
Étude de la contamination en Microplastiques dans deux systèmes côtiers : Le fleuve de l'Adour et le bassin versant de la baie de Douarnenez

Optimisation du protocole d'échantillonnage citoyen « filet Babylegs »

Marilou Villanueva - Master 2 Qualité des Milieux Aquatiques - 2019-2020

Stage effectué du 6 janvier au 15 septembre 2020 au sein de l'association La Pagaie Sauvage à Anglet sous la direction de Mme Lise Durantou



"Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil"

Résumé

Les systèmes aquatiques drainent les pollutions d'origine humaine et en particulier les microplastiques (MPs). Le fleuve de l'Adour et la baie de Douarnenez n'ont pas fait l'objet de recherches poussées sur le sujet. La finalité de ce rapport est de faire une première estimation de la quantité et de l'origine des MPs présents dans ces deux systèmes. De plus, cette pollution est facilement quantifiable avec un matériel scientifique adapté. L'élaboration d'outil simple et abordable est nécessaire, pour que chaque individu puisse avoir accès à la recherche et au partage des connaissances sur les MPs. Une méthode de prélèvement appelée « filet Babylegs » est déjà utilisée depuis quelques années. Des résultats sont obtenus grâce à cette méthode, mais n'ont jamais été comparés avec d'autres méthodes standardisées.

Trois campagnes d'échantillonnages ont été menées, pour un total de 64 échantillons analysés. Le traitement des échantillons a été réalisé avec la méthode standardisée NOAA. Les deux campagnes de quantification de MPs révèlent qu'ils sont présents sur la totalité des masses d'eau analysées. Les concentrations varient entre 0,04 et 1,40 MPs/m³ sur le réseau hydrographique de la baie et de 0,01 à 0,82 MPs/m³ pour le fleuve de l'Adour. Ces dispersions sont liées à la diversité des facteurs environnementaux et humains. Cette étude a montré que le filet Babylegs collectait 13 % de particules en moins que le filet Manta. Ces premiers résultats encourageants ont permis de rédiger des recommandations pour l'utilisation de cette méthode.

Mot clés : Microplastiques, méthodologie, échantillonnage, sciences participatives, fleuves

Abstract

Aquatic systems drain human pollution and in particular microplastics (MPs). The Adour River and the Bay of Douarnenez have not been the subject of extensive research on the subject. The purpose of this report is to make an initial estimate of the quantity and origin of the MPs present in these two systems. Moreover, this "solid" pollution is easily quantifiable with suitable scientific equipment. The development of a simple and affordable tool is necessary so that each individual can have access to research and knowledge sharing on MPs. A sampling method called "Babylegs net" has already been used for some years. Results have been obtained with this method, but have never been compared with other standardised methods.

Three sampling campaigns were carried out, for a total of 64 samples analysed. The samples were processed using the NOAA standardised method. The two campaigns for the quantification of MPs revealed that they are present in all the water bodies analysed. The concentrations vary from 0.04 MPs/m³ to 1.40 MPs/m³ on the bay's hydrographic network and from 0.01 MPs/m³ to 0.82 MPs/m³ for the Adour River. These dispersions are linked to the diversity of environmental and human factors. This study showed that the Babylegs net collected 13% fewer particles than the Manta net. These initial encouraging results have led to the drafting of recommendations for the use of this method.

Keywords: Microplastics, methodology, sampling, participatory science, rivers

Resumen

Los sistemas acuáticos drenan la contaminación producida por el hombre y en particular los microplásticos (MPs). El río Adour y la bahía de Douarnenez no han sido objeto de una investigación exhaustiva sobre el tema. El propósito de este informe es hacer una estimación inicial de la cantidad y el origen de las MPs presentes en estos dos sistemas. Además, esta contaminación "sólida" es fácilmente cuantificable con el equipo científico adecuado. Es necesario elaborar un instrumento sencillo y asequible para garantizar que todas las personas tengan acceso a la investigación y el intercambio de conocimientos sobre los movimientos MPs. Desde hace algunos años se utiliza un método de muestreo llamado "Babylegs net". Se han obtenido resultados con este método, pero nunca se han comparado con otros métodos normalizados.

Se realizaron tres campañas de muestreo, para un total de 64 muestras analizadas. Las muestras fueron procesadas usando el método estandarizado de la NOAA.

Las dos campañas de cuantificación de MPs revelaron que están presentes en todos los cuerpos de agua analizados. Las concentraciones varían de 0,04 MPs/m³ a 1,40 MPs/m³ en la red hidrográfica de la bahía y de 0,01 MPs/m³ a 0,82 MPs/m³ para el río Adour. Estas dispersiones están relacionadas con la diversidad de los factores ambientales y humanos. La comparación de los dos métodos de muestreo mostró que existía una diferencia del 13% entre el número de MPs recogidos en la red Manta y la red Babylegs. Estos resultados iniciales alentadores han dado lugar a recomendaciones para el uso de este método.

Palabras clave: Microplásticos, metodología, muestreo, ciencia participativa, ríos

Remerciements

Mes premiers remerciements vont aux membres de l'association La Pagaie Sauvage, qui m'ont accueillie dans leur structure et fait confiance durant ce stage. Je remercie tout d'abord M. Alexandre Schaal, président de l'association, ainsi que Mme Lise Durantou, chargée de mission et encadrante du projet, pour leurs dévouements, collaborations et bonnes humeurs. Mais également pour leur partage de connaissances sur les questions environnementales et sociétales. Je tiens à citer Anthony Cauchy pour son aide durant la campagne d'échantillonnage ainsi que ses beaux clichés qui ont rendu possible l'illustration d'une partie de ce rapport.

Je remercie aussi l'équipe scientifique de l'UFR Sciences et Techniques de la Côte Basque, Mme Mathilde Monperrus et M. Laurent Lanceleur, enseignants-chercheurs, pour leurs implications dans ce projet ainsi que pour leurs conseils dans le domaine scientifique. Leurs aides ont permis l'élaboration d'un protocole d'étude adapté. Merci aux techniciennes de laboratoire de l'université, Mme Sabine Bossuet-Planté et Mme Maud Ezan, pour le prêt du matériel de la campagne de prélèvement et des analyses en laboratoire.

Enfin, je souhaite remercier les bénévoles de l'association, les membres de l'Institut Adour ainsi que l'équipe de l'EPAB pour leurs appuis pendant la phase de relectures des rapports et des articles.

Avant-propos

La Pagaie Sauvage est une association à but non lucratif créée par un groupe d'amis amateurs de canoë et de nature. Leur principale activité est de mieux comprendre et appréhender la problématique des MPs en eau douce française. Elle travaille sous 3 axes différents. Premièrement elle fournit des données environnementales liées à la teneur en MPs, via la participation des bénévoles aux prélèvements. Ensuite, elle conçoit des outils libres de droits, accessible à tous pour collecter, analyser et publier les données recueillies avec des partenaires universitaires. Enfin elle soutient et crée des actions d'éducation populaire sous forme de discussions publiques, conférences, manifestation dans le but de responsabiliser tous les maillons d'une chaîne politique.

Leur principal projet est le « Laboratoire citoyen », basé sur le bénévolat et l'implication du public. Toutes les données récoltées permettent de créer une base de données sur la présence de MPs en rivières. Les prélèvements d'eau sur toute la France sont analysés par un laboratoire universitaire et compilés dans une carte interactive ([Laboratoire citoyen](#)).

En parallèle, d'autres projets de plus grandes envergures voient le jour, comme des expéditions en canoë organisées par l'association pour la récolte d'échantillons le long de rivières (le gave d'Oloron) et de fleuves (la Leyre, la Garonne, l'Adour...). Ces excursions de plusieurs jours sont aussi l'occasion de faire connaître les actions menées par l'association, ainsi que d'échanger avec le public sous forme d'animations et de débat.



Table des matières

1.	Introduction	1
1.1.	Contexte général.....	1
1.2.	Les microplastiques ; sources et origines	1
1.3.	Objectifs	3
2.	Revue bibliographique	4
2.1.	Méthodes d'échantillonnage	4
2.2.	Etudes comparatives en eau de surface	5
2.2.1.	Etudes quantitatives.....	5
2.2.2.	Etudes qualitatives.....	8
2.3.	L'importance des sciences participatives	9
3.	Matériels et méthodes.....	11
3.1.	Stratégies d'échantillonnages	11
3.1.1.	Sites d'études.....	11
3.1.2.	Méthodes d'échantillonnage	15
3.2.	Traitement des échantillons.....	17
3.2.1.	Tamissage	17
3.2.2.	Oxydation de la matière organique	17
3.2.3.	Séparation par densité	18
3.3.	Quantification et caractérisation des MPs.....	18
3.3.1.	Comptage visuel.....	18
3.3.2.	Caractérisation des polymères par FTIR	18
4.	Résultats et discussions	19
4.1.	Quantification des MPs sur les deux bassins versants	19
4.1.1.	Variations globales	19
4.1.2.	La baie de Douarnenez	20
4.1.3.	La descente intégrale de l'Adour	23
4.2.	Caractérisation des polymères du fleuve de l'Adour	26
4.3.	Etude comparative des méthodes de prélèvement de MPs	27
4.3.1.	Concentrations en MPs.....	27
4.3.2.	Répartition des tailles des particules	28
4.3.3.	Tailles des mailles	28
4.3.4.	Rapport longueur sur surface d'eau filtrée.....	30
4.3.5.	Recommandations d'utilisation du Babylegs	30
	Conclusion.....	31

Bibliographie	32
Annexes	36

1. Introduction

1.1. Contexte général

La production mondiale de plastiques est passée de 100 millions de tonnes en 1 989 à 359 millions de tonnes en 2018. Devenue indispensable à la vie quotidienne, la production principale de plastique est destinée à 40 % aux packagings suivis de la construction à 20 % en Europe. Le polymère le plus demandé est le Polyéthylène (PE) à 30 % et représente annuellement une demande européenne de 15 millions de tonnes, en second le Polypropylène (PP) à 19 % pour 9,5 millions de tonnes.

La France se place en 3^{ème} position au rang européen, derrière l'Italie et l'Allemagne, des pays avec la plus forte demande de production de plastique (PlasticEurope, The facts 2018). En conséquence, elle rejette environ 80 000 tonnes de plastiques dans la nature chaque année (WWF, 2019).

La matrice polymère du plastique est responsable des principales propriétés du matériau. À cette matrice peuvent être ajoutés différents ensembles d'additifs ou d'adjuvants qui permettent de modifier ses propriétés comme des pigments, des stabilisants, des plastifiants (da Costa et al. 2016). Ces polymères sont classés en deux familles ; les thermoplastiques dont le PE, le PP, le Polystyrène (PS), le Polyvinyl-chloride (PVC) et le Polyéthylène Téréphtalate (PET). Il s'agit de la famille de plastique qui ramollit lorsqu'elle est chauffée et durcie lorsqu'elle est refroidie. Ses caractéristiques sont réversibles. À l'inverse, les thermodurcissables comme le silicone, le PolyURéthane (PUR), la résine acrylique ne peuvent être mis en forme qu'une seule fois, les produits finis ne pourront plus être fondus sans dégradation. Les matières thermodurcissables ne sont donc pas recyclables (Weiss, 2010).

1.2. Les microplastiques ; sources et origines

Les MPs ont été observés pour la première fois en 1970 en Amérique du Nord, sous forme de sphérules, dans des remorques de plancton le long de la côte de la Nouvelle-Angleterre (Carpenter et al. 1972). Aujourd'hui, ils sont présents dans tous les milieux aquatiques, que ce soit dans les eaux continentales, les eaux souterraines et même dans les sédiments des grands fonds marins entre 1 176 et 4 843 m (Panno et al. 2019, Van Cauwenberghe et al. 2013).

Ils sont caractérisés par leurs tailles, inférieures à 5 mm. Au-dessus, le terme de mésoplastique est employé (entre 0,5 et 5 cm). La limite inférieure de taille n'a pas été définie (Arthur et al. 2009). Certaines études placent les nanoplastiques entre 1 nm et 1 µm (El Hadri et al. 2020). Les MPs peuvent être dissociés en deux sous-catégories en fonction de leurs sources. Les MPs primaires sont initialement de très petites tailles dès leurs processus de fabrication. Ils sont retrouvés dans les produits cosmétiques ou encore utilisés comme abrasifs pour les produits d'entretien (Fendall et Sewell, 2009 ; Browne, 2015).

Les MPs secondaires sont issus de la dégradation de macoplastiques. Principalement fragilisée par les temps d'exposition aux rayons UV, leur dégradation dépend de multiples paramètres comme la température ambiante, le type de polymère, les additifs (Bergmann et al. 2015). Le rejet des MPs secondaires dans les océans est estimé à 10 Mt/an dont 2 Mt/an transporté par les cours d'eau. Les MPs primaires représentent 1,5 Mt/an et dont la principale source est le rejet des fibres synthétiques à 35 % (Boucher et al. 2020).

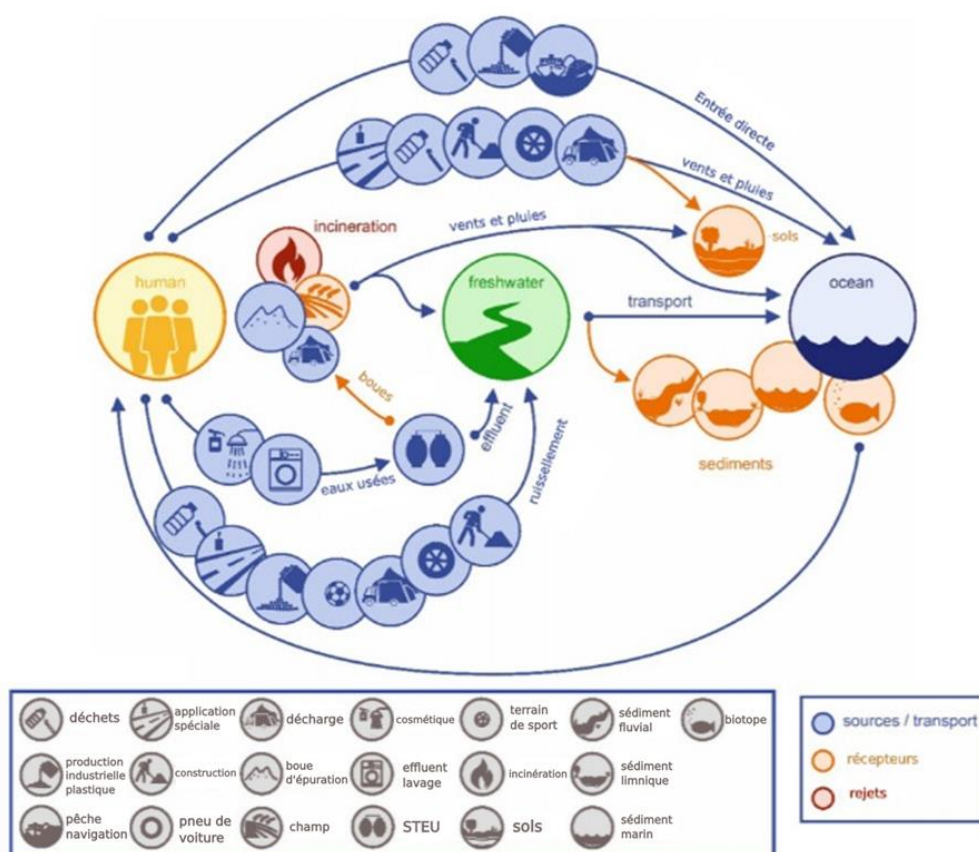


Figure 1: Sources et transports des MPs dans l'environnement (Waldschläger et al. 2020)

Les principales voies d'entrées des MPs primaires et secondaires dans l'environnement sont les stations d'épuration des eaux usées (STEU) et l'épandage des boues d'épuration (**Fig. 1**). Les premières études indiquent que les STEUs retiennent entre 72 et 99 % de la charge de particules entrantes (Gatidou et al. 2019 ; Talvitie et al. 2015).

Les quantités de particules à la sortie des STEUs sont de 1500 MPs/h ($\geq 300 \mu\text{m}$) en Suède. En France, elles sont de l'ordre de 1 770 MPs/h ($\geq 20 \mu\text{m}$) au Havre et 50 fibres/l soit $500 \cdot 10^6$ fibres/h ($\geq 100 \mu\text{m}$) à Paris (Dris et al. 2015 ; Kazour et al. 2019 ; Magnusson et Norén, 2014). Une autre porte d'entrée des MPs dans l'environnement est le vent. Les MPs sont entraînés depuis leur lieu de stockage initial, comme les décharges et les sites de construction, jusqu'aux systèmes aquatiques (Allen et al. 2019 ; Rocha-Santos et Duarte, 2015).

1.3. Objectifs

La pollution MPs est invisible, mais bien présente dans tous les systèmes aquatiques. Elle fait l'objet de nombreuses interrogations notamment sur sa quantité déversée dans l'environnement, ses sources et ses dangers. C'est pour cela que la problématique du projet, dans lequel s'inscrit ce stage, est d'établir un premier état des lieux de la contamination en MPs au niveau des eaux de surface continentales.

La Pagaie Sauvage joue un rôle d'intermédiaire entre les scientifiques et le grand public. Elle diffusera ces données pour sensibiliser le plus grand nombre de personnes et proposer des actions pour réduire ce phénomène. Les deux systèmes côtiers étudiés sont le fleuve de l'Adour et le réseau hydrographique de la baie de Douarnenez, tous deux des potentiels vecteurs de cette pollution MPs vers l'océan. Pour répondre à cette problématique, trois objectifs vont être développés dans ce rapport :

- Établir une première quantification et identification de la pollution en MPs, sur le continuum du fleuve de l'Adour et sur le réseau hydrographique de la baie de Douarnenez, destinée à apporter des connaissances sur la présence et les conséquences des MPs sur un bassin versant (BV).
- Analyser temporellement l'évolution de la contamination en MPs du réseau hydrographique de la baie de Douarnenez, sur une période de 6 mois, pour comprendre l'effet des saisons et les conséquences pour les milieux naturels.
- Étudier les différentes évolutions spatiales de la contamination en MPs sur le continuum d'un fleuve (l'Adour, d'une longueur de 300 km) et sur un réseau hydrographique découpé en nombreux petits bassins versants. Caractériser l'impact à grande échelle de cette pollution et cibler les potentielles sources anthropiques (industrielles, domestiques, touristiques et agricoles).

La seconde partie a pour but de comparer le rendement de deux méthodes d'échantillonnage des MPs en eaux de surface. Les deux méthodes choisies sont la méthode standardisée (Manta) et la méthode artisanale (Babylegs). Elles sont déployées dans les mêmes conditions pour estimer un écart possible entre les concentrations en MPs obtenues. L'objectif à terme est d'améliorer cette méthode, peu coûteuse et facile d'utilisation, pour la rendre accessible à tous pour la collecte de MPs.

2. Revue bibliographique

Les publications scientifiques sur le sujet des MPs sont depuis peu en constante augmentation avec plus de 664 publications en 2018 contre seulement 6 en 2010 (Yao et al. 2019). Cette revue va traiter, dans une première partie, la méthodologie de la collecte des MPs dans l'eau. Dans une seconde partie, quelques études quantitatives sur les milieux fluviaux et estuariens seront abordées ainsi que d'autres sur la caractérisation de cette pollution.

2.1. Méthodes d'échantillonnage

La méthode choisie dépend des objectifs et du site d'étude. Les MPs peuvent être prélevés dans le sédiment (sur les plages, dans les fonds marins, estuariens ou fluviaux) ou dans l'eau (colonne d'eau ou surface) (Fig.2).

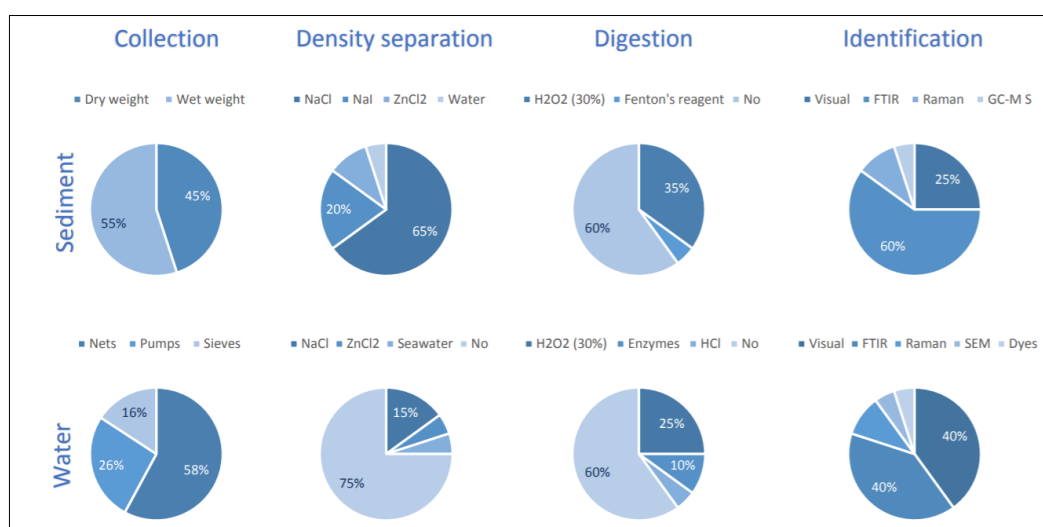


Figure 2: Méthodes d'échantillonnage des MPs utilisées dans la littérature sur le sédiment (N=20) et dans l'eau (N=20), Prata et al. 2018

La collecte des MPs dans le compartiment eau est réalisée à 58 % par remorquage d'un filet. Le choix du filet peut être défini selon l'emplacement du prélèvement, la salinité et la taille du maillage. Les filets Manta et Neuston (330 µm) sont les plus déployés, car un volume important d'eau peut être filtré et ils permettent de prélever en surface. Pour des prélèvements sur la colonne d'eau, le filet Bongo est privilégié. Les filets à plancton sont plus rapidement colmatés dû à leur plus fin maillage de 100 µm. Ils sont tractés à de plus faibles vitesses et moins longtemps. Néanmoins, ils récupèrent des concentrations 30 fois plus élevées que les filets Manta. Les filets à plancton peuvent collecter les petits MPs comme les fibres (Prata et al. 2018).

