



Analyse de l'influence des courants marins et des vents sur la dérive des déchets plastiques de surface en Méditerranée

UFR Sciences et Techniques

Rapport du Projet Personnel de Recherche

Marinot Bellies Malo

L2PCR

23 juin 2026



Tuteur :Yann Ourmières

Table des matières

1. Collecte de microplastiques par utilisation d'un Filet Manta	5
1.1. Construction du filet Manta	5
1.2. Premier prélèvement de microplastiques	6
1.2.1. Choix de la zone de prélèvement	6
1.2.2. Choix du jour de prélèvement	6
1.2.3. Mise en place du Filet Manta	7
1.3. Deuxième prélèvement de microplastiques	7
1.4. Influence du Mistral sur le courant liguro-provençal	8
1.4.1. Caractéristiques du courant liguro-provençal	8
1.4.2. Observations de Millot et Wald	8
1.4.3. Interprétation pour les microplastiques	9
2. Analyse d'une campagne de prélèvement en Méditerranée occidentale	10
2.1. Campagne de prélèvement de l'Association 7ème Continent	10
2.2. Caractéristiques du détroit de Gibraltar	10
2.3. Courantologie appliquée au transport de microplastiques	11
2.4. Le fonctionnement hydrodynamique de la Méditerranée occidentale	11
2.5. Analyse des résultats de la campagne de prélèvement	11
2.5.1. Premières stations (1 à 7)	12
2.5.2. Stations 7 à 11	13
2.5.3. Stations 12 à 17	13
2.5.4. Influence du courant liguro provençal	13
3. Conclusion	13
Annexes	15
A. Mise en place du filet	15
B. Filtration	16
C. Observations au microscope	17
D. Données de l'Association Expédition 7ème continent	20

Remerciements

Mes remerciements s'adressent tout particulièrement à mon encadrant, Monsieur Yann Ourmières pour ses conseils et son accompagnement pendant ces deux années de Projet Personnel de Recherche. Je remercie également Madame Véronique Lenoble pour son aide précieuse dans la réalisation de la partie expérimentale de ce projet. Je lui suis particulièrement reconnaissant de m'avoir permis d'accéder au laboratoire.

Je remercie également les membres du jury, mes enseignants, Madame Faccanoni pour son soutien durant ces deux années.

Introduction

Pour quiconque explore régulièrement les fonds marins, la réalité de la pollution plastique n'est plus une simple statistique abstraite, mais un constat visuel quotidien. En tant que passionné de plongée sous-marine, j'ai pu observer de mes propres yeux, au fil des immersions, la présence incessante des débris plastiques qui colonisent désormais les écosystèmes marins, des zones côtières jusqu'aux récifs plus profonds. Cette expérience de terrain met en lumière de manière saisissante ce que la communauté scientifique qualifie aujourd'hui de crise environnementale globale. En effet, loin de se cantonner à une nuisance esthétique macroscopique, ces polymères synthétiques subissent en mer un processus continu de fragmentation physico-chimique.

Depuis l'avènement de l'ère industrielle et l'essor de la pétrochimie au XX^e siècle, la production mondiale de polymères synthétiques n'a cessé de croître, pour atteindre aujourd'hui plusieurs centaines de millions de tonnes par an. Du fait de leur forte persistance chimique, de leur résistance à la dégradation macromoléculaire et de l'inefficacité de certaines filières de gestion des déchets, une fraction majeure de ces matériaux s'accumule dans la biosphère et plus particulièrement au sein des écosystèmes marins. Sous l'action conjointe du rayonnement ultraviolet, des contraintes mécaniques hydrodynamiques et de l'érosion biologique, ces macro-déchets subissent un processus de fragmentation continue. Ils se transforment alors en « microplastiques », des particules hydrophobes dont la taille est conventionnellement inférieure à 5 millimètres. Longtemps perçue comme une pollution purement visuelle ou macroscopique, la présence de ces micro-particules en surface des océans constitue désormais une crise environnementale mondiale et un défi d'étude, à la croisée de la chimie des matériaux et de la physique des fluides géophysiques.

L'étude de la dynamique de ces polluants en mer semi-fermée, telle que la mer Méditerranée, s'avère particulièrement cruciale. Bien qu'elle ne représente qu'environ 1 % de la surface océanique mondiale, la Méditerranée concentre une activité industrielle dense (zones urbaines majeures, complexes industrialo-portuaires à l'image de l'axe Marseille-Fos, et couloirs de navigation internationale) qui constitue l'une des zones les plus chargées en débris plastiques au monde. Une fois introduits en milieu marin, les microplastiques flottants, dotés d'une densité inférieure ou égale à celle de l'eau de mer, se comportent en première approximation comme des traceurs passifs. Leur distribution spatio-temporelle n'est pas homogène ; elle est gouvernée par le transport advectif et hydrodynamique des masses d'eau superficielles. Comprendre la cinétique de dérive de ces particules et identifier leurs zones d'accumulation préférentielles impose d'articuler des observations in situ à échelle locale avec des analyses courantologiques à l'échelle d'un bassin océanique. C'est précisément dans cette double démarche, à la fois expérimentale et théorique, que s'inscrit ce Projet Personnel de Recherche. L'objectif central de ce travail est d'analyser l'influence des courants marins de surface et des régimes de vents sur la dérive et la concentration des déchets plastiques de surface.

