



Rouen,
le 11 juin 2025

Journée PHRESQUES-2

Le suivi haute-fréquence de la qualité de l'eau de la Seine,
de Paris à la mer

Estimation des flux de contaminants particulaires sur le Rhône par l'Observatoire des Sédiments du Rhône

Marina Coquery, Hugo Delile, Jérôme Labille,
Olivier Radakovitch, Jérôme Le Coz

Portage & coordination



Financement



Labélisation



Consortium scientifique



L'Observatoire des Sédiments du Rhône en quelques mots...

Un programme scientifique initié en 2009 dans le cadre de la Zone atelier du bassin du Rhône – ZABR - et du Plan Rhône

Un suivi sur le temps long et sur tout le continuum fluvial – du lac Léman à la Méditerranée - pour mesurer, analyser et modéliser le fonctionnement hydro-sédimentaire du fleuve (formes fluviales, charge de fond, flux de matières en suspension et de contaminants ...)

Une recherche structurée autour des grands enjeux de la gestion sédimentaire du Rhône et conduites en interaction avec les acteurs du fleuve

Une expertise scientifique interdisciplinaire et des compétences méthodologiques partagées



Genèse et trajectoire de l'observatoire et de ses missions de recherche

En 2005 la ZABR est sollicitée par la CNR pour mettre en place « **un observatoire sédimentaire permettant de définir les actions à mener dans le domaine du transit des limons, sables et graviers, et du maintien de la capacité morphogène des crues** »



Plan
Rhône
Saône



Etude préliminaire

2006

Constat d'un déficit de connaissances sur les dynamiques sédimentaires du fleuve.

OSR1

2009

Phase de lancement

OSR3

2014

Phase de transition
Maintenance des suivis

OSR5

2018-2020

Fonctionnement
4 axes - 14 actions

2020

Phase de transition
Bilan et prospective



OSR2

2010-2013

Etat des lieux
5 axes et 12 actions

OSR4

2015-2017

Fonctionnement
5 axes - 22 actions

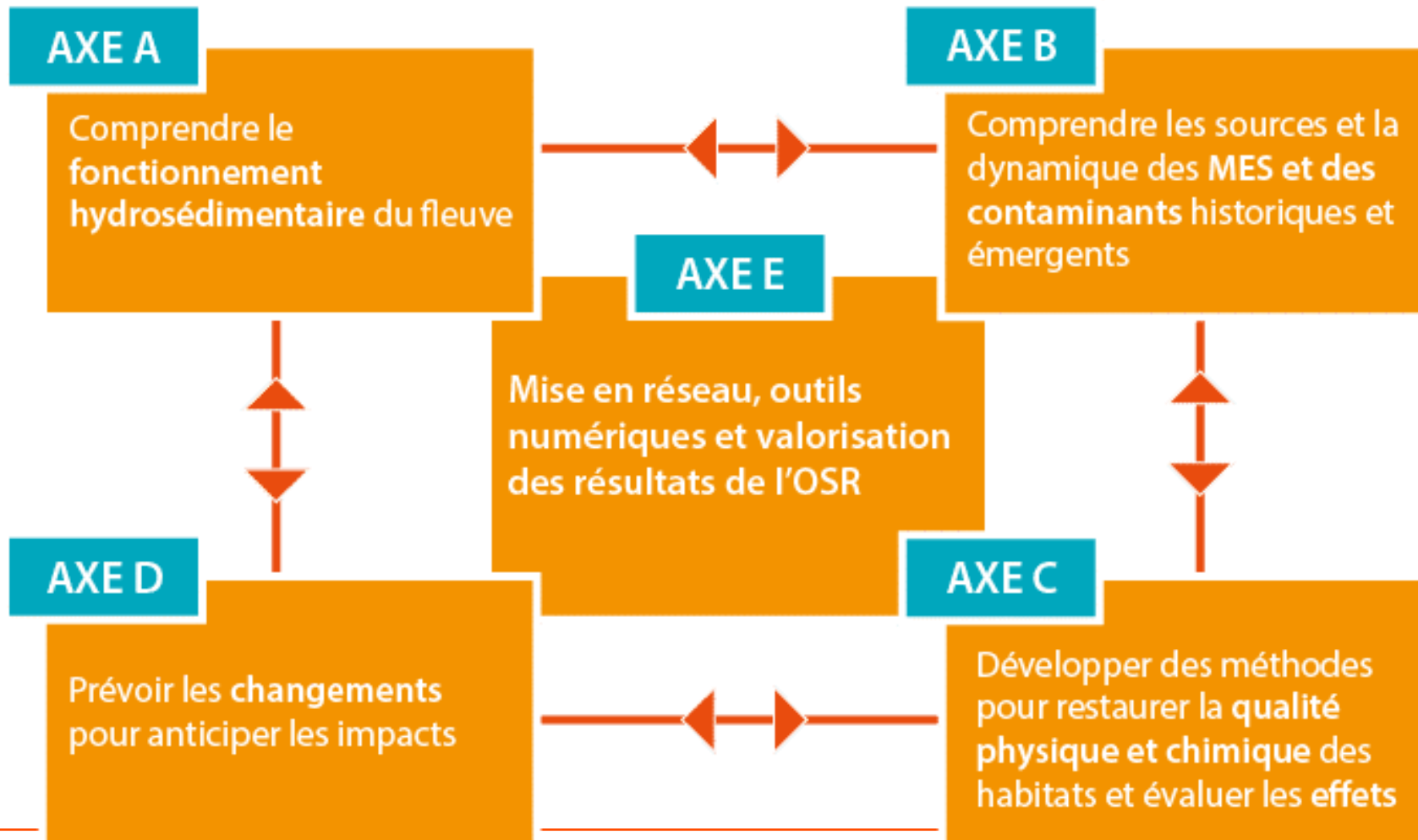
OSR6

2021-2023

Fonctionnement
5 axes - 21 actions



Le programme d'actions OSR7 (2024-2027)



