Expédition MED

Les microplastiques du bassin versant

Étude comparative de la pollution aux particules microplastiques dans 17 rivières et plans d'eau de la région SUD entre le printemps et l'automne 2025



QUALYSE
Ensemble pour un territoire sain et sûr

RÉGION SUD
PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR

Expédition MED

Remerciement

Expédition MED tiens à remercier l'ensemble des personnes et des partenaires ayant participé aux campagnes de terrain, aux analyses et ayant contribué à la réalisation de cette étude. Leur soutien a été essentiel à la conduite de cette étude.

Expédition MED remercie tout particulièrement :

- Alan d'Alfonso REAL et Max COLOMBIER pour la réalisation du premier prototype ;
- Christophe RAPUC du Syndicat Mixte d'Aménagement et de Développement de Serre-Ponçon pour sa disponibilité avec son bateau jaune pour les prélèvements au lac de Serre-Ponçon, SMADESEP - Président : Victor BERENGUEL ;
- Jean-Paul COULOMB président du groupe local LPO (Ecrins – Embrunais) pour ses conseils et son assistance ;
- Arno BRINGER du laboratoire Qualyse de la Rochelle ;
- Emmanuel CABANES, stagiaire master en aménagement du littoral chez Expédition MED, pour les premiers tests et les prélèvements de la campagne de printemps ;
- Nicolas GOSSET, coordinateur scientifique d'Expédition MED, pour les prélèvements de la campagne d'automne et la rédaction du rapport ;
- Bruno DUMONTET, fondateur d'Expédition MED, pour la coordination et la réalisation du programme général.

Avant-propos

Les microplastiques du bassin versant

La présence de microplastiques dans les fleuves, rivières et plans d'eaux est un phénomène peu connu, invisible, mais inquiétant. Expédition MED a réalisé une étude pour la veille des émissions de microplastiques des bassins versants de la Région SUD vers la Méditerranée.

La présence de microplastiques dans les fleuves et rivières est un phénomène peu connu, invisible, mais inquiétant. Selon les estimations, environ 80 % des microplastiques retrouvés dans les océans transiteraient par les eaux continentales et seuls 20 % seraient rejetés directement dans les mers. Identifier et surveiller les sources et les voies de dissémination des microplastiques dans les fleuves et rivières est devenu un enjeu fondamental pour obtenir des informations et des données afin de mieux agir en amont sur les sources, les origines et les fuites de cette pollution.

Depuis 2009, Expédition MED réalise chaque année en mer Méditerranée des campagnes de prélèvements de microplastiques équipée de son filet Manta. En collaboration avec des scientifiques et des citoyens, ces missions ont pour objectif d'étudier la pollution plastique dans de multiples zones de la mer Méditerranée.

Suite à un appel à projet de la Région SUD, l'association a proposé la possibilité de pouvoir cartographier des voies de dissémination et des points de fuite de microplastiques dans des fleuves, rivières et plans d'eau du bassin versant du territoire.

Expédition MED a développé le prototype d'un nouveau type de filet Manta pour le prélèvement d'échantillons adapté au milieu fluvial, qui facilite l'accès aux différentes zones de bassin versant afin de permettre la surveillance des apports fluviaux en microplastiques. Nous proposons de réaliser un programme de démonstration de prélèvements et d'analyses quantitatives et qualitatives de microplastiques de surface à l'échelle du bassin versant.

Contents

Remerciement 2

Avant-propos 3

A. Éléments de contexte et état des connaissances 6

1) Pollution plastique mondiale 6

2) Contamination du vivant 6

3) Les milieux aquatiques : première source de pollution 7

4) Répartition des microplastiques en milieux aquatiques 7

5) Surveillance des milieux aquatiques 8

B. Objectifs et programmes de recherche du programme 9

1) Périmètre géographique de réalisation 9

2) Les sites sélectionnés 9

3) Contenu du projet et caractère innovant 11

C. Matériels et méthodes 12

1) Adaptation du filet Manta 12

a. Campagne de prélèvement printemps 2025 15

b. Campagne de prélèvement automne 2025 15

3) Tri et analyse morphologique 15

D. Résultats 16

1) Comparaison globale 16

2) Comparaison saisonnière de l'amont et de l'aval 19

E. Discussion 28

1) Une contamination diffuse et hétérogène 28

2) Des disparités saisonnières 29

3) Un contraste net entre l'amont et l'aval des sites étudiés 29

4) Répartition par classes de taille 29

5) Composition polymérique 30

6) Comparaisons de résultats avec d'autres études récentes 31

7) Perspectives et actions 33

Conclusion 34

Références bibliographiques 35

Annexes 37

Annexe 1 : Résultats par m3 37

Canal du Rhône, Vauvert (30 600) 39

Etang de Berre, Istres (13 130) 39

Le Rhône, Arles (13 200) 40

La Sorgue, Châteauneuf de Gadagne (84 470) - Amont, Jonquerette (84 450) - Aval 41

La Durance, Plan-d'Orgon (13 750) - Amont,Cavaillon (84 300) - Aval 42

L'Arc, Aix en Provence (13 090) 43
L'Huveaune, Aubagne (13 400) - Amont, La Penne-sur-Huveaune (13 011) - Aval 44
L'Argens, Vidauban (83 550) 45
Lac de Sainte Croix, Aiguines (83 630) 46
La Durance Serre-Ponçon, Châteauroux-les-Alpes (05 380), Saint-Sauveur (05 200) - Aval 46
Le Buëch, Aspres sur Buech (05 140) 47
Lac de Serres Ponçon, Savines-le-Lac (05 160) 48
Le Verdon, Saint-André-les-Alpes (04 170) 49
Le Var, Saint Benoit (04 240) - Amont, Entrevaux (04 320) - Aval 50
La Siagne, Pégomas (06 580) - Amont, Mandelieu-la-Napoule (06 210) - Aval 51
Le Loup, La Colle-sur-Loup (06 480) - Amont, Villeneuve-Loubet (06 270) - Aval 52
L'Ubaye, Le Lauzet-Ubaye (04 340) 53
Annexe 3 : Détail des particules plastiques retrouvées pour chaque échantillon, ainsi que leurs polymères et classe de taille associée. 54

A. Éléments de contexte et état des connaissances

1) Pollution plastique mondiale

« Nous vivons à une époque où nous touchons plus souvent du plastique que nous ne touchons ceux que nous aimons » (Atlas du Plastic, 2020). Conséquence de nos modes de vie où nous consommons tout, tout le temps, beaucoup trop, le plastique contamine l'air que nous respirons, les aliments que nous mangeons et l'eau que nous buvons. Cinq grammes (ou 2 000 particules) par semaine, soit l'équivalent d'une carte de crédit, est la quantité de plastique que nous ingérons chacun en moyenne par semaine (Advisors et al., 2019).

Au fond de la Fosse des Mariannes, au sommet des Pyrénées et de l'Himalaya, dans les eaux et glaces polaires, dans les sols, le plastique est aujourd'hui présent partout. Tous les chemins mènent à la mer : tous les ans, 10 à 20 millions de tonnes de plastique finissent dans les océans soit un camion poubelle déversé chaque minute. Sous l'effet des vents, des vagues et du rayonnement UV, les plastiques se dégradent en particules de plus en plus fines : les microplastiques (MP), de tailles comprises entre cinq millimètres (mm) et un micron (µm) (Boucher and Friot, 2017). Un gramme de plastique qui se retrouve dans l'environnement donne un million de microplastiques (Barnes et al., 2009). Ainsi, il y aurait aujourd'hui plus de 5 000 milliards de MP dans les océans pesant plus de 250 000 tonnes (Eriksen et al., 2014).

La production mondiale de plastique a doublé entre 2000 et 2019, passant de 234 à 460 millions de tonnes par an, soit l'équivalent de 15 bouteilles produites chaque seconde pour chaque personne sur Terre. Selon une analyse Pew Charitable Trusts / SYSTEMIQ, le flux de plastique entrant chaque année dans les océans pourrait atteindre environ 37 millions de tonnes par an d'ici à 2040 en l'absence d'action. En Méditerranée, c'est l'équivalent de 500 conteneurs déversés chaque jour et des niveaux record de 1.25 million de fragments/km², faisant de cette mer, la plus contaminée au monde.

2) Contamination du vivant

D'ici à 2050, les océans pourraient contenir plus de plastiques que de poissons (en termes de poids). La pollution plastique affecte irrémédiablement la faune marine et aquatique. Une étude publiée dans PNAS (Murphy et al., 2025) sur plus de 10 400 animaux marins appartenant à 95 espèces a montré la présence de plastique dans le tube digestif de près de la moitié des tortues, de plus d'un tiers des oiseaux marins et de 12 % des mammifères marins examinés. 1,4 million d'oiseaux, 14 000 mammifères meurent chaque année en raison de l'ingestion de plastiques (Agenda, 2016). Les effets observés ne se limitent pas à l'ingestion, puisque quelques fragments seulement peuvent suffire à être mortels chez certaines espèces. En parallèle, des travaux financés par l'UE ont montré que les substances relarguées par les plastiques peuvent perturber le développement embryonnaire d'organismes aquatiques, avec des anomalies du squelette et du système nerveux (Rendell-Bhatti et al., 2021). Enfin, les plastiques agissent comme vecteurs de contaminants chimiques, ce qui renforce leur toxicité dans les milieux marins et dulçaquicoles (Gall and Thompson, 2015, Andrady, 2011).

Les connaissances concernant les effets des microplastiques sur la santé humaine ont considérablement progressé ces dernières années. De nombreuses études ont désormais confirmé la présence de micro- et nanoplastiques dans plusieurs tissus et organes humains, notamment le sang, les poumons, le placenta, le foie et le cerveau, démontrant leur capacité à franchir les principales barrières biologiques de l'organisme (Nihart et al., 2025, Campanale

et al., 2020, Prata et al., 2020). Les travaux les plus récents suggèrent que ces particules ne sont pas éliminées aussi efficacement qu'on le pensait initialement (Ghiglione et al., 2025). Des études expérimentales montrent qu'après leur phagocytose par les macrophages, cellules clés du système immunitaire chargées d'éliminer les corps étrangers, les microplastiques peuvent persister au sein des cellules, perturber leur fonctionnement, induire un stress oxydatif, altérer les mitochondries et les lysosomes, et favoriser des processus inflammatoires chroniques. Ces observations remettent en question l'hypothèse selon laquelle les macrophages seraient capables d'éliminer efficacement ces particules, suggérant plutôt qu'elles peuvent s'accumuler durablement dans certains tissus. Bien que les conséquences sanitaires à long terme restent encore insuffisamment caractérisées, ces résultats renforcent les inquiétudes concernant les effets potentiels d'une exposition chronique aux microplastiques et soulignent l'importance de limiter les émissions de ces particules dans l'environnement afin de réduire l'exposition des populations.

3) Les milieux aquatiques : première source de pollution

Les cours d'eau constituent aujourd'hui l'un des principaux vecteurs de transfert des déchets plastiques depuis les bassins versants vers les milieux côtiers. Ces milieux aquatiques représentent un compartiment majeur de la pollution plastique à l'échelle mondiale, à la fois comme zone de circulation, de fragmentation et d'accumulation des déchets. Les fleuves, rivières et autres milieux aquatiques (lacs, étangs, zones humides, cours d'eau, canaux…) jouent ainsi un rôle déterminant dans le transport des plastiques depuis les bassins versants vers le milieu marin (Assoumani et al., 2019). En Méditerranée, mer semi-fermée particulièrement vulnérable, les apports annuels sont estimés à plusieurs centaines de milliers de tonnes, avec des concentrations de microplastiques atteignant localement plus de 2 millions de particules par km² (chiffres estimés par Expédition MED (2024). Dans le sud de la France, les observations menées sur le Rhône (Landebrit et al., 2025), la Durance (Ballerini et al., 2022) et plusieurs cours d'eau côtiers confirment l'importance des transferts continentaux vers le littoral méditerranéen, avec des niveaux de contamination parfois très supérieurs aux seuils de référence.

Les études récentes confirment l'omniprésence des microplastiques dans les milieux aquatiques continentaux européens (EEA., 2024). En France, une étude nationale menée en 2025 dans le cadre d'un programme de science citoyenne a recensé 55 986 débris plastiques sur 81 berges de rivières et 66 plages côtières, montrant que les microplastiques sont systématiquement plus abondants que les mésoplastiques et les macrodéchets. L'OECD (2022) estime que 140 millions de tonnes de plastiques se sont déjà accumulées dans les milieux aquatiques entre 1950 et 2019, dont 78 % dans les eaux douces et 22 % dans les océans. En l'absence d'action renforcée ce stock pourrait atteindre 493 millions de tonnes d'ici 2060. Ces observations soulignent le caractère diffus et généralisé de cette pollution, ainsi que la nécessité de renforcer les suivis à l'échelle des bassins versants afin de mieux comprendre les sources et le devenir des microplastiques dans les écosystèmes aquatiques.

4) Répartition des microplastiques en milieux aquatiques

Dans les milieux aquatiques, les microplastiques se répartissent de manière hétérogène selon l'hydrologie, l'occupation du bassin versant et la nature des usages, avec une forte variabilité entre fleuves, rivières, plans d'eau et milieux humides. Une synthèse de l'Agence européenne pour l'environnement (EEA., 2024) met en évidence une très forte variabilité des concentrations mesurées, comprises entre 0.03 et 187 000 particules·m^{-3} dans la colonne

d'eau et entre 18 et 72 400 particules·kg^{-1} dans les sédiments, reflétant l'hétérogénéité des bassins versants, des pressions anthropiques et des méthodes d'échantillonnage.

De nombreuses études menées en Europe mettent en évidence une contamination généralisée des eaux continentales, bien que les concentrations observées dans les rivières présentent une forte variabilité selon les contextes hydrologiques, les niveaux d'urbanisation et les activités anthropiques. Également, ces concentrations varient fortement selon les sites, les méthodes et la taille des particules. Les études récentes rapportent des niveaux allant de quelques particules par m³ à des valeurs beaucoup plus élevées dans certains contextes urbains ou fortement influencés par les rejets.

Une campagne menée sur plusieurs grands fleuves européens dans le cadre de la mission Tara Microplastiques (CNRS, 2019, Landebrit et al., 2025), a montré qu'ils sont tous contaminés par des microplastiques, avec une contamination moyenne d'environ trois microplastiques par m^3 d'eau. Cette mission a également montré une forte variabilité dans les concentrations observées et met ainsi en évidence le rôle majeur du débit dans les flux transportés. Les résultats ont aussi montré que les petites fractions de microplastiques (< 500 µm) sont largement dominantes et que le polyéthylène (PE) et le polypropylène (PP) constituent les polymères les plus fréquemment rencontrés. Dans le Rhône, cela correspond à environ 3 000 particules par seconde à l'aval de Valence, tandis que certains microplastiques fins peuvent être jusqu'à 1 000 fois plus nombreux que les plus grands fragments observés (EFESE, 2018).

En France, plusieurs travaux récents réalisés sur la Seine (Gasperi and Cachot, 2021), la Loire, la Garonne ou encore l'Ain (CNRS, 2019) montrent que la distribution des microplastiques est étroitement liée aux pressions anthropiques locales ainsi qu'aux conditions hydrologiques, soulignant la nécessité de développer des suivis à l'échelle régionale afin de mieux caractériser les sources et les mécanismes de transfert des plastiques dans les hydrosystèmes continentaux (Assoumani et al., 2019).

En Région SUD, les données récentes confirment une pression forte sur les rivières, fleuves et plans d'eau. Les milieux plus petits ou plus confinés, comme les canaux, les étangs, zones humides et lacs, peuvent également agir comme des zones de stockage temporaire ou de piégeage des particules (Assoumani et al., 2019). En effet, une remobilisation est observée lors des crues ou des épisodes de précipitations intenses, ce qui en fait des réservoirs secondaires importants au sein du continuum aquatique. Dans le Sud-est de la France, ces transferts sont particulièrement critiques, car ils alimentent directement le littoral méditerranéen, où la pollution plastique s'intensifie sous l'effet cumulé des apports fluviaux, des rejets urbains et des activités touristiques (WWF, 2019, arbe-regionsud.org).

5) Surveillance des milieux aquatiques

La pollution aux microplastiques constitue aujourd'hui une menace diffuse, mais persistante pour les milieux aquatiques, la biodiversité et la santé humaine. Il est donc primordial d'assurer une surveillance de cette pollution vers ces milieux.

Dans la région SUD (Provence-Alpes-Côte d'Azur), où se conjuguent densité urbaine, activités touristiques, agriculture intensive et façades littorales très fréquentées, les fleuves, rivières, plan d'eau, lacs, et zones humides sont des vecteurs majeurs de transfert des plastiques vers la mer Méditerranée.

Identifier et surveiller les sources et les voies de dissémination des microplastiques par les bassins versants est devenu un enjeu fondamental pour obtenir des informations et des données afin de mieux agir en amont sur les sources, les origines et les fuites de cette pollution.

Cette surveillance nécessite la mise en place d'outils et de protocoles adaptés au milieu fluvial afin de mesurer cette pollution invisible. L'objectif est d'obtenir des mesures de prévention et de gestion en amont par les politiques locales, en proposant un matériel adapté, associé à un protocole simple et efficace, pour des collectivités et/ou d'autres structures intéressées. L'intérêt est de pouvoir apporter également des données pertinentes pour orienter les politiques publiques et la réglementation concernant la pollution plastique.

B. Objectifs et programmes de recherche du programme

1) Périmètre géographique de réalisation

Il existe peu de données sur les apports fluviaux en microplastiques et l'objectif de cette étude a été de proposer une méthodologie permettant une première cartographie de l'apport des microplastiques du bassin versant de la Région SUD.

Le choix des critères de sélection des sites étudié ont été définis pour être suffisamment représentatif de l'ensemble du bassin versant. Le critère principal étant les lits des cours d'eau drainant en tête et en sortie de bassin versant sous diverses influences (agricoles, urbanisés, avec et/ou sans usages industriels, touristiques, réseaux routiers…), certaines retenues d'eau ou encore des canaux. Autre point de sélection notable, la pertinence de sites positionnés à proximité de sources potentielles de microplastiques suspectés comme étant majeures sur le bassin versant, de leur accessibilité et du nombre d'échantillons à réaliser.
Ainsi 15 sites de prélèvements différents ont été retenus, chaque fois sur deux périodes avril (printemps) et octobre (automne) et en deux points (en amont et en aval du point stratégique identifié comme source potentielle de contamination plastique). L'ensemble total correspondant donc à 15 sites x 2 prélèvements = 30 prélèvements sur 2 périodes = 60 prélèvements.Cette étude "Microplastiques en fuite" a au final ciblé 17 sites, pour un total de 57 points de prélèvement sur deux saisons dans les rivières, fleuves et lacs de la région SUD.

2) Les sites sélectionnés

Cours d'eau : La Durance (Cavaillon) – La Durance (Serre-Ponçon) – Le Buëch – Le Verdon - La Sorgue – Le Var – Le Loup – La Siagne – L'Argens – L'Huveaune – L'Arc – Le Rhône (Arles), L'Ubaye (Figure 1).

Les retenues d'eau sélectionnées : Lac de Sainte-Croix – Lac de Serre-Ponçon - L'étang de Berre - Le canal du Rhône.

Les critères complémentaires de sélections des points de prélèvements ont été les suivants (Tableau 1) :

- Sorties d'eau de nettoyage des déchets plastiques provenant d'entreprises de recyclage de plastique
- Points de décharges sauvages ou zones d'enfouissements à ciel ouvert en bordure et/ou à proximité de rives.
- Décharges ou anciennes décharges à proximité (cerema)
- Zones d'accumulation naturelles et barrages ou mécaniques…
- Proximité d'autoroutes et d'aires d'autoroutes
- Proximité de stations d'épuration (fuites microplastiques et médias filtrants)
- Proximité d'usines de fabrication de granulés et/ou de produits en plastiques
- Proximité d'entreprises de fabrication de béton allégés avec du polystyrène
- Zones d'activités urbaines, commerciales et/ou artisanales
- Zones d'agriculture utilisant les films de plastiques pour le paillage des cultures

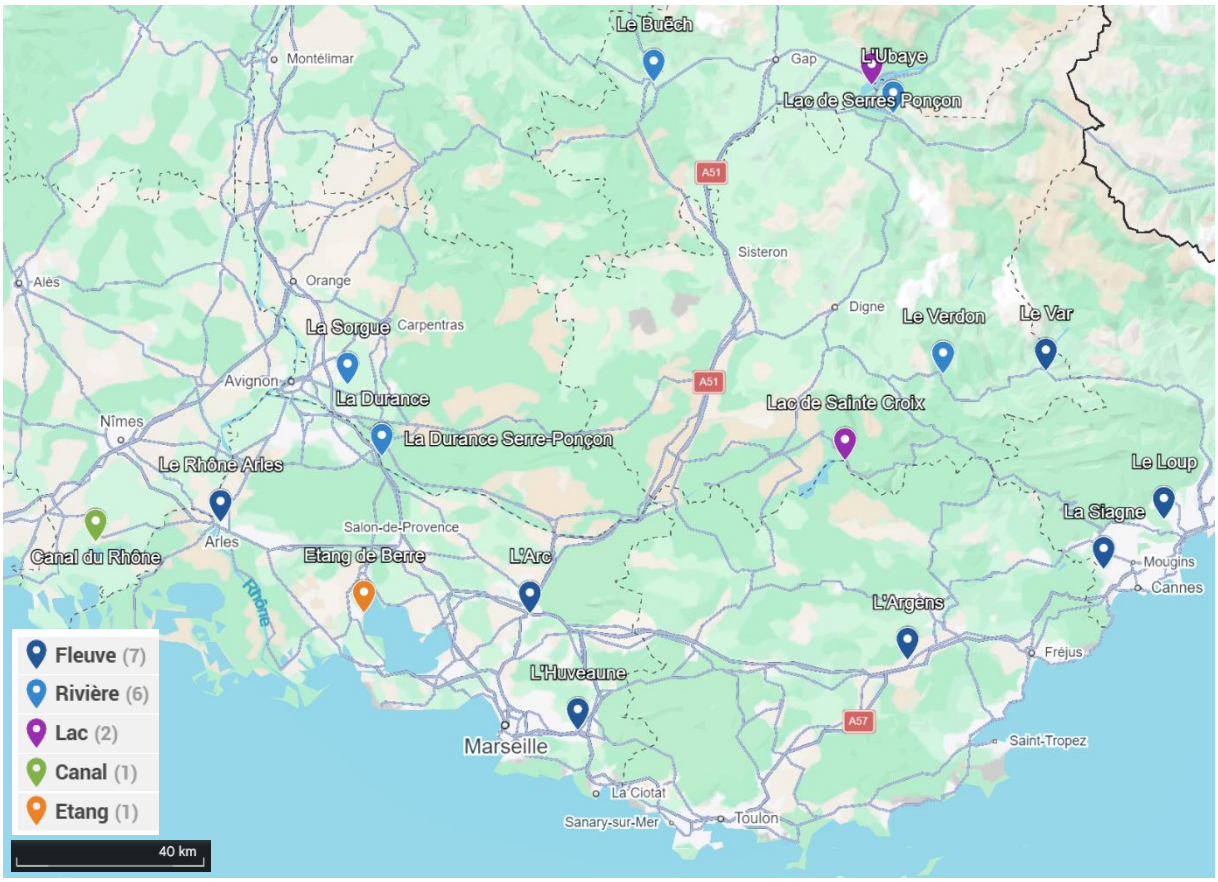


Figure 1 : Carte des sites de prélèvements étudiés dans le cadre de cette étude dans la région SUD. Chaque milieu aquatique échantillonné est caractérisé par une couleur spécifique.