Pour répondre à cette problématique, notre étude s'articulera autour de deux axes principaux. Dans une première partie, nous adopterons une approche expérimentale et locale centrée sur le littoral provençal. Nous documenterons la conception, la fabrication et le déploiement d'un dispositif d'échantillonnage de surface — un filet de type Manta — tracté au large de Martigues (Bouches-du-Rhône) sous deux conditions météorologiques distinctes. Les résultats quantitatifs obtenus seront mis en perspective avec la dynamique du vent de Nord-Nord-Ouest dominant (le Mistral) et le courant liguro-provençal. Dans une seconde partie, nous élargirons notre champ d'étude à l'échelle de la Méditerranée occidentale en exploitant et en analysant les données macroscopiques issues d'une campagne océanographique menée en juin 2021 par l'Association « Expédition 7ème Continent ». Nous appliquerons les principes fondamentaux de la courantologie et des équations de transport hydrodynamique pour interpréter les fortes fluctuations de concentrations observées entre l'océan Atlantique et la mer d'Alboran, mettant en lumière le rôle capital du détroit de Gibraltar et des structures tourbillonnaires (gyres et zones de convergence de surface) dans la rétention à long terme de cette pollution plastique.

1. Collecte de microplastiques par utilisation d'un Filet Manta

Cette première partie du projet s'inscrit dans une démarche expérimentale visant à caractériser la présence de plastiques flottants en milieu marin. Ainsi, une collecte de microplastiques a été réalisée à l'aide d'un filet Manta. A l'échelle internationale, ce dispositif in-situ est le plus couramment utilisé pour couramment utilisé afin d'échantillonner les particules flottantes présentes à la surface de l'eau, notamment les microplastiques.

1.1. Construction du filet Manta

L'objectif de ce projet était, dans un premier temps, de construire un filet Manta puis de l'utiliser pour collecter des déchets plastiques en mer. Après plusieurs recherches concernant sa conception, il est rapidement apparu que la reconstruction d'une structure flottante similaire à celles utilisées par les professionnels serait relativement complexe et coûteuse. Il a donc été décidé de commencer par la fabrication de la structure métallique. Par la suite, la question de la flottabilité s'est posée. Afin de permettre la traction du filet derrière un bateau, celui-ci devait rester en surface. Pour cela, un ancien flotteur de windsurf a été employé comme élément de flottabilité. La structure a été sanglée au flotteur. La traction a ensuite été assurée à l'aide d'un palonnier de wakeboard, dédoublé par une garcette fixée aux taquets arrière du bateau.



FIGURE 1 – Armature du Filet vue de dessus



FIGURE 2 – Planche de windsurf utilisée comme flotteur

1.2. Premier prélèvement de microplastiques

1.2.1. Choix de la zone de prélèvement

Le premier prélèvement a été réalisé le 25 octobre 2025 au large de Martigues, dans les Bouches-du-Rhône. Plus précisément, les échantillons ont été collectés au large de l'Anse des Laurons et de Carro. Le choix de cette zone repose sur plusieurs raisons. Tout d'abord, d'un point de vue logistique, le départ depuis le port de Carro présentait une solution particulièrement pratique pour la mise en œuvre des opérations de prélèvement. Ce secteur présente également un intérêt scientifique pour l'étude des microplastiques. En effet, le littoral de Martigues se situe à proximité du complexe industrialo-portuaire de Marseille-Fos. Cette zone regroupe des activités pétrochimiques, un trafic maritime important ainsi que des zones urbaines densément peuplées. Ces activités constituent des sources potentielles de microplastiques. Elles peuvent notamment entraîner des pertes de granulés plastiques industriels, l'usure de matériaux et d'équipements, ou encore des rejets d'origine urbaine et industrielle. Les sites étudiés sont donc susceptibles de recevoir des apports de microplastiques provenant de ces activités régionales. Par ailleurs, Carro est situé à l'entrée est du golfe de Fos. Les courants côtiers, associés aux vents dominants comme le mistral, peuvent transporter des débris plastiques sur plusieurs kilomètres. Ils peuvent également favoriser leur accumulation dans certaines zones du littoral, notamment dans les anses abritées. Enfin, à l'est de Carro se trouve l'agglomération marseillaise. Les rejets urbains peuvent contribuer à la présence de microplastiques en mer, même après le traitement des eaux usées. On y retrouve notamment des fibres textiles et des particules issues de produits de consommation courante.

1.2.2. Choix du jour de prélèvement

Le choix du jour de prélèvement était essentiellement basé sur l'hypothèse suivante. Habituellement, le littoral de la Cote Bleue est pollué de déchets plastiques et organiques (algues "posidonies") après un épisode de vent d'Est. Ainsi, le but était d'aller prélever des déchets plastiques après le passage du vent d'Est. Or, après avoir confirmé la période de prélèvement la météo a changée et le mistral est arrivé deux jours avant de prélever. Ainsi, le 25 octobre, le vent dominant était le mistral. Le prélèvement a tout de même été réalisé dans l'optique de créer un prélèvement témoin dans cette expérience de collecte.