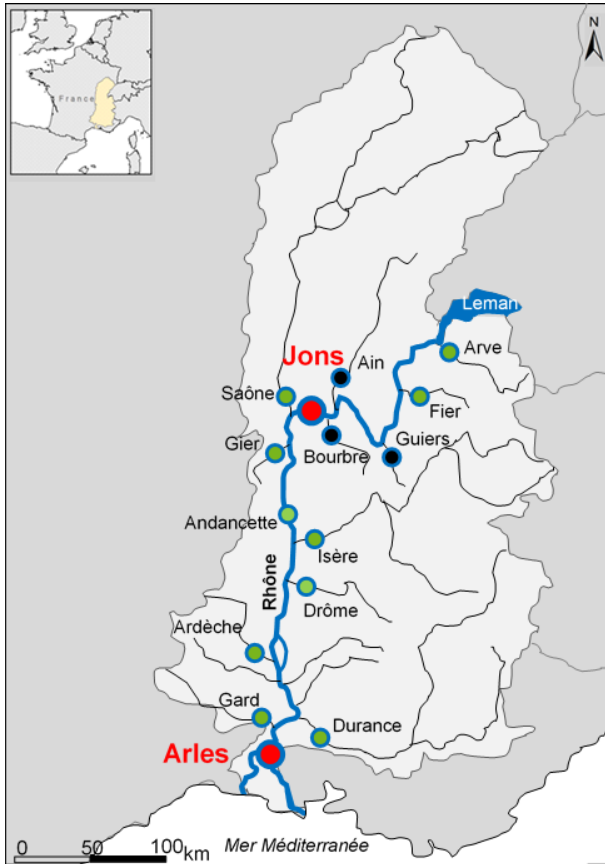
Les questions de connaissances posées sur les flux de contaminants particuliers

- Quelles quantités de MES et contaminants associés le Rhône exporte-t-il à la mer chaque année ?
- Quelles sont les dynamiques inter-saisonnières des flux de contaminants transférés à la mer ?
- Quel est le rôle respectif des principaux affluents du bassin versant ?
- Quel bilan amont - aval des apports de contaminants ?

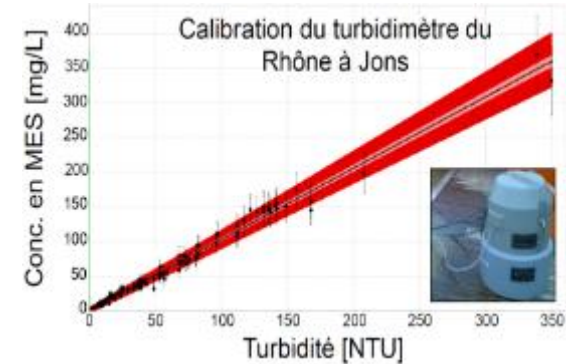
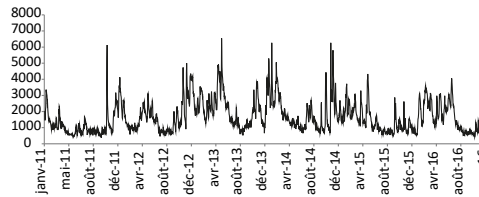
Evaluer les flux de contaminants particulaires

1

Mesure du débit et des flux de MES



$$\text{Flux}_{\text{contaminants}} = \underbrace{\text{Débit}} \times \underbrace{\text{Conc.}_{\text{MES}}} \times \text{Conc.}_{\text{contaminant}}$$