Tableau 1 : Liste des points stratégiques visées lors de l'échantillonnage des rivières et plans d'eau de la région SUD ainsi que les sources et polymères potentielles associés.

Nom	Commune	Code Postal	Désignation	Source principale potentielle	Polymères attendu	Type	Longueur/ Superficie
L'Arc	Aix en Provence	13 090	Déchèterie d'Aix En Provence Parade	Déchets ménagers, emballages	PE, PP, PS, PET	Fleuve	82,9 km
L'Argens	Vidauban	83 550	Parc de Loisirs aquatiques Dracénie Provence	Activités récréatives, équipements, textiles	PE, PP, PVC, PET, PA	Fleuve	115,5 km
L'Huveaune	Aubagne	13 400	Déchèterie d'Aubagne	Déchets urbains	PE, PP, PET, PS	Fleuve	48,4 km
La Durance	Cavaillon	84 300	Lafarge - Bétons France	Industrie du béton, chantiers	PEHD, PP, PVC	Rivière	323 km
La Durance Serre-Ponçon	Châteauroux-les-Alpes	05 380	Déchèterie d'Embrum	Déchets domestiques	PE, PP, PET	Rivière	323 km
La Siagne	Mandelieu-la-Napoule	06 210	Ville de Mandelieu-La-Napoule	Ruissellement urbain, tourisme	PE, PP, PET, PS, pneus (SBR)	Fleuve	44,3 km
La Sorgue	Jonquerettes	84 450	négosud transformation (entreprise de papier)	Industrie papier/carton	PE, PP, PET, parfois EVA et PA	Rivière	30,4 km
Le Buëch	Aspres sur Buech	05 140	Déchèterie d'Aspres-sur-buech	Déchets ménagers	PE, PP, PET	Rivière	85 km
Le Loup	La Colle-sur-Loup	06 480	Agriculture maraîchère Les Légumes du Loup	Agriculture (films plastiques, irrigation)	PEBD, PEHD, PP, PVC	Fleuve	49,3 km
Le Rhône Arles	Arles	13 200	Collecteur principal ville de Arles	Rejets urbains, STEP	PET, PE, PP, PA, PES, PVC	Fleuve	812 km
Le Var	Entrevaux	04 320	Zone commerciale d'Entrevaux	Ruissellement urbain	PE, PP, PET, PS	Fleuve	114 km
Le Verdon	Saint-André-les-Alpes	04 170	Directions Interdépartementales des Routes (DIR) Méditerranée	Trafic routier	SBR, BR, NR (pneus), PP, PE	Rivière	166 km
Lac de Serre-Ponçon	Crots	05 200	Lac, bassin versant de 3 600 km2	Grand bassin versant, tourisme	PE, PP, PET, PA	Lac	28.2 km^2
Canal du Rhône	Vauvert	30 600	Canal du Rhône à Sète	Transport fluvial, agriculture	PE, PP, PVC, PET	Canal	98 km
Etang de Berre	Istres	13 800	Plage, lagune méditerranéenne, bassin versant de 1 700 km2	Port, industrie pétrochimique, urbain	PE, PP, PVC, PET, PS	Etang	155 km^2
Lac de Sainte-Croix	Aiguines	83 630	Lac, bassin versant de 1 591 km2	Tourisme nautique	PE, PP, PA, PETPE, PP, PA, PET	Lac	22 km^2
L'Ubaye	Le Lauzet-Ubaye	04 340	Afluence Lac Serre-Ponçon	Bassin montagneux peu anthropisé	PET (fibres textiles), PE, PP	Rivière	82,7 km

3) Contenu du projet et caractère innovant

Les activités d'Expédition MED pour les prélèvements de microplastiques en mer nous ont naturellement orientés vers des captages en milieu fluvial.
Nos premières expériences de prélèvements réalisés en fleuves et rivières nous ont amenés à développer un nouvel outil moins encombrant, moins lourd à transporter et mieux adapté aux contraintes du milieu et à l'accessibilité aux sites. Le développement de cet outil s'est construit également à partir d'une conception de simplification d'usage. L'adaptation réalisée sur le filet Manta évite l'usage d'un bateau pour la réalisation des prélèvements tout en optimisant les choix de lieux et en facilitant les accès aux différents sites d'échantillonnages. Le déploiement et l'utilisation de ce système est conçu pour pouvoir par la suite être exploité en autonomie par les organismes et structures intéressés.

En effet, l'objectif étant qu'il puisse par la suite être utilisé par des techniciens de structures en charge de milieux fluviaux pour en réaliser un diagnostic et une surveillance sur la présence des microplastiques dans les bassins versants du territoire afin d'agir rapidement en fonction des résultats en amont et à la source. Nous proposons donc avec ce programme la réalisation d'un démonstrateur de prélèvements et d'analyses de microplastiques fluviaux ayant la possibilité d'être dupliqué par la suite.

C. Matériels et méthodes

Les campagnes de prélèvements se sont déroulées à l'automne 2024 avec les premiers tests et repérages et la conception d'un premier prototype. Au printemps 2025 la poursuite des tests et la première campagne de prélèvements avec un second prototype a eu lieu. À l'automne 2025 la seconde campagne de prélèvement avec la dernière version du prototype qui a répondu aux différentes contraintes de nos objectifs.

1) Adaptation du filet Manta

Le protocole d'échantillonnage s'est basé sur les mêmes critères de prélèvements utilisés en milieu marin avec le filet Manta. Pour réaliser ces prélèvements, un filet de type Manta, doté d'une maille de 330 microns et d'un collecteur à son extrémité, a été utilisé. Ce filet est similaire en tout point à celui déployé par Expédition MED à bord du « Bonita », son voilier de prélèvement lors de ses campagnes estivales de prélèvements en mer Méditerranée.

Cependant, à la suite de nombreux essais préalables, plusieurs modifications et améliorations ont été apportées au filet (Figure 2). Il a été nécessaire d'adapter la structure du filet Manta et la méthode de prélèvement au milieu fluvial et aux différents types de cours d'eau ainsi qu'à leurs accessibilités. Deux premiers prototypes ont été tout d'abord testés ce qui a permis d'appréhender les différentes contraintes du milieu fluvial.

Parmi les adaptations majeures, un contre-filet - une sorte de court premier filet muni de mailles plus larges (5 mm) - a été ajouté. Celui-ci s'est avéré indispensable lors des prélèvements en rivière, car permettant de récupérer les plus gros débris de matière organique flottante (feuilles mortes, branchages, algues…), avant qu'ils ne viennent obstruer complètement le filet principal et son collecteur. Ensuite, par souci de portabilité et de praticité lors du déploiement, le cadre et les ailes en aluminium caractéristiques du filet Manta ont été remplacés par deux flotteurs de type pare-battages, plus légers et plus compacts. Les dimensions de la bouche du Manta sont quant à elles restées inchangées (25 × 60 cm). Un débitmètre, appareil permettant de calculer précisément le volume total filtré, a également été fixé au centre de la bouche du filet (Figure 2).



Prototype 1, Le premier prototype, motorisé et télécommandé, reposait sur une architecture de structures tubulaires rigides. Les tests opérationnels ont mis en évidence plusieurs limitations rédhibitoires : un encombrement excessif, une masse trop importante et une puissance de propulsion insuffisante pour maintenir le dispositif dans des conditions de courant significatif. Si la structure de maintien du filet s'est révélée fonctionnellement satisfaisante, la forte concentration de matières organiques en suspension (débris foliaires, matériaux ligneux fragmentés, pollens…) a engendré des obstructions récurrentes, nécessitant la conception d'une adaptation technique spécifique.



Prototype 2, Afin de remédier aux contraintes mécaniques identifiées, le second prototype a été développé sans système de motorisation et conçu à partir de structures gonflables, permettant une réduction significative de la masse embarquée. Ce dispositif a intégré un système de double filtration, constitué d'un filet principal associé à un contre-filet intérieur dédié à la rétention des matières organiques particulaires. Ce prototype a été déployé lors de la campagne de prélèvements printanière et a démontré des performances opérationnelles satisfaisantes dans les conditions rencontrées.



Prototype 3, Le troisième prototype a fait l'objet d'une optimisation supplémentaire par le remplacement des structures gonflables par des flotteurs rigides de plus faibles dimensions, de type pare-battages nautiques, dans l'objectif de réduire conjointement la masse totale du dispositif et son encombrement lors du transport et du déploiement. Le système de double filet (filet principal et contre-filet) a été reconduit sans modification et a été mis en œuvre lors de la campagne de prélèvements automnale.

Figure 2 : Développement et optimisation des différents prototypes de dispositifs de prélèvement en eau douce dans les milieux aquatiques de la région SUD.

2) Protocole d'échantillonnage

Pour chaque point stratégique préalablement repéré, deux échantillons - un en amont et un en aval ont été collectés (à l'exception du canal du Rhône, de l'étang de Berre, du lac de Sainte-Croix et de l'Ubaye). Similairement aux prélèvements effectués en mer, le filet a été déployé durant 30 minutes pour chaque prélèvement. Selon la typologie du site, la mise en place du filet a dû être adaptée spécifiquement afin de garantir la fiabilité scientifique du prélèvement. Le filet a principalement été déployé depuis la berge, en l'éloignant autant que possible du rivage. Une grande partie des prélèvements a également été réalisée directement depuis le lit de la rivière ou du fleuve, en positionnant systématiquement le filet dans la zone

où le courant était le plus fort (Figure 3). Enfin, certains échantillons ont été collectés depuis un quai ou un pont, ou encore à l'aide d'un bateau/annexe électrique.



Figure 3 : Exemple de mise en place du prélèvement dans le lit de l'Argens (photo de gauche), récupération du prélèvement du Verdon dans le collecteur (photo centrale) et mise en flacons du prélèvement de l'Huveaune (photo de droite).

Lors de chaque prélèvement, une attention particulière a été portée à positionner le filet dans une zone au courant suffisamment important pour filtrer un maximum d'eau, mais non turbulente, afin d'éviter tout brassage excessif susceptible de mélanger les microplastiques flottants.

Une fois le temps de prélèvement écoulé, l'échantillon récupéré dans le collecteur a été versé dans un tamis à maille de 200 microns, puis conservé dans un flacon contenant de l'éthanol (ratio 1 : 3). Les fragments plastiques récupérés dans le contre-filet ont été ajoutés au flacon final (Figure 3). À noter qu'avant chaque prélèvement, le filet était rincé (sans collecteur) pendant quelques minutes.

Le protocole d'analyse des particules de microplastiques identifiées sera effectué selon les 4 classes de tailles suivantes : > 1000 µm, > 500 µm, > 350 µm et > 180 µm. Les polymères suivants seront également quantifiés : polyéthylène (PE), polypropylène (PP), polychlorure de vinyle (PVC), polyamide (PA), polystyrène (PS), polyéthylène téréphtalate (PET), alcool polyvinylique (PVA), éthylène-acétate de vinyle (EVA), polyuréthane (PU), Résine et Wax polymérique. Les procédures optiques spectrales, telles que la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier et la spectroscopie Raman, seront utilisées pour différencier les microplastiques des matériaux non plastiques et pour vérifier les polymères plastiques les plus présents afin d'obtenir des informations utiles sur les sources et origines.

Les unités de rapportage pour l'abondance des microplastiques dans les échantillons d'eau seront estimées en nombre de microplastiques par m^2 ainsi qu'en nombre de particules par m^3). Les résultats globaux ont été exprimés en échelle logarithmique de base 10 en raison de la très grande disparité des résultats d'un échantillon à un autre.

a. Campagne de prélèvement printemps 2025

Au printemps 2025, Expédition MED a réalisé la première campagne d'échantillonnage dans les rivières et plans d'eau de la région SUD. Cette première phase, qui s'est déroulée fin mars, a permis l'échantillonnage selon un protocole standardisé de 15 stations de prélèvement. Ces points, sélectionnés selon des critères hydrogéomorphologiques et environnementaux, ont été répartis sur cinq rivières, sept fleuves, deux lacs, un étang et le canal du Rhône. La zone d'étude couvre un gradient géographique s'étendant des Alpes-Maritimes aux Alpes-de-Haute-Provence, incluant les départements du Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, du Var et des Hautes-Alpes.

Les échantillons, collectés en période post-hivernale dans des conditions météorologiques stables (peu de précipitations ou d'évènements météorologiques marquants), ont révélé une charge pollinique élevée, indicateur saisonnier caractéristique de la phase de floraison printanière. Chaque station a fait l'objet de relevés GPS et de mesures précises. Cette campagne initiale a permis d'établir un état de référence de la contamination plastique dans les milieux aquatiques continentaux, premier volet de cette étude qui permet d'évaluer les variations saisonnières de la pollution et d'identifier les principales sources de contamination.

b. Campagne de prélèvement automne 2025

À la suite de la première partie de la campagne de prélèvements réalisée en avril 2025 dans les lacs et rivières de la région SUD, Expédition MED est retournée à l'automne pour échantillonner ces mêmes points stratégiques.

Les prélèvements ont eu lieu entre fin octobre et début novembre 2025. Ils ont débuté sur le canal du Rhône, là où commence la limite régionale de la région SUD. L'échantillonnage s'est ensuite poursuivi dans le département du Vaucluse (84) sur le Rhône (Arles), la Durance (Cavaillon) et la petite rivière de la Sorgue. Un échantillon a ensuite été collecté sur l'étang de Berre, malgré des conditions difficiles en raison du fort vent et des vagues ce jour-là. Toujours dans le département des Bouches-du-Rhône (13), l'Arc et l'Huveaune, respectivement situées à Aix-en-Provence et Aubagne, ont été échantillonnées. Par la suite, des prélèvements plus au nord ont été réalisés dans le département du Var (83) – sur l'Argens et lac de Sainte-Croix dans les gorges du Verdon -, dans les Hautes-Alpes (05) - lac de Serre-Ponçon, la Durance et le Buëch -, ainsi que dans les Alpes-de-Haute-Provence (04) - l'Ubaye, le Verdon et le Var. Enfin, deux fleuves du département des Alpes-Maritimes (06), la Siagne et le Loup, ont conclu la campagne de prélèvements.

Au total, 17 stations ont été échantillonnées soit 31 échantillons répartis sur cinq rivières et sept fleuves différents, deux lacs, un étang et un canal.

3) Tri et analyse morphologique

L'ensemble des échantillons récoltés a été analysé par le laboratoire spécialisé QUALYSE. Les échantillons ont été préparés et manipulés sous hotte à flux laminaire afin de limiter au maximum les contaminations externes. Un blanc a été réalisé à chaque série d'analyses afin d'évaluer la contamination ambiante en microplastiques. Le traitement des échantillons comprenait une digestion de la matière organique par ajout de H_2O_2 à 30%, pendant 72 h à 50 °C sous agitation magnétique, suivie d'une séparation par densité à l'aide d'une solution saturée de NaCl. Après agitation pendant 1 h, les échantillons ont été laissés au repos pendant 24 h afin de permettre la décantation des particules les plus denses. La fraction surnageante a ensuite été filtrée sur un mesh inox de 180 µm à l'aide d'un système Tulipe.

Les particules retenues sur les filtres ont été analysées par spectroscopie infrarouge à l'aide d'un appareil Spotlight PerkinElmer, permettant la quantification et la caractérisation des microplastiques dans la gamme de tailles comprise entre 180 et 1500 µm.

D. Résultats

Cette section de résultats présente tout d'abord une vue d'ensemble de la répartition des microplastiques au niveau des stations étudiées, à l'échelle de la région SUD. Par la suite les concentrations mesurées en amont, puis en aval, seront comparés pour les deux saisons d'échantillonnage afin de mettre en évidence les variations temporelles et hydrologiques. La partie suivante est consacrée à la composition polymérique des particules identifiées, avant d'examiner la distribution des microplastiques selon les différentes classes de tailles et de proposer une analyse plus fine des caractéristiques physiques et chimiques.

1) Comparaison globale

La répartition spatiale des concentrations globales de microplastiques en milieu aquatique dans la région SUD est présentée sur la carte ci-dessous (Figure 4).

Les sites sont représentés proportionnellement aux valeurs mesurées des concentrations en particules plastiques par m². On observe une forte hétérogénéité entre les sites, avec des concentrations particulièrement élevées sur la Sorgue, l'Etang de Berre ainsi que sur l'Ubaye, tandis que les autres stations affichent des niveaux plus modérés. On observe ainsi un contraste net entre certains cours d'eau du nord et du centre de la zone étudiée et les stations littorales ou de plus faible intensité, ce qui suggère des apports très variables selon les bassins versants et les contextes hydrologiques.

Les résultats globaux (Figure 5) mettent en évidence une distribution très hétérogène des fragments plastiques par m² selon les sites, avec des valeurs s'étendant sur plusieurs ordres de grandeur, comme l'indique l'échelle logarithmique. La concentration minimale observée est de 0 particules par m² pour La Sorgue (Aval, printemps) contre 91 520 pour Le Rhône (amont, automne). Les concentrations les plus faibles, inférieures à dix fragments par m², sont observées dans 20 % des échantillons. Au total, 64 % des échantillons présentent des concentrations inférieures à 100 particules par m². Seulement 11 % des échantillons montrent des niveaux nettement plus élevés, dépassant 90 miles fragments par m², contre 25 % présentant une concentration entre 100 et 999 fragments par m². La variabilité observée concerne à la fois les comparaisons entre sites, entre les deux saisons et selon la zone étudiée, en comparaisons entre amont et aval au sein d'un même milieu.

Sur le plan saisonnier, les valeurs mesurées en automne apparaissent globalement plus élevées et plus contrastées qu'au printemps, avec plusieurs pics marqués à l'amont de certains cours d'eau et plans d'eau. Les stations du Rhône à Arles, de l'étang de Berre et de l'Ubaye se distinguent particulièrement par des concentrations très fortes en période automnale, alors que d'autres sites présentent des niveaux plus modérés et parfois relativement similaires entre amont et aval. À l'inverse, au printemps, les concentrations restent généralement plus faibles, bien que certains sites montrent des valeurs plus élevées au printemps, notamment L'Arc, Le Var et le Verdon amont, et L'Huveaune aval. Enfin La Durance, La Sorgue, Le Buëch, Le Loup et Le Verdon conservent des valeurs similaires lors des deux saisons. En prenant en compte les deux saisons, la Sorgue présente les concentrations les plus élevées.

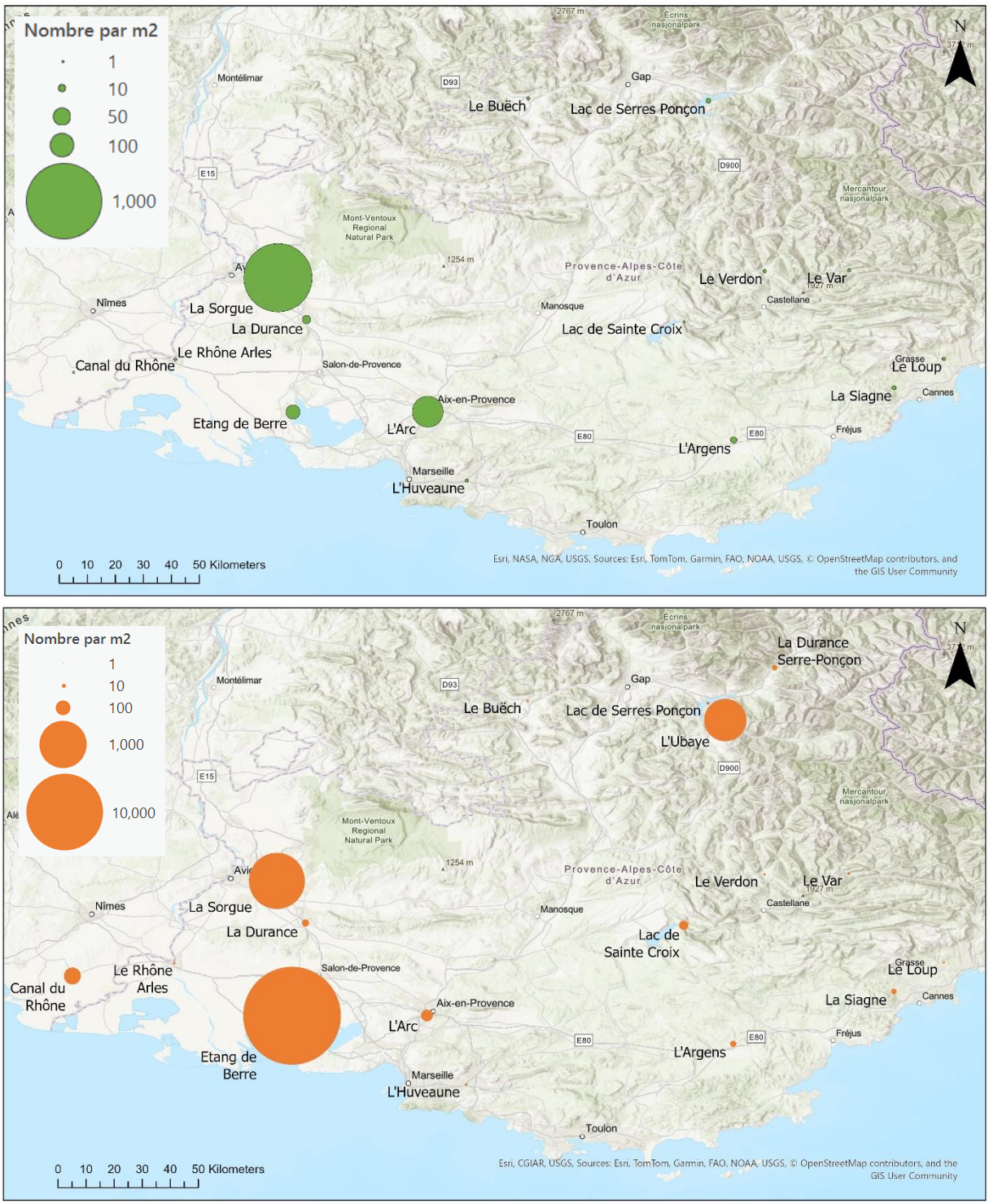


Figure 4 : Carte globale des concentrations moyennes de particules plastiques estimés par m^2 observées au printemps (points en vert) et à l'automne (points en orange). Noter le changement de légende entre le printemps et l'automne.

Le tableau 2 présente les concentrations moyennes et médianes de fragments plastiques exprimées en nombre de microplastiques (MP) par mètre cube (MP/m^3) et par mètre carré (MP/m^2), selon la saison d'échantillonnage et la position des prélèvements (amont et aval des points stratégiques). Globalement, les concentrations observées sont nettement plus élevées en automne qu'au printemps, quelle que soit l'unité considérée.

Tableau 2 : Résultats des concentrations moyenne et médiane du nombre de fragments plastiques par m^3 et m^2, pour chaque saison et entre l'amont et l'aval.

		MP/m³		MP/m²	
		Moyenne	Mediane	Moyenne	Mediane
Printemps	Amont	3.278	0.343	409.750	42.864
	Aval	1.210	0.174	151.270	21.748
	Total	2.244	0.258	280.510	32.306
Automne	Amont	48.274	0.800	6034.264	100.027
	Aval	3.968	0.407	496.000	50.818
	Total	26.121	0.603	3265.132	75.423
TOTAL GLOBAL		14.183	0.431	1772.821	53.864

Au printemps, les concentrations moyennes atteignent 2.244 MP/m³ et 280.510 MP/m² pour l'ensemble des prélèvements. Les valeurs moyennes sont plus élevées en amont des points stratégiques (3.278 MP/m³ ; 409.750 MP/m²) qu'en aval (1.210 MP/m³ ; 151.270 MP/m²). Les médianes suivent la même tendance, avec 0.343 MP/m³ et 42.864 MP/m² en amont contre respectivement 0.174 MP/m³ et 21.748 MP/m² en aval, indiquant que la majorité des sites présentent également des concentrations plus faibles après le point stratégique.