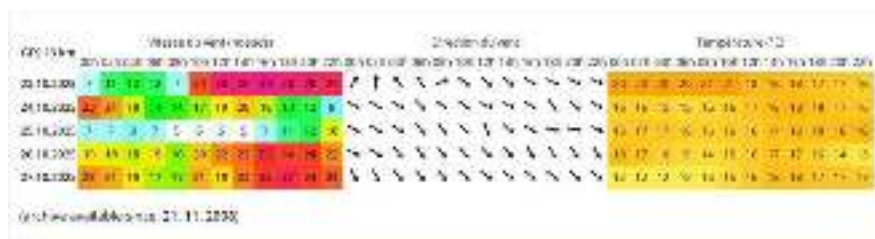


FIGURE 3 – Archives Windguru - Carro, France - du 23/10/2025 au 27/10/2025

1.2.3. Mise en place du Filet Manta

Le filet Manta a été tracté à une vitesse d'environ 2 nœuds (3,7 km/h), afin de limiter les contraintes mécaniques susceptibles d'endommager le matériel. Le suivi GPS du déplacement a permis d'estimer une distance parcourue d'environ 5 km. Une fois le prélèvement terminé et le filet ramené à quai, sa partie terminale a été immergée dans une grande bassine d'eau afin d'en extraire les microplastiques et autres débris collectés. Les échantillons récupérés ont ensuite été analysés dans la salle de travaux pratiques du bâtiment U. Une filtration sous vide de type Büchner a été réalisée, suivie d'une observation des filtres au microscope. Le comptage a permis d'identifier environ 110 microplastiques. Les dimensions de l'ouverture du filet étant de 45 cm de largeur et 22 cm de hauteur, le volume d'eau filtré a été calculé à partir du produit de l'aire de la bouche du filet par la distance parcourue. Le volume total filtré est ainsi estimé à environ 495 m³. À partir des 110 microplastiques recensés, la concentration moyenne obtenue est de l'ordre de 2,2 microplastique par mètre cube d'eau. Cette valeur correspond approximativement à un microplastique pour 4,5 m³ d'eau. La faible concentration observée pourrait s'expliquer par la présence du mistral, dont l'action tend à éloigner les microplastiques des zones côtières, limitant ainsi leur prélèvement le long du littoral. Ce premier prélèvement a conduit à s'interroger sur les mécanismes de transport des microplastiques, notamment leur vitesse de déplacement ainsi que leur répartition spatiale en fonction des courants marins et des vents locaux. Afin d'explorer cette hypothèse, un second prélèvement a été entrepris dans le but d'évaluer l'influence des conditions météorologiques sur la présence de microplastiques à proximité du littoral.

1.3. Deuxième prélèvement de microplastiques

Le second prélèvement a été réalisé le 3 mai 2025. La sortie a été décidée en fonction des disponibilités et des conditions météorologiques du moment. Les deux jours précédents avaient été marqués par un vent de secteur sud-est.



FIGURE 4 – Archives Windguru - Carro, France - du 30/04/2026 au 04/05/2026

Afin de permettre une comparaison pertinente avec le premier prélèvement, un trajet similaire a été suivi entre l'Anse des Laurons et Carro. L'état de la mer étant légèrement plus agité, la vitesse de traction du filet a été réduite afin de limiter les risques de casse du filet. Contrairement au premier prélèvement, il n'a pas été possible de réaliser une filtration en laboratoire. Une observation visuelle du contenu du filet a dans un premier temps révélé une quantité de particules significativement plus importante que lors du premier prélèvement, suggérant une concentration plus élevée en microplastiques. Le contenu du filet a alors été filtré à l'aide d'une maille équivalente à celle du filet de prélèvement dans une grande bassine d'eau. Les particules récupérées ont été déposées sur une feuille de papier pour être observées et comptées. Bien que la méthode utilisée soit moins précise que celle employée lors du premier prélèvement, le comptage a permis d'estimer la présence d'un peu plus d'une centaine de microplastiques. La distance parcourue lors de ce second prélèvement étant d'environ 2 km, le volume d'eau filtré était inférieur à celui du premier échantillonnage. En utilisant les mêmes dimensions de filet, la concentration obtenue est estimée à environ 5 microplastiques par mètre cube, soit plus du double de la valeur mesurée lors du premier prélèvement. Ce résultat apparaît cohérent avec les observations réalisées sur le terrain. Toutefois, la différence de protocole de filtration entre les deux prélèvements

constitue une source potentielle d'incertitude et doit être prise en compte dans l'interprétation des résultats. L'ensemble de ces observations a conduit à approfondir l'étude de l'influence des vents locaux sur la distribution des microplastiques en mer et leur accumulation à proximité des côtes.

1.4. Influence du Mistral sur le courant liguro-provençal

D'après l'article de **Claude Millot et Lucien Wald (1980)**, publié par **HAL Open Sciences**, "The effect of Mistral wind on the Ligurian current near Provence", le courant dominant dans le golfe du Lion, le Mistral, a un effet direct sur le courant liguro-provençal. Le Mistral est un vent qui souffle "off-shore"¹, en Nord-Nord-Ouest.

1.4.1. Caractéristiques du courant liguro-provençal

Le courant liguro-provençal est un courant de surface qui circule naturellement d'Est en Ouest le long des côtes de la Méditerranée nord-occidentale.



FIGURE 5 – Le courant liguro-provençal

Il transporte des eaux relativement chaudes depuis la mer Ligure vers les côtes provençales puis le golfe du Lion. Le mistral, vent soufflant en NNO a une direction opposée à celle du courant liguro-provençal. Ainsi, près des côtes de Provence, le vent ne renforce pas la circulation océanique mais tend au contraire à le freiner.

1.4.2. Observations de Millot et Wald

Pour étudier cette interaction, les chercheurs ont suivi une zone frontale séparant les eaux chaudes du courant liguro-provençal des eaux plus froides remontées à la surface par les phénomènes d'upwelling² dans le golfe du Lion. Cette frontière thermique constitue un excellent traceur du déplacement du courant.

1. "Off-shore" signifie un vent qui souffle de la terre vers la mer.

2. Upwelling : "Remontée d'eau", désigne le mouvement vertical ascendant d'eaux profondes vers la surface des océans

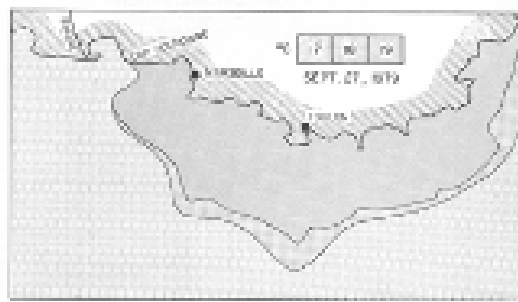


Figure 4

Although only five images are from late summer and early fall, the one taken on September 27, 1979, suggests a circulation which is supported by insitu current measurements starting this date, the lowering of the NW winds allows the Ligurian current to flow along the coast and the continental shelf of the Gulf of Lion.

