



**HAL**  
open science

## Fonctionnement du réseau d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires (OSR 6 – année 2022)

Alexandra Gruat, Marina Coquery, Jérôme Le Coz, Fabien Thollet, Mickaël Lagouy, Aymeric Dabrin, Matthieu Masson, Ghislaine Grisot, Loïc Richard, Adrien Bonnefoy, et al.

### ► To cite this version:

Alexandra Gruat, Marina Coquery, Jérôme Le Coz, Fabien Thollet, Mickaël Lagouy, et al.. Fonctionnement du réseau d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires (OSR 6 – année 2022). [Rapport de recherche] INRAE; CEREGE; IRSN; MIO; Ifremer. 2023. hal-04228357

**HAL Id: hal-04228357**

**<https://hal.science/hal-04228357v1>**

Submitted on 4 Oct 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Observatoire  
des Sédiments  
du Rhône

The background image shows a riverbank with a blue measuring scale (ranging from 0 to 100) and a white sensor box connected by wires. The scale is marked with numbers 20, 40, 60, 80, and 100. A white label with the number '183' is attached to the scale. The sensor box is rectangular and has several wires extending from it. The riverbank is rocky and has some sparse vegetation.

# Fonctionnement du réseau d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires (OSR 6 – année 2022)

# Fonctionnement du réseau d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires (OSR 6 – année 2022)

Rapport scientifique final  
Version du 27 janvier 2023

---

**Observatoire des Sédiments du Rhône – 6<sup>ème</sup> programme d'action**

---

**Axe E** – Coordonner et transférer (coordination, modélisation, bancarisation, valorisation, réseau de suivi)

---

**Action E1** – Réseau de suivi des flux sédimentaires du Rhône, du Léman à la mer

---

## Personnes impliquées

Personnes impliquées	Equipe de recherche
A. Gruat, M. Coquery, J. Le Coz, F. Thollet, M. Lagouy, A. Dabrin, M. Masson, G. Grisot, L. Richard, A. Bonnefoy	INRAE, UR RiverLy, Centre de Lyon Grenoble Auvergne-Rhône-Alpes
G. Dur, J-P. Ambrosi, J. Labille, D. Borschneck, V. Vidal	CEREGE - Aix-en-Provence
H. Lepage, F. Giner, D. Mourier	IRSN - Cadarache
P. Raimbault, M. Fornier	MIO - Marseille
I. Pairaud, C. Ravel, M. Répécaud, O. Herlory	Ifremer - La Seyne-sur-Mer / Brest

## Pour citer ce rapport

Gruat A., Coquery M., Le Coz J., Thollet F., Lagouy M., Dabrin A., Masson M., Grisot G., Richard L., Bonnefoy A., Dur G., Ambrosi J-P., Labille J., Borschneck D., Vidal V., Lepage H., Giner F., Mourier D., Raimbault P., Fornier M., Pairaud I., Ravel C., Répécaud M., O Herlory (2022) – *Rapport sur le fonctionnement du réseau d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particuliers pour l'année 2022*. Rapport final. Observatoire des Sédiments du Rhône – 6<sup>ème</sup> programme d'action. 44 p.

L'OSR est un programme animé par le Graie. Pour toute information vous pouvez contacter  
Bertrand Morandi (bertrand.morandi@graie.org)



---

## Résumé

L'action E1 du 6<sup>ème</sup> programme de l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR6) vise à pérenniser le réseau de suivi des flux de matières en suspension (MES) et de contaminants associés. Ce rapport dresse le bilan des avancées réalisées sur l'ensemble du réseau en 2022 en termes de stations actives, de prélèvements de MES et d'analyses physico-chimiques, ainsi que sur les calculs de flux de contaminants dans la Base de Données des Observatoires en Hydrologie (BDOH). L'année 2022 a permis la continuité du fonctionnement des 12 stations actives sur le Rhône et ses affluents (11 stations équipées de mesure de turbidité et de prélèvements de MES pour l'analyse des contaminants + 1 station équipée seulement de mesure de turbidité), et la production de données à ces stations. L'année 2022 a été marquée par la remise en fonctionnement de la station MesuRho, station de mesure de turbidité en mer ; ainsi que par la publication d'un article sur les méthodes et les données acquises par le réseau de mesure.

---

## Mots-clés

OSR ; Rhône ; Observatoire ; sédiments ; matières en suspension ; flux ; base de données ; régime hydrologique ; échantillonnage ; centrifugation ; piège à particules ; mercure ; métaux ; radionucléides

---

## Table des matières

Introduction générale .....	9
<b>1. Résumé opérationnel de l'année 2022 : faits marquants .....</b>	<b>10</b>
<b>2. Présentation du réseau de mesure des flux de matières en suspension et de contaminants particuliers.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Suivi des concentrations en matières en suspension .....</b>	<b>13</b>
<b>4. Prélèvements de matières en suspension pour les analyses physico-chimiques.....</b>	<b>17</b>
4.1 Codification des échantillons .....	17
4.2 Méthodes d'échantillonnage des MES .....	17
4.3 Détermination du régime hydrologique des périodes de prélèvement.....	18
4.4 Prélèvements de MES en régime de base .....	18
4.5 Prélèvements de MES en régime de crue.....	20
4.6 Campagne d'intercomparaison des méthodes d'échantillonnage des MES .....	21
<b>4.7 Bilan des prélèvements de MES.....</b>	<b>23</b>
1.1.1 Bilan des prélèvements de MES pour l'année 2021 .....	23
1.1.2 Bilan des prélèvements de MES pour l'année 2022 .....	23
<b>5. Analyses physico-chimiques .....</b>	<b>25</b>
5.1 Les paramètres analysés .....	25
5.2 Les échantillons analysés.....	26
1.1.3 Analyses prévues pour l'année 2022.....	26
1.1.4 Analyse des échantillons de MES prélevés en 2021 .....	26
1.1.5 Analyses des échantillons de MES prélevés en 2022.....	27
<b>6. L'outil Banquise pour la bancarisation et la conservation à long terme des échantillons ..</b>	<b>27</b>
6.1 Objectif.....	27
6.2 Bancarisation des échantillons .....	27
6.3 Etat des lieux de la bancarisation .....	28
6.4 Utilisation des échantillons bancarisés pour des analyses rétrospectives .....	28
<b>7. L'outil BDOH pour la bancarisation des données.....</b>	<b>29</b>
7.1 Présentation.....	29
7.2 Calcul de flux.....	29
7.3 Estimation des chroniques lacunaires .....	31

7.4	Données bancarisées en 2022 .....	34
<b>8.</b>	<b>Perspectives.....</b>	<b>35</b>
<b>9.</b>	<b>Bibliographie .....</b>	<b>36</b>
<b>10.</b>	<b>Annexes.....</b>	<b>39</b>
	ANNEXE 1. Méthode de calcul du flux de contaminants associés aux matières en suspension sur le réseau de suivi de l'OSR .....	39
	ANNEXE 2. Synthèse des stations de suivi des flux de l'OSR au 01/12/2022 (permanentes, temporaires ou possibles).....	40
	ANNEXE 3. Synthèse des débits de crue de période de retour deux ans pour le Rhône et ses affluents suivis dans le cadre de l'OSR. ....	42
	ANNEXE 4. Liste des paramètres analysés dans l'OSR par les laboratoires des partenaires scientifiques et méthodes d'analyse. ....	43

