



Expédition VIGIEPLASTIC 2021

Laboratoire citoyen embarqué

Rapport de campagne en mer 2021

22 juillet – 3 septembre 2021



© P. NOIR

Expédition MED est une association rassemblant un collectif de scientifiques, d'environnementalistes et de citoyens européens qui, depuis 2009, réalise des programmes de recherches scientifiques et participatifs en Méditerranée tout en menant également des actions pour la mise en place de solutions durables pour lutter contre la pollution par les matières plastiques. Elle initie également des campagnes de sensibilisation avec la réalisation d'expositions pédagogiques et scientifiques itinérantes sur cette pollution.

Face à l'urgence des enjeux et impacts de la pollution plastique sur les mers et océans, **Expédition MED** initie une expédition inédite sur l'ensemble du bassin Méditerranéen : **Vigieplastic Méditerranée**. L'identification et la mesure de la pollution plastique peut permettre de proposer des solutions communes et adaptées entre les pays du littoral méditerranéen tout en renforçant les coopérations pour la sauvegarde de cet écosystème fragile qui nous concerne tous.

Le programme « Vigieplastic Méditerranée » vise à promouvoir une approche régionale commune sur la connaissance de la pollution plastique en Méditerranée. Il propose une approche inédite **scientifique et participative**, par la collecte des données sur l'ensemble du bassin méditerranéen. Ce programme propose également une approche **éducative**, en sensibilisant et mobilisant les populations des pays riverains de la Méditerranée sur les enjeux des déchets plastiques en mer, à partir de données validées par la communauté scientifique.

L'objectif principal de ce programme est de diffuser à grande échelle les connaissances autour des enjeux de la pollution par les déchets plastiques auprès de l'ensemble des populations du bassin Méditerranéen.

L'intérêt de mettre en place des actions communes entre les pays riverains autour de cette cause est d'essayer d'améliorer la qualité des eaux, en endiguant le rejet de plastiques dans l'environnement.

La campagne 2021 s'appuiera sur le nouveau programme de recherche scientifique et participatif du laboratoire citoyen d'Expédition MED, « Vigieplastic Méditerranée ». La mission va contribuer à une meilleure connaissance de la pollution plastique en Méditerranée à l'aide de nouveaux protocoles scientifiques. Cette expédition s'est déroulée dans le bassin Nord Occidental Méditerranéen du 22 juillet au départ de Fiumicino (Rome) et à destination de Marseille le 3



septembre avec le nouveau bateau de l'association « Le Bonita».

La mission a embarqué durant les sept semaines de la campagne une soixantaine de personnes composée de marins, de scientifiques, d'environnementalistes, d'éco-volontaires qui vont contribuer à une meilleure connaissance de la pollution plastique pour la sauvegarde des écosystèmes marins en Méditerranée.



- | | |
|---|---|
| C1 Départ FIUMICINO jeudi 22 juillet / Arrivée BASTIA vendredi 30 juillet en matinée | C5 Départ BARCELONE samedi 21 août / Arrivée GRUISSAN vendredi 27 août en matinée |
| C2 Départ BASTIA samedi 31 juillet / Arrivée SAINT-LAURENT-DU-VAR vendredi 6 août en matinée | C6 Départ GRUISSAN samedi 28 août / Arrivée MARSEILLE vendredi 3 août en matinée |
| C3 Départ SAINT-LAURENT-DU-VAR samedi 7 août / Arrivée BONIFACIO vendredi 13 août en matinée | C7 MARSEILLE du samedi 4 septembre au lundi 6 septembre : ANIMATIONS et STAND au village de la mer au port de Marseille dans le cadre du Congrès Mondial de la Nature |
| C4 Départ BONIFACIO samedi 14 août / Arrivée BARCELONE vendredi 20 août en matinée | |







SOMMAIRE

1. Zone d'étude	9
2. Étude des plastiques flottants	10
3. Étude du ratio zooplancton – plastique	23
4. Étude des communautés microbiennes	24
5. Étude des plastiques dans la colonne d'eau	25
6. Projet Macro Waste Tracker	26
7. Équipage 2021	29
8. Écovolontaires 2021	30
9. Nos partenaires	31