Une étude a démontré qu'il n'existait pas de différence significative entre le nombre de fragments MPs récoltés en utilisant le filet Manta et la méthode de prélèvement à la bouteille d'un litre (test de la somme des rangs de Wilcoxon avec d.f. = 9 $P = 0,455$). Néanmoins, le nombre moyen de fibres trouvées était significativement plus élevé en utilisant la méthode de la bouteille par rapport à celle du filet Manta ($P \leq 0.001$) (Green et al. 2018).

2.2. Etudes comparatives en eau de surface

2.2.1. Etudes quantitatives

Tableau 1: Etudes des concentrations en MPs en eau de surface dans différents milieux en France et dans le monde

Cours d'eau	Dates	Min	Max	Moyennes MPS/m ³	Nb échantillons et localisations	Méthodes	Sources
La Garonne	7 au 19 mai 2018	0,00	1,43	0,12 ± 0,26	57 ech 41 sites	Filet Manta Pas de traitement	Schaal et al, 2020
La Seine	Juillet 2014 à octobre 2015	0,10	0,29	0,190 ± 0,062	10 ech 4 sites	Filet Manta Filtration sur papier de verre	Dris et al. 2017
Le Rhin	Juin à juillet 2014	1	20		31 ech 11 sites	Filet Manta Traitement enzymatique Séparation par densité	Mani et Hauk. 2015
Le Gave de Pau	6 avril 2018	2,64	4,24	3,34 ± 0,20	16 éch 1 site	Filet Manta Réaction de Fenton Pas de séparation par densité	Bruges et al. 2020
Estuaire Tamar (UK)	Mai à juin 2012			0,028	12 ech 1 site	Filet Manta Sans traitement	Sadri et Thompson, 2014
Danube (Allemagne et Autriche)	Avril à juill 2010 et 2012	0,000	141	0,32 ± 4,66	951 ech 7 sites	Filet maille 500 µm Sans traitement Séparation par densité	Lechner et al. 2014
Aufibe (Italie)	Avril 2017 à mai 2018	0,90	13	6,0 ± 5,4	30 ech 1 site	Filet Manta Méthode NOAA	Campanale et al. 2019
Fleuve Los Angeles (USA)	Nov. et décem. 2004, avril 2015	0	12652		9 ech 1 site	3 filets différents de 333 µm + épuisette de 500 µm Sans traitement	Moore et al. 2011
Fleuve San Gabriel (USA)		0	153		9 ech 1 site		
Rivière de Saïgon (Vietnam)	Décem. 2015 avril 2016	10	223		6 ech 6 sites	Filet maille 300 µm Traitement oxydatif Séparation par densité	Lahens et al. 2018
Barrage des Trois-Gorges (Chine)	Aout 2016	1597	12611	4703 ± 2816	58 ech 29 sites	Pompage surface à 48 µm Filtration sur papier de verre	Di et Wang. 2018

Les études quantitatives de MPs réalisées en eau de surface ont amené quelques pistes sur la provenance de cette pollution ainsi que sur les paramètres jouant un rôle sur leurs transports (Tab. 1).

Variations temporelles

Pour le fleuve de la Seine, les observations ont indiqué que les niveaux de concentration variaient pendant les périodes d'étiage et restaient faibles lorsque le débit d'eau augmente. Néanmoins, aucune corrélation n'a été mise en évidence entre les niveaux de concentration et le débit du fleuve. Il a été démontré que les fibres sont 80 plus présentes en moyenne que les fragments de MPs (Dris et al. 2017).

À l'inverse, sur le fleuve d'Aufide, les résultats ont montré une différence statistiquement significative sur les concentrations moyennes de MPs dans ce fleuve au cours des campagnes de surveillance sur un an. Ceci suggère une variation temporelle qui est probablement liée à une tendance saisonnière. Les variations significatives ont été révélées entre octobre 2017 (1 MPs/m³) et mai 2018 (13 MPs/m³) ainsi qu'entre février 2017 (10 MPs/m³) et octobre 2017. Ces différences peuvent s'expliquer par les changements hydrauliques du cours d'eau qui influencent la concentration des particules, telles que la vitesse d'écoulement, le niveau d'eau et la variabilité saisonnière du débit. Les MPs ont été trouvés à des concentrations plus élevées pendant les périodes humides février 2017 et mai 2018 (Campanale et al. 2019). La même observation a été faite sur les deux fleuves des Etats-Unis. Les concentrations en MPs étaient plus élevées en périodes humides (novembre et décembre) qu'en période sèche (avril) (Moore et al. 2011).

Pour le plus grand fleuve d'Europe, le Danube, échantillonné en 2010 et 2012, les concentrations en MPs ont affiché des différences distinctes entre ces deux années. La concentration globale en MPs était nettement plus élevée en 2010, 0,94 MPs/m³ en 2010 contre 0,05 MPs/m³ en 2012. En matière de comparaison, au cours des deux années d'observation, plus de MPs que de larves de poissons ont été collectés dans le Danube (Lechner et al. 2014).

Enfin, sur le Gave de Pau, des concentrations élevées ont été enregistrées sur une journée. L'origine de cette pollution semble être liée à deux anciennes décharges, situées près des rives en amont du site de prélèvement, qui ont été balayées par la rivière lors de plusieurs inondations en février 2018 (Bruge et al. 2020).

Variations spatiales

Pour les fleuves du Rhin, de la Garonne et du Yangzi Jiang, qui ont été étudiés sur leurs longueurs, les résultats reflètent une accumulation des rejets, du nombre d'habitants, des zones urbanisées et industrielles ce qui augmente la charge en MPs. Les concentrations n'augmentent pas en continu d'amont en aval, mais plutôt à proximité de zones densément peuplées pour les deux fleuves français le Rhin et la Garonne. De multiples facteurs peuvent expliquer ce phénomène, la proximité des STEUs, le mélange des panaches de sortie, les turbulences, les caractéristiques géomorphologiques et, enfin, les événements saisonniers et météorologiques.

De plus, des événements inverses à la trajectoire ascendante des MPs sont constatés le long du Rhin et de la Garonne. Il peut s'agir de puits qui jouent un rôle de rétention des particules créant des turbulences, des eaux stagnantes et même des dérives de trajectoire vers les berges des fleuves. Cela est probablement dû au fait que le Rhin a une pente plus faible à certains endroits, ce qui ralentit la vitesse d'écoulement et augmente la vitesse de sédimentation pour les particules de densité spécifique similaire à celle de l'eau. De même pour la Garonne avec ses nombreux barrages (Schaal et al, 2020 ; Mani et Hauk, 2015). Cependant, les corrélations nettes sont rarement évidentes, car l'interaction entre les MPs et les facteurs responsables probables est dictée par une dynamique hydrologique complexe.

Le fleuve du Yangzi Jiang a été échantillonné en amont du réservoir de 45 300 millions de m³ en Chine. La concentration de MPs dans les eaux de surface a tendance à augmenter progressivement à mesure que le fleuve s'écoule de la campagne vers la ville centrale. Cela a révélé des corrélations spatiales entre la pollution en MPs des eaux et la distance par rapport aux centres urbains. Sur le plan spatial, les sites présentant une abondance de MPs supérieure à 5 000 MPs/m³ étaient presque toujours situés à l'intérieur de zones urbaines peuplées, entourées d'industries manufacturières, de constructions et d'équipements civiques. Il existe donc une différence évidente de concentration en MPs entre les zones rurales et urbaines pour ce fleuve (Di et Wang. 2018).

Sur la rivière Saïgon au Viêt Nam, la densité de population peut aller jusqu'à plus de 40 000 hab/km². La partie amont de la rivière a été échantillonnée ainsi que dans le réseau des canaux du centre-ville. La qualité de l'eau du canal est connue pour être mauvaise en raison de facteurs naturels et socio-économiques, notamment le dépôt de sédiments lors des inondations et la négligence de l'entretien.

Certaines concentrations en MPs étaient 10 fois plus élevées dans ces canaux. La différence de densité de population, des intrants qui en résultent et de la présence de débris flottants sur ces canaux en sont la conséquence. La stagnation de l'eau observée dans un canal peut hypothétiquement contribuer à l'accumulation de MPs. Les macroplastiques terrestres qui pénètrent dans cette rivière, estimés entre 1 et 20 g/habitant, semblent être liés aux habitudes locales et à la mauvaise gestion des déchets. Les fortes concentrations de MPs (fragments et fibres synthétiques) dans les eaux de surface sont liées à la présence de plusieurs industries textiles et plastiques à proximité ainsi qu'une pénurie de traitement des eaux usées dans cette région (Lahens et al. 2018).

Enfin, une étude sur le comportement des MPs en zone estuarienne a été menée en Angleterre. Cette partie du fleuve n'a pas été identifiée comme une source ou un puits net de MPs. La direction et la force du vent pourraient jouer un rôle important dans la répartition spatiale des débris flottants, comme indiquées par Browne (2015). Les données montrent une plus grande abondance de débris dans les échantillons prélevés sous le régime des vents du nord-ouest que dans le régime prédominant du sud-ouest, toutefois, des travaux supplémentaires seraient nécessaires pour le confirmer (Sadri et Thompson, 2014).

2.2.2. Etudes qualitatives

Les études qualitatives permettent d’analyser la composition de la pollution MPs. Sept études, sur des prélèvements en eau de surface, sont présentées dans ce rapport. Même si les résultats semblent hétérogènes entre toutes ces études, des similitudes sont présentes pour certaines (Fig.3 ; Annexe Tab. 9).

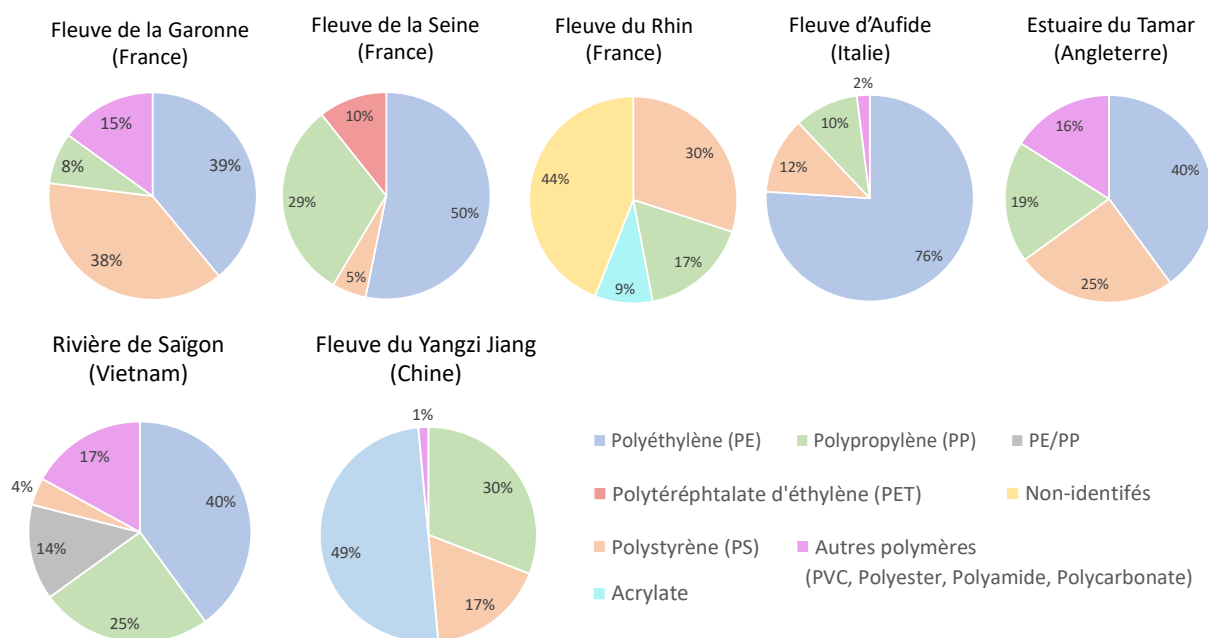


Figure 3: Proportion en pourcentage des compositions des MPs de 7 études Campanale et al. 2019 ; Di et Wang. 2018 ; Dris et al, 2017 ; Lahens et al. 2018 ; Schaal et al, 2020 ; Mani et Hauk, 2015 ; Sadri et Thompson, 2014

Le PE est le plastique prédominant avec le plus grand pourcentage pour toutes les études excepté le Rhin. Ensuite, la 2ème position est disputée entre le PS et le PP avec 4 études, contre 3 pour le PP. Ces 3 polymères sont les plus utilisés dans le domaine de l’emballage plastique, mais aussi les moins denses dans l’eau (Annexe. Tab. 8). Ils sont donc susceptibles d’être plus facilement collectés avec les méthodes de prélèvement en surface. En annexe Tab. 10, un tableau avec les principaux polymères, leurs caractéristiques et leurs utilisations.

Des hypothèses ont été posées sur l’origine de ces MPs. Pour le Rhin, les sphères de PS provenaient probablement de processus industriels tels que le sablage à l’air libre ou de déchets plastiques que les fabricants rejettent dans les systèmes de traitement des eaux. Ces particules seraient particulièrement fréquentes dans l’environnement à proximité des usines de transformation du plastique et des STEUs. Les sphérules opaques composées de PE peuvent provenir de produits de soins personnels, ingrédient couramment utilisé dans ce domaine (Mani et Hauk, 2015).

Pour l’estuaire de Tamar, le PE, le PP et le PS étaient les types de débris les plus abondants. Ces polymères, comme dit précédemment, sont principalement utilisés dans l’industrie de l’emballage, ce qui pourrait indiquer une origine urbaine de ces débris.

Cependant, les polymères tels que le polyester, le nylon et le PVC plus denses que l'eau de mer sont présents dans leurs échantillons. L'explication la plus probable pourrait être qu'ils soient remis en suspension dans la colonne d'eau en raison du mélange turbulent induit par le vent et les courants de marée (Sadri et Thompson, 2014).

Pour le fleuve de l'Aufide, un des principaux apports des MPs dans la région est l'agriculture, par leurs contacts directs avec le sol. Différentes pratiques impliquant des macroplastiques sont courantes dans cette région, telles que le paillage de feuilles de PE sur le sol empêchant la perte d'humidité, la croissance des mauvaises herbes et conservant la chaleur (Campanale et al. 2019).

2.3. L'importance des sciences participatives

La science citoyenne désigne la participation de volontaires non-professionnels aux pratiques scientifiques. C'est un moyen rentable de recueillir des données sur une vaste zone géographique tout en sensibilisant le public. Ainsi, la science citoyenne permet d'économiser du temps et des ressources (Rambonnet et al. 2019). Elle remet en cause la question de la non-légitimité à la production des connaissances scientifiques par un public non-professionnel, qui est censé rester un destinataire passif dans le transfert de connaissances. Il existe de nombreux avantages aux sciences participatives tels qu'une meilleure connaissance et un intérêt accru du public pour la science, un sentiment d'estime de soi en contribuant aux progrès de la recherche, et un accès public accru à la production de savoir (Fast et Haworth, 2020).

En matière de pollution plastique, des projets de grande ampleur ont été conduits en Europe et dans le monde, quatre d'entre eux sont présentés dans le tableau 2. En plus de l'avancée scientifique sur ce sujet, de multiples bénéfices de l'implication des citoyens sont à noter.

Tout d'abord, plus de deux millions de déchets d'origine humains ont été retirés des plages britanniques, sur 9 ans avec l'aide de 950 bénévoles. Cet accomplissement est un exemple d'impact écologique positif, mené par l'organisme Marine Conservation Society (Nelms et al. 2017).

Deuxièmement, les avantages au niveau économique ne sont pas négligeables. Les frais de service d'un bénévole réduisent considérablement le coût de l'échantillonnage. Sur la même étude, si chaque heure de bénévolat était facturée (soit 7,20 £ au Royaume-Uni), la collecte de données aurait coûté environ 500 000 livres sterling en salaires.

Enfin, les informations récupérées pendant les expéditions sont utilisées pour communiquer sur la gravité de la situation. Cela peut être sous forme de guides de consommation, comme sur la réduction de déchets plastiques par l'Ucluelet Aquarium Society, mais aussi des recommandations à l'échelle locale comme pour la baie de San Francisco sur la conception et l'innovation des ménages pour réduire la pollution par les MPs (Box et Cummins, 2019). De plus, la récolte de ces données aide à accélérer la législation. Par exemple, l'interdiction des microbilles dans les produits de soins a pris effet grâce, entre autres, au rapport d'Adventure Scientists en 2018 (Tab. 2).

Tableau 2: Détails de projets citoyen sur les macro et les microplastiques

Plastique	Projet	Organisation	Type	Contexte	Résultats	Référence
macro	Beachwatch et Great British Beach Clean	Marine conservation Society (UK)	Ramassage de déchets plastiques sur les plages britanniques 736 localisations	2005-2014 950 citoyens 73 167 h de bénévolat	66 % de plastiques Principale source : apport terrestre	Nelms et al. 2017
micro	Microplastic and Marine debris initiative	Ucluelet Aquarium Society (Canada)	Echantillonnage de sédiment de plages (méthode des quadras) 7 localisations	2017-2020 80 bénévoles Une campagne par mois	2019 : volume total de 700 ml de MPs Volume de MPs croissant en hiver avec l'apport des tempêtes hivernales	Ucluelet Aquarium Society, 2019
micro	Understanding Microplastic Levels, Pathways, and Transport	5 Gyres San Francisco Bay (USA)	Echantillonnage MPs eau de surface dans la baie (28 sites) Eau après tempêtes (12 affluents) Sédiments (20 sites) Eau traité de STEU (8 usines) Tube digestif de poissons de proies (20 individus)	3 ans 300 citoyens	Baie : En saison humide, plus de MPs qu'en saison sèche Affluents : 1 à 30 MPs/l Estimation de 7 billions de MPs/an rejetés dans la baie Sédiment : Concentrations en MPs plus élevées que dans le reste du monde (1 à 51 MPs/g sec) STEU : Estimation de 130 millions de microparticules rejetées par jour dans la baie Poisson : Beaucoup de fibres entre 1 et 4 fibres en moyenne/ poisson	Sutton et al. 2019
micro	Global & Gallatin Microplastics Initiatives	Adventure Scientists (USA)	Prélèvement d'eau à l'échelle mondiale (bouteille d'un litre)	2013-2017 1 058 volontaires 2 677 échantillons	89% des échantillons contiennent des MPs en milieu marin 51% en eau douce Les fibres étaient dominantes : 91% en eau salée 92% en eau douce	Adventures Scientists, 2018