## Table des illustrations

### Figures

Figure 1 : Stations de suivi des concentrations en matières en suspension (MES) et en contaminants particulaires de l'OSR au 01/12/2022 .....	12
Figure 2 : Courbe de calibration (log/log) au 01/12/2022 du capteur de turbidité installé sur le Rhône à Jons.....	13
Figure 3 : Carte présentant la position de la station MesuRho au 18 mai 2022 (point rouge – illustration de gauche) et photo terrain lors d'une intervention sur la station (illustration de droite) .....	15
Figure 4 : Présentation d'un piège à particules immergé en inox (dimensions 40x30x25cm). .....	19
Figure 5 : Illustrations de la manip d'intercomparaison à Arles - mai 2022 (A : centrifugeuse mobile ; B : piège à particules ; C et D : centrifugeuse fixe ; E : cartouches filtrantes .....	23
Figure 6 : Enceintes -80°C utilisées pour le stockage des échantillons de MES de l'OSR et interface Banquise utilisée pour la bancarisation des métadonnées (A : congélateur-80°C ; B : échantillons stockés dans le congélateur -80°C ; C : interface du logiciel Banquise).....	28
Figure 7 : Étapes de transformation d'une série temporelle de données discontinues pour le calcul des flux de contaminants. PAP : piège à particules, CFI : centrifugeuse fixe flux continu .....	33

### Tableaux

Tableau 1 : Synthèse des analyses de concentration en MES réalisées en 2022 (mise à jour le 17/01/2023) et exploitées pour l'élaboration de courbes de calibration turbidité/MES (en gras : stations gérées par INRAE ou l'Ifremer).....	14
Tableau 2 : Synthèse de l'évolution de la construction des courbes de calibration pour les stations gérées par INRAE (bilan au 09/12/2022).....	16
Tableau 3 : Stations sur le Rhône et ses affluents qui sont équipées - ou qui ont été équipées - d'un piège à particules et/ou d'une centrifugeuse pour la collecte de MES depuis le début du programme OSR en 2011. La fréquence de collecte est indiquée pour un régime hydrologique de base. ....	20
Tableau 4 : Synthèse par station des prélèvements de MES pour analyses chimiques réalisés en crue en 2022 sur les stations du Rhône et ses affluents, avec les dates de prélèvement et le débit moyen observé sur la période de prélèvement. Bilan au 15/12/2022. ....	21
Tableau 5 : Synthèse des prélèvements de MES réalisés lors de la manip d'intercomparaison à Arles, avec les dates de prélèvement et la méthode utilisée. Campagne réalisée au cours du mois de mai 2022.....	22
Tableau 6 : Nombre d'échantillons de MES prélevés en 2021 pour les analyses physico-chimiques sur chaque station [nombre d'échantillons prélevés en crue]. ....	23

Tableau 7 : Nombre d'échantillons de MES prélevés en 2022 pour les analyses physico-chimiques sur chaque station (bilan au 31/12/2022) [nombre d'échantillons prélevés en crue]. .....	24
Tableau 8 : Récapitulatif des prélèvements effectués (✓) et non effectués en 2022 pour chaque station .....	24
Tableau 9 : Paramètres analysés, nombre de substances par famille et laboratoires impliqués.....	25
Tableau 10 : Nombre d'échantillons total de MES prélevés et analysés pour l'année 2021.....	26
Tableau 11 : Nombre d'échantillons de MES prélevés en régime de base ou en crue en 2022, analysés ou en cours d'analyse au 31/12/2022.....	27
Tableau 12 : Descriptif de l'utilisation des échantillons de Banquise par année (colonne 2 : nombre d'échantillons importés dans le logiciel Banquise et congelé à -80°C ; colonne 3 : nombre d'échantillons déstockés pour des analyses rétrospectives).....	28
Tableau 13 : Synthèse des chroniques continues de contaminants bancarisées dans BDOH ne contenant aucune lacune, contenant des lacunes reconstituées avec un forfait ou contenant des lacunes non reconstituées. ....	33
Tableau 14 : Synthèse des données bancarisées dans BDOH sur les stations du réseau de suivi OSR en activité ou non (et le producteur de la donnée) à la date du 31/12/2022. ....	34

---

## Introduction générale

L'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR) vise à quantifier de manière robuste les flux des matières en suspension (MES) et de contaminants particulaires associés en transit dans le Rhône et au débouché de ses principaux affluents, du lac Léman à la mer Méditerranée. Pour répondre à cet objectif, un réseau de stations d'observation a été mis en place depuis 2010 pour suivre en continu les concentrations en MES et pour les prélever à un pas de temps mensuel, avec un échantillonnage plus fin lors des principales crues. Les analyses suivantes sont ensuite réalisées sur les MES de manière systématique : concentration en mercure, en éléments traces métalliques (ETM), en radionucléides, en carbone organique particulaire (COP) et granulométrie des particules. D'autres analyses sont réalisées plus ponctuellement selon les actions de recherche en cours.

Ce réseau d'observation comprend deux stations principales sur le Rhône à Jons et à Arles, auxquelles s'ajoutent des stations secondaires installées sur les affluents majeurs (Arve, Fier, Saône, Gier, Isère, Drôme, Durance, Ardèche et Gardon) pour identifier la contribution des principaux sous-bassin-versants en termes de flux de MES et de contaminants particulaires. Une station est également installée sur le Rhône intermédiaire, au niveau de la commune d'Andancette, pour évaluer l'impact de la métropole de Lyon et de la vallée de la chimie. Enfin, une station de mesure de MES est implantée en mer, au niveau de l'embouchure du Rhône, pour quantifier les flux de MES apportés à la mer.

L'action E1 du 6<sup>ème</sup> programme de l'OSR (OSR 6) « Pérennisation et coordination du réseau de suivi des flux de MES et de contaminants associés – Vie du Réseau » prévoit de poursuivre l'exploitation de ce réseau d'observation des flux.

Ce rapport présente l'étendue du réseau d'observation des flux de MES et de contaminants associés sur le Rhône en 2022 et dresse le bilan, station par station, des prélèvements de MES réalisés sur le réseau pour le suivi en continu des concentrations en contaminants. Il recense le type et le nombre de mesures effectuées par les partenaires scientifiques (INRAE, CEREGE, IRSN, MIO et Ifremer) sur ces échantillons pour l'année 2022. Il détaille également l'avancement de la bancarisation des séries temporelles issues de ce suivi et des calculs de flux de MES et de contaminants associés pour chaque station dans la base de données BDOH/OSR<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Lien d'accès à la base de données BDOH/OSR : <https://bdoh.irstea.fr/OBSERVATOIRE-DES-SEDIMENTS-DU-RHONE/>

## 1. Résumé opérationnel de l'année 2022 : faits marquants

En 2022, le réseau de mesure des flux de MES et contaminants n'a pas évolué et le suivi des stations a continué comme en 2021, hormis pour la station MesuRho (station de mesure des concentrations en MES en mer), dont le suivi a été relancé (voir § 3, page 12).

L'année 2022 a été particulièrement sèche en terme d'hydrologie ; par conséquent, un nombre très faible d'échantillons a été prélevé en régime de crue. L'état des lieux du nombre de prélèvements réalisés en crue pour l'année 2022 est détaillé au § 4.7. 2 (page 21)

L'année 2022 a été marquée par la mise en place d'une campagne de prélèvement spécifique à Arles pour l'intercomparaison des différentes méthodes de prélèvement des MES utilisées dans le cadre de l'OSR. Cette campagne est détaillée dans le § 4.6 (page 21).

Cette année encore, un certain nombre de prélèvements de MES par piège à particules - pour l'analyse des contaminants suivis en routine et l'alimentation de la banque échantillons - n'a pas pu être réalisé pour diverses raisons (vandalisme, travaux sur les stations, niveau d'eau insuffisant). Un état des lieux complet des prélèvements réalisés ou non est présenté au § 4.7.2 (page 23).

