



# - Rapport de synthèse -

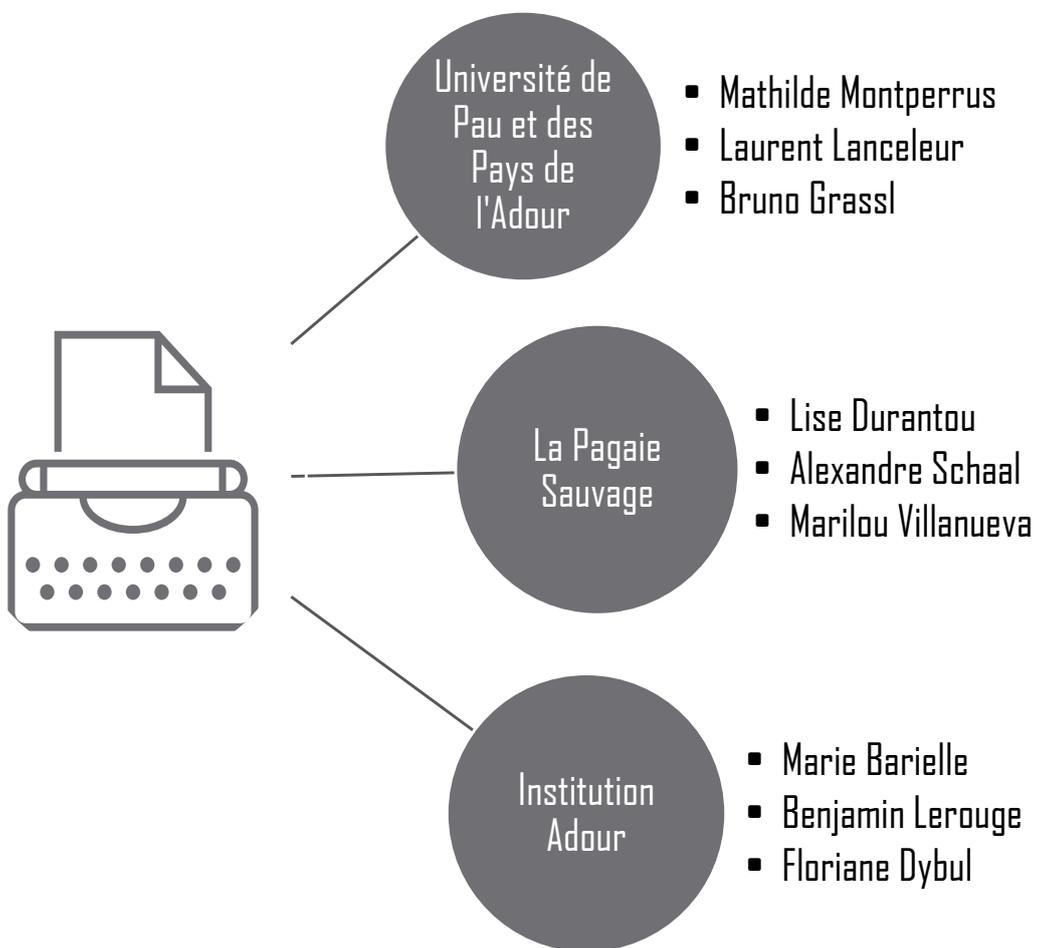
## La Galupée : à la recherche des microplastiques sur l'Adour

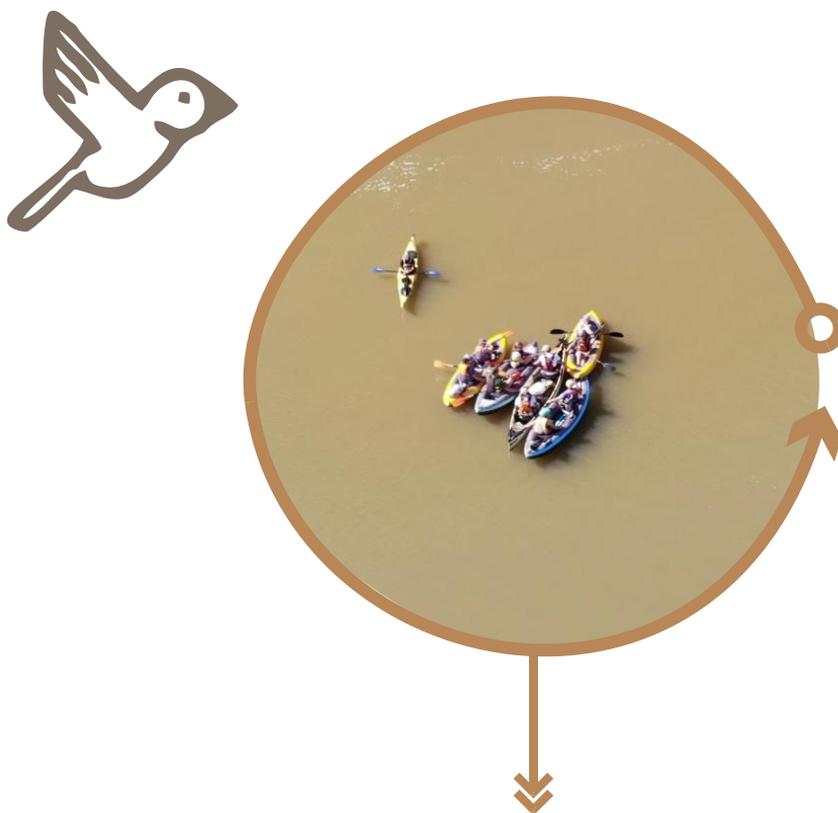
Présence et évolution de la concentration de microplastiques le long d'un linéaire de cours d'eau - le cas de l'Adour.



---

# Adour

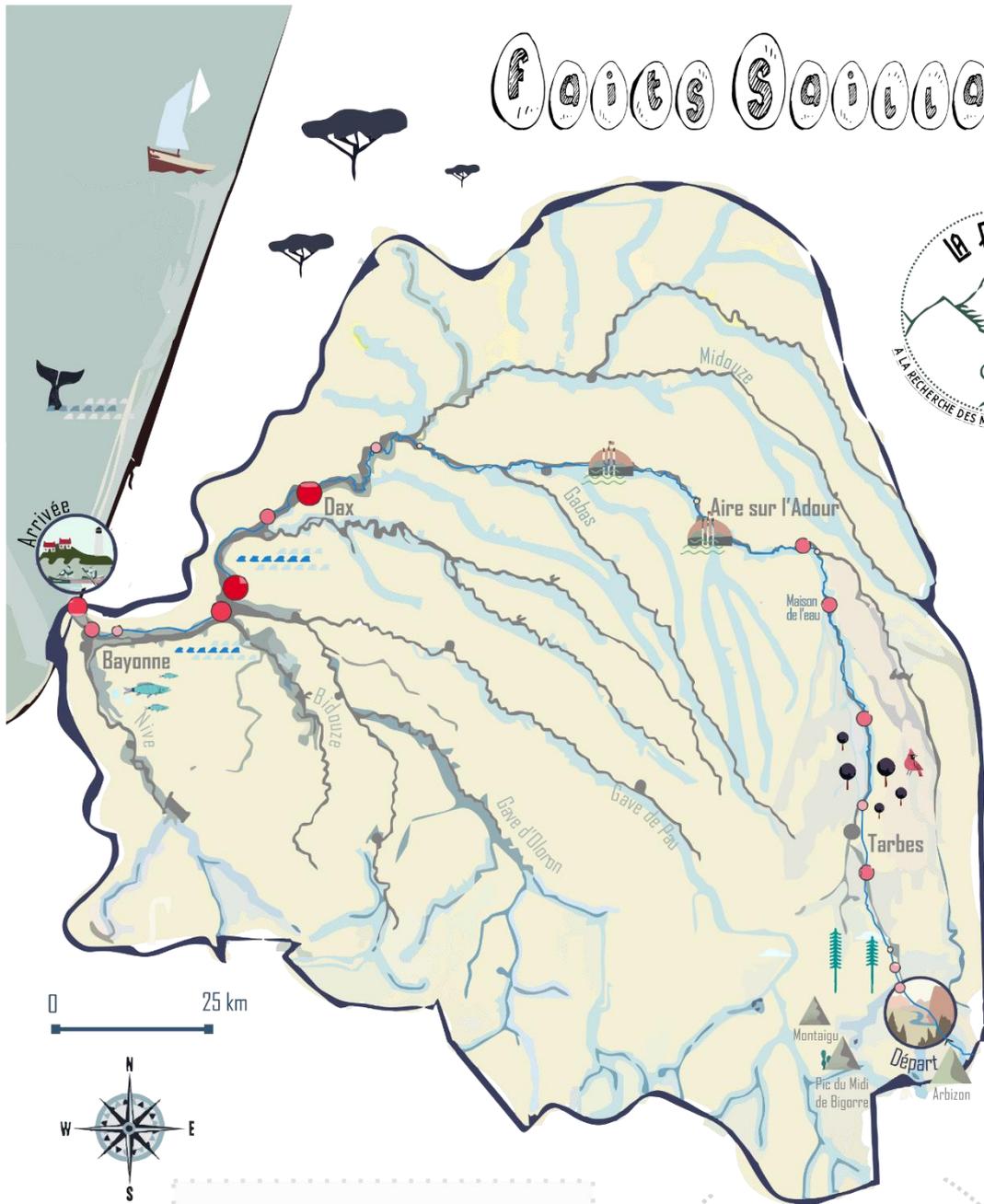




### **La Galupée : une descente intégrale de l'Adour pour comprendre l'origine des microplastiques**

Née d'une collaboration entre l'Institution Adour (établissement public territorial du bassin de l'Adour), l'association La Pagaie Sauvage et l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, « La Galupée » est une campagne scientifique et citoyenne qui propose d'établir un premier portrait de la pollution microplastique de ce fleuve emblématique du Sud-Ouest.

# Faits Saillants



- Villes
- Concentrations (jusqu'à 0.8 microplastiques/m<sup>3</sup>)
- ▬ Zone affectée par les mouvements de marées
- 🏠 Zones d'expansion artificielles ou naturelles (hors barthes): les concentrations les plus faibles y sont retrouvées.

- # 320 kilomètres à la pagaie
- # 21 sites de prélèvement
- # 76 % de Polyéthylène
- # Concentrations de microplastiques : en moyenne 0,26 particules / m<sup>3</sup> jusqu'à 0,82 particules / m<sup>3</sup>



---

---

## CONDITIONS DE PARTAGE

---

Ce document est diffusé sous licence Creative Common Attribution – Utilisation non commerciale – Partage dans les mêmes conditions 4.0 International.

Pour citer ce document : La Pagaie Sauvage et al. (2020) Rapport de synthèse – La Galupée : à la recherche des microplastiques sur l'Adour. Présence et évolution le long d'un linéaire de cours d'eau – le cas de l'Adour.

## ➔ LISTE DES ACRONYMES

- ➔ **µm** : micromètre
- ➔ **BA** : Boues Activées
- ➔ **C** : Compostage
- ➔ **CAPB** : Communauté d'Agglomération Pays Basque
- ➔ **CE** : cellophane
- ➔ **CLE** : Commission Locale de l'Eau
- ➔ **DB** : Disques Biologiques
- ➔ **DEHP** : phtalate de bis(2-éthylhexyle)
- ➔ **E** : Epan dage
- ➔ **EH** : Équivalent Habitant
- ➔ **EPTB** : Établissement Public Territorial du Bassin
- ➔ **FP** : Filtres plantés
- ➔ **FS** : Filtres à Sables
- ➔ **FT-IR** : Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier
- ➔ **I** : Incinération
- ➔ **IPREM** : Institut des sciences analytiques et de Physico-chimie pour l'Environnement et les Matériaux
- ➔ **LB** : Lits Bactériens
- ➔ **MP(s)** : Microplastique(s)
- ➔ **PE** : polyéthylène
- ➔ **PET** : Polyethylene terephthalate
- ➔ **PP** : polypropylène
- ➔ **PS** : Polystyrène
- ➔ **PVC** : Polychlorure de vinyle
- ➔ **RE** : résine
- ➔ **SAGE** : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
- ➔ **SICTOM** : Syndicat Intercommunal de Collecte et de Traitement des Ordures Ménagères du secteur ouest du département gersois
- ➔ **SIEBAG** : Syndicat Intercommunal des Eaux du Bassin de l'Adour Gersois, compétent pour la production et la distribution de l'eau potable
- ➔ **STEU** : Station de Traitement des Eaux Usées
- ➔ **UPPA** : Université de Pau et des Pays de l'Adour
- ➔ **UV** : Ultra-violet

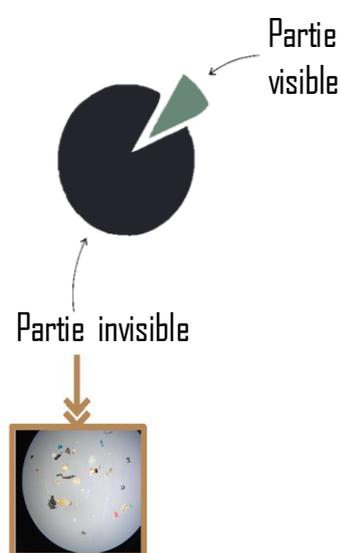
# Table des matières

I.	Contexte, motivations et objectifs de l'étude .....	1
1)	Sources et danger des microplastiques .....	1
2)	Contexte et objectifs.....	2
3)	Déroulement de l'étude.....	6
II.	Protocoles de collecte et d'analyses .....	9
1)	Territoire d'étude .....	9
2)	Collecte.....	9
3)	Analyses .....	11
III.	Synthèse des résultats.....	13
1)	Résultats généraux .....	13
2)	Concentrations de microplastiques dans l'Adour.....	14
IV.	Résultats et discussion .....	15
1)	Aménagements et conditions hydrauliques du fleuve .....	15
2)	Paramètres démographiques .....	20
a.	La population .....	20
b.	Les stations de traitement des eaux usées .....	21
c.	La gestion des déchets.....	23
3)	Nature et occurrence.....	24
V.	Valorisation du projet .....	26
1)	En images.....	26
2)	Dans la presse.....	27
3)	Groupe de travail Licence Biologie des Organismes (UPPA) – semestre 4 .....	28
VI.	Conclusion.....	29
VII.	Bibliographie.....	31
VIII.	Annexes .....	34
4)	Caractéristiques des sites de prélèvements.....	34
5)	Qualité chimique de l'eau aux points de prélèvements .....	36
1)	Calcul de la vitesse, du débit et de la concentration en MPs .....	37

## I. CONTEXTE, MOTIVATIONS ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

### 1) Sources et danger des microplastiques

Bouteilles, emballages, mégots, sacs, filets de pêche ... Les déchets humains sont présents partout dans les océans, même dans les grandes profondeurs (Van Cauwenberghe et coll. 2013). Massivement produits depuis 60 ans, les plastiques sont des matériaux, devenus des déchets à longue durée de vie, qui s'accumulent progressivement dans l'environnement. Si la communauté scientifique s'est longuement intéressée sur la quantification des « macrodéchets » (d'une taille supérieure à 5 mm), on sait aujourd'hui que 92% des déchets plastiques dans les océans sont des microplastiques (MPs) (Eriksen et al. 2014). Ces derniers, définis par une taille inférieure à 5 mm, représentent une part de la pollution aquatique grandissante et encore méconnue (Arthur et coll. 2009). S'il est difficile de les quantifier, il apparaît que 80% des MPs présents dans les océans proviennent de la terre (AFB, DNML, 2015). La source de ces déchets peut être catégorisée en deux classes.