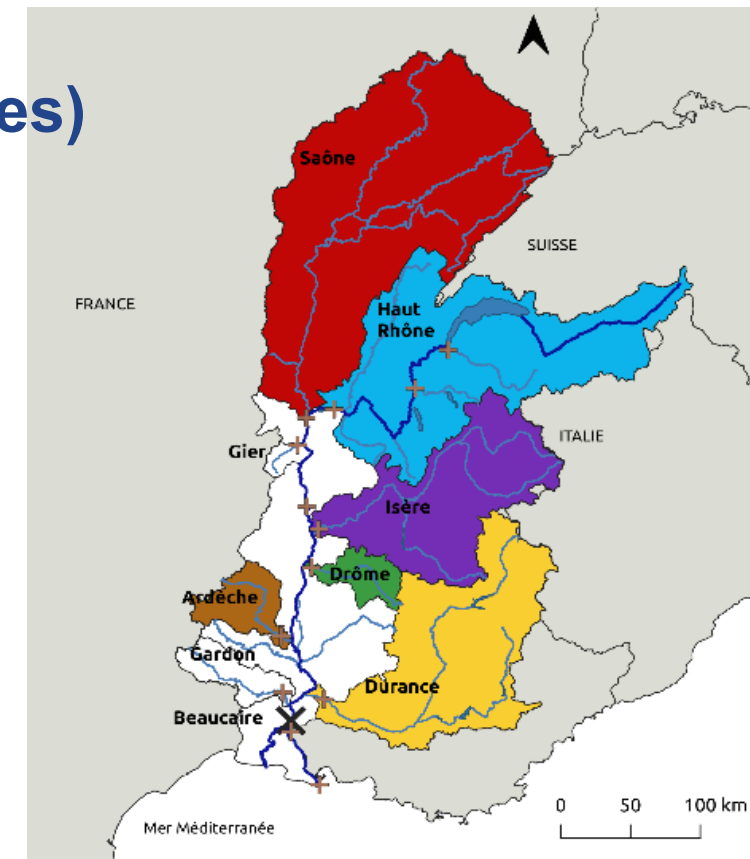
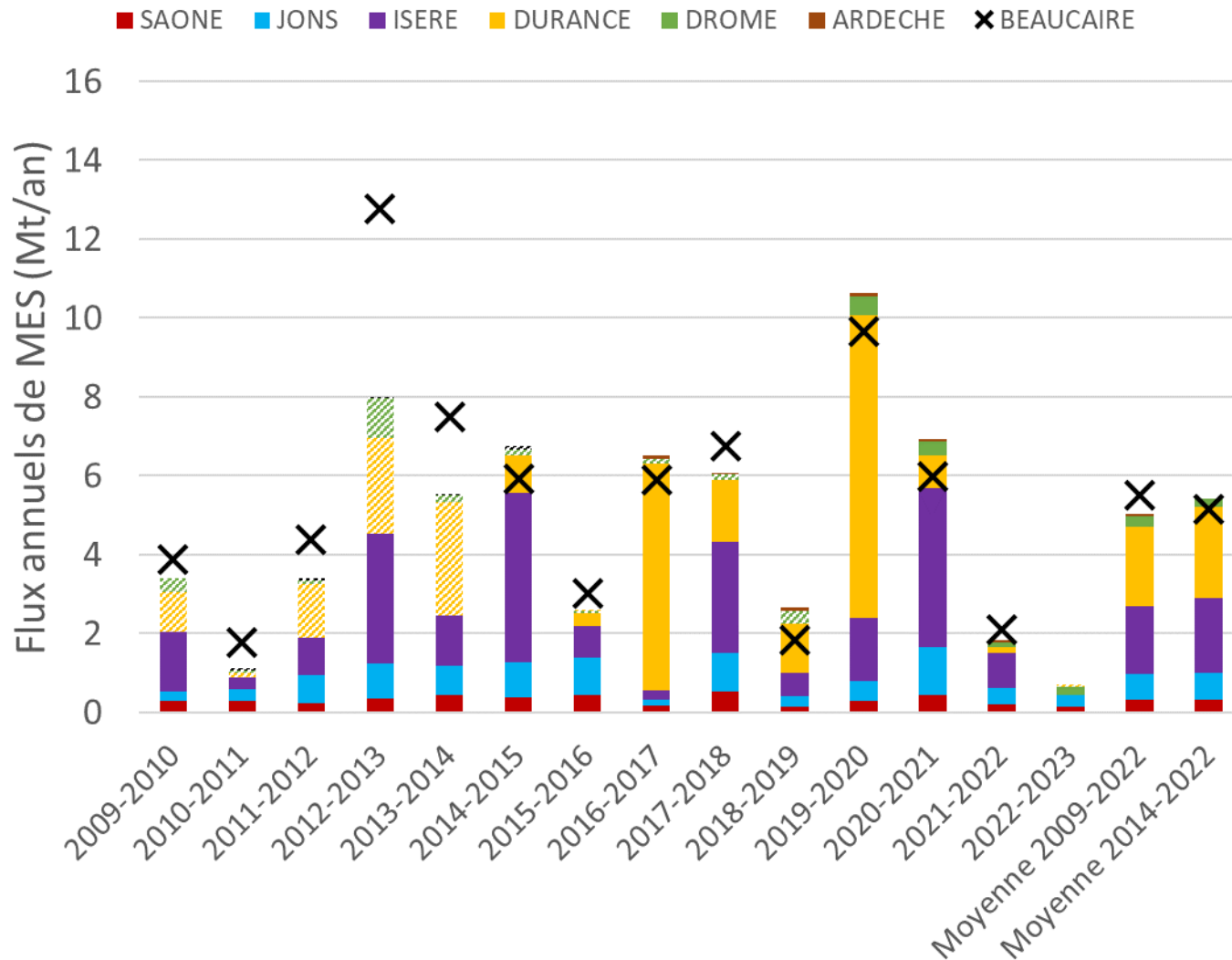


- Déploiement réseau de mesure
- Données de débits en continu
- Données de turbidité en continu
- Calibration (préleveurs automatiques)

Réseau de mesure de l'OSR depuis 2010

Poulier et al 2019, STOTEN

Flux de MES annuels du Rhône à Beaucaire (Arles)



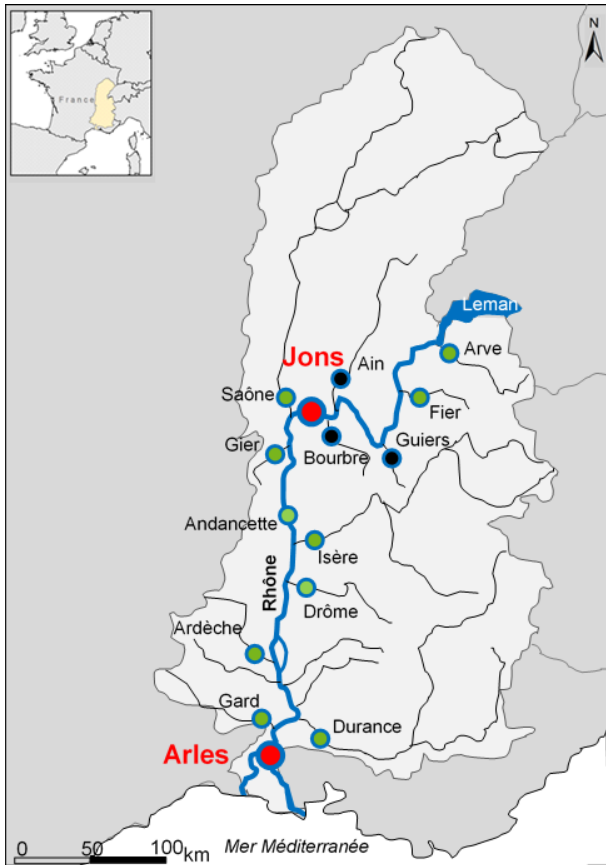
- ❑ Flux moyen annuel 2014-2022 : 5,1 Mt/an
- ❑ Podium : Durance, Isère, Haut-Rhône, Saône, et parfois la Drôme !
- ❑ Bilans annuels proches de l'équilibre, avec forte variabilité Isère et Durance (crues, chasses)
- ❑ Avant 2014, la reconstitution des flux de la Durance par loi Cs(Q) est trop incertaine

Evaluer les flux de contaminants particulaires

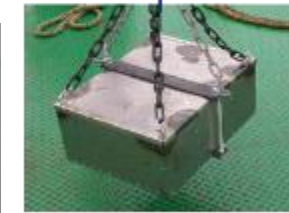
2

Mesure intégrée de la concentration en contaminants particulaires

$$\text{Flux}_{\text{contaminants}} = \text{Débit} \times \text{Conc.}_{\text{MES}} \times \text{Conc.}_{\text{contaminant}}$$