En 2022, les diamètres caractéristiques D10, D50 et D90 des particules des échantillons prélevés au sud du réseau (Drôme, Ardèche, Durance, Gardon, Rhône à Arles) ont été bancarisés dans BDOH/OSR. Pour les stations du nord du réseau, la bancarisation de ces données de granulométrie est réalisée depuis 2021 (voir §7.4, page 35).

Enfin, l'année 2022 a permis la valorisation des données acquises et des méthodes d'échantillonnage mises en œuvre dans l'OSR de différentes manières :

- Parution en mai 2022 d'une publication scientifique sur le jeu de données produit dans le cadre du réseau de mesure (Lepage et al., 2021). Cet article a été publié par les partenaires scientifiques dans le journal « Earth System Science Data » afin de valoriser à l'international l'ensemble des travaux menés pour l'acquisition de flux de MES et de contaminants particuliers robustes. Le sous-jeu de données créé dans BDOH à l'occasion de cette publication est accessible sous la référence suivante : <https://doi.org/10.15454/RJCQZ7>
- Mise en lumière des activités réalisées dans le cadre du réseau de mesure de l'OSR grâce à la journée technique intitulée « 12 années de recherche pour la connaissance et la gestion hydro-sédimentaire du Rhône » qui a eu lieu le 22 novembre 2022 à Lyon. A cette occasion, les outils mis en œuvre sur le terrain, en laboratoire et pour la bancarisation des données ont été présentés au travers de plusieurs stands techniques préparés par les acteurs du réseau. De plus, des présentations ont été proposées sur la quantification des flux de matières en suspension et de contaminants en transit dans le Rhône et sur l'identification des sources de matières en suspension. L'ensemble de ces résultats sont présentés dans un document de synthèse qui a été diffusé à l'occasion de cette journée (Piégay et al. 2022). Les présentations sont également disponibles dans la collection OSR sous HAL (<https://hal.science/OSR>).

- Mise à jour des flux de MES annuels de 2009 à 2021. Un paragraphe dédié à la quantification des flux de MES actuels a été inclus dans le chapitre 5 ("Flux d'eau et de matières sur le continuum rhodanien") de l'ouvrage collectif OHMVR qui est en préparation sur le Rhône.
- Publication par l'Ifremer d'un article scientifique sur le transport des matières en suspension par l'étude de données satellitaires de couleur de l'océan (Ody et al. 2022). Cette étude s'appuie sur les données produites par l'OSR à la station MesuRho.
- Partage de nos connaissances techniques sur les pièges à particules, qui sont désormais en cours de déploiement sur l'estuaire de la Seine par l'Ifremer, suite à une prise de renseignements de leur part auprès des scientifiques de l'OSR.

---

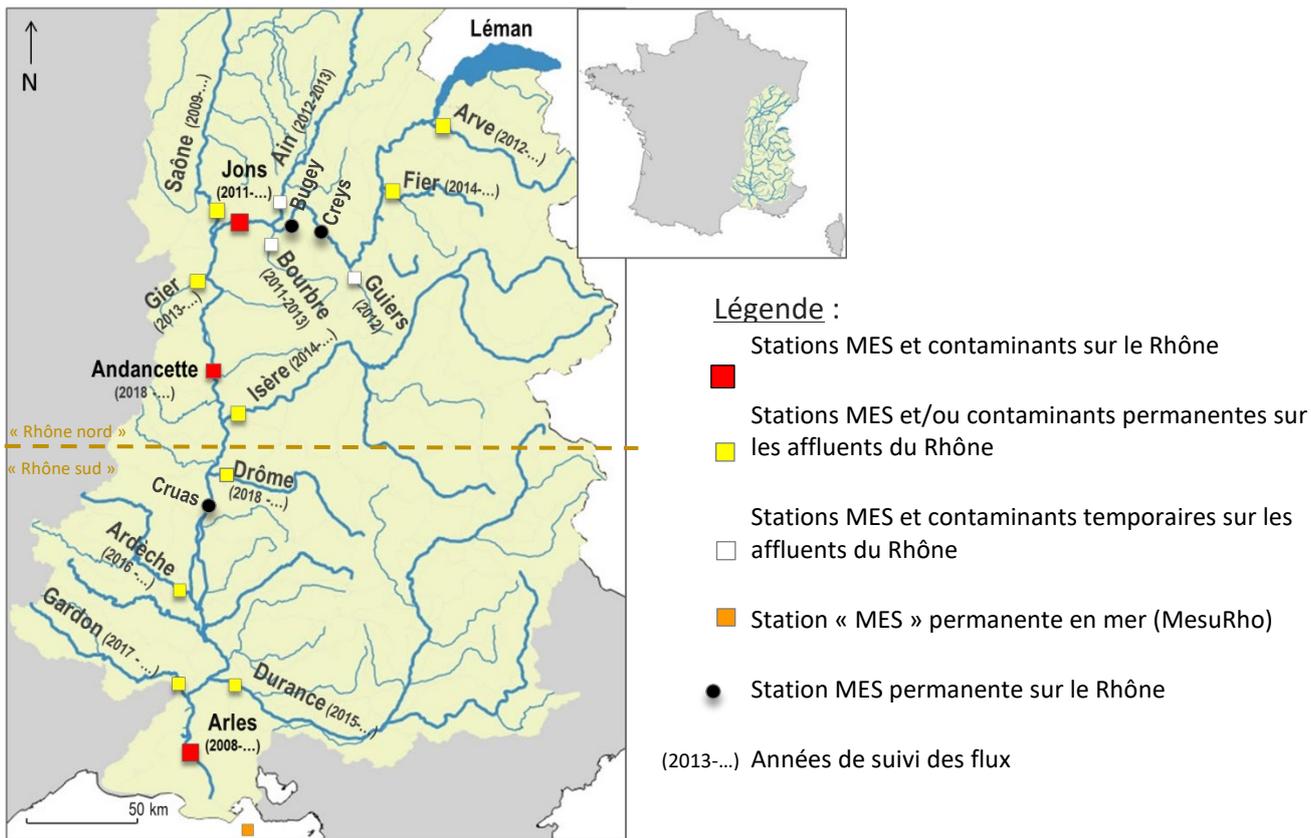
## 2. Présentation du réseau de mesure des flux de matières en suspension et de contaminants particuliers

Le flux cumulé sur une période donnée d'un contaminant particulaire est défini à partir du flux instantané, qui est le produit du débit, de la concentration en MES et de la concentration en contaminant particulaire dans les MES (le calcul est détaillé en Annexe 1).

Dans le programme de l'OSR, le suivi de ces trois paramètres est assuré à travers un réseau de stations pérennes sur le bassin du Rhône (stations principales sur le Rhône à Jons et à Arles, stations permanentes sur les affluents majeurs) et de stations temporaires sur les affluents secondaires. Le suivi des MES est poursuivi jusqu'en mer Méditerranée avec la station MesuRho située proche de l'embouchure et gérée par l'Ifremer (Figure 1).

Le nombre de stations suivies est fonction des ressources disponibles et de la faisabilité technique, avec un important critère d'opportunité. Ainsi, certaines stations n'ont pu bénéficier que d'un suivi temporaire (cf. Figure 1). La durée de suivi des stations temporaires vise à obtenir une collecte suffisante de données pour différents régimes hydrologiques, dans la perspective de calculer des flux. Selon les résultats du réseau et s'il y a, par exemple, identification d'une ou plusieurs sources manquantes, de nouvelles stations temporaires peuvent être mises en place.