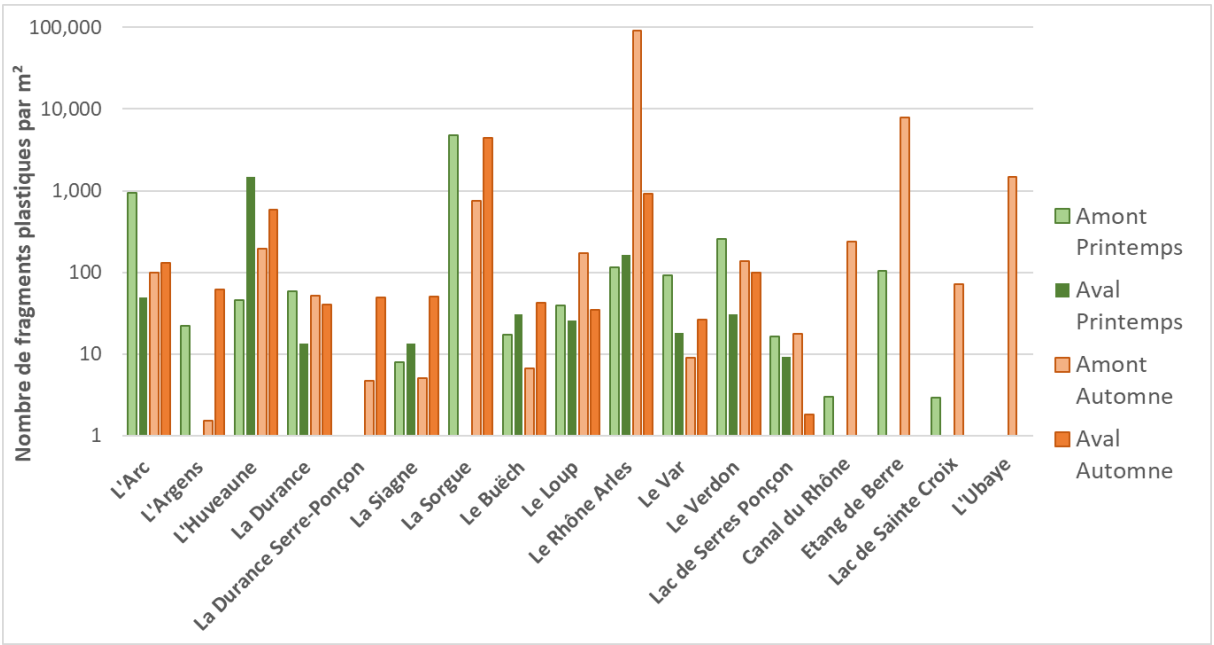


Figure 5 : Nombre de fragments plastiques par m^2 selon les différents sites étudie. Comparaison saisonnière (Printemps en vert et Automne en orange) ainsi que selon la position, en amont ou aval du point d'intérêt.

En automne, une augmentation marquée des concentrations est observée. Les moyennes atteignent 26.121 MP/m³ et 3 265.132 MP/m², soit environ douze fois supérieures à celles mesurées au printemps. Cette augmentation est particulièrement prononcée en amont, où les concentrations moyennes s'élèvent à 48.274 MP/m³ (6 034.264 MP/m²), contre 3.968 MP/m³ (496.000 MP/m²) en aval. Les valeurs médianes augmentent également entre les deux

saisons, passant de 0.258 à 0.603 MP/m³ et de 32.306 à 75.423 MP/m², traduisant une hausse générale des concentrations sur l'ensemble des sites étudiés et non uniquement l'influence de quelques valeurs extrêmes.

À l'échelle de l'ensemble de l'étude, la concentration moyenne globale est de 14,183 MP/m³, correspondant à 1 772.821 MP/m², tandis que les médianes s'établissent respectivement à 0.431 MP/m³ et 53.864 MP/m². L'écart important entre les moyennes et les médianes, particulièrement marqué en automne, met en évidence une forte variabilité spatiale des concentrations en microplastiques, avec la présence de quelques sites fortement contaminés influençant les valeurs moyennes.

2) Comparaison saisonnière de l'amont et de l'aval

Il s'agit maintenant de s'intéresser séparément entre l'amont (Figure 6) et l'aval (Figure 7) à la variabilité spatiale et saisonnière du nombre de fragments plastiques par m².

Les résultats en amont (Figure 6) montrent qu'au printemps, les concentrations restent globalement plus modérées que celles observées en automne. Néanmoins, des pics marqués sont observables sur la Sorgue (4 835 fragments/m²) et, dans une moindre mesure, sur l'Arc (938 fragments/m²) et l'étang de Berre (104 fragments/m²). En automne, plusieurs stations présentent une augmentation nette, notamment le Rhône à Arles, qui atteint la valeur la plus élevée de la figure avec 91 520 fragments/m², ainsi que l'étang de Berre (7 828 fragments/m²) et l'Ubaye (1 482 fragments/m²). À l'inverse, certains sites affichent des valeurs faibles à très faibles sur les deux saisons, comme l'Argens, le Canal du Rhône ou encore le Lac de Sainte Croix, ce qui traduit une hétérogénéité importante de la contamination selon les milieux étudiés. L'ensemble des résultats suggère donc une intensification générale de la pollution en automne, associée à des contrastes marqués entre cours d'eau, plans d'eau et stations littorales.

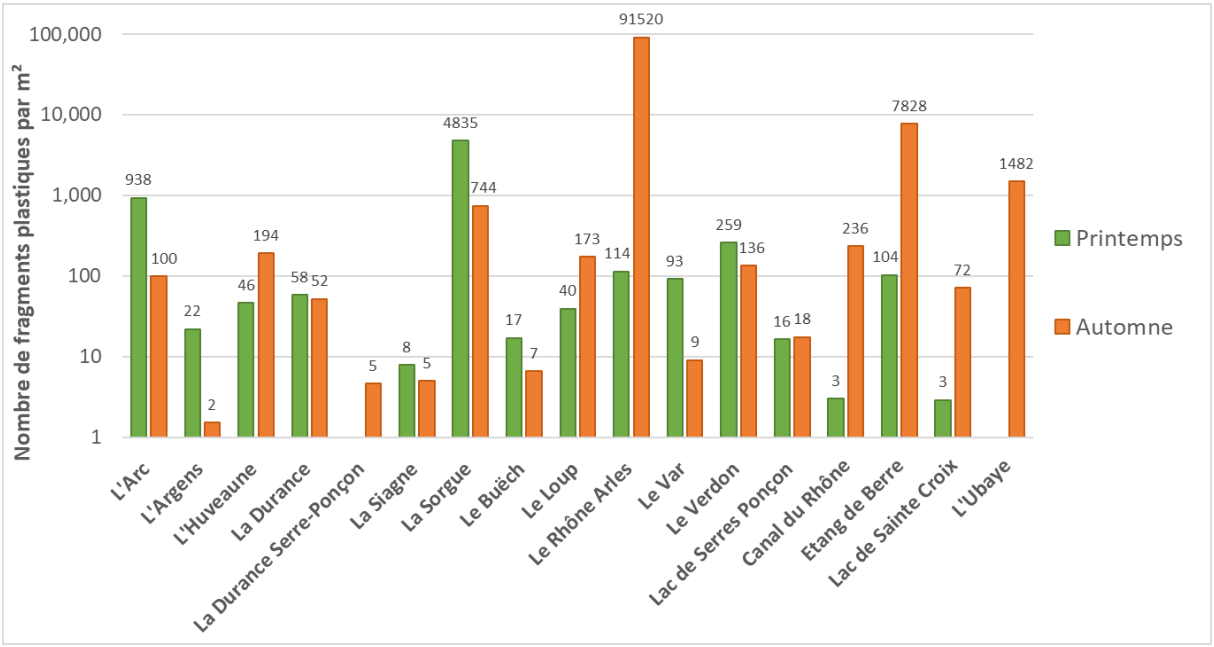


Figure 6 : Comparaison saisonnière (Printemps en vert et Automne en orange) du nombre de fragments plastiques par m² en amont des différents sites étudié.

À l'aval des sites étudiés (Figure 7), les concentrations en plastiques présentent ici aussi une forte variabilité spatiale et saisonnière, avec une tendance générale à des abondances plus élevées en automne qu'au printemps. Les densités observées s'étendent de quelques unités à plusieurs milliers de fragments par m². En automne, les valeurs les plus élevées sont enregistrées dans l'étang de Berre (7 828 fragments m²), la Sorgue (4 406 fragments m²), l'Ubaye (1 482 fragments m²), le Rhône à Arles (924 fragments m²) ainsi que l'Huveaune (580 fragments m²). Au printemps, les concentrations maximales sont relevées dans l'Huveaune (1 460 fragments m²), suivie du Rhône à Arles (165 fragments m²) et de l'étang de Berre (104 fragments m²). La comparaison saisonnière met en évidence une augmentation parfois très importante des abondances en automne, notamment dans la Sorgue, l'étang de Berre, l'Ubaye, le Rhône à Arles et le canal du Rhône, où les concentrations sont multipliées de plusieurs ordres de grandeur par rapport au printemps. À l'inverse, quelques sites présentent des concentrations plus élevées au printemps, en particulier l'Huveaune (1 460 contre 580 fragments par m²) et le lac de Serre-Ponçon (9 contre 2 fragments m²). Les cours d'eau intermédiaires tels que l'Arc, le Buëch, le Loup, le Var et le Verdon affichent des abondances modérées, généralement comprises entre quelques dizaines et quelques centaines de fragments par m².

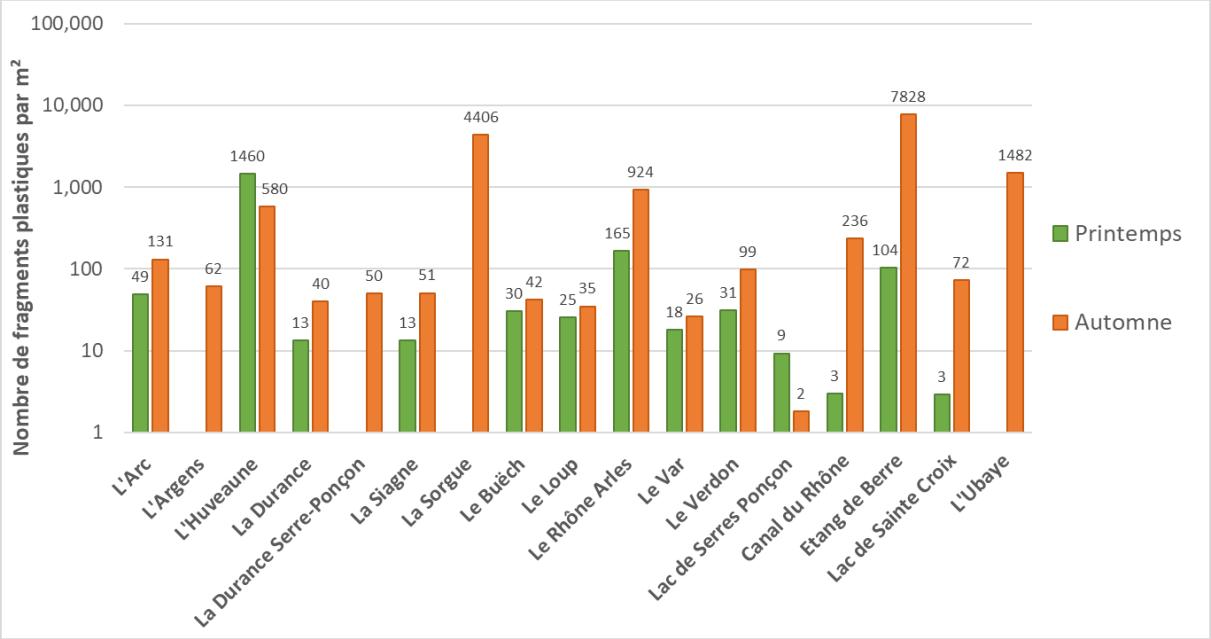


Figure 7 : Comparaison saisonnière (Printemps en vert et Automne en orange) du nombre de fragments plastiques par m² en aval des différents sites étudié.

Globalement, ces résultats indiquent une accumulation plus importante des fragments plastiques à l'aval des systèmes aquatiques durant la période automnale, suggérant l'influence combinée des apports diffus issus des bassins versants et des processus hydrologiques saisonniers favorisant le transfert et la concentration des plastiques vers les secteurs aval. Les fortes variabilités entre les saisons, les sites et l'amont et l'aval traduisent une hétérogénéité marquée entre les bassins versants.

3) Comparaison des concentrations entre l'amont et l'aval

La comparaison entre les secteurs amont et aval des sites étudiés est présentée ci-dessous (Figure 8). Cela permet d'étudier la possible contribution de ces sites dans la pollution des milieux aquatiques. Au printemps (Figure 1A), plusieurs sites présentent des concentrations plus élevées en amont qu'en aval, notamment la Sorgue (4 835 contre 0 fragment m²), l'Arc (938 contre 49 fragments m²), le Verdon (259 contre 31 fragments m²), le Var (93 contre 18 fragments m²) et le canal du Rhône (3 contre 0 fragment m²). À l'inverse, certaines stations montrent une augmentation vers l'aval, comme l'Huveaune, où la densité passe de 46 à 1 460 fragments m², ou encore le Rhône à Arles, avec 114 fragments m² en amont contre 165 fragments m² en aval. Les différences entre amont et aval demeurent généralement limitées dans les cours d'eau affichant de faibles abondances, tels que le Buëch, le Loup ou la Durance.

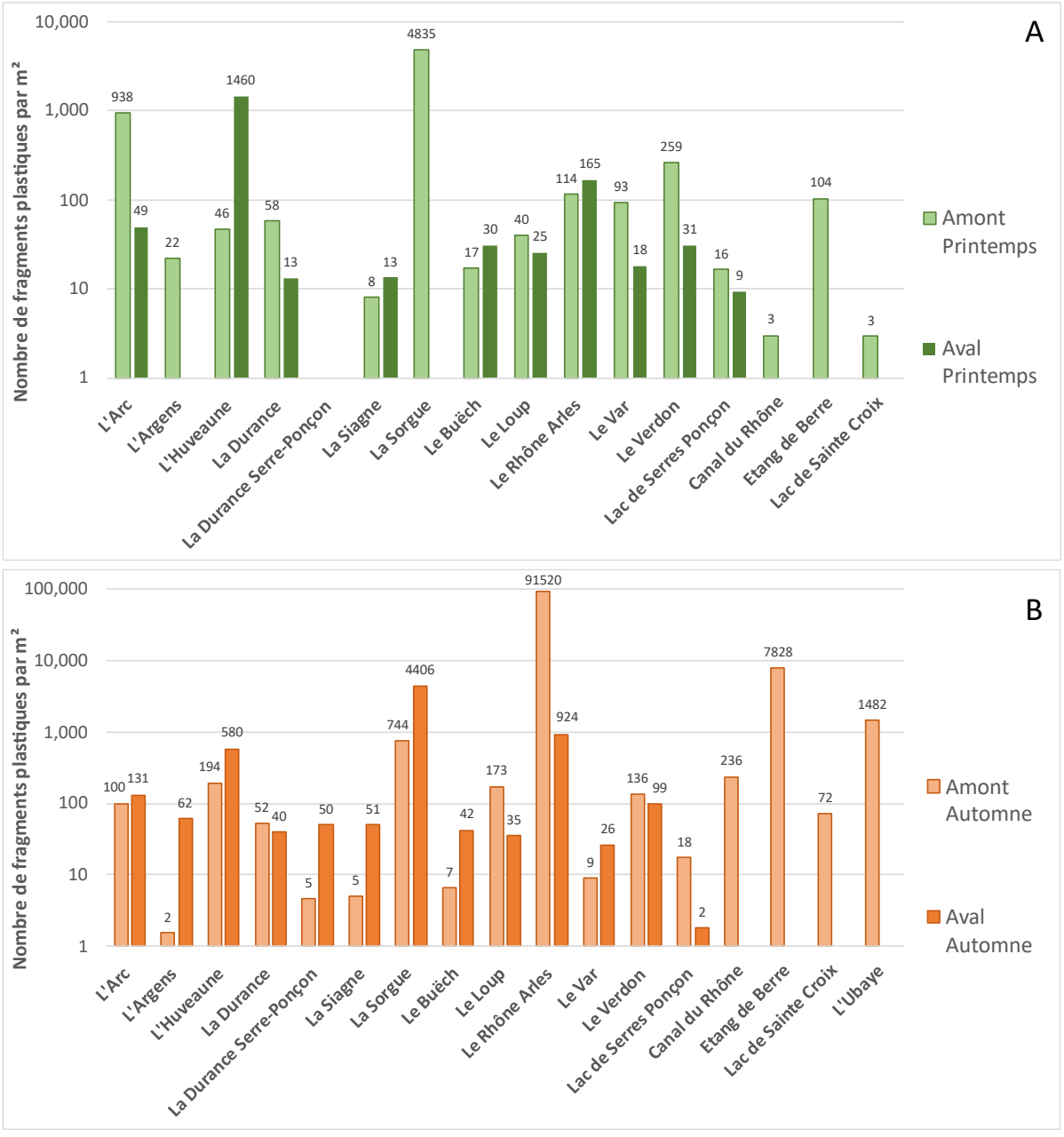


Figure 8 : Comparaison du nombre de fragments plastiques par m² entre l'amont et l'aval pour chacune des deux saisons étudiées : Printemps (Figure A) et Automne (Figure B).

En automne (Figure 1B), les écarts entre amont et aval deviennent plus marqués et révèlent des résultats contrastés selon les bassins. Plusieurs sites enregistrent une nette augmentation des concentrations vers l'aval, notamment la Sorgue (744 à 4 406 fragments m²), l'Huveaune (194 à 580 fragments m²), l'Arc (100 à 131 fragments m²) ainsi que l'Argens (2 à 62 fragments m²), tout comme la Durance à Serre-Ponçon, La Siagne, Le Buëch, et Le Var. À l'inverse, une diminution importante est observée pour le Rhône à Arles, dont les concentrations dépassent les 90 000 fragments m² en amont à 924 fragments m² en aval, ainsi que pour le Verdon (136 à 99 fragments m²).

4) Tailles et composition des microplastiques

L'analyse de la distribution des classes de taille des microplastiques met en évidence une forte dominance des particules de petite taille, particulièrement en automne (Figure 9). Au printemps, la répartition est relativement équilibrée entre les différentes classes, avec une prédominance des particules supérieures à 180 µm (30 %), suivies des classes > 500 µm (28 %), > 1000 µm (24 %) et > 350 µm (18 %).

À l'inverse, les échantillons collectés en automne sont largement dominés par la fraction

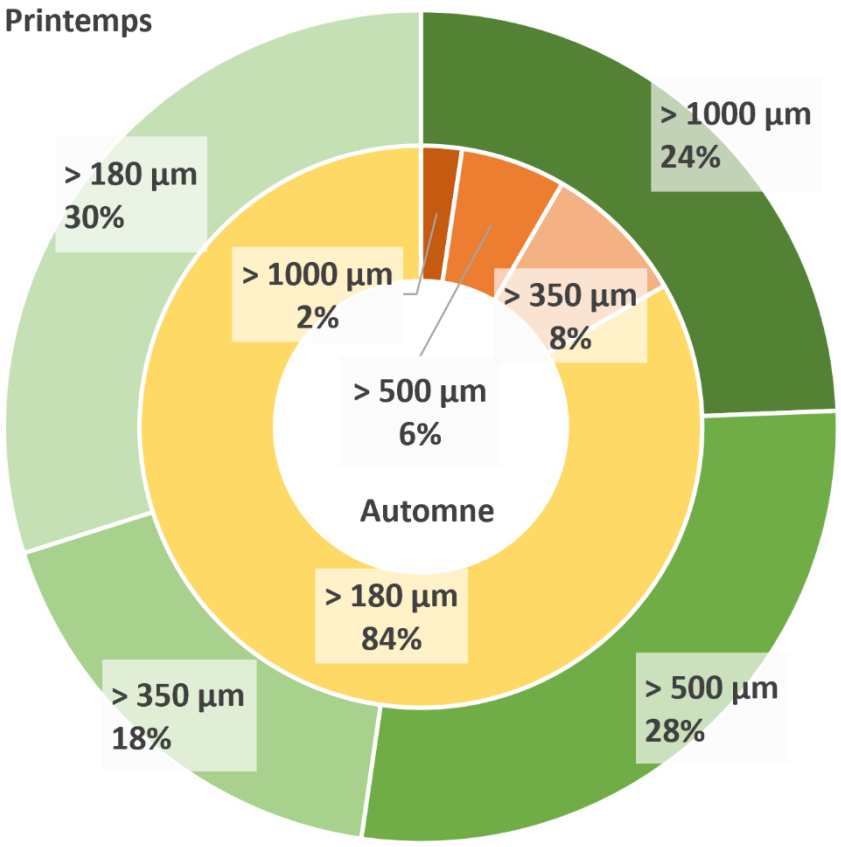


Figure 9 : Proportion des différentes classes de tailles de microplastiques analysés. Le cercle extérieur (en vert) représente les échantillons récoltés au printemps tandis que le cercle intérieur (en orange) représente ceux de l'automne.

la plus fine, entre 180 et 350 µm, qui représente à elle seule 84 % des particules analysées. Les classes de tailles supérieures deviennent alors nettement moins abondantes, avec seulement 8 % pour les particules > 350 µm, 6 % pour celles > 500 µm et 2 % pour celles > 1000 µm. Cette évolution traduit un déplacement marqué de la distribution vers les plus petites tailles au cours de la saison automnale.

La composition polymérique des microplastiques analysés varie nettement entre le printemps et l'automne (Figure 10). Au printemps, le PE représente la fraction la plus importante avec 23 %, suivi par les « autres polymères » (20 %) et le PP (15 %), tandis que les autres polymères identifiés sont présents en proportions plus faibles, notamment le PU (9 %), le PS (7 %), l'EVA (7 %), le PET (6 %), le PVA (5 %), le PVC (4 %) et le PA (4 %). En automne, la répartition apparaît plus contrastée, avec une part dominante de l'EVA, qui atteint 29 %, devant le PE (19 %) et le PP (14 %). Les proportions du PU (7 %), PVA (6 %), PS (4 %), PET (4 %), PA (3 %), et PVC (2 %) restent globalement comparables entre les deux saisons, malgré quelques variations relatives. Les « autres polymères » représentent quant à eux une portion conséquente en automne également en étant retrouvé à 12 % dans les échantillons. L'ensemble montre donc une structure de composition dominée par les polymères usuels du plastique à usage courant (PE, PP et EVA notamment), avec une contribution importante de polymères non identifiée regroupée dans la catégorie « autres polymères ».

