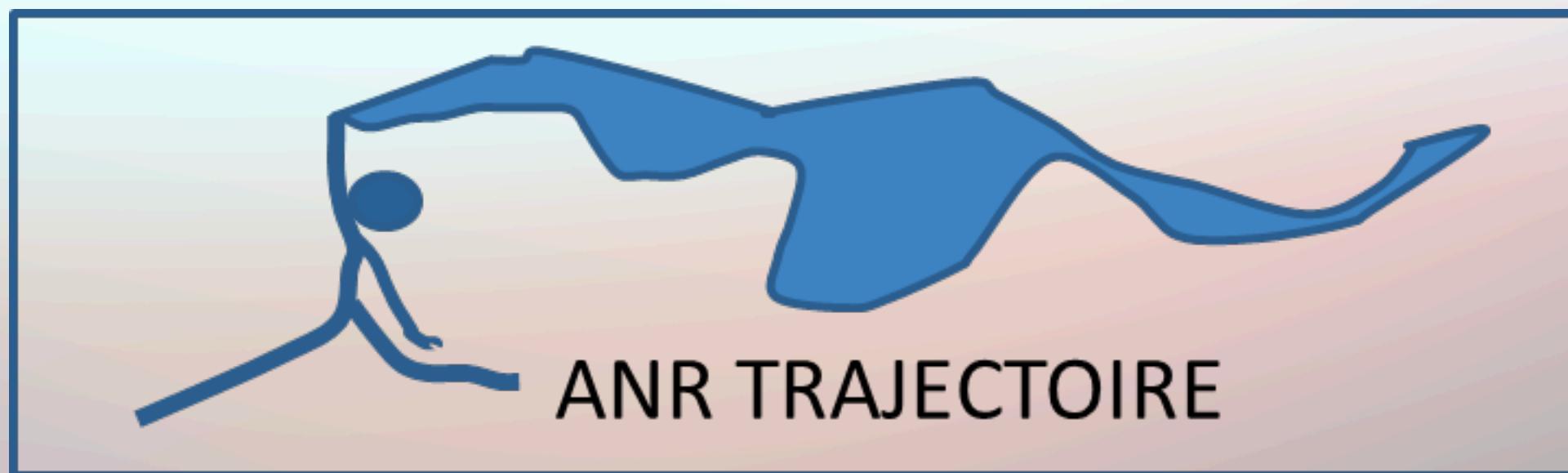


Additifs et Microplastiques dans les grands fleuves Français

- Moselle - Meuse - Loire - Rhin - Rhône -

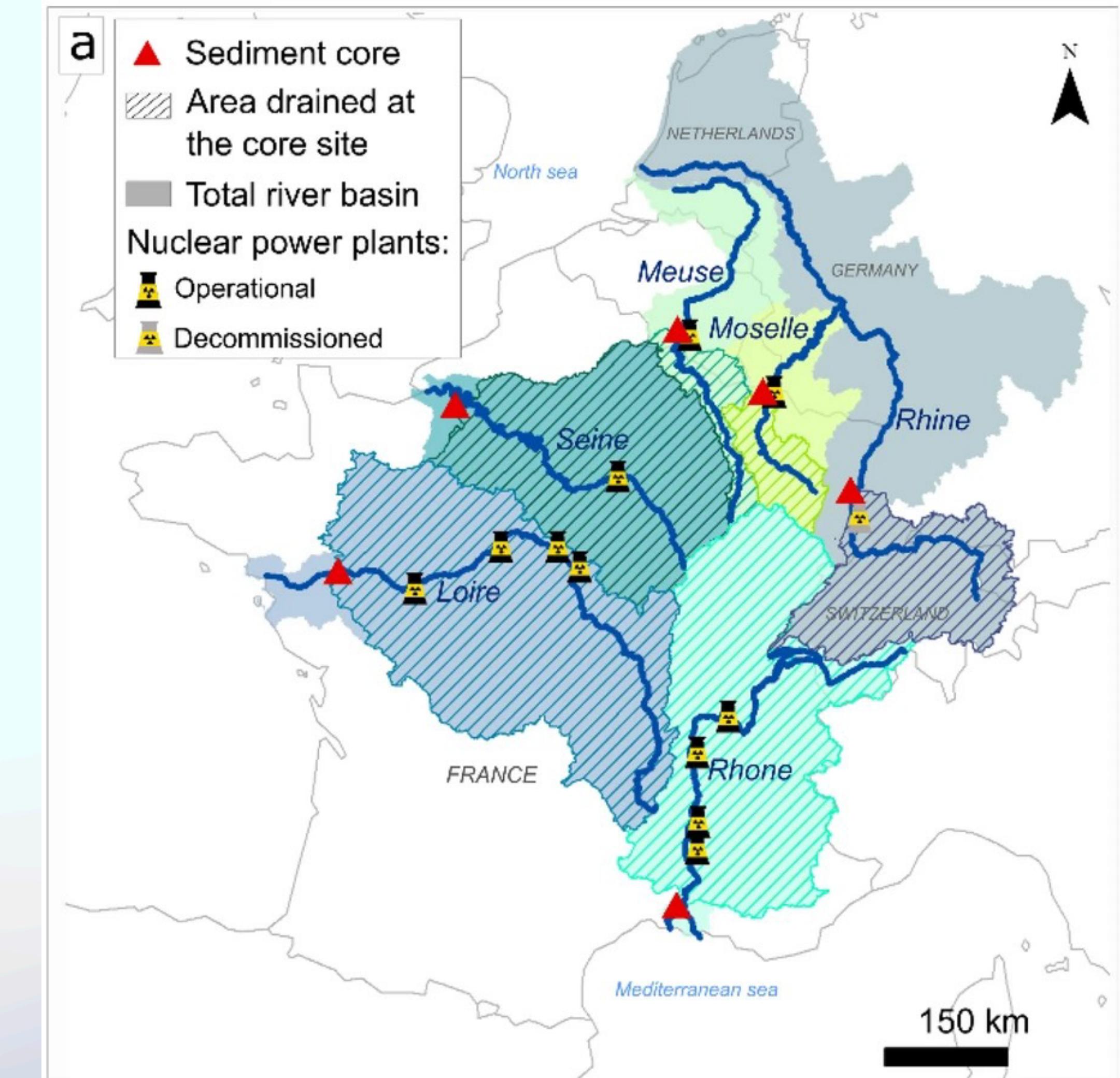
ANR TRAJECTOIRE



I. Introduction

Contexte de l'étude à partir des carottes sédimentaires prélevées dans 5 bassins versant majeurs français