Dans ce document, le partage OSR Nord/Sud est fixé au niveau de l'Isère : le « **Rhône Nord** » désigne la zone qui s'étend du Léman à la confluence avec l'Isère incluse, le « **Rhône Sud** » débute à l'aval de l'Isère jusqu'à la Méditerranée.



**Figure 1 : Stations de suivi des concentrations en matières en suspension (MES) et en contaminants particulaires de l'OSR au 01/12/2022**

**NB :** la station de l'Arve est une station permanente de suivi des concentrations en MES, mais elle a été équipée provisoirement d'un piège à particules pour la mesure des contaminants particulaires (20 échantillons collectés de 2012 à 2014).

Le débit (en  $m^3/s$ ) des cours d'eau est mesuré en continu aux stations hydrométriques de la CNR, de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), du HPCGD (Pôle Hydrométrie et Prévision des Crues Grand Delta) et de l'OFEV (Office fédéral de l'environnement Suisse).

Les stations de mesure sont détaillées en Annexe 2.

Le débit du Rhône à Jons est calculé par INRAE avec le modèle Rhône1D de l'OSR [Dugué et al., 2015] à partir des hydrogrammes du Rhône à Lagnieu (données CNR), de l'Ain à Port-Galland (données CNR) et de la Bourbre à Tignieu-Jameyzieu (données DREAL ARA).

Le débit du Rhône à Saint-Vallier est obtenu par la somme des débits entrants du barrage de retenue d'Arras-sur-Rhône et de la centrale hydroélectrique de Gervans.

### 3. Suivi des concentrations en matières en suspension

Sur la station du **Rhône à Arles**, les concentrations en MES [AFNOR, 2005] sont mesurées par le MIO dans le cadre du réseau MOOSE (Raimbault et al, 2014). Un préleveur automatique permet d'obtenir des échantillons d'eau journaliers composites et des prélèvements ponctuels plus fréquents en période de crue (4 prélèvements composites par jour). Ces échantillons sont filtrés par le MIO pour déterminer la concentration en MES (ainsi que d'autres paramètres dont le carbone organique particulaire – COP, également utilisé par l'OSR).

**Toutes les autres stations** sont équipées d'un capteur de turbidité (en NTU, pour Nephelometric Turbidity Unit, FNU pour Formazine Néphelometric Unit ou en unités constructeurs suivant les stations) qui mesure l'atténuation ou la diffusion d'un signal infrarouge au travers ou par les MES. Les données sont enregistrées en continu par le Grand Lyon, CNR, EDF ou INRAE selon les stations, à un pas de temps de dix minutes. En parallèle, un échantillonneur automatique (ISCO 3700 ou SIGMA SD900) asservi au capteur de turbidité prélève des échantillons d'eau horodatés pour la détermination des concentrations en MES par filtration et pesée [AFNOR, 2005]. Les résultats permettent d'établir une relation (ou courbe de calibration) entre la turbidité et la concentration en MES pour chaque capteur de turbidité (Figure 2). Le coefficient directeur de la droite de régression permet d'établir un barème de conversion afin de transformer la chronique de turbidité en chronique de concentration en MES, en mg/L [Thollet, 2012].

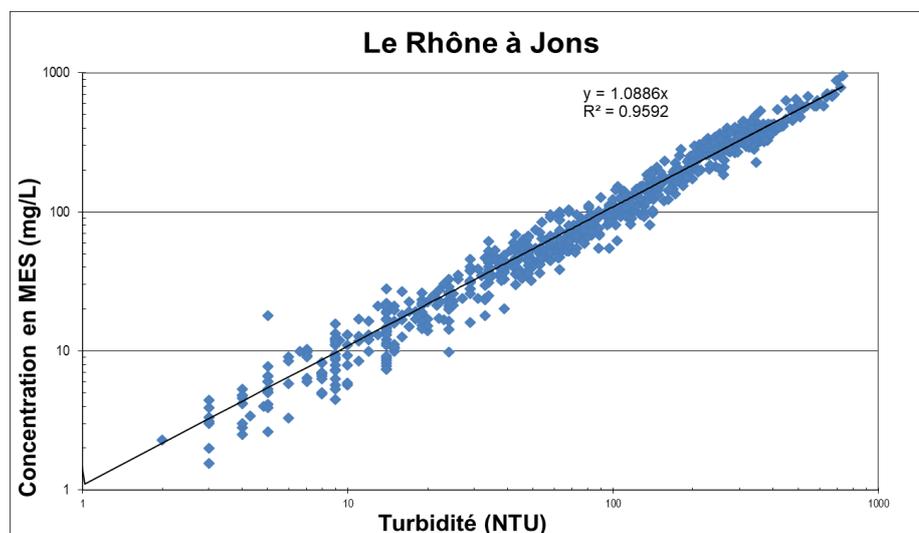


Figure 2 : Courbe de calibration (log/log) au 01/12/2022 du capteur de turbidité installé sur le Rhône à Jons

Chaque barème de conversion est utilisable pour une période d'application et une plage de validité définies et peut être complété lorsque la courbe de calibration turbidité/MES du capteur de turbidité est modifiée. Lors de chaque passage sur la station pour effectuer la maintenance du capteur de turbidité (tous les mois pour les stations MES situées à proximité des PAP, tous les 4 à 6 mois pour les autres stations), un prélèvement manuel d'eau est réalisé pour l'analyse des MES. Le résultat d'analyse sur cet échantillon ponctuel permet de contrôler régulièrement la chronique de MES calculée à partir des données de turbidité et du barème de conversion. L'ensemble des barèmes s'avère stable, à l'exception des opérations de

changement de capteur qui nécessitent la construction d'une nouvelle courbe (Tableau 2). Les courbes de calibration des capteurs de turbidité gérés par INRAE sont capitalisées sur le serveur informatique d'INRAE.

En période de crue, les échantillonnages d'eau par préleveur automatique sont renforcés sur toutes les stations, aussi longtemps que cela est nécessaire, pour affiner les courbes de calibration sur une gamme de turbidité élevée. Lorsque la courbe de calibration turbidité/MES est documentée avec un nombre de points suffisants sur une gamme de turbidité étendue et représentative des observations sur la station, le suivi par préleveur automatique sur les stations turbidimétriques peut être allégé.

Au 1er décembre 2022, 8 stations turbidimétriques gérées par INRAE et l'Ifremer sont en activité sur des affluents du Rhône et en mer, tandis que 7 autres stations, gérées par des partenaires, contribuent également au calcul de flux de MES dans l'OSR. L'enrichissement des courbes de calibration a été poursuivi tout au long de l'année 2022 au travers de prélèvements automatiques et manuels d'eau brute (Tableau 1).