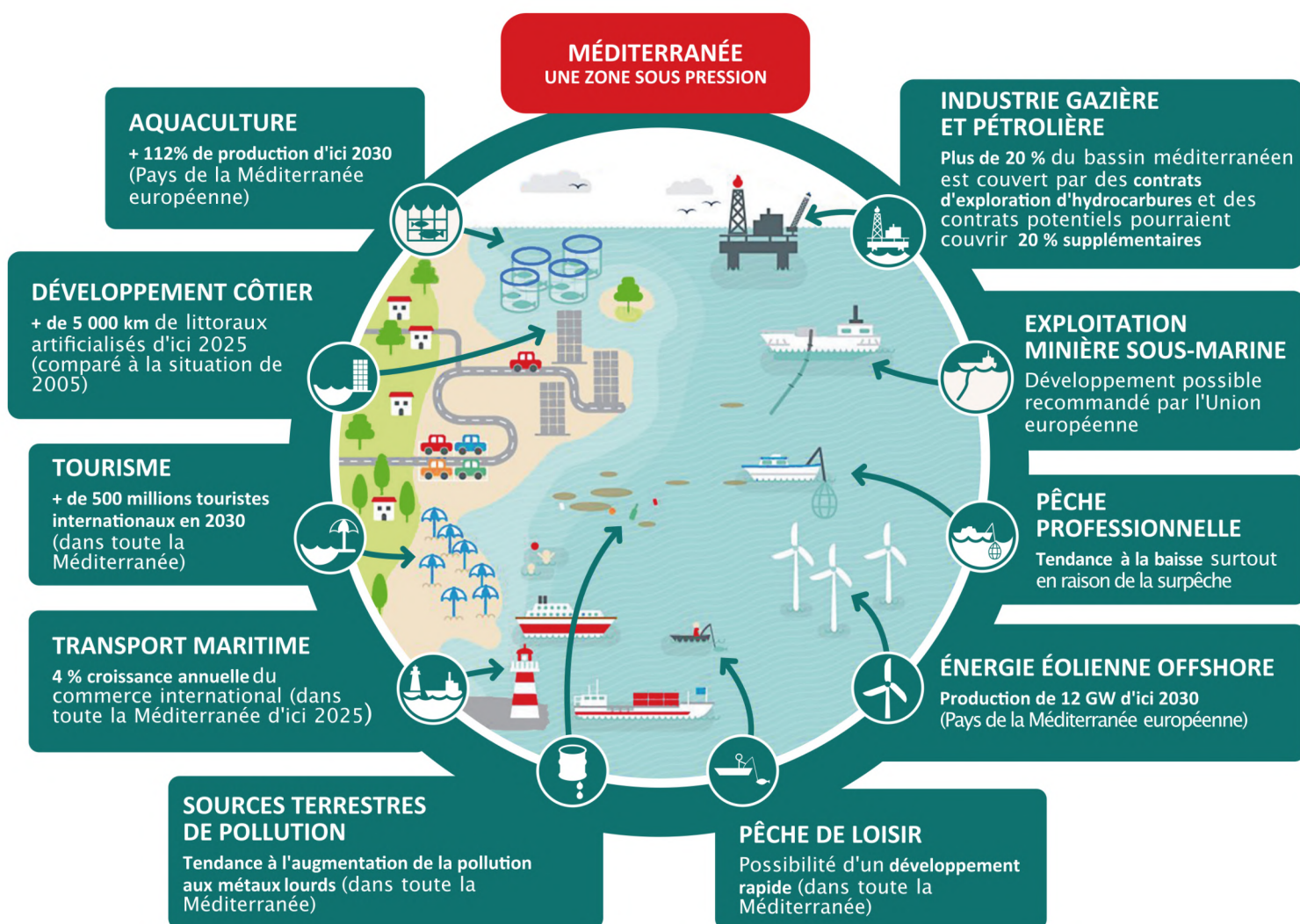




1. Zone d'étude

La Méditerranée, une mer sous pression.

C'est une mer semi fermée d'une superficie de 2,5 millions de km² pour 46 000 km de littoral, bordée par 22 pays d'Europe du Sud, d'Afrique du nord et d'Asie. En 2013, la population d'ensemble des pays riverains est de 487 millions d'habitants^[1] avec une prévision de 519 millions d'habitants en 2025^[2]. Extrêmement urbanisées, les côtes méditerranéennes sont très touristiques avec une forte saisonnalité dont les activités de loisirs et professionnelles sont une énorme source de pression pour l'environnement marin.



^[1] Piante C., Ody D., (WWF), 2015

(Crédit Image : WWF)

^[2] Galgani F., et al., 2013

2. Étude des plastiques flottants

Expédition MED a réalisé des prélèvements en mer Méditerranée afin de proposer des indicateurs de mesures sur la quantité de déchets plastiques flottants. L'idée est de proposer un référentiel commun sur pollution pour l'ensemble du bassin méditerranéen. Dans le cadre de ce programme, un laboratoire citoyen embarqué a été développé à bord de notre navire le Bonita afin de permettre aux personnes volontaires provenant de la société civile d'embarquer et de participer à l'ensemble des travaux scientifiques réalisés à bord.

L'ensemble des bassins méditerranéens seront étudiés avec des protocoles identiques et réalisés par la même équipe de scientifique afin d'obtenir des résultats homogènes et fiables au cours des prochaines années.

Objectif : Produire des données en temps réel sur la quantité et la typologie de déchets plastiques flottants à la surface de la Méditerranée

2.1. Méthodologie

Méthode de prélèvement :

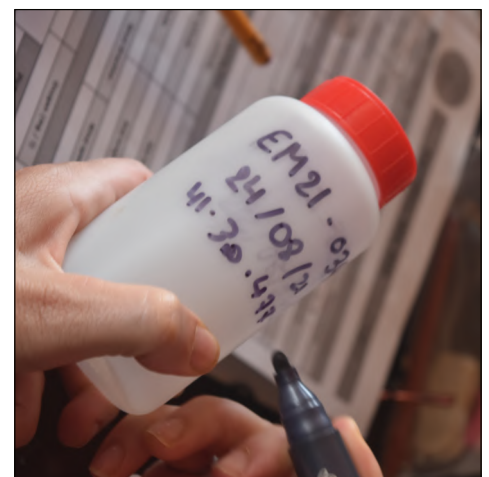
- filet Manta (maille 330µm), 30 min pour une vitesse moyenne de 3 noeuds ;
- enregistrer le point GPS (début, milieu et fin du prélèvement), date et heure (UTC) ;
- mesurer les paramètres environnementaux : température et salinité ;



Mise à l'eau du filet Manta



Prise de note



Préparation du flacon

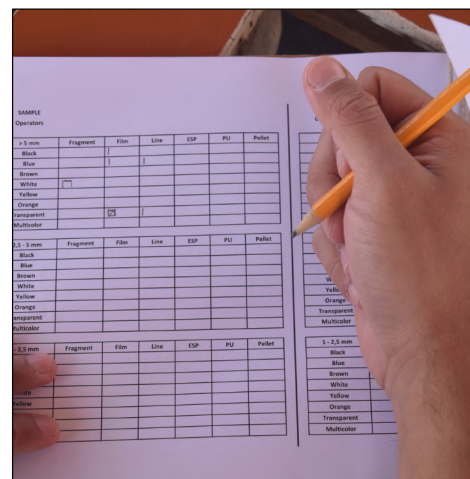




Tri d'un prélèvement Manta



Tri avec la colonne de tamis



Catégorisation des plastiques

Méthode de traitement des échantillons :

Matériel nécessaire : marqueur, crayon papier, calque, pinces, seau, éthanol 70%, datasheet, colonne de tamis, flacon 250 ml.

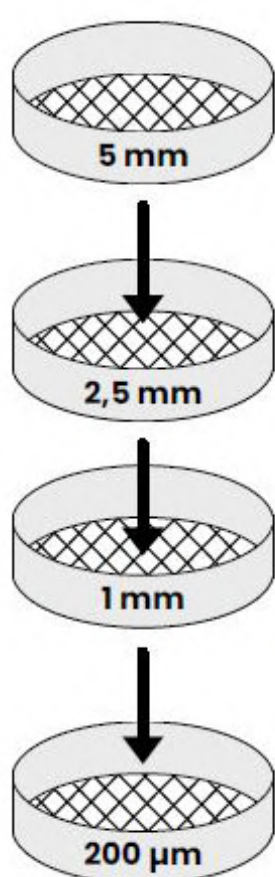
- Collecter de l'eau du site de prélèvement à l'aide du seau ;
- Rincer le seau avec l'eau du site ;
- Verser le collecteur dans le seau et le nettoyer avec l'eau du site ;
- Concentrer l'échantillon dans le tamis ;
- Transvaser dans un flacon de 250 ml et compléter avec de l'éthanol 70% ;
- Conserver le flacon à température ambiante et à l'obscurité ;

Nomenclature et prise de notes :

- Expédition MED 2021 – Manta n° xxx
- Exemple : EM21-001
- Pour **chaque prélèvement**, reporter les informations suivantes :

Analyse des plastiques :

- Verser l'échantillon d'eau de surface dans la colonne de tamis ;
- Récupérer les plastiques dans les différents tamis et les stocker dans un flacon en verre de 15 ml (pinces à disposition) ;
- Compter et catégoriser les particules selon (loupe à disposition) :



- leur taille : $> 5 \text{ mm}$; $5 - 2,5 \text{ mm}$; $2,5 - 1 \text{ mm}$;