➤ **Les MPs primaires** produits intentionnellement dans le but d'être utilisés directement ou pour un processus de fabrication. Ils sont introduits accidentellement dans le milieu naturel par ruissellement des sols. La deuxième source est les produits cosmétiques, introduits par les eaux usées ou les boues de Station de traitement des eaux usées (STEU) (Waldschläger et al. 2020).

➤ **Les MPs secondaires** issus de la dégradation des macroplastiques. On retrouve dans cette catégorie des sources plus diverses ; fibres synthétiques, déchets ménagers, matériaux de construction, matériel de pêche... (Waldschläger et al. 2020). Même si le taux de fragmentation et de dégradation de ces MPs est encore inconnu, on sait aujourd'hui que les rayons UV sont la principale cause de cette dégradation (Free et al. 2014).

Conjointement, leurs propriétés chimiques et leurs petites tailles les élèvent au rang de danger pour les écosystèmes :

- **Ingestion des MPs par des organismes terrestres et aquatiques et transfert dans la chaîne alimentaire.** Leur présence a été recensée dans certains organismes invertébrés marins, poissons, tortues, et mammifères (Boerger et al. 2010 ; Cole et coll. 2013 ; Denuncio et coll. 2011 ; Lusher et coll. 2013 ; Parker et al. 2005).
- **Libération de substances dangereuses pour la santé.** Certains additifs tels que les plastifiants ont un impact sur le système endocrinien d'organismes vivants (Benjamin et coll. 2017 ; Verrier, 1992), mais aussi sur l'homme, c'est le cas du phtalate de bis(2-éthylhexyle) (DEHP) couramment utilisé dans le polychlorure de vinyle (PVC) qui provoque du diabète et des risques d'infertilités (Buser et al., 2014 ; Hauser et al., 2007).
- **Accumulation de polluants dissouts.** Ils jouent un rôle de vecteur de pollution d'un système à un autre. C'est le cas pour les métaux lourds (Boucher et coll. 2016 ; Brennecke et coll. 2016 ; Holmes et coll. 2012), les perturbateurs endocriniens (Fossi et coll., 2014) ou encore les polluants organiques persistants (Bakir et al., 2012 ; Rios et al., 2007).

Les MPs représentent une pollution inquiétante pour l'avenir des populations et des écosystèmes. Même si aucune étude sur la contamination humaine des MPs n'a été menée jusqu'à présent, une quantité de **11 000 particules plastiques** pourraient être ingérées par personne et par an selon l'estimation de Van Cauwenberghe et Janssen en 2014.

## 2) Contexte et objectifs

Le bassin de l'Adour ne fait pas exception à la production et à la présence de déchets dans les milieux naturels, notamment les cours d'eau. Produits par l'ensemble des habitants et activités, une partie d'entre eux se retrouvent, généralement de manière accidentelle et diffuse, dans les milieux. Charriés par les cours d'eau, et dégradés tout au long de leur séjour dans l'environnement, une partie de ces déchets sont transportés jusqu'à l'embouchure de l'Adour et rejetés dans le golfe de Gascogne. Ils génèrent différentes nuisances : pollution des milieux et organismes vivants, dégradation des paysages, nuisances ou risques pour certaines activités (navigation, tourisme sur le littoral, etc.).

La Pagaie Sauvage qui travaille sur le thème des MPs a motivé la création du projet. Les objectifs de l'association sont d'élever à la fois la connaissance sur leur présence dans les milieux à travers un réseau de surveillance citoyenne, mais aussi la prise de conscience face à cette pollution émergente. L'association œuvre au niveau national en recherchant, autant que possible, des collaborations locales, aussi bien scientifiques que politiques et techniques.



Équipe des bénévoles impliqués dans la réalisation de la collecte lors de l'expédition La Galupée

L'Institution Adour, établissement public territorial du bassin (EPTB) de l'Adour, est la structure porteuse de 3 schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) : Adour amont, Adour aval et Midouze. Ces outils de planification de la gestion de l'eau et des milieux aquatiques sont élaborés et mis en œuvre par leurs commissions locales de l'eau (CLE) respectives, constituées d'un panel représentatif d'acteurs locaux concernés par les enjeux traités :

- ➔ Les élus, gestionnaires de milieux, de l'eau potable, de l'assainissement, de l'urbanisme ;
- ➔ Les associations, activités socioprofessionnelles, tourisme et loisirs, consommateurs, etc. ;
- ➔ L'État.

Les 3 SAGEs comprennent des objectifs relatifs à l'amélioration de la qualité de l'eau et des milieux, à l'amélioration des connaissances sur les pollutions émergentes notamment, et à la sensibilisation des acteurs locaux et habitants. De ce fait, les CLEs ont accepté de travailler aux côtés de la Pagaie Sauvage, de manière groupée dans un travail inter-SAGE, et à l'échelle de tout le fleuve Adour.

Ensemble, La Pagaie Sauvage et l'Institution Adour ont sollicité l'appui technique et l'expertise de différents chercheurs au sein de l'université de Pau et des Pays de l'Adour : Mathilde Montperrus, Laurent Lanceleur, Bruno Grassl et Stéphanie Reynaud.

Le soutien financier de l'action est en partie assuré par La CCI Bayonne Pays Basque, qui gère le port de Bayonne et notamment les dragages du lit et qui, dans ce contexte, est, également impliquée sur les questions relatives aux polluants présents sur ce secteur.

**La Pagaie Sauvage** est un réseau de partage de connaissances autour des MPs en eaux douces. Ensemble, les membres de l'association assurent un lien solide entre les acteurs locaux et la recherche afin que les dangers liés à la présence de cette pollution soient connus et étudiés sur le territoire national. La Pagaie Sauvage facilite l'accès aux données brutes pour les chercheurs en établissant des outils de sciences participatives adéquats (problématique soulevée, territoire étudié, populations locales susceptibles de participer...) puis assure la transmission des résultats à travers de nombreux supports.



**Institution Adour** est l'établissement public du bassin (EPTB) de l'Adour, œuvrant sur ce territoire aux côtés des partenaires et acteurs locaux impliqués dans la gestion de l'eau et des milieux aquatiques et humides. Créée en 1978 par les 4 départements du bassin de l'Adour, elle évolue aujourd'hui en syndicat mixte auquel adhèrent progressivement les Régions, EPCI-FP, syndicat de rivières. Elle travaille sur les enjeux de la gestion intégrée, de la prospective (changement climatique), de la ressource, de la biodiversité, et des risques. Pour en savoir plus : <https://www.institution-adour.fr/>.



Si les MPs sont aujourd'hui une préoccupation majeure relative à la qualité des eaux douces continentales, appréhender leurs risques doit passer par la récolte de données détaillées sur leur présence, leur abondance, leur nature et leurs sources (Wagner et coll. 2014). Le projet « La Galupée : à la recherche des microplastiques sur l'Adour » vise plusieurs objectifs généraux pour le territoire, tout en répondant à des objectifs spécifiques à chaque partenaire du projet.

L'étude sur la présence des MPs a pour vocation de prendre une photographie de la situation à un instant donné sur une échelle globale. L'ensemble de l'axe Adour est ainsi concerné. L'implication de l'UPPA, cruciale dans la définition du protocole d'échantillonnage et l'analyse des échantillons sera essentielle aussi à l'heure de l'interprétation des résultats.

**L'objectif principal étant d'améliorer les connaissances sur l'origine, la présence et les conséquences des MPs sur le bassin versant de l'Adour, l'objectif second sera de faire apparaître des pistes de réflexion sur la résorption du phénomène, sensibiliser les acteurs locaux et les habitants sur le sujet des déchets de manière générale et des MPs en particulier, à partir de données concrètes.**

## Objectifs généraux du projet

1

Apporter des nouvelles connaissances, tant pour la recherche scientifique que pour les acteurs institutionnels, étatiques ou le grand public

2

Initier une première étude sur le fleuve Adour comme point de départ d'études approfondies à l'échelle du bassin versant.

3

Elargir le savoir sur l'origine, la présence et les conséquences des MPs sur le bassin versant de l'Adour et proposer des pistes de réflexion pour résorber le phénomène

Le projet repose sur la réalisation d'une première campagne de prélèvement le long du fleuve Adour de la source à l'estuaire. L'organisation de celle-ci est remise entre les mains de l'association, afin d'organiser une descente citoyenne, zéro-déchet, et à faibles émissions de carbone. L'emploi itératif de canoë-kayak par l'association impose leur emploi comme une évidence. Les organisateurs veillent ensuite à la confection des repas et des bivouacs sans déchets, et convoquent les bénévoles à l'action :

- ➔ Une première section est réalisée par les bénévoles expérimentés ;
- ➔ Une deuxième section est proposée aux bénévoles et au public novice.

Ce type de mission permet la réalisation d'une étude globale en atteignant les objectifs de l'étude décrits plus haut, tout en attirant l'attention sur la pollution MPs. En effet, la descente est ponctuée de rencontres et d'échanges, autant avec le personnel des SAGEs et des syndicats de rivières concernés par l'étude qu'avec le grand public. Par ailleurs, ce projet viendra compléter une étude menée sur le territoire national par l'association depuis 2 ans, dans le but d'améliorer la compréhension de la distribution de cette pollution. Cette étude fera notamment l'objet de la calibration de terrain d'une nouvelle technique d'échantillonnage : l'hydrocyclone. La contribution de l'association comprend donc plusieurs volets d'actions :

- L'organisation de l'expédition et sa réalisation ;
- La valorisation scientifique en partenariat avec l'université impliquée ;
- La valorisation grand public de l'expédition ;
- La mise en place d'un suivi et d'une dynamique propres aux SAGEs.

Une première expédition sur la Garonne, nommée Nerri, avait été menée en 2018 par l'association, dans le but de quantifier la pollution MPs (La Pagaie Sauvage, 2020). L'étude de l'Adour servira aussi à vérifier des hypothèses posées une première fois dans le rapport Nerri, sur la présence et le devenir des MPs dans les eaux douces, à savoir :

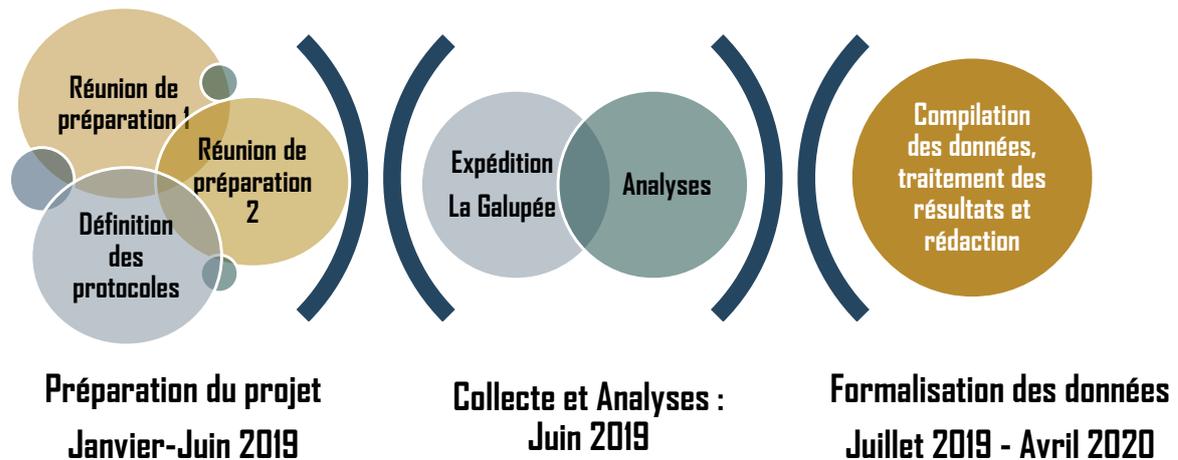
- ➔ La distribution de la source à l'embouchure sont-elles discontinues à l'image du fleuve Garonne
- ➔ Les valeurs sont-elles similaires ?
- ➔ Les concentrations reflètent-elles le contre coup de conditions hydrauliques extrêmes (forte crue ou arrêt du courant) ?

L'étude souhaite venir en complément des initiatives déjà développées sur le bassin versant sur ce thème des déchets et est menée en concertation avec les autres acteurs engagés. En particulier, la Galupée est complémentaire des projets suivants :

- ⊕ Le projet **Life LEMA** porté par la Communauté d'Agglomération Pays Basque (CAPB) en partenariat avec Conseil Territorial de Guipúzcoa, le Syndicat Mixte Kosta Garbia, la Municipalité de Biarritz, AZTI et Rivages Pro Tech pour la coordination technique et Surfrider Foundation Europe, a pour objectif d'étudier la circulation des déchets flottants dans le golfe de Gascogne. Le but est d'optimiser les opérations de récupération de ces déchets ; dans le cadre de cette étude, quelques données sur les MPs seront produites (Proyecto LifeLema).
- ⊕ Le projet **Riverine Input** de Surfrider Foundation a étudié de 2014 à 2017 la présence de macrodéchets sur 5 points du bassin de l'Adour : Campan, Tarbes, Pau, Cazères sur Adour, Mont-de-Marsan, Dax, le port de Bayonne et la plage de la Barre à Anglet. Ce suivi, basé sur des comptages réguliers de déchets sur les berges des 5 sites, a pour but de mettre en évidence l'évolution de la présence de macrodéchets et de leur potentiel transfert à l'échelle du bassin de l'Adour (Surfrider).
- ⊕ Le Projet **MIDYNET** porté par l'UPPA vise à approcher de manière plus fine la dynamique de circulation des MPs dans l'estuaire de l'Adour. Les prélèvements sont réalisés exclusivement sur la partie estuarienne de l'Adour, d'Urt à l'embouchure, mais sur de nombreux points et sur l'intégralité de la colonne d'eau.