**Tableau 1 : Synthèse des analyses de concentration en MES réalisées en 2022 (mise à jour le 17/01/2023) et exploitées pour l'élaboration de courbes de calibration turbidité/MES (en gras : stations gérées par INRAE ou l'Ifremer).**

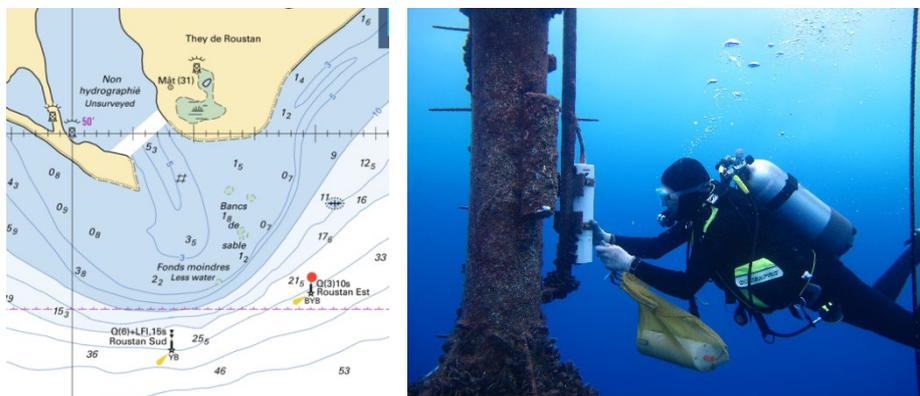
Station	Producteur	Nombre d'analyses de concentration en MES en 2022 *	Nombre TOTAL d'analyses de concentration en MES *	Nombre TOTAL d'analyses de concentration en MES exploitées pour la construction des courbes de calibration *	Commentaire
<b>Arve à Genève (Suisse)</b>	INRAE	58	418	333	
<b>Fier à Motz (73)</b>	INRAE	44	136	122	21/12/2022 : Changement de la sonde de turbidité
Rhône à Creys (38)	EDF		Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 31/12/2021		Turbidimètre de process : courbe de calibration turbidité/MES inexistante
Rhône à Bugey (01)	EDF		Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 31/12/2021		Turbidimètre de process : courbe de calibration turbidité/MES inexistante
Rhône à Jons (69)	Grand-Lyon	9	860	756	
<b>Saône à Lyon (69)</b>	INRAE	83	83	61	
<b>Gier à Givors (69)</b>	INRAE	104	250	125	
Rhône à Saint-Vallier	CNR		Données de turbidité produites par la CNR, transmises jusqu'au 31/12/2021		
Isère à Beaumont-Monteux (38)	EDF		Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 31/12/2021		
<b>Drôme à Livron-sur-Drôme (26)</b>	INRAE	40	65	58	
Rhône à Cruas (07)	EDF		Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 31/12/2021		Turbidimètre de process : courbe de calibration turbidité/MES inexistante
<b>Ardèche à Saint-Martin -d'Ardèche (07)</b>	INRAE	2	2	1	21/06/2022 : Changement de la sonde de turbidité (pas de prélèvement sur la période) 16/11/2022 : Changement de la sonde de turbidité
Durance à Bonpas (84)	EDF		Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 31/12/2021		
<b>Gardon à Remoulins (30)</b>	INRAE	12	8	5	
<b>MesuRho</b>	Ifremer	5	5	5	Nouveau système positionné depuis le 18 mai 2022

\* Pour le barème en cours

Sur l'**Ardèche à Saint-Martin d'Ardèche**, la sonde de turbidité a dû être remplacée le 21/06/2022 suite à son dysfonctionnement. Une nouvelle courbe de conversion est à construire.

Sur le **Gardon à Remoulins**, les données acquises sont toujours insuffisantes pour construire une courbe de conversion (turbidité vs MES) nécessaire au calcul de flux. Dans l'attente d'une courbe robuste, le barème est fixé à 1.

En mer, à la station **MesuRho** au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône (13), une bouée BFI a été repositionnée par 21m de fond le 17 mai 2022 en lieu et place de la bouée à chaîne qui avait été mise en place en urgence par les Phares et Balises en janvier 2021 suite à la disparition de l'ancienne BFI (nouvelle position 43°19,134' N, 4°51,972' E, voir figure 3). Le lendemain de cette mise à l'eau, un courantomètre ADCP et des sondes multiparamètres (CTD Hydrocat et EcoTriplet en subsurface) ont été positionnés en autonome.



**Figure 3 : Carte présentant la position de la station MesuRho au 18 mai 2022 (point rouge – illustration de gauche) et photo terrain lors d'une intervention sur la station (illustration de droite)**

Les panneaux solaires ayant subi une avarie pendant la pose de la BFI, le système de mesures initialement prévu avec alimentation par les panneaux et transmission en temps quasi-réel n'a pu être positionné que les 13-16 juin 2022. Il comporte notamment un automate de contrôle dernière génération (COSTOF2), une station météo et une sonde multiparamètres (MP6). La turbidité instantanée est donc de nouveau mesurée par l'Ifremer toutes les 30 minutes à des profondeurs de 2,5 mètres et 19 mètres environ (par pompage de l'eau de fond).

Le 17 août 2022, il a été constaté une interruption de l'envoi des données hydrologiques. Le diagnostic réalisé le 5 octobre 2022 a révélé une détérioration du système de perche (regroupant les sondes et le pompage) situé à 2,5 m sous la surface. Aussi, depuis la mi-août seules les données en autonomie sont acquises pour les paramètres hydrologiques.

Des profils hydrologiques CTD et des prélèvements d'eau ponctuels sont de nouveau effectués lors des rotations des sondes multi-paramètres pour calibration et nettoyage (première rotation des sondes le 5 octobre 2022). Les données des instruments ayant déjà bénéficié d'une rotation ont pu être extraites des sondes et post-traitées. L'analyse des forçages et de leur impact sur la dynamique des particules à MesuRho est en cours et se poursuivra au premier trimestre 2023. En effet, des épisodes de turbidité élevée ont été observés par la sonde EcoTriplet mais l'interprétation de ces événements est complexe.

L'été 2022 était caractérisé par des températures de l'eau élevées à 2,3 m de profondeur, atteignant 27,5°C le 20 juillet et plus de 27°C pendant 3 jours à la mi-août, contre des températures maximum observées autour de 25°C pour une année moyenne. Les concentrations en MES en subsurface issues des prélèvements d'eau analysés varient de 4 mg/L le 13 juin à 15,6 mg/L le 5 octobre, loin des valeurs supérieures à 40 mg/L obtenues en périodes de crue.

Le Tableau 2 présente l'état des lieux des courbes de calibration construites par INRAE, et rappelle les gammes de concentration à enrichir pour chaque station pour la suite du programme.

**Tableau 2 : Synthèse de l'évolution de la construction des courbes de calibration pour les stations gérées par INRAE (bilan au 09/12/2022)**

Station	Période d'établissement du barème	Coefficient turbidité/MES	R <sup>2</sup>	Valeur minimale de concentration en MES observée (mg/L)	Valeur maximale de concentration en MES observée (mg/L)	Nombre de mesures valides alimentant la courbe	Gamme de concentration en MES à compléter en priorité
Arve à Genève (Suisse)	06/2012 – 08/2013 *	1.12	0.944	5.0	9600	262	Courbe bien documentée
	02/2015 – en cours	0.83	0.872	3.0	12400	333	
Fier à Motz (73)	04/2014 – 06/2017 *	1.87	0.723	1.1	2860	179	Sonde changée en décembre 2022, reprendre toute la gamme
	08/2017 – 10/2020 *	1.08	0.965	0.2	1794	214	
	12/2020 – 12/2022 *	1.02	1.02	4.9	1329	122	
	12/2022 – en cours	-	-	4	2400	4	
Rhône à Jons (69)	06/2011 – en cours	1.09	0.959	1.6	950	762	Courbe bien documentée
Saône à Lyon (69)		-	-	9.3	71	18	La courbe est récente et en cours de documentation sur toute la gamme.
	01/2010 – 05/2012 *	0.92	0.912	1.3	192	200	
	02/2014 – 10/2020 *	1.11	0.792	3.0	86	44	
	12/2020 – 09/2021 *	1.07	0.931	1	97	70	
Gier à Givors (69)	04/2013 – 11/2019 *	1.08	0.891	1.2	1342	151	Valeurs intermédiaires de 15 à 100 mg/L
	12/2019 – en cours	1.33	0.940	2.5	2240	125	
Drôme à Livron-sur-Drôme (26)	11/2018 – 08/2020 *	0.79	0.909	2.0	8728	227	Valeurs basses : < 100 mg/L
	05/2021 – en cours	0.61	0.821	1.0	2233	107	
Ardèche à Saint-Martin-d'Ardèche (07)	01/2016 – 05/22 *	1.43	0.866	1.0	340	61	Toute la gamme. La sonde de turbidité vient d'être changée.
	06/22 – 11/22 *			Pas de prélèvement sur la période			
	11/22 – en cours						
Gardon à Remoulins (30)	06/2017 – 11/2020 *	-	-	0.6	3.8	6	La courbe est en cours de documentation sur toute la gamme
	05/2021 – en cours	-	-	1	5	6	