- leur morphologie : fragments, films, lignes, mousses, granulés

- leur couleur, 8 classes : noir/gris, bleu/vert, marron/brun roux, blanc/crème, jaune, orange/rose/ rouge, transparent, multicolore ;

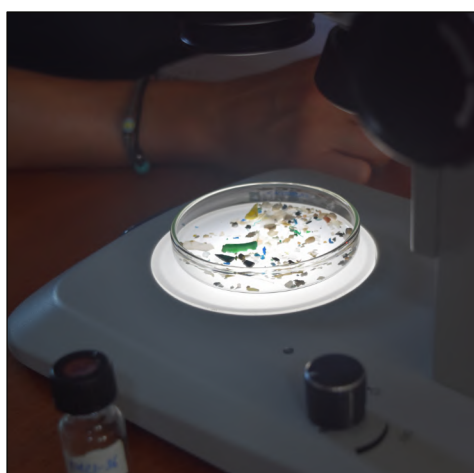
- Identification la composition chimique des particules par spectrométrie Raman ;

- Stocker les particules à sec dans des vials en verre ;

- Conserver à température ambiante et à l'obscurité.



Vérification des tamis



Observation à la loupe
binoculaire



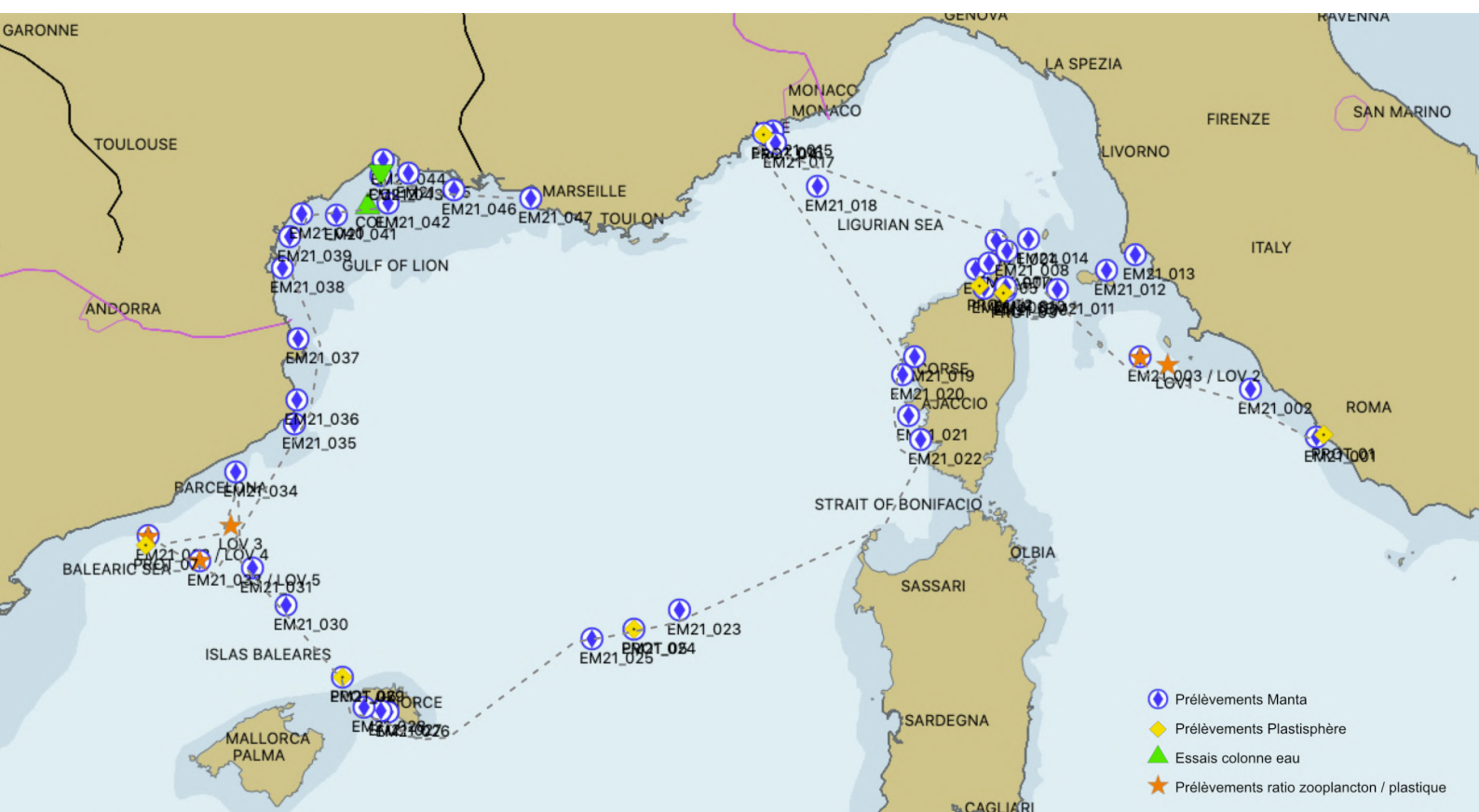
Analyse de la composition
moléculaire des particules
(spectrométrie Raman)

2.2. Résultats

Les résultats présentés ci-dessous concernent la fraction supérieure à 1 mm.
Les déchets ont été triés à l'oeil nu, des analyses complémentaires en laboratoire sont prévues dans les prochains mois afin de confirmer la nature plastiques de ces déchets.

Au cours de cette expédition 2021, au départ de Fiumicino et à destination de Marseille, nous avons réalisé 47 prélèvements d'eau de surface en mer Méditerranée. Les résultats sont les suivants :

- 98% des échantillons contiennent du plastique (fraction > 1 mm)
- 30 000 m³ d'eau analysés
- 5176 déchets collectés (fraction > 1 mm)



Carte des sites de prélèvements de la mission 2021



2.2.1. Campagne 1 : Fiumicino - Bastia

Lors de cette première campagne, nous avons réalisé 9 prélèvements avec le filet Manta. Nous avons collectés 707 déchets flottants.