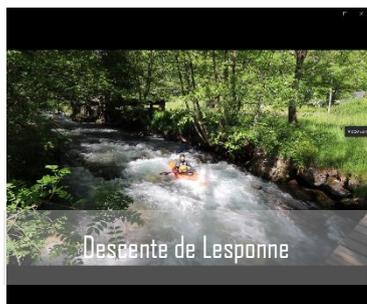
Les résultats de l'ensemble de ces études et ceux du projet la Galupée sont complémentaires et concourent tous à améliorer la connaissance sur la présence, l'origine et la circulation des déchets sur le fleuve.

## 3) Déroulement de l'étude



L'expédition la Galupée est une descente intégrale de l'Adour en kayak et canoë, des sources à l'embouchure. L'intérêt de réaliser les prélèvements de cette manière, au-delà de faciliter l'accès aux points de prélèvements parfois difficile à rejoindre par les rives, est de conjuguer la pratique sportive, la sensibilisation à une problématique environnementale, avec l'apport de connaissances engendrées à l'issue du projet. Ainsi, la première partie de la navigation est partagée entre des kayakistes du club de Bagnères-de-Bigorre et d'Ixassou, ouvrant la voie sur l'une des sources de l'Adour : Lesponne. Cette section de classe IV est navigable environ une semaine par an et arbore quelques rapides de classe V.





Descente de Lesponne



Arrivée de l'expédition au Parc Izadia (Anglet)



Avant-dernière étape de l'expédition (Urt)

Une journée de sensibilisation accessible au grand public est organisée à la Maison de l'Eau de Jû-Belloc (site de l'Institution Adour) ; donnant lieu à l'intervention de plusieurs acteurs locaux sur les sujets des déchets : intervention du SICTOM Ouest <sup>1</sup> et du SIEBAG <sup>2</sup> sur l'eau du robinet versus l'eau en bouteille, et une intervention de la Pagaie Sauvage, en compagnie des deux kayakistes réalisant la descente intégrale de l'Adour. Enfin, à partir de Urt, 17 membres de l'association accomplissent les 2 derniers jours de descente et l'arrivée à l'embouchure de l'Adour, sur les plages d'Anglet. Parmi les bénévoles impliqués, [Étienne Hubert](#), kayakiste de course en ligne et champion du monde en titre escorte l'expédition jusqu'à l'arrivée à Izadia où un accueil chaleureux est réservé aux membres de l'association.



Journée de sensibilisation à la Maison de l'Eau de Jû-Belloc

<sup>1</sup> Syndicat Intercommunal de Collecte et de Traitement des Ordures Ménagères du secteur ouest du département gersois

<sup>2</sup> Syndicat Intercommunal des Eaux du Bassin de l'Adour Gersois, compétent pour la production et la distribution de l'eau potable

L'expédition en kayak est accomplie en autonomie alimentaire et dans le respect du principe « 0 déchet ». Les bivouacs sont réalisés en bord du fleuve avec autorisation des communes ou propriétaires. Les repas déshydratés sont emportés pour l'ensemble de l'expédition, le tout étant stocké dans des contenants réutilisables biosourcés (les beeswraps). Cette sobriété reflète l'engagement des bénévoles dans la poursuite d'une démarche « leave no trace » en tant que fondement de l'association.



Repas déshydratés et bivouac au bord de l'Adour

Entre les objectifs multiples et l'exécution aux principes assidus, le projet exige un temps de préparation aussi bien sur les aspects scientifiques entre les partenaires que sur les aspects pratiques et logistiques pour les kayakistes, s'étalant du début de l'année 2019 (janvier-juin) au milieu de l'année 2020.

Pour en savoir plus, une vidéo de présentation du projet a été réalisée par la Pagaie Sauvage :

[https://www.youtube.com/watch?v=8BYh\\_Vmr44s](https://www.youtube.com/watch?v=8BYh_Vmr44s)



Mise en oeuvre "0 déchets"



Implication citoyenne



Objectif scientifique

## II. PROTOCOLES DE COLLECTE ET D'ANALYSES

### 1) Territoire d'étude

Des Pyrénées à l'océan, l'Adour draine un bassin versant de près de 17 000 km<sup>2</sup> recouvrant une multiplicité de milieux, de paysages, d'activités économiques et culturelles. Il prend sa source dans les Pyrénées dans la vallée de Campan en Haute-Bigorre (65) et se jette dans l'océan atlantique entre Tarnos (40) et Anglet (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,

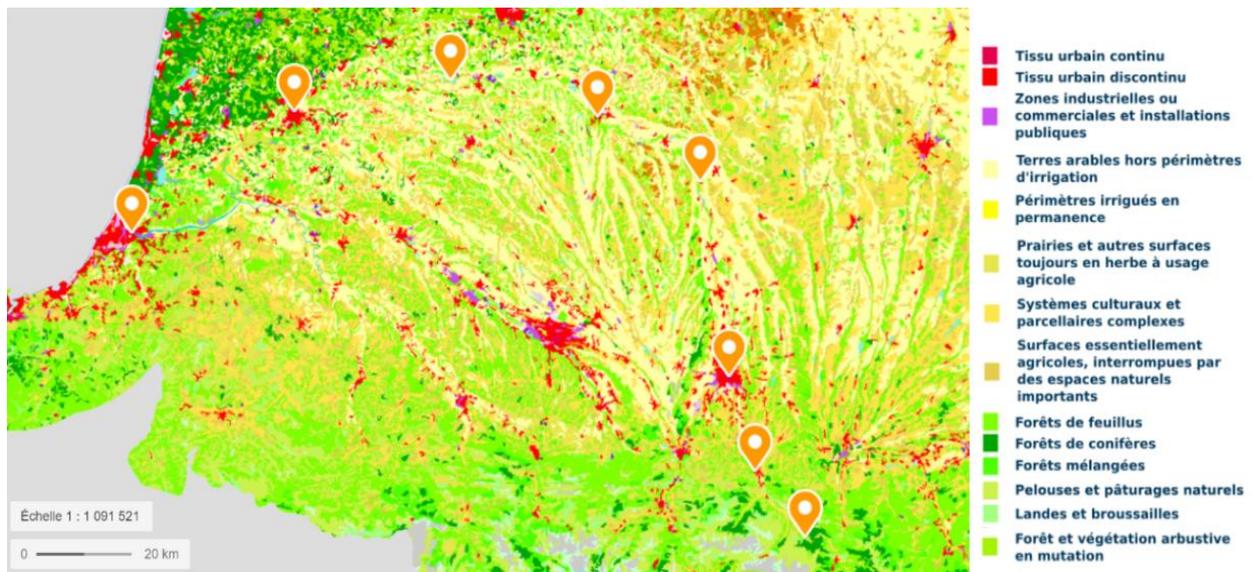


Figure 1 : Occupation des sols (CLC 2018) Géo portail

Ce bassin versant est constitué de près de 50% de terres agricoles où sont principalement cultivées des céréales (Fig. 1). La production de maïs arrive en tête avec 60% de l'occupation des sols agricoles, une partie correspond à de l'élevage d'ovins et de bovins dans la partie pyrénéenne et enfin on retrouve de la production sylvicole dans les Landes. Si les territoires artificialisés du bassin de l'Adour représentent 3 % de sa superficie, d'importantes zones urbaines sont recensées telles que Tarbes, Mont-de-Marsan, Dax, Bayonne ou encore Pau. Le bassin versant de l'Adour, à travers son important et dense réseau hydrographique, contribue à l'apport de déchets aquatiques que l'on peut retrouver dans le golfe de Gascogne. D'anciennes décharges ou de zones artisanales et industrielles sont recensées (BASOL, pollution des sols du ministère de la transition écologique et solidaire ou la carte participative des pollutions Uramap).

### 2) Collecte

L'expédition proposée ici, dont la durée a été de 9 jours du 31 mai au 8 juin 2019 a permis de collecter 21 prélèvements (Fig. 2). 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
- Une phase naviguée (environ 250 km) jusqu'à Bayonne

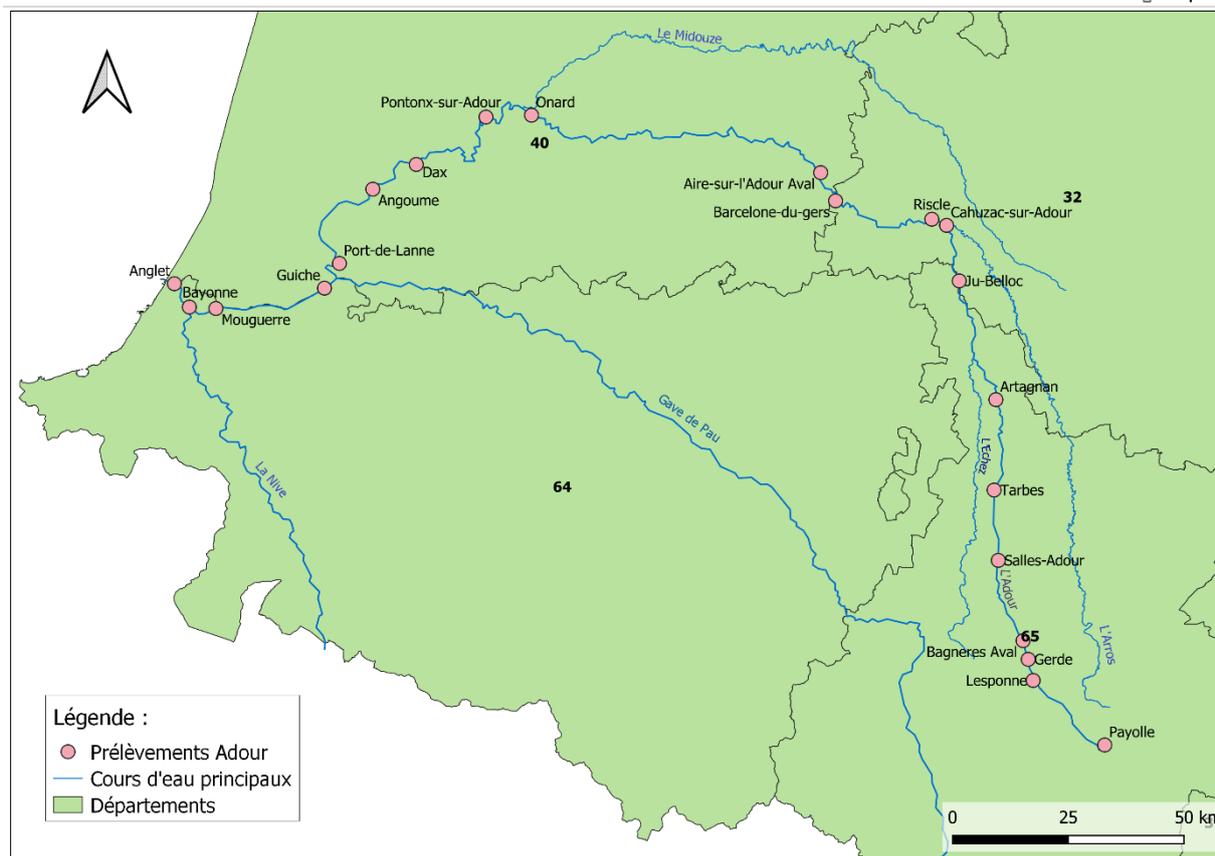


Figure 2 : Localisation des prélèvements de la descente de l'Adour

Un filet Manta de 150 cm de long avec une bouche de 46 cm par 29 cm et d'une maille de 300  $\mu\text{m}$  est utilisé. Cette maille a été choisie, car elle fait partie de la limite basse de la détection des MPs. Le filet est maintenu à la surface de l'eau pendant au moins 3 minutes afin que le volume d'eau filtré soit significatif. Ce dernier est déterminé grâce à un courantomètre mécanique à hélice General oceanics de la série 2030. Les détails des calculs effectués afin d'obtenir la vitesse du courant et le volume filtré via l'utilisation du courantomètre à hélice sont détaillés en annexe.

Il est possible d'observer des MPs inférieures à 300  $\mu\text{m}$  qui sont captées par le filet, mais la majeure partie n'étant pas retenue par celui-ci, les paramètres relatifs aux tailles des particules retrouvées sont à prendre en compte lors de l'interprétation quantitative des données, notamment en ce qui concerne les catégories des fibres et des microbilles. Ces dernières ne sont pas dénombrées dans les résultats d'analyses, pour ne pas fausser leurs estimations.

Le plan d'échantillonnage a été établi en rapport à la localisation amont / aval des agglomérations, des affluents, ainsi qu'en fonction des distances entre chaque prélèvement. Certaines stations n'ont pas pu être échantillonnées lors de la campagne de prélèvement en raison de conditions hydrauliques pouvant mettre en danger les personnes en charge de la collecte. Deux modes opératoires y sont mis en œuvre (Fig. 3) :

- Le prélèvement à deux personnes à pieds ;
- La technique du « Mantayak », où une des deux personnes se trouve sur la rive, debout, et l'autre dans une embarcation en remontant le courant le temps de l'échantillonnage.



Figure 3 : Deux modes opératoires de collecte en fonction de la profondeur d'eau : à gauche, profondeur faible, prélèvement à deux personnes à pieds ; à droite, profondeur importante, prélèvement dit « Mantayak »

Lors des prélèvements, plusieurs paramètres ont été enregistrés :

- Les données GPS, horaire et date ;
- Les informations météorologiques : météo, vent, pluviométrie ;
- Les données morphologiques du point de prélèvement : largeur de berge, ripisylve, couleur de l'eau ;
- Les paramètres physico-chimiques : pH, conductivité, température ;
- Mesures hydrauliques : volumes d'eau prélevés, vitesse du courant.

D'autres informations ont été recueillies pour comprendre les résultats obtenus:

- Informations démographiques : densité de population, nombre d'habitants ;
- Topographie : dénivelé, zone d'expansion de crues et occupation des sols ;
- Filière de traitement des eaux : STEU, traitement des boues ;
- Aménagement du fleuve : barrages, digues, canaux.

L'ensemble des paramètres et des données sur l'Adour va permettre de caractériser les sites de prélèvements et de donner des hypothèses sur les sources des MPs prélevés. La liste des paramètres enregistrés est fournie **en annexe Tab 4, 6 et 7**.

### 3) Analyses

Les analyses sont assurées par un binôme Institution Adour / La Pagaie Sauvage au sein du laboratoire IPREM de l'UPPA. Les analyses sont encadrées par les maîtres de conférences et professeurs Mathilde Monperrus, Laurent Lancelier et Bruno Grassl, tous trois impliqués dans la réalisation du projet.