\* changement de sonde

## 4. Prélèvements de matières en suspension pour les analyses physico-chimiques

Les prélèvements de MES pour le suivi qualitatif sont effectués sur les stations de suivi hydrosédimentaire à des fréquences établies en fonction du régime hydrologique de chaque cours d'eau et de la variabilité temporelle des concentrations en MES. Afin de constituer une échantillothèque robuste, chaque prélèvement est documenté et archivé sans limitation temporelle (cf. §5 L'outil Banque).

### 4.1 Codification des échantillons

Pour faciliter les échanges d'échantillons entre les équipes du Nord (INRAE) et du Sud (CEREGE, IRSN et MIO), les prélèvements de MES sont identifiés par un code normalisé qui se compose :

- du trigramme de la station ;
- du trigramme du mode de prélèvement ;
- de la date de prélèvement (ou des dates de début et de fin de prélèvement dans le cas des pièges à particules) au format AAMMJJ et des heures de prélèvement accompagnées du fuseau horaire.

Ainsi, un échantillon de MES issu de la centrifugeuse fixe de Jons prélevé le 28 février 2017 entre 9h05 et 13h30 sera nommé JON-CFI-170228-9h05 13h30 (TU+1). La fiche descriptive de la dénomination des échantillons est disponible dans l'espace de travail de l'OSR (<https://nextcloud.inrae.fr/s/z7Y9pqH5oM5egZR>) et s'intitule « Nomenclature des échantillons ».

### 4.2 Méthodes d'échantillonnage des MES

Les prélèvements de MES peuvent s'effectuer à l'aide :

- D'une centrifugeuse fixe au niveau des stations du Rhône à Jons et à Arles (jusqu'à fin 2018 pour la centrifugeuse d'Arles – reprise ponctuelle à compter de 2022) ;
- D'un piège à particules intégratif sur les affluents du Rhône-Nord et du Rhône-Sud, le Rhône à Jons, le Rhône à Andancette, et le Rhône à Arles. Pour l'échantillonnage de crues, le contenu du piège déjà en place est collecté, si possible, avant l'évènement afin de recueillir ensuite les MES provenant uniquement de la crue ;
- De prélèvements manuels ponctuels de 15 L ou 35 L lors d'évènements de crue. Les MES sont ensuite récupérées au laboratoire à l'aide d'une centrifugeuse à godets, après décantation.
- D'une centrifugeuse mobile, pour des prélèvements en situations hydrologiques variées (base, crue, chasse, saison, ...), sur le linéaire du Rhône et ses principaux affluents.

### 4.3 Détermination du régime hydrologique des périodes de prélèvement

Un échantillon est classé en régime hydrologique de crue lorsqu'au moins 50% du flux cumulé de MES a été mesuré avec un débit moyen supérieur au seuil de crue du cours d'eau considéré. Si cette condition n'est pas respectée, l'échantillon est classé en régime hydrologique de base.

Le régime hydrologique d'un échantillon est déterminé à l'aide de scripts R, développés à INRAE. Une notice détaillant le fonctionnement des différents scripts utilisés pour calculer le régime hydrologique a été rédigée. Celle-ci s'accompagne d'un synopsis graphique pour en faciliter la lecture. La notice et la chartre graphique sont disponibles en annexe du rapport d'avancement de 2020 sur l'action B2 – Evaluation multi-échelle des flux interannuels et évènementiels de MES et de contaminants – [Delile et al. 2020, Annexes 4 et 5].

### 4.4 Prélèvements de MES en régime de base

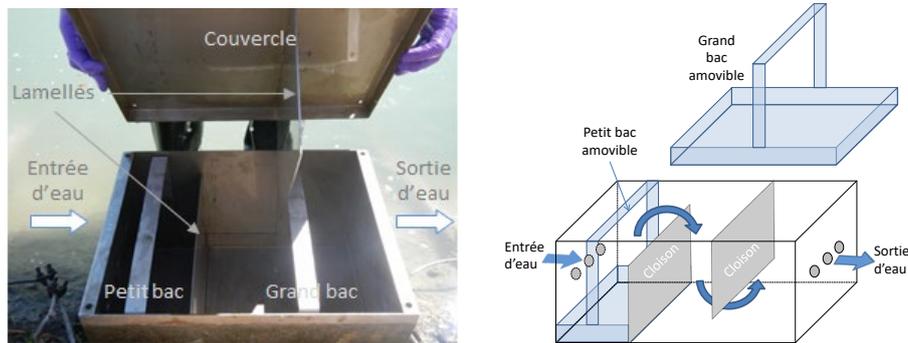
**Sur la station du Rhône à Jons**, des prélèvements mensuels de MES sont réalisés à l'aide d'une centrifugeuse fixe (centrifugeuse fixe CEPA Z61). Jusqu'en mars 2018, les prélèvements à cette station étaient réalisés de manière bimensuelle. Compte tenu du temps de préparation du matériel, du temps de fonctionnement conséquent, ainsi que de la nécessité de faire intervenir un personnel préalablement formé à l'utilisation du dispositif, il a été décidé de réduire la fréquence d'échantillonnage à cette station à l'échelle mensuelle. Une étude a été menée pour vérifier que la réduction de la fréquence d'échantillonnage n'ait pas un impact sur les tendances temporelles observées à Jons (cf. Rapport sur le fonctionnement du réseau d'observation des flux de l'année 2018, chapitre 3, Le Bescond et al. 2018).

**Sur la station du Rhône à Arles**, des prélèvements bimensuels ont été effectués à l'aide d'une centrifugeuse fixe (centrifugeuse fixe CEPA Z61, identique à celle de la station de Jons) jusqu'en octobre 2018. Fin octobre 2018, le fonctionnement de la centrifugeuse fixe a été interrompu, suite à la suspension des financements dédiés. La station d'Arles est également équipée d'un piège à particules, dont le prélèvement des MES est utilisé pour l'analyse du tritium et du carbone 14 par l'IRSN. Depuis l'arrêt de la centrifugeuse fixe, les analyses de mercure, d'éléments traces métalliques (ETM) et de granulométrie sont effectuées sur les MES issues du piège à particules. A Arles, les données de concentration en carbone organique particulaire (COP) sont produites par le MIO. Les analyses sont effectuées sur des MES issues d'échantillons d'eau de rivière filtrés (qui servent également à déterminer la charge en suspension). Un prélèvement journalier est réalisé par préleveur automatique, et une plus grande fréquence d'échantillonnage est appliquée lors des crues. Depuis 2018, des analyses de COP sont également réalisées par INRAE sur les échantillons de piège à particules.