- Datation : Isotopes ^{137}Cs et $^{210}\text{Pb}_{\text{xs}}$
 - Périodes :
 - Loire : 1910 - Aujourd'hui
 - Meuse : 1947 - Aujourd'hui
 - Moselle : 1930 - Aujourd'hui
 - Rhin : 1860 - Aujourd'hui
 - Rhône : 1930 - Aujourd'hui
 - Analyses MIO : OPEs, PAEs et Microplastiques



Carte des bassin versant des grands fleuves français (Eyrolle et al., 2024)

I. Introduction

Contexte de l'étude à partir des carottes sédimentaires prélevées dans 5 bassins versant majeurs français

Production mondiale de plastique en 2021 : 390,7 Mt \Rightarrow Transfert et accumulation massive de déchets des milieux terrestres vers les milieux aquatiques

Devenir des déchets plastiques : Fragmentation (photodégradation, abrasion, dégradation biotique) \Rightarrow Formation de particules fines + relargage des additifs

PAEs (Phtalates) : Plastifiants \Rightarrow flexibilité, résistance (produits manufacturés)

OPEs (Esters Organophosphorés) : Retardateurs de flammes et plastifiants \Rightarrow peintures, adhésifs, cosmétiques...

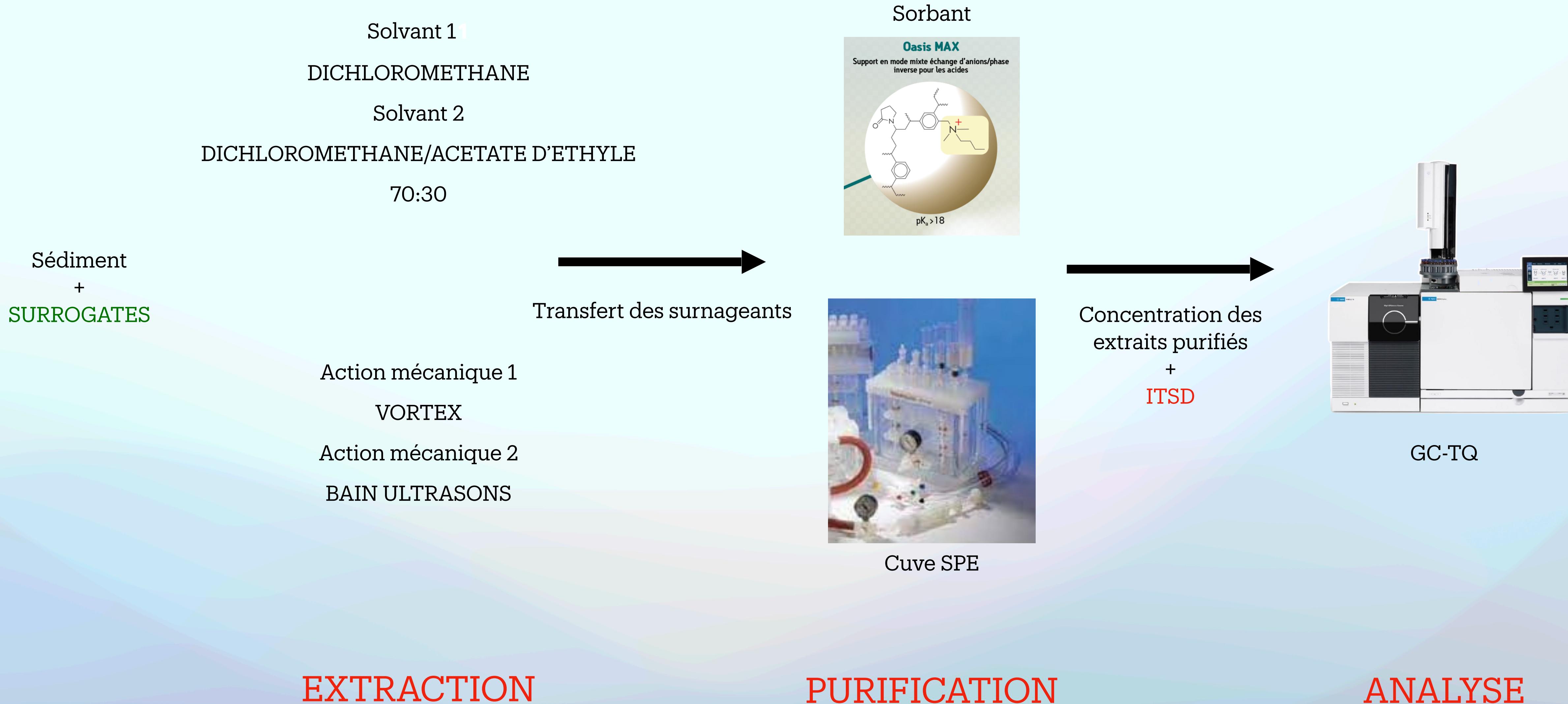
Microplastiques : Particules plastiques \Rightarrow Classe de taille : 1 à 5000 μm

L'ARN TRAJECTOIRE a permis d'évaluer l'émergence de contaminants notamment les additifs plastiques, qui sont transférés des compartiments fluviaux aux compartiments marins, et leurs impacts sur l'environnement au fil du temps en lien avec les activités technologiques et industrielles du XXe siècle

Les 5 fleuves étudiés sont fortement impactés par l'activité humaine et leur morphologie a été modifiée à partir des années 1960 (barrages, rejets d'usines de traitements des eaux usées et installations hydroélectriques)