Bien que les images satellites soient peu nombreuses vers la fin de l'été et le début de l'automne, la map prise le 27 septembre 1979 suggère une circulation qui est confirmée par des mesures in situ à cette époque, l'atténuation des vents de NW permet au courant liguro-provençal de progresser le long de la côte sur le plateau continental du Golfe du Lion.

FIGURE 6 – Différences de température sur le littoral provençal

Les observations satellitaires montrent que lorsque le mistral souffle fortement, avec des vitesses de l'ordre de 8 à 10 m/s, la position de cette zone frontale reste pratiquement fixe. Le courant de surface est alors bloqué et ne progresse plus vers l'ouest. En revanche, lorsque l'intensité du vent diminue, la situation change rapidement. Les auteurs mesurent alors des vitesses de propagation d'environ 20 cm/s lorsque le vent descend à 5–6 m/s, puis jusqu'à 30 cm/s lorsque le vent devient très faible. Ces résultats montrent l'existence d'une relation inverse entre l'intensité du mistral et la progression du courant liguro-provençal : plus le vent est fort, plus le courant est freiné ; plus le vent faiblit, plus le courant retrouve sa circulation naturelle vers l'ouest.

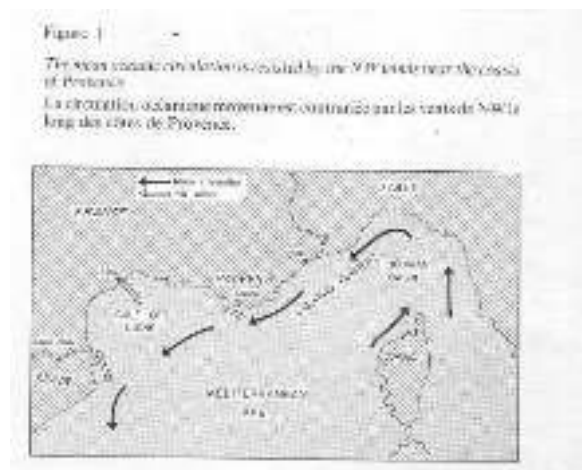


FIGURE 7 – Circulation océanique contrariée par les vents de Nord-Ouest

L'étude met également en évidence que, lors des périodes de vents faibles de fin d'été, le courant liguro-provençal peut longer les côtes provençales puis pénétrer sur le plateau continental du golfe du Lion. À l'inverse, lorsque les épisodes de mistral sont fréquents, cette progression vers l'ouest devient beaucoup plus limitée.

1.4.3. Interprétation pour les microplastiques

Cette dynamique est particulièrement intéressante dans le cadre d'une étude des microplastiques. En effet, le courant liguro-provençal constitue un vecteur potentiel de transport des particules flottantes le long du littoral méditerranéen. Les zones côtières comme Carro ou l'Anse des Laurons peuvent alors être influencées par des particules provenant de secteurs plus orientaux du littoral méditerranéen.

Les travaux de **Millot et Wald** montrent que les vents forts de Nord-Ouest s'opposent à la progression du courant le long des côtes provençales et peuvent temporairement bloquer son avancée vers l'ouest. Dans ces conditions, l'alimentation des eaux côtières de Carro par les masses d'eau transportées par ce courant est susceptible d'être réduite, ce qui pourrait limiter l'apport de particules flottantes telles que les microplastiques.

De plus, les vents de nord-ouest favorisent également un déplacement des eaux superficielles vers le large. La quantité d'eau provenant du courant liguro-provençal atteignant la zone côtière de Carro diminue alors. Les particules flottantes associées à ces masses d'eau, notamment les microplastiques, peuvent être moins nombreuses dans les eaux côtières échantillonnées.

Ainsi, la diminution des quantités de microplastiques au large de Carro peut s'expliquer par ces phénomènes. A l'échelle locale, les vents comme le vent d'Est ou encore le mistral influence donc la dérive des plastiques en surface.

De plus, il est intéressant de s'intéresser à une plus grande échelle afin de comprendre les mécanismes de dynamique océanique dans le bassin méditerranéen.

2. Analyse d'une campagne de prélèvement en Méditerranée occidentale

2.1. Campagne de prélèvement de l'Association 7ème Continent

L'association "**Expédition 7ème Continent**" est une organisation à but non lucratif créée par **Patrick Deixonne** pour lutter contre la pollution marine causée par les déchets plastiques. Elle se concentre sur la sensibilisation et la réduction de cette pollution en menant des expéditions scientifiques, des opérations de collecte et des actions pédagogiques. A ce titre, l'association utilise des outils de collecte et de mesures telle que des rosettes Niskin ou encore des filets Manta. Lors d'une discussion avec mon tuteur **Yann Ourmières**, nous avons convenus qu'il serait intéressant d'analyser les résultats d'une des campagnes de collecte de l'association, réalisée en juin 2021. Cette campagne a été réalisée entre l'Atlantique et la Méditerranée occidentale avec un passage logique par le détroit de Gibraltar.

2.2. Caractéristiques du détroit de Gibraltar

Le détroit de Gibraltar est caractérisé par une forte dynamique océanique. En effet, la Méditerranée étant caractérisée par une évaporation très importante, elle perd donc davantage d'eau qu'elle n'en reçoit par les précipitations et les apports fluviaux. Ce déficit hydrique est compensé par une entrée permanente d'eau atlantique au niveau du détroit de Gibraltar.

