranée	4
Objectifs et programmes de recherche de la campagne 2023	5
« Étude des microplastiques de surface »	5
« Étude des microplastiques de la colonne d'eau »	6
« Étude de la Plastisphère »	6
« Etude des insectes terrestres en mer »	7
Approche participative	7
Matériels et méthodes	9
Etude des microplastiques de surface	9
Prélèvements d'eau de surface	9
Tri et analyse morphologique	13
Etude des microplastiques de la colonne d'eau	15
Etude des insectes terrestres en mer	17
Etude de la Plastisphère	17
Résultats 2023	18
Etude de la Plastisphère	18
Etude des insectes en mer	18
Etude des microplastiques de la colonne d'eau	19
Etude des microplastiques de surface	19
Chiffres clés – Campagne 2023	19
Chiffres clés – Campagnes 2021, 2022, 2023	21
Références bibliographiques	30
Les écovolontaires	32
L'équipage	34
Appui technique et scientifique / Vision et projection	35
Nos partenaires	37
Annexes	38

Avant-propos

Face à l'urgence des enjeux et des impacts de la pollution plastique en Méditerranée, Expédition MED a pour objectif de promouvoir une vision régionale commune sur la connaissance et les enjeux de la pollution plastique en Méditerranée, avec son programme générique : « VigiePlastic Méditerranée ».

Les déchets plastiques ne connaissent pas de frontières et se déplacent au gré des courants sur l'ensemble du bassin méditerranéen et nous sommes tous concernés. Il est urgent et crucial d'identifier et de mesurer cette pollution plastique afin de pouvoir proposer des solutions communes et adaptées avec les pays riverains afin d'endiguer le rejet des déchets plastiques dans l'écosystème méditerranéen. Au regard des enjeux majeurs de cette pollution pour l'avenir de la Méditerranée nous souhaitons initier des coopérations solidaires pour la sauvegarde de cet écosystème fragile qui nous concerne tous.

Ce programme propose une approche scientifique et participative par la collecte de données sur la pollution plastique du bassin méditerranéen tout en contribuant à renforcer les coopérations entre les pays riverains.

Dans le cadre de son Expédition 2023, le laboratoire citoyen d'Expédition MED a embarqué des scientifiques et des citoyens « écovolontaires » pour étudier la pollution plastique en Méditerranée. Les résultats préliminaires de l'expédition, présentés dans ce rapport, vont enrichir les connaissances sur la pollution par les déchets plastiques en Méditerranée.



Éléments de contexte et état des connaissances

La pollution plastique marine

Les plastiques sont maintenant présents dans la quasi-totalité des écosystèmes terrestres et aquatiques, et cette pollution est un sujet majeur d'inquiétude pour l'intégralité des régions du globe, indépendamment de leur niveau de développement.

En comparaison avec les autres déchets comme le verre, le papier, les métaux, les tissus, le caoutchouc ou le bois, les déchets plastiques sont non seulement produits dans des quantités largement supérieures, mais se propagent et persistent dans l'environnement du fait de leurs caractéristiques singulières (forte capacité à être transportés par les courants et le vent, longue durée de vie) [1].

Les effets délétères de cette pollution plastique commencent à être de mieux en mieux connus [2]. Nous savons maintenant que la bioaccumulation des plastiques a lieu au sein de l'intégralité de la chaîne alimentaire, avec des impacts négatifs sur la santé de tous les organismes vivants. Par ailleurs, si la compréhension des impacts sur la santé

humaine en est encore à ces débuts, la présence des plastiques dans différents compartiments de l'organisme humain est maintenant démontrée [3]. Des travaux mettent également en évidence l'implication directe de la pollution plastique dans le réchauffement climatique [4], et plus généralement son effet nocif sur le bien-être socioéconomique humain [5].

Les plastiques s'accumulant dans les bassins océaniques sont généralement classifiés selon 4 niveaux basés sur leur taille [6] :

- Les **macroplastiques** (> 5 cm) ;
- Les **mésoplastiques** (1 à 5 mm) ;
- Les **microplastiques** (0,1 à 1 mm) ;
- Et les **nanoplastiques** (< 0,1 mm).

Les microplastiques sont qualifiés de primaires ou de secondaires, selon qu'ils soient directement fabriqués sous cette forme ou issus d'une dégradation environnementale *in-situ* entraînant leur fragmentation sous l'action de processus physiques, chimique et/ou biologiques [1], [7].

La Méditerranée : une mer sous pression

En Méditerranée, de nombreux efforts de recherche ont été dédiés à la quantification des niveaux de pollution par les microplastiques. Les concentrations de microplastiques reportées, qu'elles soient issues de modèles ou récoltées empiriquement, sont comparables à celles que l'on

retrouve dans les zones de convergence des gyres subtropicaux, indiquant que ce bassin est l'une des plus grandes zones mondiales d'accumulation des plastiques. Les niveaux élevés de pollution par les microplastiques et leur accumulation sont expliqués par la combinaison d'une forte pression

anthropique et de conditions hydrodynamiques spécifiques à la Mer Méditerranée [2], [8].

La région méditerranéenne est habitée par 480 millions de personnes, dont un tiers est concentré le long des côtes, et la moitié autour des bassins hydrologiques environnants. Le bassin supporte une pêche, une navigation et des activités industrielles intensives, et est l'une des principales destinations touristiques du monde.

Par ailleurs, la circulation anti-estuarienne de la mer Méditerranée contribue au

phénomène d'accumulation des plastiques du fait de son évacuation limitée. Le détroit de Gibraltar est caractérisé par un afflux d'eau de surface provenant de l'Océan Atlantique présentant une salinité relativement faible, quand l'évacuation d'eaux plus salées et plus denses se passe plus en profondeur.

Ainsi, les débris plastiques flottants, qu'ils soient générés au sein du bassin ou amenés de l'extérieur, sont piégés dans le bassin avec peu de possibilités d'en être évacués [2].

Répartition des microplastiques en Méditerranée

La présence des microplastiques en Mer Méditerranée a été reportée dans différents compartiments biologiques et environnementaux (fig.1). Concernant le compartiment « eau de mer », la plupart des études se focalisent sur l'échantillonnage de l'eau de mer de surface. Moins d'attention a été donnée jusqu'ici à l'étude de la répartition des plastiques dans la colonne d'eau (36 études pour l'eau de surface contre 6 dans la colonne d'eau) [2].

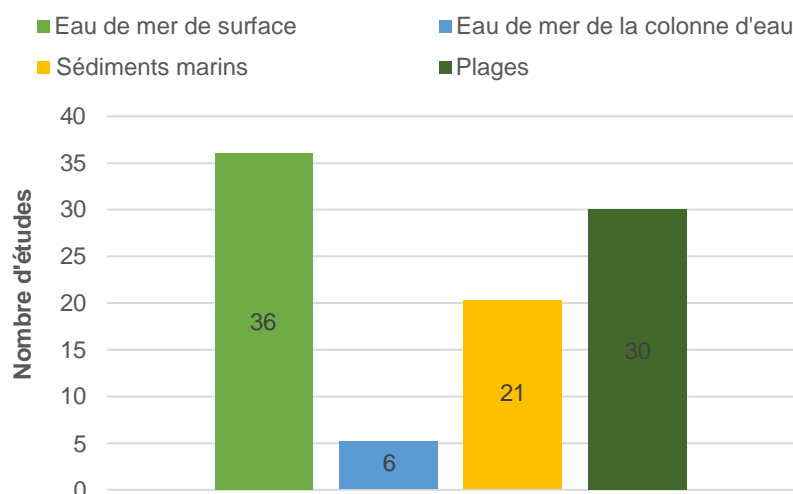


Figure 1. Répartition des études portant sur la quantification des microplastiques entre les différents compartiments environnementaux (janvier 2021). Adaptée de [2].

Par ailleurs, bien que les observations des microplastiques soient disponibles dans l'intégralité du bassin (fig.2), la division la plus étudiée reste le bassin Ouest Méditerranéen

et peu de travaux se focalisent sur le bassin Est (25,8% des études). De plus, parmi les études menées dans le bassin Ouest, la majorité se concentre sur la caractérisation des niveaux de pollution par les microplastiques de surface au niveau de la rive Nord Méditerranéenne et les données disponibles concernant ces mêmes niveaux de pollution au niveau de la rive Sud Méditerranéenne restent limitée.

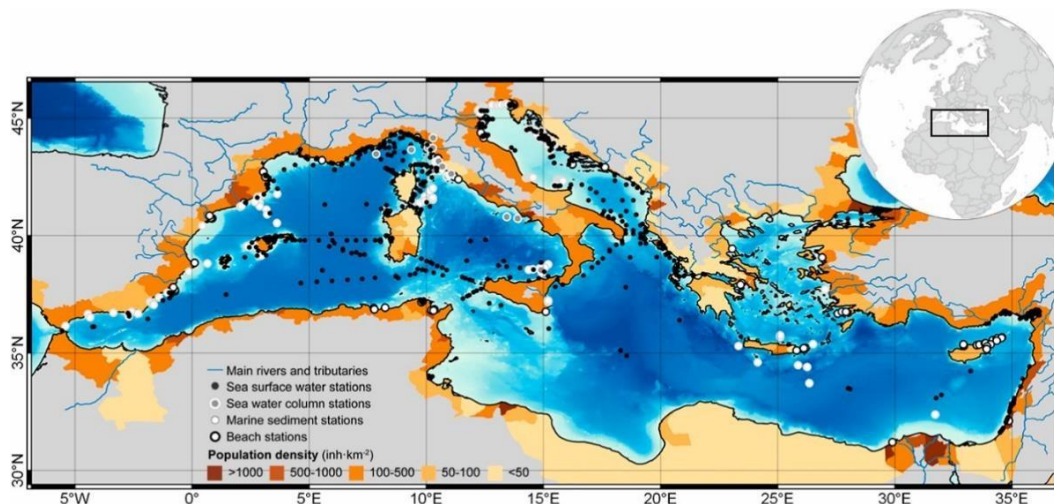


Figure 2. Répartition des données de concentration des microplastiques en Mer Méditerranée (janvier 2021) [2]

Objectifs et programmes de recherche de la campagne 2023

Les objectifs de cette 14^{ème} campagne de prélèvements en Mer Méditerranée sont multiples et peuvent être résumés par quatre grands axes d'études.

« Étude des microplastiques de surface »



Il s'agit dans un premier temps de poursuivre nos travaux de quantification de la pollution par les microplastiques de surface afin de continuer à produire des données contrôlées et comparables pour aider à la compréhension du phénomène.

Nous explorons cette année la rive sud Méditerranéenne en travaillant en partenariat avec **Notre Grand Bleu**, association tunisienne de préservation de la vie marine méditerranéenne. L'enjeu de ce partenariat est triple :

- (i) **Former et échanger** autour des méthodes de prélèvement afin d'assurer la récolte de données standardisées ;
- (ii) **Générer des données** sur la pollution par les microplastiques de surface au niveau de la rive Sud du bassin Ouest de la Mer Méditerranée ;
- (iii) Et créer du lien pour **renforcer la coopération** entre pays riverains.

« Étude des microplastiques de la colonne d'eau »



La campagne 2023 vise également au développement d'un procédé de prélèvement des microplastiques dans la colonne d'eau. Derrière son apparente homogénéité, l'océan se compose en réalité de plusieurs couches d'eau aux propriétés de densité, de température, d'oxygénation et de salinité différentes. L'ensemble de ces couches allant de la surface au fond de l'océan est appelée la

colonne d'eau. Elle constitue le plus grand écosystème sur Terre. Malgré son rôle écologique central, la colonne d'eau reste jusqu'alors peu étudiée du point de vue de sa contamination par les microplastiques. Expédition MED collabore cette année avec l'**Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes** (ENIT) pour développer un procédé de prélèvement des microplastiques en profondeur.

Les objectifs scientifiques se focalisent sur la quantification des microplastiques en surface et dans la colonne d'eau, mais également sur la compréhension de l'impact de ces derniers sur la vie marine. Nous travaillons notamment sur l'étude de la « Plastisphère », et des répercussions de la pollution plastique sur la répartition des insectes terrestres en mer.