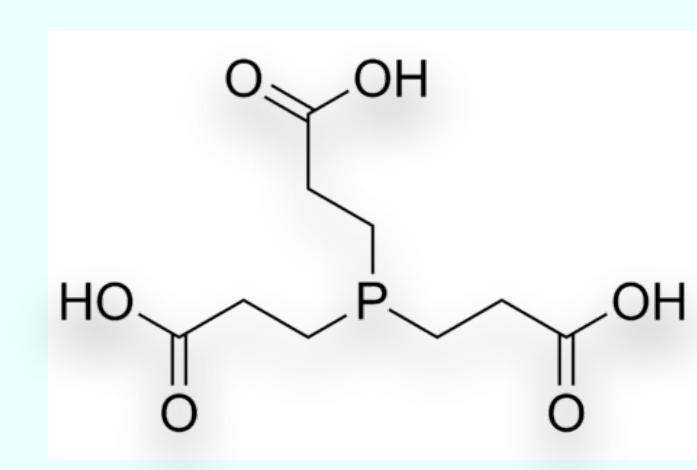
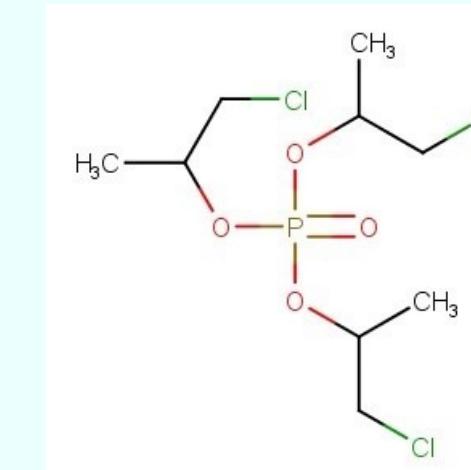
II. Matériel et méthode

Extractions et analyses OPEs et PAEs



II. Matériel et méthode

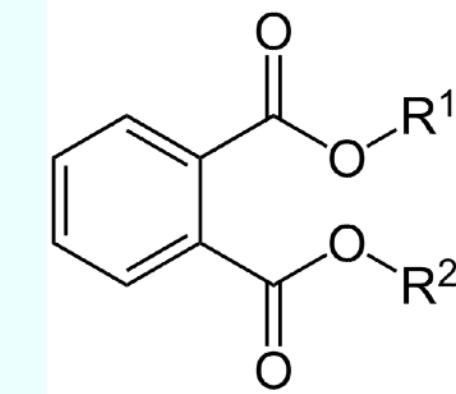
Listes des OPEs analysés



	UTILISATIONS
TBP (TiBP et TnBP)	Retardateur de flammes, plastifiant, anti-hausse (aéronautique, peintures...)
TCEP	Plastifiant, régulateur de viscosité, retardateur de flammes (meubles, matériaux de construction, textiles...)
TCPP	Retardateur de flammes, agent imperméabilisant (matériaux de construction, mousses expansives, meubles rembourrés, matelas...)
TDCP	Retardateur de flammes (mousses expansives, meubles rembourrés, matelas...)
TPhP	Plastifiant, retardateur de flammes (vernis à ongles, acétate de cellulose...)
EHDPP	Plastifiant, retardateur de flammes (PVC souples, mousses expansives, fluides hydrauliques, peintures...)
TEHP	Produits phytosanitaires, adhésifs et mastics, produits de revêtement, enduits, mastics, enduits, pâte à modeler, lubrifiants, graisses...

II. Matériel et méthode

Liste des PAEs analysés



	UTILISATIONS
DMP	Déodorants
DEP	Fragrances, déodorants, gels et mousses pour les cheveux, shampooings, savons, fixatifs pour cheveux, vernis à ongle, lotions pour le corps
DBP (DiBP et DnBP)	Fragrances, déodorants, fixatifs pour cheveux, vernis à ongle, encres pour imprimante, insecticides, produits pharmaceutiques...
BzBP	Fragrances, fixatifs pour cheveux, adhésifs et colles, produits pour l'automobile, revêtement de sol en vinyle
DEHP	Fragrances, produits flexibles en PVC (rideau de douche, tuyau d'arrosage, couche, revêtements de sols et toitures, contenant pour la nourriture, film d'emballage alimentaire, sac pour unités de sang, cathéter, tubulure pour soluté, gants, etc.)
DNOP	Produits flexibles à base de plastique (revêtements de sols, tuyaux d'arrosage, jouets, gants, chaussures, produits d'emballage alimentaire,...)