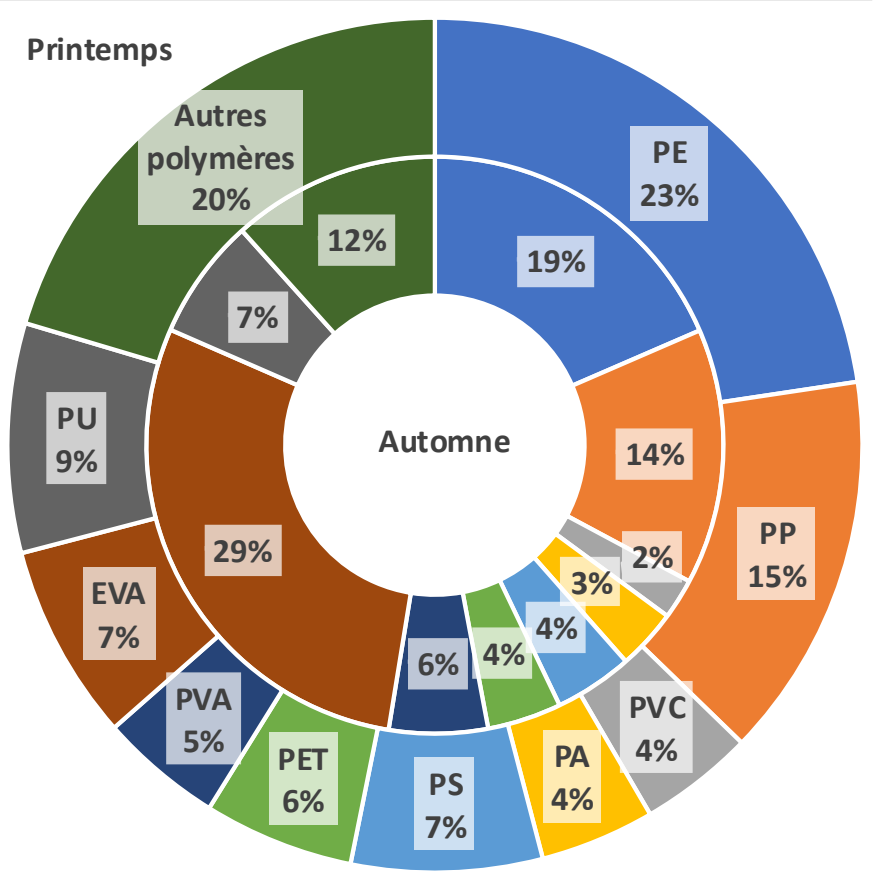


Figure 10 : Proportion des polymères de microplastiques analysés. Le cercle extérieur représente les échantillons récoltés au printemps tandis que le cercle intérieur ceux de l'automne.

En se concentrant sur la répartition détaillée des polymères pour chaque classe de tailles et pour les deux saisons, on observe une forte structuration de la composition polymérique selon la taille des particules, avec des différences nettes entre le printemps et l'automne (Figure 14). Au printemps, les échantillons totaux sont dominés par le PE (36 %) et le PP (30 %), tandis que les autres polymères restent secondaires ; cette dominance des polyoléfines persiste dans les classes de grande taille, notamment au-delà de 500 µm et 350 µm, où le PE et le PP représentent ensemble la majeure partie des particules. En revanche, à l'automne, la composition globale devient beaucoup plus influencée par l'EVA (35 %), avec une contribution

moindre du PE (28 %) et du PP (23 %), et cette tendance s'accentue dans les classes les plus fines, en particulier >350 µm et >180 µm, où l'EVA atteint respectivement 32 % et 37 %. La classe >1000 µm présente également un profil saisonnier marqué, avec une part importante de PVA en automne (31 %) contre une contribution plus faible au printemps (7 %), suggérant une variation saisonnière importante de la nature des polymères présents dans les fractions les plus grossières. Globalement, la figure indique que les polyoléfines dominent au printemps, alors que l'automne est caractérisé par une augmentation des polymères de type EVA/PVA, ce qui traduit une modification saisonnière de la signature polymérique et de la distribution par taille dans les milieux aquatiques étudiés.

En s'intéressant plus précisément aux résultats d'analyse de la composition polymérique de chaque site étudié, plusieurs tendances notables peuvent être misent en évidence (Annexe 4). Tout d'abord, l'éthylène-acétate de vinyle (EVA) apparaît comme l'un des polymères les plus fréquemment identifiés dans les échantillons, en particulier au niveau du Rhône, du Verdon, de l'Ubaye et du Var. Une variation saisonnière de la composition polymérique a également été observée entre les campagnes de printemps et d'automne, traduisant vraisemblablement une modification des sources d'émission et des conditions hydrologiques au cours de l'année.

La comparaison entre les stations amont et aval révèle par ailleurs une augmentation générale de la diversité des polymères à l'aval de la quasi-totalité des points d'intérêt étudiés. Plusieurs polymères n'ont ainsi été détectés qu'à l'aval de certains sites. C'est notamment le cas du polyéthylène téréphtalate (PET), identifié uniquement à l'aval de l'Arc, de l'Argens, de la Durance, du Buëch, du Rhône et du Var. Une situation similaire est observée pour l'alcool polyvinylique (PVA), détecté uniquement à l'aval de l'Argens, de la Durance à Serre-Ponçon, de la Siagne et du Verdon, ainsi que pour le polypropylène (PP) au Buëch, au Loup et au Rhône, l'EVA au Var et au Verdon, ou encore plusieurs « autres polymères » non identifiés retrouvés exclusivement à l'aval de l'Huveaune, de la Sorgue et de la Durance.

5) Billes de Biostyr® sur les berges de l'Ubaye

Lors des prélèvements effectués sur les berges de l'Ubaye à proximité de son arrivée dans le lac de Serre-Ponçon, une grande quantité de petites billes sphériques ont été observées échouées sur les rives (Figure 11). D'aspect similaire à du polystyrène expansé, ces billes de couleurs blanches à brunes, ont été identifiés comme étant du bromopolystyrène. Cette identification a été rendue possible par analyse spectroscopique réalisée au spectromètre RAMAN MIRA XTR (Metrohm) (Figure 12). Le bromopolystyrène est un polystyrène auquel des atomes de brome ont été substitués sur le cycle aromatique afin de lui conférer des propriétés ignifuges et une meilleure résistance mécanique en milieu aqueux.

Ces particules correspondent vraisemblablement aux billes utilisées dans le procédé Biostyr® (ou « Biostyrène »), commercialisé notamment par la société Veolia (Biostyr® | Veolia Water Technologies). Il s'agit d'un système de filtration biologique servant de support de culture bactérienne, largement employé dans certaines stations d'épuration et filières de traitement biologique des eaux usées, comme les bioréacteurs à lit fluidisé ou à culture fixée. Leur utilisation permet de favoriser la croissance des microorganismes épurateurs (développement d'un biofilm), assurant les traitements biologiques et la filtration des eaux usées. Ce matériau se présente sous la forme de billes de quelques millimètres de diamètre, de couleur blanche à légèrement jaunâtre, de faible densité, ce qui leur confère une très forte mobilité en milieu aquatique.



Figure 12 : Billes de Biostyr® retrouvées sur les berges de l'Ubaye lors de la campagne de prélèvement d'automne 2025.

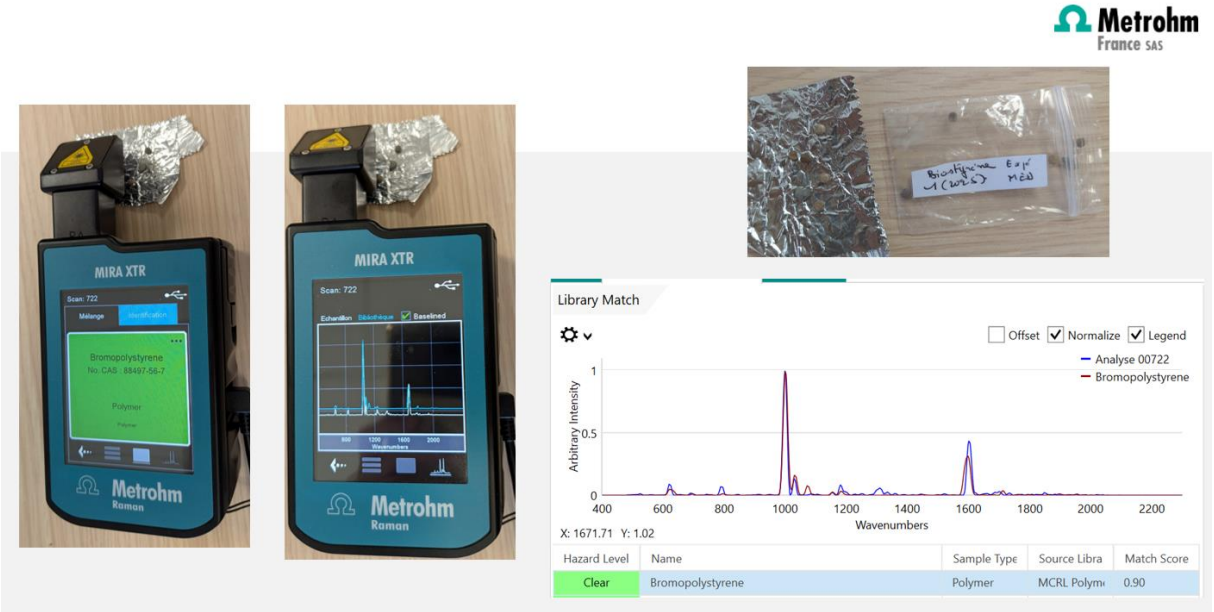


Figure 11 : Analyses RAMAN MIRA XTR de differentes billes de Biostyr recupée sur les berges de l'Ubaye lors de la campagne d'échantillonnage d'automne 2025.

Selon les informations recueillies auprès de contacts locaux, la source la plus probable de cette contamination serait la station d'épuration (STEP) intercommunale de Saint-Pons, située en aval de Barcelonnette. Gérée par Veolia pour le compte de la communauté de communes Ubaye Serre-Ponçon, cette station utilise en effet le procédé Biostyr®. Des billes identiques ont par ailleurs été retrouvées au lieu-dit les Hyvans, sur la rive opposée du lac de Serre-Ponçon, sur le territoire de la commune de Chorges, à environ 9 km de l'embouchure de l'Ubaye dans le lac. Deux autres stations d'épuration fonctionnant également selon le procédé Biostyr® sont présentes en amont du lac : celles de l'Argentière-la-Bessée et des Orres. Cependant, aucun incident connu n'a été signalé sur ces ouvrages et aucune bille n'a été observée dans la partie amont du lac. Ceci suggère que la contamination observée est principalement imputable à la station de Saint-Pons (04 400).

La présence de ces Biostyr® souligne qu'au-delà des sources diffuses habituellement rencontrées dans les bassins versants, certaines installations de traitement des eaux usées peuvent également constituer des sources ponctuelles de particules plastiques lorsque des pertes accidentelles de matériaux filtrants surviennent. Bien qu'aucun polystyrène n'ait été identifié parmi les polymères majoritaires collectés dans le filet Manta sur ce site, il est possible que d'éventuels fragments de Biostyr® aient été classés dans la catégorie « autres polymères ». Le bromopolystyrène n'étant pas référencé dans la bibliothèque spectrale utilisée pour l'identification Raman réalisée par le laboratoire Qualyse.

Cette contamination illustre un type de pollution plastique particulier, dit de source ponctuelle et d'origine industrielle, distinct des apports diffus généralement associés aux emballages ménagers. Elle met en évidence la gravité de pertes de matériaux issus des infrastructures de traitement des eaux usées, et souligne l'importance d'un suivi rigoureux et de l'intégrité des procédés biologiques utilisant des supports en plastiques.

D'autres biomédias plastiques issus de stations d'épuration ont également été signalés dans le bassin versant de Serre-Ponçon (LPO PACA, 2024). Moins de vingt STEP de la région SUD utilisent ce type de supports bactériens, dont cinq situées en amont du lac, et plusieurs fuites accidentelles ont été documentées ces dernières années. Différents types de biomédias ont ainsi été retrouvés en très grand nombre sur les rives du lac, parfois plusieurs années après les incidents initiaux (Figure 13). Des biochips (A) (70 litres/8700 pièces ramassés à ce jour dans le lac) provenant de la STEP de Molines-en-Queyras/Saint-Véran (05 350). Des cylindres perforés en polyéthylène haute densité (B) (1.26 m^3/176 000 pièces) représentant 1 % du volume de déchets ramassés depuis 2017 et issus de la STEP de Vallouise (05 290). Et de petits biomédias cylindriques (C) (1.5 litre) de la STEP d'Abriès/Ristolas (05 460). Leur transport est estimé de 40 à 50 km dans le réseau hydrographique avant de terminer dans le lac. Par la suite, leur remobilisation récurrente par érosion, illustrent leur forte persistance dans l'environnement. Ces biomédias constituent ainsi des marqueurs du transfert des déchets plastiques dans le bassin de la Haute-Durance et soulignent le rôle des STEP comme sources ponctuelles de pollution plastique majeure, susceptible d'alimenter à long terme le stock de microplastiques dans les milieux aquatiques.



Figure 133 : Présentation des différents bimédias retrouvés sur le lac de Serre-Ponçon

À noter que ces observations s'inscrivent dans un contexte de contamination largement documenté sur les berges du lac de Serre-Ponçon. Lors d'une étude menée par Expédition Med en 2021, un prélèvement d'un m² de laisse de rive, correspondant à 14 kg d'humus et de bois flotté accumulés sur les berges, avait permis de dénombrer 83 752 particules plastiques, soit 5 982 particules/kg. La masse totale estimée étant de 109.5 g de plastique par kg d'humus. Ces résultats témoignent de la forte capacité des zones de dépôt littorales à concentrer durablement les débris plastiques transportés par les tributaires du lac.

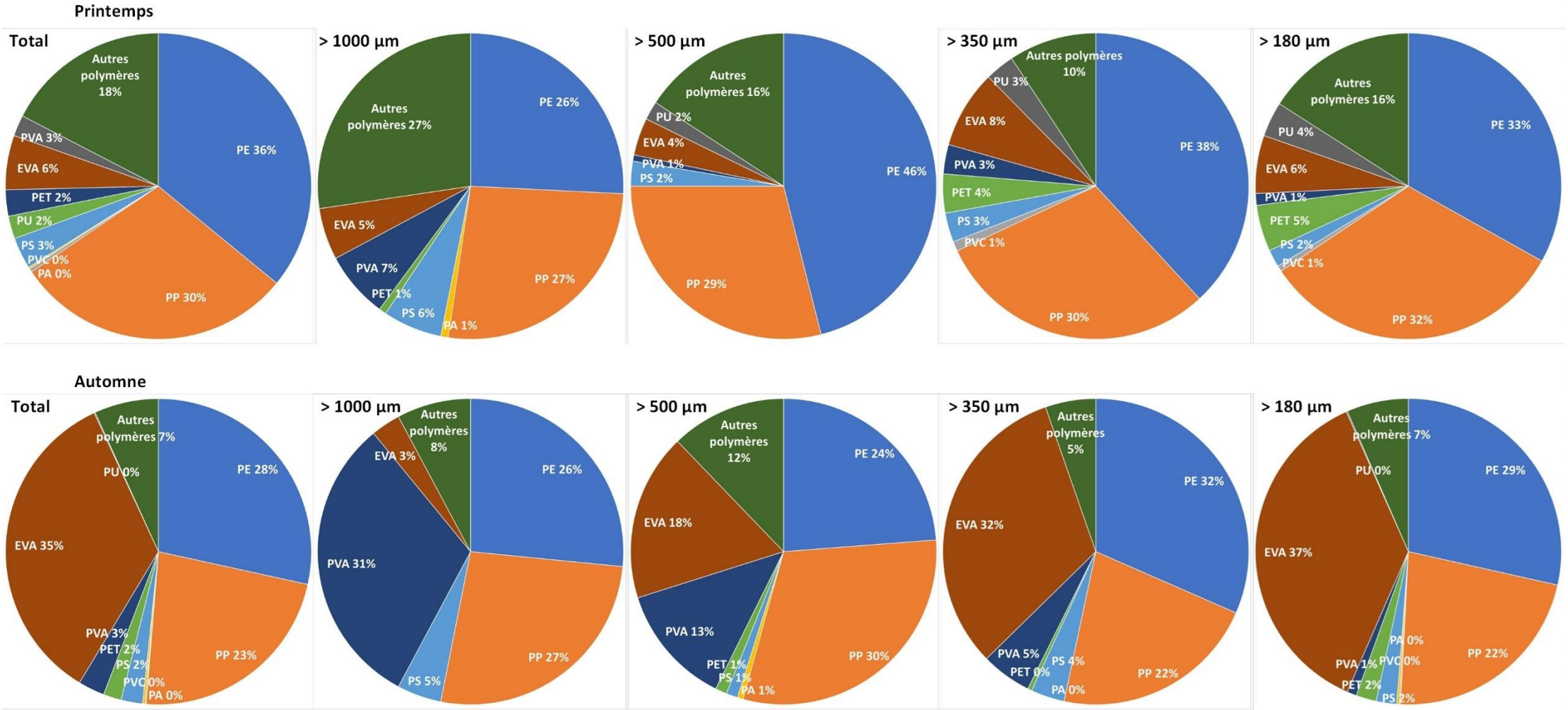


Figure 14 : Répartition des polymères par classes de tailles pour les deux saisons étudiées : Printemps (ligne du haut) et Automne (ligne du bas)

E. Discussion

1) Une contamination diffuse et hétérogène

Les résultats de cette étude mettent en évidence une contamination par les microplastiques à la fois diffuse et très hétérogène à l'échelle de la région SUD. Des contrastes nets et importants sont observables entre les différents sites, entre les saisons et entre secteurs amont et aval. Cette variabilité montre que les milieux aquatiques ne constituent pas seulement des voies de transfert vers la Méditerranée, mais aussi des zones de rétention, de fragmentation et de remobilisation des particules plastiques. Les ordres de grandeur observés dans le rapport confirment que la pollution ne suit pas une logique uniforme : certains sites apparaissent comme des points d'accumulation majeurs, tandis que d'autres présentent des concentrations faibles ou intermédiaires. Cela semble refléter la diversité des pressions exercées par les bassins versants. Ce type de signal est cohérent avec les observations récentes menées sur les grands fleuves européens, où la mission Tara Microplastiques a montré que tous les fleuves étudiés contiennent des microplastiques et que le Rhône transporte en moyenne environ 3 000 particules par seconde à Valence (cnrs.fr, 2019).

Les concentrations moyennes étaient significativement plus élevées en automne qu'au printemps, avec une moyenne globale de 26.121 MP/m³ contre 2.244 MP/m³, soit une augmentation d'un facteur supérieur à dix. Cette différence saisonnière pourrait s'expliquer par plusieurs mécanismes complémentaires. Les épisodes pluvieux plus fréquents à l'automne dans le sud-est de la France pourraient favoriser le ruissellement des surfaces urbanisées et agricoles, entraînant une remise en suspension et un transfert accru des déchets plastiques présents dans les bassins versants vers les cours d'eau. Les crues automnales, caractéristiques du climat méditerranéen, peuvent également remobiliser les particules précédemment déposées dans les sédiments, augmentant ainsi temporairement leur concentration dans la colonne d'eau. À l'inverse, les faibles débits printaniers observés sur certains sites peuvent limiter ces phénomènes de remise en suspension, conduisant à des concentrations plus faibles.

De manière plus inattendue, les concentrations moyennes et médianes étaient généralement plus élevées en amont qu'en aval des points stratégiques étudiés. Ce résultat suggère que les sources potentielles de contamination ciblées (déchèteries, stations d'épuration, zones urbaines, activités agricoles ou touristiques) ne constituent pas systématiquement les principales contributions locales à la pollution en microplastiques. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette observation. D'une part, les bassins versants situés en amont peuvent être fortement anthropisés et contribuer à une contamination diffuse importante avant le point d'étude. D'autre part, des phénomènes de dilution liés aux apports d'affluents, de décantation des particules les plus denses ou encore de piégeage dans les retenues et zones de faible courant peuvent entraîner une diminution des concentrations mesurées en aval. Enfin, l'importante variabilité des concentrations observées entre les sites, illustrée par les écarts marqués entre les moyennes et les médianes, montre que certaines stations fortement contaminées influencent très largement les valeurs moyennes. Ceci se traduit ainsi par une distribution très hétérogène des microplastiques au sein des cours d'eau étudiés.

2) Des disparités saisonnières

La comparaison entre les saisons du printemps et de l'automne sur la même année suggère une intensification générale de la pollution à l'automne, avec des pics beaucoup plus marqués sur plusieurs stations, notamment le Rhône à Arles, l'étang de Berre et l'Ubaye. Cette saisonnalité peut s'expliquer par une combinaison de facteurs hydrologiques et anthropiques tels des épisodes pluvieux et le ruissellement. Cela pourrait également s'expliquer par la remise en suspension des dépôts et les apports urbains ou agricoles favorisent le transfert des particules vers les cours d'eau et les plans d'eau. Des tendances comparables ont été observées dans d'autres systèmes continentaux, où les crues et les événements de forte circulation hydrologique augmentent la mobilisation des microplastiques et leur export vers l'aval (fondationtaraocean.org, 2019). En effet, on observe dans nos résultats que cette dynamique se traduit par des concentrations plus contrastées en automne, ce qui suggère que cette période correspond à un moment clé du transfert de la pollution plastique dans le continuum bassin versant - milieu marin. La comparaison saisonnière révèle ainsi une diminution progressive de la contribution relative des classes de grande taille au profit des particules les plus fines. Cette tendance pourrait refléter une fragmentation accrue des débris plastiques au sein des milieux aquatiques, favorisée par les processus physiques, chimiques et biologiques agissant sur les plastiques au cours de leur transport et de leur séjour dans l'environnement. Les résultats indiquent donc que les microplastiques de petite taille constituent la fraction majoritaire des particules observées dans les écosystèmes aquatiques étudiés, en particulier durant la période automnale.

3) Un contraste net entre l'amont et l'aval des sites étudiés

La comparaison entre l'amont et l'aval montre que la relation entre ces deux secteurs n'est pas uniforme selon les sites. Dans certains cas, les concentrations augmentent vers l'aval, ce qui peut indiquer une accumulation locale, un enrichissement par des apports intermédiaires ou l'influence de zones urbanisées et d'exutoires transversaux. Dans d'autres cas, les concentrations sont plus fortes en amont, ce qui suggère un apport direct depuis le bassin versant supérieur, mais peut également être dû à une dilution et une rétention au fil de l'écoulement. Cette absence de schéma unique est importante, car elle montre que chaque hydrosystème fonctionne comme un sous-système spécifique, influencé par sa morphologie, sa dynamique hydrologique et les usages du bassin. Des travaux antérieurs sur la Durance ont déjà signalé des niveaux très élevés de pollution plastique, avec en moyenne 2 081 déchets pour 100 mètres de terrain étudié, soit environ 100 fois le seuil européen de référence pour un bon état écologique du rivage (fne04.fr, 2023). Ce type de résultat renforce l'idée que les secteurs amont ne sont pas de simples zones de passage, mais peuvent aussi être des sources ou des zones de concentration importantes.

4) Répartition par classes de taille

Dans les sites étudiés, la répartition des microplastiques par classes de taille montre une nette prédominance des plus petites particules, notamment en automne, où la classe la plus fine (taille comprise entre 180 et 350 µm) devient majoritaire. Cette évolution indique probablement un processus de fragmentation avancée des débris plastiques. Cela pourrait également renseigner d'un tri hydrodynamique qui favorise la circulation des particules les plus légères et les plus petites dans le réseau hydrographique. Les particules de grande taille, plus facilement retenues localement, semblent proportionnellement moins représentées en

automne. Ceci peut refléter soit d'une fragmentation plus poussée, soit d'une exportation sélective des fractions les plus fines. Cette tendance est cohérente avec les études récentes, qui soulignent que les microplastiques les plus petits sont souvent les plus mobiles, les plus nombreux et les plus susceptibles de franchir les différents compartiments aquatiques (fondationtaraocean.org, 2019). Au vu des résultats obtenus concernant cette structuration par taille, notre étude appuie l'idée que les milieux aquatiques agissent comme des filtres dynamiques, capables à la fois de retenir certaines fractions et d'en transférer d'autres vers l'aval.