3. Matériels et méthodes

3.1. Stratégies d'échantillonnages

3.1.1. Sites d'études

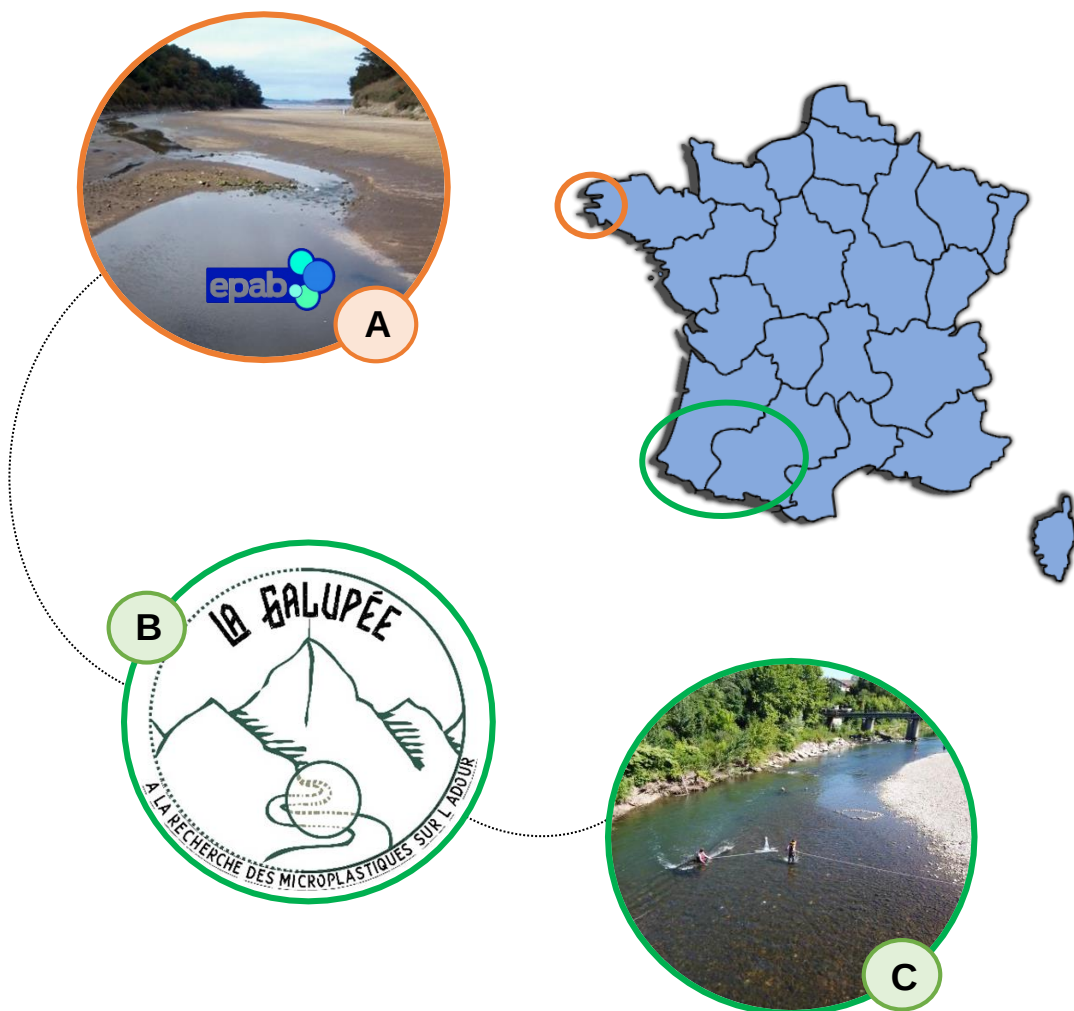


Figure 4: Carte des 3 campagnes de prélèvement, sur la baie de Douarnenez (A), la descente intégrale de l'Adour (B) et la comparaison de méthodes d'échantillonnage (C)

Tableau 3: Caractéristiques des campagnes d'échantillonnages de MPs

Sites	A	B	C
Lieux	Baie de Douarnenez (10 fleuves)	Fleuve de l'Adour (Source à l'estuaire)	Bassin versant de l'Adour
Campagne	Evaluation de la pollution en MPs des fleuves côtiers de la baie	Evaluation de la pollution en MPs du fleuve de l'Adour	Comparaison de méthodes de prélèvement de MPs
Période	Janvier – août 2019	Juin 2019	Juin 2020
Nombres de sites	11	21	4
Nombres de prélèvements	26	21	17

3.1.1.1. Bassin versant de la baie de Douarnenez

Situé dans le département du Finistère (29) en Bretagne (Fig. 4), le BV de la baie de Douarnenez fait partie d'un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) adopté par la Commission Locale de l'Eau (CLE) le 5 juillet 2016 ([SAGE baie de Douarnenez - EPAB](#)). Ce périmètre englobe 23 communes qui sont constituées en majorité de terres arables (Fig 4). La plus forte densité de population se trouve à Douarnenez avec en moyenne 580 habitants au km², suivi de Crozon avec 96 hab/km² (DataFrance, 2012). La pêche est la principale activité économique du département. Avec huit criées et plus de 55 000 tonnes de poissons vendus, cela en fait le premier pôle de pêche fraîche en France. Un autre pôle économique majeur est l'agriculture, sur le BV de la baie le type d'élevage dominant est la volaille, le lait et une partie d'élevage de porcs (Bégué et al, 2016).

Le réseau hydrographique spécifique du Finistère est très dense dû à la faible perméabilité du sol. Ce territoire est principalement pourvu de schistes briovériens¹. De ce fait, il abrite un grand nombre de petits fleuves côtiers (Bégué et al, 2016). Ces fleuves ont une longueur de 3 à 30 km et un débit moyen pouvant aller jusqu'à 550 m³/j (Annexe, Tab. 11).

La campagne de prélèvement de la baie de Douarnenez, présentée dans ce rapport, a été établie par l'Établissement Public de gestion et d'Aménagement de la Baie de Douarnenez (EPAB). Elle a été réalisée sur 10 cours d'eau (Annexe Tab. 11) de 6 communes, ainsi qu'un prélèvement à la sortie imminente de la STEU de Plonévez-Porzay (Gamgorel), d'une capacité de 1 200 Equivalent Habitat (EH) ([Portail d'informations sur l'assainissement communal](#)). Un total de 73 prélèvements a été collecté de juillet 2018 à août 2019. Seuls les 26 prélèvements de 2019 vont être présentés dans ce rapport, les analyses de 2018 n'ayant pas été réalisées avec le même protocole (Fig. 5).

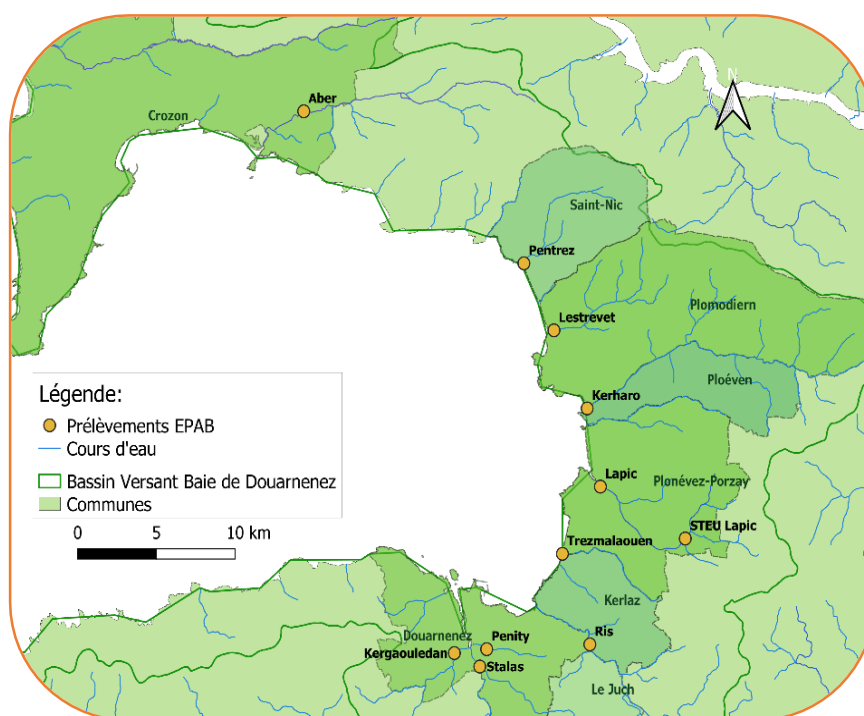


Figure 5 : Carte des prélèvements de MP sur la baie de Douarnenez en Bretagne, 26 prélèvements

¹ Subdivision de l'échelle des temps géologiques, qui regroupe l'Édiacarien et le Cryogénien

3.1.1.2. Bassin versant de l'Adour

L'Adour est un fleuve du sud-ouest de la France d'une longueur de 308 km (**Fig. 4**). Il prend sa source dans les Pyrénées dans la vallée de Campan en Haute-Bigorre (65) et se jette dans l'océan Atlantique à Tarnos (40). Il draine un bassin de 17 000 km² recouvrant une multiplicité d'activités économiques et culturelles.

Il est géré administrativement par l'établissement public territorial de bassin (EPTB) Institut Adour et découpé en deux SAGEs ; le SAGE Adour-aval de 622 km² et le SAGE Adour-amont de la source jusqu'à Dax. Il parcourt deux régions (la Nouvelle-Aquitaine et l'Occitanie) et 4 départements : Hautes-Pyrénées (65), Gers (32), Landes (40) et Pyrénées-Atlantiques (64). Les principaux affluents de l'Adour sont de l'amont à l'aval ; l'Échez, l'Arros, le Lézé, le Gabas, le Louts, la Midouze, le Luy, les Gaves réunis, la Bidouze, l'Aran et la Nive.

Le BV de l'Adour est majoritairement agricole. La moitié de la surface du BV est exploitée par cette activité et elle représente 9 % des emplois. La production de maïs arrive en tête avec 60 % de l'occupation des sols. Une autre partie correspond à de l'élevage d'ovins et de bovins dans la zone pyrénéenne et enfin, on retrouve de la production sylvicole dans les Landes. Le secteur agricole a une demande élevée en eau, l'irrigation des terres utilise majoritairement les eaux superficielles : 76 % en rivière, 24 % en nappes ([SAGE Adour-amont](#)).

Campagne descente intégrale de l'Adour

La descente du fleuve l'Adour, de la source à l'estuaire, réalisée par La Pagaie Sauvage a duré 9 jours, du 31 mai au 8 juin 2019, et a permis de récolter 21 prélèvements de MPs, soit un par site (Fig. 6). La descente a été découpée en deux phases inhérentes à la morphologie du fleuve. Une phase à pied au départ du pic du midi de Bigorre en passant par le pied de l'Arbizon, l'autre phase naviguée (environ 250 km) jusqu'à Bayonne. Le plan d'échantillonnage a été établi en rapport à la localisation amont et aval des agglomérations, des affluents, ainsi qu'en fonction des distances entre chaque prélèvement. Elle a été réalisée dans des conditions de débits journaliers similaires au débit moyen annuel.

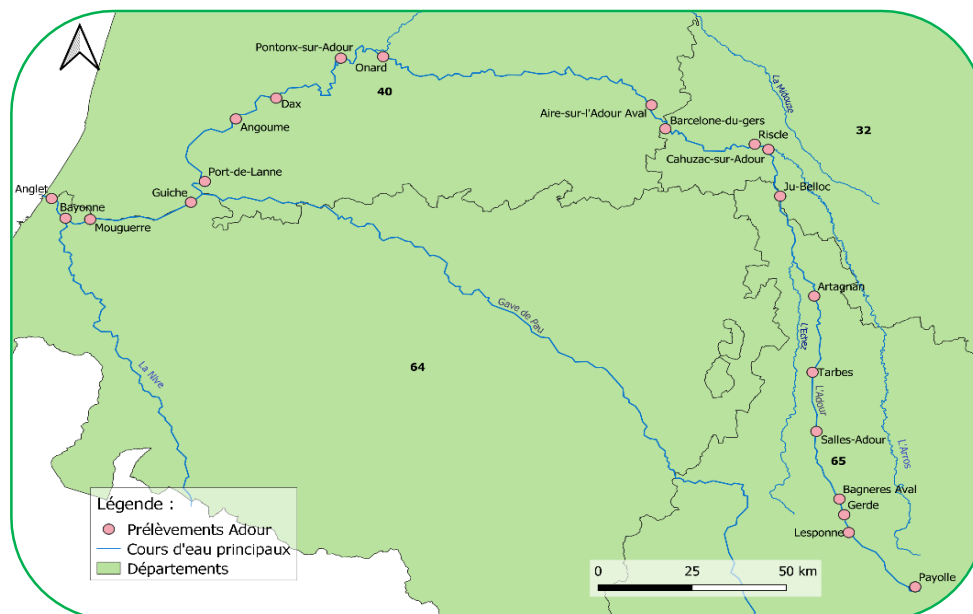


Figure 6: Carte des sites de prélèvements de la descente de l'Adour, 21 prélèvements

Campagne comparaison de méthodologies d'échantillonnage

Le but de cette campagne est de comparer deux méthodes de prélèvement de MPs, au filet Manta, utilisé par la communauté scientifique et le filet Babylegs, méthode artisanale. Quatre sites d'échantillonnage différents ont été sélectionnés pour obtenir des concentrations en MPs hétérogènes (Tab. 4 ; Fig. 7).

Tableau 4 : Caractéristiques des sites de prélèvements

Sites	Courants mesurés	Profondeurs	Environnement
Nive Amont (1)	1,50 m/s	< 1m	Zone naturelle en amont d'Ustaritz, activité de pêche
Nive Aval (2)	0,70 m/s	> 2m	Prélèvements avant la confluence avec l'Adour, zone urbaine et activités nautiques, en aval de la traversée de la départementale D810
Maharin (3)	0,25 m/s	30 cm	Ruisseau traversant un quartier et une déchetterie (Pont de l'Aveugle), prélèvements en aval de la déchetterie à la confluence avec l'Adour
Adour (4)	0,95 m/s	> 2m	Prélèvements en aval de la traversée de la départementale et du chemin de fer, zone urbaine et activités nautiques

Pour les sites 1, 2 et 3, les échantillons aux filets Manta et Babylegs ont été prélevés avec les mêmes volumes filtrés. La surface de prélèvement n'étant pas la même pour ces deux outils, les temps de pose sont plus grands pour le Babylegs (Annexe Tab. 12).

La méthode de placement des filets a été la suivante ; deux filets Babylegs et un filet Manta ont été posés en même temps au même endroit. Lorsque le 1er prélèvement Manta est terminé, le 2^{ème} filet Manta est installé au même endroit que le précédent, pour couvrir la même plage horaire pour l'ensemble des prélèvements du site. Pour le site de l'Adour, il a été décidé de faire des triplicats ; 3 Babylegs ont été placés simultanément, pour déterminer l'erreur associée à l'outil, et successivement 3 filets Manta ont été disposés, sur la plage de temps de pose des filets Babylegs, pour, cette fois-ci, déterminer l'erreur associée au temps de pose total des filets Manta.

Les prélèvements sur le site Nive amont, ont été réalisés à pied au milieu du lit de la rivière. L'échantillonnage sur l'Adour et la Nive aval a été effectué depuis un ponton, rive gauche. Enfin les prélèvements sur le Maharin, ont été réalisés pendant le courant de jusant, avec très peu d'eau à ce moment-là. Seulement un filet Manta et deux Babylegs, ont pu être posés. Le ruisseau était très peu profond, l'eau de surface ainsi que la partie sédimentaire ont été collectées. Ce site est donc à différencier des précédents, il ne s'agit pas de la même faction échantillonnée, de plus, les filets n'étaient pas positionnés au même endroit.



3.1.2. Méthodes d'échantillonnage

Trois méthodes d'échantillonnage ont été déployées pour l'ensemble des trois campagnes (Tab. 5) ; le filet Manta utilisé par la communauté scientifique, le filet B.A.S.A et le filet Babylegs tous deux employés pour les sciences participatives. Les prélèvements des campagnes de la descente de l'Adour et de la baie de Douarnenez ont été réalisés avant le début du stage. Les filets sont placés face au courant en surface, les systèmes B.A.S.A et Babylegs sont posés au minimum 30 min afin que le volume d'eau filtré soit significatif.

Tableau 5 : Caractéristiques des différents filets utilisés lors du stage

Méthodes		Manta	B.A.S.A	Babylegs
Dimensions	Filet	200 cm		50 cm
	Structure	30 cm x 15 cm Longueur : 60 cm	Diamètre : 26 cm	Diamètre : 15 cm
Matériaux	Filet	Toile de nylon	Toile de nylon	Collants microfibres polyamide
	Structure	Ouverture aluminium	Ouverture plastique	Bidon en plastique
Taille des mailles		300 µm	300 µm	Extensible
Déploiement		En surface, tracté ou statique	En surface, tracté ou statique, cordage inférieur à 1m	En surface, tracté ou statique, cordage inférieur à 1m
Utilisations		Campagne décente de l'Adour et comparaison méthodologie	Campagne baie de Douarnenez	Campagne comparaison méthodologie
Equipements		Débitmètre à hélice dans l'ouverture, ailes flotteurs	-	-
Mesure du courant		Courantomètres mécanique à hélice General oceanics (série 2030) - Hydro-bios 438 110		Hydro-bios 438 110
Exemple				

3.2.2.1. Filet B.A.S.A

Le filet B.A.S.A. (sauvage en basque), est un filet Bongo Artisanal adapté aux Sciences Aquatiques. Cette partie du travail a entièrement été réalisée par l'EPAB, le matériel étant mis à disposition par La Pagaie Sauvage.

3.2.2.2. Filet Babylegs

Le filet Babylegs a été mis au point par la chercheuse Max Liboiron dans le but d'imiter la méthode de prélèvement des MPs au filet Manta (Fig. 8). Ce filet est constitué de matériaux peu coûteux et facilement trouvables ; un collant de bébé en guise de filet, un contenant de diamètre de 15 cm minimum, un collier de serrage et des cordelettes. Le choix du collant de bébé est dû à sa résistance (moins fragile qu'un collant pour adultes). Il est recommandé d'en acheter de couleurs vives, pour détecter les contaminations en fibres synthétiques du collant. De plus, les mailles doivent être d'origine synthétique, celles en coton ou autres fibres naturelles sont plus denses et ont tendance à couler plus facilement.

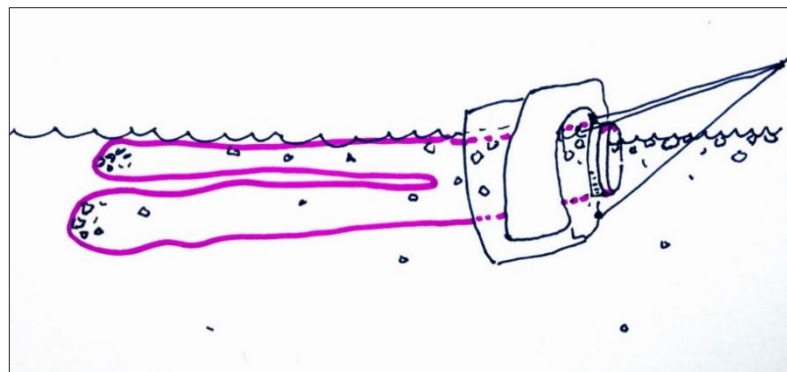


Figure 8: Schéma d'utilisation d'un filet Babylegs pour des prélèvements en surface ([CLEAR](#), [Max Liboiron](#))

La Pagaie Sauvage sollicite l'utilisation de ce système par leurs bénévoles. Plus d'une centaine de prélèvements ont été effectués depuis 2018 au filet Babylegs dans toute la France (Fig. 9).

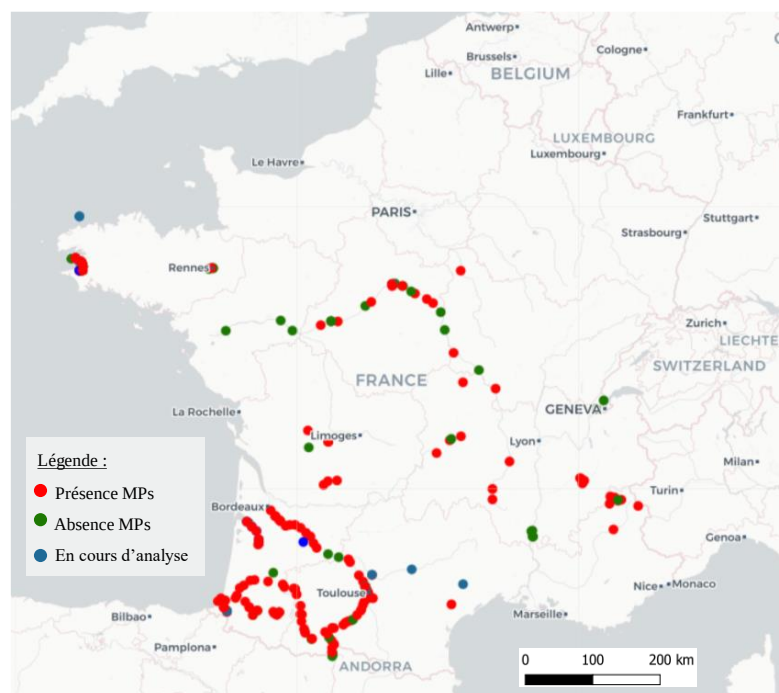


Figure 9 : Carte des prélèvements réalisés par les bénévoles de l'association La Pagaie Sauvage au filet Babylegs majoritairement

3.2. Traitement des échantillons

Tous les échantillons sont traités et analysés avec la méthode standardisée NOAA (Mausra et Foster, 2015). Ils sont soumis à une oxydation par le peroxyde d'hydrogène à 30 %, avec la présence du catalyseur Fe(II), pour digérer la matière organique selon la réaction de Fenton. Les MPs restent inaltérés par cette méthode. Puis, le mélange est soumis à une séparation de densité avec une solution de NaCl.