En 2022, la centrifugeuse fixe d'Arles a été remise en route à l'occasion d'une campagne de prélèvements dédiée à l'intercomparaison des différentes méthodes d'échantillonnage des MES couramment utilisées par l'OSR (cf. §4.6).

**Sur les stations permanentes et temporaires** (Figure 1), les prélèvements de MES sont réalisés à l'aide d'un piège à particules repris de celui utilisé par le programme German Specimen Bank [Schulze et al., 2007], afin d'échantillonner de manière intégrée, sur une longue période, les MES en régime de base et lors des pics de flux de MES. Ce dispositif engendre une maintenance aisée et peu coûteuse. Il se présente sous la forme d'une boîte en inox 316 (40x30x25cm) percée de 3 trous sur les faces avant et arrière qui permettent de faire circuler

l'eau. A l'intérieur, deux cloisons font chuter la vitesse de l'eau et entraînent la décantation des MES au fond de deux bacs amovibles (Figure 4).



**Figure 4 : Présentation d'un piège à particules immergé en inox (dimensions 40x30x25cm).**

Les échantillons de MES des pièges à particules installés sur les affluents sont récupérés tous les mois. Lorsque le piège est retrouvé retourné ou non immergé, le prélèvement est jeté car il est considéré comme non représentatif. Dans certains cas, en fonction de la position du PAP ou de l'historique du niveau d'eau par exemple, l'échantillon peut être conservé afin de limiter les lacunes. Dans ce cas-là, l'information est renseignée dans un fichier interne de gestion des échantillons, et la donnée est bancarisée comme douteuse dans BDOH.

Sur la station de Jons, la représentativité des échantillons issus du piège à particules (intégratif) est validée par comparaison avec les concentrations en contaminants analysées dans des MES prélevées par centrifugation, considérées comme une référence ponctuelle [Masson et al., 2018].

Depuis le début de l'OSR, 15 stations ont été équipées de pièges à particules, dont 11 actuellement en activité (Tableau 3).

L'annexe 2 présente une synthèse des stations de suivi des flux de l'OSR au 31/12/2022 (permanentes, temporaires ou possibles). On y trouve notamment un récapitulatif du nombre d'échantillons prélevés par méthode de prélèvement.

**Tableau 3 : Stations sur le Rhône et ses affluents qui sont équipées - ou qui ont été équipées - d'un piège à particules et/ou d'une centrifugeuse pour la collecte de MES depuis le début du programme OSR en 2011. La fréquence de collecte est indiquée pour un régime hydrologique de base.**

Cours d'eau	Localisation	Mode de prélèvement	Date de démarrage	Date d'arrêt	Fréquence de collecte
Arve	Genève (Suisse)	Piège à particules	12/11/12	25/08/14	Mensuelle
Fier	Motz (73)	Piège à particules	05/03/14	En fonctionnement au 01/12/22	Mensuelle
Guiers	Belmont-Tramonet (73)	Piège à particules	05/04/12	19/07/12	Mensuelle
Bourbre	Tignieu-Jamezieu (38)	Piège à particules	15/11/11	28/08/13	Mensuelle
Ain	Chazey-sur-Ain (01)	Piège à particules	20/07/12	28/01/13	Mensuelle
Rhône	Jons (69)	Piège à particules et centrifugeuse	22/06/11	En fonctionnement au 01/12/2022	Mensuelle depuis le 13/03/18, bimensuelle avant cette date
Saône	Lyon (69)	Piège à particules	02/08/12	En fonctionnement au 01/12/22	Mensuelle
Gier	Givors (69)	Piège à particules	23/04/13	En fonctionnement au 01/12/2022	Mensuelle
Rhône	Andancette (26)	Piège à particules	19/10/19	En fonctionnement au 01/12/22	Mensuelle
Isère	Beaumont-Montoux (38)	Piège à particules	09/09/14	En fonctionnement au 01/12/22	Mensuelle
Drôme	Livron-sur-Drôme (26)	Piège à particules	23/10/18	En fonctionnement au 01/12/22	Mensuelle
Ardèche	Saint-Martin-d'Ardèche (07)	Piège à particules	01/03/16	En fonctionnement au 01/12/22	Mensuelle
Durance	Bonpas (84)	Piège à particules	14/10/15	En fonctionnement au 01/12/22	Mensuelle
Gardon	Remoulins (30)	Piège à particules	15/11/17	En fonctionnement au 01/12/22	Mensuelle
Rhône	Arles (13)	Centrifugeuse (MIO/CEREGE) et piège à particules (IRSN)	18/05/11	En fonctionnement au 01/12/22 (pas de centrifugeuse en routine depuis octobre 2018)	Mensuelle

#### 4.5 Prélèvements de MES en régime de crue

Le suivi du Rhône et de ses affluents est intensifié durant un épisode de crue afin d'échantillonner l'évènement le plus finement possible (montée, pic/plateau et décrue). Le seuil de crue de chaque station correspond à la moitié de la valeur de son débit de crue biannuelle (période de retour deux ans, Q2). Les seuils de crue sont détaillés en Annexe 3. Il faut noter qu'il est très difficile d'assurer la collecte de tous les affluents lors des crues rapides d'une durée d'un à deux jours.

Dans l'ensemble, très peu de crues ont été observées sur le bassin rhodanien en cette année 2022, qui a été particulièrement sèche. Les quelques évènements hydrologiques qui ont été échantillonnés sur les stations du réseau en 2022 sont mentionnés dans le Tableau 4.

NB : Pour les stations Fier, Rhône à Jons, Saône, Gier, Drôme, Ardèche et Gardon, les régimes hydrologiques ont été calculés pour les échantillons jusqu'au mois de juillet/août, date des dernières données et de débit et de flux de MES disponibles. Les régimes hydrologiques des échantillons ultérieurs à août 2022 n'ont pas encore pu être calculés. Pour les stations Rhône

à Andancette, Isère, Durance et Rhône à Arles, les régimes hydrologiques n'ont pas encore été calculé, dans l'attente de données de débit et/ou de concentration en MES fournies par les partenaires à l'année N+1.

**Tableau 4 : Synthèse par station des prélèvements de MES pour analyses chimiques réalisés en crue en 2022 sur les stations du Rhône et ses affluents, avec les dates de prélèvement et le débit moyen observé sur la période de prélèvement. Bilan au 15/12/2022.**

Station	Date du prélèvement (TU+01)	Mode de prélèvement	Débit moyen sur la période (m <sup>3</sup> /s)	Date de dépassement du seuil (TU+01)	Débit maximal et date (TU+01)
Fier à Motz	● 21/12/21 – 13/01/22	Piège à particules	94 m <sup>3</sup> /s	28/12/21 11:00 – 30/12/21 20:00	529 m <sup>3</sup> /s (29/12/21 21:00)
	● 08/03/22 – 12/04/22	Piège à particules	36 m <sup>3</sup> /s	08/04/22 02:00 – 08/04/22 21:00	286 m <sup>3</sup> /s (08/04/22 13:00)
Rhône à Jons	● 16/12/2021– 10/01/22	Piège à particules	902 m <sup>3</sup> /s	28/12/21 00:00 – 08/01/22 12:00	3033 m <sup>3</sup> /s (30/12/21 17:00)
	● 07/02/22 – 07/03/22	Piège à particules	613 m <sup>3</sup> /s	07/04/22 18:00 – 19/02/22 19:00	1418 m <sup>3</sup> /s (18/02/22 09:00)
	● 04/04/22 – 04/05/22	Piège à particules	471 m <sup>3</sup> /s	21/01/21 21:00 – 10/04/22 15:00	1430 m <sup>3</sup> /s (09/04/22 02:00)
Saône à Lyon	● 14/01/2021– 01/02/21	Piège à particules	458 m <sup>3</sup> /s	29/12/21 00:00 – 14/01/21 23:00	1451 m <sup>3</sup> /s (31/12/21 11:00)

#### 4.6 Campagne d'intercomparaison des méthodes d'échantillonnage des MES

En mai 2022, une étude d'intercomparaison des différentes méthodes d'échantillonnage utilisées dans le cadre de l'OSR a été réalisée à la station d'Arles. L'objectif de cette campagne est de tester et comparer l'efficacité de piégeage des particules selon le dispositif utilisé. De ce fait, d'observer les possibles différences de piégeage liées aux différents outils utilisés et/ou au mode de pompage de l'eau vers l'outil d'échantillonnage. Enfin, d'observer l'impact des différents modes de prélèvements sur les concentrations en micropolluants obtenues. Des analyses chimiques ont été réalisées sur l'ensemble des échantillons pour les paramètres suivis habituellement : ETM, Hg, radioéléments, COP, granulométrie).