Mean : 79 ± 56 particules par Manta

Densité : 0.140 ± 0.099 part.m⁻³

Macro particules : 16 %

Micro particules : 84 %

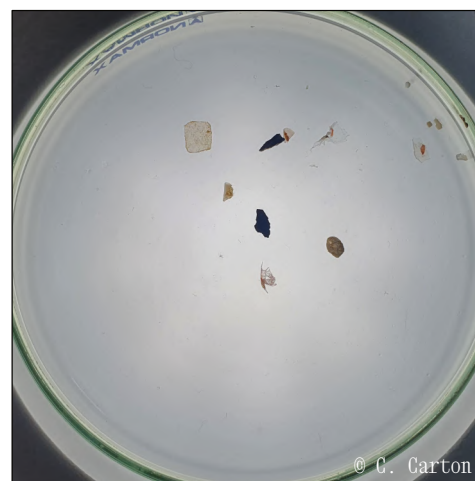
72 % fragments - 5 % fils - 21 % films - 2 % mousses



EM21-001



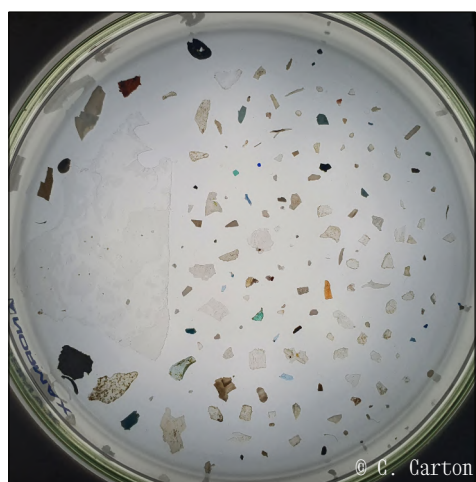
EM21-002



EM21-003



EM21-004



EM21-005

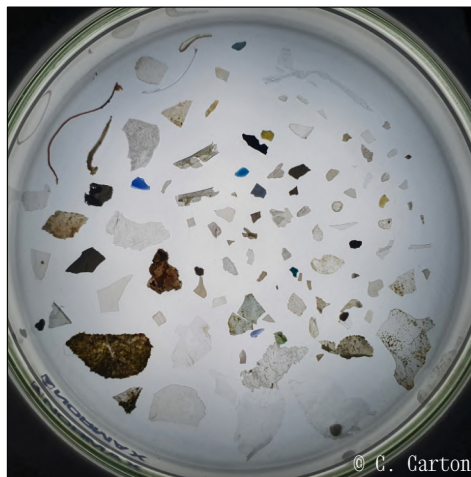


EM21-006





EM21-007



EM21-008



EM21-009

2.2.2. Campagne 2 : Bastia - Saint Laurent du Var

Entre Bastia et St Laurent du Var, nous avons réalisé 6 prélèvements avec le filet Manta. Nous avons collectés 710 déchets flottants.

Mean : 118 ± 130 particules par Manta

Densité : 0.172 ± 0.200 part.m⁻³

Macro particules : 13 %

Micro particules : 87 %

76 % fragments - 3.7 % fils - 20 % films - 0.3 % mousses



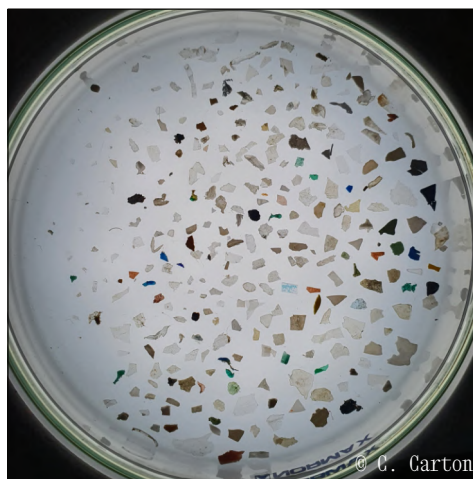
EM21-010



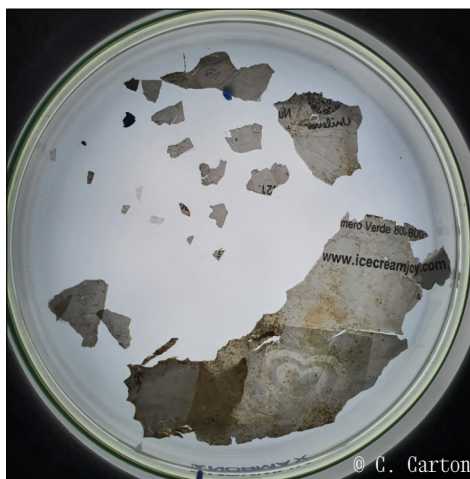
EM21-011



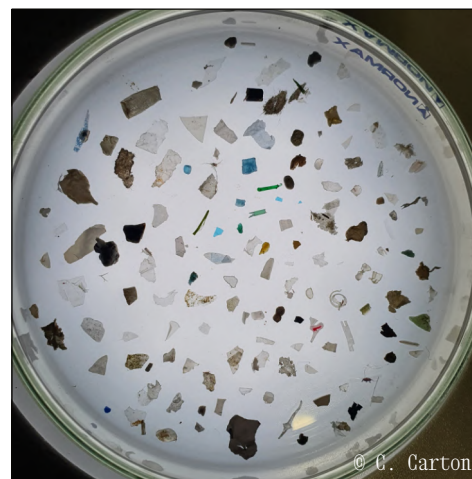
EM21-012



EM21-013



EM21-014



EM21-015

2.2.3. Campagne 3 : Saint Laurent du Var – Bonifacio

Au cours de la campagne n°3, nous avons réalisé 7 prélèvements avec le filet Manta. Nous avons collectés 1272 déchets flottants.