« Étude de la Plastisphère »



Dès lors qu'ils atteignent les systèmes aquatiques, les plastiques sont rapidement colonisés par des microorganismes divers (bactéries, virus, parasites, champignons, etc.), regroupés sous le terme de « Plastisphère » [9], [10].

Bien que les champignons de la Plastisphère marine jouent un rôle écologique loin d'être trivial, ce n'est que très récemment qu'ils ont gagné l'intérêt de la communauté scientifique [11], [12]. Un nombre croissant d'études montre l'existence de champignons pathogènes et de champignons capables de dégrader le plastique [11], [13]–[16]. La description des champignons de la

Plastisphère en est néanmoins à ses débuts. En Mer Méditerranée, la plupart des travaux se focalisent sur l'étude des champignons en zones côtières, majoritairement par des expérimentations *in situ* sous conditions contrôlées.

Expédition MED collabore cette année avec la chercheuse **Ana-Luzia Lacerda** du **Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer** pour étudier les communautés de champignons évoluant sur les microplastiques de surface, afin de comprendre leurs interactions et leurs fonctions écologiques au sein de l'environnement marin.



La campagne 2023 s'intéresse également à l'étude des insectes terrestres en mer, en collaboration avec l'entomologiste **Jean-Louis Brunet**.

Ce programme vise à prélever des taxons d'insectes terrestres à la surface de l'eau afin d'étudier la possible corrélation entre la présence de ces insectes terrestres en mer et la prévalence des microplastiques de surface.

Les enjeux sont multiples ; il s'agit à la fois de faire un état des lieux de la biomasse d'insectes fortement fragilisée par le réchauffement climatique (jusqu'à 75% de disparition en Europe), tout en surveillant la prévalence d'espèces invasives comme la punaise diabolique (ravageur notable) ou les coccinelles asiatiques qui posent des problèmes importants sur le plan allergologique.

Approche participative

La recherche participative est au cœur de la vision portée par Expédition MED, qui embarque à chaque escale des écovolontaires désireux de participer à une expédition de prélèvements scientifiques.

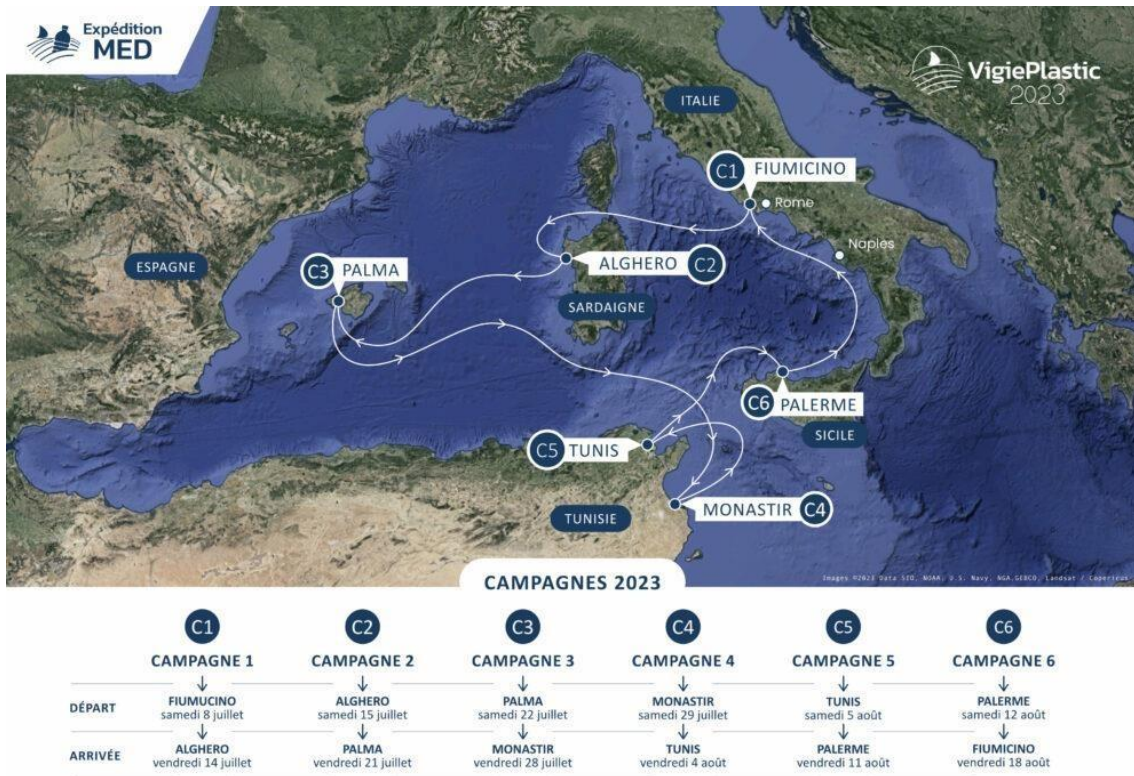
L'impact de la recherche participative est double : générer des données de surveillance standardisées, précieuses pour les acteurs agissant pour la réduction de la pollution plastique, tout en engageant et sensibilisant le grand public aux enjeux associés. En plus de renforcer le lien entre monde scientifique et société

civile, le recours à la recherche participative sur les questions de pollution plastique vient directement questionner le citoyen sur les modes de consommation ayant conduit à l'explosion de cette dernière. Et permet par la suite de l'inclure dans les débats sociétaux visant à proposer des solutions de lutte et de réduction de la pollution plastique.

En 2023, Expédition MED va plus loin dans son approche participative en intégrant des outils d'éducation populaire et de pédagogie active au sein de ses interventions auprès des écovolontaires.

La campagne 2023 se déroule sur six semaines, réparties entre les côtes italiennes, espagnoles et tunisiennes :

- **Semaine 1** : Fiumicino (Rome) > Alghero (Sardaigne)
- **Semaine 2** : Alghero (Sardaigne) > Palma (Baléares)
- **Semaine 3** : Palma (Baléares) > Tunis (Tunisie)
- **Semaine 4** : Tunis (Tunisie) > Monastir (Tunisie)
- **Semaine 5** : Monastir (Tunisie) > Palerme (Sicile)
- **Semaine 6** : Palerme (Sicile) > Fiumicino (Rome)



Matériels et méthodes

Etude des microplastiques de surface

Prélèvements d'eau de surface

- **Description du dispositif de prélèvement**

Les prélèvements d'eau de surface sont réalisés à l'aide d'un filet Manta, dispositif de référence pour l'étude des microplastiques de surface en mer [2]. Il est composé d'une bouche en acier rectangulaire ($h = 20 \text{ cm}$; $L = 60 \text{ cm}$), stabilisée par deux ailes latérales, permettant des prélèvements de 15 centimètres de profondeur environ. La sortie de la bouche est fermée par un filet conique de maille $330 \mu\text{m}$, à l'extrémité duquel se fixe un collecteur.

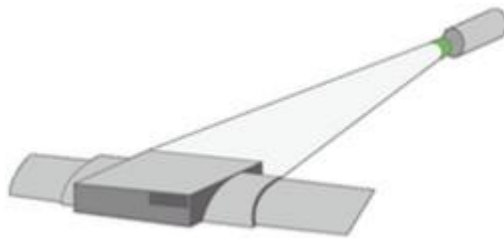


Figure 3. Schéma du dispositif de prélèvement (filet Manta)

Le collecteur est un tube fermé lesté, équipé de deux fenêtres filtrantes de maille $330 \mu\text{m}$ permettant de concentrer la matière solide captée à la surface tout en permettant à l'eau filtrée de s'écouler.



Figure 4. Collecteur permettant de concentrer les microplastiques

Un débitmètre à hélice est installé au niveau de l'entrée de la bouche afin de calculer de volume d'eau filtrée ($V_{filtré}$, m^3) au cours du prélèvement :

$$V_{filtré} = n \times 0,3 * L \times h$$

$$V_{filtré} = (N_{fin} - N_{début}) \times 0,3 \times L \times h$$

Avec :

n : Nombre de rotations de l'hélice pendant le prélèvement (sans unité)
* facteur fourni par le fabricant, indiquant que pour chaque rotation de l'hélice une distance de 0,3 m a été parcourue sur l'eau

L et h la largeur et la hauteur de la bouche du Manta, respectivement (m)

$N_{début}$: Chiffres relevés sur le débitmètre avant la mise à l'eau (sans unité)

N_{fin} : Chiffres relevés sur le débitmètre à la fin du prélèvement (sans unité)

Ces données permettent également de calculer la surface de mer ($S_{filtrée}$, km²) associée au prélèvement :

$$S_{filtrée} = n \times 0,3 \times L \times 10^{-6}$$

- **Description des conditions de prélèvement**

Le dispositif de prélèvement est éloigné du navire à l'aide d'un tangon, ce qui permet de limiter l'impact des perturbations hydrodynamiques associées au passage du navire sur les concentrations de microplastiques. En effet, la position de ces derniers dans la colonne d'eau peut être modifiée par les conditions d'agitation à la surface de l'eau. Pour les mêmes raisons, les prélèvements se limitent à des conditions de mer inférieures à 2 sur l'échelle de Douglas (voir tableau 2).

La filtration s'effectue à flot pendant 20 minutes, la force motrice étant la vitesse du navire (vitesse surface v_s , nœuds) qui est relevée sur le GPS une fois stabilisée à la moitié du prélèvement ($t = 10 \text{ min}$). Elle oscille entre 2 et 3 nœuds, avec une moyenne sur l'ensemble des prélèvements 2023 de $2,6 \pm 0,3$ nœuds.

- **Etapes du prélèvement d'eau de surface**

Avant le prélèvement, le filet Manta est mis à l'eau une première fois sans collecteur afin de rincer le dispositif à l'eau de mer du site de prélèvement. Puis, le prélèvement est effectué par filtration de l'eau de mer de surface pendant 20 minutes sur un transect rectiligne. Les données spatiotemporelles associées au prélèvement sont relevées sur le GPS du navire :

- Date du prélèvement ;
- Heure UTC de début de prélèvement ($t = 0 \text{ min}$) ;
- Heure UTC de fin de prélèvement ($t = 20 \text{ min}$) ;
- Latitude en DMS (degrés, minutes, secondes) relevée à $t = 0 \text{ min}$, 10 et 20 min ;
- Longitude en DMS (degrés, minutes, secondes) relevée à $t = 0 \text{ min}$, 10 et 20 min ;

Une fois le prélèvement achevé, le filet est rincé depuis l'extérieur du filet avec l'eau du site de prélèvement afin de concentrer la matière prélevée dans le collecteur sans contaminer

l'échantillon. Les échantillons sont ensuite transvasés en flacons et stockés dans un mélange eau/éthanol 50/50 (v/v) en attendant leur analyse.

- **Variables explicatives**

Onze variables susceptibles d'influencer la répartition et la concentration des microplastiques de surface sont relevées à t = 10 minutes :

- Les **paramètres physicochimiques** de l'eau de mer suivants sont mesurés à l'aide de la sonde AQUACAL : température (°C), pH (I), oxygène dissous (mg/L), salinité (SAL PSU).
- Des variables descriptives des **conditions météorologiques** au moment du prélèvement sont relevées : force du vent (échelle de Beaufort), vitesse du vent (nœuds) direction du vent (°) et état de la mer (échelle de Douglas).