Le protocole d'analyse choisi pour l'étude est celui développé par le National Oceanic American Administration (NOAA) (Mausra et Foster, 2015). Ce protocole consiste en une dégradation de la matière organique via une oxydation au peroxyde d'hydrogène ainsi qu'une séparation par densité dans une solution saline. Une filtration du produit final permet d'obtenir un échantillon qui peut être analysé visuellement (Fig 4).

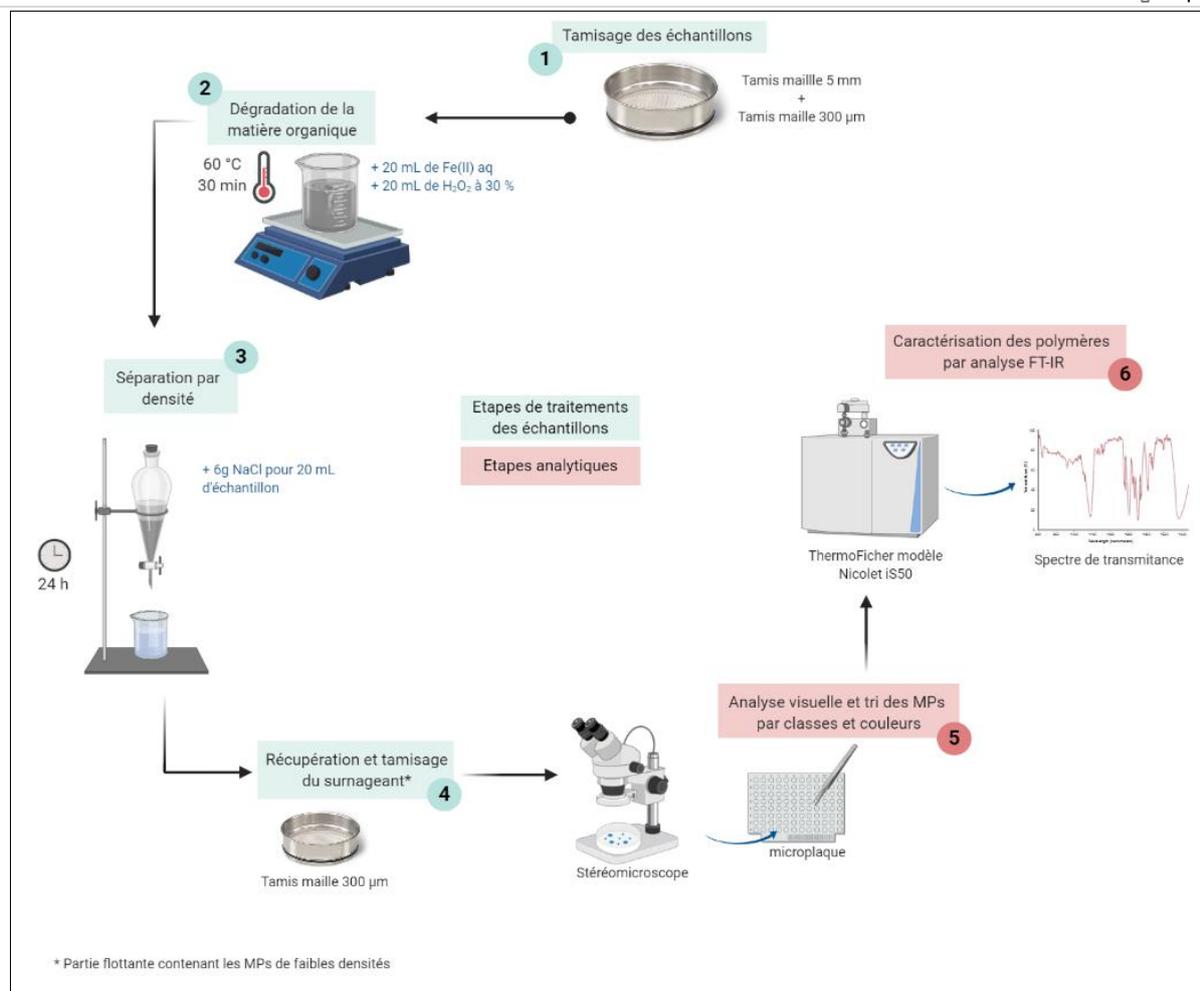


Figure 4 : Protocole de traitement et d'analyse des échantillons de l'Adour selon la méthode standardisée NOAA

L'analyse qualitative se fait par Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (FT-IR), le principe étant de 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.

Les paramètres choisis pour cette analyse sont les suivants :

- ➔ Longueur d'onde de région 7000- 400 cm<sup>-1</sup>
- ➔ Seuil de détection de 0,1500 et une sensibilité de 50.

### III. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

#### 1) Résultats généraux

La campagne de collecte de l'Adour a duré 9 jours du 31 mai au 8 juin 2019, pour un total de 21 échantillons soit 1 prélevé par site. Elle a été réalisée dans des conditions de débits journaliers similaires au débit moyen annuel. À Dax, le débit annuel en 2019 était de 98 m<sup>3</sup>/s, il a varié de 60 à 120 m<sup>3</sup>/s lors des prélèvements. C'est à partir du 5 juin que les débits ont légèrement augmenté dû aux conditions météorologiques du 4 au 6 juin, où la pluviométrie totale était de 65 mm pour ces deux jours.

L'analyse quantitative avec le calcul des concentrations des MPs a été effectuée pour ces 21 prélèvements. L'analyse qualitative pour déterminer la nature des plastiques présents dans les échantillons a été réalisée aléatoirement sur 47 MPs issus de 17 sites. À noter que les distances entre sites de prélèvement ne sont pas identiques et que certains sont espacés de plusieurs dizaines de kilomètres (Fig. 2).

Tableau 1 : Bilan de la collecte des échantillons sur l'Adour

<b>Nombre total d'échantillons</b>	<b>21</b>
<b>Pourcentage d'échantillons avec MPs</b>	<b>100 %</b>
<b>Volume moyen d'eau de rivière filtrée par échantillon</b>	<b>84 m<sup>3</sup></b>
<b>Temps moyen de collecte par échantillon</b>	<b>4 min</b>
<b>Nombre total de MPs collectés</b>	<b>387</b>
<b>Nombre moyen de MPs par échantillon</b>	<b>16 (1 à 48)</b>

Sur ces 21 prélèvements, 100 % d'entre eux contenaient au moins un MP. Le volume d'eau de rivière filtré lors des échantillonnages est d'en moyenne 84 m<sup>3</sup> par prélèvement (Tab 1). La quantité minimale retrouvée est de 1 MP, il s'agit du prélèvement réalisé à 1,5 kilomètre de la source de l'Adour à Payolle. C'est sur le point « Artagnan » en amont de la confluence de l'Échez et à 65 kilomètres de la source que le nombre maximal de MPs a été comptabilisé avec un total de 48 MPs. Au total, sur les 21 échantillons, 387 MPs ont été comptés, soit une moyenne de 16 MPs par sites.

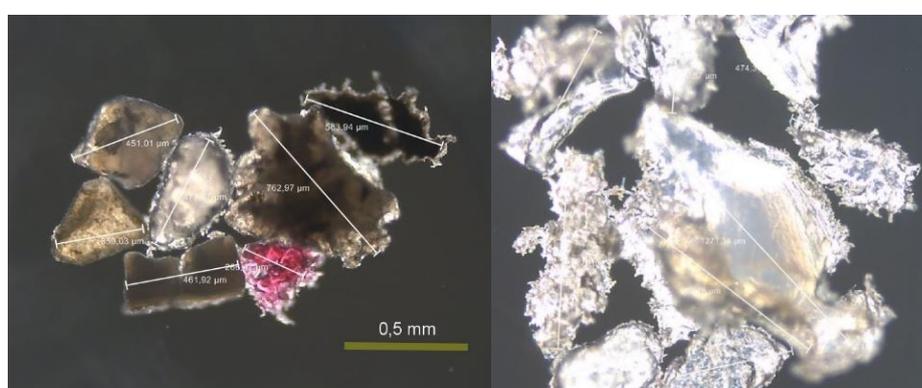


Figure 5 : MPs prélevés dans l'Adour observés microscope à lumière transmise (Leica DM300)

## 2) Concentrations de microplastiques dans l'Adour

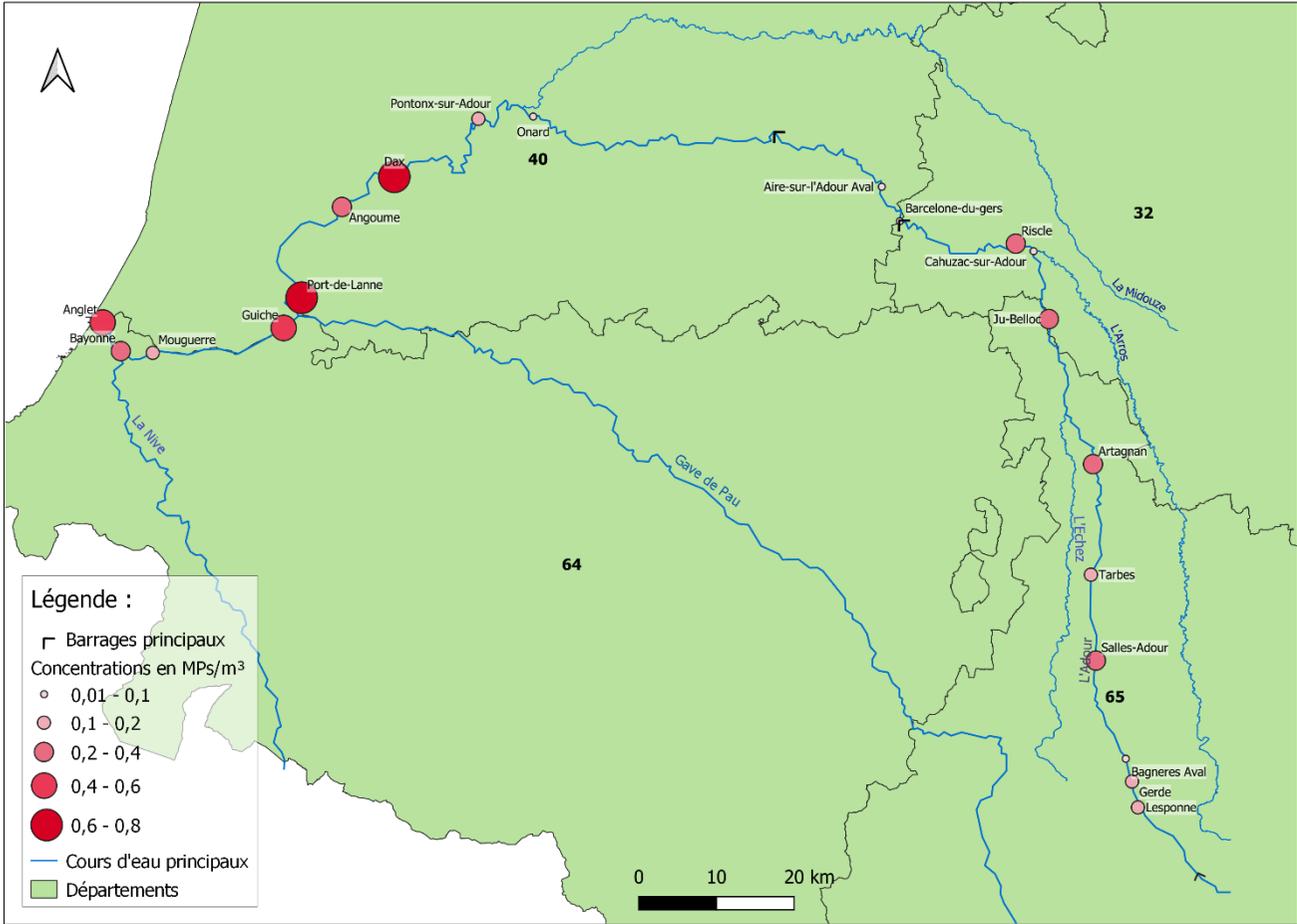


Figure 6 : Concentrations en MP<sub>s</sub>/m<sup>3</sup> sur l'Adour

La concentration moyenne sur l'ensemble des prélèvements qui ont été réalisés le long de l'Adour est de **0,26 MP<sub>s</sub>/m<sup>3</sup>** (0,01 - 0,82 MP<sub>s</sub>/m<sup>3</sup>) (annexe, Tab 5). Ce chiffre prend en compte les concentrations obtenues depuis l'amont du fleuve jusqu'à son estuaire. La concentration la plus faible est celle du point « Source Payolle » de 0,01 particule/m<sup>3</sup>. Des stations proches géographiquement présentent pourtant des nombres de MP<sub>s</sub> très différents au moment des échantillonnages. L'exemple des stations « Jû-Belloc » et « Cahuzac-sur-Adour » montre une diminution d'un facteur 4 d'amont en aval (de 0,34 à 0,09 MP<sub>s</sub>/m<sup>3</sup>). La concentration maximale retrouvée est de 0,81 particule/m<sup>3</sup> sur le point « Port-de-Lanne » (Fig. 6 et 7).

Sur l'année 2019, le rejet de microparticules de plastique par le fleuve est estimé entre **8,7 millions** et **21 milliard** de MP<sub>s</sub> par an. Cette estimation est réalisée avec la plus faible concentration (à Payolle) et le plus faible débit (40 m<sup>3</sup>/s) puis sur la plus forte concentration (à Port-de-Lanne) et le plus fort débit enregistré en 2019 (820 m<sup>3</sup>/s).