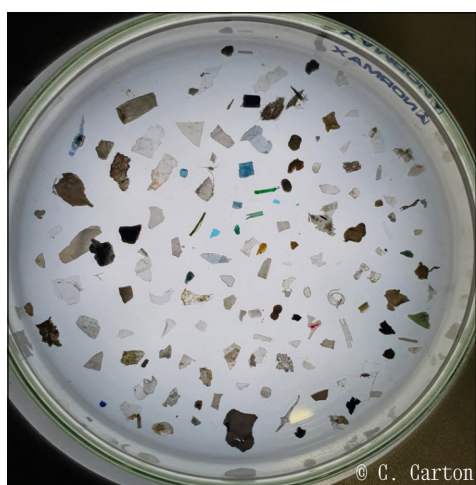
Mean : 182 ± 250 particules par Manta

Densité : 0.253 ± 0.377 part.m⁻³

Macro particules : 20 %

Micro particules : 80 %

65 % fragments – 9 % fils – 23 % films – 2 % mousses – 1 % billes



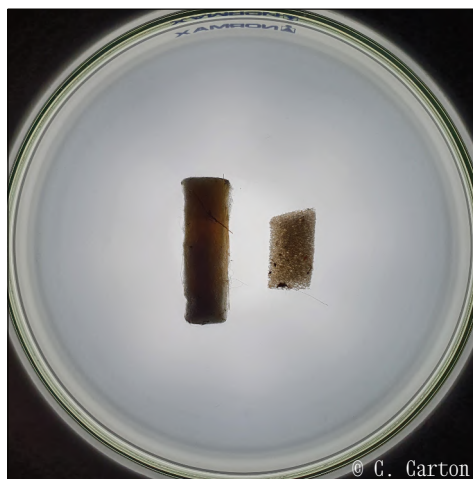
EM21-016-1



EM21-016-2



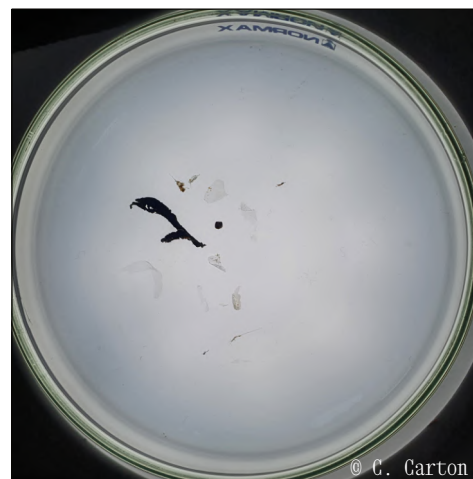
EM21-016-3



EM21-016-4



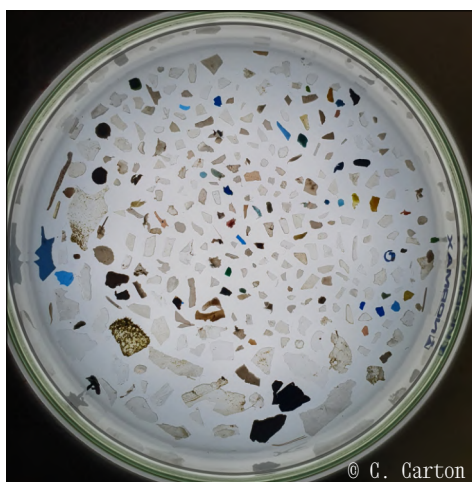
EM21-017



EM21-018



EM21-019-1



EM21-019-2



EM21-019-3



EM21-019



EM21-020



EM21-021



EM21-022

2.2.4. Campagne 4 : Bonifacio – Barcelone

Lors de la quatrième campagne, nous avons réalisé 9 prélèvements avec le filet Manta. Nous avons collectés 1381 déchets flottants.

Mean : 136 ± 109 particules par Manta

Densité : 0.199 ± 0.139 part.m⁻³

Macro particules : 10 %

Micro particules : 90 %

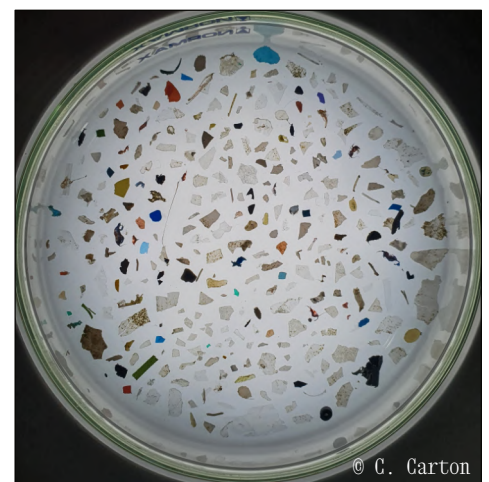
75.4 % fragments – 8.3 % fils – 16.1 % films – 0.2 % mousses



EM21-023-1



EM21-023-2



EM21-023-3



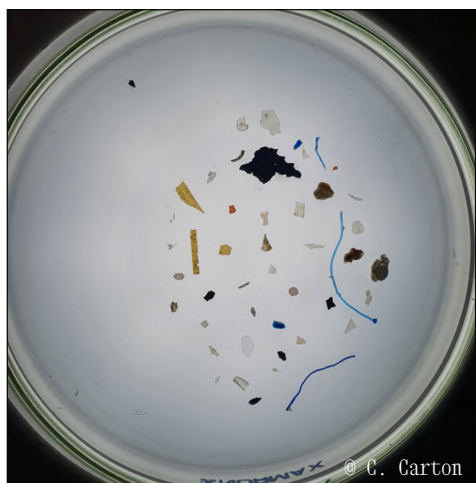
EM21-024-1



EM21-024-2



EM21-025



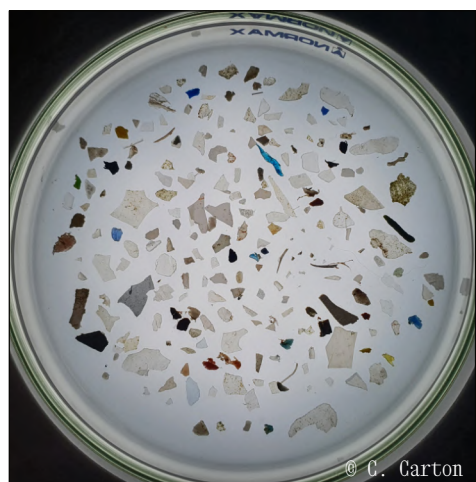
EM21-026



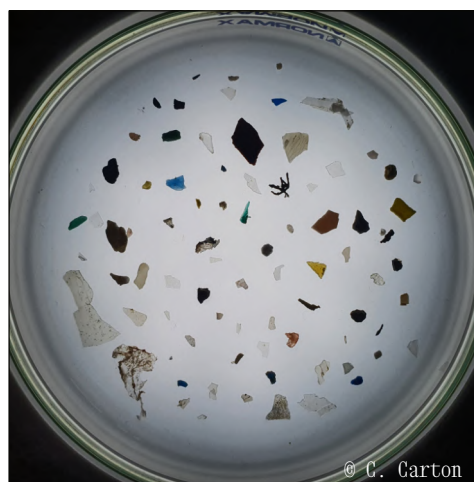
EM21-027



EM21-028



EM21-029



EM21-030



EM21-031

2.2.5. Campagne 5 : Barcelone - Gruissan

Entre Barcelone et Gruissan, nous avons réalisé 8 prélèvements avec le filet Manta.
Nous avons collectés 1033 déchets plastiques.

Mean : 129 ± 118 particules par Manta

Densité : 0.201 ± 0.189 part.m⁻³

Macro particules : 22 %

Micro particules : 78 %

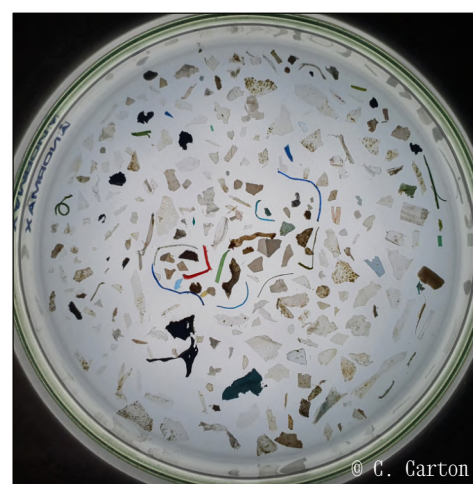
79.1 % fragments - 6.2 % fils - 13.2 % films - 1.3 % mousses - 0.2 % billes