Tableau 1. Échelle de Beaufort (force du vent)

Force	Terminologie	Vitesse du vent (nœuds)	Vitesse du vent (km/h)
1	Calme	1 - 3	1 - 5
2	Très légère brise	4 - 6	6 - 11
3	Petite brise	7 - 10	12 - 19
4	Jolie brise	11-16	20 - 28
5	Bonne brise	17 - 21	29 - 38
6	Vent frais	22 - 27	39 - 49
7	Grand frais	28 - 33	50 - 61
8	Coup de vent	34 - 40	62 - 74
9	Fort coup de vent	41 - 47	75 - 88
10	Tempête	48 - 55	89 - 102
11	Violente tempête	56 - 63	103 - 117
12	Ouragan	> 64	> 118

Tableau 2. Échelle de Douglas (état de la mer)

Force	Descriptif	Hauteur (m)
0	Calme	0
1	Ridée	0 - 0,1
2	Belle	0,1 - 0,5
3	Peu agitée	0,5 - 1,25
4	Agitée	1,25 - 2,5
5	Forte	2,5 - 4
6	Très forte	4 - 6
7	Grosse	6 - 9
8	Très grosse	9 - 14
9	Enorme	> 14

- L'**intensité du trafic** est estimée sur une échelle de 0 à 5 :

Niveau	Descriptif
0	0 bateau en vue durant la période de prélèvement
1	1 à 10 bateau lointain (sur la ligne d'horizon) durant la période de prélèvement
2	1 à 5 bateau croisé à moins de 500m pendant le prélèvement
3	1 à 5 bateau croisé à moins de 200m pendant le prélèvement
4	Plus de 5 bateaux croisés à moins de 200 pendant le prélèvement
5	Situation exceptionnelle de densité. Obligation d'adapter la navigation

- La **proximité des côtes** est estimée en mesurant la distance (mi) entre la position médiane du transect et la côte la plus proche sur le logiciel Open CPN.

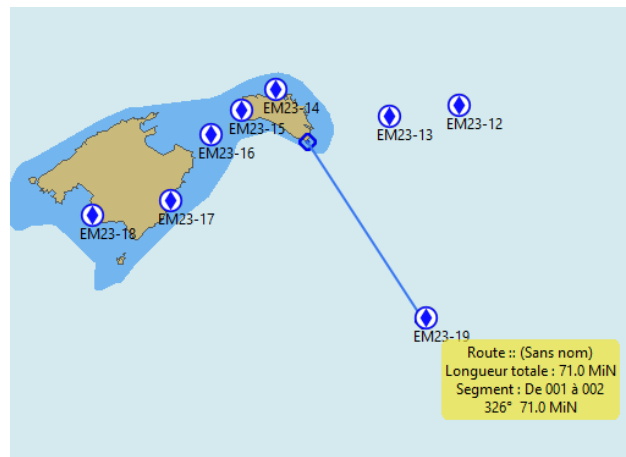


Figure 5. Distance à la côte la plus proche – Open CPN

- L'**intensité du courant** (m/s) au moment du prélèvement est relevée à l'aide du logiciel Copernicus pour le point de prélèvement médian.

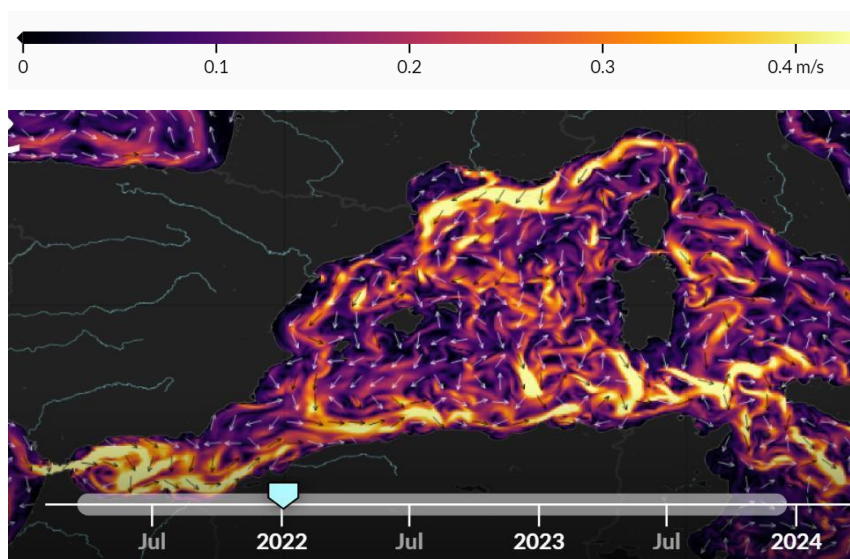


Figure 6. Courants de surface (m/s) - 4 janvier 2022

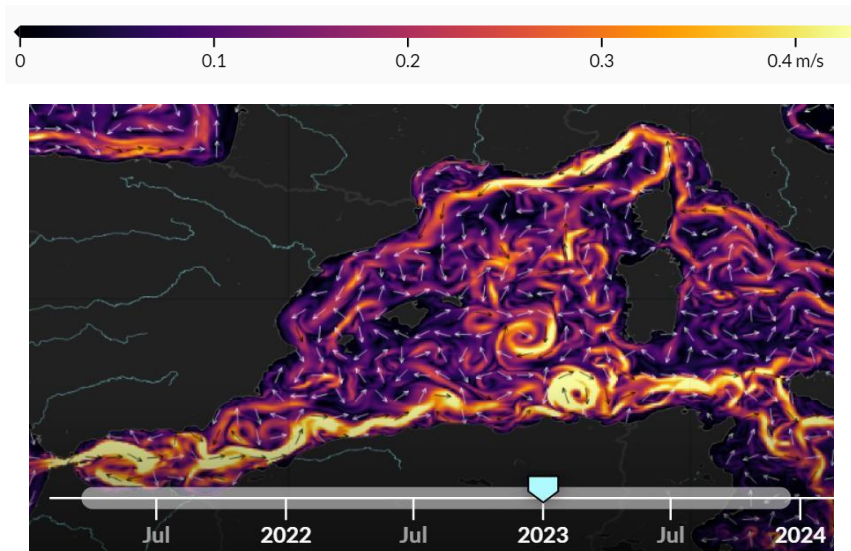


Figure 7. Courants de surface (m/s) - 2 janvier 2023

Tri et analyse morphologique

L'échantillon est transvasé dans une colonne composée de 4 tamis (fig.8), qui permet de fractionner l'échantillon selon 4 classes de taille :

- Matières de taille supérieure à 5 mm ;
- Matières de taille comprise entre 2,5 et 5 mm ;
- Matières de taille comprise entre 1 et 2,5 mm ;
- Matières de taille comprise entre 0,33* et 1 mm (* taille des pores du filet Manta).

/!\ A noter que l'étude de cette dernière fraction comprise entre 0,33 et 1 mm est réalisée à terre après la campagne et n'est pas incluse dans le présent rapport.

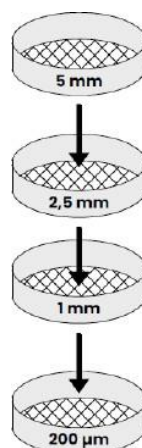


Figure 8. Colonne de tamis

Un premier tri visuel permet de séparer matières naturelles et matières plastiques et de comptabiliser les microplastiques, tout en classant ces derniers selon des critères morphologiques de taille, couleur et forme.

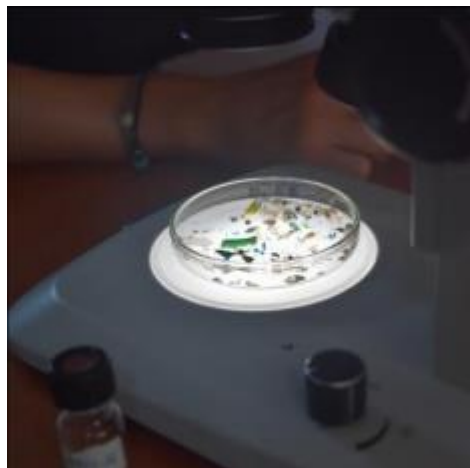
Cinq catégories de forme et neuf catégories de couleur sont considérées pour l'analyse. Les formes suivantes sont répertoriées :

- 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 couleurs suivantes sont répertoriées :

- Transparent ;
- Blanc ;
- Bleu ;
- Vert ;
- Orange ;
- Noir ;
- Jaune ;
- Multicolore (plus d'une couleur) ;
- Marron.

Ces critères apportent une première information sur les origines possibles des plastiques. La classification est ensuite confirmée par une nouvelle analyse à l'aide d'une loupe binoculaire.



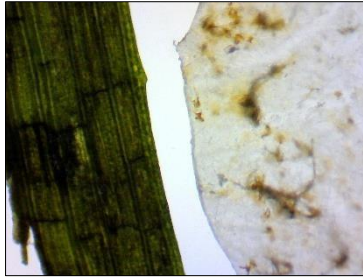


Figure 9. Observation de matières prélevées à la loupe binoculaire

Cette étape d'analyse et de tri permet d'obtenir des informations quantitatives (concentrations volumiques et kilométriques) et qualitatives (répartition en taille, forme et couleur) concernant la pollution par les microplastiques. Les concentrations sont calculées comme suit :

$$\text{Concentration volumique} = \frac{\text{nombre de particules}}{V_{\text{filtré}}}$$

$$\text{Concentration surfacique} = \frac{\text{nombre de particules}}{S_{\text{filtrée}}}$$

Etude des microplastiques de la colonne d'eau

Le prototype de prélèvement des microplastiques de la colonne d'eau a été développé par des étudiants ingénieurs de l'ENIT. La structure principale est une bouche en acier rectangulaire de dimensions similaires à celles du dispositif de prélèvement des microplastiques de surface, également fermée par un filet conique de maille 330 μm à l'extrémité duquel se fixe le collecteur.

Les deux axes de recherche de la Campagne 2023 sont :

- (i) D'assurer la stabilité horizontale et verticale du dispositif pendant la filtration vis-à-vis de la force de traînée ;
- (ii) De développer un mécanisme d'ouverture / fermeture de la bouche afin de pouvoir prélever à une profondeur ciblée sans risquer de pollution de l'échantillon par filtration d'eau aux profondeurs intermédiaires

Etude des microplastiques de la colonne d'eau (suite)

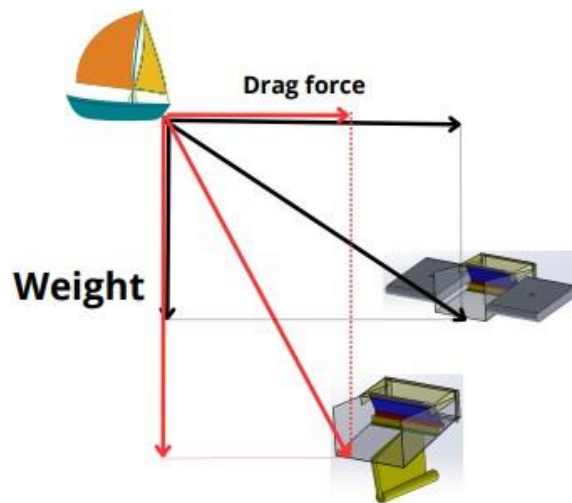


Figure 10. Essais calculatoires de stabilité en fonction du prototype

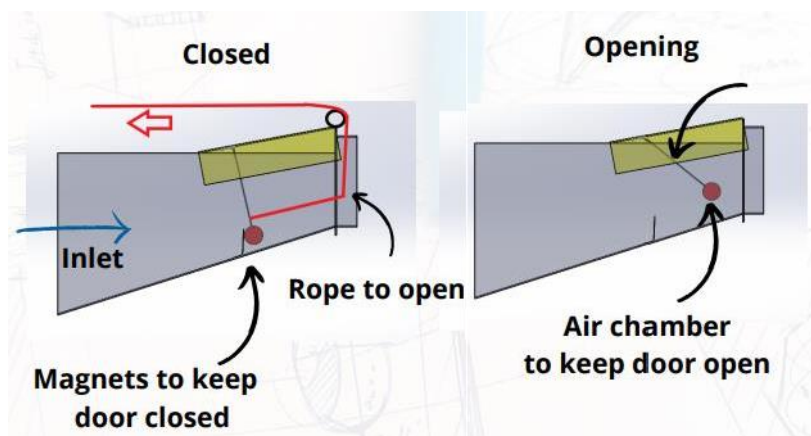


Figure 11. Essais de mécanisme d'ouverture/fermeture de la bouche

Etude des insectes terrestres en mer

Les insectes terrestres présents à la surface de la mer sont récoltés au cours des prélèvements au filet Manta. Il faut dans un premier temps sélectionner les insectes en assez bon état pour être identifiés. Puis, ces derniers sont prélevés à la pince, rincés à l'eau de mer et stockés dans une solution d'alcool à 90°.