5) Composition polymérique

Les résultats montrent une augmentation de la diversité des polymères à l'aval des points stratégiques, suggérant ainsi une influence directe des activités anthropiques ciblées sur les apports en microplastiques.

La composition polymérique observée est dominée par des polymères très courants dans les usages quotidiens, en particulier le PE, le PP et, selon les saisons, l'EVA. Cette prépondérance du PE et du PP suggère que les microplastiques détectés proviendraient majoritairement de sources liées aux usages courants des plastiques, notamment les emballages, les films, objets rigides et matériaux techniques ou textiles. Cette signature est compatible avec une origine majoritairement diffuse et domestique de la pollution.

Le PET a été retrouvé dans des proportions moindres que celles attendues. Le poids des "autres polymères" montre aussi que la contamination est plus complexe qu'une simple domination de quelques plastiques standards, et que certaines particules peuvent provenir de matériaux plus diversifiés et de sources diverses ou difficiles à identifier spectroscopiquement. La présence de polymères comme le PVC, le PA ou le PU, même en proportions plus faibles, suggère des apports liés à des usages plus techniques, industriels ou textiles, ce qui élargit le spectre des sources potentielles. En mer Méditerranée, des compositions comparables ont été rapportées, avec une forte présence de PP et de PE dans les zones d'accumulation de surface, notamment dans les campagnes d'Expédition MED, où les fragments de plus de 1 mm étaient également dominés par le polypropylène et le polyéthylène (expedition-med.org, 2024, fondationtaraocean.org, 2025).

Les profils polymériques observés sont globalement cohérents avec les sites ciblés lors de l'échantillonnage et identifiés comme potentielles sources de pollution anthropiques. Les sites situés à proximité de déchèteries (Arc, Huveaune, Durance à Serre-Ponçon et Buëch) sont principalement caractérisés par la présence de polyéthylène (PE), de polypropylène (PP), de polyéthylène téréphtalate (PET) ainsi que d'autres polymères, en accord avec la composition généralement observée dans les déchets ménagers. À l'inverse, sur l'Argens, où le point d'intérêt correspond à un parc de loisirs aquatiques, les prélèvements sont dominés par des « autres polymères » non identifiés, auxquels s'ajoutent du PET et du PVA à l'aval. La Siagne présente également une augmentation marquée du PVA à l'aval.

L'EVA constitue un cas particulièrement intéressant puisqu'il est retrouvé sur de nombreux sites (Rhône, Argens, Durance à Serre-Ponçon, Buëch, Verdon, lac de Serre-Ponçon, Var et Loup). Ce copolymère est largement utilisé dans de multiples secteurs industriels en raison de ses propriétés mécaniques et de sa flexibilité. Il est considéré par nombre d'industriels comme produit chimique respectueux de l'environnement, contribuant à réduire l'impact de plusieurs secteurs industriels du fait de son utilisation pour les emballages écologiques. Il entre

également dans la fabrication d'adhésifs, de textiles, de papiers spéciaux, de matériaux de construction ainsi que de produits d'entretien et d'hygiène, notamment sous forme de films ou d'emballages hydrosolubles (les capsules de lessive par exemple). La présence de ce polymère sur plusieurs sites pourrait ainsi résulter d'une diversité importante de sources de contamination, notamment industrielles et urbaines. L'identification d'EVA à proximité de la Sorgue apparaît notamment cohérente avec la présence d'une industrie papetière (Négosud Transformation), ce polymère étant couramment employé comme additif dans la fabrication du papier.

Le Loup est l'un des rares sites où du polychlorure de vinyle (PVC) a été identifié. Cette observation pourrait être liée aux activités maraîchères présentes à proximité du site, le PVC étant largement utilisé dans les réseaux d'irrigation, les serres et certains films agricoles, aux côtés de deux polyéthylènes (PE), polyéthylène basse densité (PEBD) et du polyéthylène haute densité (PEHD).

Enfin, les secteurs à dominante urbaine (Rhône, Siagne, Arc et Huveaune) sont principalement caractérisés par des proportions importantes de PET, de PE et de PP, des polymères communément associés au ruissellement urbain, aux emballages plastiques et aux déchets ménagers. Ces mêmes polymères dominent également sur les sites à forte fréquentation touristique, tels que l'Étang de Berre, le lac de Sainte-Croix, le lac de Serre-Ponçon ou la Siagne, où ils sont accompagnés d'une proportion importante de polymères non identifiés, traduisant probablement une plus grande diversité des sources de contamination.

6) Comparaisons de résultats avec d'autres études récentes

Les résultats obtenus dans cette étude s'inscrivent nettement dans les tendances et la dynamique décrite à l'échelle européenne et méditerranéenne. Dans les principaux cours d'eau français et européens les microplastiques sont désormais détectés de manière systématique malgré une forte variabilité spatiale et temporelle. Cette variabilité est largement attribuée aux caractéristiques des bassins versants, à l'intensité des activités anthropiques et aux conditions hydrologiques. Dans le cas du bassin de la Garonne (de Carvalho et al., 2022), par exemple, les concentrations augmentent significativement dans les secteurs urbanisés et lors des épisodes de crue, avec des abondances pouvant être multipliées par cinq à huit en raison de la remise en suspension des particules et du ruissellement accru. Cette étude montre également que les particules collectées durant les périodes de faibles débits sont généralement plus petites, traduisant une fragmentation progressive des plastiques au cours de leur transport. Des observations similaires ont été rapportées sur l'Ain (Dendievel et al., 2023), où les concentrations les plus élevées sont enregistrées à proximité des zones industrielles de plasturgie et des barrages, soulignant le rôle des activités humaines et des ouvrages hydrauliques dans la dynamique des microplastiques.

Les résultats obtenus sur la Seine (Stratmann et al., 2024) mettent également en évidence une forte hétérogénéité spatiale des concentrations, avec une nette dominance de trois polymères (PE, PP et PS), représentant près de 96 % des particules identifiées. Cette composition est cohérente avec celle observée dans la plupart des études européennes, notamment celles de la Garonne (de Carvalho et al., 2022) où le PE représente près de 45 % des particules, suivi du PS (30 %) et du PP (18 %). Ces polymères correspondent aux plastiques les plus produits et les plus utilisés dans les emballages, les produits de consommation courante et les activités industrielles, expliquant leur présence récurrente dans les milieux aquatiques.

Les études menées sur la Loire (Vidal et al., 2023, Castro-Jiménez et al., 2024, Croiset et al., 2025) apportent également des éléments importants concernant la répartition des microplastiques entre les différents compartiments environnementaux. Les concentrations y sont généralement beaucoup plus élevées dans les sédiments que dans la colonne d'eau, confirmant le rôle des compartiments benthiques (tout comme dans les mers et océans) comme réservoirs de stockage des particules. Les travaux récents réalisés sur des carottes sédimentaires montrent par ailleurs une augmentation continue des concentrations depuis les années 2000, principalement sous l'effet des apports associés aux épisodes de crue. Cette influence majeure des événements hydrologiques est également retrouvée dans les compartiments benthiques de l'estuaire de la Loire, où plusieurs milliers de particules par kilogramme de sédiment ont été mesurées.

À une échelle plus large, les campagnes menées dans le cadre du programme Tara Microplastiques (2019) (Landebrit et al., 2025) ont monté que les neuf principaux fleuves européens sont tous contaminés par des microplastiques, avec une moyenne d'environ trois microplastiques par m^3 d'eau, avec le Rhône constituant un vecteur majeur vers la Méditerranée. Cette étude a également montré que les petits microplastiques (< 500 µm) sont largement majoritaires dans les eaux de surface. Notre étude confirme fortement de telles observations avec plus de 75 % des particules retrouvées étant < 500 µm, quelle que soit la saison. Tout comme en méditerranée, les concentrations des petites fractions peuvent dépasser de plusieurs ordres de grandeur celles des microplastiques de plus grande taille. Plus les analyses progressent dans l'identification et l'étude de particules plastiques toujours plus petites et plus leur nombre est élevé dans les échantillons récupérés sur le terrain.

La concentration moyenne globale mesurée au cours de cette étude (14.183 MP/m^3) se situe dans la gamme des valeurs rapportées dans la littérature récente pour les grands cours d'eau européens. Les concentrations en larges microplastiques (500 µm à 5 mm) mesurées lors de la mission Tara Microplastiques varient de 0.05 à 22.83 particules/m^3 en aval de six grands fleuves européens, avec des valeurs de particules par m^3 de 22.83 pour la Garonne, 7.20 pour la Loire, 7.11 pour le Tibre, 4.36 pour le Rhin, 0.78 pour l'Elbe et 0.05 pour l'Èbre. La concentration médiane observée sur l'ensemble de ces fleuves était de 6.7 particules/m^3, soit largement supérieur à la médiane globale obtenue dans la présente étude (0.431 MP/m^3). En revanche, la moyenne globale obtenue dans notre étude (14.183 MP/m^3) est plus de deux fois supérieure et du même ordre de grandeur. L'étude réalisée par Tara indiquait néanmoins que leurs résultats restaient inférieurs aux niveaux observés dans certaines régions fortement anthropisées d'Amérique ou d'Asie (Landebrit et al., 2025).

Il convient toutefois de souligner que la mission Tara a également mis en évidence une abondance beaucoup plus importante des petits microplastiques (25 à 500 µm), dont la concentration massique calculée pouvait être dans certains cours d'eau jusqu'à mille fois supérieure à celle du microplastique supérieur à 500 µm. Cette observation suggère que les concentrations obtenues dans la présente étude, basées sur un maillage de 300 µm, ne représentent probablement qu'une fraction de la contamination réelle en microplastiques. Une part importante des particules les plus fines, aujourd'hui reconnues comme majoritaires dans les milieux aquatiques, n'a vraisemblablement pas été retenue par la méthode d'échantillonnage utilisée ici.

Le PE et le PP demeurent les polymères dominants, même si des polymères plus denses tels que le PET ou le PVC sont également régulièrement identifiés. Des mesures réalisées sur le Rhin, la Garonne, la Loire, l'Elbe ou le Tibre illustrent enfin l'extrême variabilité des

concentrations entre bassins versants (de Carvalho et al., 2022, Vidal et al., 2023, Landebrit et al., 2025). Ceci semble inévitablement être la réponse à une combinaison de facteurs locaux tels que l'urbanisation, les activités industrielles, les infrastructures hydrauliques et les conditions de débit.

Les campagnes d'Expédition MED en Méditerranée ont démontré une aggravation des concentrations sur plusieurs zones d'accumulation, atteignant jusqu'à 2,04 millions de particules par km² en 2024 (Expédition MED, 2024). Une prédominance du PP et du PE dans les fragments récoltés a été détectée dans les particules plastiques supérieurs à un millimètre. À l'échelle régionale, les données de la Durance confirment également que certains cours d'eau de la Région SUD dépassent largement les seuils de référence (Ballerini et al., 2022). Notre étude confirme ce diagnostic territorial déjà préoccupant.

Dans ce contexte, les résultats obtenus dans les cours d'eau de la région Sud apparaissent cohérents avec les observations réalisées à l'échelle nationale et européenne. Les fortes disparités observées entre les sites étudiés suggèrent que les pressions anthropiques locales, combinées aux caractéristiques hydrologiques propres à chaque bassin versant, contrôlent largement la distribution des microplastiques. Les différences saisonnières mises en évidence dans cette étude pourraient également refléter l'influence des variations de débit, de la remise en suspension des particules et des apports diffus issus des bassins versants, mécanismes documentés dans la littérature. Les résultats obtenus dans cette étude semblent refléter l'influence prépondérante des conditions hydrologiques saisonnières et des caractéristiques locales des bassins versants sur la distribution de cette pollution.

Toutefois, les différences observées entre les études doivent également être interprétées avec prudence. Les concentrations mesurées sont fortement influencées par les protocoles d'échantillonnage (taille de maille, volume filtré, profondeur de prélèvement), les méthodes analytiques employées ainsi que les caractéristiques hydrologiques et les pressions anthropiques propres à chaque bassin versant. Malgré ces différences méthodologiques, les concentrations mesurées dans cette étude demeurent cohérentes avec celles rapportées dans la littérature récente et confirment que les cours d'eau méditerranéens constituent des vecteurs importants du transport des microplastiques vers les milieux côtiers.

7) Perspectives et actions

La suite logique de cette étude est de transformer ce diagnostic en outil d'action. Il apparaît essentiel de renforcer la surveillance des cours d'eau les plus contributifs et d'identifier plus précisément les sources locales. Il est crucial de renseigner les apports chroniques pouvant faire suite à des épisodes ponctuels de contamination, à des changements hydriques, des relargages industriels et d'accidents techniques. Les résultats plaident aussi pour des mesures ciblées en amont, notamment sur les réseaux d'assainissement, le ruissellement urbain, les rejets industriels, les zones de stockage de déchets et les points de transit hydrologiques. À plus long terme, il serait pertinent de consolider un protocole régional harmonisé, afin de permettre le suivi interannuel et la comparaison entre les sites déjà référencés dans cette étude. Dans le contexte de la stratégie "zéro déchet plastique", l'enjeu n'est plus seulement d'observer la pollution, mais de disposer de données opérationnelles pour agir à la source et mesurer l'efficacité des mesures mises en place.

Conclusion

Outre l'observation et la confirmation d'une pollution existante, cette étude documente un maillon continental crucial dans le transfert des plastiques vers la Méditerranée. La distribution des particules plastiques observée dans les rivières et plans d'eau étudiée ici, suggère la présence simultanée de microplastiques issus de différentes sources et à divers stades de fragmentation. Des différences nettes ont été observées entre les deux saisons étudiées avec une évolution marquée de la distribution vers les plus petites tailles au cours de la saison automnale. Les variations saisonnières observées traduisent des différences de mobilisation des déchets selon les conditions hydrologiques. Le transport semble plus important en période automnale, lors d'épisodes de ruissellement et de remise en suspension, favorisant alors l'export des particules vers les cours d'eau et les plans d'eau. La dominance du PE et PP dans nos échantillons s'est montrée cohérente avec les polymères attendus aux points stratégiques ciblés telles les déchèteries, les zones commerciales ou les villes.

Cette étude apporte tout d'abord une base de données locale, saisonnière et comparée entre amont et aval, ce qui est essentiel pour complémenter les diagnostics généraux souvent limités aux grandes tendances régionales. Elle montre qu'il est possible de cartographier les points de fuite et les zones d'accumulation dans des cours d'eau très différents hydrologiquement, du petit affluent de montagne au fleuve côtier ou au plan d'eau artificialisé. Les résultats obtenus fournissent aussi une lecture plus fine des processus, à échelle locale, en distinguant le rôle de la taille des particules et de la composition polymérique, deux dimensions indispensables pour comprendre les sources et les trajectoires de dispersion. Enfin, le fait de croiser les niveaux de concentration avec les saisons permet d'identifier des périodes à risque, ce qui est essentiel afin d'orienter les campagnes de suivi et les actions de réduction. Des études supplémentaires sont nécessaires pour affiner nos connaissances sur les schémas spatiaux et temporels de cette pollution dans les écosystèmes d'eau douce.

Ce rapport met en évidence l'intérêt majeur d'un diagnostic fin des microplastiques en milieu aquatique pour mieux comprendre les sources, les transferts et les zones d'accumulation de cette pollution diffuse et complexe. En identifiant les polymères les plus représentés, cette étude apporte des éléments essentiels pour hiérarchiser les principales sources locales de contamination, qu'il s'agisse des stations d'épuration, du ruissellement urbain, des rejets industriels ou encore des activités littorales et touristiques. Une telle approche est indispensable pour sortir d'une logique d'action générale, souvent coûteuse et peu ciblée, au profit de mesures plus efficaces et adaptées à la nature des apports.

Au-delà de l'état des lieux, ce travail souligne le rôle déterminant des rivières et des fleuves comme corridors de transfert de la pollution plastique vers le milieu marin. La cartographie des concentrations et l'analyse des variations saisonnières permettent d'identifier des points de fuite et des périodes à risque, notamment lors des épisodes hydrologiques favorisant le transport ou la remise en suspension des particules. Ces informations sont précieuses pour orienter des actions concrètes, telles que l'amélioration des réseaux pluviaux, la mise en place de dispositifs de capture en aval, la surveillance de zones sensibles ou encore le déploiement d'interventions ciblées sur les secteurs les plus contributifs.

Cette étude fournit des données locales, reproductibles et directement mobilisables pour alimenter les politiques publiques et les cadres réglementaires existants, en particulier ceux liés à l'eau et au milieu marin. Dans le contexte de la stratégie portée en Région SUD, elle constitue un référentiel utile, susceptible d'être reproduit sur d'autres bassins versants afin de construire un suivi pérenne et harmonisé de la pollution plastique à l'échelle nationale. À ce titre, elle rappelle que la réduction durable des microplastiques ne peut reposer que sur une action collective, fondée sur la connaissance, la coordination des acteurs et la mise en œuvre de solutions à la source.

Références bibliographiques

(ARBE), A. R. D. L. B. E. D. L. E. P.-A.-C. D. A. Available: https://www.arbe-regionsud.org/13465-impacts-des-plastiques-sur-les-milieux-naturels-et-la-biodiversite.html [Accessed].

ADVISORS, D., DE WIT, W. & BIGAUD, N. 2019. Assessing Plastic Ingestion From Nature to People (AN ANALYSIS for WWF). *Switzerland: World Wide Fund For Nature, Gland*.

AGENDA, I. The new plastics economy rethinking the future of plastics. The World Economic Forum: Geneva, Switzerland, 2016.

ANDRADY, A. L. 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine pollution bulletin,* 62**,** 1596-1605.

ASSOUMANI, A., STRUB, M.-P., LARDY-FONTAN, S., ALASONATI, E. & GALGANI, F. 2019. Microplastiques dans les eaux de surface continentales. Aquaref.

BALLERINI, T., CHAUDON, N., FOURNIER, M., COULOMB, J.-P., DUMONTET, B., MATUSZAK, E. & PONCET, J. 2022. Plastic pollution on Durance riverbank: First quantification and possible environmental measures to reduce it. *Frontiers in Sustainability,* 3**,** 866982.

BARNES, D. K., GALGANI, F., THOMPSON, R. C. & BARLAZ, M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences,* 364**,** 1985.

BOUCHER, J. & FRIOT, D. 2017. *Primary microplastics in the oceans: a global evaluation of sources*, Iucn Gland, Switzerland.

CAMPANALE, C., MASSARELLI, C., SAVINO, I., LOCAPUTO, V. & URICCHIO, V. F. 2020. A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health. *International journal of environmental research and public health,* 17**,** 1212.

CASTRO-JIMÉNEZ, J., AMINOT, Y., BELY, N., POLLONO, C., IDJATON, B., BIZZOZERO, L., PIERRE-DUPLESSIX, O., PHUONG, N. & GASPERI, J. 2024. Organophosphate ester additives and microplastics in benthic compartments from the Loire estuary (French Atlantic coast). *Marine Pollution Bulletin,* 201**,** 116256.

CNRS 2019. Omniprésence des microplastiques dans les fleuves européens

CROISET, C., DHIVERT, E., PHUONG, N.-N., GROSBOIS, C., ZALOUK-VERGNOUX, A., BALTZER, A. & GASPERI, J. 2025. Main drivers for microplastic records in river sediments since the 1950s: Case study of the Loire river (France). *Science of The Total Environment,* 994**,** 180059.

DE CARVALHO, A. R., RIEM-GALLIANO, L., TER HALLE, A. & CUCHEROUSSET, J. 2022. Interactive effect of urbanization and flood in modulating microplastic pollution in rivers. *Environmental Pollution,* 309**,** 119760.

DENDIEVEL, A.-M., WAZNE, M., VALLIER, M., MERMILLOD-BLONDIN, F., MOURIER, B., PIÉGAY, H., WINIARSKI, T., KRAUSE, S. & SIMON, L. 2023. Environmental and land use controls of microplastic pollution along the gravel-bed Ain River (France) and its "Plastic Valley". *Water Research,* 230**,** 119518.

EEA. 2024. Zero pollution monitoring and outlook 2025. *EEA-JRC Report 13/2024*.

EFESE 2018. EFESE — Les milieux humides et aquatiques continentaux. Théma -Commissariat général au développement durable

ERIKSEN, M., LEBRETON, L. C., CARSON, H. S., THIEL, M., MOORE, C. J., BORERRO, J. C., GALGANI, F., RYAN, P. G. & REISSER, J. 2014. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PloS one,* 9**,** e111913.

GALL, S. C. & THOMPSON, R. C. 2015. The impact of debris on marine life. *Marine pollution bulletin,* 92**,** 170-179.

GASPERI, J. & CACHOT, J. 2021. *Projet Plastic-Seine: Flux et impacts des microplastiques dans l'estuaire de la Seine.* Programme Seine-Aval 6.

GHIGLIONE, J.-F., BARBE, V., BRUZAUD, S., BURGAUD, G., CACHOT, J., EYHERAGUIBEL, B., LARTAUD, F., LUDWIG, W., MEISTERTZHEIM, A.-L. & PAUL-PONT, I. 2025. Mission Tara Microplastics: a holistic set of protocols and data resources for the field investigation of plastic pollution along the land-sea continuum in Europe. *Environmental Science and Pollution Research,* 32**,** 10032-10049.

LANDEBRIT, L., SANCHEZ, R., SOCCALINGAME, L., PALAZOT, M., KEDZIERSKI, M., BRUZEAU, S., ALBIGNAC, M., LUDWIG, W., GHIGLIONE, J. F. & TER HALLE, A. 2025. Small microplastics have much higher mass concentrations than large microplastics at the surface of nine major European rivers. *Environmental Science and Pollution Research,* 32**,** 10050-10065.

Expédition MED. 2024. *En Méditerranée, Expédition MED quantifie « plus de 2 millions de particules plastiques par km² »* [Online]. Available: https://www.expedition-med.org/actualites/en-mediterranee-expedition-med-quantifie-plus-de-2-millions-de-particules-plastiques-par-km%C2%B2/ [Accessed 06/2026].

MURPHY, E. L., BAECHLER, B. R., ROMAN, L., LEONARD, G. H., MALLOS, N. J., SANTOS, R. G. & ROCHMAN, C. M. 2025. A quantitative risk assessment framework for mortality due to macroplastic ingestion in seabirds, marine mammals, and sea turtles. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 122**,** e2415492122.

NIHART, A. J., GARCIA, M. A., EL HAYEK, E., LIU, R., OLEWINE, M., KINGSTON, J. D., CASTILLO, E. F., GULLAPALLI, R. R., HOWARD, T. & BLESKE, B. 2025. Bioaccumulation of microplastics in decedent human brains. *Nature medicine,* 31**,** 1114-1119.

OECD 2022. Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060. Paris: OECD Publishing.

PACA, L. 2024. Ramassage des déchets dans la retenue de Serre-Ponçon : bilan succinct de 2023, actualités de 2024. Ligue pour la Protection des Oiseaux Provence-Alpes-Côte d'Azur (LPO PACA).

PRATA, J. C., DA COSTA, J. P., LOPES, I., DUARTE, A. C. & ROCHA-SANTOS, T. 2020. Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Science of the total environment,* 702**,** 134455.

RENDELL-BHATTI, F., PAGANOS, P., POUCH, A., MITCHELL, C., D'ANIELLO, S., GODLEY, B. J., PAZDRO, K., ARNONE, M. I. & JIMENEZ-GURI, E. 2021. Developmental toxicity of plastic leachates on the sea urchin Paracentrotus lividus. *Environmental Pollution,* 269**,** 115744.