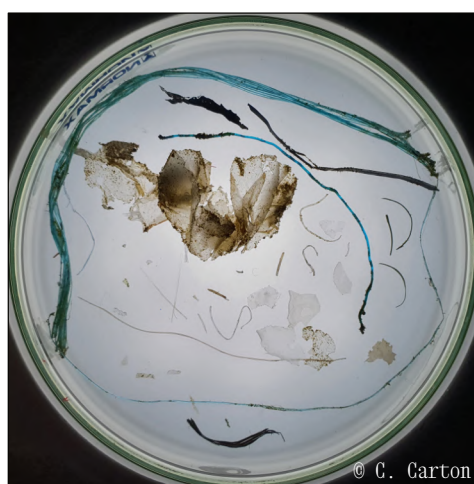
EM21-032



EM21-033



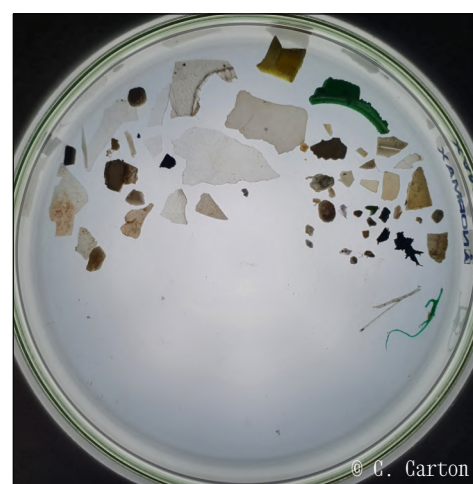
EM21-034-1



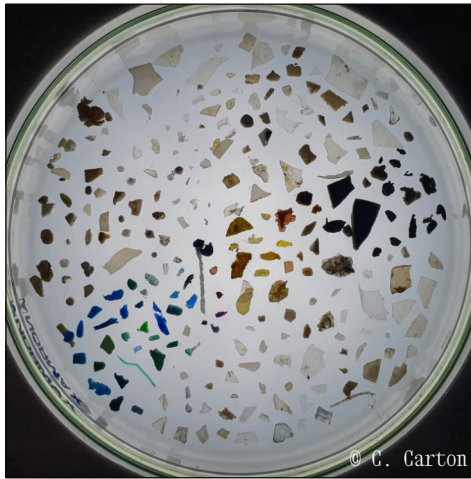
EM21-034-2



EM21-035



EM21-036-1



EM21-036-2



EM21-037



EM21-038



EM21-039

2.2.6. Campagne 6 - Gruissan - Marseille

Lors de la campagne n°6, nous avons réalisé 8 prélèvements avec le filet Manta. Nous avons collectés 73 déchets flottants.

Mean : 9 ± 9 particules par Manta

Densité : 0.015 ± 0.015 part.m⁻³

Macro particules : 20 %

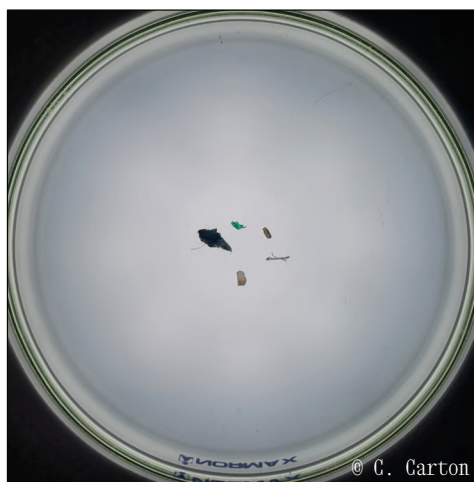
Micro particules : 80 %

51 % fragments – 27 % fils – 10 % films – 12 % mousses





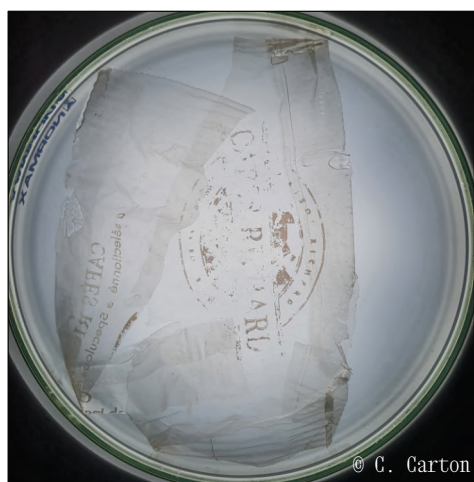
EM21-040



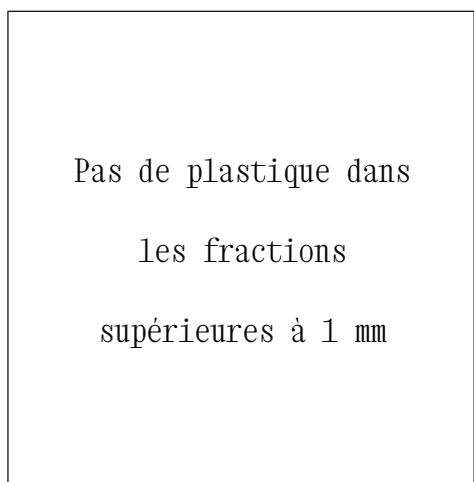
EM21-041



EM21-042-1



EM21-042-2



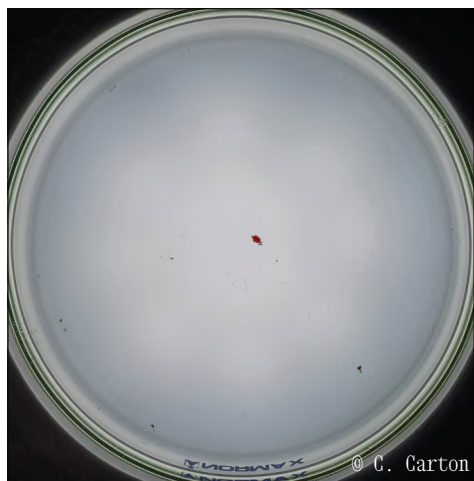
EM21-043



EM21-044



EM21-045



EM21-046



EM21-047

3. Étude du ratio zooplancton – plastique

Le transport des microplastiques flottants est principalement influencé par le vent et les courants, responsables de leur accumulation à la surface de la mer. Les organismes zooplanctoniques possèdent des capacités de nage, bien que relativement réduites, ils peuvent maintenir leur distribution dans certaines conditions hydrodynamiques. Ils peuvent aussi contrôler, par la migration nycthémerale, leur position dans la colonne d'eau. Pour cela, l'expédition MED a collecté des échantillons spécifiques lors des périodes de pleine lune, où cette migration semble être la plus marquée. Ces échantillons permettront d'étudier les quantités de plastique par rapport au zooplancton présent dans la couche de surface à l'échelle de la Méditerranée. Cette étude sera réalisée par **le Laboratoire d'Océanographie de Villefranche (LOV)** sous la supervision de Maria-Luiza Pedrotti.