Etude de la Plastisphère

L'échantillonnage des microplastiques pour l'étude de la Plastisphère nécessite certaines précautions afin de ne pas contaminer l'échantillon : désinfection des outils (pinces ciseaux, etc.) et plans de travail, port de gants, limitation du nombre d'opérateurs. Les paramètres physicochimiques de l'eau de mer du site de prélèvement sont relevés. Chaque échantillon prélevé pour la Plastisphère est classé (taille, couleur, forme) et comptabilisé afin de ne pas fausser les concentrations en microplastiques de surface.

Les échantillons prélevés sont conservés dans une solution tampon spécifique, puis placés au réfrigérateur (4°C).

Résultats 2023

Etude de la Plastisphère

La figure 12 présente les 16 points de prélèvement effectués dans le cadre du programme de recherche sur la Plastisphère.

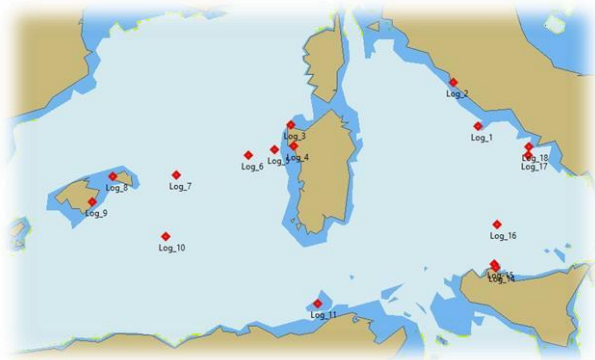


Figure 12. Points de prélèvement – Programme Plastisphère Campagne 2023

Des plastiques de couleur, taille et formes variées et issus d'environnements différents (ports, zones côtières ou zones au large) composent cet échantillonnage.

Les échantillons seront analysés *a posteriori* au Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer.

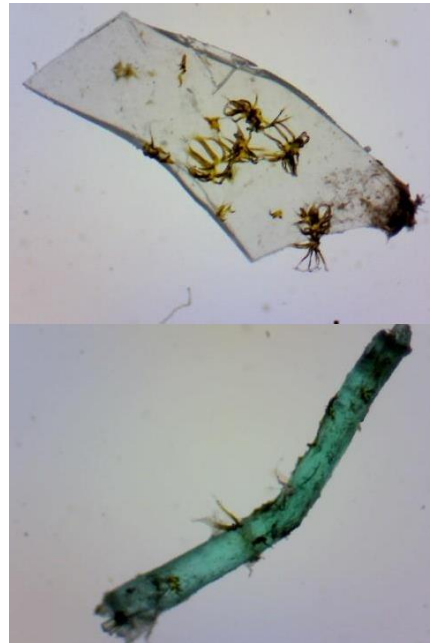


Figure 13. Fragment transparent et fil bleu colonisés par des microorganismes

Etude des insectes en mer

La figure 14 présente les 16 points de prélèvement effectués dans le cadre du programme de recherche sur les insectes terrestres.



Les échantillons seront analysés *a posteriori* par l'association JLBA Médical.

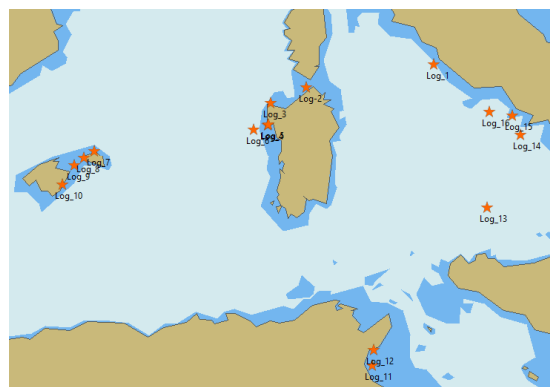


Figure 14. Points de prélèvement – Programme Insectes en mer Campagne 2023

Etude des microplastiques de la colonne d'eau

Dans le cadre du programme de développement d'un procédé d'échantillonnage des microplastiques de la colonne d'eau, 5 prélèvements ont été effectués. Ils ont permis de mettre en évidence différents axes d'optimisation pour rendre le dispositif fonctionnel lors de la prochaine campagne de prélèvement.

Etude des microplastiques de surface

Chiffres clés – Campagne 2023

Au cours de la campagne 2023, 43 prélèvements d'eau de mer de surface ont été effectués, entre 0,25 et 70,2 miles des côtes (fig. 15).

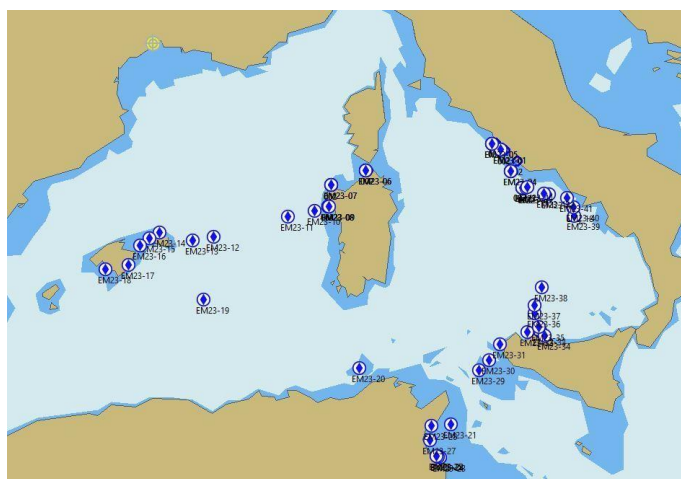


Figure 15. Points de prélèvement – Programme microplastiques de surface Campagne 2023

Des exemples des échantillons obtenus une fois les prélèvements triés et analysés sont présentés ci-dessous. L'intégralité des échantillons est présentée en Annexe.



EM23-12



EM23-18-01



EM23-33-01



EM23-40-01

Les grands chiffres de la campagne 2023 sont résumés par l'infographie suivante :



Figure 16. Chiffres clés de la campagne 2023

La figure 17 présente l'intégralité des points de prélèvements effectués en 2021, 2022 et 2023 ainsi que les différentes subdivisions de la Mer Méditerranée étudiées.



Figure 17. Points de prélèvement – Programme microplastiques de surface Campagnes 2021, 2022 et 2023

La **Mer Tyrrhénienne** forme un triangle limité à l'ouest par la Sardaigne, au nord-ouest par la Corse, au nord-est par la péninsule italienne et au sud-est par la Sicile.

La **Mer de Ligurie** se trouve au nord-ouest de la mer Tyrrhénienne et à l'est de la partie nord du bassin algéro-provençal.

Le **Golfe du Lion** ferme l'extrême nord-ouest de la Méditerranée occidentale.

La **Mer des Baléares** est située entre les îles Baléares et la côte nord-est de la péninsule Ibérique.

La **Mer de Sardaigne** est située entre les îles Baléares à l'ouest et la Sardaigne à l'est.

Les **Bouches de Bonifacio** sont un détroit de la mer Tyrrhénienne séparant l'île de Sardaigne (Italie) de l'île de Corse (France).

Le **Golfe d'Hammamet** est un large golfe situé au nord-est de la Tunisie, délimité au nord par le cap Ras Maamoura et au sud par la ville de Monastir.

Le **Canal de Sicile** est un bras de mer situé en mer Méditerranée entre la Sicile et la Tunisie. Il divise, d'est en ouest, la mer Méditerranée en deux : la Méditerranée orientale et la Méditerranée occidentale.

Le tableau ci-dessous propose une comparaison générale des chiffres clés des campagnes 2021, 2022 et 2023.

Tableau 3. Comparaison des chiffres clés des campagnes 2021, 2022 et 2023

Chiffres clés	2021	2022	2023
Concentration surfacique moyenne (Microplastiques / km²)	65 625*	112 242	131 748
Concentration surfacique minimale (Microplastiques / km²)	0	3 600	1 862
Concentration surfacique maximale (Microplastiques / km²)	335 712	1 100 912	713 894
Concentration volumique moyenne (Microplastiques / m³)	0,33	0,57	0,51
Concentration volumique minimale (Microplastiques / m³)	0,02	0,02	0,01
Concentration volumique maximale (Microplastiques / m³)	1,50	5,90	1,78
Pourcentage de macroplastiques (> 5 mm)	15	17	13
Pourcentage de microplastiques (1 – 5 mm)	85	83	87
Pourcentage moyen de fragments (%)	70	70	72
Pourcentage moyen de microplastiques transparents (%)	50	50	46
Pourcentage moyen de microplastiques blancs (%)	29	27	28
Température moyenne de l'eau de surface (°C)	24,73	27,70	28,40

* L'étude de la fraction comprise entre 0,33 et 1 µm menée sur les échantillons de la campagne 2021 amène cette concentration moyenne à 166 366 microplastiques / km² [17]

Les différents indicateurs de contamination plastique ne permettent pas de souligner de tendance à la baisse ou à l'augmentation de la pollution par les microplastiques entre 2021, 2022 et 2023. Les chiffres restent néanmoins dans un même ordre de grandeur, en adéquation avec les données de la littérature scientifique (voir **Chiffres clés – Campagne 2023**). Ces comparaisons des niveaux de contamination sont à appréhender avec précaution, les concentrations en plastiques de surface étant fortement dépendantes de la localisation du prélèvement et de sa temporalité, associés à des paramètres environnementaux qui évoluent constamment (courant, paramètres physicochimiques de l'eau de mer, conditions météo, etc.) [17]–[19]. Si nous ne relevons pas de tendance concernant la répartition quantitative des microplastiques de surface lors des trois campagnes, la répartition qualitative de ces derniers elle similaire entre 2021, 2022 et 2023. Les microplastiques représentent entre 83 et 87 % des débris plastiques récoltés avec le filet Manta. Ces débris sont en grande majorité des fragments (70 à 72 %) transparents (46 – 50 %) ou blanc (27 à 29 %), quelle que soit l'année considérée. L'analyse chimique est ici nécessaire pour aller plus loin dans l'identification des sources de pollution.

Dans ce qui suit, les résultats sont regroupés par subdivision de la Mer Méditerranée et une analyse quantitative (concentrations volumiques et surfaciques) et qualitative (taille, forme, couleur) de la pollution de surface par les microplastiques est proposée.

- **Niveaux de pollution par les microplastiques : Concentrations surfaciques et volumiques**