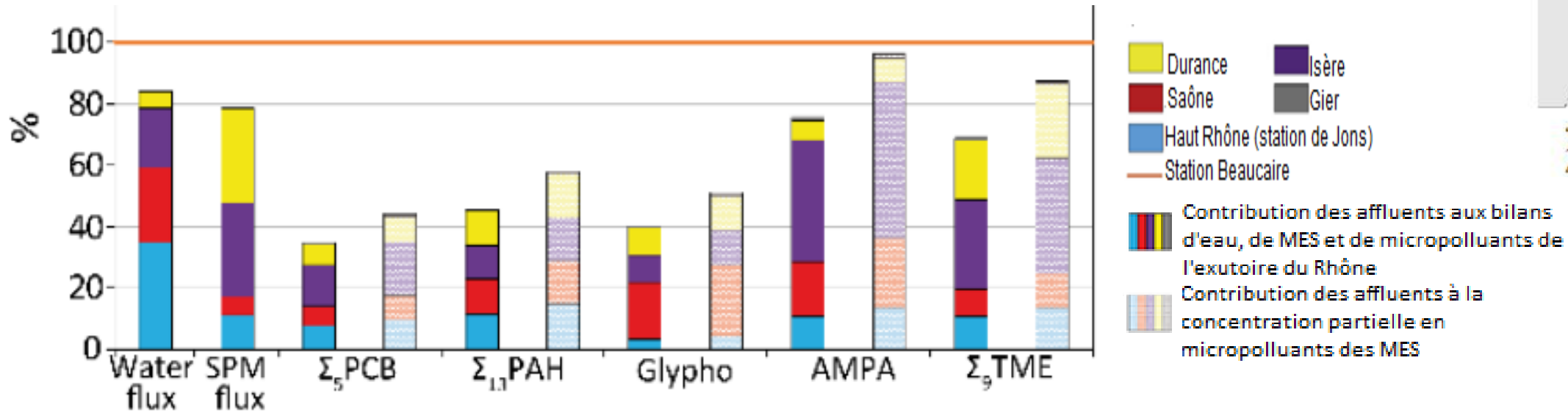


- Echantillonnage des MES (pièges à particules + centrifugeuse à flux continue sur le Rhône amont et Arles)
- Traitement des échantillons (tamisage, lyophilisation, broyage)
- Analyses chimiques : métaux, PCB, HAP, PBDE, radionucléides...
- Bancarisation



Bilan et dynamique des flux de MES et contaminants

2008-2018 : bilans interannuels exprimés en % des flux et concentration rejetés à l'exutoire du Rhône



Delile et al 2020, Water Research

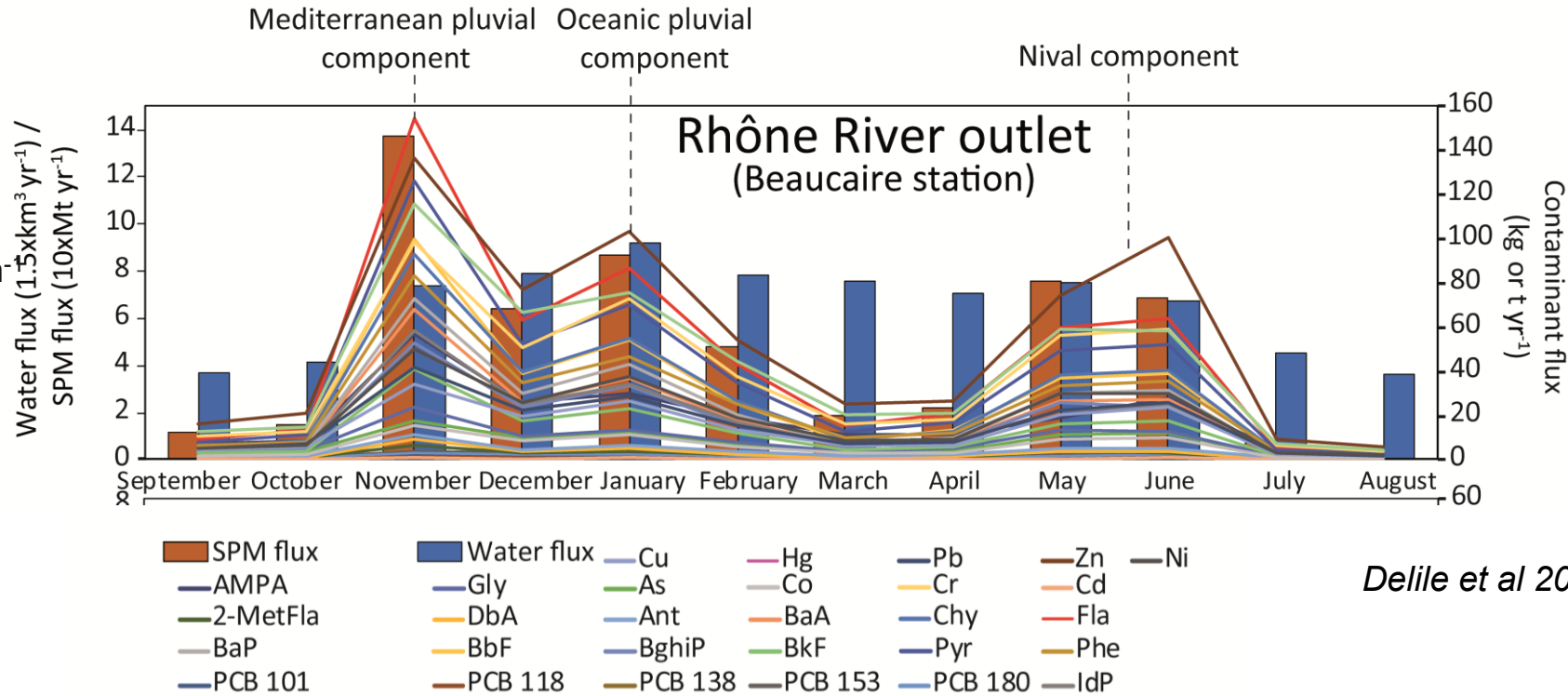
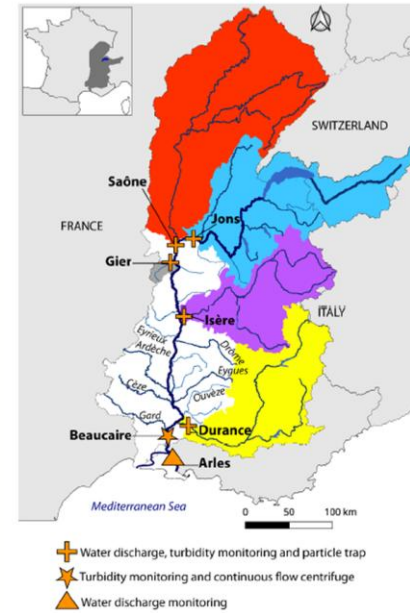


Hypothèse du déficit observé à Arles : présence de sources urbaines manquantes ?