STIFTUNG, H. B. 2020. Atlas du Plastique.

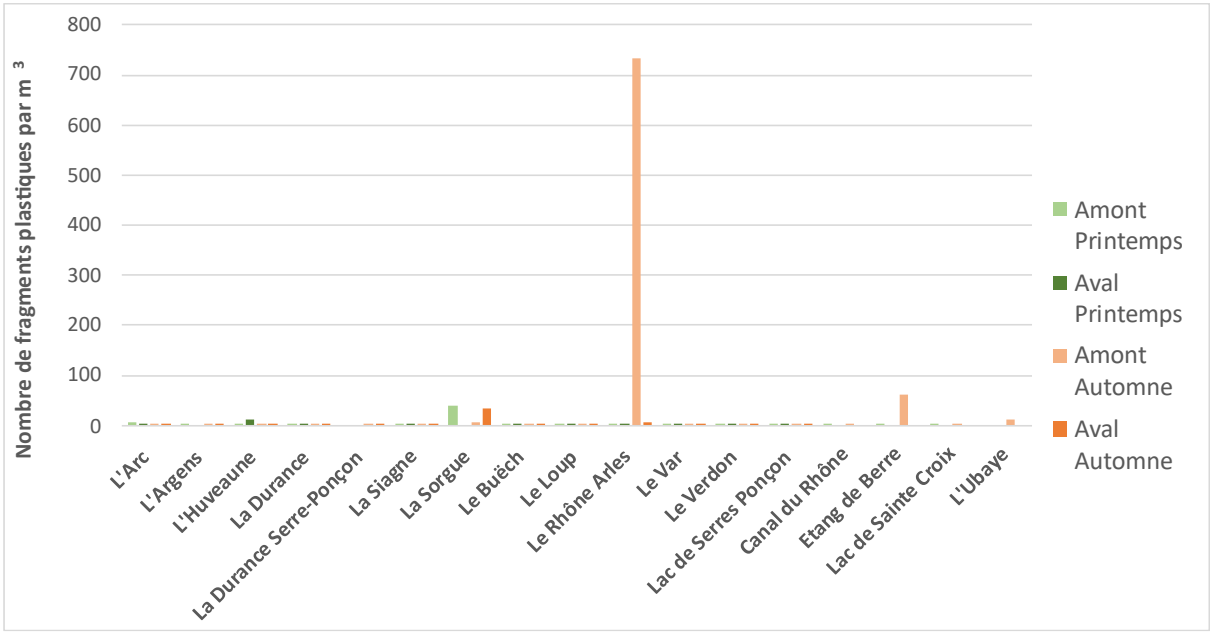
STRATMANN, C. N., DRIS, R., GASPERI, J., BUSCHMAN, F. A., MARKUS, A. A., GUERIN, S., VETHAAK, A. D. & TASSIN, B. 2024. Monitoring microplastics in the Seine River in the Greater Paris area. *Frontiers in Earth Science,* Volume 12 - 2024.

VIDAL, A., PHUONG, N.-N., MÉTAIS, I., GASPERI, J. & CHÂTEL, A. 2023. Assessment of microplastic contamination in the Loire River (France) throughout analysis of different biotic and abiotic freshwater matrices. *Environmental Pollution,* 334**,** 122167.

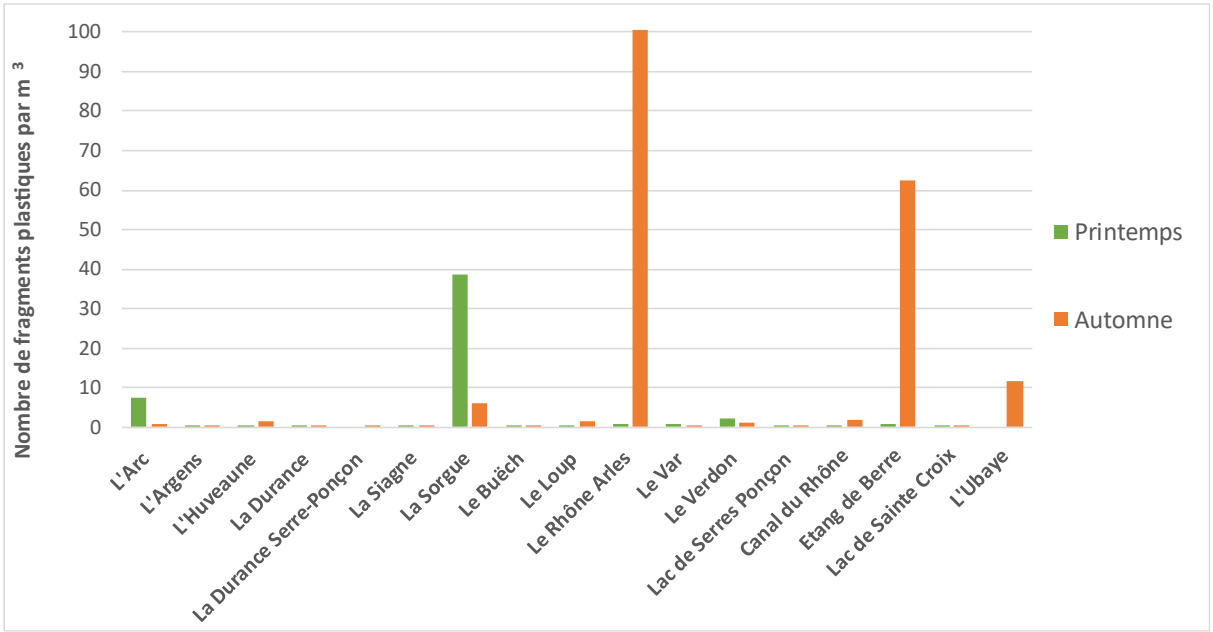
WWF 2019. STOPPONS LE TORRENT DE PLASTIQUE ! Guide à destination des décideurs français pour sauver la Méditerranée.

Annexes

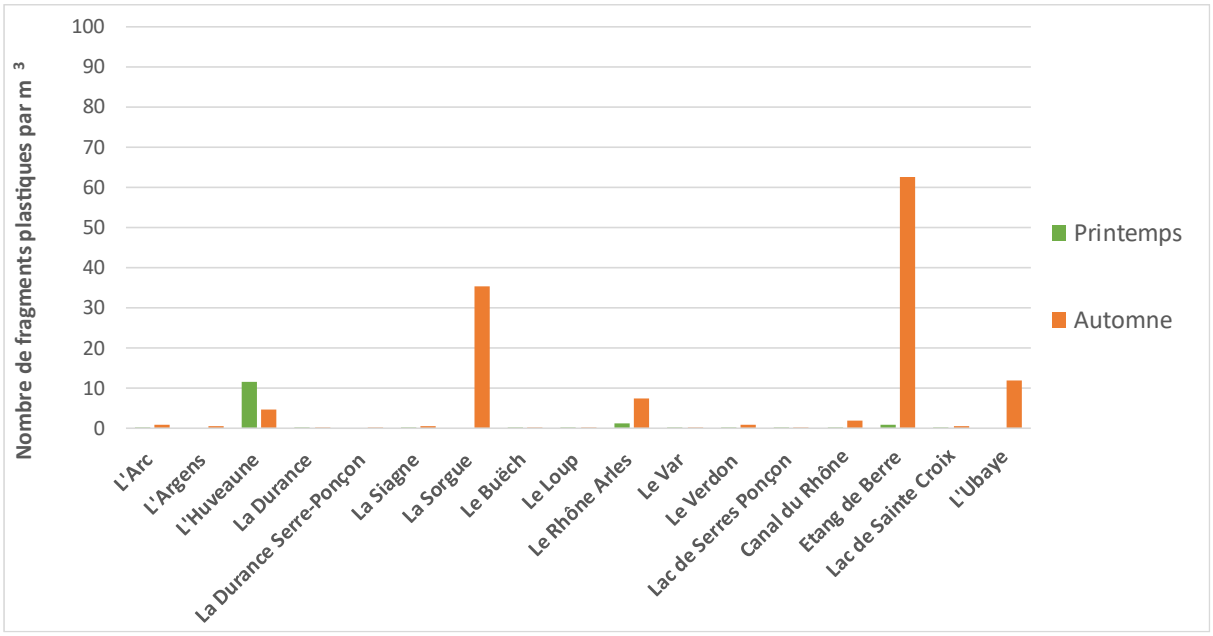
Annexe 1 : Résultats par m3



Annexe 1A : Nombre de fragments plastiques par m³ selon les différents sites étudie. Comparaison saisonnière (Printemps en vert et Automne en orange) ainsi que selon la position, en amont ou aval du point d'intérêt.

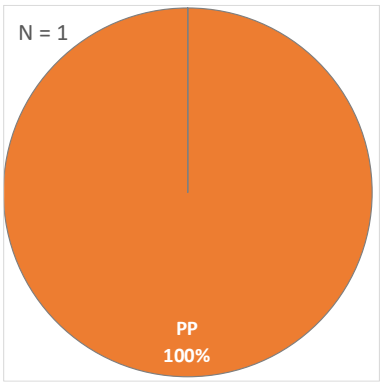
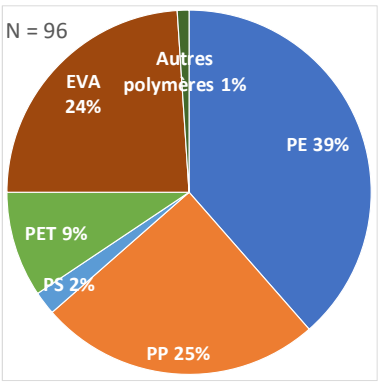
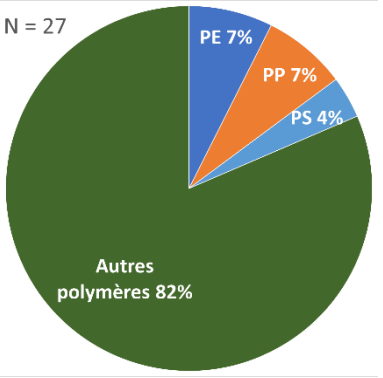
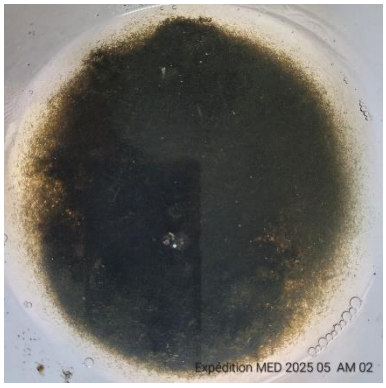
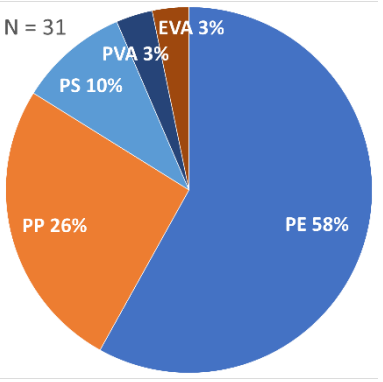


Annexe 1B : Comparaison saisonnière (Printemps en vert et Automne en orange) du nombre de fragments plastiques par m³ en amont des différents sites étudié.

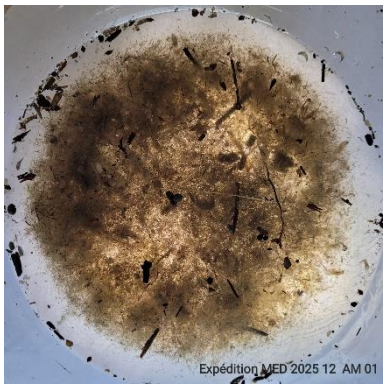
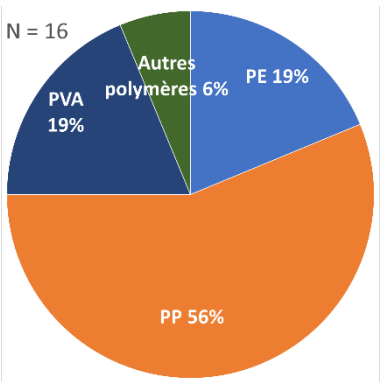
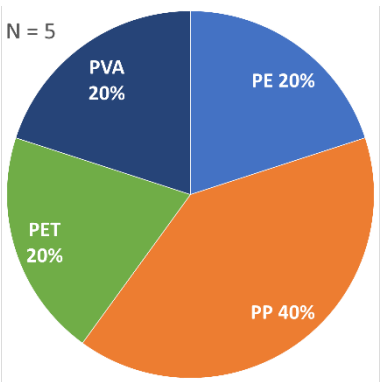
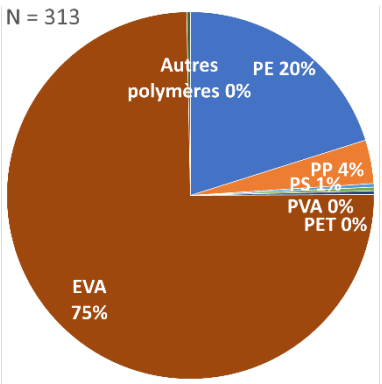
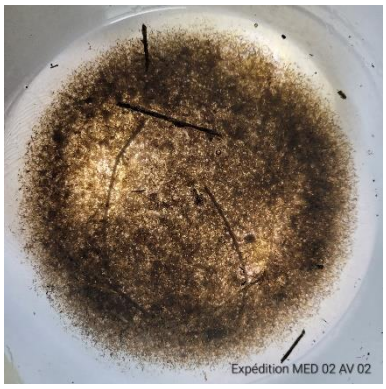
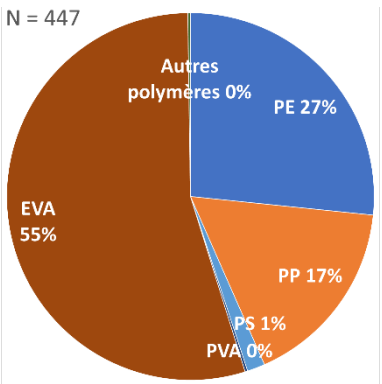


Annexe 1C : Comparaison saisonnière (Printemps en vert et Automne en orange) du nombre de fragments plastiques par m^3 en aval des différents sites étudié.

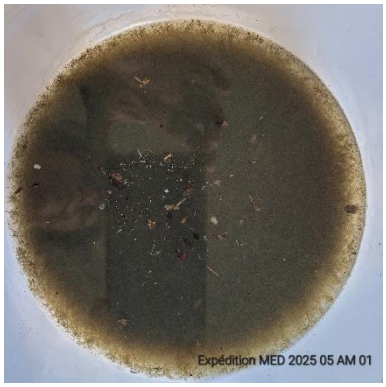
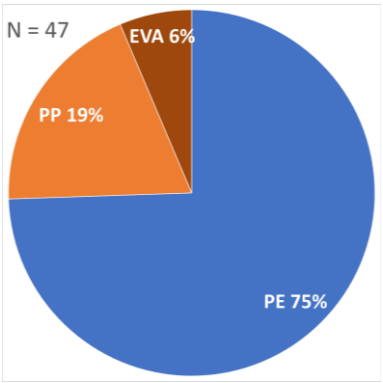
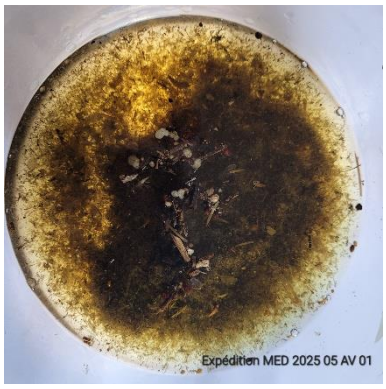
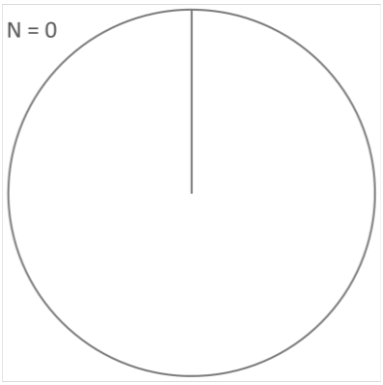
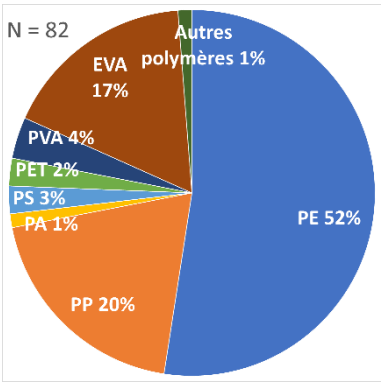
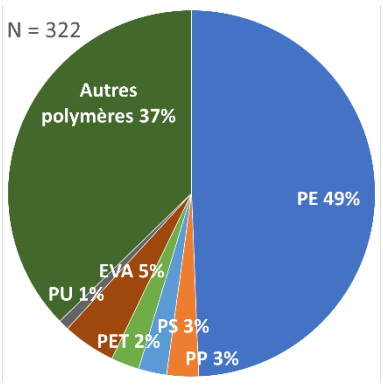
Annexe 2 : Descriptif des sites, du nombre de fragments comptés (N) et de chaque polymère associé

Canal du Rhône, Vauvert (30 600)			
Printemps, Calme, peu de courant, sédiments et pollen  0.024/m³ – 3/m²			
Automne, Calme, faible vent  1.889/m³ – 236/m²			
Etang de Berre, Istres (13 130)			
Printemps, Vent, clapot  0.829/m³ – 104/m²			
Automne, Vent fort, vagues 0-50 cm  62.626/m³ – 7828/m²			

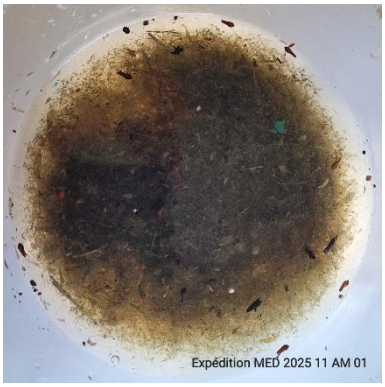
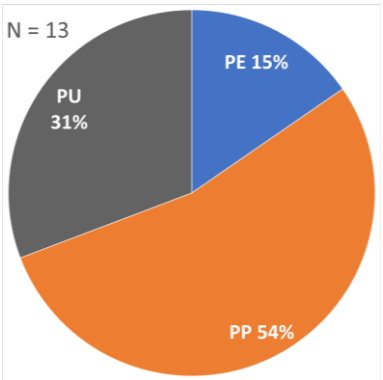
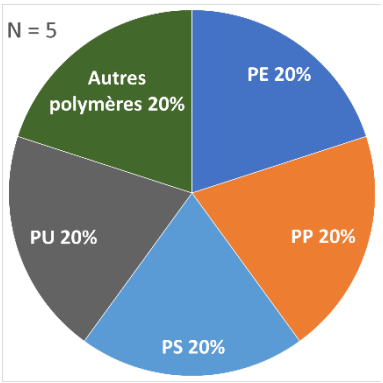
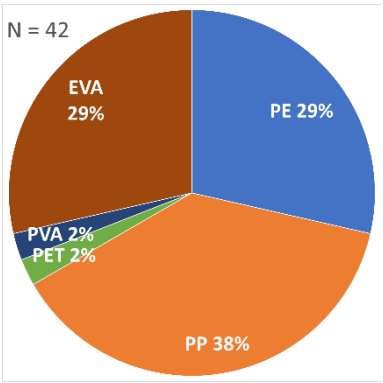
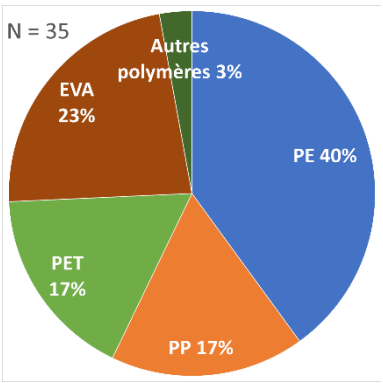
Le Rhône, Arles (13 200)

Printemps, Amont, Courant faible  0.915/m³ – 114/m²			
Printemps, Aval, Courant faible, sortie d'un collecteur  1.323/m³ – 165/m²			
Automne, Amont, Courant modéré  732.164/m³ – 91520/m²			
Automne, Aval, Courant modéré  7.394/m³ – 924/m²			

La Sorgue, Châteauneuf de Gadagne (84 470) - Amont, Jonquerette (84 450) - Aval

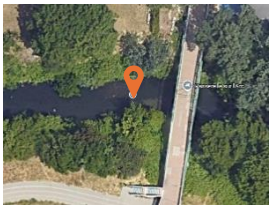
Printemps, Amont, Courant faible, sédiment/pollen  38.955/m³ – 4835/m²			
Printemps, Aval, Courant faible, sédiment/pollen  0/m³ – 0/m²			
Automne, Amont, Courant faible, quelques feuilles  5.955/m³ – 744/m²			
Automne, Aval, Courant faible, quelques feuilles  35.249/m³ – 4406/m²			

La Durance, Plan-d'Orgon (13 750) - Amont,Cavaillon (84 300) - Aval

Printemps, Amont, Courant faible, sédiment  0.464/m³ – 58/m²			
Printemps, Aval, Courant faible, sédiment  0.106/m³ – 13/m²			
Automne, Amont, Courant modéré  0.416/m³ – 52/m²			
Automne, Aval, Courant modéré  0.319/m³ – 40/m²			

L'Arc, Aix en Provence (13 090)

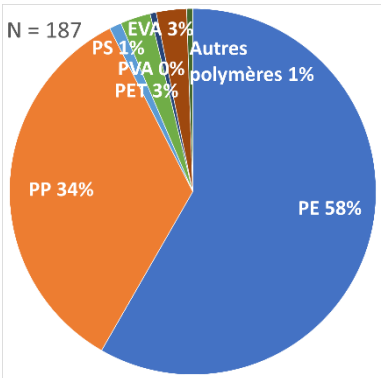
Printemps, Amont, Courant faible, sédiment/pollen



7.5/m^3 – 938m^2



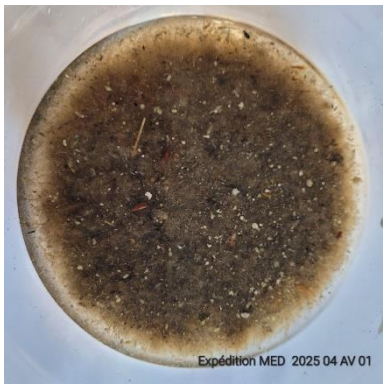




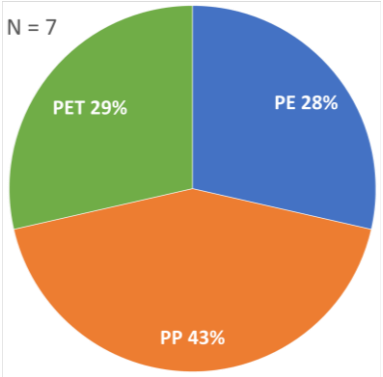
Printemps, Aval, Courant faible, sédiment/pollen



0.393/m^3 – 49/m^2







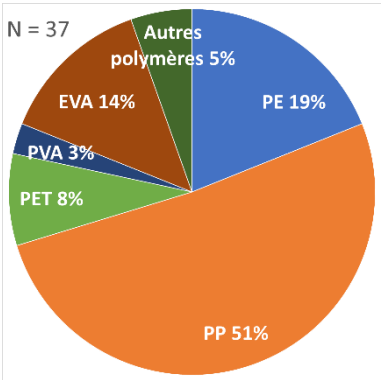
Automne, Amont, Courant faible, turbidité forte