II. Matériel et méthode

Extractions et analyses des Microplastiques



Séparation densimétrique
- Matrice + NaI ($d=1,6$) -



Filtration II - Transfert
filtre or

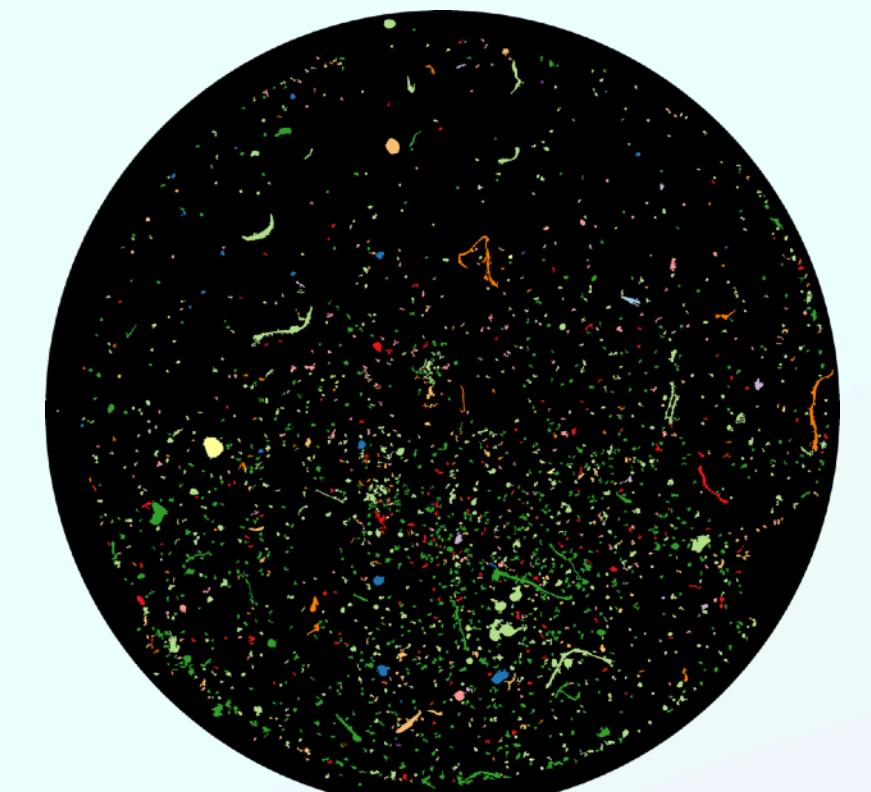
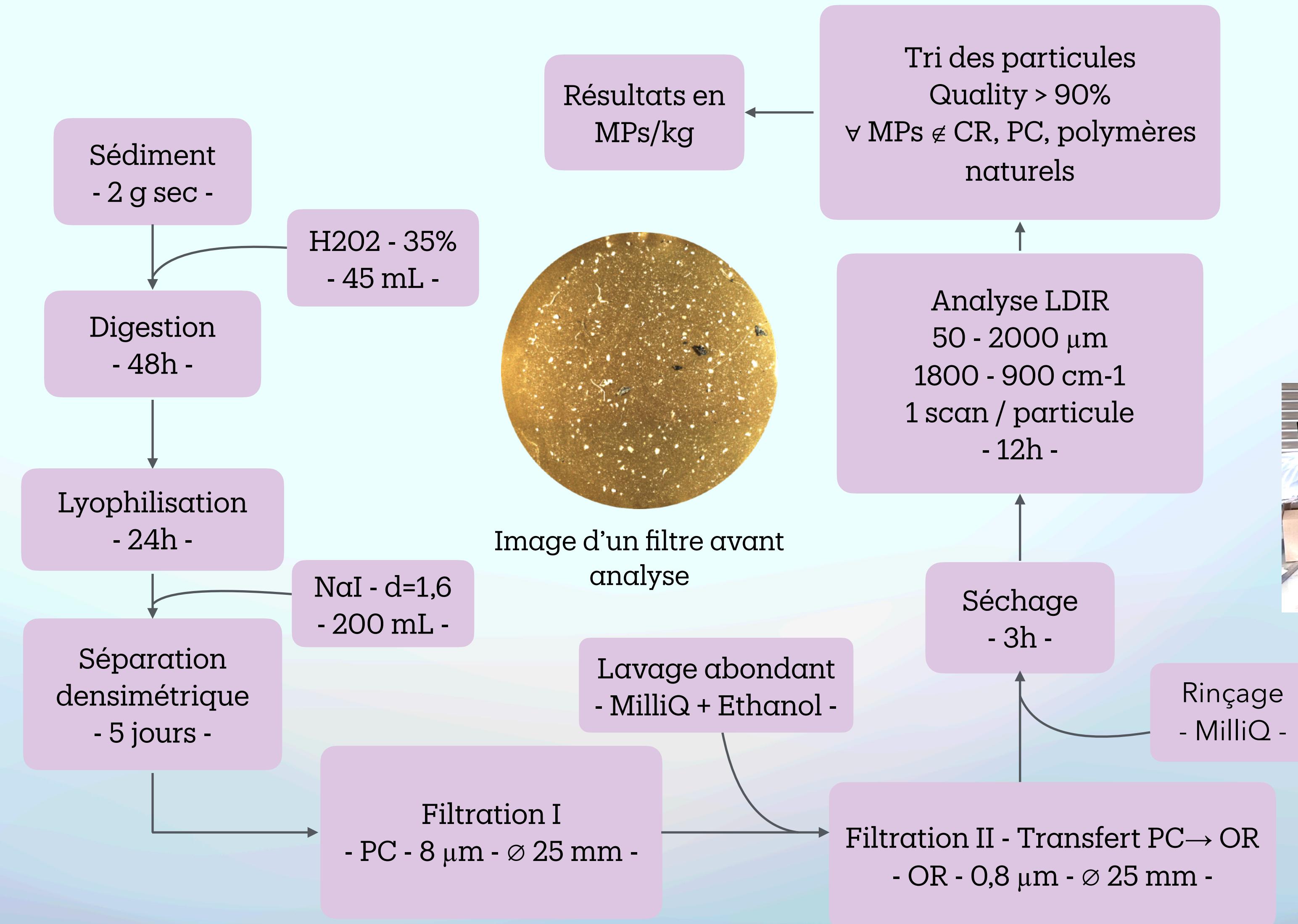
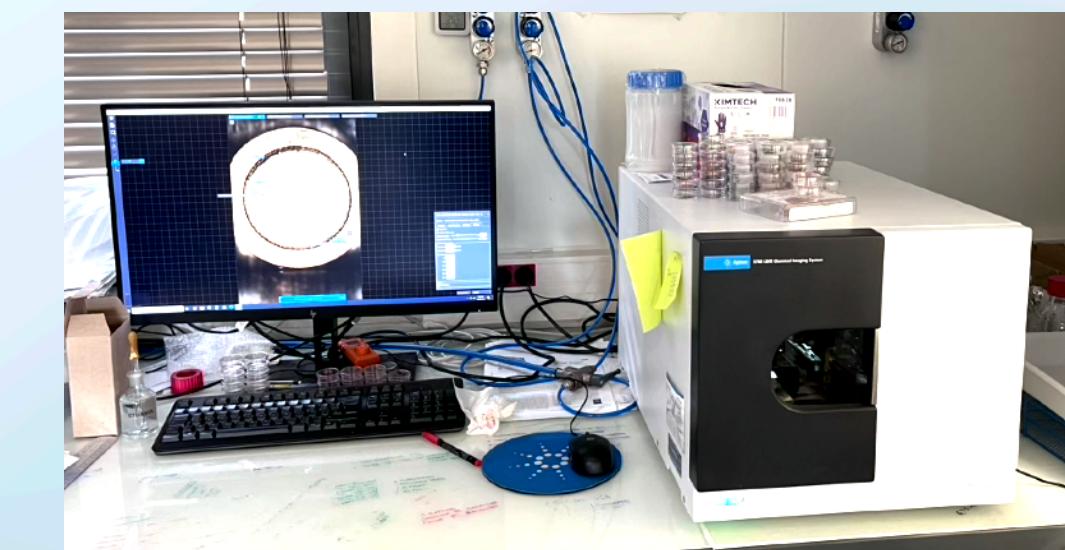