Car les agglomérations des zones urbaines le long du Rhône ne sont pas prises en compte lors des calculs des flux

Bilan et dynamique des flux de MES et contaminants

Bilans interannuels saisonniers



Delile et al 2020, Water Research

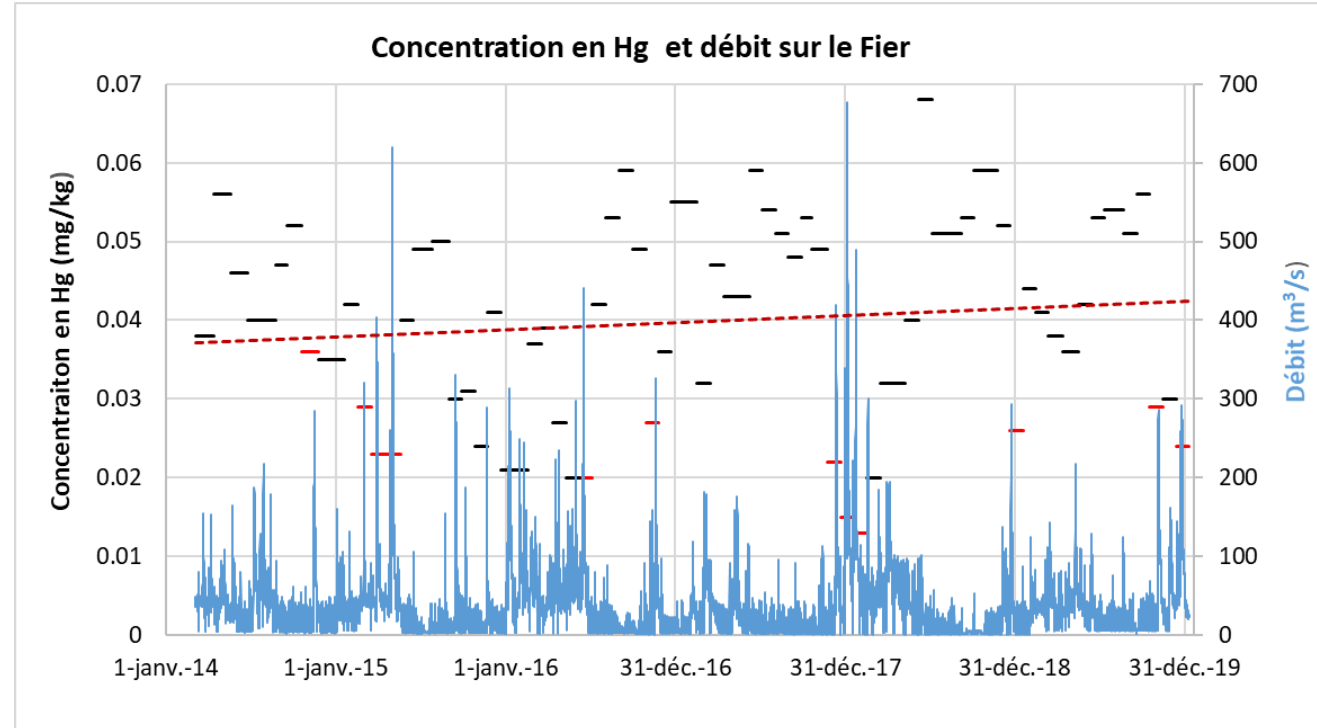
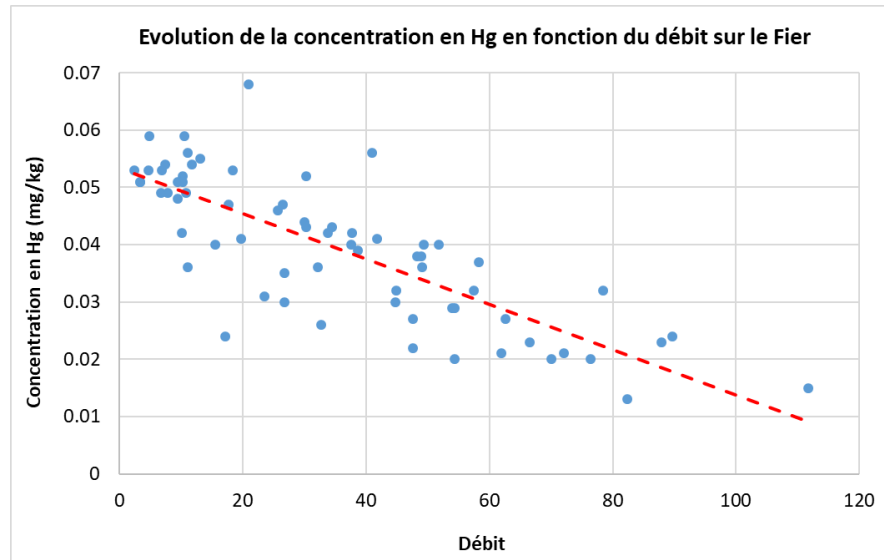
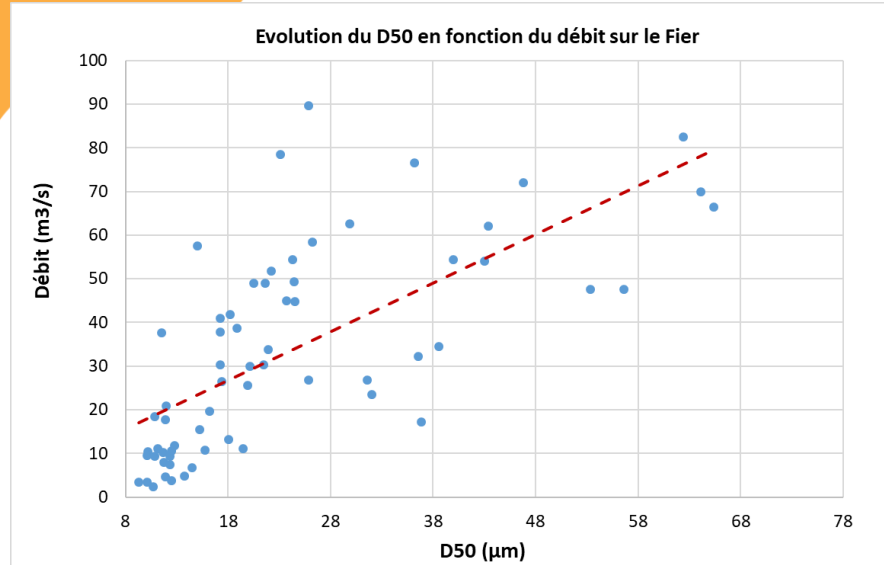
Régime saisonnier tri-modal de la dynamique des flux de contaminants