3.2.1. Tamisage

Une première étape de tamisage des échantillons est réalisée pour éliminer les matières supérieures à 5 mm et inférieures à 0,3 mm (Fig. 10). Pour cela, les échantillons sont préalablement passés à travers un arrangement empilé de deux tamis (à mailles en acier inoxydable), de façon à récupérer la matière captée entre le tamis de 5 mm et celui de 0,3 mm. Les matières solides recueillies dans le tamis de 0,3 mm seront transférées dans un bécher propre et sec de 500 mL. Les échantillons sont stockés à température ambiante.



Figure 10 : Echantillon tamisé entre 0,3 et 5 mm

3.2.2. Oxydation de la matière organique

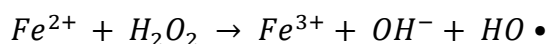
Après récupération de la fraction solide dans le bécher, les deux réactifs sont ajoutés simultanément ; 20 mL d'une solution aqueuse de 0,05 M de Fe(II) et 20 mL de peroxyde d'hydrogène à 30 %. La solution de Fe(II) est préparée au préalable par l'ajout de 7,5 g de FeSO₄ · 7H₂O (= 278,02 g/mol) à 500 mL d'eau et 3 mL d'acide sulfurique concentré.

Le mélange est chauffé à 75 °C sur une plaque chauffante (Fig. 11). Dès que des bulles de gaz sont observées à la surface, le bécher est retiré de la plaque chauffante et placé sous une hotte jusqu'à ce que l'ébullition diminue. Le mélange est chauffé à 75 °C pour 30 minutes de plus. La température est surveillée régulièrement pour éviter que la solution ne bout trop vite. Si de la matière organique est encore visible, l'étape de l'ajout de 20 mL supplémentaire de peroxyde d'hydrogène à 30 % est répétée, jusqu'à la dissolution complète la matière organique.



Figure 11: Oxydation d'un échantillon sur une plaque chauffante

L'utilisation du peroxyde d'hydrogène permet l'oxydation du fer ferreux (Fe²⁺) selon la réaction d'oxydoréduction suivante :



La formation de radicaux hydroxyles HO• qui est le deuxième oxydant le plus puissant présent dans la nature, va pouvoir s'attaquer à la matière organique présente dans les échantillons (Flotron 2005).

3.2.3. Séparation par densité

L'augmentation de la densité permet de séparer les MPs de densité allant de 0,9 à 1,6 g/cm³, des sédiments (2,7 g/cm³) et d'une partie de la matière organique restante. La solution doit être saturée en NaCl (~5 M NaCl) soit 6 g de NaCl sont ajoutés pour 20 mL d'échantillon. Le mélange est ensuite chauffé à 75 °C jusqu'à dissolution du NaCl. Pour séparer les MPs, la solution est transférée dans un entonnoir en verre. La solution est recouverte de papier aluminium et décante pendant 24 h.

Le surnageant est collecté dans un tamis de 0,3 mm. L'entonnoir est rincé avec de l'eau distillée pour transférer toutes les matières solides restantes sur le tamis.

3.3. Quantification et caractérisation des MPs

3.3.1. Comptage visuel

L'analyse visuelle se fait au stéréomicroscope LEICA EZ4 (4,4 : 1). Une fois les particules détectées, elles sont classées par leurs couleurs et leurs formes. Elles sont ensuite rangées dans une microplaque 96 puits, pour être facilement triées et récupérées si nécessaire. Pour l'ensemble des analyses, seules les fibres synthétiques ne sont pas comptabilisées, car la majeure partie d'entre elles n'est pas retenue dans les filets.

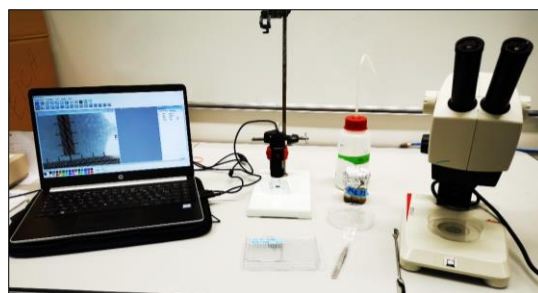


Figure 12: Stéréomicroscope (droite) et microscope digital pour mesurer la taille des MPs (milieux)

Pour la campagne de comparaison des deux méthodes de prélèvement, la taille des MPs a été mesurée avec un microscope digital (Zoom 5X) et le logiciel Coolingtech (**Fig. 12**). Les particules ont été groupées en 10 classes : < 0,3 mm, 0,3 - 0,5 mm, 0,5 - 0,7 mm, 0,7 - 1 mm, 1 - 1,5 mm, 1,5 mm - 2 mm, 2 - 3 mm, 3 - 4 mm, 4 - 5 mm et > 5 mm.

3.3.2. Caractérisation des polymères par FTIR

La caractérisation des MPs a été réalisée uniquement sur la campagne de la descente de l'Adour. 41 particules prises au hasard ont été analysées sur 387. Elle a été faite par FT-IR sur le ThermoFisher modèle Nicolet IS50.

Le principe consiste à mesurer la diminution de l'intensité du rayonnement infra-rouge absorbée en surface par le MP en fonction de la longueur d'onde. Chaque spectre produit avec cette technique est analysé et comparé à une base de données, permettant de connaître la nature des particules étudiées (Annexes Tab. 13). Les paramètres choisis pour cette analyse sont les suivants ; une longueur d'onde de région 7 000- 400 cm⁻¹, un seuil de détection de 0,1500 et une sensibilité de 50.

4. Résultats et discussions

4.1. Quantification des MPs sur les deux bassins versants

4.1.1. Variations globales

Les résultats globaux relèvent des similitudes entre les deux campagnes. Malgré l'éloignement géographique, les différentes pressions et les caractéristiques hydrologiques des bassins versants, les concentrations moyennes et minimales sont proches (Tab. 6 ; Annexe 1).

Tableau 6 : Résultats globaux de la campagne d'échantillonnage de la Baie de Douarnenez et de la descente de l'Adour

	Baie de Douarnenez	Adour
Nb de prélèvements	26	21
% d'échantillons contenant des MPs	100 %	100 %
Volumes d'eau filtrés en moyenne par échantillon	71 m ³	84 m ³
Nb minimum de MPs	2 Sur l'Aber et le Kergaoulédan	1 Source Payolle
Nb maximum de MPs	83 Sortie STEU Plonevez-Porzay	48 Le point « Artagnan »
Total MPs collectés	451	387
Nombres moyens de MPs par échantillon	17	16
Concentrations minimales	0,04 MPs/m ³ le Lestrevet	0,01 MPs/m ³ Source Payolle
Concentrations maximales	1,40 MPs/m ³ Sortie STEU Plonevez-Porzay	0,82 MPs/m ³ Le point « Port-de-Lanne »
Concentrations moyennes	0,30 MPs/m ³	0,26 MPs/m ³

Pour la baie de Douarnenez, des écarts entre les concentrations sont observés entre les périodes de prélèvement (Annexe Tab. 14). En effet, elles peuvent être de l'ordre d'un facteur 4, comme pour « le Stalas » avec des concentrations allant de 0,8 MPs/m³ en mars à 0,2 MPs/m³ en mai sur le même point. Si l'on regarde le débit du cours d'eau, il diminue d'un facteur 2, passant en mars de 40 000 m³/j à 18 000 m³/j en mai. Concernant l'Adour, certaines stations proches géographiquement, présentent des concentrations différentes au moment de l'échantillonnage. L'exemple des stations « Jû-Belloc » et « Cahuzac-sur-Adour », de 10 km de distance, montre une diminution d'un facteur 4 d'amont en aval (de 0,34 à 0,09 MPs/m³).

Estimation de flux

Le débit journalier total, de mars à août 2019, pour les 10 cours d'eau de la baie de Douarnenez est de 126 312 m³/j. En prenant en compte la concentration moyenne de 0,26 MPs/m³ (sans la sortie STEU), l'ensemble des 10 cours d'eau draine un flux total de 32 841 MPs/j. Sur l'année 2019, le rejet de MPs par l'Adour est estimé entre 8,7 millions et 21 milliards de MPs par an. Cette estimation est réalisée avec la plus faible concentration (à Payolle) et le plus faible débit (40 m³/s) puis sur la plus forte concentration (à Port-de-Lanne) et le plus fort débit enregistré en 2019 (820 m³/s) (Tab. 6).

4.1.2. La baie de Douarnenez

En calculant les concentrations moyennes pour chaque point de prélèvements (Fig. 13), le Lestrevet est le cours d'eau avec la plus faible concentration avec $0,05 \text{ MP/m}^3$ et le Pénity la plus élevée avec $0,61 \text{ MP/m}^3$. La forte concentration en MPs à la sortie de la STEU ($1,40 \text{ MP/m}^3$) semble être diluée dans le cours d'eau du Laptic ($0,13 \text{ MP/m}^3$).

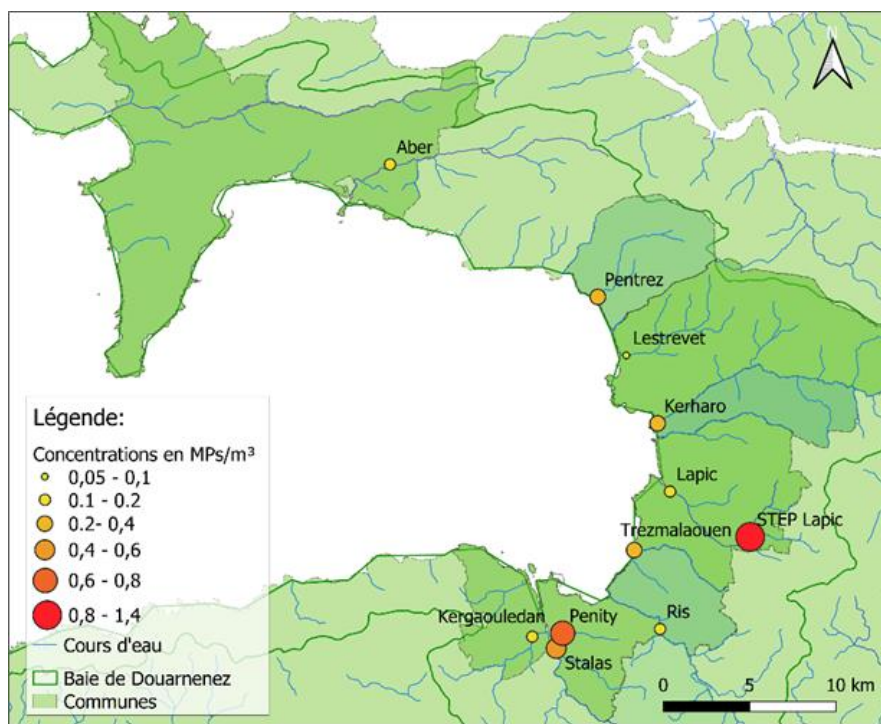


Figure 13: Concentrations moyennes pour chaque point de prélèvements en MPs/m^3 sur la baie de Douarnenez en 2019

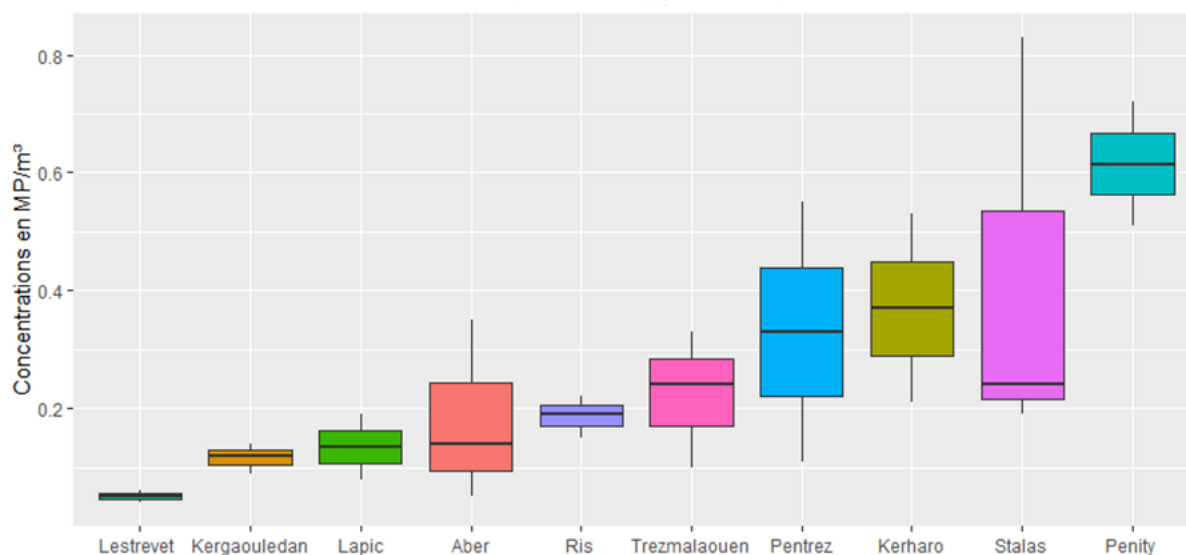


Figure 14: Concentrations médianes en MPs/m^3 (traits noirs horizontaux), avec le 25ème centile et le 75ème centile (boîtes de couleurs qui encadrent la médiane) et la plus faible et la plus forte concentration (traits noirs verticaux) pour chaque cours d'eau de la baie de Douarnenez en 2019

Les cours d'eau qui ont de faibles concentrations en MPs, font partie des BV peu peuplés et agricoles comme le Lestrevet, le Kergaoulédan, le Ris et l'Aber (Fig. 14). Les principales sources de MPs sont les intrants agricoles, l'abrasion des pneus sur les routes à proximité, ainsi que le rejet des fibres synthétiques et des produits personnels de soin avec l'épandage des boues de STEUs.

À l'inverse, les BV contenant des zones industrielles, des résidences à proximité ou des zones soumises à la marée ont des concentrations en MPs plus élevées comme le Penity, le Pentrez et le Trezmalaouen (Fig. 15). Leurs principales sources de MPs sont les déchets de pêches et de navigation ou d'autres apports terrestres comme les plages, mais aussi les déchets urbains, industriels, de construction ainsi que ceux listés précédemment. Le tableau (Annexe Tab. 15) dresse une liste non-exhaustive des sources possibles des MPs.

Les voies d'accès de ces MPs dans ces fleuves côtiers sont principalement par ruissellement (des routes, parcelles agricoles, terrains de constructions...), par les apports maritimes lors de grandes marées ou tempêtes et enfin par rejet direct d'effluents de STEUs.



Figure 15 : Le marais du Kerharo (à gauche) et la zone soumise à la marée à Trezmalaouen (à droite)

Variations saisonnières

Les données traitées en figure 16 prennent en compte l'ensemble des échantillons pour chaque cours d'eau de mars à août 2019.

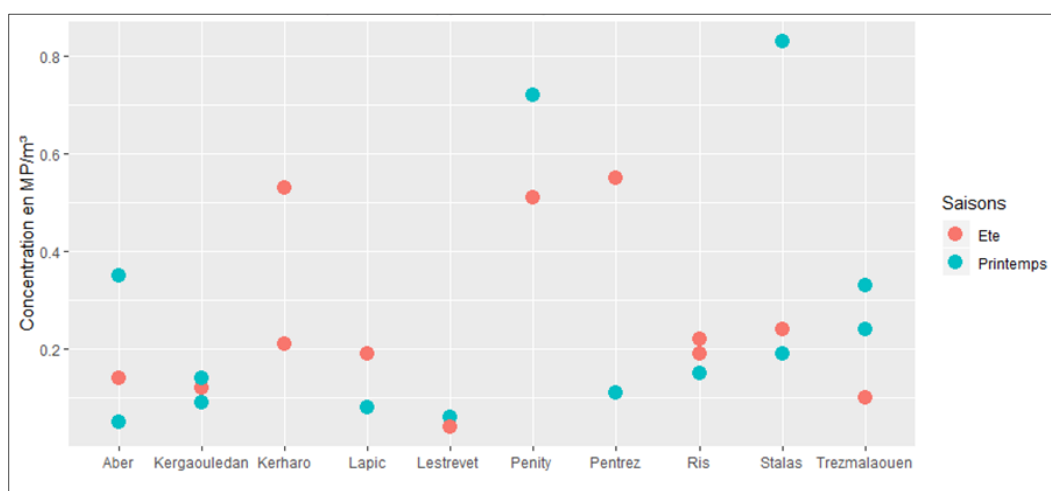


Figure 16: : Concentrations en MPs/m³ pour chaque cours d'eau de la baie de Douarnenez, les points rouges prélèvements de juin à fin août et les points bleus de mars à fin mai

La dispersion des points permet de voir que les prélèvements réalisés en été (en rouge) et au printemps (en bleu) sont mélangés. La valeur la plus haute pour Stalas correspond à un prélèvement printanier. Les points avec le plus d'écarts sont sur les cours d'eau du Kerharo, Stalas et Pentrez. Les points avec les plus faibles écarts sont sur les cours d'eau du Kergaouledan, Lestrevet et Ris. Il est nécessaire de réaliser davantage de prélèvements répartis sur l'ensemble de l'année et dans des conditions météorologiques hétérogènes pour confirmer cette tendance.

Tableau 7: Moyennes des concentrations en MPs /m³ par mois et par saisons pour l'ensemble des prélèvements réalisés de mars à août 2019 sur la baie de Douarnenez

Saisons	Mois	Précipitations totales (en mm)	Moyennes mois MPs/m ³	Ecart-type mois	Moyennes saisons	Ecart-type saisons
Printemps	mars	75	0,38	0,32	0,27	0,13
	avril	77,8	0,30	0,31		
	mai	47,4	0,13	0,05		
Été	juin	53	0,15	0,08	0,27	0,11
	juillet	36,4	0,35	0,21		
	août	101	0,30	0,21		

En traçant les concentrations moyennes en MPs avec les précipitations mensuelles, on ne peut pas voir de lien entre les concentrations et la pluviométrie (Tab. 7, Fig. 17). Le coefficient de détermination (R²) est faible 0,1. On ne peut donc pas conclure sur l'influence de la pluie sur les concentrations en MPs. Un échantillonnage plus grand par mois et par cours d'eau permettrait de donner des résultats plus concluants sur l'impact de la pluie sur les concentrations en MPs.