## IV. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 1) Aménagements et conditions hydrauliques du fleuve

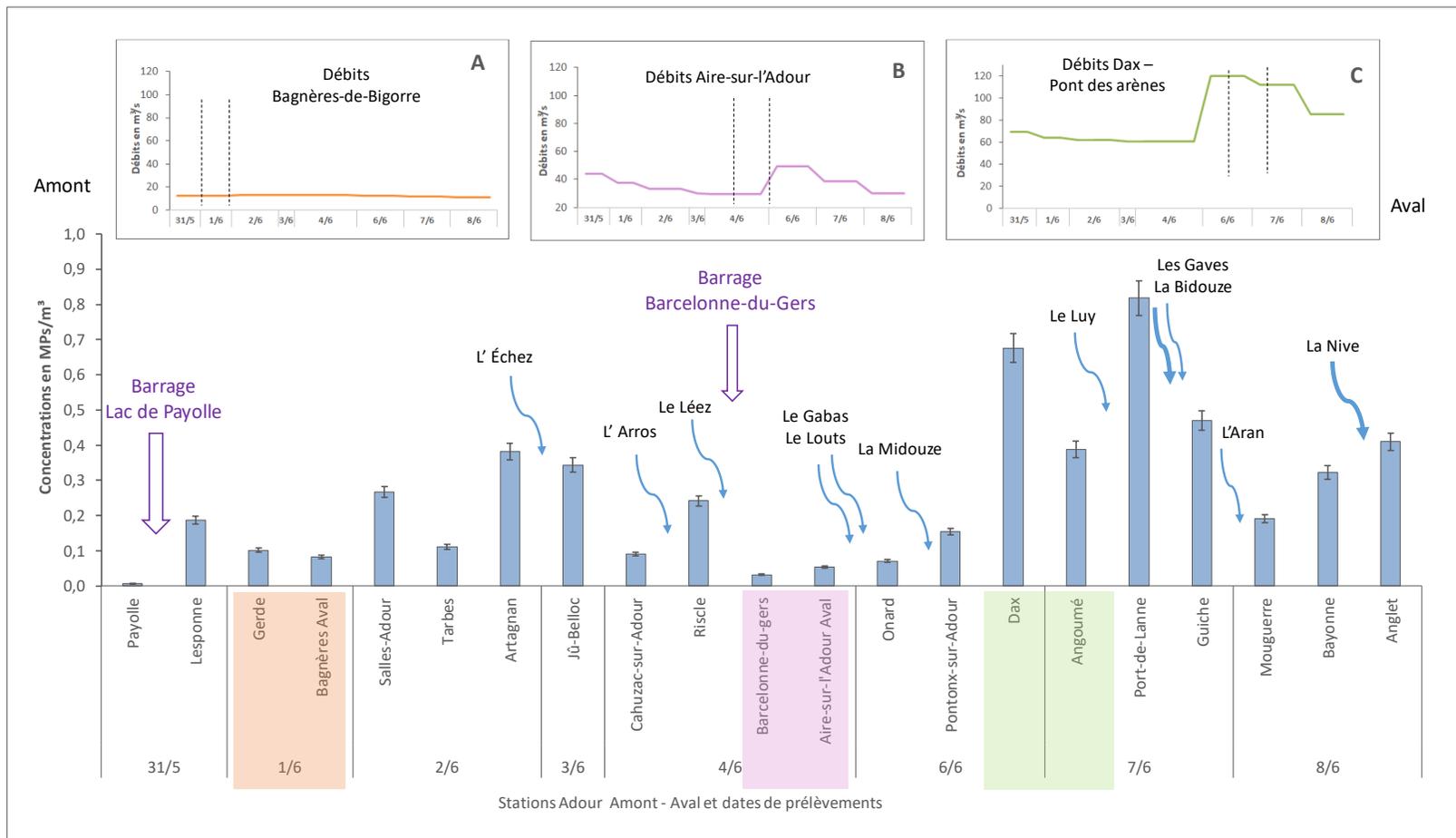


Figure 7 : Concentrations en MPs/m<sup>3</sup> de l'amont à l'aval du fleuve de l'Adour

➔ 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 (Hurley et al, 2018 ; La Pagaie Sauvage, 2020) de particules plastiques accumulées dans les sédiments, et donc d'augmenter les concentrations de MPs de la colonne d'eau.

Tableau 2 : Débit des principaux affluents de l'Adour lors de la collecte.

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

➔ Les 11 principaux affluents de l'Adour (Tab. 2) 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/m<sup>3</sup>. A contrario, une légère augmentation après la confluence de la Midouze suggère une adjonction de particules MP vers le fleuve Adour. Les résultats ne permettent en aucun cas de conclure sur le rôle des différents affluents. Un nombre conséquent de points de prélèvements seraient exigés dans la poursuite d'une telle hypothèse.

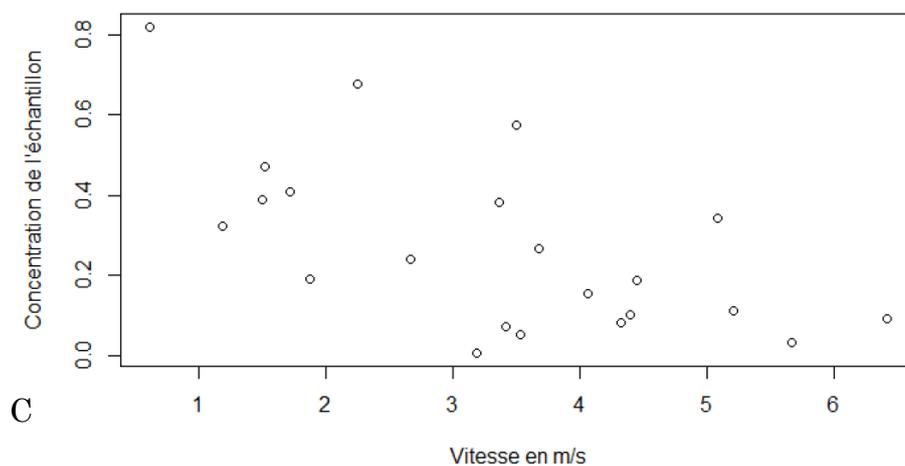
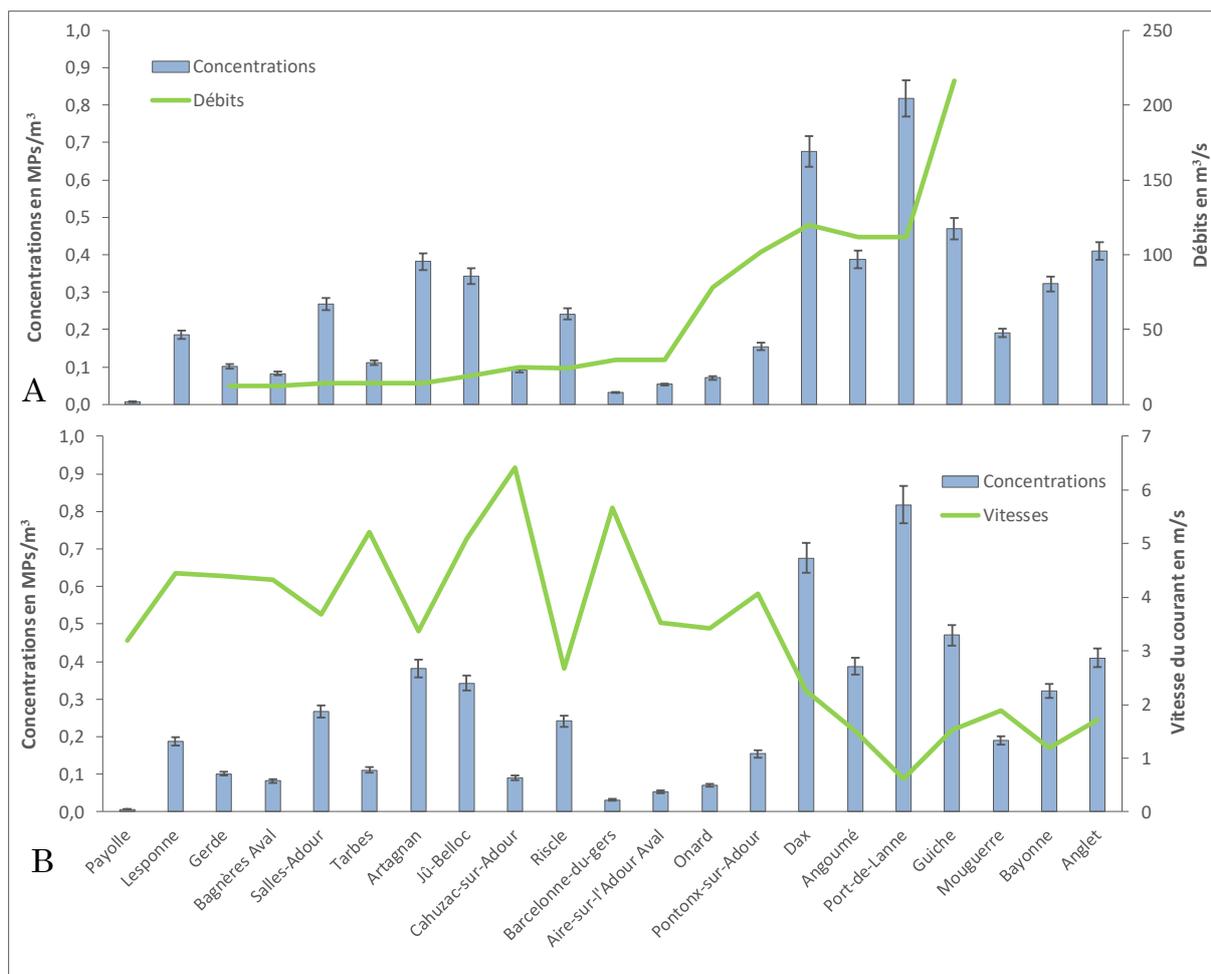


Figure 8 : Évolution des concentrations en MP<sub>s</sub>/m<sup>3</sup> et du débit de l'Adour (A) ou de la vitesse du courant (B) sur les différents points de prélèvement (C) Concentration en MP<sub>s</sub> (MP<sub>s</sub>/m<sup>3</sup>) en fonction de la vitesse du courant (m/s).

➔ Il existe une relation négative entre vitesse du courant et concentration en MPs (Fig. 8C ; Coefficient de corrélation de Spearman :  $IC_{95\%} = [-0.813 ; -0.231]$ ). Une telle relation négative permet d'exclure temporairement deux facteurs liés à la présence de MPs : le lessivage des sols par les fortes précipitations et la remise en suspension de particules denses. En l'état actuel, on ne peut pas dissocier l'effet de la vitesse de l'augmentation des MPs de l'amont vers l'aval (Récapet et coll., 2020). En outre, la régression linéaire entre les concentrations et les débits rend compte d'un coefficient de détermination ( $R^2$ ) faible de 0,3, et la régression linéaire entre les concentrations et les vitesses donne un  $R^2$  tout aussi faible 0,4 (annexe, Fig 16). En revanche, nous pouvons exclure d'autres facteurs de confusion potentiels comme des précipitations la veille du prélèvement ou les caractéristiques des berges : lorsque des relations existent, elles sont systématiquement plus fortes entre ces variables et la vitesse du courant qu'entre ces variables et la concentration en MPs (Récapet et al. 2020).

➔ La vitesse du courant a tendance à diminuer de l'amont à l'aval, avec un pic de vitesse au niveau du point « Arros amont ». En entrée de la zone estuarienne, à partir du point aval Midouze, les vitesses chutent et les concentrations en MPs augmentent puis se stabilisent (Fig. 8 ; B). La chute des vitesses est imputable à la topographie du bassin versant, les plaines alluviales en aval ralentissant la vitesse de l'eau.

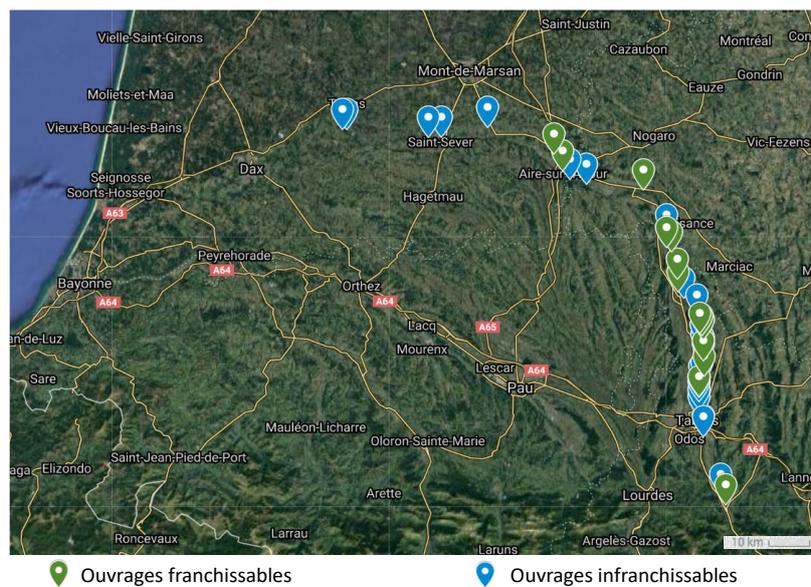
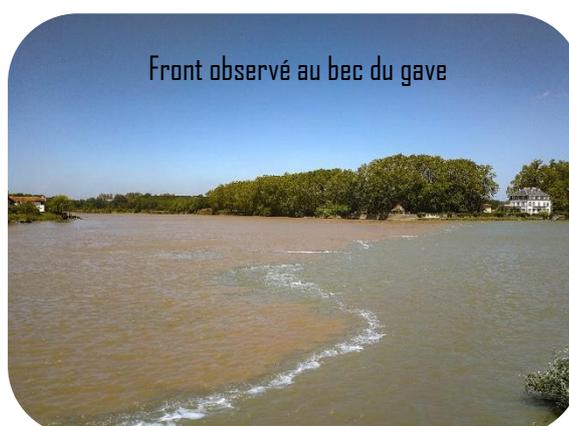


Figure 9 : Recensement des ouvrages sur le fleuve de l'Adour lors de l'expédition.



Exemple d'aménagement non franchissable en kayak à Pouzac.



➔ Sur l'ensemble de la descente, les aménagements ont été recensés sur une carte (Fig 9). Un total de 15 ouvrages franchissables et 23 barrages et/ou aménagements infranchissables en kayak sont répertoriés et photographiés. 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 (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 d'expansion naturelles du fleuve, en incarnant les mêmes conditions de dépôts que les ouvrages par le biais de notamment de la présence de lacs. L'Adour n'étant pas en crue lors de l'opération, les Barthes, zone d'expansion emblématique du fleuve, ne font pas partie des masses d'eaux étudiées.

➔ C'est à partir de Dax que les concentrations augmentent. En plus d'une pluviométrie relativement élevée, l'absence de barrage facilite le déplacement des MPs en augmentant leur présence (entre autres) dans la colonne d'eau. Ces relations de cause à effet ont été observées récemment sur le fleuve Garonne (La Pagaie Sauvage, 2020) et sur rivière Merley (Hurley et al, 2018). Les deux derniers jours de l'expédition sont marqués par la présence de forts vents, amplifiant le phénomène de marée accompagné par les entrées maritimes dans l'estuaire. De grandes difficultés sont éprouvées par l'équipage, naviguant à contre-courant malgré une marée descendante. Ces conditions renforcent au passage l'émergence de zones frontales marquées. L'étude détaillée des courants de marée dynamique lors de l'échantillonnage est à prévoir afin de renseigner les paramètres adéquats à l'augmentation des concentrations en MPs observée dans la zone estuarienne.