Dynamique des flux contrôlée par les conditions hydro-climatiques du BV

2/3 des flux annuels de contaminants rejetés pendant 1/3 de l'année

70 % des flux totaux sont rejetés à la mer en période de crue ($Q > 2900 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$)

Exemple du Fier... 10 ans d'étude des contaminants



Hg :

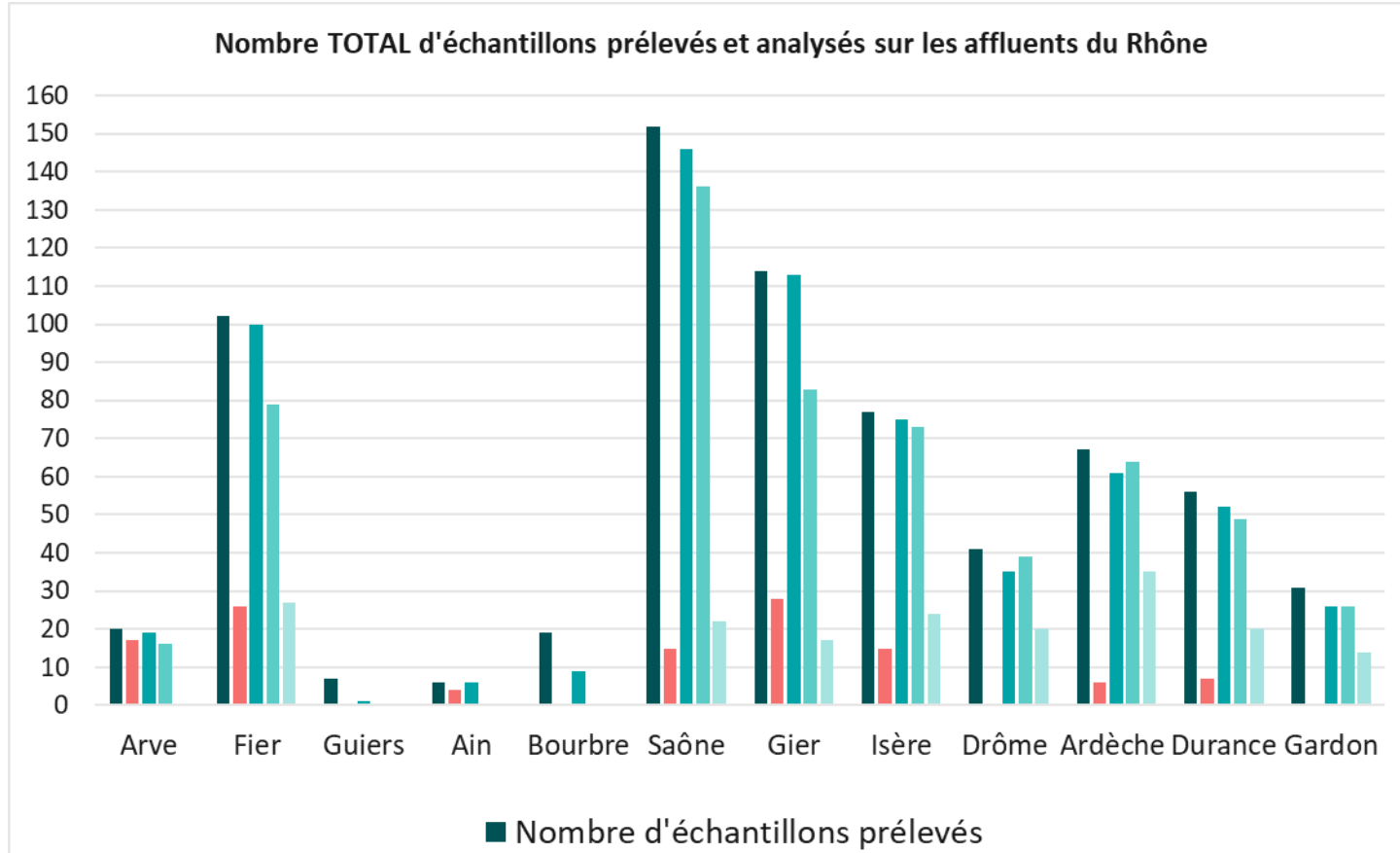
TEC = 0,18 mg/kg

PEC = 1,06 mg/kg

- ❑ Concentrations en ETM très contrôlées par la taille des particules
- ❑ Apport de particules plus grossières lors des crues
- ❑ Tendances de contamination saisonnières, avec des valeurs de concentration toujours bien en dessous des TEC et PEC

Données contaminants acquises depuis le début de l'OSR

Echantillothèque (Banquise, -80°C)



Logiciel Collec-Science (base de données échantillons)