Cette situation génère une circulation à deux couches, en surface les eaux qui viennent de l'Atlantique pénètrent dans la Méditerranée et en profondeur, les eaux méditerranéennes plus denses et plus salées ressortent dans l'Atlantique.



FIGURE 8 – Détroit de Gibraltar

De plus, le détroit n'a qu'une largeur de 13 kilomètres seulement à l'endroit le plus étroit ce qui implique une accélération des courants et de grosses turbulences. Ce détroit constitue une zone clé de la circulation océanique méditerranéenne.

Dans le cadre de cette étude sur la répartition des microplastiques entre l'Atlantique et la Méditerranée occidentale, la compréhension de la dynamique des courants marins est un élément fondamental pour interpréter les résultats. En effet, les microplastiques suivent les déplacements des masses d'eau. Leur distribution spatiale dépend donc fortement des mécanismes de circulation océanique et de transport advectif.

2.3. Courantologie appliquée au transport de microplastiques

La courantologie est la discipline qui étudie les mouvements des masses d'eau sous l'effet des différentes forces physiques. En milieu marin, les principaux mécanismes responsables de la circulation sont les gradients de densité liés aux différences de température et de salinité, l'action du vent à la surface de l'océan et la morphologie du littoral.

Les particules plastiques dont la densité est proche ou inférieure à celle de l'eau de mer restent majoritairement dans la couche superficielle. Elles sont alors transportées par les courants de surface selon un mécanisme appelé "advection".

L'advection correspond au déplacement horizontal d'une particule sous l'action directe d'un courant. Ainsi, lorsqu'une masse d'eau se déplace vers l'est, les microplastiques qu'elle contient suivent globalement la même trajectoire.

Le transport des microplastiques en Méditerranée peut être décrit à l'aide de l'équation de conservation d'un traceur passif³. Dans cette approche, la concentration en microplastiques C est assimilée à un scalaire transporté par les masses d'eau.

Son évolution est décrite par la dérivée particulaire :

$$\frac{DC}{Dt} = \frac{\partial C}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla C \quad (1)$$

où $\frac{DC}{Dt}$ représente la variation de concentration observée par une particule fluide se déplaçant avec le courant, $\frac{\partial C}{\partial t}$ la variation locale de concentration et $\vec{u} \cdot \nabla C$ le terme d'advection. Ce dernier traduit le transport horizontal des microplastiques par les courants marins. Ainsi, lorsqu'une masse d'eau atlantique pénètre dans la Méditerranée par le détroit de Gibraltar, les microplastiques qu'elle contient sont transportés vers l'est sous l'action du courant atlantique puis du courant algérien. La dérivée particulaire permet de suivre l'évolution de la concentration en microplastiques du point de vue d'une particule d'eau se déplaçant avec le courant.

Si $\frac{DC}{Dt} = 0$, la concentration reste constante au sein de la masse d'eau transportée : les microplastiques se comportent alors comme un traceur passif idéal. Les variations spatiales observées le long du transect résultent alors principalement des processus d'advection, de convergence et de dispersion qui modifient la répartition des particules à l'échelle du bassin méditerranéen.

Ainsi, le déplacement des microplastiques entre l'océan Atlantique et le bassin méditerranéen s'explique par l'étude des différents courants présents dans ces eaux.

2.4. Le fonctionnement hydrodynamique de la Méditerranée occidentale

Comme énoncé précédemment la Méditerranée est une mer semi-fermée caractérisée par un déficit hydrique important. L'évaporation y est supérieure aux apports fluviaux et aux précipitations. Cela a pour principale cause que la salinité de la mer méditerranée augmente progressivement. Pour contrer cela, l'eau de l'atlantique rentre car elle est moins salée. Ce mécanisme crée un courant responsable de l'apport de microplastiques en Méditerranée.

2.5. Analyse des résultats de la campagne de prélèvement

La campagne de prélèvement réalisée par l'association "Expédition 7ème Continent" s'est déroulée du 7 au 23 juin 2021. A bord de la goélette 7ème continent, les scientifiques ont effectués 17 prélèvements sur 17 stations différentes, partant du sud du Portugal jusqu'à l'est de la Sardaigne.

3. Traceur passif : particule qui est transportée par un fluide sans modifier le mouvement de ce fluide.



FIGURE 9 – Carte des stations de prélèvement

Nous allons donc analyser par secteur les résultats de cette campagne de collecte.

2.5.1. Premières stations (1 à 7)

Tout d'abord, les premières stations (1 à 7) sont dans le secteur Atlantique oriental et Méditerranée occidentale. C'est le secteur proche du détroit de Gibraltar. Comme dit précédemment, le détroit de Gibraltar a une largeur de seulement 14km ce qui a pour conséquence d'accélérer les courants lors du passage du détroit. C'est une zone de forts échanges entre l'Atlantique et la Méditerranée. Les forts apports en eaux venant de l'Atlantique engendrent une zone d'accumulation aux abords du détroit, côté Atlantique. De plus, côté Méditerranée se trouve la mer d'Alboran.



FIGURE 10 – Mer d'Alboran

Cette région est connue pour présenter deux grands tourbillons permanents qui sont le gyre occidental d'Alboran et le gyre oriental d'Alboran. Ces gyres⁴ sont générés après l'entrée du courant atlantique dans le bassin méditerranéen. En hydrodynamique, ils jouent un rôle important dans la rétention de particules flottantes. Les microplastiques peuvent y rester piégés pendant plusieurs semaines avant d'être réinjectés dans la circulation océanique. Ce phénomène pourrait expliquer les fortes concentrations observées sur les stations de prélèvements.

4. Gyre : (du grec « rotation ») est un gigantesque tourbillon d'eau océanique formé d'un ensemble de courants marins. Ces vortex sont provoqués par la force de Coriolis.