0.8/m^3 – 100m^2







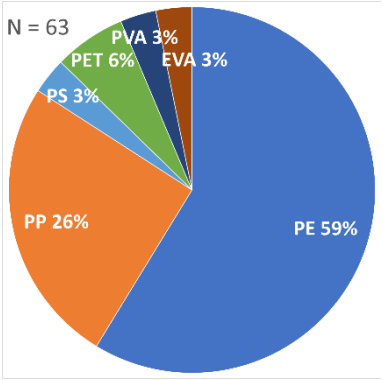
Automne, Aval, Courant faible, turbidité forte



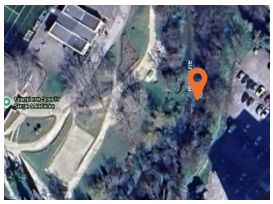
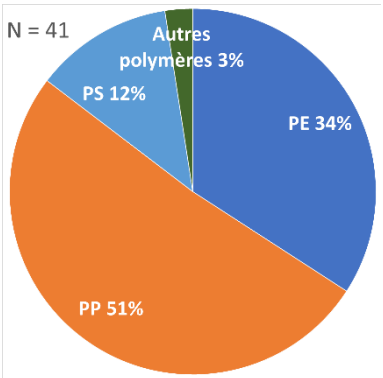
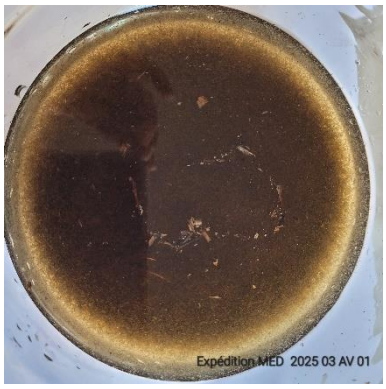
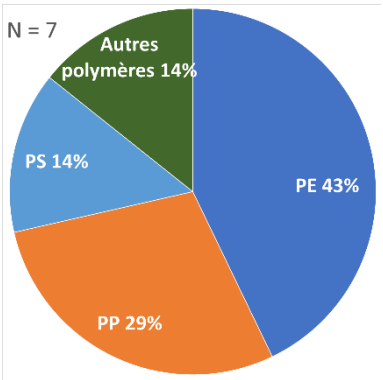
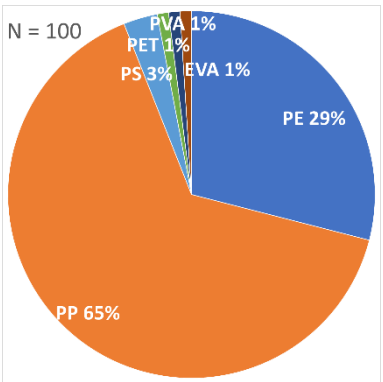
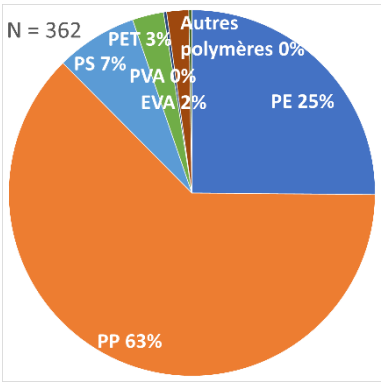
1.049/m^3 – 131/m^2



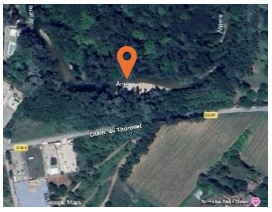
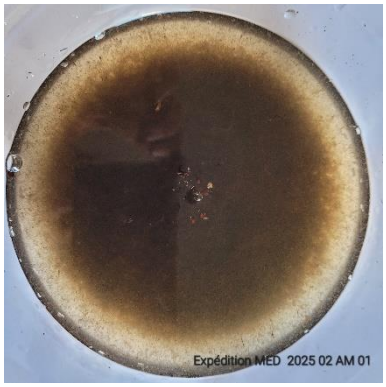
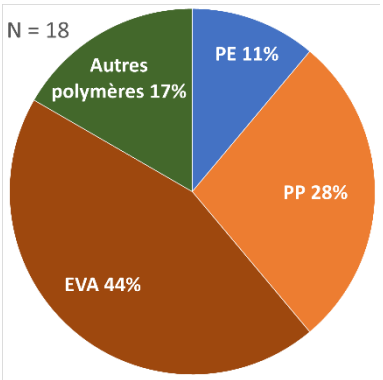
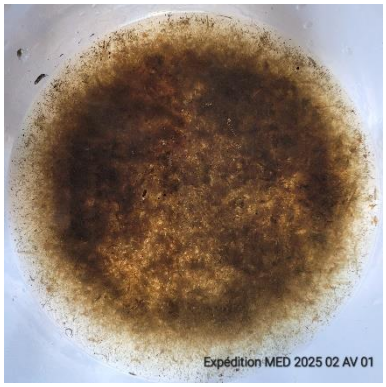
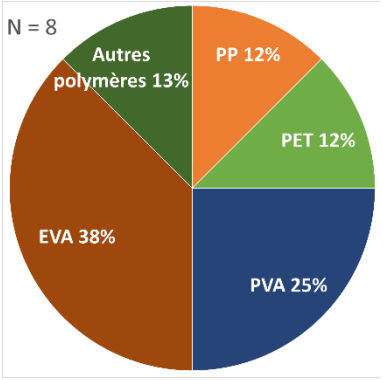
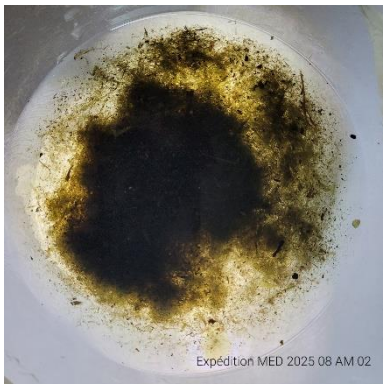
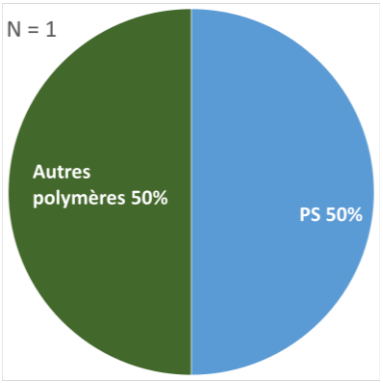
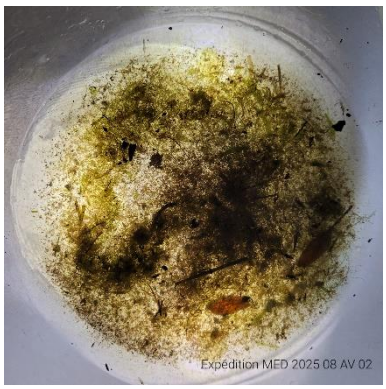
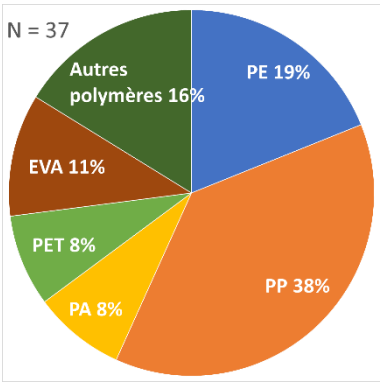




L'Huveaune, Aubagne (13 400) - Amont, La Penne-sur-Huveaune (13 011) - Aval

Printemps, Amont, Courant faible, sédiment/pollen  0.369/m³ – 46/m²			
Printemps, Aval, Courant faible, sédiment/pollen  11.681/m³ – 1460/m²			
Automne, Amont, Courant faible, turbidité forte  1.551/m³ – 194/m²			
Automne, Aval, Courant faible, turbidité forte  4.643/m³ – 580/m²			

L'Argens, Vidauban (83 550)

Printemps, Amont, Courant modéré, sédiment/pollen  0.176/m³ – 22/m²			
Printemps, Aval, Courant modéré, sédiment/pollen  N/A – N/A			
Automne, Amont, Courant modéré  0.012/m³ – 2/m²			
Automne, Aval, Courant modéré  0.493/m³ – 62/m²			

Lac de Sainte Croix, Aiguines (83 630)

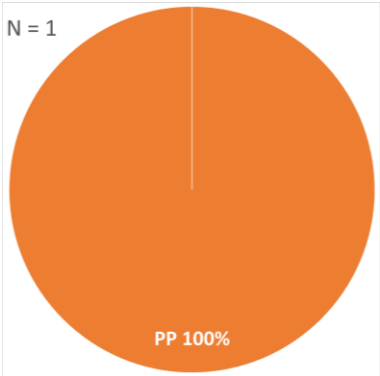
Printemps, temps calme



0.023/m³ – 3/m²







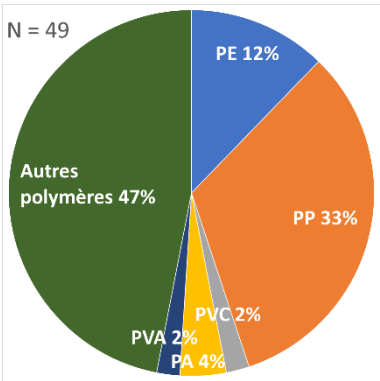
Automne, temps calme



0.577/m³ – 72/m²





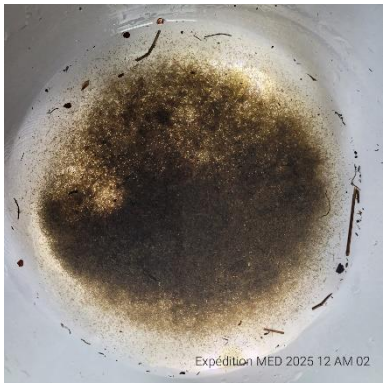


La Durance Serre-Ponçon, Châteauroux-les-Alpes (05 380) - Amont, Saint-Sauveur (05 200) - Aval

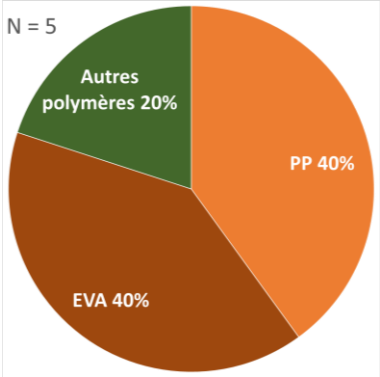
Automne Amont, temps calme



0.037/m³ – 5/m²







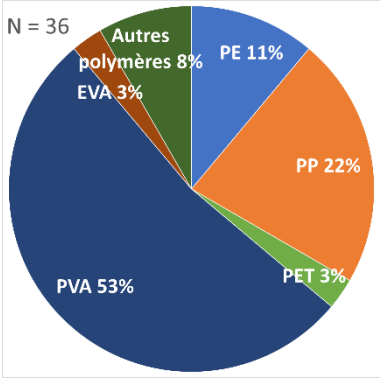
Automne, Aval, temps calme



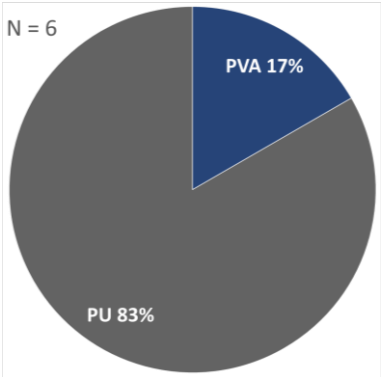
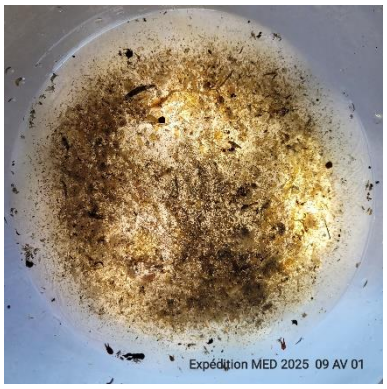
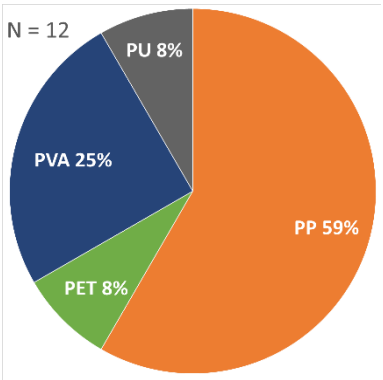
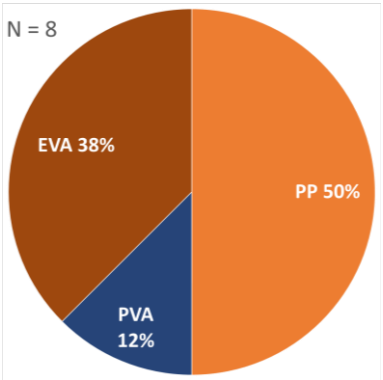
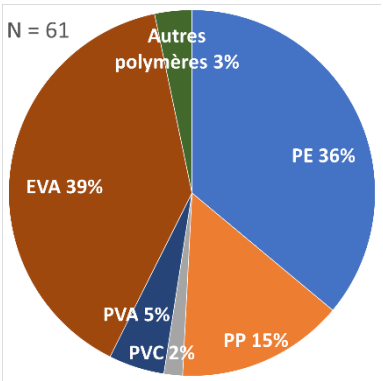
0.398/m³ – 50/m²



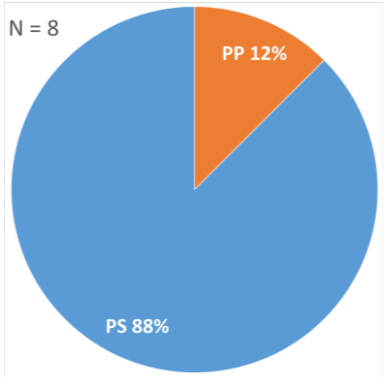
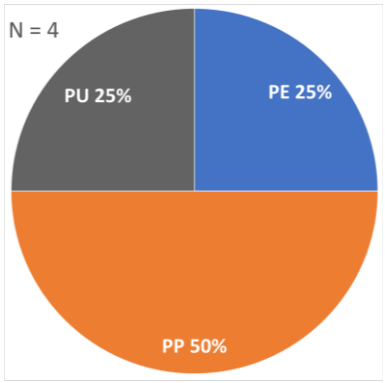
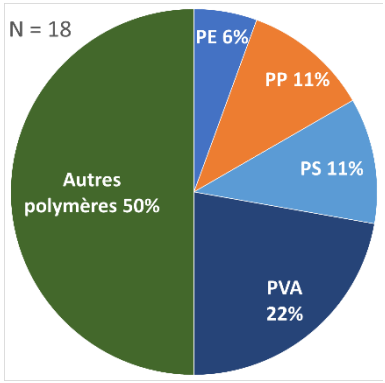
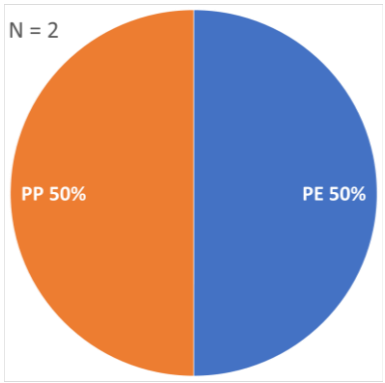




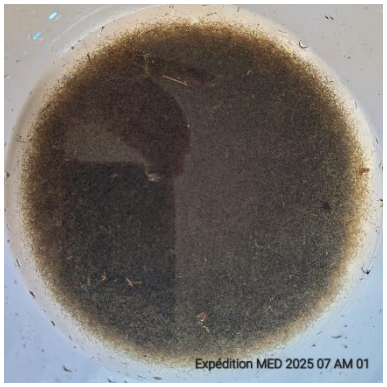
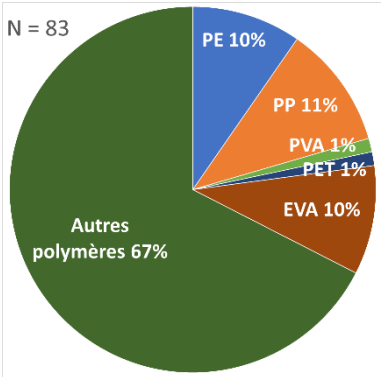
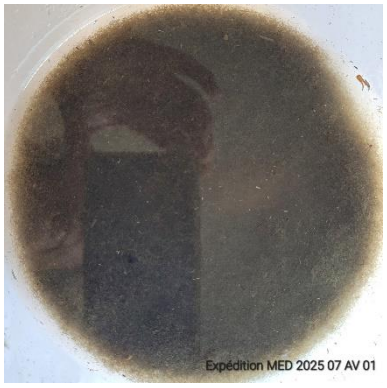
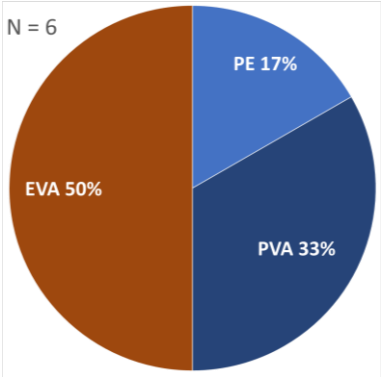
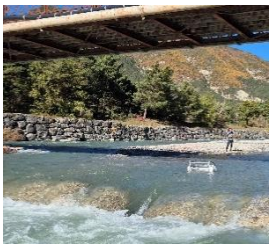
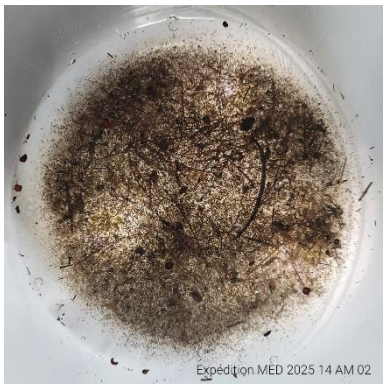
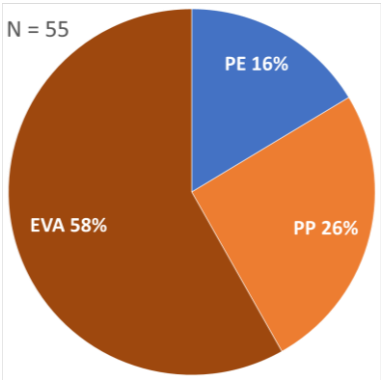
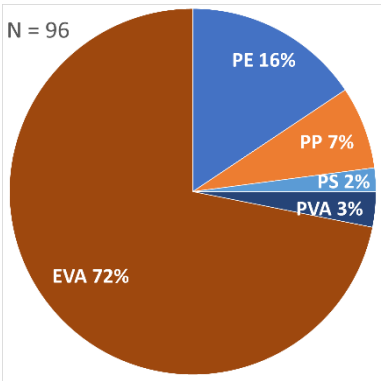
Le Buëch, Aspres sur Buech (05 140)

Printemps, Amont, Courant fort  0.137/m³ – 17/m²			
Printemps, Aval, Courant modéré  0.243/m³ – 30/m²			
Automne, Amont, Courant modéré  0.053/m³ – 7/m²			
Automne, Aval, Courant modéré  0.337/m³ – 42/m²			

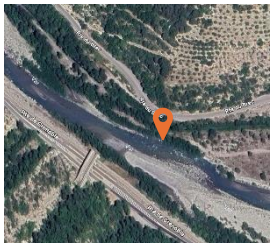
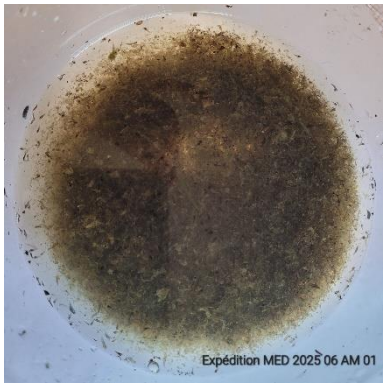
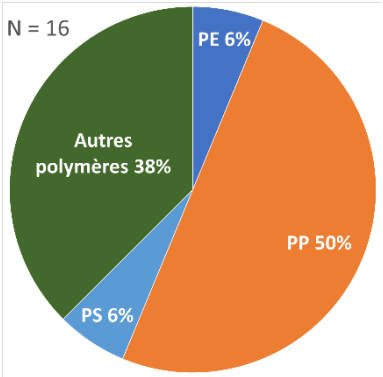
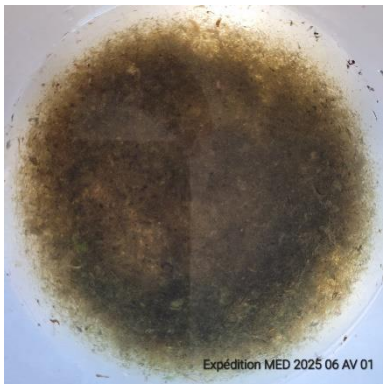
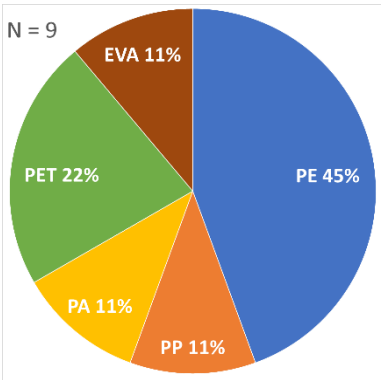
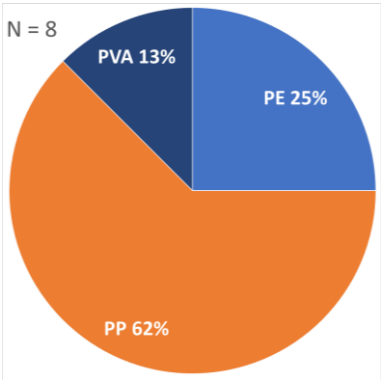
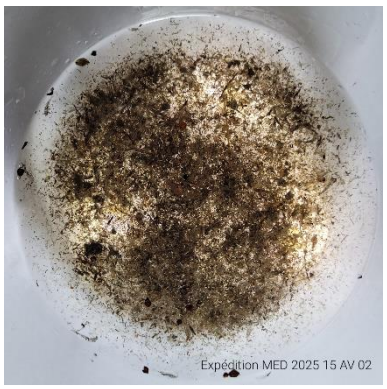
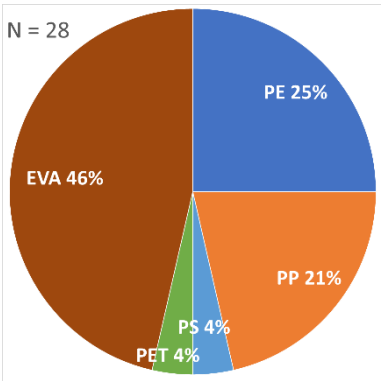
Lac de Serres Ponçon, Savines-le-Lac (05 160)

Printemps, Amont, temps calme, pas de vagues  0.132/m³ – 16/m²			
Printemps, Aval, temps calme, pas de vague  0.074/m³ – 9/m²			
Automne, Amont, temps calme, pas de vagues  0.141/m³ – 18/m²			
Automne, Aval, temps calme, pas de vagues  0.014/m³ – 2/m²			