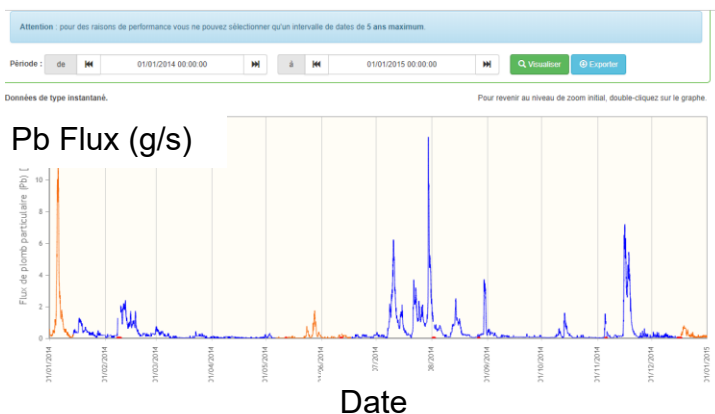
Logiciel Collec-Science (base de données échantillons)

ID	UID	Identifiant cas nom	Nature	Localisation	Collection	Type	Statut	Impact	Force	Relevé	Relevé	Emplois	Etat de	Date
1	100	2015-03-11-1015			OSR	H2O	En			0.000000	0.000000		Non	15/03/2015
2	101	2015-03-11-1016			OSR	H2O	En			0.000000	0.000000		Non	15/03/2015
3	102	2015-03-11-1017			OSR	H2O	En			0.000000	0.000000		Non	15/03/2015
4	103	2015-03-11-1018			OSR	H2O	En			0.000000	0.000000		Non	15/03/2015

Bancarisation des données

Accéder aux mesures de MES et de contaminants via l'application BDOH-OSR

Données de concentrations et flux bancarisées et partagées :
48 paramètres sur 31 stations



Observatoire des Sédiments du Rhône | Consultation des données | Aide | Français

Se connecter ou Créer un compte | Observatoires

« Observatoire des Sédiments du Rhône » Bienvenue | Présentation | Partenaires | Conditions d'utilisation

Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR)

L'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR) a été créé en 2009 à la suite de questions qui ont émergé dans le cadre du plan Rhône. Sur le Rhône, du Léman à la Méditerranée, soit un linéaire de plus de 500 km, cet observatoire a pour mission de produire, rassembler et gérer des données visant à caractériser les stocks et les flux sédimentaires, ainsi que les pollutions associées à ces sédiments.

L'OSR est un programme de recherche financé au titre du Plan Rhône et bénéficie du soutien du Fond Européen pour le Développement Régional. L'OSR est un programme de recherche regroupant scientifiques (CNRS, INRAE, ENTPE, IRSN, Ifremer) et les principaux gestionnaires du fleuve (DREAL, Agence de l'Eau, la CNR, les régions Auvergne Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Occitanie, et EDF). Il constitue l'un des observatoires de la Zone Atelier du Bassin du Rhône (ZABR).

Pour citer ces données vous pouvez vous référer aux DOI suivants :

- Thollet, F.; Le Bescond, C.; Lagouy, M.; Gruat A.; Grisol, G.; Le Coz, J.; Coquery, M.; Lepage, H.; Gairoard, S.; Gattacceca, J.C.; Ambrosi, J.-P.; Radakovitch, O.; Dur, G.; Richard, L.; Giner, F.; Eyrolle, F.; Angot, H.; Mourier, D.; Bonnefoy, A.; Dugué, V.; Launay, M.; Troudet, L.; Labille, J.; Kieffer, L. (2021): Observatoire des Sédiments du Rhône; INRAE.

Sites expérimentaux

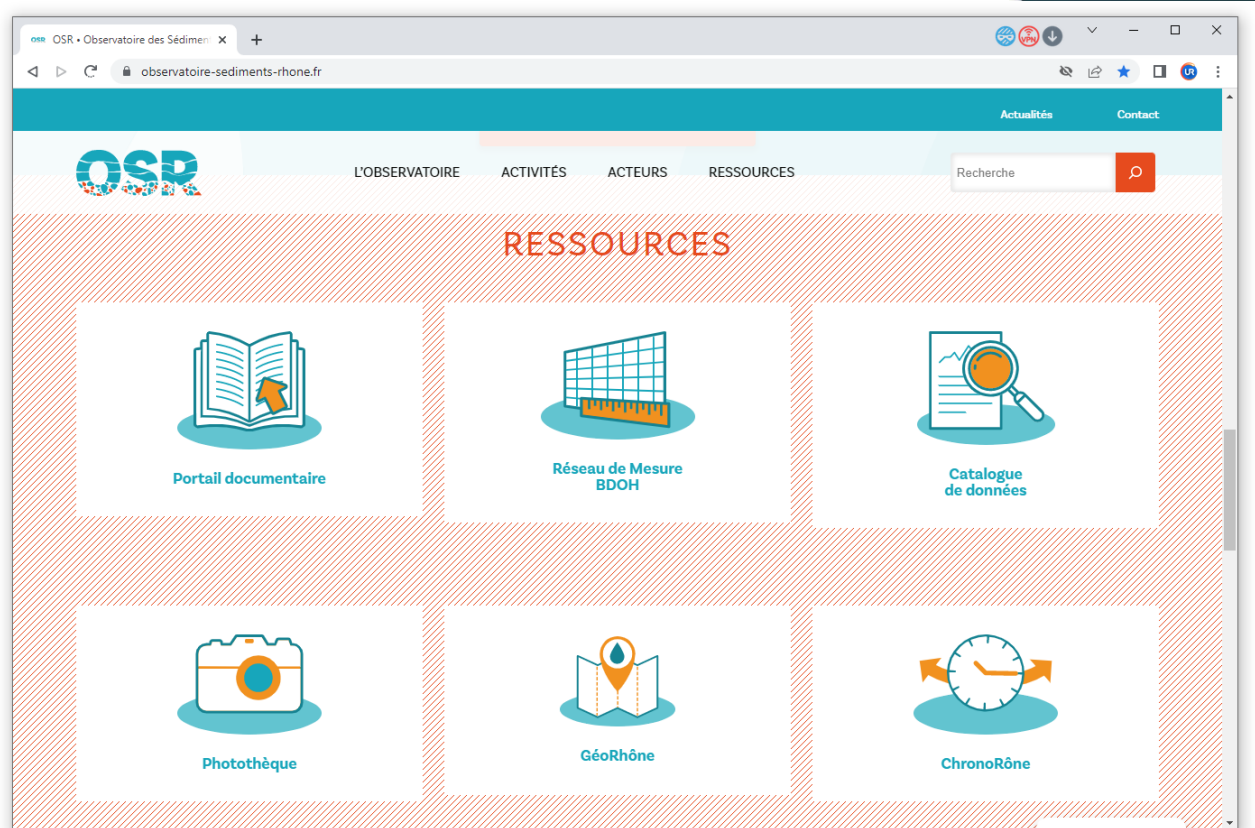
- Réseau de mesure des flux de l'OSR**
Ce site expérimental regroupe les suivis par les différents partenaires de l'OSR des débits, des concentrations en matières en suspension et des concentrations en micropolluants sur le Rhône et ses affluents.