## 2) Paramètres démographiques

### a. La population

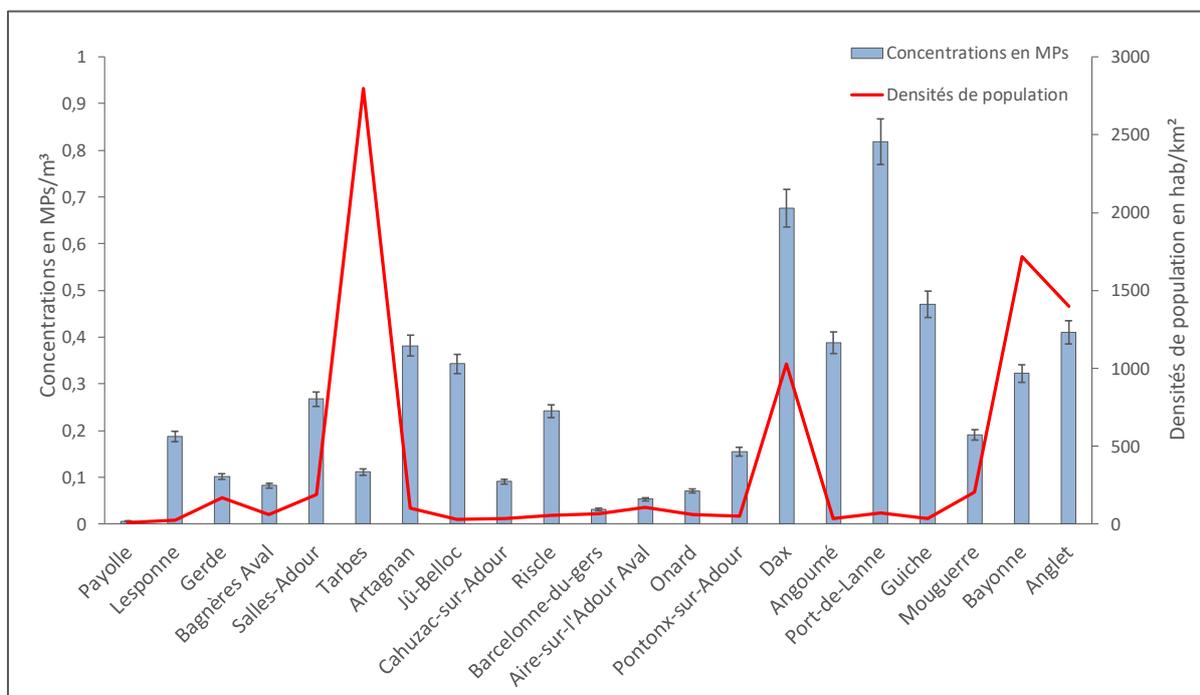


Figure 10 : Concentrations en MPs/m<sup>3</sup> et densités de population en habitants au km<sup>2</sup> en 2011, DataFrance

La pollution urbaine est l'une des principales sources de rejet des MPs par différentes voies (eaux usées, eaux pluviales, routes, anciennes décharges). Le transfert des MPs par ruissellement des routes et par le rejet des eaux pluviales est aussi une des principales sources de MPs par abrasion des pneus. Une étude a estimé une quantité de 60 à 100 mille tonnes par an de rejet de plastiques issus du transport automobile en Allemagne (Essel et al. 2015). 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. 10). En effet :

- ➔ La station de prélèvement la plus proche de l'agglomération de Tarbes (près de 3000 hab/km<sup>2</sup>) 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. Une zone de mélange avec les eaux du Gave de Pau sous l'influence de la marée descendante étant possible, les paramètres démographiques ne semblent pas directement liés à la présence MPs *in situ*.

#### b. Les stations de traitement des eaux usées

Les STEUs constituent un point source des rejets de MPs (Akarsu et al. 2019). Les fibres synthétiques sont les principaux MPs en sortie de STEUs bien que d'autres proportions de MPs tenant leur origine dans les produits d'hygiène courants soient retrouvées malgré leur interdiction en 2018 (Plastic Soup Foundation). L'utilisation des boues est aussi une source de rejet de cette pollution. En effet, une partie des boues contient potentiellement des particules MPs. Ainsi, l'épandage et le compostage, majoritairement utilisés pour fertiliser les sols agricoles, une fois les sols lessivés deviennent alors vecteurs de contamination MP vers les cours d'eau (Lassen et al, 2015). Chaque STEU en amont immédiat des points de prélèvement dans le tableau 3 a été listée. Les stations en gris ont une capacité maximale de plus de 3000 EH (Portail d'information sur l'assainissement communal).

Là encore, le lien entre les paramètres liés à la capacité maximale des STEUs et la concentration en MPs aux stations correspondantes n'est pas justifié. Corolairement, les données semblent évoluer dans les deux sens, avec une série de paramètres s'ajoutant à la charge seule des STEUs :

- ➔ À Dax, avec la STEU d'une capacité maximale de 3830 EH, qui se situe à 8km en amont du prélèvement, une augmentation de la concentration en MPs est observée de 0,2 à 0,7 MPs/m<sup>3</sup>. 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>, 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.

La dilution des eaux entre le fleuve Adour et ses affluents permet certainement d'atteindre une faible diminution de la contamination MPs telle qu'observée.

Tableau 3 : Recensement des STEUs en amont des points de prélèvement et leurs caractéristiques

Prélèvements	STEUs	Débit moyen entré STEU m <sup>3</sup> /j	Charge maximale entrée EH <sup>3</sup>	Distance km	Traitement des eaux	Destination des boues <sup>4</sup>
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	Maubourquet	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'orthe	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

<sup>3</sup> Unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration. Elle se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour.

<sup>4</sup> Les boues d'épuration sont des résidus du traitement des effluents liquides par les stations d'épuration.

## c. La gestion des déchets

Certaines sources de rejet peuvent être assimilées aux déchets ménagers et industriels. Même si leur introduction dans l'eau n'est pas directe comme pour les STEUs, il s'agit d'une part importante de la contamination de l'environnement. Ici, les vecteurs principaux semblent être le vent et le lessivage des sols. Tout type d'installation est concerné ; déchetteries, anciennes décharges, décharges sauvages, sites de construction. Du transport jusqu'au traitement, un risque de transfert de ces déchets vers les milieux naturels existe (Waldschläger et al. 2020).

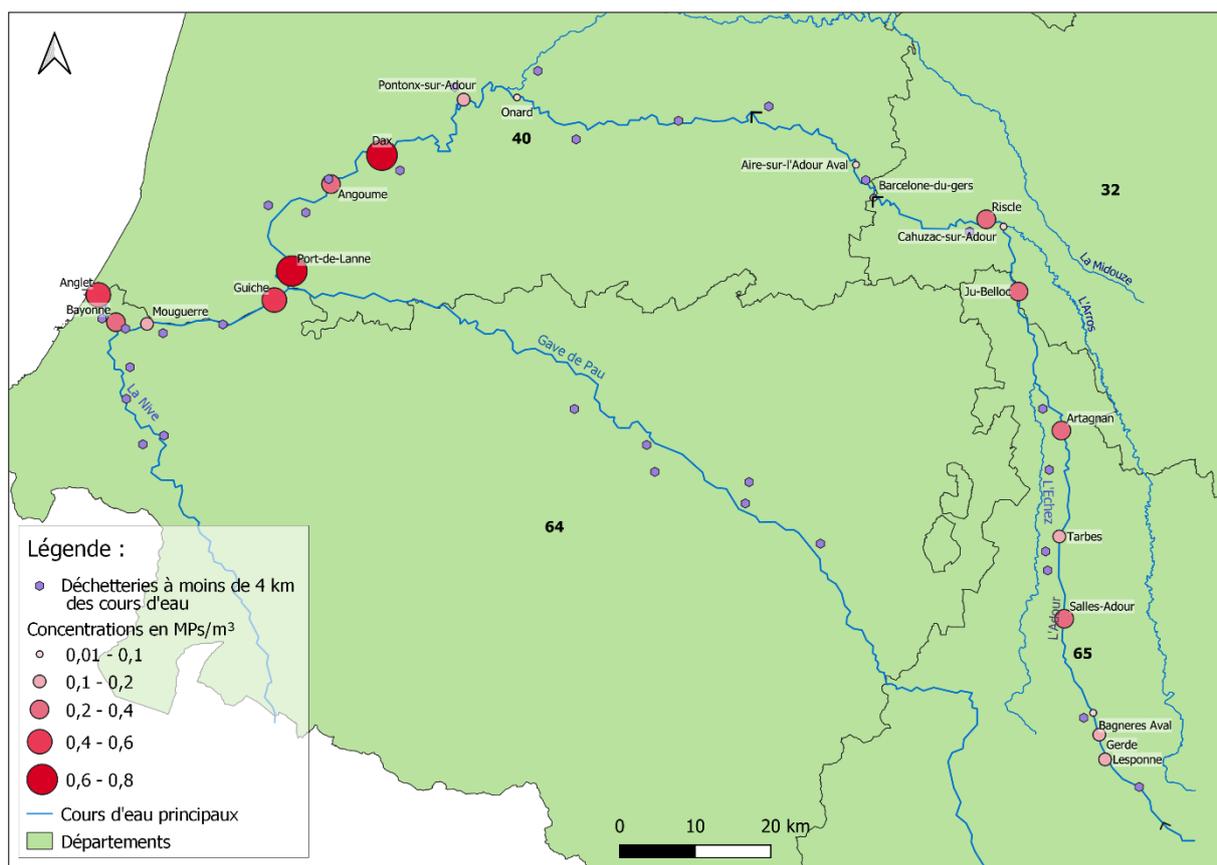


Figure 11 : Carte des déchetteries en activité à proximité des cours d'eau

Le recensement des déchetteries à proximité de l'Adour et de ses deux principaux affluents la Nive et le Gave de Pau (Fig.11)ne justifie pas de lien direct entre ces deux paramètres.

- La répartition des déchetteries, plutôt homogène sur l'étendue du bassin versant montre néanmoins un nombre inventorié important plus élevées sur les bassins de la Nive et du Gave de Pau.

### 3) Nature et occurrence

Une étude menée sur le rejet de macrodéchets par l'Adour avait montré que pour un total de 949 kg de déchets collectés sur l'ensemble du fleuve, **95 % étaient des matériaux plastiques** et majoritairement des emballages alimentaires (Bruges et al. 2018). Pour les microparticules, l'analyse des types de plastique semble aussi s'orienter vers des provenances plutôt urbaines.

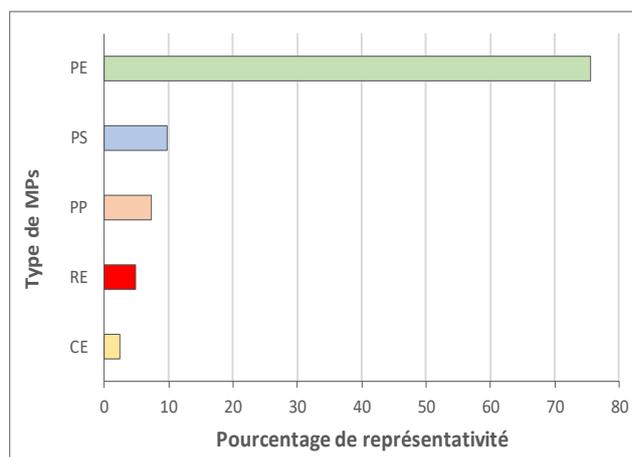


Figure 12 : Typologie des MPs collectés dans l'Adour

Le type de MPs présent en majorité le long de l'Adour est le Polyéthylène (PE) à 76 % (Fig. 12). Le Polystyrène (PS) et le Polypropylène (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. 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**.

Les polymères sont principalement utilisés dans l'industrie de l'emballage (sacs plastiques, bouteilles, emballages alimentaires...) et représentent à eux seuls près de 45% de la production de plastique en France (Fig. 13 et 14). Parmi ces polymères, le plus demandé est le PE à 30% et représente annuellement une demande de 15 millions de tonnes, en second le PP à 19% pour 9,5 millions de tonnes. Le PS, quant à lui, est en 7ème position de la demande européenne avec 2 millions de tonnes (PlasticEurope, The facts 2018). Les polymères présents dans l'Adour peuvent donc en majorité correspondre à des restes d'emballages (Fig. 13).

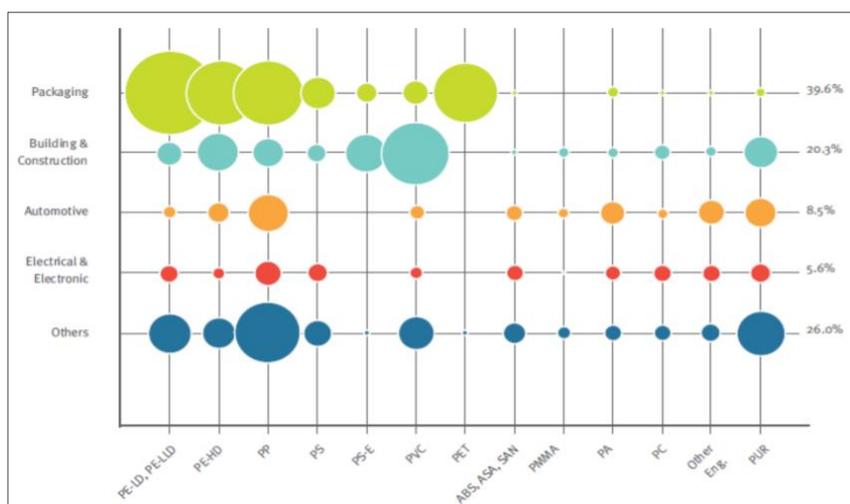


Figure 13 : Répartition des polymères par secteur manufacturier en Europe (PlasticsEurope)

La densité et la forme particules de plastique étant variables, certains plastiques sont sujets à la sédimentation plus que d'autres. Les prélèvements effectués en surface constituent un biais dans les résultats d'analyse. Les MPs comme le Polyéthylène téréphtalate (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).

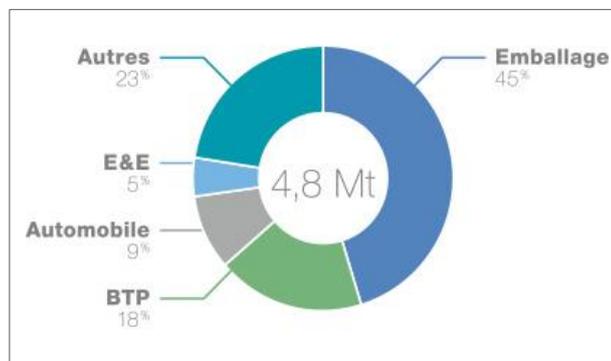


Figure 14 : Demande française de plastique par secteur (PlasticsEurope)

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 15). Le PE reste majoritaire dans la Seine (50 %) et l'Adour (76 %), suivi par le PS ou le PP, dépendamment des bassin étudiés (Dris et al, 2017, La pagaie Sauvage, 2020).