Image d'un filtre après analyse

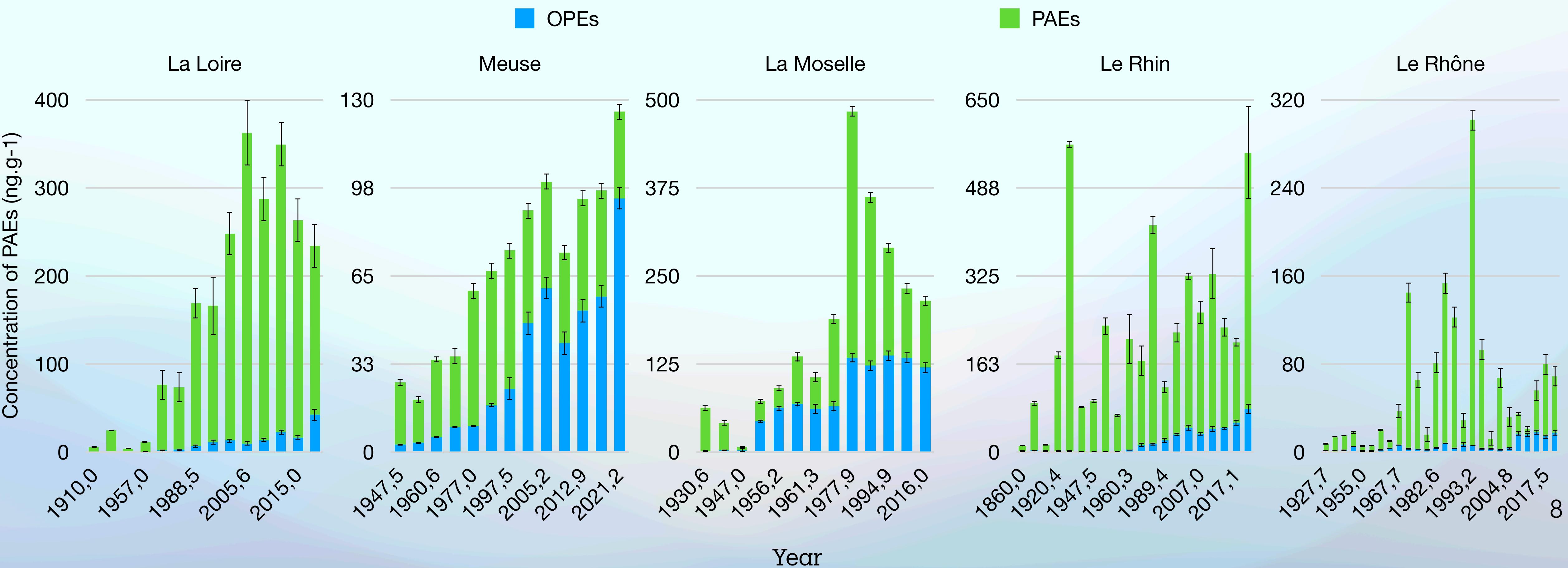


Analyse LDIR

III. Résultats

Analyses des Additifs

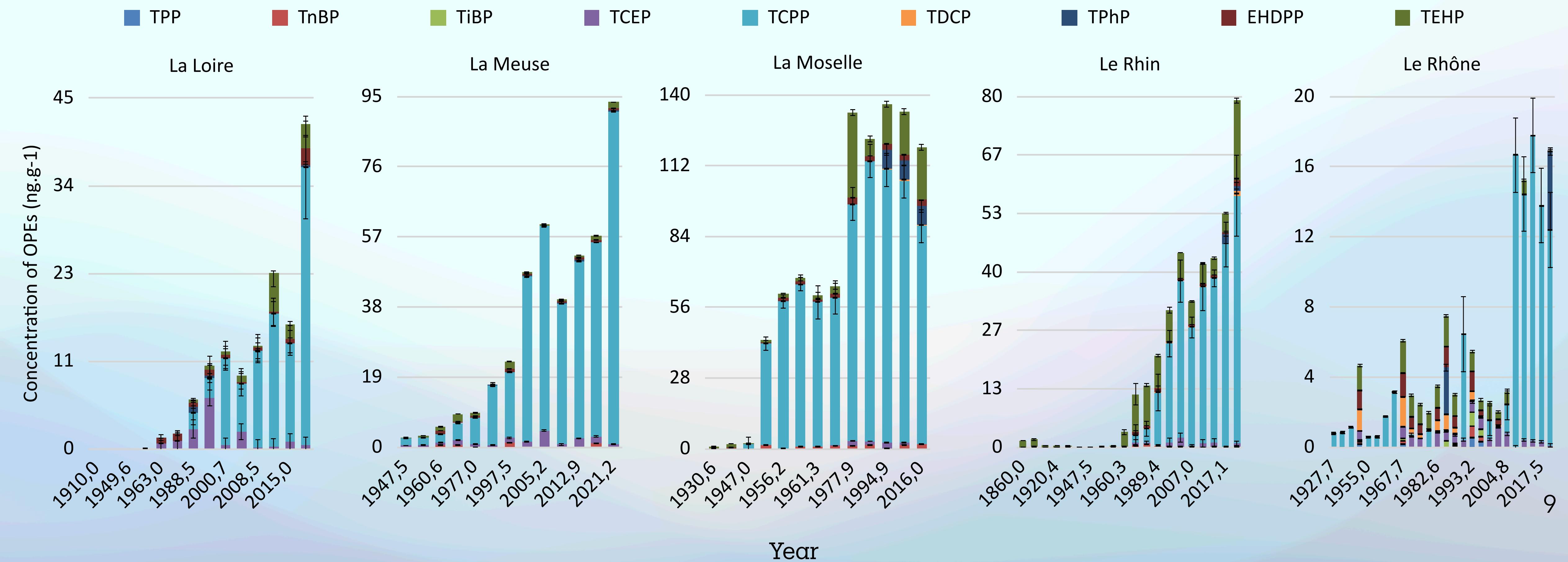
Concentrations en additifs au cours du temps dans les carottes sédimentaires