TABLE 1 – Concentrations en microplastiques mesurées dans les stations les plus contaminées du secteur Gibraltar-Alboran.

Station	Concentration ($\mu g.m^{-3}$)
5	457
6	287
2	272

En effet, les concentrations sur ce secteur sont parmi les plus élevées de la campagne ce qui suggère une accumulation locale liée aux structures tourbillonnaires de la mer d’Alboran.

2.5.2. Stations 7 à 11

Après avoir franchi Gibraltar, les eaux atlantiques forment le courant algérien, qui constitue le principal courant de surface de la Méditerranée occidentale. Ce courant longe la côte nord-africaine en direction de l’est. Il présente plusieurs caractéristiques importantes comme une vitesse relativement élevée, une forte instabilité et une formation fréquente de tourbillons. Ces tourbillons peuvent atteindre plusieurs dizaines de kilomètres de diamètre et constituent de véritables pièges à particules. Le courant algérien agit donc comme un convoyeur qui transporte les microplastiques sur plusieurs centaines de kilomètres tout en générant localement des zones d’accumulation. Les stations concernées montrent des concentrations variables :

Station	Concentration ($\mu g.m^{-3}$)
7	52
8	60
9	32
10	21
11	85

2.5.3. Stations 12 à 17

La station 14 présente la valeur la plus élevée de l’ensemble de la campagne. Cette accumulation peut être expliquée par plusieurs mécanismes complémentaires :

Convergences de surface Lorsque deux courants se rapprochent, les particules flottantes sont concentrées dans une même zone. Les microplastiques se comportent alors comme des matériaux flottants qui s’accumulent le long de lignes de convergence.

Ralentissement des courants Une diminution locale de la vitesse du courant favorise l’accumulation des particules. Les déchets flottants restent plus longtemps dans la zone et leur concentration augmente progressivement.

Tourbillons ou gyres La Méditerranée occidentale est particulièrement riche en structures tourbillonnaires issues du courant algérien. Ces gyres agissent comme des pièges naturels capables de concentrer durablement les microplastiques.

Les stations 13 et 14 semblent correspondre à ce type d’environnement.

2.5.4. Influence du courant liguro provençal

Entre la Sardaigne et l’Italie, la circulation est dominée par le courant liguro provençal. Il constitue l’une des principales voies de redistribution des eaux de surface du bassin nord-occidental. La station 17 présente des concentrations plus modérées, 30 fois moins importante que la station 14, ce qui nous renseigne sur la présence de courants actifs.

3. Conclusion

La première partie du projet a permis de mettre en place une démarche expérimentale complète visant à évaluer la présence de microplastiques en milieu côtier à l’aide d’un filet Manta construit au cours du projet. Les deux campagnes de prélèvement réalisées au large de Carro et de l’Anse des Laurons ont mis en évidence des concentrations de microplastiques de l’ordre de 10^{-2} particules par

mètre cube, avec une variabilité notable entre les deux échantillonnages. Malgré les incertitudes liées aux conditions de mer, aux différences de protocole de filtration et aux variations météorologiques, ces résultats confirment la présence effective de particules plastiques flottantes dans cette zone du littoral méditerranéen. L'analyse des conditions de prélèvement a également montré que la dynamique des vents, en particulier le mistral et le vent d'Est, semblent jouer un rôle déterminant dans la distribution spatiale des microplastiques, en influençant à la fois les courants de surface et les phénomènes d'accumulation ou de dispersion près des côtes.

Ces observations mettent en évidence la nécessité d'approfondir l'étude des mécanismes de transport à l'échelle locale et régionale. Des travaux futurs pourraient notamment s'intéresser à la quantification plus fine de l'influence des vents sur les concentrations mesurées, en multipliant les campagnes de prélèvement selon des conditions météorologiques. Il serait également pertinent d'élargir l'étude à une approche spatio-temporelle plus large, intégrant les variations saisonnières ainsi que les apports du courant liguro-provençal à l'échelle du bassin méditerranéen. Enfin, la combinaison des observations in situ avec des modèles de circulation océanique permettrait de mieux comprendre les trajectoires des microplastiques et d'identifier les zones d'accumulation privilégiées, afin d'améliorer la compréhension globale de cette pollution marine.

La deuxième partie a permis d'élargir l'analyse à une échelle régionale en s'appuyant sur les données de la campagne de prélèvements menée par l'association "**Expédition 7ème Continent**" entre l'Atlantique et la Méditerranée occidentale. L'étude du détroit de Gibraltar a mis en évidence son rôle fondamental de zone d'échanges intense entre deux bassins aux caractéristiques hydrologiques contrastées, où les courants de surface atlantiques pénètrent dans la Méditerranée et transportent avec eux des microplastiques sur de longues distances. L'analyse de la courantologie a ensuite permis de montrer que ces particules se comportent globalement comme des traceurs passifs, leur répartition étant principalement gouvernée par les mécanismes d'advection, de convergence et de piégeage au sein des structures tourbillonnaires.

L'exploitation des données de la campagne révèle une forte hétérogénéité spatiale des concentrations en microplastiques, avec des zones d'accumulation marquées notamment au niveau de la mer d'Alboran et de certaines structures associées au courant algérien. Ces résultats confirment que la dynamique océanique, en particulier la présence de gyres, de fronts et de zones de convergence, joue un rôle déterminant dans la redistribution et la concentration des déchets plastiques à l'échelle du bassin méditerranéen. Ils soulignent également l'importance des conditions hydrodynamiques locales dans l'interprétation des valeurs mesurées, qui ne peuvent être comprises indépendamment du contexte physique dans lequel elles s'inscrivent.

Cette approche met en évidence la nécessité de coupler les observations de terrain à des outils de modélisation océanographique afin de mieux comprendre les trajectoires des microplastiques et d'anticiper leurs zones d'accumulation.