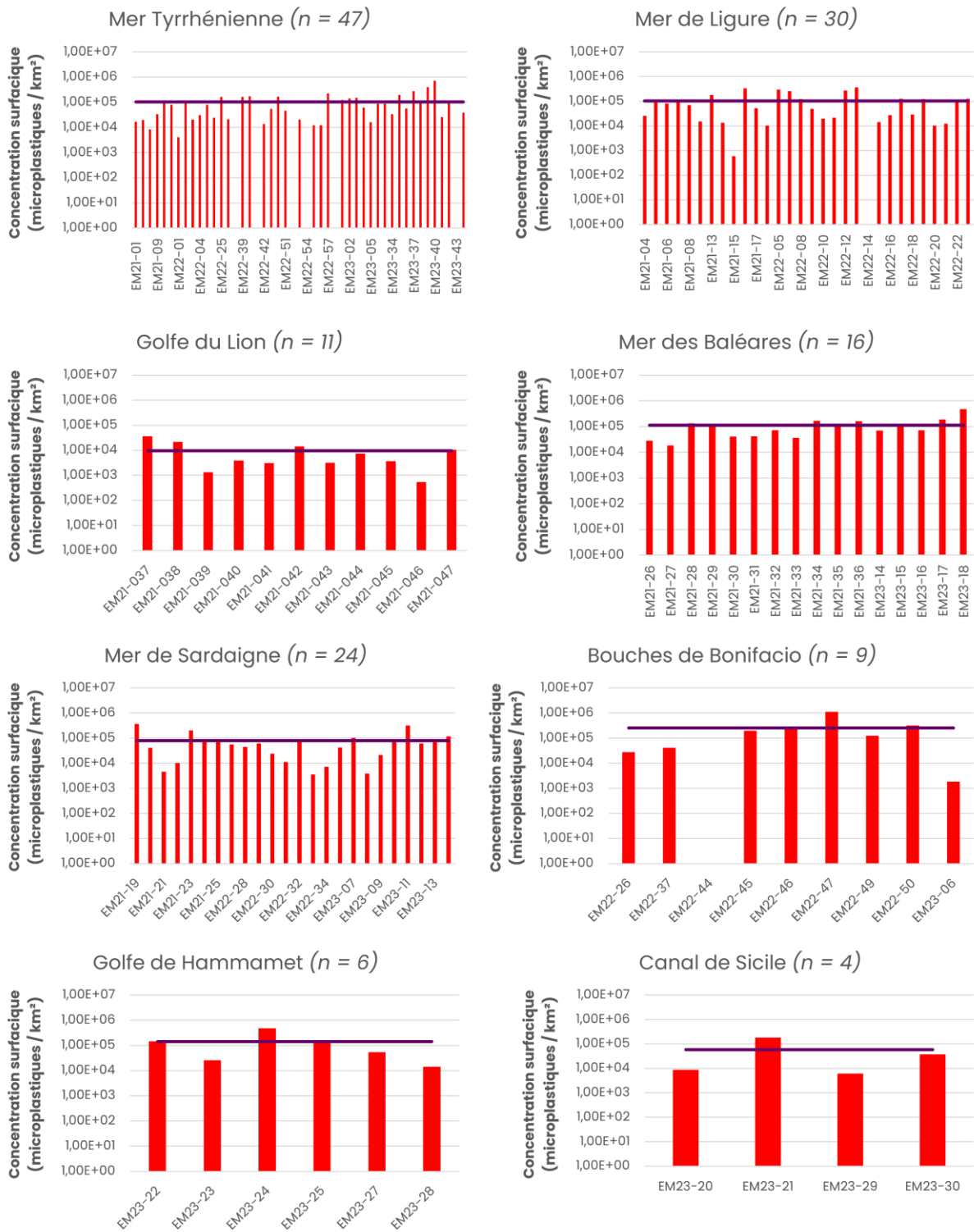


Figure 18. Concentrations surfaciques par subdivision

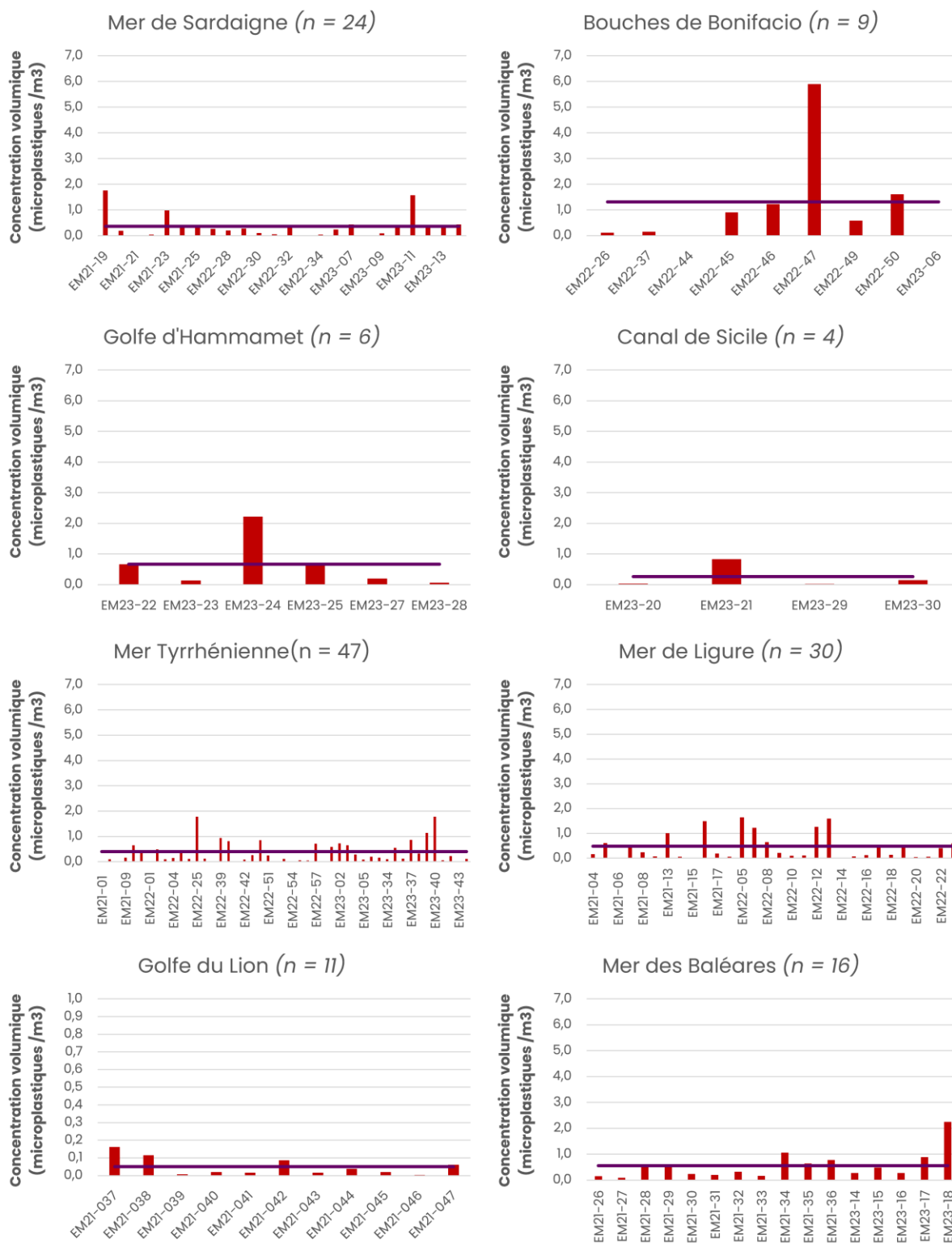


Figure 19. Concentrations volumiques par subdivision

Les figures 18 et 19 présentent les concentrations surfaciques et volumiques en microplastiques par subdivision. Les lignes horizontales (**en violet**) représentent les concentrations moyennes de chaque subdivision, qui sont reportées dans les figures 20 et 21 suivantes.

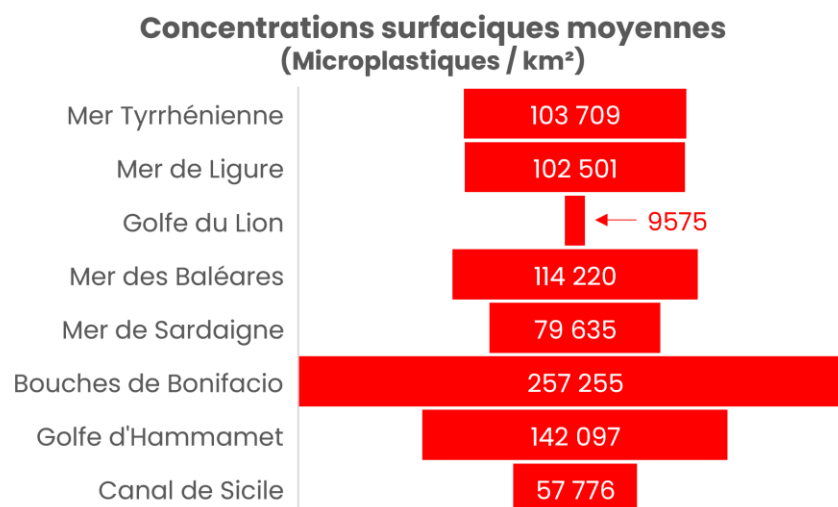


Figure 20. Concentrations surfaciques moyennes par subdivision

Si les deux concentrations apportent une information similaire, elles sont toutes deux importantes pour comparer nos données avec celles de la littérature scientifique dans laquelle la concentration est exprimée soit par volume soit par surface d'eau filtrée.

Sur les 3 ans d'expéditions et les 8 subdivisions étudiées, nous calculons une moyenne de 108 386 microplastiques/km² à la surface de la mer Méditerranée. Cet ordre de grandeur est cohérent avec la littérature scientifique. Dans la revue de littérature « *Are research methods shaping our understanding of microplastic pollution?* » parue en 2022, les auteurs analysent 36 articles scientifiques portant sur l'étude des niveaux de contamination par les microplastiques de surface en Méditerranée [2]. Basée sur cette analyse, ils estiment la concentration médiane de microplastiques de surface à 84 000 microplastiques/km².

Nous observons une grande variabilité des niveaux de pollution par les microplastiques entre nos 149 prélèvements, avec des concentrations allant de 0 microplastiques/km² (échantillon EM21-43, Golfe du Lion) à 1 100 000 microplastiques/km² (échantillon EM22-47, Bouches de Bonifacio).

En enlevant ces deux individus extrêmes, la subdivision du Golfe du Lion reste la zone la moins polluée, avec une moyenne d'environ 10 000 microplastiques/km².

Les Bouches de Bonifacio (respectivement 257 255 et 136 732 microplastiques/km² en moyenne avec et sans l'individu extrême EM23-47) et le Golfe de Hammamet (142 092 microplastiques/km²) ont les concentrations de microplastiques les plus élevées.

Viennent ensuite la Mer des Baléares (114 220 MP/km²), la Mer Tyrrhénienne (103 709 MP/km²), la Mer de Ligurie (102 501 MP/km²), la Mer de Sardaigne (79 635 MP/km²) et le Canal de Sicile (57 776 MP/km²).

Faure *et al.* (2015) reportent des concentrations allant de 0 à plus de 320 000 MP/km² entre Mer de Sardaigne, Bouche de Bonifacio, Golfe du Lion, Mer de Ligurie, Mer Tyrrhénienne et Mer des Baléares [20]. Dans la baie de Calvi (Mer de Ligurie), une concentration moyenne de 6 250 MP/km² est reportée par Collignon *et al.* (2014) avec des concentrations allant de 0 à 194 000 MP/km² [21].

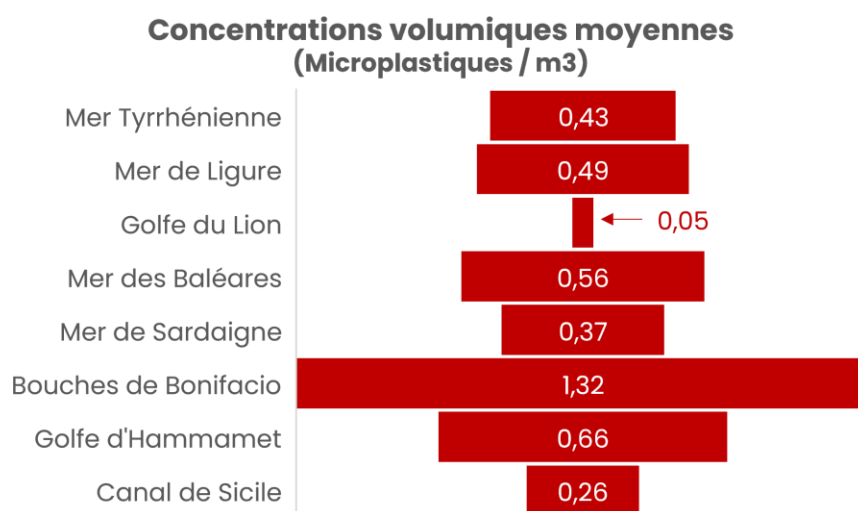


Figure 21. Concentrations volumiques moyennes par subdivision

Concernant les concentrations volumiques, Fossi *et al.* (2016) reportent des concentrations plus élevées en Mer de Ligurie (moyenne de 0,49 MP/m³) qu'en mer de Sardaigne (0,16 MP/m³) au niveau du sanctuaire Pélagos [22]. Les ordres de grandeur observés sont cohérents avec ce que nous relevons en Mer de Ligurie (0,49 MP/m³) et en Mer de Sardaigne (0,37 MP/m³).