III. Résultats

Analyses des OPEs

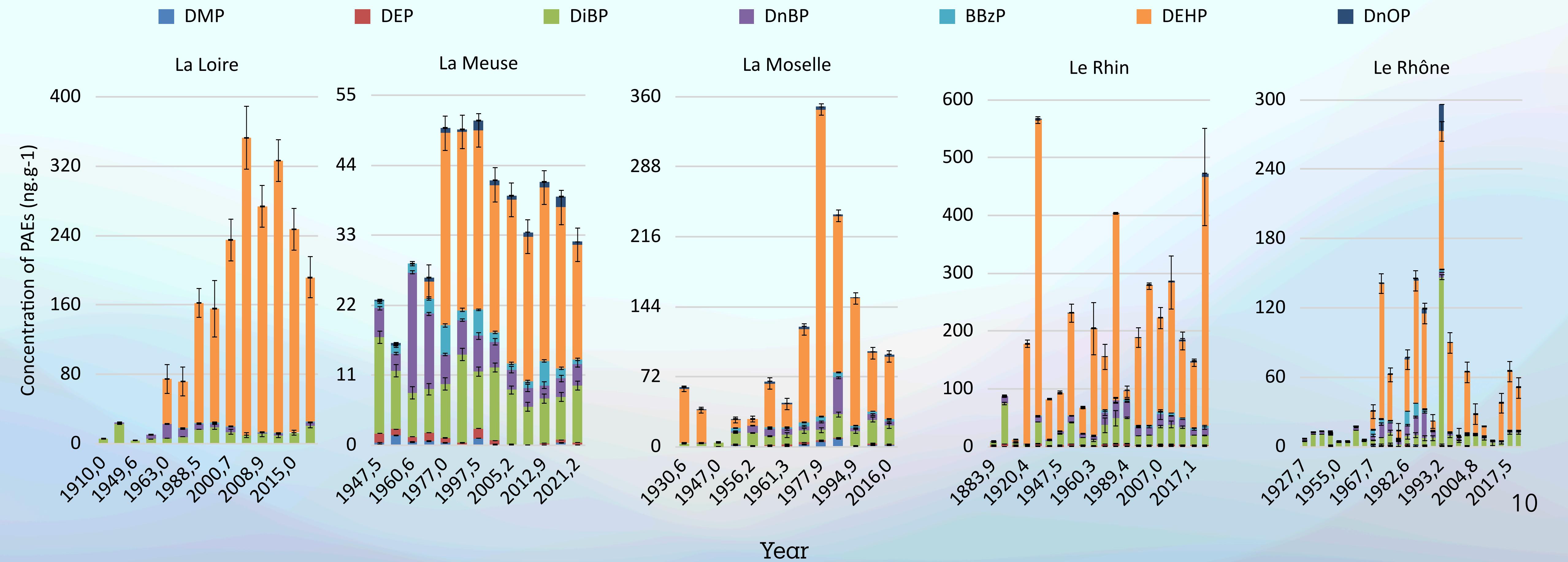
Concentrations en OPEs au cours du temps dans les carottes sédimentaires



III. Résultats

Analyses des PAEs

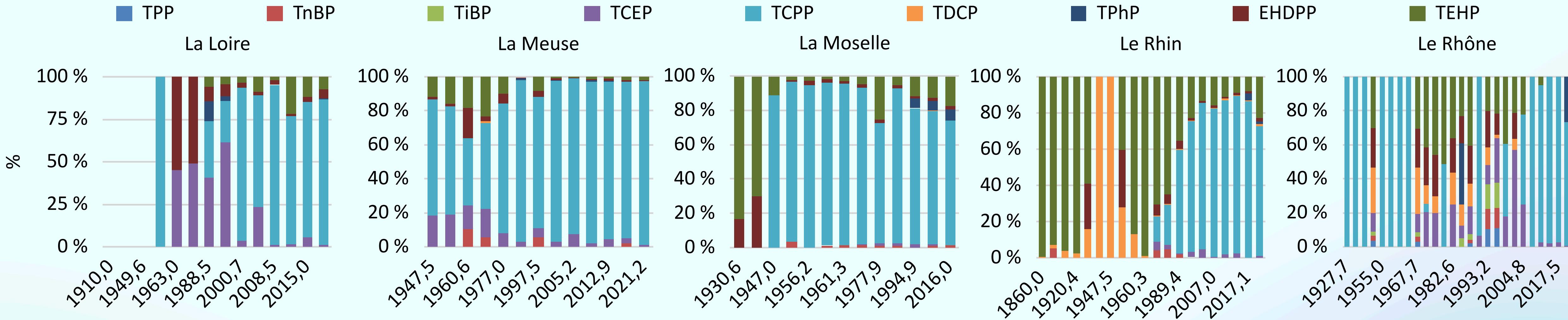
Concentrations en PAEs au cours du temps dans les carottes sédimentaires