Dans une perspective de recherche future, il serait pertinent de développer des modèles numériques de transport lagrangien intégrant les courants de surface, le vent et les phénomènes de turbulence, afin de simuler la dispersion des particules à l'échelle du bassin méditerranéen. Par ailleurs, une analyse plus fine des types de plastiques (fibres, fragments, granulés) ainsi que de leur dégradation dans le temps permettrait d'affiner la compréhension des sources et des mécanismes d'entrée de cette pollution. Enfin, l'extension de ce type d'étude à d'autres bassins océaniques offrirait une vision comparative essentielle pour évaluer l'ampleur globale de la pollution par les microplastiques et ses dynamiques de transport à l'échelle planétaire.

Ce projet m'a permis d'acquérir une compréhension plus concrète et approfondie des mécanismes océanographiques, en particulier de la circulation des masses d'eau et de leur rôle dans le transport des particules en mer. En reliant des observations de terrain à des notions théoriques de courantologie et d'hydrodynamique, j'ai pu mieux saisir la complexité des interactions entre vent, courants et dynamique côtière. Cette expérience a également renforcé mon intérêt pour l'océanographie, un domaine que j'envisage désormais comme une orientation professionnelle future. En tant qu'admiratif des océans, travailler sur la problématique des microplastiques m'a sensibilisé à la fragilité de ces milieux et à l'importance de mieux comprendre leur fonctionnement pour pouvoir les protéger. Les connaissances acquises cette année ont donné du sens à des phénomènes jusque-là abstraits et ont confirmé mon envie de poursuivre dans l'étude des océans.