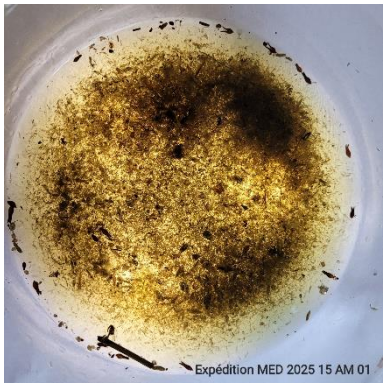
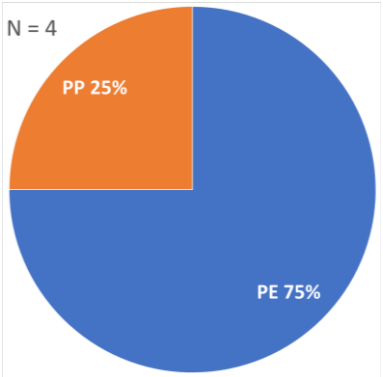
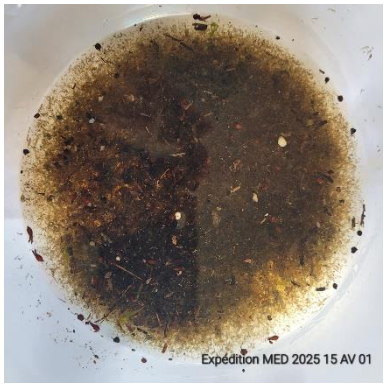
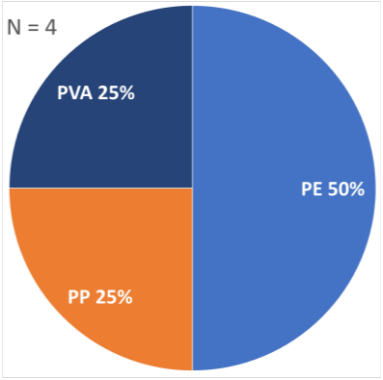
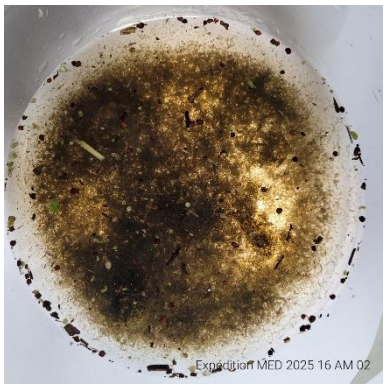
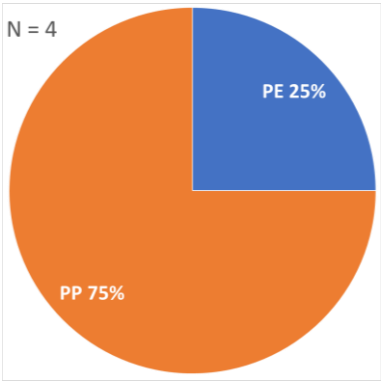
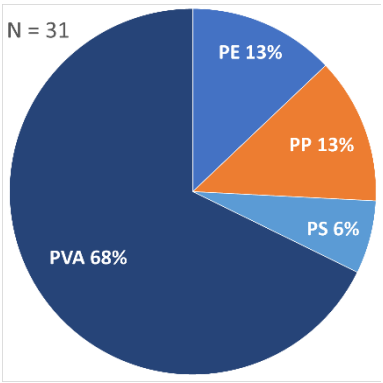
Le Verdon, Saint-André-les-Alpes (04 170)

Printemps, Amont, petite crue, chargé en sédiment  2.069/m³ – 259/m²			
Printemps, Aval, petite crue, chargé en sédiment  0.247/m³ – 31/m²			
Automne, Amont, courant modéré  1.086/m³ – 136/m²			
Automne, Aval, courant modéré  0.792/m³ – 99/m²			

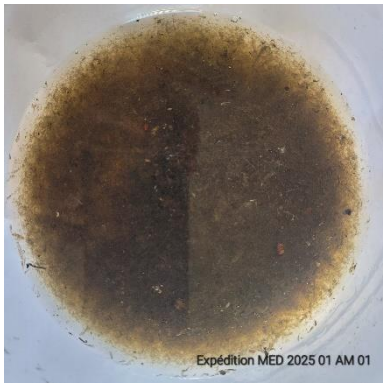
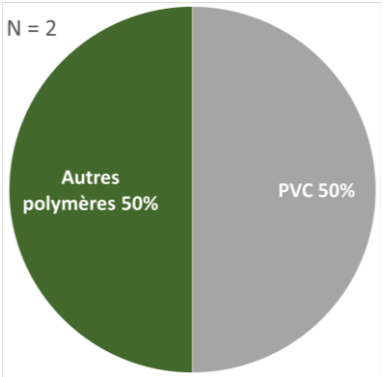
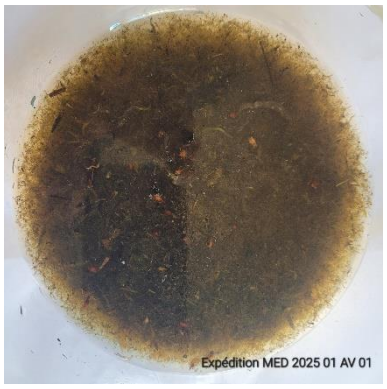
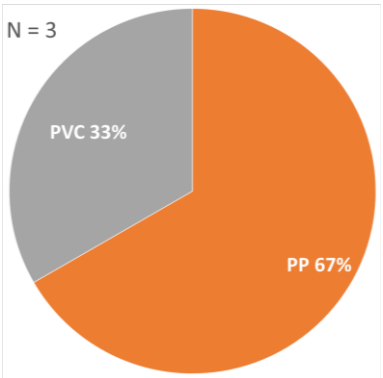
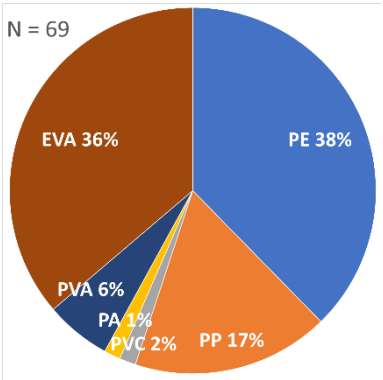
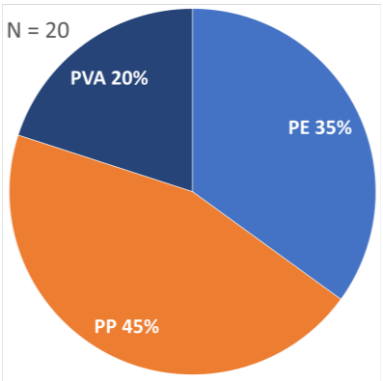
Le Var, Saint Benoit (04 240) - Amont, Entrevaux (04 320) - Aval

Printemps, Amont, courant fort  0.745/m³ – 93/m²			
Printemps, Aval, courant fort  0.144/m³ – 18/m²			
Automne, Amont, courant fort  0.073/m³ – 9/m²			
Automne, Aval, courant fort  0.211/m³ – 26/m²			

La Siagne, Pégomas (06 580) - Amont, Mandelieu-la-Napoule (06 210) - Aval

Printemps, Amont, courant faible  0.064/m³ – 8/m²			
Printemps, Aval, pas de courant  0.107/m³ –			
Automne, Amont, courant faible  0.040/m³ – 5/m²			
Automne, Aval, courant fort  0.407/m³ – 51/m²			

Le Loup, La Colle-sur-Loup (06 480) - Amont, Villeneuve-Loubet (06 270) - Aval

Printemps, Amont, courant faible  0.316/m³ – 40/m²			
Printemps, Aval, pas de courant  0.204/m³ – 25/m²			
Automne, Amont, courant faible  1.384/m³ – 173/m²			
Automne, Aval, courant faible  0.279/m³ – 35/m²			

L'Ubaye, Le Lauzet-Ubaye (04 340)

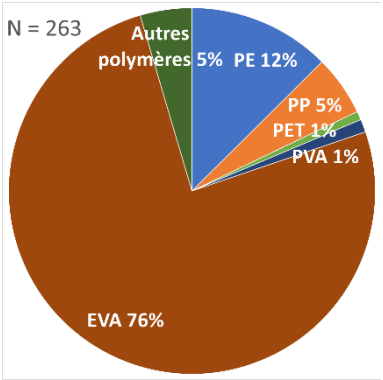
Automne, Aval, courant fort, sédiments



11.855/m^3 – 1482/m^2







Annexe 3 : Détail des particules plastiques retrouvées pour chaque échantillon, ainsi que leurs polymères et classe de taille associée.

Nom	Position	Saison	Polymères	PE	PP	PVC	PA	PS	PET	PVA	EVA	PU	Résine	Wax polymérique	Autres polymères	Total général
L'Arc	Amont	Automne	> 1000 µm		2											2
			> 180 µm	6	11				1	1	5				2	26
			> 350 µm	1	4				1							6
			> 500 µm		2				1							3
			Total	**7**	**19**	**0**	**0**	**0**	**3**	**1**	**5**	**0**	**0**	**0**	**2**	**37**
	Amont	Printemps	> 1000 µm	23	20				1	1	3				1	49
			> 180 µm	26	11			1	2							40
			> 350 µm	22	14				2		1					39
			> 500 µm	38	19			1			1					59
			Total	**109**	**64**	**0**	**0**	**2**	**5**	**1**	**5**		**0**	**0**	**1**	**187**
	Aval	Automne	> 1000 µm	2	3			1								6
			> 180 µm	26	12			1	4		2					45
			> 350 µm	3						1						4
			> 500 µm	6	1					1						8
			Total	**37**	**16**	**0**	**0**	**2**	**4**	**2**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**63**
	Aval	Printemps	> 1000 µm													0
			> 180 µm		3				2							5
			> 350 µm													0
			> 500 µm	2												2
			Total	**2**	**3**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**		**0**	**0**	**0**	**7**
L'Argens	Amont	Automne	> 1000 µm													0
			> 180 µm					1							1	2
			> 350 µm													0
			> 500 µm													0
			Total	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**2**
	Amont	Printemps	> 1000 µm								1				1	2
			> 180 µm	2	3						2					7
			> 350 µm								4				1	5
			> 500 µm		2						1				1	4
			Total	**2**	**5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**8**		**0**	**0**	**3**	**18**
	Aval	Automne	> 1000 µm													0
			> 180 µm	6	13		3		3		4				6	35
			> 350 µm	1	1											2
			> 500 µm													0
			Total	**7**	**14**	**0**	**3**	**0**	**3**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**6**	**37**
	Aval	Printemps	> 1000 µm							1	1					2
			> 180 µm						1							1
			> 350 µm							1						1
			> 500 µm		1						2				1	4
			Total	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**2**	**3**		**0**	**0**	**1**	**8**
Le Buëch	Amont	Automne	> 1000 µm													0
			> 180 µm		1						2					3
			> 350 µm		1											1
			> 500 µm		2					1	1					4
			Total	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**8**
	Amont	Printemps	> 1000 µm							1						1
			> 180 µm													0
			> 350 µm									2				2
			> 500 µm									3				3
			Total	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**		**5**	**0**	**0**	**0**	**6**
	Aval	Automne	> 1000 µm	2	1											3
			> 180 µm	17	5	1				3	22				2	50
			> 350 µm	3	1						1					5
			> 500 µm		2						1					3
			Total	**22**	**9**	**1**	**0**	**0**	**0**	**3**	**24**	**0**	**0**	**0**	**2**	**61**
	Aval	Printemps	> 1000 µm							1						1
			> 180 µm		4					1		1				6
			> 350 µm		1				1	1						3
			> 500 µm		2											2
			Total	**0**	**7**	**0**	**0**	**0**	**1**	**3**		**1**	**0**	**0**	**0**	**12**
Canal du Rhône	Unique	Automne	> 1000 µm													0
			> 180 µm	36	20			2	8		22				1	89
			> 350 µm	1	2											3
			> 500 µm		2				1		1					4
			Total	**37**	**24**			**2**	**9**		**23**				**1**	**96**
	Unique	Printemps	> 1000 µm		1											1
			> 180 µm													0
			> 350 µm													0
			> 500 µm													0
			Total	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		**0**	**0**	**0**	**0**	**1**

Nom	Position	Saison	Polymères	PE	PP	PVC	PA	PS	PET	PVA	EVA	PU	Résine	Wax polymérique	Autres polymères	Total général
La Durance	Amont	Automne	> 1000 µm	1	1											2
			> 180 µm	8	13				1		12					34
			> 350 µm	3												3
			> 500 µm		2					1						3
			Total	**12**	**16**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**12**	**0**	**0**	**0**	**0**	**42**
	Amont	Printemps	> 1000 µm		2											2
			> 180 µm	1	2							3				6
			> 350 µm	1	1							1				3
			> 500 µm		2											2
			Total	**2**	**7**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		**4**	**0**	**0**	**0**	**13**
	Aval	Automne	> 1000 µm	1	1											2
			> 180 µm	11	3				6		6				1	27
			> 350 µm	1	2						2					5
			> 500 µm	1												1
			Total	**14**	**6**	**0**	**0**	**0**	**6**	**0**	**8**	**0**	**0**	**0**	**1**	**35**
	Aval	Printemps	> 1000 µm					1							1	2
			> 180 µm		1							1				2
			> 350 µm													0
			> 500 µm	1												1
			Total	**1**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**		**1**	**0**	**0**	**1**	**5**
La Durance Serre-Ponçon	Amont	Automne	> 1000 µm													0
			> 180 µm		2						2				1	5
			> 350 µm													0
			> 500 µm													0
			Total	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**1**	**5**
	Aval	Automne	> 1000 µm							13						13
			> 180 µm	2	7				1	2	1				2	15
			> 350 µm													0
			> 500 µm	2	1					4					1	8
			Total	**4**	**8**	**0**	**0**	**0**	**1**	**19**	**1**	**0**	**0**	**0**	**3**	**36**
Etang de Berre	Unique	Automne	> 1000 µm	1												1
			> 180 µm	15	8			3		1	1					28
			> 350 µm	2												2
			> 500 µm													0
			Total	**18**	**8**	**0**	**0**	**3**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**31**
	Unique	Printemps	> 1000 µm													0
			> 180 µm	1	2										19	22
			> 350 µm	1				1							1	3
			> 500 µm												2	2
			Total	**2**	**2**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**		**0**	**0**	**0**	**22**	**27**
L'Huveaune	Amont	Automne	> 1000 µm	1												1
			> 180 µm	20	51			2	1							74
			> 350 µm	5	8			1		1	1					16
			> 500 µm	3	6											9
			Total	**29**	**65**	**0**	**0**	**3**	**1**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**100**
	Amont	Printemps	> 1000 µm		1											1
			> 180 µm	7	16			1							1	25
			> 350 µm	3	2			1								6
			> 500 µm	4	2			3								9
			Total	**14**	**21**	**0**	**0**	**5**	**0**	**0**	**0**		**0**	**0**	**1**	**41**
	Aval	Automne	> 1000 µm													0
			> 180 µm	82	213			23	10		7				1	336
			> 350 µm	6	9			3		1						19
			> 500 µm	3	4											7
			Total	**91**	**226**	**0**	**0**	**26**	**10**	**1**	**7**	**0**	**0**	**0**	**1**	**362**
	Aval	Printemps	> 1000 µm	1				1								2
			> 180 µm		1										1	2
			> 350 µm													0
			> 500 µm	2	1											3
			Total	**3**	**2**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**		**0**	**0**	**1**	**7**
Lac de Sainte Croix	Unique	Automne	> 1000 µm	1											1	2
			> 180 µm	4	16	1	2			1					13	37
			> 350 µm	1											1	2
			> 500 µm												8	8
			Total	**6**	**16**	**1**	**2**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**23**	**49**
	Unique	Printemps	> 1000 µm													0
			> 180 µm													0
			> 350 µm		1											1
			> 500 µm													0
			Total	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		**0**	**0**	**0**	**1**

Nom	Position	Saison	Polymères	PE	PP	PVC	PA	PS	PET	PVA	EVA	PU	Résine	Wax polymérique	Autres polymères	Total général
Lac de Serres Ponçon	Amont	Automne	> 1000 µm							1					3	4
			> 180 µm	1	1			1		1					3	7
			> 350 µm												3	3
			> 500 µm		1			1		2						4
			Total	**1**	**2**	**0**	**0**	**2**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**9**	**18**
	Amont	Printemps	> 1000 µm					6								6
			> 180 µm		1											1
			> 350 µm					1								1
			> 500 µm													0
			Total	**0**	**1**	**0**	**0**	**7**	**0**	**0**		**0**	**0**	**0**	**0**	**8**
	Aval	Automne	> 1000 µm													0
			> 180 µm	1												1
			> 350 µm		1											1
			> 500 µm													0
			Total	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**
	Aval	Printemps	> 1000 µm													0
			> 180 µm	1	1							1				3
			> 350 µm													0
			> 500 µm		1											1
			Total	**1**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		**1**	**0**	**0**	**0**	**4**
Le Loup	Amont	Automne	> 1000 µm							1						1
			> 180 µm	24	9	1	1			2	25					62
			> 350 µm	2	1											3
			> 500 µm		2					1						3
			Total	**26**	**12**	**1**	**1**	**0**	**0**	**4**	**25**	**0**	**0**	**0**	**0**	**69**
	Amont	Printemps	> 1000 µm													0
			> 350 µm													0
			> 500 µm													0
			> 180 µm			1									1	2
			Total	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		**0**	**0**	**1**	**2**
	Aval	Automne	> 1000 µm							1						1
			> 180 µm	6	8					1						15
			> 350 µm							2						2
			> 500 µm	1	1											2
			Total	**7**	**9**	**0**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**20**
	Aval	Printemps	> 1000 µm													0
			> 180 µm													0
			> 350 µm		2	1										3
			> 500 µm													0
			Total	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		**0**	**0**	**0**	**3**
Le Rhône Arles	Amont	Automne	> 1000 µm	1	1			1								3
			> 180 µm	54	10				1	1	218				1	285
			> 350 µm	4							9					13
			> 500 µm	4	1						7					12
			Total	**63**	**12**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**234**	**0**	**0**	**0**	**1**	**313**
	Amont	Printemps	> 1000 µm	1						3						4
			> 180 µm	1	5											6
			> 350 µm	1	1										1	3
			> 500 µm		3											3
			Total	**3**	**9**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**		**0**	**0**	**0**	**1**	**16**
	Aval	Automne	> 1000 µm	3	2						1					6
			> 180 µm	88	48			6			198				1	341
			> 350 µm	18	12			1		1	37					69
			> 500 µm	10	13						8					31
			Total	**119**	**75**	**0**	**0**	**7**	**0**	**1**	**244**	**0**	**0**	**0**	**1**	**447**
	Aval	Printemps	> 1000 µm													0
			> 180 µm		1				1							2
			> 350 µm		1					1						2
			> 500 µm	1												1
			Total	**1**	**2**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**		**0**	**0**	**0**	**0**	**5**
La Siagne	Amont	Automne	> 1000 µm													0
			> 180 µm	1	3											4
			> 350 µm													0
			> 500 µm													0
			Total	**1**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**4**
	Amont	Printemps	> 1000 µm		1											1
			> 180 µm	2												2
			> 350 µm													0
			> 500 µm	1												1
			Total	**3**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		**0**	**0**	**0**	**0**	**4**
	Aval	Automne	> 1000 µm		1			1		4						6
			> 180 µm	4	2			1		3						10
			> 350 µm		1					4						5
			> 500 µm							10						10
			Total	**4**	**4**	**0**	**0**	**2**	**0**	**21**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**31**
	Aval	Printemps	> 1000 µm	1	1					1						3
			> 180 µm													0
			> 350 µm													0
			> 500 µm	1												1
			Total	**2**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**		**0**	**0**	**0**	**0**	**4**

Nom	Position	Saison	Polymères	PE	PP	PVC	PA	PS	PET	PVA	EVA	PU	Résine	Wax polymérique	Autres polymères	Total général
La Sorgue	Amont	Automne	> 1000 µm		3											3
			> 180 µm	34	11			2	2	1	12				1	63
			> 350 µm	8	2					1	1					12
			> 500 µm	1			1			1	1					4
			Total	**43**	**16**	**0**	**1**	**2**	**2**	**3**	**14**	**0**	**0**	**0**	**1**	**82**
	Amont	Printemps	> 1000 µm	3	3											6
			> 180 µm	9							2					11
			> 350 µm	8	4						1					13
			> 500 µm	15	2											17
			Total	**35**	**9**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**		**0**	**0**	**0**	**47**
	Aval	Automne	> 1000 µm	2	1										1	4
			> 180 µm	142	7			4	8		15	3			101	280
			> 350 µm	7				3							7	17
			> 500 µm	8	1			1							11	21
			Total	**159**	**9**	**0**	**0**	**8**	**8**	**0**	**15**	**3**	**0**	**0**	**120**	**322**
	Aval	Printemps	> 1000 µm													0
			> 180 µm													0
			> 350 µm													0
			> 500 µm													0
			Total	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**		**0**	**0**	**0**	**0**
L'Ubaye	Unique	Automne	> 1000 µm													0
			> 180 µm	32	10				2	3	184				11	242
			> 350 µm	1	2						10				1	14
			> 500 µm		2						5					7
			Total	**33**	**14**	**0**	**0**	**0**	**2**	**3**	**199**	**0**	**0**	**0**	**12**	**263**
Le Var	Amont	Automne	> 1000 µm													0
			> 180 µm	1	4					1						6
			> 350 µm	1												1
			> 500 µm		1											1
			Total	**2**	**5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**8**
	Amont	Printemps	> 1000 µm		1										4	5
			> 180 µm	1				1								2
			> 350 µm		1										1	2
			> 500 µm		6										1	7
			Total	**1**	**8**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**		**0**	**0**	**6**	**16**
	Aval	Automne	> 1000 µm													0
			> 180 µm	6	6			1	1		12					26
			> 350 µm	1							1					2
			> 500 µm													0
			Total	**7**	**6**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**13**	**0**	**0**	**0**	**0**	**28**
	Aval	Printemps	> 1000 µm	1	1		1									3
			> 180 µm						2		1					3
			> 350 µm													0
			> 500 µm	3												3
			Total	**4**	**1**	**0**	**1**	**0**	**2**	**0**	**1**		**0**	**0**	**0**	**9**
Le Verdon	Amont	Automne	> 1000 µm	1	1						1					3
			> 180 µm	7	9						26					42
			> 350 µm	1	1						3					5
			> 500 µm		3						2					5
			Total	**9**	**14**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**32**		**0**	**0**	**0**	**55**
	Amont	Printemps	> 1000 µm	3	3					1	2				28	37
			> 180 µm	2	2						3				4	11
			> 350 µm	1	1				1		1				5	9
			> 500 µm	2	3						2				19	26
			Total	**8**	**9**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**8**		**0**	**0**	**56**	**83**
	Aval	Automne	> 1000 µm	1												1
			> 180 µm	13	3			2		2	59					79
			> 350 µm	1	1					1	7					10
			> 500 µm		3						3					6
			Total	**15**	**7**	**0**	**0**	**2**	**0**	**3**	**69**	**0**	**0**	**0**	**0**	**96**
	Aval	Printemps	> 1000 µm													0
			> 180 µm	1						1	2					4
			> 350 µm								1					1
			> 500 µm							1						1
			Total	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**3**		**0**	**0**	**0**	**6**



Expédition MED

QUALYSE
Ensemble pour un territoire sain et sûr

RÉGION SUD
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



Rédaction : Nicolas GOSSET **Pour** : Expédition MED

Campagne de suivi des microplastiques dans les cours d'eau de la région SUD, Provence-Alpes-Côte d'Azur – 2025