- **Répartition en taille des microplastiques**

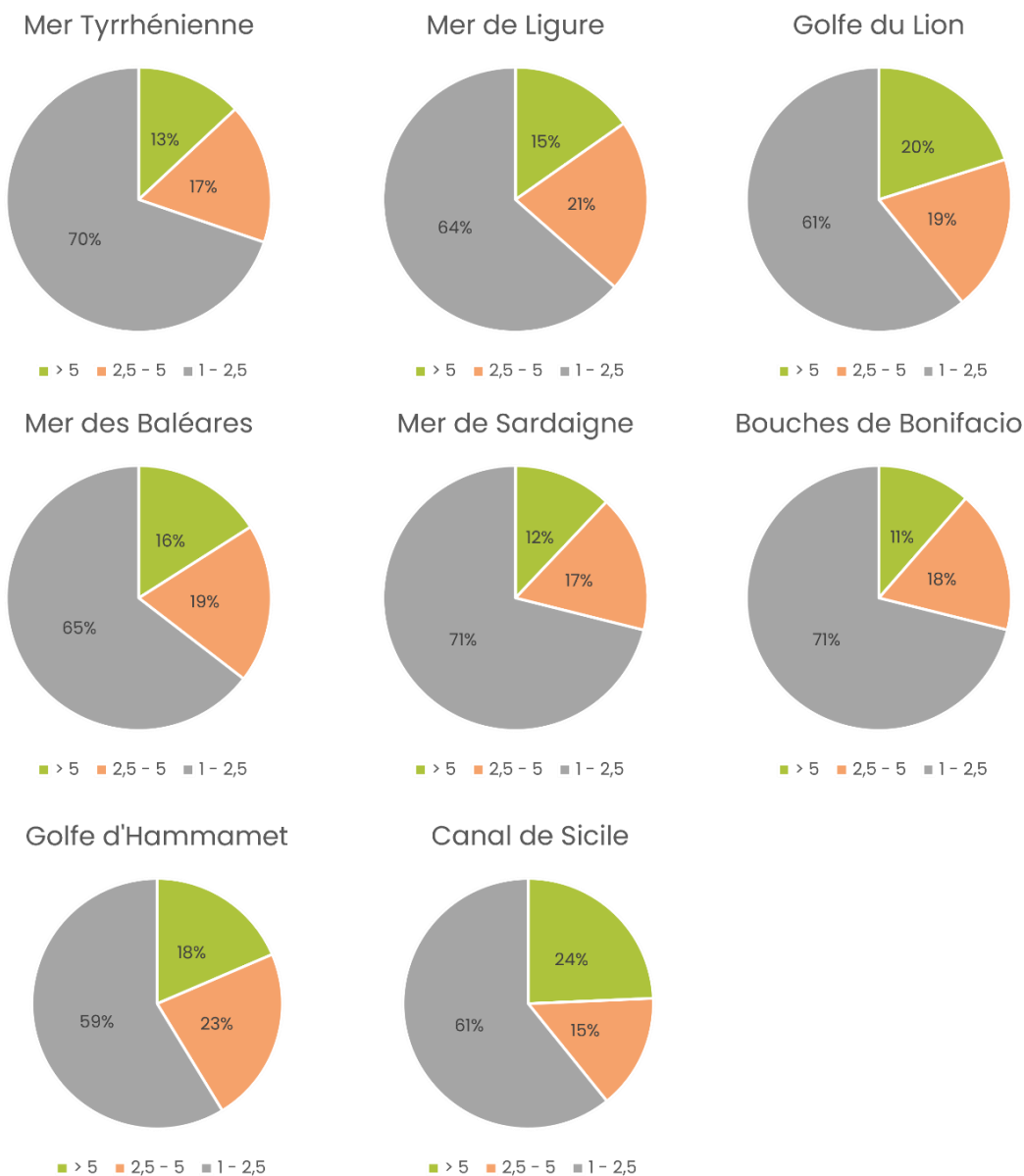


Figure 22. Répartition en taille des microplastiques

Les répartitions en taille des microplastiques sont similaires entre les différentes subdivisions de la Mer Méditerranée. La fraction la plus représentée est la fraction comprise entre 1 et 2,5 mm (entre 59 et 71 %), résultat pertinent au vu du fractionnement des plastiques en mer sous l'action des éléments (brassage, UV, sel, etc.). **Ces chiffres explosent lorsque la fraction inférieure au millimètre est considérée (voir le complément du Rapport de Campagne 2021)** [18]. Les débris plastiques compris entre 2,5 et 5 mm représentent entre 15 (Canal de Sicile) et 23 % (Golfe d'Hammamet) des plastiques échantillonnés. Les débris supérieurs à 5 mm représentent selon la subdivision de 11 (Bouches de Bonifacio) à 24 % (Canal de Sicile) de l'ensemble étudié (i.e. fraction supérieure à 1 mm).

- **Répartition en forme des microplastiques**

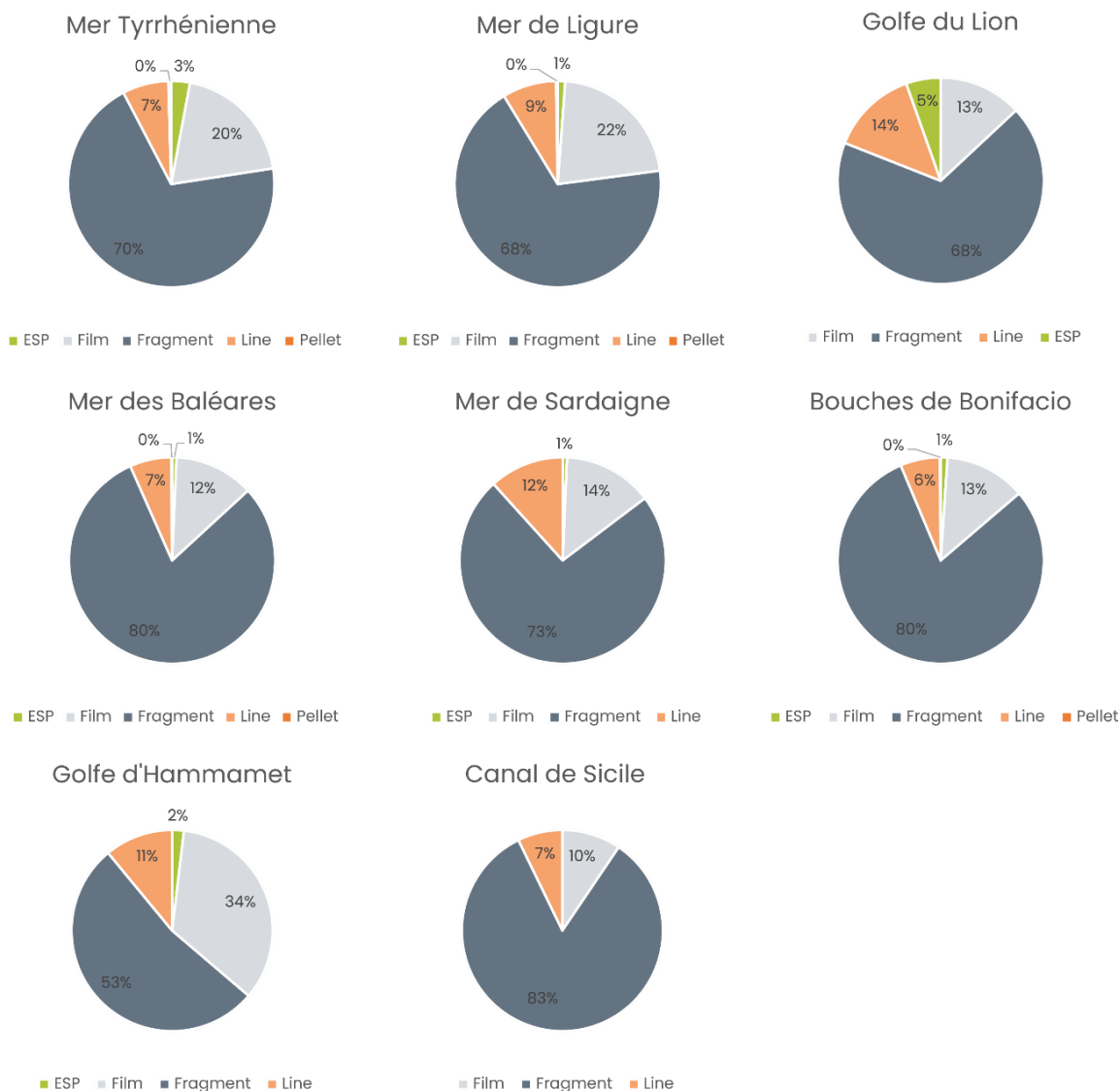


Figure 23. Répartition en forme des microplastiques

La grande majorité des particules de plastiques à la surface sont des fragments qui représentent entre 53 (Golfe d'Hammamet) et 83 % (Canal de Sicile) de l'ensemble. Suivent généralement les films, fortement représentés au niveau du Golfe d'Hammamet (34 %). Au niveau du Golfe du Lion, les films sont légèrement moins présents que les fils (13% contre 14 %). Dans cette même subdivision, des plastiques type mousse sont également présents (5 %). Cette forme de plastiques est également retrouvée en Mer Tyrrhénienne (3 %) et dans le Golfe d'Hammamet (2 %). Elle est retrouvée de façon plus anecdotique dans les autres subdivisions (≤ 1 %). Les pellets de plastiques sont eux plus rarement retrouvés à la surface des subdivisions étudiées.

• **Répartition en couleur des microplastiques**

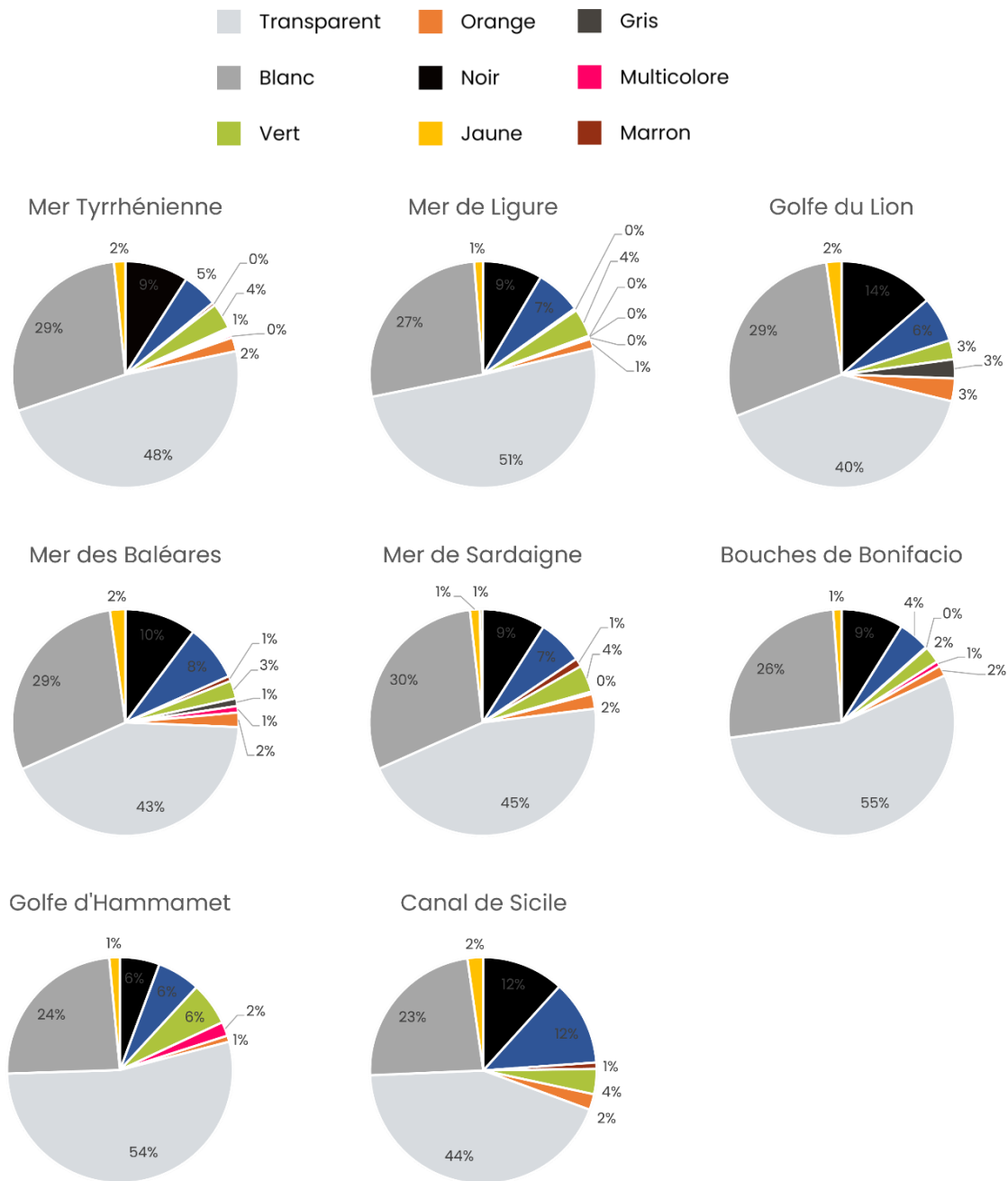


Figure 24. Répartition en couleur des microplastiques

Les plastiques de couleur transparente (40 à 55 %) et blanche (23 à 30 %) sont les particules les plus représentées. Les prélèvements dans le Golfe du Lion montrent une plus grande proportion de plastiques noir, bleu, vert et rouges que dans les autres subdivisions. Ces couleurs correspondent aux plastiques type fil de pêche. Les plastiques récoltés au niveau du Canal de Sicile montrent une proportion de débris de couleur bleue assez importante en comparaison avec les autres subdivisions (12 %).