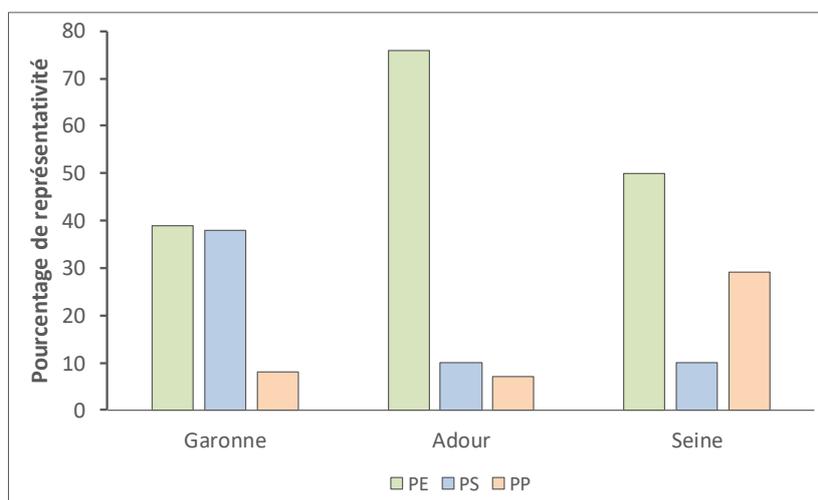


Figure 15 : Types de MPs collectés dans les 3 fleuves la Garonne, l'Adour et la Seine

## V. VALORISATION DU PROJET

### 1) En images

Une série de capsules vidéo (3 vidéos et 2 lives) a été réalisée grâce à une prise d'image des membres de l'association, produisant un contenu qualitatif destiné au réseau concerné par le projet. Au total, 3 371 vues ont pu être comptabilisées sur les différents réseaux sociaux utilisés, intensifiant la dimension liée au partage du déroulement du projet.



[TEASER] La Galupée - Départ dans une semaine



Prélèvement Mantayak : filet manta depuis un kayak



Descente de l'Adour en kayak - 320 kms - La Galupée

## 2) Dans la presse

- Les premiers jours de l'expédition sont pistés par le photoreporter Lucas Santucci (<https://lucasantucci.eu/>). Ses enregistrements donnent lieu à un article dans la revue Pyrénées Magazine n°189 : [https://www.pyreneesmagazine.com/le-magazine/copy34\\_of\\_pyrenees-mag-ndegl44](https://www.pyreneesmagazine.com/le-magazine/copy34_of_pyrenees-mag-ndegl44).

### MICROPLASTIQUES, UNE POLLUTION INVISIBLE

Au départ, c'était des kayakistes qui dévalaient les rivières pyrénéennes. Quelques années et plusieurs tonnes de déchets plastiques plus tard, l'association La Pagaie Sauvage traque la pollution en microplastiques de nos cours d'eau, mêlant recherche scientifique et action écocitoyenne... en kayak, toujours !



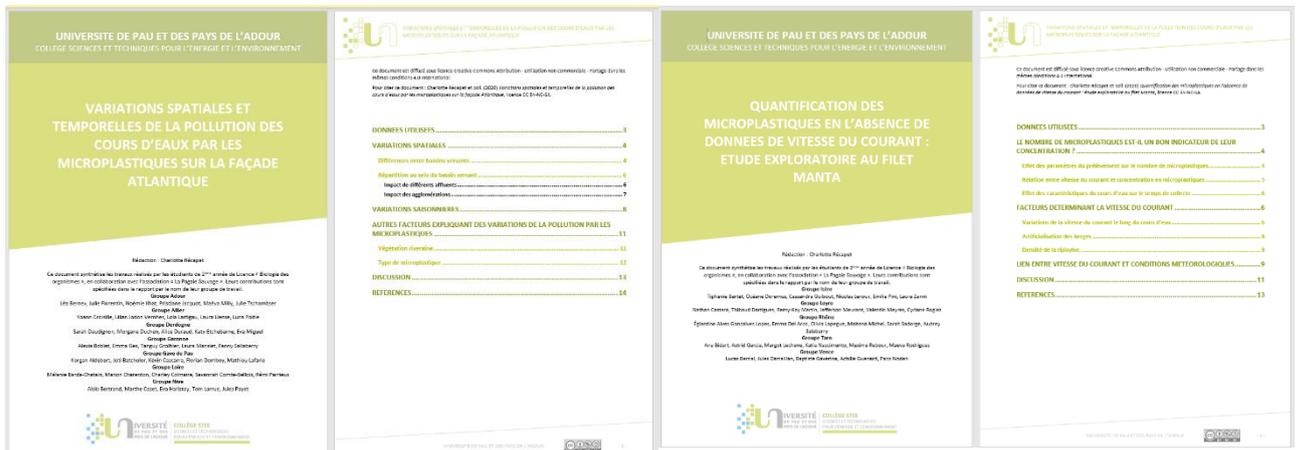
- L'émission matinale « La vie en bleu » de Colette Dechaume sur France Bleu Pays Basque incarne l'annonce du projet au public local : <https://soundcloud.com/la-pagaie-sauvage/rejoindre-la-galupée-une-belle-campagne-scientifique-sur-ladour-se-prepare-24052019>.



- La presse écrite locale Sud-Ouest transmet l'information du départ de l'expédition, avisant les habitants du territoire du démarrage du projet : <https://www.sudouest.fr/2019/06/06/dangereux-microplastiques-6174408-3944.php>.

### 3) Groupe de travail Licence Biologie des Organismes (UPPA) – semestre 4

Maître de conférence à l'UPPA, Charlotte Rélcapet accompagne chaque année une cohorte d'étudiants en licence à l'utilisation d'outils statistiques appliqués à l'écologie. Elle publie deux rapports à l'issue de la rencontre entre les étudiants et l'association en demande d'analyse des données obtenues lors de leurs expéditions, dont La Galupée organisée par ses soins.



## VI. CONCLUSION

Les MPs sont présents sur la totalité du fleuve, depuis la source jusqu'à l'embouchure. Les concentrations sont variables, liées à la diversité des facteurs environnementaux et humains. Comme pour la campagne d'analyse du fleuve Garonne (La Pagaie Sauvage, 2020), l'analyse quantitative justifie plusieurs hypothèses concernant le trajet et le devenir des MPs de la source à l'embouchure de l'Adour. L'exploration des paramètres hydrauliques (vitesses et débits), morphologiques (largeurs du lit) et météorologiques (pluviométrie) 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 (piégeage temporaire dans la fraction sédimentaire ou ingestion) des particules de plastiques tandis que l'aval du fleuve, aux berges principalement artificielles, coïncide avec les concentrations les plus fortes. Ce résultat vient appuyer les observations réalisées en 2018 lors de l'expédition Nerri sur le fleuve Garonne (La Pagaie Sauvage, 2020).
- 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. Il pourrait dépendre en outre des conditions hydrauliques en sortie de STEU et de leur efficacité à filtrer les particules de plastiques.
- Si la concentration en MPs semble anti-corrélée à la vitesse du courant, elle ne semble pas non plus affectée par une faible pluviométrie. Un suivi approfondi notamment en période de crue avérée serait nécessaire afin d'explorer les paramètres en conditions hydrauliques extrêmes.
- L'échantillonnage de surface ne donne pas une vision exhaustive de la concentration en MPs de l'ensemble de la colonne d'eau, certains polymères ayant tendance à sédimenter plus que d'autres (densité, forme).

L'analyse qualitative permet de cibler les principaux types de polymères présents dans l'Adour. Le Polyéthylène, le Polystyrène et le Polypropylène, sont, comme pour le fleuve de la Seine et Garonne les MPs les plus présents (Driss et al, 2017 ; La Pagaie Sauvage, 2020). À l'échelle européenne, ils sont aussi les types de polymères les plus produits et utilisés (PlasticEurope, The facts 2018) reflétant de façon concrète et directe les modes de consommation du continent.

De façon plus générale, les résultats issus de l'analyse de données récoltées lors de l'expédition La Galupée soulignent avant tout le caractère discontinu des concentrations MPs. Ces derniers traversent des milieux différents ; lentiennes (barrage), lotiques (fleuve) et une partie estuarienne impactant leur trajectoire.

À l'image de l'expédition Nerri, La Galupée figure parmi les expériences inédites menées par l'association, en constante complicité avec l'Institution Adour et l'université de Pau et des Pays de l'Adour, ainsi que les principaux acteurs prenant part au sujet traité : clubs de kayak, structures de l'éducation à l'environnement et du développement durable, presse locale. Le projet est né de l'intérêt commun porté à l'exploration des premières données à l'égard d'une pollution marquée par notre siècle. L'expédition La Galupée est rendue possible grâce à la volonté portée par les personnes à leur initiative : Marie Bareille, Benjamin Le rouge (Institution Adour), Lise Durantou, Alexandre Schaal (La Pagaie Sauvage) et mis en œuvre par de nombreuses personnes convaincues par l'expérience et la promesse de résultats, telle que la CCI Port de Bayonne, principal partenaire financier du projet. En fédérant partenaires universitaires, collectivités et bénévoles, il est possible d'apercevoir, au-delà des données obtenues la silhouette d'une science augmentée, historiquement rigoureuse

et inspirée pour la conciliation entre les enjeux sociétaux et environnementaux qui animent une crise mondiale affectant plusieurs plans.

Les polymères, résultant de l'Homme, semblent rendre service au prix d'une nuisance au long cours, à la fois sur leurs propres inventeurs, mais de façon collatérale sur le reste de la biosphère. Le débat actuel relève des questions portées au niveau individuel et leur exécution à un niveau collectif. En effet, si les questions d'hygiène au cœur d'un hôpital ne sont pas les mêmes que dans un garde-manger, la nécessité de leur usage est importante à redimensionner en rapport à leur danger. Il appartient donc à chacun de participer au débat actuel, de contribuer d'une façon ou d'une autre à résoudre une question urgente impliquant les modes de vie de tous.

## VII. BIBLIOGRAPHIE

AFB, ONML-. « Les déchets solides en mer et sur le littoral », 2015.

[HTTP://www.onml.fr/onml\\_f/fiche\\_complete.php?id\\_fiche=109&auth=NOK](http://www.onml.fr/onml_f/fiche_complete.php?id_fiche=109&auth=NOK).

Akarsu, Ceyhan, Halil Kumbur, Kerem Gökdağ, Ahmet E. Kıdeys, et Anna Sanchez-Vidal. « Microplastics Composition and Load from Three Wastewater Treatment Plants Discharging into Mersin Bay, North Eastern Mediterranean Sea ». *Marine Pollution Bulletin* 150 (1er janvier 2020): 110776. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110776>.

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.

Bakir, Adil, Steven J. Rowland, et Richard C. Thompson. « Competitive Sorption of Persistent Organic Pollutants onto Microplastics in the Marine Environment ». *Marine Pollution Bulletin* 64, no 12 (1er décembre 2012): 2782-89. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.09.010>.

« BASOL - Ministère de la Transition écologique et solidaire ». Consulté le 29 avril 2020. <https://basol.developpement-durable.gouv.fr/home.htm>.

Benjamin, Sailas, Eiji Masai, Naofumi Kamimura, Kenji Takahashi, Robin C. Anderson, et Panichikkal Abdul Faisal. « Phthalates Impact Human Health: Epidemiological Evidences and Plausible Mechanism of Action ». *Journal of Hazardous Materials* 340 (15 octobre 2017): 360-83. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.06.036>.

Boerger, Christiana M., Gwendolyn L. Lattin, Shelly L. Moore, et Charles J. Moore. « Plastic Ingestion by Planktivorous Fishes in the North Pacific Central Gyre ». *Marine Pollution Bulletin* 60, no 12 (1er décembre 2010): 2275-78. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.08.007>.

Boucher, Charlene, Marie Morin, et L. I. Bendell. « The Influence of Cosmetic Microbeads on the Sorptive Behavior of Cadmium and Lead within Intertidal Sediments: A Laboratory Study ». *Regional Studies in Marine Science* 3 (1er janvier 2016): 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2015.11.009>.

Brennecke, Dennis, Bernardo Duarte, Filipa Paiva, Isabel Caçador, et João Canning-Clode. « Microplastics as Vector for Heavy Metal Contamination from the Marine Environment ». *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 178 (5 septembre 2016): 189-95. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.12.003>.

Bruge, Antoine, Cristina Barreau, Jérémy Carlot, Hélène Collin, Clément Moreno, et Philippe Maison. « Monitoring Litter Inputs from the Adour River (Southwest France) to the Marine Environment ». *Journal of Marine Science and Engineering* 6, no 1 (mars 2018): 24. <https://doi.org/10.3390/jmse6010024>.

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>.

Buser, Melanie C., H. Edward Murray, et Franco Scinicariello. « Age and Sex Differences in Childhood and Adulthood Obesity Association with Phthalates: Analyses of NHANES 2007–2010 ». *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 217, no 6 (1er juillet 2014): 687-94. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2014.02.005>.

Carpenter, Edward J., Susan J. Anderson, George R. Harvey, Helen P. Miklas, et Bradford B. Peck. « Polystyrene Spherules in Coastal Waters ». *Science* 178, no 4062 (1972): 749-50.

Cole, Matthew, Pennie Lindeque, Elaine Fileman, Claudia Halsband, Rhys Goodhead, Julian Moger, et Tamara S. Galloway. « Microplastic Ingestion by Zooplankton ». *Environmental Science & Technology* 47, no 12 (18 juin 2013): 6646-55. <https://doi.org/10.1021/es400663f>.

DataFrance. « DataFrance | Plateforme de visualisation de données ouvertes ». DataFrance. Consulté le 29 avril 2020. <http://map.datafrance.info>.

Denuncio, Pablo, Ricardo Bastida, Mariela Dassis, Gisela Giardino, Marcela Gerpe, et Diego Rodríguez. « Plastic Ingestion in Franciscana Dolphins, *Pontoporia Blainvillei* (Gervais and d'Orbigny, 1844), from Argentina ». *Marine Pollution Bulletin* 62, no 8 (1er août 2011): 1836-41. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.003>.

Dris, Rachid. « First assesement of sources and fate of macro and micro plastics in urban hydrosystems : Case of Paris megacity », 2016.

Eriksen, Marcus, Laurent C. M. Lebreton, Henry S. Carson, Martin Thiel, Charles J. Moore, Jose C. Borerro, Francois Galgani, Peter G. Ryan, et Julia Reisser. « Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea ». *PLoS ONE* 9, no 12 (10 décembre 2014): e111913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>.

Eriksen, Marcus, Sherri Mason, Stiv Wilson, Carolyn Box, Ann Zellers, William Edwards, Hannah Farley, et Stephen Amato. « Microplastic Pollution in the Surface Waters of the Laurentian Great Lakes ». *Marine Pollution Bulletin* 77, no 1 (15 décembre 2013): 177-82. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.007>.