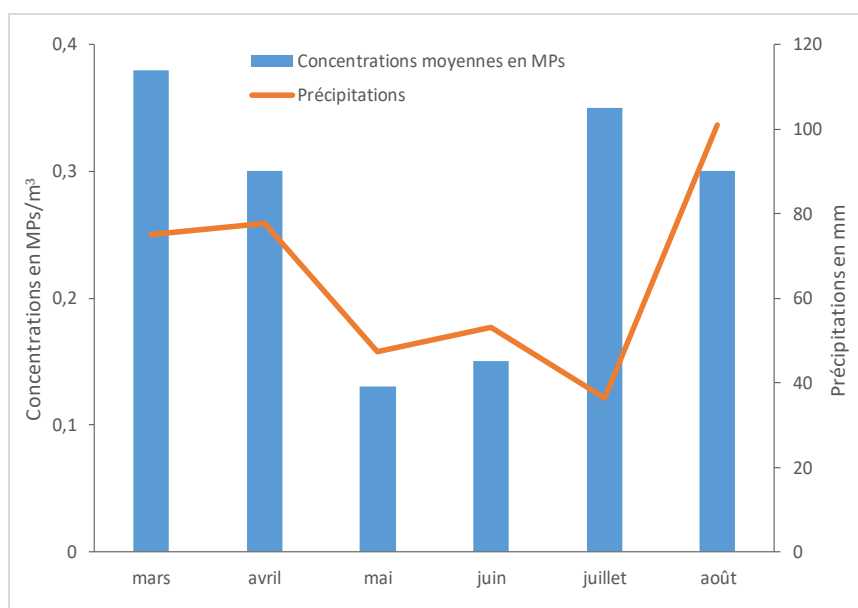


Figure 17 : Graphique correspondant aux concentrations mensuelles de MPs et aux précipitations moyennes mensuelles en mm

4.1.3. La descente intégrale de l'Adour

Conditions hydrauliques du fleuve

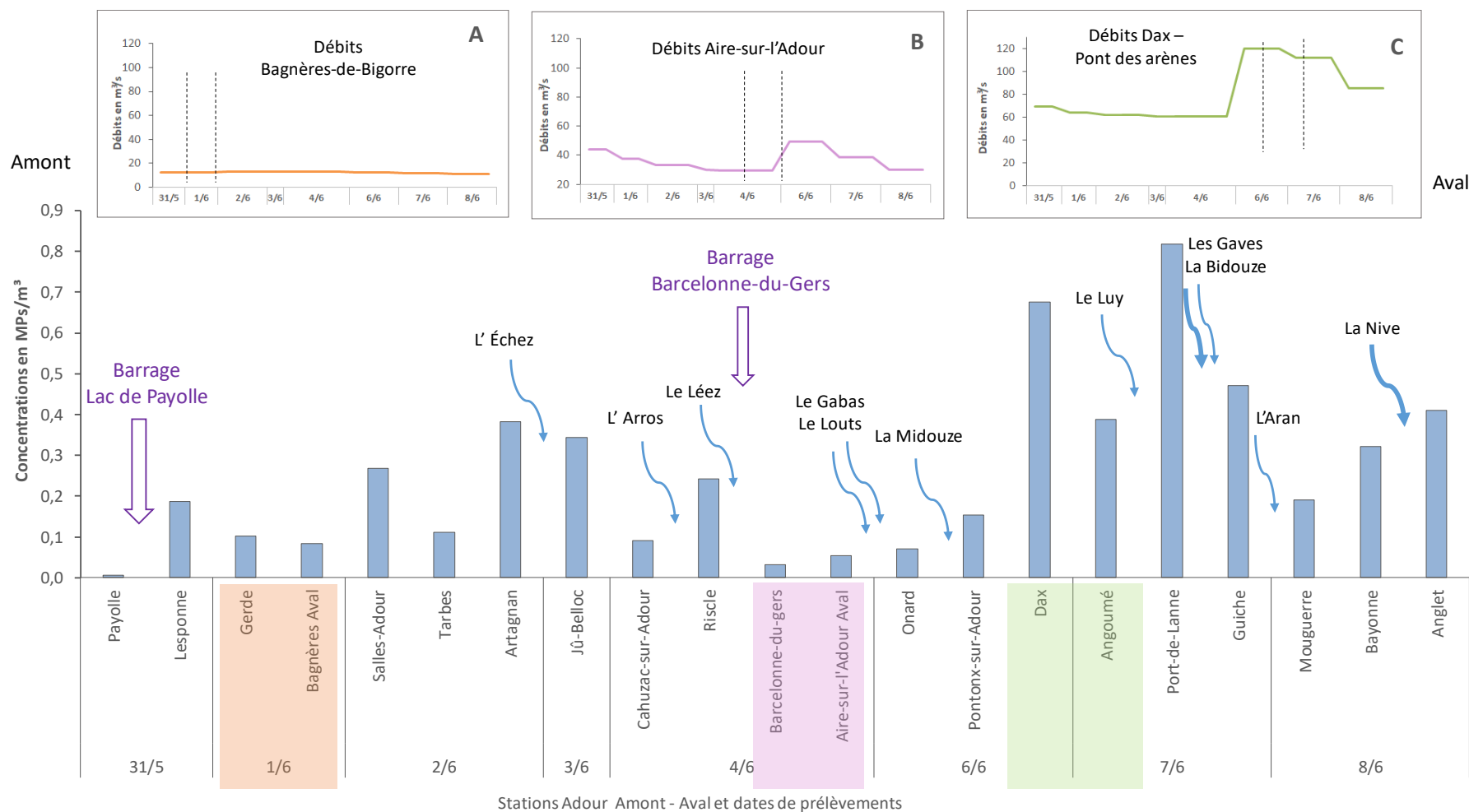


Figure 18 : Concentrations en MPs/m^3 de l'amont à l'aval du fleuve de l'Adour, avec les débits du fleuve en m^3/s à 3 localisations, à Bagnères-de-Bigorre le 1 juin (orange), à Aire-sur-l'Adour le 4 juin (violet) et à Dax le 6 et 7 juin (vert), les flèches bleues représentent les confluences avec les affluents de l'Adour, les violettes les 2 grands barrages

Les concentrations en MPs d'amont en aval du fleuve de l'Adour sont discontinues (Fig. 18, Annexe Tab. 16). La période de pic de débit à partir du 6 juin a potentiellement influencé les concentrations en MPs. Les concentrations à partir de Dax sont plus importantes. Ces conditions de fortes turbulences permettent d'éventuelles remises en suspension de particules plastiques accumulées dans les sédiments (Hurley et al, 2018 ; Schaal et al, 2020), et donc d'augmenter les concentrations de MPs en surface.

Les 11 principaux affluents de l'Adour (Annexe Tab. 17) pourraient jouer un rôle dans le transport des MPs en amplifiant ou en diluant la quantité de polluants à la masse d'eau du fleuve. En amont et en aval de la confluence des Gaves réunis, la concentration en MPs diminue, passant de 0,8 à 0,5 MPs/m³. À contrario, une légère augmentation après la confluence de la Midouze suggère une adjonction de MPs vers le fleuve. Les résultats ne permettent pas de conclure sur le rôle des différents affluents. Un nombre plus conséquent de points de prélèvements seraient exigés dans la poursuite d'une telle hypothèse.

Aménagements du fleuve

Un total de 15 ouvrages franchissables et 23 barrages et aménagements infranchissables en kayak ont été répertoriés et photographiés (Fig. 19). Ces aménagements sont implantés entre Tarbes et Ornard, où les concentrations de MPs minimales apparaissent, suggérant une accumulation des particules plastiques dans ces réservoirs et potentiellement piégées dans d'autres compartiments tels que les sédiments. À titre d'exemple, la concentration MPs est relativement faible à Barcelonne-du-Gers, où le point de prélèvement est situé en aval imminent du barrage. Par ailleurs, la zone située en aval de Tarbes figure parmi les zones naturelles d'expansion de crues, en incarnant les mêmes conditions de dépôt que les ouvrages par le biais de notamment de la présence de lacs.

À partir de Dax les concentrations augmentent. En plus d'une pluviométrie relativement élevée, l'absence de barrage facilite le déplacement des MPs en augmentant leur présence dans la colonne d'eau notamment en surface.



Figure 19 : Exemple d'aménagement non franchissable en kayak à Pouzac.

Paramètres démographiques

La pollution urbaine est l'une des principales sources de rejet des MPs par différentes voies (eaux usées, eaux pluviales, routes, anciennes décharges). Pour le cas de l'Adour, le lien entre les paramètres démographiques et concentrations de MPs en milieu aquatique continental n'est pas effectif (Fig. 20).

En effet, la station de prélèvement la plus proche de l'agglomération de Tarbes (près de 3 000 hab/km²) arbore l'une des plus faibles concentrations de MPs ; cela peut être expliqué par le fait que le prélèvement soit réalisé en aval d'une retenue d'eau, où le phénomène de décantation des MPs se produit.

À Port-de-Lanne, une densité de population relativement faible est concomitante à une concentration de MPs maximale. Le faible courant mésusé à cette localisation, nous mettrait sur la piste d'un potentiel mélange avec les eaux du Gave de Pau sous l'influence de la marée descendante.

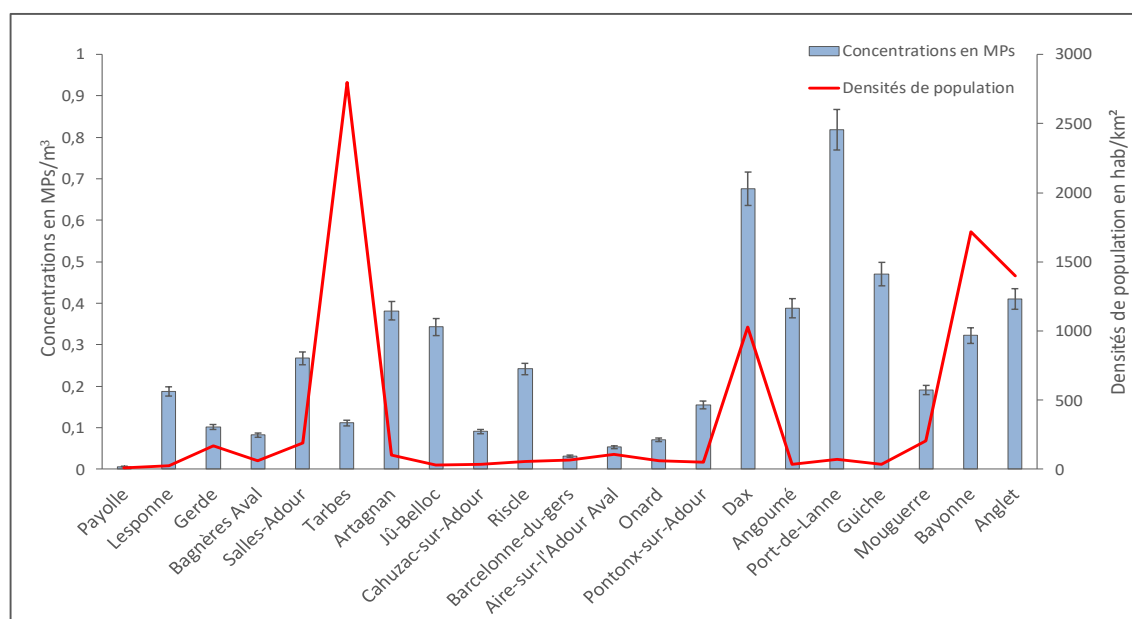


Figure 20 : Concentrations en MPs/m³ et densités de population en habitants au km² en 2011, DataFrance

Pour ce qui est des STEUs, un tableau, fourni en annexe, liste les STEUs les plus proches en aval imitant des points de prélèvements (Annexe Tab. 18). Ici encore, le lien entre les paramètres liés à leur capacité maximale et la concentration en MPs en aval des stations correspondantes n'est pas justifié. Corollairement, les données semblent évoluer dans les deux sens, avec une série de paramètres s'ajoutant à la charge seule des STEUs.

À Dax, avec une STEU d'une capacité maximale de 3 830 EH, qui se situe à 8 km en amont du prélèvement, une augmentation de la concentration en MPs est observée de 0,2 à 0,7 MPs/m³. De même sur la zone estuarienne entre Bayonne amont et aval, quatre STEUs sont recensées d'une capacité maximale à elles quatre de 189 700 EH. Les concentrations en MPs évoluent timidement de 0,2 à 0,4 MPs/m³ entre l'amont et l'aval de cette ville. Cette zone est caractérisée en outre par de forts mouvements hydrauliques, mélangeant les masses d'eau en provenance de la Nive, de l'océan avec celle du fleuve Adour.

À Tarbes, les concentrations en MPs diminuent d'amont en aval, passant de 0,3 à 0,1 MPs/m³, avec deux STEUs entre ces deux points. Comme cité précédemment, ce prélèvement en zone aval de rétention des eaux est propice à la décantation des MPs.

4.2. Caractérisation des polymères du fleuve de l'Adour

Le type de MPs présent en majorité le long de l'Adour est le PE à 76 % (Fig. 21). Le PS et le PP représentent respectivement 10 et 7 %. Cela pourrait indiquer une origine principalement urbaine de ces débris. Enfin, la Résine Alkyde (RE) utilisée comme revêtement et la Cellophane (CE) sont présentes à de faibles pourcentages. La densité des polymères étant variable, certains plastiques sont sujets à la sédimentation plus que d'autres (Annexe Tab. 11). Les prélèvements effectués en surface ne sont pas représentatifs de toute la colonne d'eau. Les MPs comme le PET et le PVC, deux polymères produits en grande quantité, possèdent de fortes densités et sont davantage présents parmi les sédiments ou en bas de la colonne d'eau (Hurley et al, 2018).

59 % des prélèvements présentent seulement un seul type de MPs le plus souvent du PE et 35 % avec deux types. Cette étude n'est pas exhaustive, car elle a été réalisée sur seulement 10 % des MPs collectés.

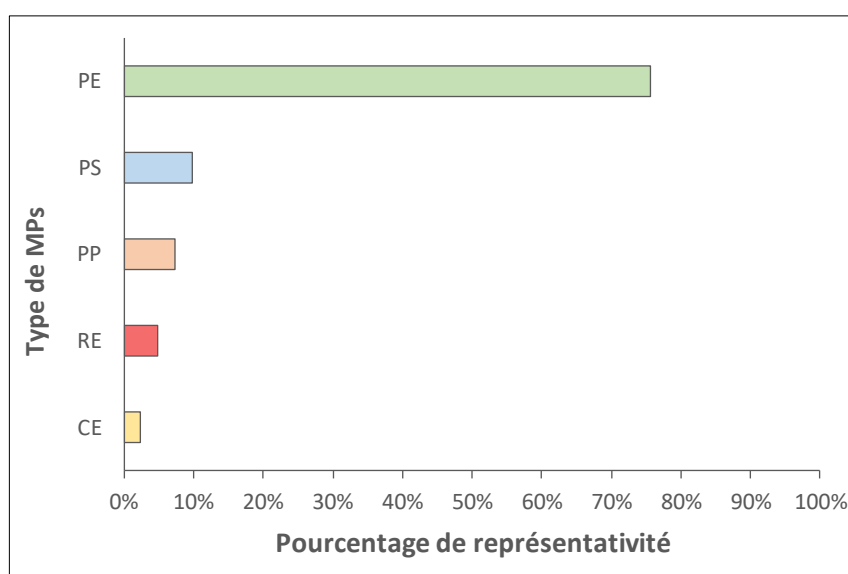


Figure 21: Pourcentages de représentativité des polymères dans le fleuve de l'Adour

Les 3 types de MPs présents en majorité le long de l'Adour sont les mêmes que dans la Garonne et la Seine pour les eaux de surface (Fig 22). Le PE est retrouvé avec un large pourcentage dans la Seine (50 %) et l'Adour (76 %) et le PS est identifié avec le même pourcentage 10 % (Dris et al. 2017). Pour le PP, les mêmes pourcentages sont retrouvés dans la Garonne et l'Adour à 7 %.

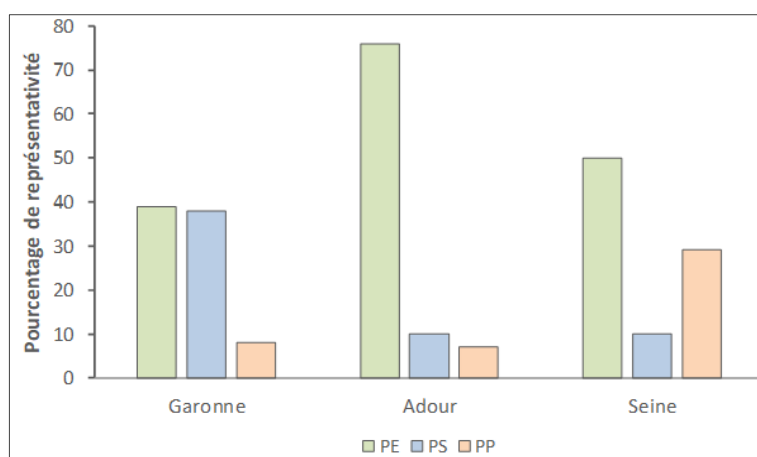


Figure 22: Types de MPs collectés dans les 3 fleuves la Garonne, l'Adour et la Seine (Dris et al. 2017, Schaal et al. 2020)

4.3. Etude comparative des méthodes de prélèvement de MPs

4.3.1. Concentrations en MPs

La moyenne des concentrations en MPs pour les deux méthodes a été calculée pour chaque site de prélèvement (Annexe Tab. 19).

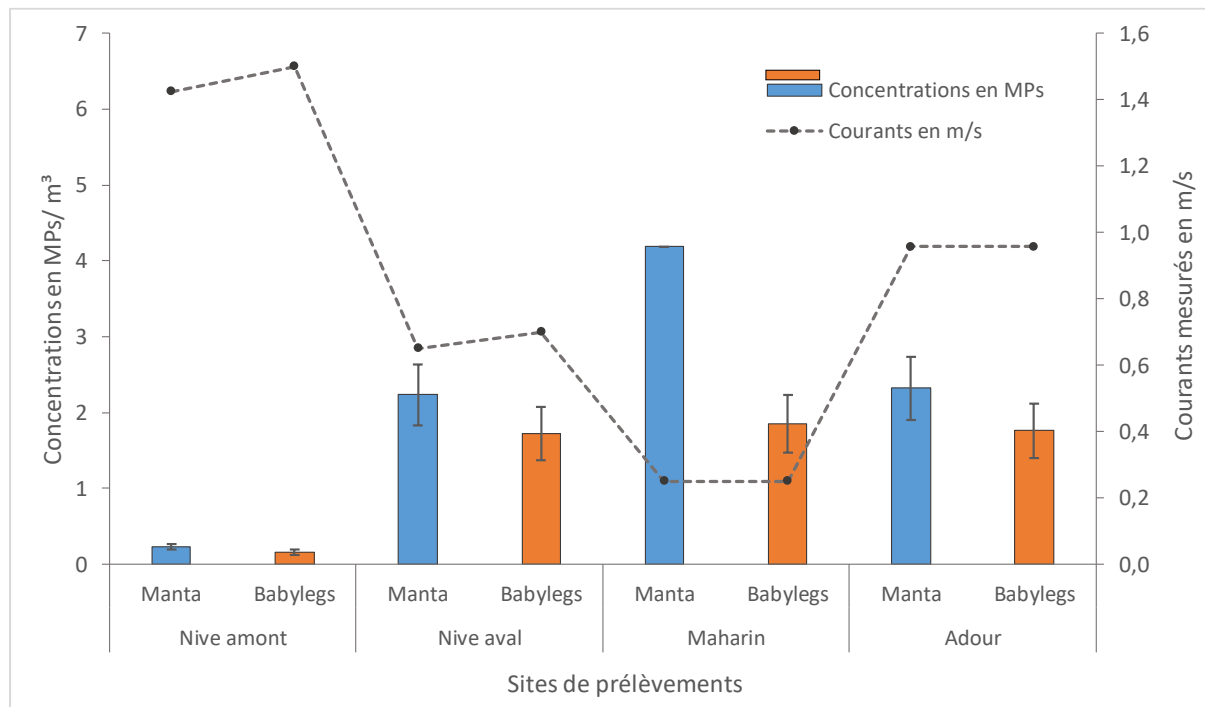


Figure 23: Moyennes des concentrations en MPs/m³ pour les deux méthodes de prélèvement par site, méthode du filet Babylegs (orange) et méthode filet Manta (bleu) avec le courant mesuré lors des prélèvements en m/s

La plus faible concentration en MPs a été observée sur le site Nive amont pour les deux méthodes (Fig. 23). Avec un fort courant, très peu de matière organique dans les filets et une faible pression anthropique, ces résultats semblent cohérents. Pour le reste des sites, les concentrations varient entre 1,5 et 4,5 MPs/m³. Ces trois sites, situés dans les villes d'Anglet et Bayonne, sont propices à de fortes pressions anthropiques comme citées précédemment.

Pour le site du Maharin, une nette différence est constatée entre les prélèvements au filet Babylegs et celui au Manta. Comme dit précédemment, l'échantillonnage n'a pas été réalisé au même endroit (le filet Manta a été placé 30 m en aval des filets Babylegs) ces résultats ne seront pas comparés par la suite.

Enfin, pour le site Nive aval et Adour, deux sites proches géographiquement, les concentrations sont similaires pour les deux sites et pour les mêmes méthodes. Néanmoins, les teneurs en MPs obtenues par la méthode Babylegs sont toujours légèrement inférieures à celles du filet Manta.

Les concentrations moyennes générales calculées pour le site Nive aval, Nive amont et Adour sont de $1,70 \pm 0,45$ MPs/m³ pour le filet Manta et de $1,29 \pm 0,33$ MPs/m³ pour le filet Babylegs.

4.3.2. Répartition des tailles des particules

Chaque MP, excepté les filaments et les MP du site du Maharin, a été mesuré au microscope digital. La répartition des tailles des fragments permet d'observer que les MP les plus fréquemment collectés, en surface par les Babylegs, se situent dans l'intervalle de taille 0,5 et 0,7 mm et entre 0,3 et 0,5 mm pour les Manta (Fig. 24). Malgré le tamisage et la taille des mailles des filets, des particules inférieures à 0,3 mm sont comptabilisées. Cela est sûrement causé par la matière organique qui piège les plus petits MPs.

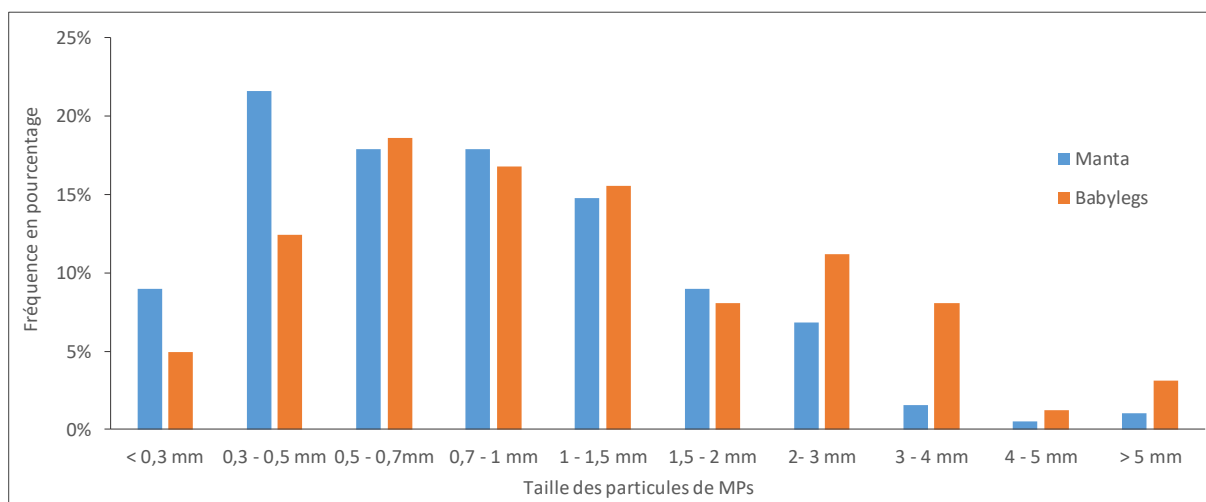


Figure 24: Répartition des tailles des particules en %, prélevés sur les 3 sites d'échantillonnage (Nive amont, Nive aval et Adour, pour le filet Manta (bleu) et le filet Babylegs (orange))

Des écarts entre les deux méthodes sont visibles pour les tailles inférieures à 0,3 mm et entre 0,3 et 0,5 mm. Le filet Manta capte 13 % de MPs inférieurs à 0,5 mm en plus que le filet Babylegs. À l'inverse, la répartition des tailles de 0,5 mm à 2 mm semble correspondre pour les deux méthodes. Les particules les plus grosses, supérieures à 2 mm, sont plus retrouvées dans le filet Babylegs, cette constatation est plutôt liée au hasard car elles sont plus rarement collectées.