Références bibliographiques

- [1] G. G. N. Thushari et J. D. M. Senevirathna, « Plastic pollution in the marine environment », *Heliyon*, vol. 6, n° 8, p. e04709, août 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04709.
- [2] L. Simon-Sánchez, M. Grelaud, M. Franci, et P. Ziveri, « Are research methods shaping our understanding of microplastic pollution? A literature review on the seawater and sediment bodies of the Mediterranean Sea », *Environ. Pollut.*, vol. 292, p. 118275, janv. 2022, doi: 10.1016/j.envpol.2021.118275.
- [3] S. B. Kurniawan, S. R. S. Abdullah, M. F. Imron, et N. 'Izzati Ismail, « Current state of marine plastic pollution and its technology for more eminent evidence: A review », *J. Clean. Prod.*, vol. 278, p. 123537, janv. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123537.
- [4] H. V. Ford *et al.*, « The fundamental links between climate change and marine plastic pollution », *Sci. Total Environ.*, vol. 806, p. 150392, févr. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.150392.
- [5] P. Yose, G. Thondhlana, et G. Fraser, « Conceptualizing the socio-cultural impacts of marine plastic pollution on human well-being – A perspective », *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 194, p. 115285, sept. 2023, doi: 10.1016/j.marpolbul.2023.115285.
- [6] A. Tirkey et L. S. B. Upadhyay, « Microplastics: An overview on separation, identification and characterization of microplastics », *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 170, p. 112604, sept. 2021, doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112604.
- [7] Md. Simul Bhuyan *et al.*, « Plastics in marine ecosystem: A review of their sources and pollution conduits », *Reg. Stud. Mar. Sci.*, vol. 41, p. 101539, janv. 2021, doi: 10.1016/j.rsma.2020.101539.
- [8] A. Cincinelli, T. Martellini, C. Guerranti, C. Scopetani, D. Chelazzi, et T. Giarrizzo, « A potpourri of microplastics in the sea surface and water column of the Mediterranean Sea », *TrAC Trends Anal. Chem.*, vol. 110, p. 321-326, janv. 2019, doi: 10.1016/j.trac.2018.10.026.
- [9] A. Delacuvellerie, A. Géron, S. Gobert, et R. Wattiez, « New insights into the functioning and structure of the PE and PP plastispheres from the Mediterranean Sea », *Environ. Pollut.*, vol. 295, p. 118678, févr. 2022, doi: 10.1016/j.envpol.2021.118678.
- [10] E. R. Zettler, T. J. Mincer, et L. A. Amaral-Zettler, « Life in the "Plastisphere": Microbial Communities on Plastic Marine Debris », *Environ. Sci. Technol.*, vol. 47, n° 13, p. 7137-7146, juill. 2013, doi: 10.1021/es401288x.
- [11] A. Philippe *et al.*, « Fungal Diversity and Dynamics during Long-Term Immersion of Conventional and Biodegradable Plastics in the Marine Environment », *Diversity*, vol. 15, n° 4, 2023, doi: 10.3390/d15040579.
- [12] M. Latva, C. J. Dedman, R. J. Wright, M. Polin, et J. A. Christie-Oleza, « Microbial pioneers of plastic colonisation in coastal seawaters. », *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 179, p. 113701, 2022.
- [13] L. A. Amaral-Zettler, E. R. Zettler, et T. J. Mincer, « Ecology of the plastisphere », *Nat. Rev. Microbiol.*, vol. 18, n° 3, p. 139-151, mars 2020, doi: 10.1038/s41579-019-0308-0.
- [14] C. De Tender *et al.*, « Temporal Dynamics of Bacterial and Fungal Colonization on Plastic Debris in the North Sea », *Environ. Sci. Technol.*, vol. 51, n° 13, p. 7350-7360, juill. 2017, doi: 10.1021/acs.est.7b00697.
- [15] A. L. D. F. Lacerda, M. C. Proietti, E. R. Secchi, et J. D. Taylor, « Diverse groups of fungi are associated with plastics in the surface waters of the Western South Atlantic and the Antarctic Peninsula », *Mol. Ecol.*, vol. 29, n° 10, p. 1903-1918, mai 2020, doi: 10.1111/mec.15444.

- [16] L. A. Amaral-Zettler *et al.*, « Diversity and predicted inter- and intra-domain interactions in the Mediterranean Plastisphere », *Environ. Pollut.*, vol. 286, p. 117439, oct. 2021, doi: 10.1016/j.envpol.2021.117439.
- [17] Frère Laura et Expédition MED, « Rapport de campagne en mer - Expédition Vigieplastic 2021 », sept. 2021, doi: 10.5281/ZENODO.7780925.
- [18] C. Rouquie, « Complément du Rapport de campagne en mer - Expédition Vigieplastic 2021 », févr. 2023, doi: 10.5281/ZENODO.7848528.
- [19] C. Rouquie, « Rapport de campagne en mer - Expédition Vigieplastic 2022 », déc. 2022, doi: 10.5281/ZENODO.7848555.
- [20] F. Faure, C. Saini, G. Potter, F. Galgani, L. F. De Alencastro, et P. Hagmann, « An evaluation of surface micro- and mesoplastic pollution in pelagic ecosystems of the Western Mediterranean Sea », *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 22, n° 16, p. 12190-12197, août 2015, doi: 10.1007/s11356-015-4453-3.
- [21] A. Collignon, J.-H. Hecq, F. Galgani, F. Collard, et A. Goffart, « Annual variation in neustonic micro- and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi (Mediterranean–Corsica) », *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 79, n° 1-2, p. 293-298, févr. 2014, doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.11.023.
- [22] M. C. Fossi *et al.*, « Fin whales and microplastics: The Mediterranean Sea and the Sea of Cortez scenarios », *Environ. Pollut.*, vol. 209, p. 68-78, févr. 2016, doi: 10.1016/j.envpol.2015.11.022.

Les écovolontaires

Un **grand merci** à toutes et tous pour votre engagement et votre bonne humeur !



Fiumicino > Alghero : Christiane, Gilles, Flora, Delphine



Alghero > Palma de Majorque : Heike, Elodie, Véronique, Guido, Amaury



Monastir > Palerme : Isabelle, Lucien, Léa, Claire, Ilyes, Odile, Eve



Palerme > Fiumicino : Klervi, Laurence, Camille, Marie, Cédric, Clémence

L'équipage



Bruno
Fondateur
D'Expédition MED
Chef d'expédition



Giulio
Capitaine du Bonita



Camille
Responsable
scientifique



Eva
Cheffe cuisinière



Isabela
Cheffe cuisinière



Emmanuelle
Encadrante
scientifique



Marc
Encadrant
scientifique



Coline
Encadrante
scientifique



Cécile
Encadrante
scientifique



Ugo
Encadrant
scientifique



Aurélien
Encadrant
scientifique

Appui technique et scientifique



Jérôme

Ingénieur – Développement
du Manta colonne d'eau



Ana

Chercheuse en
océanographie biologique



Alan d'Alfonso Peral

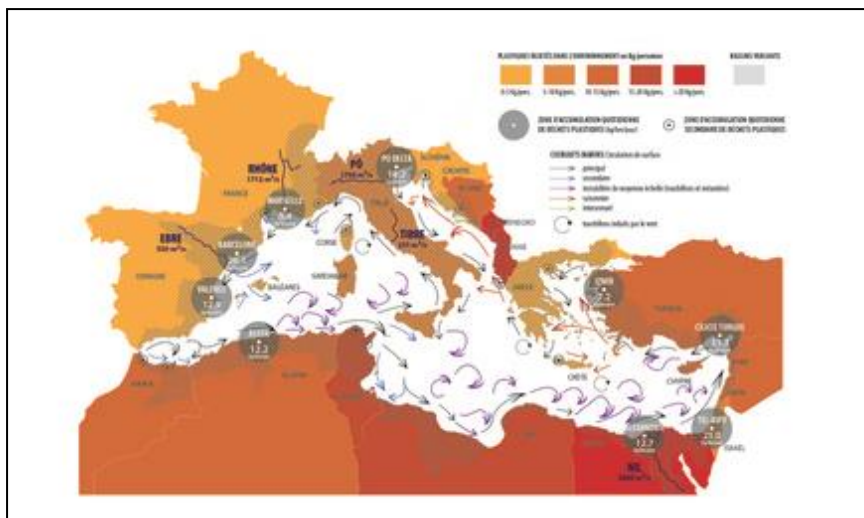
Fondateur de l'association
Recyclamer

L'équipe de futurs ingénieurs de l'ENIT



Les membres de l'association **Notre Grand Bleu**





Les déchets plastiques ne connaissent pas de frontières et se déplacent au gré des courants sur l'ensemble du bassin méditerranéen.

Nous sommes tous concernés, et, afin que des solutions communes et adaptées avec les pays riverains puissent émerger, il est primordial d'identifier et de mesurer cette pollution plastique. Pour l'avenir commun de la Méditerranée, il sera nécessaire de **collaborer et d'initier des coopérations** pour la sauvegarde de cet écosystème fragile qui nous concerne tous.

Ces données sont nécessaires pour poursuivre le diagnostic sur la pollution plastique en Méditerranée afin de communiquer, sensibiliser et informer aussi bien au niveau des citoyens qu'auprès des décideurs industriels et politiques des pays riverains.

Il existe actuellement peu de données sur la présence des microplastiques dans les eaux de surface de la rive Sud Méditerranéenne **et avec son programme « VigiePlastic Méditerranée » Expédition MED souhaite promouvoir une vision régionale commune sur la connaissance de la pollution plastique en Méditerranée.**

L'expérience acquise par Expédition MED avec ses 14 expéditions réalisées depuis 2010 pour étudier les microplastiques de surface a permis la validation depuis 3 ans d'un protocole de prélèvement et d'analyse à bord efficace et optimisé.

Afin de maîtriser les outils et produire des données scientifiques partagées sur la pollution plastique, un des prérequis est l'harmonisation des protocoles, afin d'étudier, mesurer et comparer les résultats sur la pollution plastique avec l'ensemble des pays riverains. **Cette approche a confirmé la nécessité de développer un programme de formation auprès des acteurs de pays de la rive Sud.**

Ces données sont nécessaires pour que les décideurs de chaque pays puissent s'appuyer sur des informations scientifiques afin de mettre en place des solutions durables adaptées.

Ces solutions nécessitent également une adhésion des populations et il est important d'informer, de sensibiliser les populations aux dangers des gestes de rejets et d'abandons des déchets dans l'environnement, afin de modifier les habitudes, les perceptions et les comportements.

C'est cette vision et cette approche solidaire qu'Expédition MED souhaite développer avec ces prochaines Expéditions en Méditerranée.