Annexes

A. Mise en place du filet



FIGURE 11 – Matériel pour le filet



FIGURE 12 – Tractage du filet

B. Filtration



FIGURE 13 – Eau à filtrer



FIGURE 14 – Filtration



FIGURE 15 – Résidu de microplastiques

C. Observations au microscope







D. Données de l'Association Expédition 7ème continent

g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000
g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000	g. 000000
1	01/04/2011	100	01/04/2011	01/04/2011	01	01	01	01	01
2	02/04/2011	110	02/04/2011	02/04/2011	02	02	02	02	02
3	03/04/2011	120	03/04/2011	03/04/2011	03	03	03	03	03
4	04/04/2011	130	04/04/2011	04/04/2011	04	04	04	04	04
5	05/04/2011	140	05/04/2011	05/04/2011	05	05	05	05	05
6	06/04/2011	150	06/04/2011	06/04/2011	06	06	06	06	06
7	07/04/2011	160	07/04/2011	07/04/2011	07	07	07	07	07
8	08/04/2011	170	08/04/2011	08/04/2011	08	08	08	08	08
9	09/04/2011	180	09/04/2011	09/04/2011	09	09	09	09	09
10	10/04/2011	190	10/04/2011	10/04/2011	10	10	10	10	10
11	11/04/2011	200	11/04/2011	11/04/2011	11	11	11	11	11
12	12/04/2011	210	12/04/2011	12/04/2011	12	12	12	12	12
13	13/04/2011	220	13/04/2011	13/04/2011	13	13	13	13	13
14	14/04/2011	230	14/04/2011	14/04/2011	14	14	14	14	14
15	15/04/2011	240	15/04/2011	15/04/2011	15	15	15	15	15
16	16/04/2011	250	16/04/2011	16/04/2011	16	16	16	16	16
17	17/04/2011	260	17/04/2011	17/04/2011	17	17	17	17	17
18	18/04/2011	270	18/04/2011	18/04/2011	18	18	18	18	18
19	19/04/2011	280	19/04/2011	19/04/2011	19	19	19	19	19
20	20/04/2011	290	20/04/2011	20/04/2011	20	20	20	20	20
21	21/04/2011	300	21/04/2011	21/04/2011	21	21	21	21	21
22	22/04/2011	310	22/04/2011	22/04/2011	22	22	22	22	22
23	23/04/2011	320	23/04/2011	23/04/2011	23	23	23	23	23
24	24/04/2011	330	24/04/2011	24/04/2011	24	24	24	24	24
25	25/04/2011	340	25/04/2011	25/04/2011	25	25	25	25	25
26	26/04/2011	350	26/04/2011	26/04/2011	26	26	26	26	26
27	27/04/2011	360	27/04/2011	27/04/2011	27	27	27	27	27
28	28/04/2011	370	28/04/2011	28/04/2011	28	28	28	28	28
29	29/04/2011	380	29/04/2011	29/04/2011	29	29	29	29	29
30	30/04/2011	390	30/04/2011	30/04/2011	30	30	30	30	30
31	31/04/2011	400	31/04/2011	31/04/2011	31	31	31	31	31
32	01/05/2011	410	01/05/2011	01/05/2011	32	32	32	32	32
33	02/05/2011	420	02/05/2011	02/05/2011	33	33	33	33	33
34	03/05/2011	430	03/05/2011	03/05/2011	34	34	34	34	34
35	04/05/2011	440	04/05/2011	04/05/2011	35	35	35	35	35
36	05/05/2011	450	05/05/2011	05/05/2011	36	36	36	36	36
37	06/05/2011	460	06/05/2011	06/05/2011	37	37	37	37	37
38	07/05/2011	470	07/05/2011	07/05/2011	38	38	38	38	38
39	08/05/2011	480	08/05/2011	08/05/2011	39	39	39	39	39
40	09/05/2011	490	09/05/2011	09/05/2011	40	40	40	40	40
41	10/05/2011	500	10/05/2011	10/05/2011	41	41	41	41	41
42	11/05/2011	510	11/05/2011	11/05/2011	42	42	42	42	42
43	12/05/2011	520	12/05/2011	12/05/2011	43	43	43	43	43
44	13/05/2011	530	13/05/2011	13/05/2011	44	44	44	44	44
45	14/05/2011	540	14/05/2011	14/05/2011	45	45	45	45	45
46	15/05/2011	550	15/05/2011	15/05/2011	46	46	46	46	46
47	16/05/2011	560	16/05/2011	16/05/2011	47	47	47	47	47
48	17/05/2011	570	17/05/2011	17/05/2011	48	48	48	48	48
49	18/05/2011	580	18/05/2011	18/05/2011	49	49	49	49	49
50	19/05/2011	590	19/05/2011	19/05/2011	50	50	50	50	50
51	20/05/2011	600	20/05/2011	20/05/2011	51	51	51	51	51
52	21/05/2011	610	21/05/2011	21/05/2011	52	52	52	52	52
53	22/05/2011	620	22/05/2011	22/05/2011	53	53	53	53	53
54	23/05/2011	630	23/05/2011	23/05/2011	54	54	54	54	54
55	24/05/2011	640	24/05/2011	24/05/2011	55	55	55	55	55
56	25/05/2011	650	25/05/2011	25/05/2011	56	56	56	56	56
57	26/05/2011	660	26/05/2011	26/05/2011	57	57	57	57	57
58	27/05/2011	670	27/05/2011	27/05/2011	58	58	58	58	58
59	28/05/2011	680	28/05/2011	28/05/2011	59	59	59	59	59
60	29/05/2011	690	29/05/2011	29/05/2011	60	60	60	60	60
61	30/05/2011	700	30/05/2011	30/05/2011	61	61	61	61	61
62	31/05/2011	710	31/05/2011	31/05/2011	62	62	62	62	62
63	01/06/2011	720	01/06/2011	01/06/2011	63	63	63	63	63
64	02/06/2011	730	02/06/2011	02/06/2011	64	64	64	64	64
65	03/06/2011	740	03/06/2011	03/06/2011	65	65	65	65	65
66	04/06/2011	750	04/06/2011	04/06/2011	66	66	66	66	66
67	05/06/2011	760	05/06/2011	05/06/2011	67	67	67	67	67
68	06/06/2011	770	06/06/2011	06/06/2011	68	68	68	68	68
69	07/06/2011	780	07/06/2011	07/06/2011	69	69	69	69	69
70	08/06/2011	790	08/06/2011	08/06/2011	70	70	70	70	70
71	09/06/2011	800	09/06/2011	09/06/2011	71	71	71	71	71
72	10/06/2011	810	10/06/2011	10/06/2011	72	72	72	72	72
73	11/06/2011	820	11/06/2011	11/06/2011	73	73	73	73	73
74	12/06/2011	830	12/06/2011	12/06/2011	74	74	74	74	74
75	13/06/2011	840	13/06/2011	13/06/2011	75	75	75	75	75
76	14/06/2011	850	14/06/2011	14/06/2011	76	76	76	76	76
77	15/06/2011	860	15/06/2011	15/06/2011	77	77	77	77	77
78	16/06/2011	870	16/06/2011	16/06/2011	78	78	78	78	78
79	17/06/2011	880	17/06/2011	17/06/2011	79	79	79	79	79
80	18/06/2011	890	18/06/2011	18/06/2011	80	80	80	80	80
81	19/06/2011	900	19/06/2011	19/06/2011	81	81	81	81	81
82	20/06/2011	910	20/06/2011	20/06/2011	82	82	82	82	82
83	21/06/2011	920	21/06/2011	21/06/2011	83	83	83	83	83
84	22/06/2011	930	22/06/2011	22/06/2011	84	84	84	84	84
85	23/06/2011	940	23/06/2011	23/06/2011	85	85	85	85	85
86	24/06/2011	950	24/06/2011	24/06/2011	86	86	86	86	86
87	25/06/2011	960	25/06/2011	25/06/2011	87	87	87	87	87
88	26/06/2011	970	26/06/2011	26/06/2011	88	88	88	88	88
89	27/06/2011	980	27/06/2011	27/06/2011	89	89	89	89	89
90	28/06/2011	990	28/06/2011	28/06/2011	90	90	90	90	90
91	29/06/2011	1000	29/06/2011	29/06/2011	91	91	91	91	91
92	30/06/2011	1010	30/06/2011	30/06/2011	92	92	92	92	92
93	01/07/2011	1020	01/07/2011	01/07/2011	93	93	93	93	93
94	02/07/2011	1030	02/07/2011	02/07/2011	94	94	94	94	94
95	03/07/2011	1040	03/07/2011	03/07/2011	95	95	95	95	95
96	04/07/2011	1050	04/07/2011	04/07/2011	96	96	96	96	96
97	05/07/2011	1060	05/07/2011	05/07/2011	97	97	97	97	97
98	06/07/2011	1070	06/07/2011	06/07/2011	98	98	98	98	98
99	07/07/2011	1080	07/07/2011	07/07/2011	99	99	99	99	99
100	08/07/2011	1090	08/07/2011	08/07/2011	100	100	100	100	100

Références

- [1] Claude Millot et Lucien Wald, 1980 *Influence du mistral sur le courant liguro-provençal*. HAL Open Sciences [HAL Open Sciences](#)
- [2] Association Expédition 7ème continent *Données de la campagne de prélèvement en Méditerranée*.
- [3] Sannino, G., Carillo, A., & Artale, V. (2007). *Three-layer view of transports and hydraulics in the Strait of Gibraltar : A three-dimensional model study*. Journal of Geophysical Research : Oceans
- [4] Sánchez-Garrido, J. C., & Nadal, I. (2022). *The Alboran Sea circulation and its biological response : A review*. [Frontiers in Marine Sciences](#)