Paramètres étudiés

- Hydrologie**
 - Débit
 - Hauteur d'eau
 - Température de l'eau
- Sédiment**
 - Conc. en matières en suspension (MES)
 - Diamètre caractéristique d10
 - Diamètre caractéristique d90
 - Diamètre médian d50
 - Flux de matières en suspension (MES)
 - Turbidité
- Chimie**
 - Paramètres métaux et nutriments

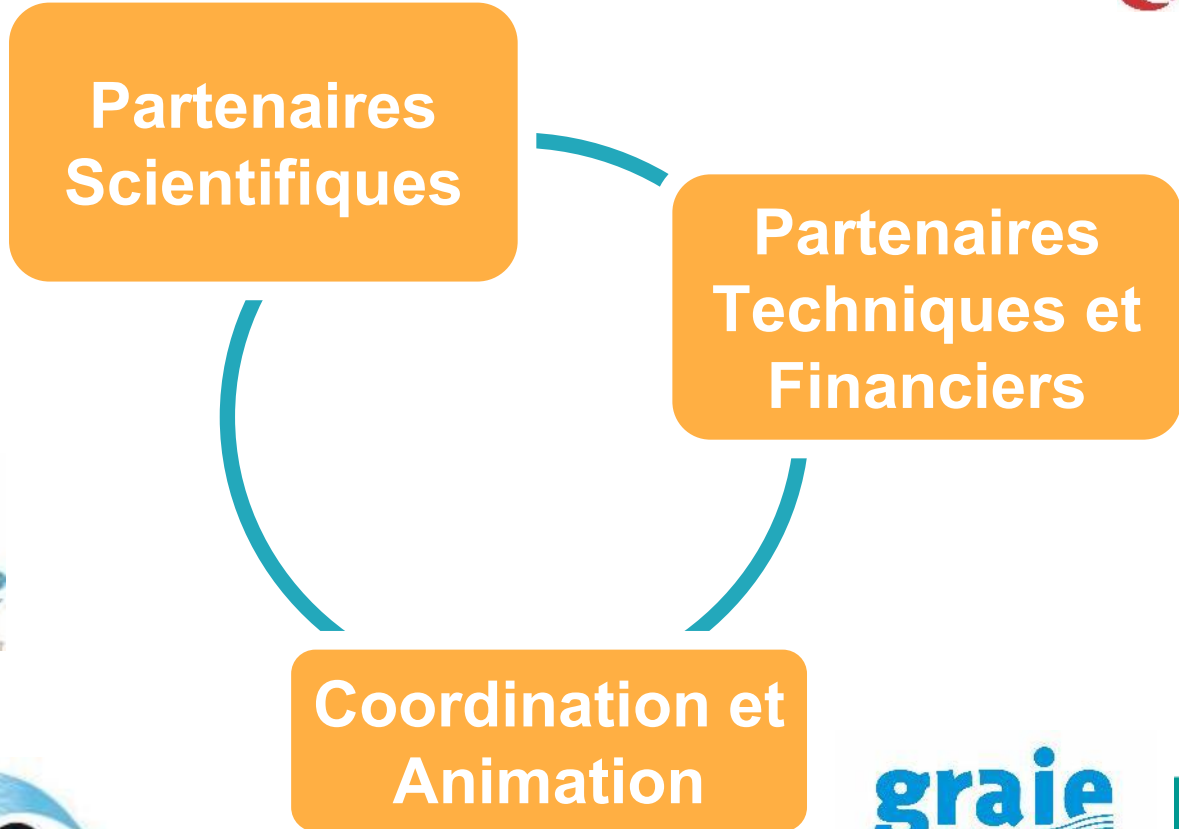
Siteweb de l'Observatoire des Sédiments du Rhône

<https://observatoire-sediments-rhone.fr/>



Portail documentaire : <https://hal.science/OSR>

Les partenaires de l'OSR



AVEC LE SOUTIEN DE L'UNION EUROPÉENNE

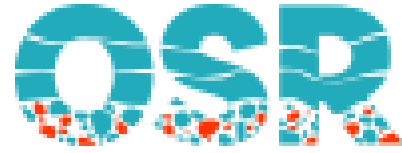


Conclusions

- Forte variabilité annuelle et intra-annuelle des flux de MES et de contaminants
- Forte disparité spatiale (Nord-Sud) des flux de MES et de contaminants à l'échelle du BV
- Les conditions hydro-climatiques contrôlent la dynamique des flux de MES et de contaminants
- La qualité des eaux du Rhône s'est significativement améliorée pour les contaminants historiques (ETM, PCB) et aussi les PFAS

Perspectives (en cours OSR7)

- Pérenniser le réseau d'observation : substances d'intérêt émergent, screening non ciblé, microplastiques...
- Evaluer les apports directs en contaminants des zones urbaines
- Modélisation des flux de contaminants (transit, stock)
- Scénarios d'évolution des flux dans un contexte de changement climatique



Observatoire
des Sédiments
du Rhône

Dispositifs scientifiques cadres



Partenaires techniques et financiers



AVEC LE SOUTIEN DE L'UNION EUROPÉENNE