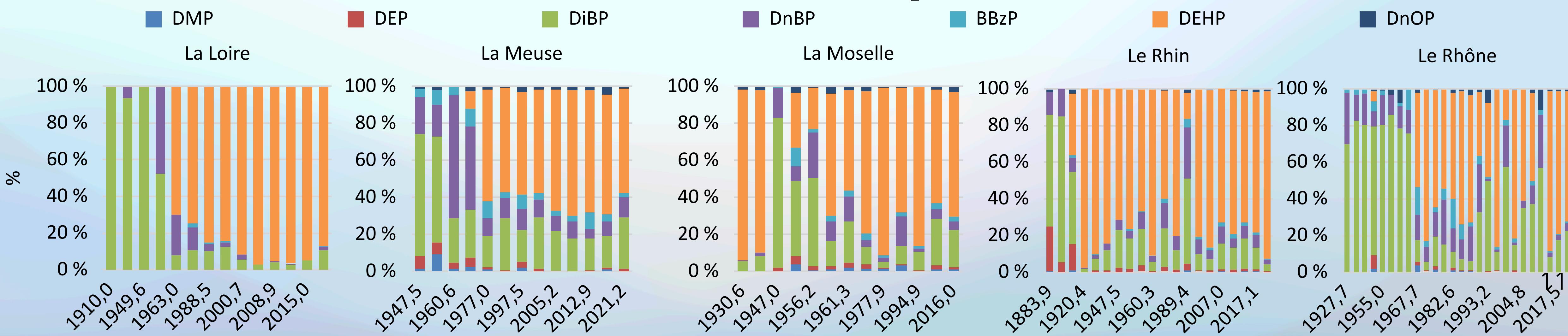
III. Résultats

Analyses des additifs

Abondances relatives en OPEs au cours du temps dans les carottes sédimentaires

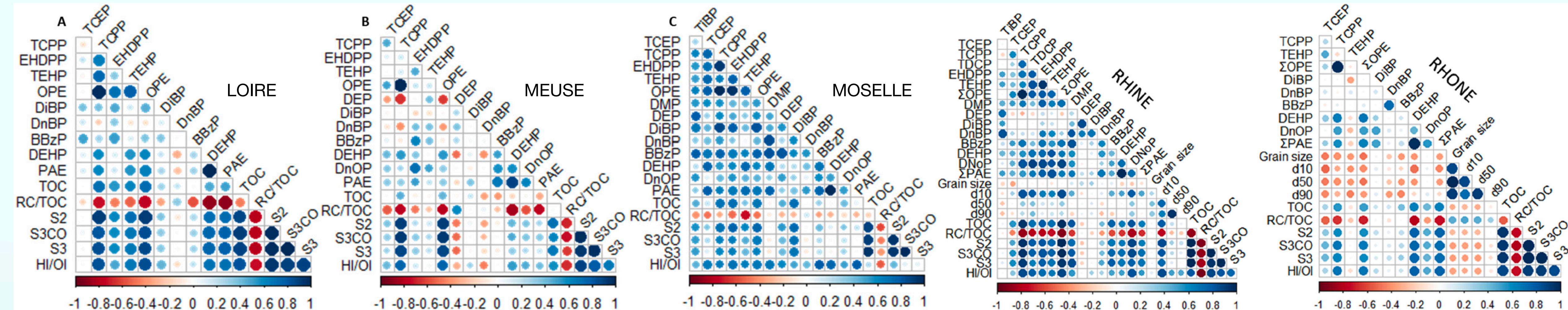


Abondances relatives en PAEs au cours du temps dans les carottes sédimentaires



III. Résultats

Corrélation avec la granulométrie (Rhône et Rhin) et la matière organique



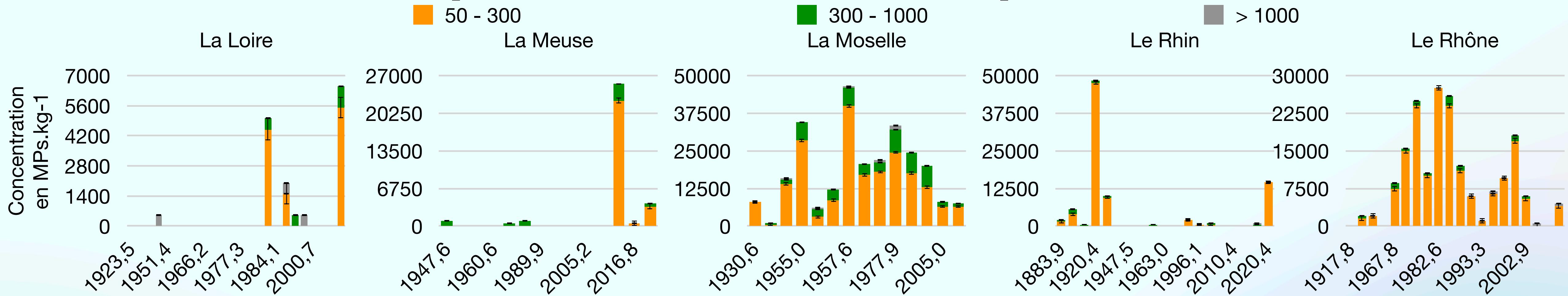
- OPEs et PAEs globalement corrélés positivement à :
 - COT, HI/OI, S2, S3, S3CO
- Corrélation négative avec le rapport RC/COT
- Aucune corrélation avec la granulométrie
- Tendances par type de composé
 - OPEs : corrélations plus fortes que pour les PAEs
 - TCPP : fortement corrélé à la MO dans toutes les rivières
 - TCEP : aucune corrélation significative
 - DEHP : fortement corrélé dans la Loire, mais pas dans la Moselle ni la Meuse

- Variabilité spatiale
 - Rhin : nombreuses corrélations fortes (TCPP, TDCP, EHDPP, TEHP + DMP, BBzP, DEHP, DnOP)
 - Rhône : corrélations limitées, principalement TCPP, DEHP, ΣOPEs, ΣPAEs
 - Moselle : fleuve avec le plus grand nombre de corrélations significatives
 - Meuse : très peu de corrélations observées