4.3.3. Tailles des mailles

L'un des avantages du filet Manta est sa résistance due aux matériaux qui le compose. La taille des mailles de ce filet ne change pas après multiples utilisations (Fig. 27). Le collant qui sert de réceptacle pour la méthode Babylegs, est nettement plus fragile.

Pour un collant neuf, sa maille de départ est très fine (< 0,3 mm), s'il est tendu au maximum sa maille peut attendre 0,6 mm d'ouverture (Fig. 25). En se référant à la figure 24, cela pourrait expliquer l'écart des 13 % calculé pour les classes de taille inférieures à 0,5 mm. Le site Nive aval avec le plus faible courant enregistré (Fig. 23) contribue à cet écart, avec des pertes de MPs de classe inférieure à 0,5 mm. Donc, dès 2,5 m/s, le collant s'agrandit pouvant laisser passer des MPs.

Après une utilisation du collant, l'état de la maille s'est détérioré. Au repos, des trous supérieurs à 0,3 mm sont mesurés (Fig. 26). S'il est tendu au maximum, la maille s'agrandit plus est atteint parfois 0,8 mm.

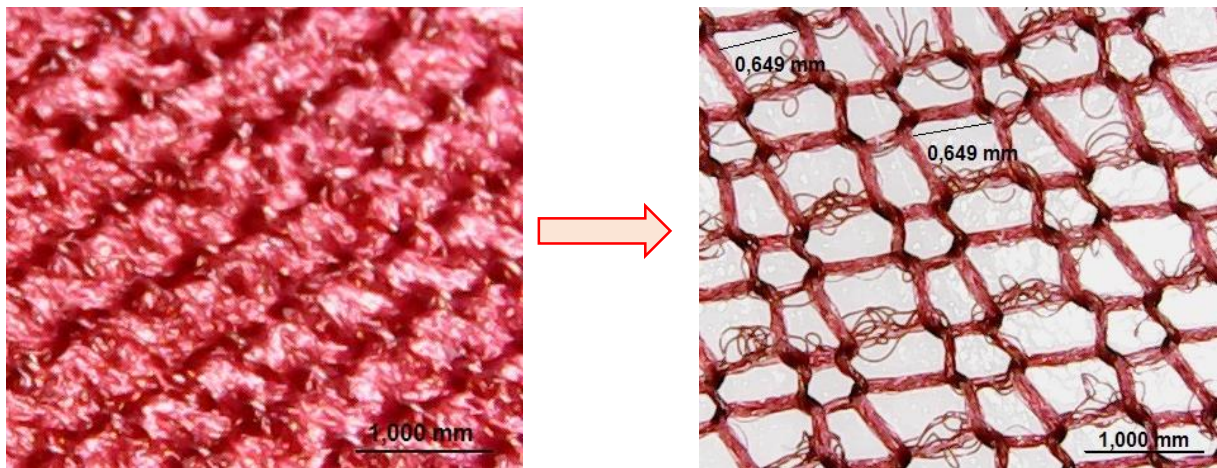


Figure 25: Photos prises au microscope digital des mailles d'un collant neuf avant utilisation pour la campagne de comparaison des méthodes de prélèvement, collant sans étirement (gauche), collant étiré au maximum (droite)

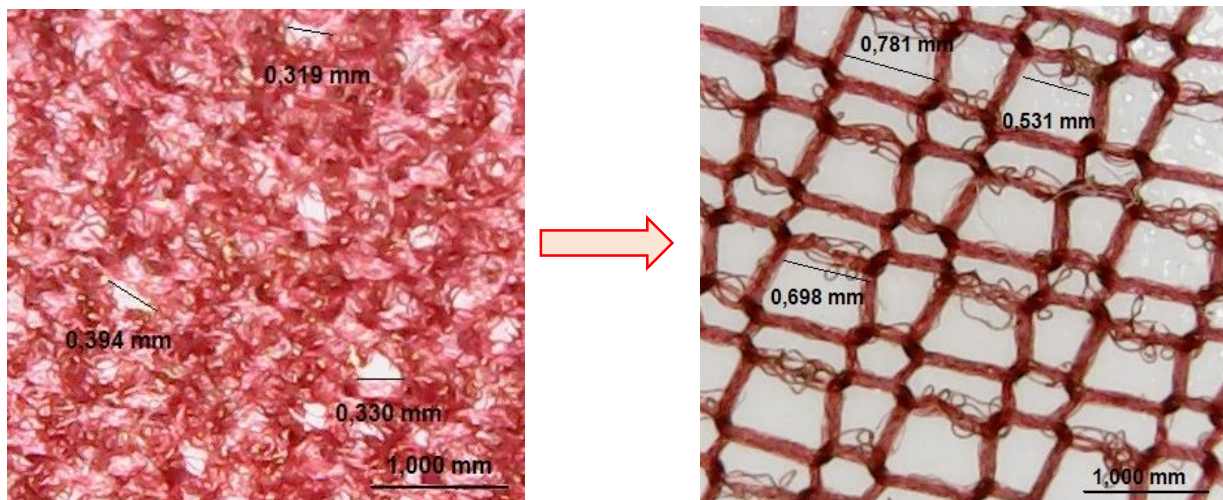


Figure 26: Photos prises au microscope digital des mailles d'un collant après une utilisation pour la campagne de comparaison des méthodes de prélèvement, collant sans étirement (à gauche), collant étiré au maximum (droite)

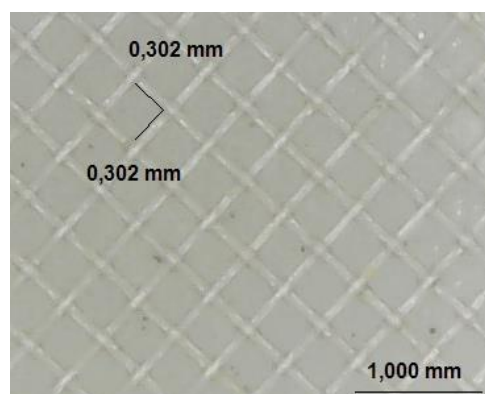
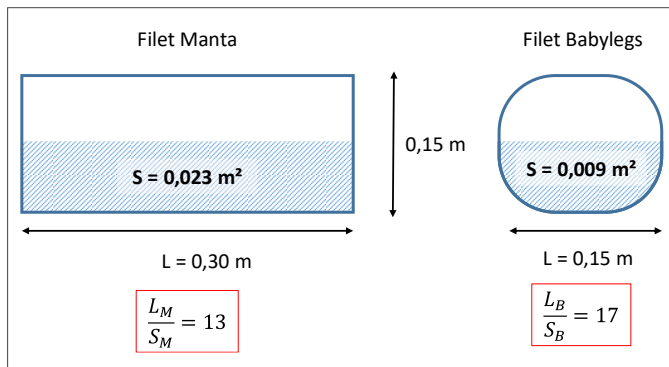


Figure 27: Photo prise au microscope digital des mailles du filet Manta

4.3.4. Rapport longueur sur surface d'eau filtrée

Le rapport de la longueur prélevée sur la surface d'eau filtrée par le filet permet de déterminer laquelle des deux méthodes collecte la plus grande lame d'eau (où sont situés les MPs) par rapport à la surface totale d'eau collectée.



Ce rapport est plus petit pour le filet Manta, un volume d'eau plus important est donc filtré par rapport à la surface collectée par le filet (Fig. 28). Le filet Babylegs peut donc collecter plus de MPs pour un même volume entrant dans les deux filets.

Figure 28: Schéma des ouvertures du filet Manta (gauche) et du filet Babylegs (droite)

Néanmoins, la variation de la hauteur d'eau dans les filets n'est pas prise en compte. Les flotteurs du filet Manta permettent de le maintenir à moitié immergé. Pour le filet Babylegs, sans flotteur, il n'était pas maintenu la totalité du temps à moitié immergé. Il existe donc un biais possible sur les volumes d'eau prélevés entre les deux systèmes lors de la campagne.

4.3.5. Recommandations d'utilisation du Babylegs

Le filet Babylegs est une bonne alternative à la méthode classique du filet Manta. Des précautions doivent être néanmoins prises pour l'obtention de résultats exploitables.

- Le collant du filet ne peut servir qu'une seule fois, car il est trop détérioré après une utilisation. Le contenant servant d'ouverture du filet, lui, peut être réutilisé, s'il est toujours en bon état.
- Le collant doit être le plus petit possible, une surface plus petite permettra de diminuer l'erreur liée à la manipulation du collant en laboratoire (récupération des MPs dans les tamis).
- Un système de flotteur devrait être mis en place systématiquement pour maintenir au maximum le système en surface. Il peut s'agir de bouteilles positionnées de chaque côté de l'ouverture.
- Il n'est pas recommandé d'utiliser ce système pour de forts courants $< 1,5 \text{ m/s}$, l'entrée du filet est déformée par la force de l'eau et il n'est pas maintenu constamment à la surface même avec des flotteurs. Le calcul du débit entrant dans le filet est faussé.
- Enfin, le comptage des MPs doit prendre en compte les particules supérieures à $0,5 \text{ mm}$, au-dessous de cette taille, les MPs peuvent passer au travers des mailles du filet qui s'agrandit. Si la mesure des tailles n'est pas possible, une erreur de 13 % sur le nombre de MPs comptés doit être appliquée.

Conclusion

L'étude de la pollution en MPs des deux systèmes côtiers, du fleuve de l'Adour et du réseau hydrographique de la baie de Douarnenez, révèle qu'elle est présente sur la totalité des masses d'eau analysées, depuis la source jusqu'à l'embouchure de l'Adour et sur la période de 6 mois pour la baie de Douarnenez.

Les concentrations sont variables, liées à la diversité des facteurs environnementaux et humains. Pour la baie de Douarnenez, les évolutions de concentrations sont visibles entre les 10 fleuves côtiers. En listant les potentielles sources de MPs pour chaque BV, on remarque une augmentation de la pollution entre ceux qui sont peu peuplés et agricoles et ceux qui accumulent les sources de rejet et avec des topographies favorables au ruissellement. Les concentrations évoluent de 0,05 MPs/m³ à 0,60 MPs/m³ entre les fleuves. L'étude temporelle des concentrations en 2019 par mois sur la baie de Douarnenez, montre que le mois le plus pollué est celui de mars 2019 (0,38 MPs/m³) contre celui de mai 2019 (0,13 MPs/m³). Il serait intéressant de faire le même protocole d'analyse pour l'automne et l'hiver.

Pour l'Adour, l'exploration des paramètres hydrauliques, météorologiques et morphologiques met en lumière certains facteurs naturels capables d'influencer le transport des MPs. Les modifications de la trajectoire du fleuve, notamment les retenues et les zones d'expansion semblent privilégier le dépôt des particules de plastiques (< à 0,1 MPs/m³), tandis que l'aval du fleuve, aux berges principalement artificielles, coïncide avec les concentrations les plus fortes (> à 0,5 MPs/m³). La zone présentant les plus fortes concentrations correspond à la section estuarienne soumise à l'influence des marées. Le lien entre les paramètres liés à la capacité des STEUs et la concentration en MPs aux stations correspondantes n'est pas justifié et pourrait dépendre des conditions hydrauliques en sortie de STEUs et de leur efficacité à filtrer les particules de plastiques.

L'analyse par FT-IR a permis de cibler les principaux types de polymères présents dans l'Adour. Le PE, le PS et le PP, sont, comme pour le fleuve de la Seine et Garonne les MPs les plus présents (Driss et al, 2017 ; Schaal et al, 2020). À l'échelle européenne, ils sont aussi les types de polymères les plus produits, reflétant de façon concrète les modes de consommation du continent (PlasticEurope, The facts 2018). L'échantillonnage de surface ne donne pas une vision exhaustive de la concentration et de la nature des MPs dans l'ensemble de la colonne d'eau, certains polymères ayant tendance à sédimenter plus que d'autres.

Enfin, du point de vue méthodologie, cette première approche de la comparaison de méthodes d'échantillonnage est plutôt encourageante au vu des résultats acquis. La concentration moyenne obtenue pour le filet Manta est de $1,70 \pm 0,45$ MPs/m³ et de $1,29 \pm 0,33$ MPs/m³ pour le filet Babylegs. Cette étude a montré que le filet Babylegs collectait 13 % de particules en moins que le filet Manta. Cette différence a été observée pour les tailles de fragments inférieures à 0,5 mm, causées par l'élargissement des mailles des collants. Ces premiers résultats encourageants ont conduit à des recommandations pour l'utilisation de cette méthode.

Bibliographie

- Adventures Scientists. « Global & Gallation Microplastics Initiatives », 2018. https://www.adventurescientists.org/uploads/7/3/9/8/7398741/2018_microplastics-report_final.pdf.
- Allen, Steve, Deonie Allen, Vernon R. Phoenix, Gaël Le Roux, Pilar Durántez Jiménez, Anaëlle Simonneau, Stéphane Binet, et Didier Galop. « Atmospheric Transport and Deposition of Microplastics in a Remote Mountain Catchment ». *Nature Geoscience* 12, n° 5 (1 mai 2019): 339-44. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0335-5>.
- Arthur, Courtney, Joel Baker, et Holly Bamford. « Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris ». NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30, janvier 2009.
- Bégué, Tardif, et Teyssiere. « Atlas de la mer et du littoral », 2016.
- Bergmann, Melanie, Lars Gutow, Michael Klages, Alfred-Wegener-Institut, et Göteborgs universitet, éd. *Marine Anthropogenic Litter*. Springer Open. Cham Heidelberg New York Dordrecht London: Springer, 2015.
- Boucher, Julien, et Damien Friot. *Microplastiques primaires dans les océans*. IUCN, International Union for Conservation of Nature, 2020. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.fr>.
- Box, Carolyn, et Anna Cummins. « Science-Supported Solutions and Policy Recommendations - San Francisco Bay Microplastic Project », septembre 2019. https://www.sfei.org/sites/default/files/biblio_files/MooreMicroplastics_PolicyReport.pdf.
- Brignon, J.M, et Pierre Boucard. « Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Microplastiques, INERIS », n° DRC-18-158744-01541A (2018): 32.
- Browne. « Sources and Pathways of Microplastics to Habitats - Marine Anthropogenic Litter », 2015. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-16510-3.pdf>.
- Bruge, Antoine, Marius Dhamelincourt, Laurent Lanceleur, Mathilde Monperrus, Johnny Gasperi, et Bruno Tassin. « A First Estimation of Uncertainties Related to Microplastic Sampling in Rivers ». *Science of The Total Environment* 718 (mai 2020): 137319. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137319>.
- Campanale, Claudia, Friederike Stock, Carmine Massarelli, Christian Kochleus, Giuseppe Bagnuolo, Georg Reifferscheid, et Vito Felice Uricchio. « Microplastics and Their Possible Sources: The Example of Ofanto River in Southeast Italy ». *Environmental Pollution*, septembre 2019, 113284. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113284>.
- Carpenter, Edward J., Susan J. Anderson, George R. Harvey, Helen P. Miklas, et Bradford B. Peck. « Polystyrene Spherules in Coastal Waters ». *Science* 178, n° 4062 (1972): 749-50.

- Costa, João Pinto da, Patrícia S. M. Santos, Armando C. Duarte, et Teresa Rocha-Santos. « (Nano)Plastics in the Environment – Sources, Fates and Effects ». *Science of The Total Environment* 566-567 (1 octobre 2016): 15-26.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.041>.
- DataFrance. « DataFrance | Plateforme de visualisation de données ouvertes ». DataFrance.
<http://map.datafrance.info>.
- Di, Mingxiao, et Jun Wang. « Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China », 2018.
- Dris, Rachid. « First assesement of sources and fate of macro and micro plastics in urban hydrosystems : Case of Paris megacity », 2016.
- El Hadri, Hind, Julien Gigault, Benoit Maxit, Bruno Grassl, et Stéphanie Reynaud. « Nanoplastic from Mechanically Degraded Primary and Secondary Microplastics for Environmental Assessments ». *NanoImpact* 17 (janvier 2020): 100206.
<https://doi.org/10.1016/j.impact.2019.100206>.
- Expédition 7ème Continent. « Familles de plastiques et leurs usages », 2014.
<http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/wp-content/uploads/2014/11/Familles-de-plastiques-et-usages.pdf>.
- Fast, Victoria, et Billy Tusker Haworth. « Citizen Science ». In *International Encyclopedia of Human Geography (Second Edition)*, édité par Audrey Kobayashi, 209-14. Oxford : Elsevier, 2020. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10601-8>.
- Faure, Florian, Colin Demars, Olivier Wieser, Manuel Kunz, et Luiz Felipe de Alencastro. « Plastic Pollution in Swiss Surface Waters: Nature and Concentrations, Interaction with Pollutants ». *Environmental Chemistry* 12, n° 5 (2015): 582.
<https://doi.org/10.1071/EN14218>.
- Fendall, Lisa S., et Mary A. Sewell. « Contributing to Marine Pollution by Washing Your Face: Microplastics in Facial Cleansers ». *Marine Pollution Bulletin* 58, n° 8 (août 2009): 1225-28.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.04.025>.
- Flotron, Vanina. « La réaction de Fenton comme procédé de réhabilitation dans le traitement des eaux : application à la dégradation des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les eaux et les boues résiduelles », s. d., 354.
- Gatidou, Georgia, Olga S. Arvaniti, et Athanasios S. Stasinakis. « Review on the Occurrence and Fate of Microplastics in Sewage Treatment Plants ». *Journal of Hazardous Materials* 367 (5 avril 2019): 504-12. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.081>.
- Green, Dannielle S., Louise Kregting, Bas Boots, David J. Blockley, Paul Brickle, Marushka da Costa, et Quentin Crowley. « A Comparison of Sampling Methods for Seawater Microplastics and a First Report of the Microplastic Litter in Coastal Waters of Ascension and Falkland Islands ». *Marine Pollution Bulletin* 137 (décembre 2018): 695-701.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.004>.
- Hurley, Rachel, Jamie Woodward, et James J. Rothwell. « Microplastic Contamination of River

- Beds Significantly Reduced by Catchment-Wide Flooding ». *Nature Geoscience* 11, n° 4 (avril 2018): 251-57. <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0080-1>.
- Kazour, Maria, Sarah Terki, Khalef Rabhi, Sharif Jemaa, Gaby Khalaf, et Rachid Amara. « Sources of Microplastics Pollution in the Marine Environment: Importance of Wastewater Treatment Plant and Coastal Landfill ». *Marine Pollution Bulletin* 146 (1 septembre 2019): 608-18. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.066>.
- Lahens, Lisa, Emilie Strady, Thuy-Chung Kieu-Le, Rachid Dris, Kada Boukerma, Emmanuel Rinnert, Johnny Gasperi, et Bruno Tassin. « Macroplastic and Microplastic Contamination Assessment of a Tropical River (Saigon River, Vietnam) Transversed by a Developing Megacity ». *Environmental Pollution* 236 (1 mai 2018): 661-71. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.005>.
- Lechner, Aaron, Hubert Keckeis, Franz Lumesberger-Loisl, Bernhard Zens, Reinhard Krusch, Michael Tritthart, Martin Glas, et Elisabeth Schludermann. « The Danube so Colourful: A Potpourri of Plastic Litter Outnumbers Fish Larvae in Europe's Second Largest River ». *Environmental Pollution* 188 (mai 2014): 177-81. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.02.006>.
- Magnusson, Kerstin, et Fredrik Norén. « Screening of Microplastic Particles in and Down-Stream a Wastewater Treatment Plant », s. d., 22.
- Mani, Thomas, et Armin Hauk. « Microplastics profile along the Rhine River », décembre 2015. <https://www.nature.com/articles/srep17988>.
- « Market data : PlasticsEurope », 2018. <https://www.plasticseurope.org/en/resources/market-data>.
- Mausra, Baker, et Arthur Foster. « Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment », 2015, 39.
- Moore, Lattin, et Zellers. « Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California », mars 2011.
- Nelms, SE, C Coombes, LC Foster, TS Galloway, BJ Godley, PK Lindeque, et MJ Witt. « Marine Anthropogenic Litter on British Beaches: A 10-Year Nationwide Assessment Using Citizen Science Data ». *Science of The Total Environment* 579 (1 février 2017): 1399-1409. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.137>.
- Panno, Samuel V., Walton R. Kelly, John Scott, Wei Zheng, Rachel E. McNeish, Nancy Holm, Timothy J. Hoellein, et Elizabeth L. Baranski. « Microplastic Contamination in Karst Groundwater Systems ». *Groundwater* 57, n° 2 (2019): 189-96. <https://doi.org/10.1111/gwat.12862>.
- Prata, Joana Correia, João P. da Costa, Armando C. Duarte, et Teresa Rocha-Santos. « Methods for Sampling and Detection of Microplastics in Water and Sediment: A Critical Review ». *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 110 (janvier 2019): 150-59. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.10.029>.
- Rambonnet, Liselotte, Suzanne C. Vink, Anne M. Land-Zandstra, et Thijs Bosker. « Making