Essel, Roland, Linda Engel, Michael Carus, et Dr Ralph Heinrich Ahrens. « Sources of Microplastics Relevant to Marine Protection in Germany », 2015, 48.

Europe, Surfrider Foundation. « Riverine Input, retour aux sources d'un projet made in Surfrider | Surfrider Foundation Europe ». <https://surfrider.eu/sinformer/blog/riverine-input-retour-aux-sources-projet-made-in-surfrider-121236893251.html>.

Fossi, Maria Cristina, Daniele Coppola, Matteo Baini, Matteo Giannetti, Cristiana Guerranti, Letizia Marsili, Cristina Panti, Eleonora de Sabata, et Simona Clò. « Large Filter Feeding Marine Organisms as Indicators of Microplastic in the Pelagic Environment: The Case Studies of the Mediterranean Basking Shark (*Cetorhinus Maximus*) and Fin Whale (*Balaenoptera Physalus*) ». *Marine Environmental Research*, Large marine vertebrates as sentinels of GES in the European MSFD, 100 (1er septembre 2014): 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.02.002>.

Free, Christopher M., Olaf P. Jensen, Sherri A. Mason, Marcus Eriksen, Nicholas J. Williamson, et Bazartseren Boldgiv. « High-Levels of Microplastic Pollution in a Large, Remote, Mountain Lake ». *Marine Pollution Bulletin* 85, no 1 (août 2014): 156-63. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.001>.

Futura. « Quelle est la durée de vie des déchets ? » Futura. <https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/eco-consommation-duree-vie-dechets-707/>.

Hauser, R., J. D. Meeker, N. P. Singh, M. J. Silva, L. Ryan, S. Duty, et A. M. Calafat. « DNA Damage in Human Sperm Is Related to Urinary Levels of Phthalate Monoester and Oxidative Metabolites ». *Human Reproduction* 22, no 3 (1er mars 2007): 688-95. <https://doi.org/10.1093/humrep/del428>.

Holmes, Luke A., Andrew Turner, et Richard C. Thompson. « Adsorption of Trace Metals to Plastic Resin Pellets in the Marine Environment ». *Environmental Pollution* 160 (1er janvier 2012): 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.08.052>.

Hurley, Rachel & Woodward, Jamie & Rothwell, James. (2018). Microplastic contamination of river beds significantly reduced by catchment-wide flooding. *Nature Geoscience*. 11. 251-257. 10.1038/s41561-018-0080-1.

« hydroweb ». <http://www.hydro.eaufrance.fr/>.

La Pagaie Sauvage. « Nerri ». La Pagaie Sauvage (blog), 2020. <https://lapagaiesauvage.org/nerri/>.

Lassen, C., Hansen, S. F., Magnusson, K., Hartmann, N. B., Rehne Jensen, P., Nielsen, T. G., & Brinch, A. (2015). *Microplastics: Occurrence, effects and sources of releases to the environment in Denmark*. Danish Environmental Protection Agency. <http://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2015/nov/rapport-om-mikroplast>

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 (1er mai 2018): 661-71. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.005>.

Lusher, A. L., M. McHugh, et R. C. Thompson. « Occurrence of Microplastics in the Gastrointestinal Tract of Pelagic and Demersal Fish from the English Channel ». *Marine Pollution Bulletin* 67, no 1 (15 février 2013): 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.11.028>.

Mausra, Baker, et Arthur Foster. « Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment », 2015, 39.

Parker, Denise M., William J. Cooke, et George H. Balazs. « Diet of Oceanic Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*) in the Central North Pacific ». *Fishery Bulletin* 103, no 1 (2005): 142-52.

Plastic Soup Foundation. « List of Products With Microbeads and Microplastics ». Beat the Microbead. <https://www.beatthemicrobead.org/product-lists/>.

« Portail d'informations sur l'assainissement communal - Collectif - Liste des stations d'épuration ». <http://www.assainissement.developpement-durable.gouv.fr/liste.php>.

LifeLema. « Proyecto LifeLema ». <https://www.lifelema.eu/fr/>.

Récapet et coll. « Quantification des microplastiques en l'absence de données de vitesse du courant : étude exploratoire au filet Manta », licence CC BY-NC-SA (2020).

Rios, Lorena M., Charles Moore, et Patrick R. Jones. « Persistent Organic Pollutants Carried by Synthetic Polymers in the Ocean Environment ». *Marine Pollution Bulletin* 54, no 8 (1er août 2007): 1230-37. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.03.022>.

« Riverine Input » Surfrider. <https://surfrider.eu/sinformer/blog/riverine-input-retour-aux-sources-projet-made-in-surfrider-121236893251.html>.

Uramap. « Uramap : Point de pollution ». <http://www.uramap.net>.

Van Cauwenberghe, Lisbeth, et Colin R. Janssen. « Microplastics in Bivalves Cultured for Human Consumption ». *Environmental Pollution* 193 (1er octobre 2014): 65-70. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.010>.

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>.

Verrier, Pierre. « Adjuvants des plastiques : Plastifiants ». *Adjuvants des plastiques : Plastifiants* 2, no A3231 (1992): A3231.1-A3231.12.

Wagner, Martin, Christian Scherer, Diana Alvarez-Muñoz, Nicole Brennholt, Xavier Bourrain, Sebastian Buchinger, Elke Fries, et coll. « Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know », 15 juillet 2014.

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>.

## VIII. ANNEXES

## 1) Caractéristiques des sites de prélèvements

Tableau 4 : Caractéristiques des prélèvements de l'Adour

Lieux	Date	Heure	Temps de pose (min)	Nombres de MPs	Nombre de kms à la source
Payolle	31/05/2019	17:09	12	1	1,5
Lesponne	01/06/2019	12:04	3	10	18
Gerde	31/05/2019	18:03	3	10	21
Bagnères aval	01/06/2019	17:59	3	8	23
Salles-adour	02/06/2019	10:26	3	22	39
Tarbes	02/06/2019	15:50	3	13	51
Artagnan	02/06/2019	19:01	5	48	65
Jû-belloc	03/06/2019	16:36	3	39	105
Cahuzac-sur-Adour	04/06/2019	10:40	3	7	115
Riscle	04/06/2019	14:11	5	24	120
Barcelonne-du-Gers	04/06/2019	17:43	3	4	141
Aire-sur-l'Adour aval	04/06/2019	18:57	5	7	146
Onard	06/06/2019	12:27	5	9	207
Pontonx-sur-Adour	06/06/2019	16:47	3	14	220
Dax	06/06/2019	19:18	1,3	17	245
Angoume	07/06/2019	09:49	3	13	255
Port-de-Lanne	07/06/2019	13:05	10	38	275
Guiche	07/06/2019	16:00	3	16	281
Mouguerre	08/06/2019	11:21	3	8	300
Bayonne	08/06/2019	12:27	7	20	305
Anglet	08/06/2019	13:44	2,4	14	310

Tableau 5 : Caractéristiques du lit et des berges aux points de prélèvements et pluviométries

Lieux	Pluviométrie (mm)	Largeur lit mineur (m)	Caractéristiques de la berge	Ripisylve
Payolle	0,2	1	naturelle	moyennement dense
Lesponne	0,2	5	artificialisée	moyennement dense
Gerde	0	15	naturelle	moyennement dense
Bagnères aval	0	20	naturelle	moyennement dense
Salles-Adour	0	25	naturelle	moyennement dense
Tarbes	0	40	naturelle	moyennement dense
Artagnan	0	20	naturelle	moyennement dense
Jû-belloc	0	25	naturelle	dense
Cahuzac-sur-Adour	33,7	40	artificialisée	moyennement dense
Riscle	33,7	30	naturelle	moyennement dense
Barcelonne-du-Gers	33,7	40	artificialisée	moyennement dense
Aire-sur-l'Adour aval	33,7	100	naturelle	peu dense
Onard	3,8	100	artificialisée	moyennement dense
Pontonx-sur-Adour	3,8	100	artificialisée	moyennement dense
Dax	3,8	100	artificialisée	berge nue
Angoumé	0	120	naturelle	peu dense
Port-de-Lanne	0	300	naturelle	peu dense
Guiche	0	300	artificialisée	berge nue
Mouguerre	0	400	artificialisée	peu dense
Bayonne	0	400	artificialisée	berge nue
Anglet	0	400	artificialisée	berge nue

## 2) Qualité chimique de l'eau aux points de prélèvements

Tableau 6 : Qualité de l'eau aux points de prélèvements

Lieux	Qualité de l'eau			
	Couleur de l'eau	pH	Température (°C)	Conductivité (mS/cm)
Payolle	bleue	7.8	11.3	50
Lesponne	bleue	8	10.5	82
Gerde	gris pâle	8	12.4	126
Bagnères aval	gris pâle	8.3	12.7	118
Salles-Adour	gris pâle	8.2	12	143
Tarbes	gris pâle	8	15	161
Artagnan	gris pâle	8.1	16.8	173
Jû-belloc	gris pâle	8	18.5	193
Cahuzac-sur-Adour	gris pâle	8.1	17.7	186
Riscle	gris pâle	8.1	18.2	210
Barcelonne-du-Gers	gris pâle	8.1	20.4	225
Aire-sur-l'Adour aval	gris pâle	8.2	20.4	228
Onard	marron clair		17	249
Pontonx-sur-Adour	marron clair		17	213
Dax	marron clair	5	18	151
Angoumé	marron clair	8.1	17.9	226
Port-de-Lanne	marron clair	7.8	17.7	225
Guiche	marron clair	8.2	16.7	208
Mouguerre	marron clair	8	15.9	237
Bayonne	marron clair			
Anglet	marron clair	8.3	16.8	1557

### 3) 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 10cm/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 :  $322\ 000 - 324\ 025 = 2\ 025$  tours

Relevé de la durée du prélèvement : 90 secondes

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

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

$22,5 \times 10 = 225$  cm/s, soit = **2,25 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 :  $0,46 \times 0,27 = \mathbf{0,1334\ m^2}$

#### Détermination du débit ( $Q$ ) :

Il s'agit de la vitesse multipliée par la section immergée de l'entrée du filet :  $2,25 \times 0,1334 = \mathbf{0,28\ m^3/s}$

#### Détermination du volume filtré :

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

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

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

Tableau 7 : Résultats des concentrations en MPs/m<sup>3</sup> pour les points de collecte sur l'Adour du 31 mai au 8 juin 2019

Lieux	Temps de collecte (s)	Vitesses courant calculée (m/s)	Débits dans le filet (m <sup>3</sup> /s)	Volumes filtres (m <sup>3</sup> )	Concentrations (MPS/m <sup>3</sup> )
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
Jô-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
<b>Moyenne</b>					<b>0,260</b>

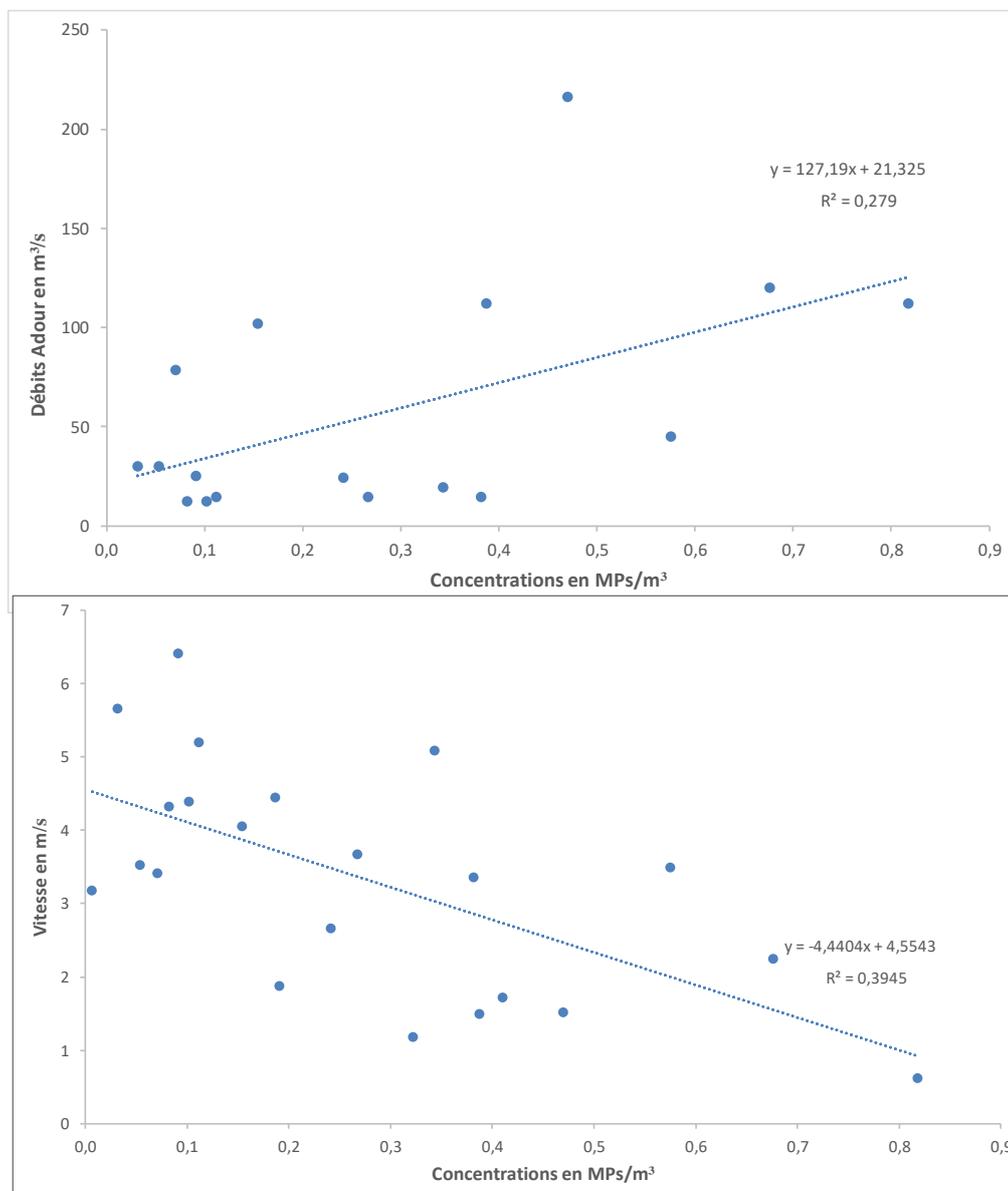


Figure 16 : Débits et vitesses de l'eau aux points de prélèvements en fonction de la concentration en MPs