Objectif : Développer un ratio entre les quantités de zooplancton et de plastique présents à la surface de la mer Méditerranée

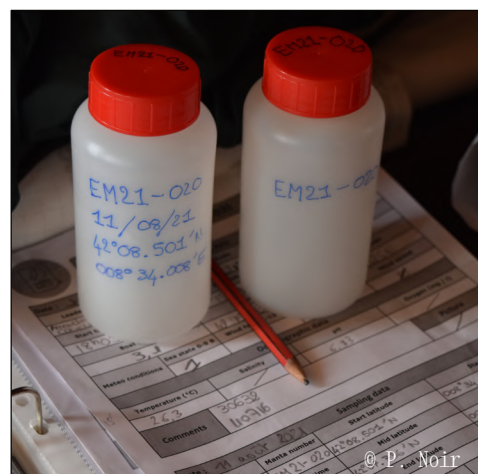
Nous avons réalisé 5 prélèvements pendant les périodes de pleine lune (24-25 juillet et 21-23 août 2021). Les échantillons sont en cours d'analyse au laboratoire LOV (Villefranche).



Déploiement du Manta de nuit



Récupération du prélèvement



Stockage des échantillons

4. Étude des communautés microbiennes

L'introduction des plastiques dans les océans fournit un très grand nombre de nouveaux substrats sur lesquels des microorganismes se développent. Ces plastiques sont des écosystèmes auto-suffisants qu'il est important de mieux étudier et comprendre. La composition bactérienne des communautés composant ces biofilms est de plus en plus étudiée par séquençage du gène codant pour l'ARN 16S. Cependant, une bactérie présente dans un biofilm n'est pas nécessairement un membre actif de la communauté. Jusqu'ici, très peu d'étude n'a étudié les protéines qui pouvaient être retrouvées dans ces plastisphères. Expédition MED a réalisé des prélèvements pour **le Laboratoire de Protéomique et Microbiologie (ProtMic)** du professeur Ruddy Wattiez de l'université de Mons (UMONS, Belgique) pour qu'ils puissent réaliser des analyses de métaproteomiques par spectrométrie de masse. L'intérêt est de mettre en évidence les microorganismes les plus actifs au sein du biofilm ainsi que d'avoir un aperçu des métabolismes utilisés par ces communautés.

Objectif : Collecter plusieurs échantillons de macro-plastiques flottants dans la mer Méditerranée pour étudier la diversité de la « Plastisphère » et les communautés la composant.

Nous avons réalisé 36 prélèvements de déchets plastiques colonisés en milieu marin (côtier et au large), dans des estuaires et dans des ports. Les échantillons sont en cours d'analyse au laboratoire ProtMic (Mons, Belgique).



Collecte de macro plastiques



Préparation des échantillons



Stockage des échantillons

5. Étude des plastiques dans la colonne d'eau

Un nouveau protocole a été testé cette année par l'équipe d'Expédition MED : la quantification et la caractérisation des microplastiques présents dans la colonne d'eau. En effet selon leur densité, certains plastiques sont amenés à flotter, d'autres à couler vers les fonds marins et certains peuvent rester en suspension dans la colonne d'eau. Nous nous sommes donc équipé d'un filet (construit selon les instructions de Philippe Fanget, Laboratoire EDYTEM) avec une maille de 200 μm permettant de réaliser des prélèvements verticaux à différentes strates et jusqu'à une profondeur de 50 m.

Objectif : Produire des données sur la quantité et la typologie des déchets plastiques présents dans la colonne d'eau

Nous avons réalisés plusieurs prélèvements dans la colonne d'eau. Ils sont en cours d'analyse au laboratoire d'Expédition MED.



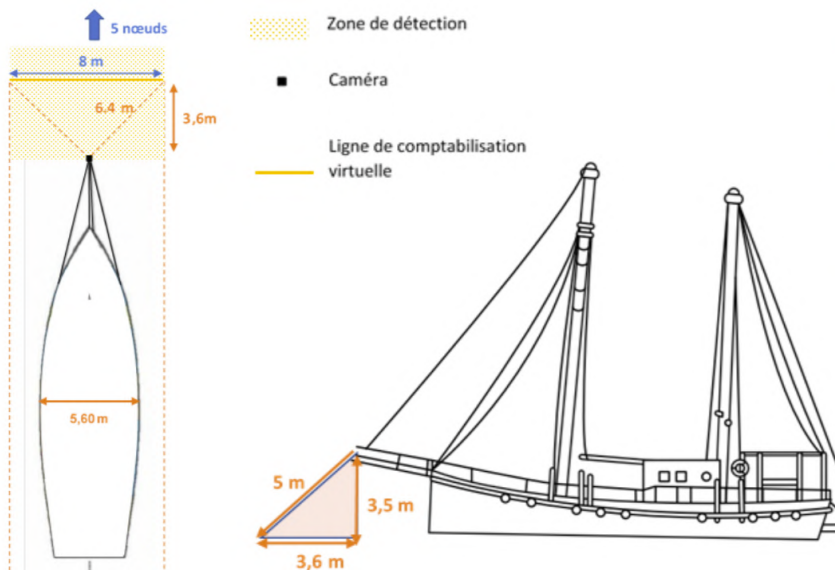
Déploiement du filet dans la colonne d'eau

6. Projet Macro Waste Tracker

Les observations visuelles permettant d'évaluer la quantité et le type des macro déchets présents à la surface des fleuves ou des mers présentent un travail fastidieux qui ne peut être réalisé en continu et à grande échelle.

Objectif : Comptabiliser et caractériser en temps réel les macro déchets flottants présents sur la trajectoire du bateau

Le système Macro Waste Tracker, développé par **Cyril Carton (service civique chez Expédition MED)**, vise à automatiser la comptabilisation et la classification des macro déchets, en milieu fluvial et marin. Équipé d'une caméra, le flux vidéo est traité en temps réel à l'aide d'un modèle de réseau neuronal, adapté pour la détection des macro déchets. Ce système a déjà montré des résultats prometteurs en milieux fluvial, pouvant analyser les macro déchets d'une taille minimale de 3 cm depuis 5 mètres de distance. L'expédition Vigieplastic méditerranée 2021, a été l'occasion d'adapter et de tester ce système en milieu marin. Ce dernier a été installé à la proue du Bonita.