- Citizen Science Count: Best Practices and Challenges of Citizen Science Projects on Plastics in Aquatic Environments ». *Marine Pollution Bulletin* 145 (1 août 2019): 271-77. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.056>.
- Rocha-Santos, Teresa, et Armando Duarte. « A critical overview of the analytical approaches to the occurrence, the fate and the behavior of microplastics in the environment ». *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 65 (11 décembre 2014). <https://doi.org/10.1016/j.trac.2014.10.011>.
- Sadri, Saeed S., et Richard C. Thompson. « On the Quantity and Composition of Floating Plastic Debris Entering and Leaving the Tamar Estuary, Southwest England ». *Marine Pollution Bulletin* 81, n° 1 (avril 2014): 55-60. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.02.020>.
- Schaal, Alexandre, Brunet, et Durantou. « Caractérisation Des Flux et Typologies de Microplastiques Le Long Du Fleuve Garonne ». ResearchGate, avril 2020. https://www.researchgate.net/publication/341606996_Caracterisation_des_flux_et_typologies_de_microplastiques_le_long_du_fleuve_Garonne/references.
- Sutton, Rebecca, Amy Franz, et Alicia Gilbreath. « Understanding Microplastic Levels, Pathways, and Transport in the San Francisco Bay Region -SFEI », octobre 2019.
- Talvitie, Julia, Mari Heinonen, Jari-Pekka Pääkkönen, Emil Vahtera, Anna Mikola, Outi Setälä, et Riku Vahala. « Do Wastewater Treatment Plants Act as a Potential Point Source of Microplastics? Preliminary Study in the Coastal Gulf of Finland, Baltic Sea ». *Water Science and Technology* 72, n° 9 (11 novembre 2015): 1495-1504. <https://doi.org/10.2166/wst.2015.360>.
- Ucluetet Aquarium Society. « Microplastics and marine debris initiative - Quarterly report », 2019. <https://uclueletaquarium.org/wp-content/uploads/microplastics-quartly-report-1-2019-compressed.pdf>.
- Van Cauwenberghe, Vanreusel, et Mees. « Microplastic pollution in deep-sea sediments ». *Environmental Pollution* Volume 182 (2013). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.08.013>.
- Waldschläger, Kryss, Simone Lechthaler, Georg Stauch, et Holger Schüttrumpf. « The Way of Microplastic through the Environment – Application of the Source-Pathway-Receptor Model (Review) ». *Science of The Total Environment* 713 (avril 2020): 136584. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136584>.
- Weiss. « La chimie des polymères - Société Francophone des Biomatériaux Dentaires (SFBBD) », 2010. <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap3/site/html/5.html>.
- WWF France. « La France est le pays qui produit le plus de déchets plastiques dans la région méditerranéenne », 2019, 19.
- Yao, Piao, Bin Zhou, YueHan Lu, Yong Yin, YongQiang Zong, Min-Te Chen, et Zachary O'Donnell. « A Review of Microplastics in Sediments: Spatial and Temporal Occurrences, Biological Effects, and Analytic Methods ». *Quaternary International* 519 (juin 2019): 274-81. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.03.028>.

Annexes

Tableau 8: Séparation des polymères par solutions utilisées dans la séparation par densité, Prata et al. 2018

Polymer	Density (g cm ⁻³)	Water	NaCl	NaI	ZnBr ₂
		1 g cm ⁻³	1.2 g cm ⁻³	1.6 g cm ⁻³	1.7 g cm ⁻³
PP	0.9–0.91	+	+	+	+
PE	0.92–0.97	+	+	+	+
PA	1.02–1.05	–	+	+	+
PS	1.04–1.1	–	+	+	+
Acrylic	1.09–1.20	–	+	+	+
PMA	1.17–1.20	–	+	+	+
PU	1.2	–	+	+	+
PVC	1.16–1.58	–	±	+	+
PVA	1.19–1.31	–	±	+	+
Alkyd	1.24–2.10	–	–	+	+
Polyester	1.24–2.3	–	–	+	+
PET	1.37–1.45	–	–	+	+
POM	1.41–1.61	–	–	±	+

Label: +: separation, ±: possible separation, –: not separated. Polymers: PE: polyethylene, PP: polypropylene, PS: polystyrene; PA: polyamide (nylon), POM: polyoxymethylene, PVA: polyvinyl alcohol, PVC: polyvinylchloride, PMA: poly methyl acrylate, PET: polyethylene terephthalate, PU: polyurethane (polymer density adapted from Ref. [44]).

Tableau 9: Méthodes d'analyse des fragments de MPs sur plusieurs études

Cours d'eau	Méthodes d'analyses	Nombres de fragments analysés	Sources
La Garonne	FT-IR	219	Schaal et al, 2020
La Seine	FT-IR	38	Dris et al, 2017
Le Rhin	FT-IR	118	Mani et Hauk, 2015
Estuaire du Tamar (Angleterre)	FT-IR	204	Sadri et Thompson, 2014
Fleuve l'Aufide (Italie)	Py-GC/MS	1280	Campanale et al. 2019
Rivière Saïgon au (Vietnam)	FT-IR	57	Lahens et al. 2018
Fleuve Yangzi Jiang (Chine)	spectroscopie micro-Raman	69	Di et Wang, 2018

Tableau 10: Caractéristiques des différents polymères (Expédition 7^{ème} Continent, 2014)

THERMOPLASTIQUES		
Nom	Caractéristiques	Utilisations
Polyéthylène (PE)	Translucide, inerte, facile à manier, résistant au froid. On distingue deux familles : -le PEBD (polyéthylène basse densité) bonne résistance chimique, neutre olfactivement, gustativement et chimiquement, facilement transformé et soudé. - le PEHD (polyéthylène haute densité) MV* : 0,92 – 0,97 g.cm ⁻³	Représente la moitié des emballages plastiques et dans divers domaines : PEBD : souples : sacs, films, sachets, bidons, bouteilles (sauces, produits cosmétiques...) PEHD : rigides : bouteilles, flacons, bacs poubelles, tuyaux, jouets, ustensiles ménagers...
Polypropylène (PP)	Facile à colorer. N'absorbe pas l'eau. Aspect brillant et résistant à la température (160°C). Difficile à recycler surtout s'il est imprimé MV : 0,90 – 0,91 g.cm ⁻³	Pièces moulées d'équipements automobiles (parechocs, tableaux de bord, ...), mobilier de jardin, Film d'emballage, bouteilles rigides, boîtes alimentaires résistantes à la température du lave-vaisselle. Fibres de tapis, moquettes, cordes, ficelles
Polystyrène (PS)	Dur et cassant. Trois types : - polystyrène "cristal" transparent - polystyrène "choc" (HIPS); acrylonitrile butadiène styrène ABS) - polystyrène expansé (PSE), inflammable et combustible MV : 1,04 – 1,10 g.cm ⁻³	Usages variés : mobilier, emballages, jouets, verres plastiques, pots de yaourt... -"cristal" : nombreux types de boîtes, boîtiers CD... -ABS : produits rigides, légers et moulés (bacs à douche...) -PSE : emballage « anti chocs », isolant thermique
Polycarbonate (PC)	Excellentes propriétés mécaniques, bonne résistance thermique jusqu'à 120°C, très transparent, physiologiquement neutre Mauvaise résistance aux contacts prolongés avec l'eau, aux agents chimiques et aux rayons ultraviolets. MV : 1,2 g.cm ⁻³	Casques de moto, boucliers de police, CD et DVD, vitres pare-balle , phares, feux arrière et clignotants d'automobile, matériel médical et prothèses, biberons incassables, profilés de toiture, vitres de cabine téléphonique...
Polyesters et Polyéthylène Téréphtalate (PET)	Mou à moyenne température MV : 1,37 – 1,45 g.cm ⁻³	Fabrication de fils textiles, de films et de bouteilles d'eau et de sodas. Usage limité par la température.

Polychlorure de Vinyle (PCV)	Rigide ou souple selon les ingrédients qu'on lui incorpore. PVC rigide : aspect lisse et dur MV : 1,16 -1,58 g.cm ⁻³	Dans l'industrie de l'ameublement, bâtiment, le génie civil et dans l'alimentaire : pots de margarine, blisters, bouteilles d'eau, emballage alimentaire ... PVC rigide : utilisé pour les tuyaux de canalisation. PVC souple: recouvre certains manches de pinces...
Polyamides (PA)	Différents types de PA (selon la longueur des chaînes) distingués par des chiffres. Bon compromis entre qualités mécaniques, thermiques et chimiques. Hydrophiles. MV : 1,02 -1,05 g.cm ⁻³	Pièces moulées dans l'appareillage ménager et automobile, tapis et moquettes, pièces de robinetterie, de serrurerie, engrenages, ... Textiles (lingerie et voilages)...
Polyméthacrylate de méthyle (PMMA)	Transparent, même avec une très grande épaisseur (jusqu'à 33 cm d'épaisseur); à la différence du verre L'ajout de PMMA dissout permet aux huiles lubrifiantes et fluides hydrauliques de conserver leur liquidité au froid (jusqu'à -100°C) MV : 1,18 g.cm ⁻³	Nom commercial Plexiglas, Lucite, Altuglas, ... Utilisé pour remplacer le verre pour des vitres incassables, les surfaces des baignoires et des éviers, pour les vitres de grands aquariums résistantes à la pression de l'eau... feux arrière et clignotants, hublots d'avion, fibres optiques, enseignes lumineuses...
THERMODURCISSABLES		
Polyuréthanes (PUR)	Grande diversité de dureté et textures en fonction des associations chimiques de différents monomères	Mousses souples ou rigides grâce à des agents d'expansion, colles, fibres (Licra) Matelas, sièges de voiture, tableaux de bord, roues de patins à roulettes, chaussures de ski...
Polyesters insaturés	Prix peu élevé, durcissement assez rapide sans élimination de produits secondaires. Imprégnation facile des fibres de verre MV : 1,24 – 2,3 g.cm ⁻³	Pièces plastiques renforcées par coulée : pales d'éoliennes, coques et cabines de bateaux, piscines, carrosseries d'automobiles,... Textiles (Dacron, Tergal, Térylène...)
ELASTOMERES		
Caoutchoucs : - Caoutchouc naturel, cis-1,4- polyisoprène (NR) ; - Copolymère styrène-butadiène (SBR) ; - Polybutadiène (BR) ; - Polyisoprène synthétique (IR) MV : 0,92 – 2,20 g.cm ⁻³		Chauffés au-dessus de 65 °C, ils commencent à vieillir et deviennent poisseux. Faible résistance à l'huile et à l'ozone. Propriétés d'amortissement et grande extensibilité (jusqu'à 750 % avant rupture). Excellente résistance au déchirement.
Elastomères spéciaux : - Co- ou terpolymères d'éthylène propylène et diène (EPM et EPDM) - Copolymères d'isobutylène isoprène, chlorés ou bromés (IIR, BIIR, CIIR)		Température maximum d'utilisation : 150 °C. Selon les matériaux : résistance aux produits pétroliers, aux solvants ; à l'oxydation (O ₂ et O ₃), aux intempéries, aux

- Copolymères de butadiène acrylonitrile (NBR) - Polychloroprènes (CR)	produits chimiques corrosifs et au vieillissement... Certains sont ininflammables et ont une grande imperméabilité aux gaz. Parfois sensible à la lumière et à l'ozone et au stockage (tendance à la cristallisation)
Autres : - Caoutchoucs de silicone (VMQ, FVMQ) - Elastomères fluorés (FKM) - Polyéthylènes chlorés et chlorosulfonés (CM, CSM) - Polyacrylates (ACM) - Copolymères éthylène acétate de vinyle (EVM) - Ethylène acrylate de méthyle (AEM) - Caoutchoucs nitrile hydrogénés (HNBR) - Epichlorhydrines (CO, ECO, GECO) - Polyuréthanes malaxables (AU, EU)	Très variables en fonction des matériaux : - Hautes performances chimiques : résistance aux carburants, à l'ozone, aux huiles, imperméabilité aux gaz et aux produits chimiques agressifs - Température de service continu allant de -80°C à 250 °C - Résistance au vieillissement, stabilité de couleur - Propriétés adhésives (colles thermofusibles)

*MV : Masse Volumique

Tableau 11: Caractéristiques des cours d'eau de la baie de Douarnenez

Fleuves	Linéaire en km	Superficie BV en ha	Occupation agricole en %	Densité de population hab/km ²	Débit annuel 2019 en m ³ /j	Nb d'échantillon
L'Aber	25	3089	57	96	389	3
Le Kergaoulédan	11	1495	64	580	280	3
Le Kerharo	35	4465	76	39	552	2
Le Lapid	16	2711	74	60	483	3
Le Lestrevel	13	1243	60	48	158	2
Le Pénity	3	384	32	580	53	2
Le Pentrez	8	1343	57	42	200	2
Le Ris	32	3590	65	70	722	3
Le Stalas	26	2232	75	580	494	3
Le Trezmalaouen	5	376	72	60	71	3

Données recueillies auprès de l'EPAB et sur le site DataFrance.

Tableau 12: Caractéristiques des prélèvements de la campagne de comparaison des méthodes de prélèvement

Sites	Méthodes	Temps de pose min	Volumes filtrés par échantillon m ³	Nombre d'échantillons
Nive Amont (1)	Manta	16	32	2
	Babylegs	40	32	2
Nive Aval (2)	Manta	16	15	2
	Babylegs	40	15	2
Maharin (3)	Manta	18	6	1
	Babylegs	40	5	2
Adour (4)	Manta	12	16	3
	Babylegs	36	18	3
			Total	17

Annexe 1 : Calcul de la vitesse, du débit et de la concentration en MPs

Le calcul des concentrations a été réalisé en déterminant une vitesse de passage (v), ramenée à un débit (Q) en fonction d'une durée de prélèvement (d) et de la section traversée (s), le tout comparé au nombre de MPs comptabilisés sur l'échantillon. Le calcul est détaillé ci-dessous avec pour exemple l'échantillon prélevé en amont de Dax pour lequel 17 MPs ont été relevés.

Détermination de la vitesse (v) :

Le constructeur du courantomètre mécanique à hélice GO environnement de la série 2030 garantie une vitesse de 10 cm/s à fonctionnement nominal. Le matériel étant neuf, cette donnée a été retenue.

Relevé du compteur avant la mise à l'eau : 322 000

Relevé du compteur après échantillonnage : 324 025

Détermination du nombre de tours effectués par le courantomètre :

$$322\,000 - 324\,025 = 2\,025 \text{ tours}$$

Relevé de la durée du prélèvement : 90 secondes

$$\text{Détermination du nombre de tours par seconde : } 2\,025 / 90 = 22,5 \text{ tours}$$

Détermination de la vitesse de passage au regard de la donnée du constructeur :

$$22,5 \times 10 = 225 \text{ cm/s, soit } = 2,25 \text{ m/s}$$

Détermination de la section traversée (s) et du débit (Q) :

Longueur intérieure du cadre du filet Manta : 0,46 m

Largeur intérieure du cadre du filet Manta : 0,29 m

Détermination de la section immergée d'entrée du filet Manta avec un cadre remontant à 2 cm au-dessus de la lame d'eau : $0,46 \times 0,27 = 0,1334 \text{ m}^2$

Détermination du débit (Q) :

Il s'agit de la vitesse multipliée par la section immergée de l'entrée du filet :

$$2,25 \times 0,1334 = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

Détermination du volume filtré :

Le volume filtré correspond au débit à l'entrée du filet calculé précédemment, multiplié par la durée du prélèvement :

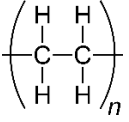
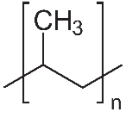
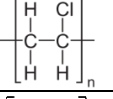
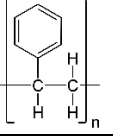
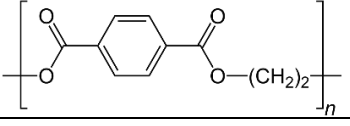
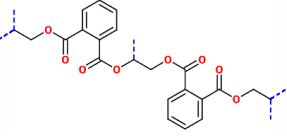
$$0,28 \times 90 = 25,15 \text{ m}^3$$

Détermination de la concentration avec le nombre de MPs relevé :

Le nombre de MPs collecté, ici 17, est divisé par le volume d'eau passé dans le filet :

$$17 / 25,15 = 0,676 \text{ MPs/m}^3$$

Tableau 13 : Absorbances et types de liaisons pour la détermination des polymères par spectrométrie infrarouge

Sigle	Structure	Désignation	Type de liaison	Absorbance cm ⁻¹
PE		Polyéthylène	Méthylène CH ₂ -	2910 2850 1465 700
PP		Polypropylène	Méthyle CH ₃ -	2950 2915 2860 1450 1380 1160
PVC		Polychlorure de vinyle	Chloroalcanes	540-760
PS		Polystyrène	Benzène derivative	700
PET		Polytéraphtalat e d'éthylène	Ester	1210-1163 1750-1735
CE		Cellophane	Ethers Alcools Méthylène	1050 3300 2929- 2850
Re		Résine Alkyde	Alcools Méthylène Méthylène Cétones Aromatique élongation Méthylène Esther	3350 2920 2850 1720 1600-1580 1470 1260 -1120