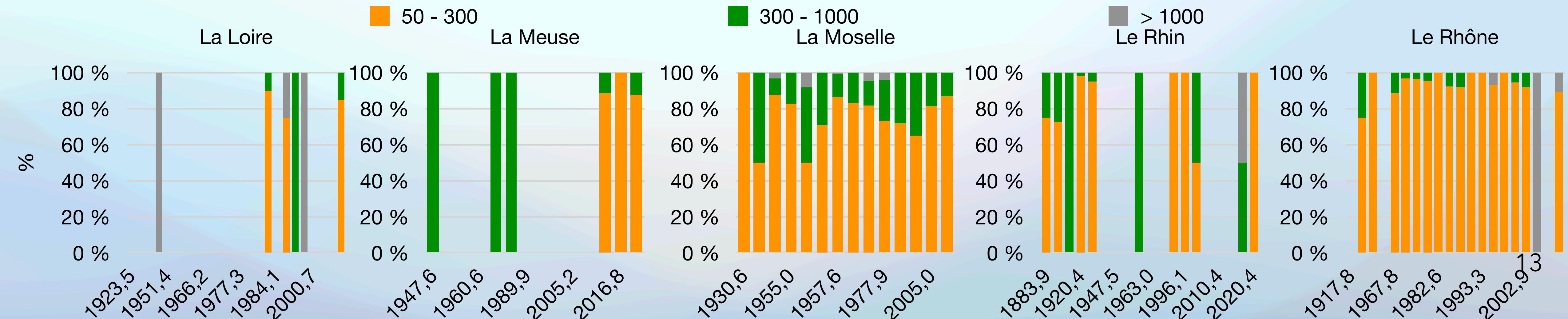
III. Résultats

Analyses de Microplastiques

Concentration en MPs par classe de taille au cours du temps dans les carottes sédimentaires

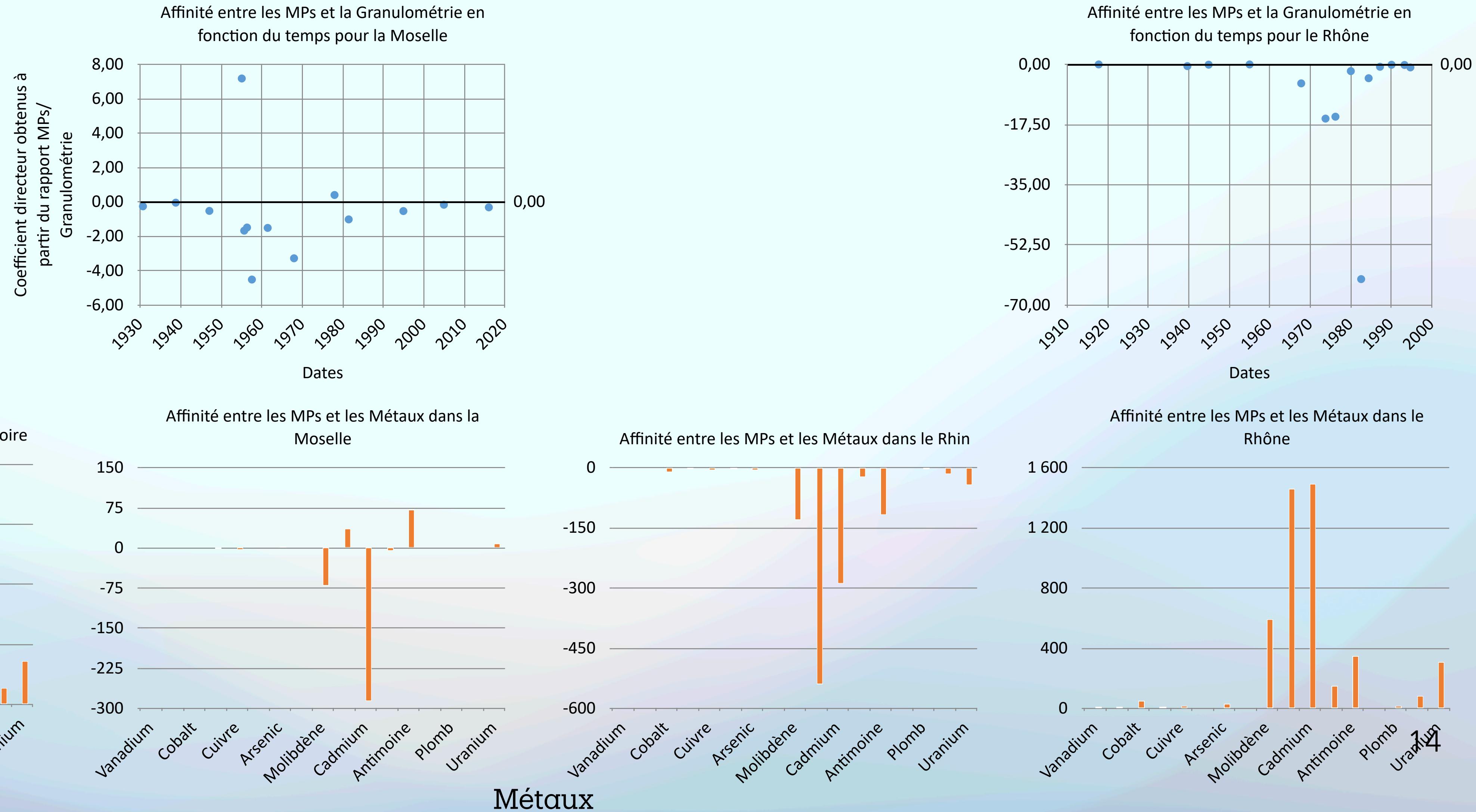


Abondances relatives en MPs par classe de taille au cours du temps dans les carottes sédimentaires



III. Résultats

Corrélation avec la granulométrie et/ou métaux



V. Conclusion

Analyses Additifs

- Augmentation continue depuis le début du XX^e siècle (fin XIX^e pour le Rhin)
- OPEs : progression régulière ; PAEs : trajectoires plus irrégulières
- Pics de concentration après 1990, liés à l'essor industriel, à l'urbanisation et à l'usage massif des plastiques
- Corrélation positive avec le COT, indiquant une sorption sur la matière organique
- Séiments = archives des pressions anthropiques
- Outil pour modèles prédictifs et gestion de la pollution plastique

V. Conclusion

Analyses Microplastiques

- Contamination généralisée (jusqu'à 50 000 MPs/kg)
- Particules majoritairement entre 50–300 µm (fragmentation)
- Enregistrement temporel possible dans la Loire, Meuse, Rhin ; moins clair pour le Rhône et la Moselle
- Pas de lien avec la granulométrie → dépôt non contrôlé par les propriétés physiques
- Corrélations avec certains métaux (Mo, Ag, Cd) → pistes sur les polymères, à approfondir et valider
- Intercalibration µFTIR-LDIR prévue pour fiabiliser l'identification
- Processus complexes → besoin d'approches pluridisciplinaires

Merci pour votre attention