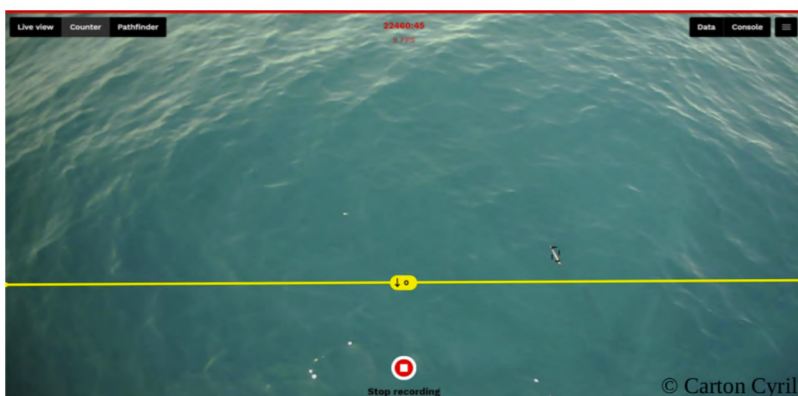
Présentation des distances de détection du système MWT installé sur le Bonita

6.1. Méthodologie

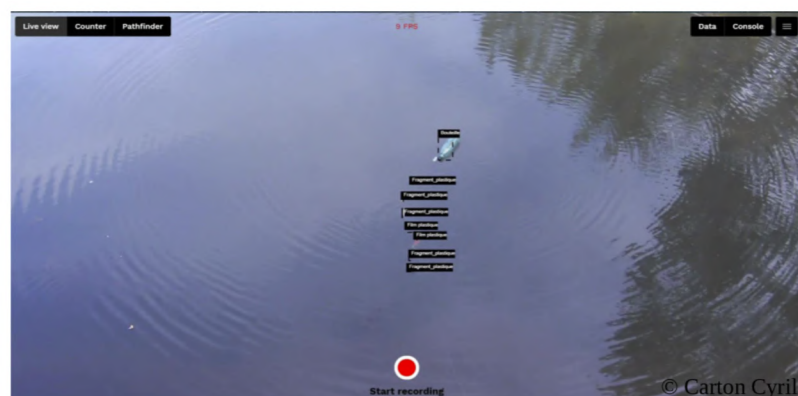
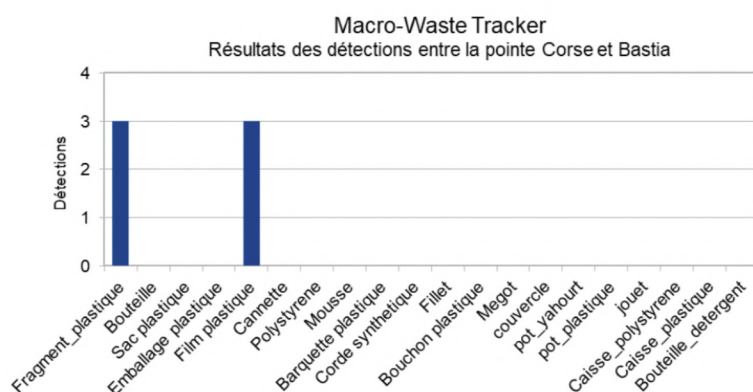
Pour adapter le système au milieu marin, plusieurs difficultés ont dû être surmontées, notamment la façon de conserver un flux vidéo stable malgré les mouvements du Bonita (tangage, roulis, lacet ...), le traitement des faux positifs dus aux reflets importants du soleil sur la surface de l'eau, ou encore les vitesses changeantes du bateau.

Un stabilisateur motorisé a été rajouté afin de réaliser une première stabilisation des mouvements, dans le référentiel de la caméra. Les mouvements de tangages du bateau restant néanmoins problématique, un traitement algorithmique a été effectué pour permettre une détection fiable et éviter les comptabilisations multiples de macro déchets.

Une vérification des macro déchets détectés a ensuite été réalisée à partir des enregistrements vidéo.



Un fragment détecté durant la navigation entre la pointe Corse et Bastia



Détections en milieu fluvial à partir de huit macro déchets retrouvés sur des berges ou des plages



Installation du système MWT sur un pont



La seconde difficulté est liée aux reflets du soleil sur la surface de l'eau, qui dépendent de la direction du bateau et des moments de la journée. En effet, ces reflets peuvent provoquer des faux positifs et être par exemple, identifiés comme des fragments par l'algorithme. Pour contourner ce problème une seconde caméra a été installée à différents moments de la journée afin de pouvoir étiqueter ces reflets et entraîner le modèle à les distinguer. Ainsi ils peuvent être filtrés dans l'algorithme de détection. Un filtre polarisant est installé sur les nouvelles version du système, afin de réaliser un premier traitement de ces reflets.

La vitesse du bateau est également un point de difficulté : La bonne comptabilisation des macro déchets nécessite une vitesse d'inférence suffisamment élevée. Pour cela le modèle a été développé pour permettre le meilleur compromis entre la taille des macro déchets détectés et une vitesse d'inférence suffisante pour permettre leur comptabilisation aux différentes vitesses de navigation.

6.2. Améliorations en cours

Plusieurs améliorations sont en cours de développement. Comme l'entraînement de nouvelles classes de macro déchets, pour qu'à terme le système puisse caractériser l'ensemble des macro déchets retrouvés en mer et dans les fleuves.

Un second point d'amélioration consiste dans la diminution de la taille minimale de détection des macro déchets et/ou l'augmentation de la distance de détection, pour permettre d'adapter le système aux différentes situations (bateaux, ponts, drones UAV/UUV...)

Plus d'informations sur le site : macrowastetracker.org



7. Équipage 2021



Bruno
Directeur d'Expedition MED



Giulio
Capitaine du Bonita



Laura
Responsable scientifique



Jérémy
Encadrement scientifique



Marion
Encadrement scientifique



Cyril
Responsable Macro Waste Tracker
Assistant scientifique



Marie
Responsable communication
Photographe



Alice
Assistante scientifique



Théo
Assistant scientifique



Paulin
Photographe
Prises de vues aériennes



Cécile
Photographe



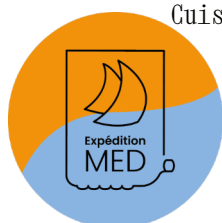
Eva
Cuisinière



Silvia
Cuisinière



Serena
Cuisinière



8. Écovolontaires 2021

Merci à tous les écovolontaires

Sans vous cette aventure ne serait pas possible !

Campagne 1 : Fiumicino – Bastia

Dominique, Ugo, Coline, Laure

Campagne 2 : Bastia – Saint Laurent du Var

Jacques, Ugo, Maria, Catherine, Christine, Lucien

Campagne 3 : Saint Laurent du Var – Bonifacio

Maria, Lorraine, Amandine, Caroline, Véronique, Lucile

Campagne 4 : Bonifacio – Barcelone

Nathalie, Véronique, Frédéric, Ludovic, Nicolas

Campagne 5 : Barcelone – Gruissan

Eva, Axel, Alexis, Laura, Laura

Campagne 6 : Gruissan – Marseille

Jean-Paul, Marie-Anne, Béatrice, Catherine, Enora



9. Nos partenaires

Partenaires privés



Mécénat technique et de compétence



Partenaires scientifiques



Partenaires publics



Ports d'accueil