Expédition MED : Contact : [Bruno Dumontet](mailto:bruno.dumontet@expeditionmed.eu)

bruno.dumontet@expeditionmed.eu

Nos partenaires



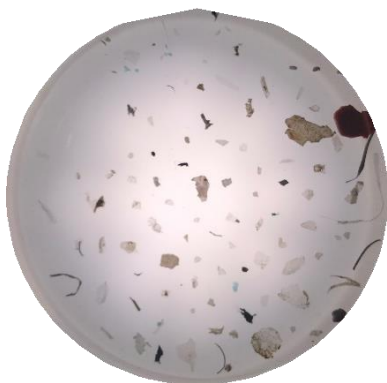
Tous nos remerciements aux partenaires qui nous soutiennent et nous font confiance.



Nos donateurs

Nous remercions également tous les donateurs qui contribuent chaque année à soutenir nos activités pour poursuivre nos missions.

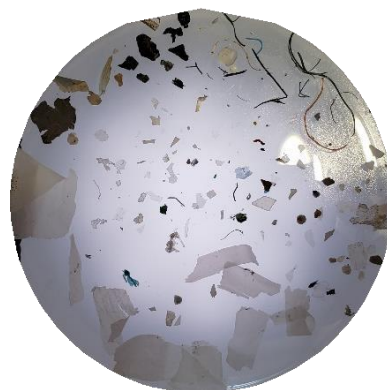




EM23-01-01



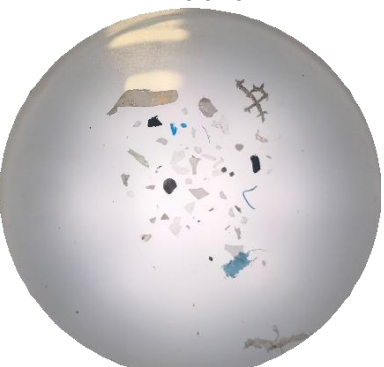
EM23-01-02



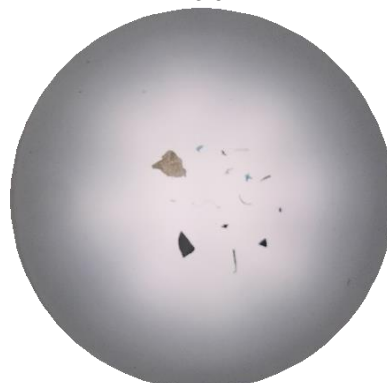
EM23-02



EM23-03



EM23-04



EM23-05-01



EM23-05-02



EM23-07



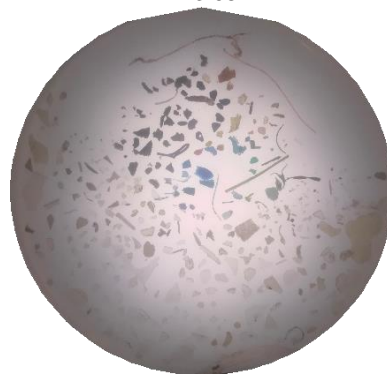
EM23-08



EM23-09



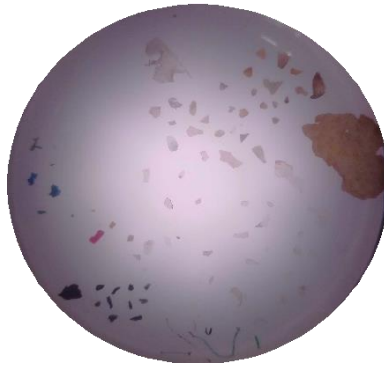
EM23-10



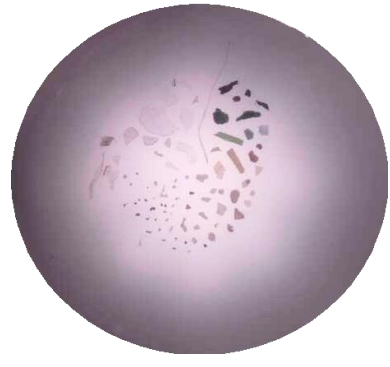
EM23-11



EM23-12



EM23-13



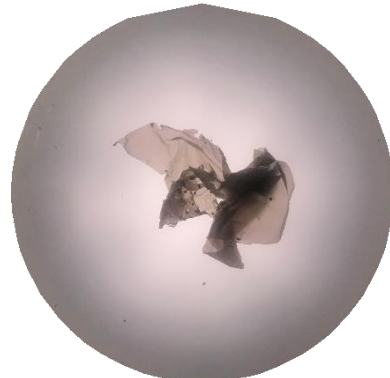
EM23-14



EM23-15



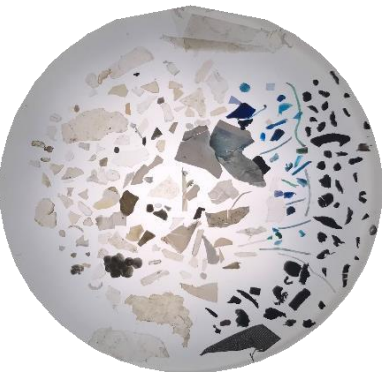
EM23-16



EM23-17-01



EM23-17-02



EM23-18-01



EM23-18-02



EM23-19



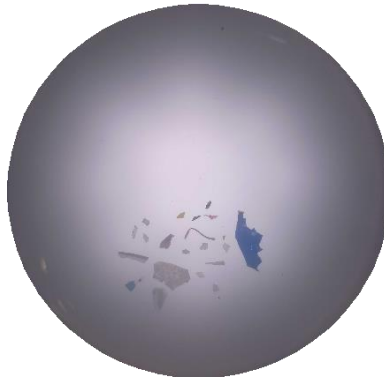
EM23-20



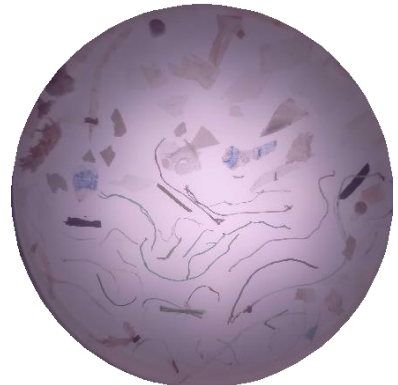
EM23-21



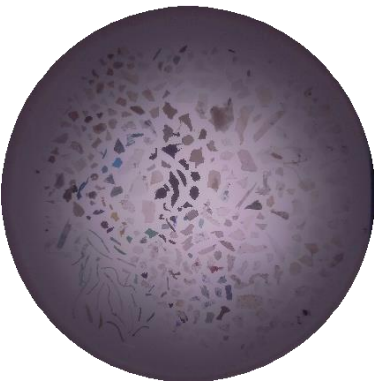
EM23-22



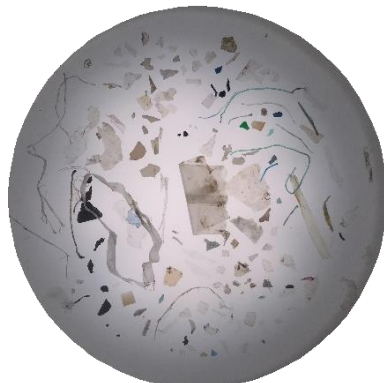
EM23-23



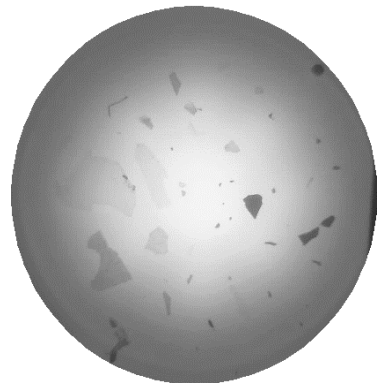
EM23-24-01



EM23-24-02



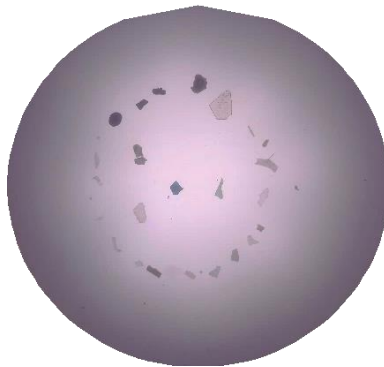
EM23-25



EM23-27



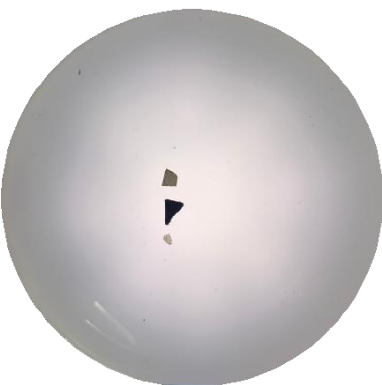
EM23-28



EM23-29



EM23-30



EM23-31



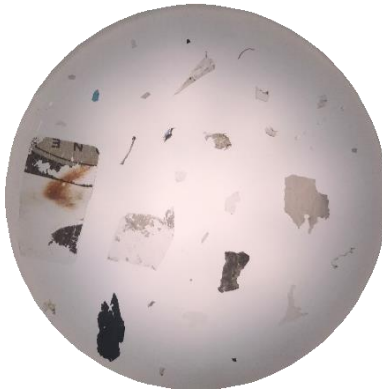
EM23-32



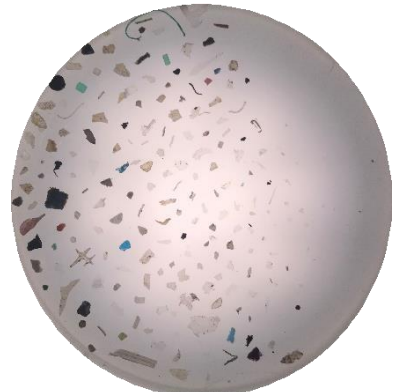
EM23-33-01



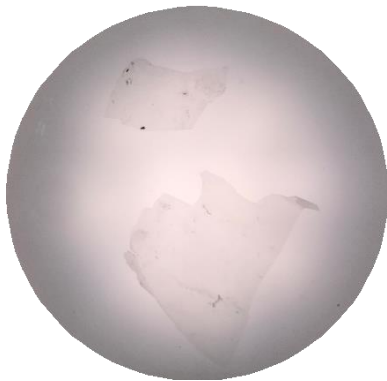
EM23-33-02



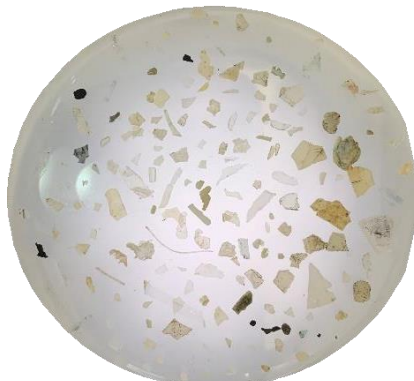
EM23-34



EM23-35-01



EM23-35-02



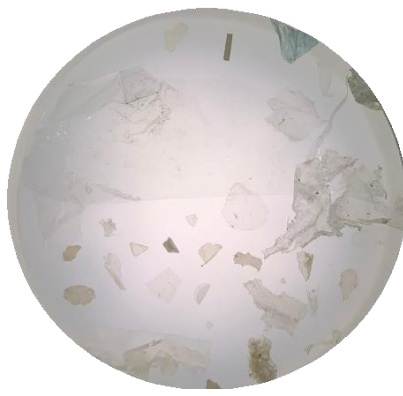
EM23-36



EM23-37



EM23-38



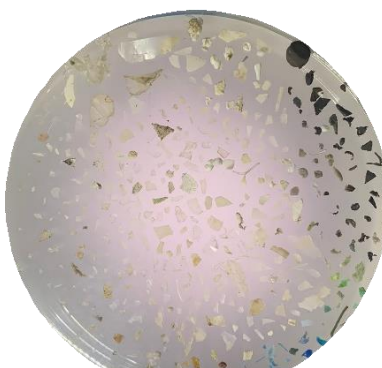
EM23-39-01



EM23-39-02



EM23-40-01



EM23-40-02



EM23-40-03



EM23-41



EM23-42



EM23-44