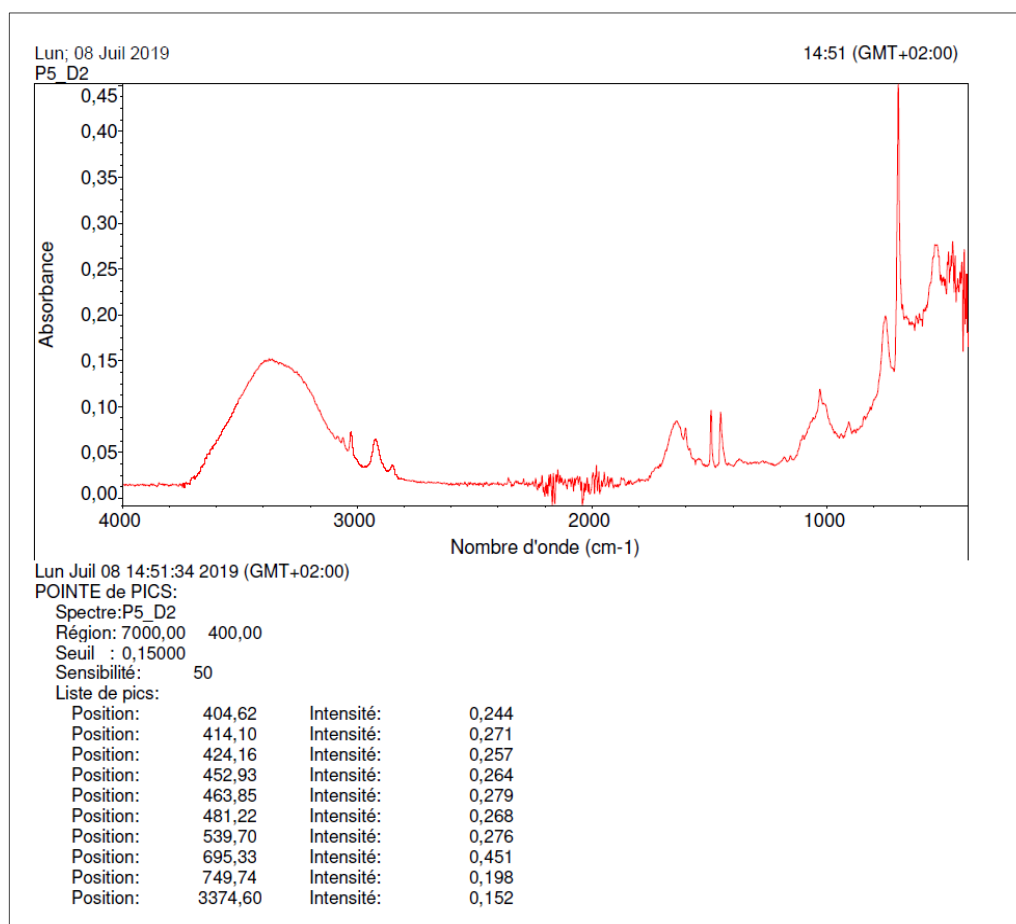


Figure 29 : Exemple spectre d'absorbance du PS collecté dans l'Adour

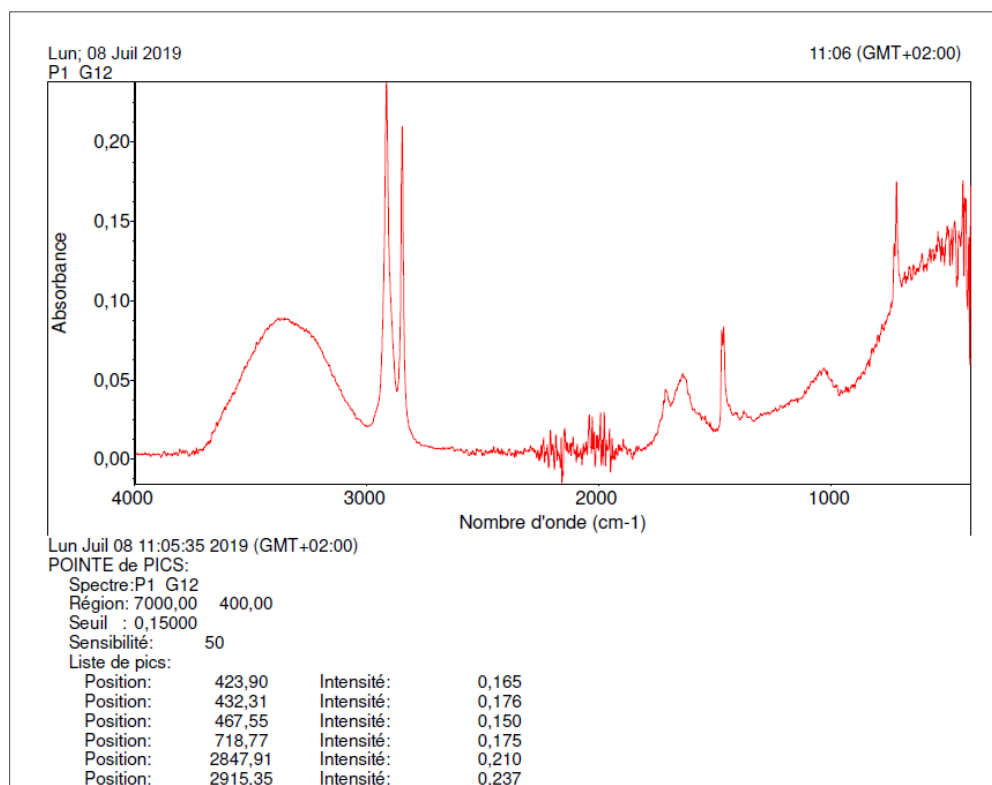


Figure 30: Exemple de spectre d'absorbance du PE collecté dans l'Adour

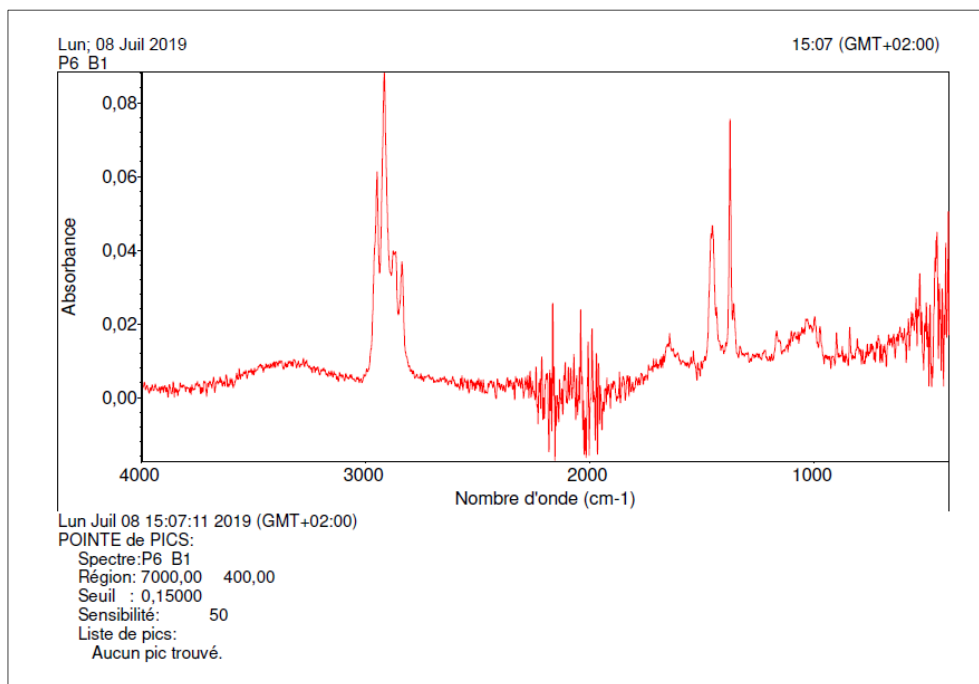


Figure 31: Exemple spectre d'absorbance du PP collecté dans l'Adour

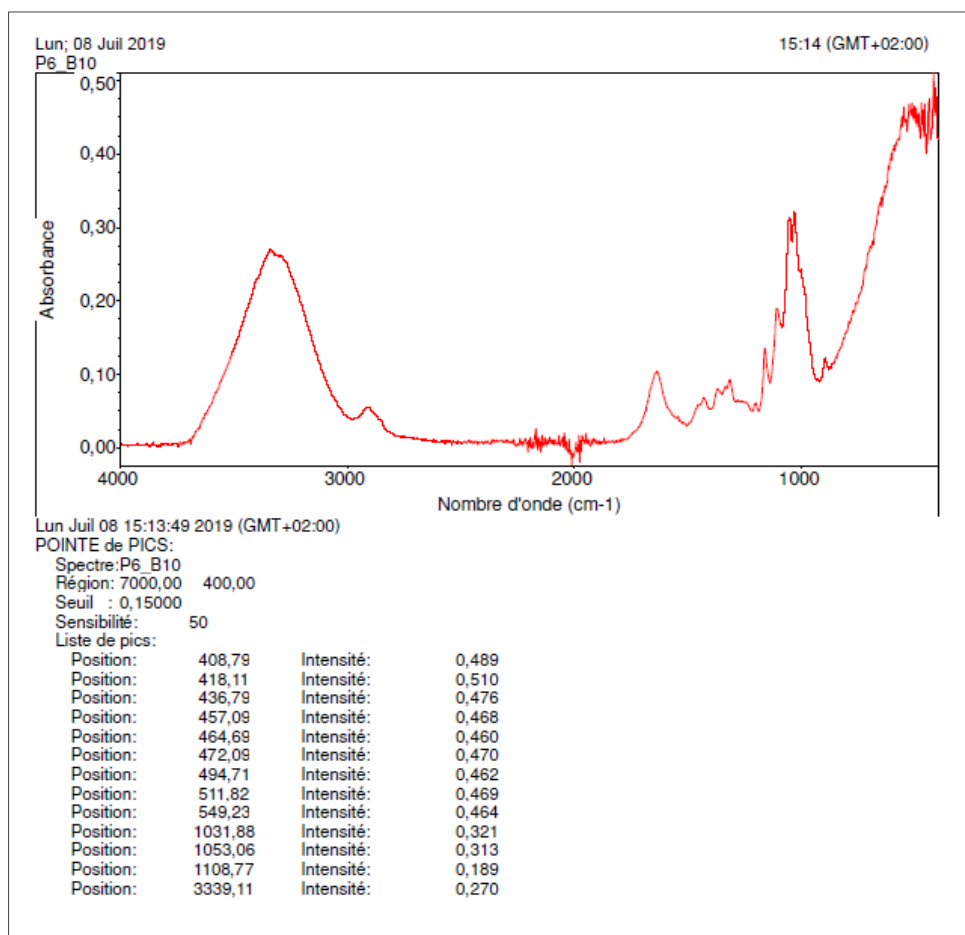


Figure32: Exemple de spectre d'absorbance du Cellophane collecté dans l'Adour

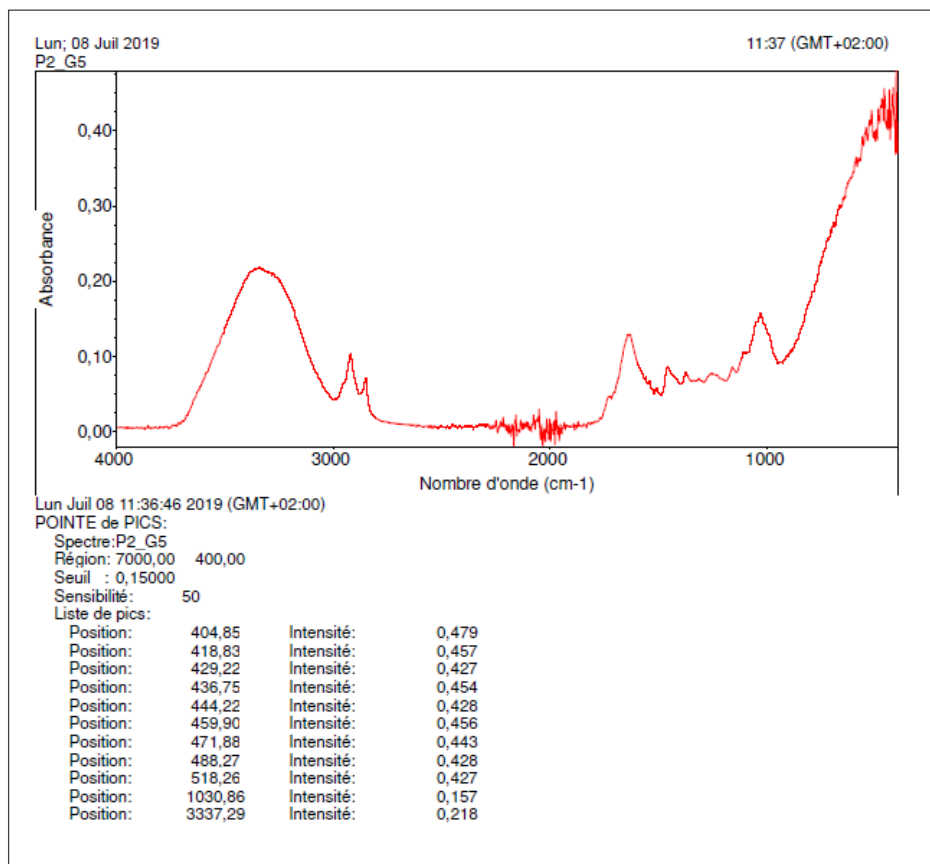


Figure 33: Exemple de spectre d'absorbance de la résine Alkyde collecté dans l'Adour

Tableau 14: : Concentrations en particules/m³ et flux en MPs/j pour chaque prélèvement de la baie de Douarnenez en 2019

Cours d'eau	Dates	Volumes filtrés m ³	Nombres MPs sauf fibres	Nombre s fibres	Nombres total de MPs	Concentrations en MPs/m ³	Débit journalier m ³ /j	Flux de MPs en MPs/j
Aber	20-mars	43,1	15	9	24	0,35	30511	10619
	23-mai	54,7	3	12	15	0,05	6136	337
	07-août	14,6	2	16	18	0,14	678	93
Kergaoulédan	19-mars	21,4	2	10	12	0,09	22725	2124
	24-mai	136,6	19	15	34	0,14	7057	982
	16-juil	95,6	11	5	16	0,12	3340	384
Kerharo	03-juin	79,3	17	13	30	0,21	6043	1295
	13-août	43	23	0	23	0,53	4406	2357
Lapic	18-avr	125,6	10	11	21	0,08	20738	1651
	12-juin	84,3	16	12	28	0,19	9526	1808
	31-juil (STEU)	59,4	83	39	122	1,40	1066	1490
Lestrevet	18-avr	196,8	11	2	13	0,06	7335	410
	27-juin	75	3	8	11	0,04	1785	71
Pénity	30-avr	47,3	34	12	46	0,72	2385	1714
	09-juil	54,8	28	38	66	0,51	944	482
Pentrez	17-mai	80,9	9	13	22	0,11	5352	595
	29-juil	80,6	44	16	60	0,55	1958	1069
Ris	14-mai	72,4	11	19	30	0,15	31277	4752
	17-juin	51,3	10	13	23	0,19	23190	4520
	09-août	89,4	20	4	24	0,22	69898	15637
Stalas	19-mars	18,1	15	6	21	0,83	40435	33509
	16-mai	63	12	7	19	0,19	17516	3336
	09-juil	61,3	15	18	33	0,24	6280	1537
Trezmalaouen	20-mars	50,6	12	9	21	0,24	5096	1208
	30-avr	51	17	10	27	0,33	2375	792
	14-juin	93,5	9	6	15	0,10	1274	123
Moyennes		71	17	12	30	0,30	12666	3573

Tableau 15: Principales sources potentielles et voix d'accès de la pollution MPs en fonction de la topographie des cours d'eau de la baie de Douarnenez (Brignon et Boucard, 2018 ; Waldschläger et al. 2020)

Cours d'eau	Superficie BV en ha	Topographie et installations	Potentielles sources	Voix d'accès
Penity	384	• BV plutôt plat ; • Zones industrielles et commerciales ; • Routes, bassin de stockage eau pluviale ; • Epandage de boues.	• Construction • Industrie • Abrasion des pneus	• Ruissellement
Kerharo	4465	• Zone humide (marais) littorale en amont du point de prélèvement. Cette zone humide est soumise à la marée, c'est-à-dire qu'elle peut être inondée par les eaux de mer lors de fortes marées ; • Epandage de boues.	• Pêche, navigation • Autres BV	• Ruissellement • Apport maritime lors de grandes marées
Pentrez	1343	• Zone amont boisée ; • Surfaces agricoles importantes ; • Zone aval pentu et résidentielle, croissance démographique en période estivale (proche prélèvement) 2 STEUs ; • Epandage de boues.	• Intrants agricoles • Déchets urbains • Fibres synthétiques • Produits personnels de soins	• Ruissellement, • Rejet direct (eaux épurées)
Trezmalao uen	376	• Zone humide ; • Epandage de boues ; • Zone de stockage des déchets de plages.	• Pêche, navigation	• Apport maritime • Tempête • Ruissellement
Stalas	2232	• Surfaces agricoles importantes ; • Routes, parcelles agricoles ; • Epandage de boues.	• Intrants agricoles • Abrasion des pneus • Industrie	• Ruissellement • Rejet direct (eaux pluviales)
Ris	3590	• Démographie stable, même en période estivale ; • Routes ; • STEU lagunaire, épandage de boues.	• Abrasion des pneus • Produits personnels de soins	• Rejet direct (eaux épurées) • Ruissellement
Aber	3089	• Démographie faible ; • Parcelles agricoles ; • Epandage de boues.	• Abrasion des pneus • Intrants agricoles	• Ruissellement
Kergaoulé dan	1495	• Surfaces agricoles importantes ; • Route pentu et fréquentée ; • Parcelles agricoles ; épandage de boues.	• Intrants agricoles • Abrasion des pneus	• Ruissellement
Lapic	2711	• Deux STEUs ; • Surfaces agricoles importantes ; • Epandage de boues ; • Forte augmentation démographique en période estivale.	• Produits personnels de soins	• Ruissellement, • Rejet direct (eaux épurées)
Lestrevet	1243	• Zone pentue en aval ; • Démographie faible ; • Réseau routier dense ; • Epandage de boues.	• Abrasion des pneus • Intrants agricoles	• Ruissellement • Rejet direct (eaux pluviales)

Tableau 16: Résultats des concentrations en MP_s/m³ pour les points de collecte de la descente de l'Adour du 31 mai au 8 juin 2019

Lieux	Temps de collecte (s)	Vitesses courant calculée (m/s)	Débits dans le filet (m ³ /s)	Volumes filtres (m ³)	Concentrations (MP _s /m ³)
Payolle	720	3,19	0,21	153	0,007
Lesponne	180	4,45	0,3	53	0,187
Gerde	180	4,4	0,55	98	0,102
Bagnères aval	180	4,33	0,54	97	0,083
Salles-Adour	180	3,68	0,46	82	0,267
Tarbes	180	5,21	0,65	117	0,112
Artagnan	300	3,37	0,42	126	0,382
Jû-belloc	180	5,09	0,63	114	0,343
Cahuzac-sur-Adour	180	6,42	0,43	77	0,091
Riscle	300	2,67	0,33	99	0,242
Barcelonne-du-Gers	180	5,67	0,7	127	0,032
Aire-sur-l'Adour aval	300	3,53	0,44	131	0,053
Onard	300	3,42	0,42	127	0,071
Pontonx-sur-Adour	180	4,06	0,5	91	0,154
Dax	90	2,25	0,28	25	0,676
Angoumé	180	1,5	0,19	34	0,388
Port-de-Lanne	600	0,62	0,08	46	0,818
Guiche	180	1,52	0,19	34	0,470
Mouguerre	180	1,88	0,23	42	0,191
Bayonne	420	1,19	0,15	62	0,322
Anglet	160	1,72	0,21	34	0,410
Moyenne					0,260

Tableau 17: Débits des principaux affluents de l'Adour lors de la campagne de collecte

Affluents	Débits moyens m ³ /s
L'Échez	3
L'Arros	9
Le Léez	-
Le Gabas	2
Le Louts	-
La Midouze	20
Le Luy	17
Les Gaves réunis	188
La Bidouze	7
L'Aran	-
La Nive	34

Tableau 18: Recensement des STEUs en amont des points de prélèvement et leurs caractéristiques
([Portail d'informations sur l'assainissement communal](#))

Prélèvements	STEUs	Débit moyen entré STEU m ³ /j	Charge maximale entrée EH	Distance km	Traitement des eaux	Destination des boues
Payolle	/					
Lesponne	Lesponne	5	6	3	FS	?
Gerde	Campan Village	199	117	4	BA	C
Bagnères_Aval	Campan Village	199	117	7,5	BA	C
Salles-Adour	Momeres	112	968	1,7	BA	E
Tarbes	Aureilhan	4237	20071	2,5	BA	E
Tarbes	Tarbes Est	5300	45 700	1,5	BA	C
Artagnan	Tostat	6	65	10,5	DB	?
Jû-Belloc	Maubourguet	880	3652	15	BA	E
Cahuzac-sur-Adour	Castelnau-Riviere-Basse	70	350	10	FP	?
Riscle	Plaisance Du Gers	392	1078	13	BA	C
Barcelonne-du-gers	Saint-Germe	34	200	10	LB	Vers autre STEU
Aire-sur-Adour	Aire Sur L' Adour	1770	6266	2	BA	C
Onard	Mugron	201	830	9	BA	C
Pontonx-sur-Adour	Vicq D'auribat	17	83	11	FP	?
Dax	St Vincent De Paul 2	617	3830	8	BA	C
Angoumé	Riviere Saas Et Gourby	139	387	0	BA	C
Port-de-lanne	Saint-Étienne D'orthes	56	229	2	FP	?
Guiche	Guiche	41	301	1	FP	?
Mouguerre	Lahonce	585	3034	3	BA	C
Bayonne	Saint Frédéric 2	8408	47017	2	BA	E/I
Anglet	Pont De L'aveugle N°2	20283	119609	3	BA	C

BA : Boues Activées, FP : Filtres plantés, FS : Filtres à Sables, DB : Disques Biologiques, LB : Lits Bactériens, C : Compostage, E : Epandage, I : Incinération, ? : Pas d'information

Tableau 19: Concentrations en particules/m³ (sans fibre) avec deux méthodes de prélèvement ; le filet Manta et le filet Babylegs pour les 4 sites de prélèvements (Nive amont, Nive aval, le Maharin et l'Adour). Le coefficient de variation a été calculé pour chaque mesure à partir de l'écart-type sur 3 répliques du site Adour. La médiane ($\pm$ S.E) a été déterminé pour les 2 méthodes

Sites	Méthodes	Concentrations en MPs/m ³
Nive amont	Manta	0,21 – 0,23 0,22 $\pm$ 0,01
	Babylegs	0,12 - 0,18 0,15 $\pm$ 0,03
Nive aval	Manta	1,75 – 2,72 2,23 $\pm$ 0,16
	Babylegs	1,52 - 1,92 1,72 $\pm$ 0,36
Maharin	Manta	4,19
	Babylegs	1,52 – 1,92 1,85 $\pm$ 0,38
Adour	Manta	1,28- 2,49 - 3,18 2,32 $\pm$ 0,41
	Babylegs	1,24 - 1,56 - 2,47 1,76 $\pm$ 0,36
Médiane	Manta	2,72 $\pm$ 1,23
	Babylegs	1,52 $\pm$ 0,49