Durant tout le mois de mai, des prélèvements ont été réalisés par centrifugation, pièges à particules, cartouches filtrantes, et manuellement. La granulométrie des particules a été suivie en continu durant toute l'expérimentation à l'aide du granulomètre in-situ de l'IRSN (LISST Streamside).

Chaque semaine, deux types de centrifugeuses ont été utilisées, fixe et mobile, afin de comparer les échantillons prélevés par pompage in situ (centrifugeuse mobile - INRAE) avec ceux prélevés par pompage dans le local (centrifugeuse fixe - MIO). De la même manière, un piège à particules a été installé in situ afin de comparer l'échantillon prélevé avec celui obtenu grâce au piège à particules du local (utilisé habituellement dans le suivi du réseau). Un piège à particules de taille réduite (un tiers de la taille habituelle) a également été installé in situ afin d'observer les différences granulométriques avec le piège à particules de dimensions

habituelles. Enfin, des prélèvements d'eau ont été réalisés en sortie du piège à particules et de la centrifugeuse fixe afin de récupérer les éventuels colloïdes non retenus par ces deux méthodes. Des prélèvements d'eaux ont également été réalisés en entrée du piège à particules.

Le récapitulatif des échantillons prélevés à cette occasion est présenté dans le Tableau 5. Les analyses sont en cours de finalisation

**Tableau 5 : Synthèse des prélèvements de MES réalisés lors de la manip d'intercomparaison à Arles, avec les dates de prélèvement et la méthode utilisée. Campagne réalisée au cours du mois de mai 2022.**

Station	Mode de prélèvement	Date du prélèvement (TU+01)	Commentaire
<b>Rhône à Arles</b>	Centrifugeuse fixe	● 03/05/2022 09:22 - 14:00	
	Centrifugeuse fixe	● 10/05/2022 09:10 - 13:10	
	Centrifugeuse fixe	● 17/05/2022 08:50 - 13:00	
	Centrifugeuse fixe	● 24/05/2022 08:25 - 13:25	
	Centrifugeuse fixe	● 31/05/2022 08:40 - 12:40	
	Centrifugeuse mobile	● 03/05/2022 09:16 - 13:20	
	Centrifugeuse mobile	● 10/05/2022 09:16 - 13:16	
	Centrifugeuse mobile	● 24/05/2022 08:25 - 13:25	
	Centrifugeuse mobile	● 31/05/2022 08:40 - 12:40	
	Piège à particules	● 03/05/2022 - 31/05/2022	Piège à particules du local (PAP habituel)
	Piège à particules	● 03/05/2022 - 31/05/2022	Piège à particules in situ
	Piège à particules	● 03/05/2022 - 31/05/2022	Piège à particules réduit au tiers
	Cartouche filtrante	● 03/05/2022 - 31/05/2022	Fraction particulaire
	Cartouche filtrante	● 03/05/2022 - 31/05/2022	Fraction dissoute évaporée
	Manuel – entrée/sortie Piège à particules	● 03/05/2022 - 10/05/2022	Colloïdes PAP
	Manuel – entrée/sortie Piège à particules	● 10/05/2022 - 17/05/2022	Colloïdes PAP
	Manuel – entrée/sortie Piège à particules	● 17/05/2022 - 24/05/2022	Colloïdes PAP
	Manuel – entrée/sortie Piège à particules	● 24/05/2022 - 31/05/2022	Colloïdes PAP
	Manuel – eau sortie centrifugeuse fixe	En instantané pendant les prélèvements par centrifugeuse	Colloïdes centrifugeuse



Figure 5 : Illustrations de la manip d'intercomparaison à Arles - mai 2022 (A : centrifugeuse mobile ; B : piège à particules ; C et D : centrifugeuse fixe ; E : cartouches filtrantes

## 4.7 Bilan des prélèvements de MES

### 1.1.1 Bilan des prélèvements de MES pour l'année 2021

La **synthèse complète** des échantillons prélevés en régime de base et en crue en 2021 est présentée par affluent et par technique de prélèvement dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Nombre d'échantillons de MES prélevés en 2021 pour les analyses physico-chimiques sur chaque station [nombre d'échantillons prélevés en crue].

Station	Nombre d'échantillons de MES prélevés total et [en crue] et méthode de prélèvement				TOTAL	Nombre d'interventions sur la station
	Centrifugeuse fixe (ponctuel ~4h)	Centrifugeuse mobile (ponctuel ~4h)	Piège à particules (intégratif)	Décantation/centrifugation (ponctuel)		
Le Fier à Motz			13 [1]		13 [1]	13
La Saône à Lyon			15 [6]	1[1]	16 [7]	20
Le Rhône à Jons	13 [4]		16 [6]		29 [10]	20
Le Gier à Givors			13 [1]		13 [1]	17
Le Rhône à Andancette			12 [3]		12 [3]	14
L'Isère à Beaumont-Monteux			17 [3]	5[chasse]	22 [3]	17
La Drôme à Livron-sur-Drôme			10 [1]		10 [1]	15
L'Ardèche à St-Martin-d'Ardèche			12 [4]		12 [4]	12
La Durance à Bonpas			10 [1]		10 [1]	10
Le Gardon à Remoulins			5 [1]		5 [1]	10
Le Rhône à Arles	0		12 [1]		12 [1]	12
<b>TOTAL</b>	<b>13 [4]</b>	<b>0</b>	<b>134 [28]</b>	<b>6[1]</b>	<b>154 [33]</b>	<b>160</b>

### 1.1.2 Bilan des prélèvements de MES pour l'année 2022

La synthèse des échantillons prélevés en régime de base et en crue en 2022 est présentée par affluent et par technique de prélèvement dans le Tableau 7.

Rappel : les régimes hydrologiques des stations Rhône à Andancette, Isère, Durance et Rhône à Arles ne sont pas encore disponibles. Les régimes hydrologiques des autres stations sont disponibles pour les échantillons prélevés jusqu'aux mois de juillet/août (voir § 3.5). Certaines crues peuvent donc être survenues en fin d'année et ne pas être mentionnées ici.

**Tableau 7 : Nombre d'échantillons de MES prélevés en 2022 pour les analyses physico-chimiques sur chaque station (bilan au 31/12/2022) [nombre d'échantillons prélevés en crue].**

Station	Nombre d'échantillons de MES prélevés et méthode de prélèvement				TOTAL	Nombre d'interventions sur la station
	Centrifugeuse fixe (ponctuel ~4h)	Centrifugeuse mobile (ponctuel ~4h)	Piège à particules (intégratif)	Décantation grand volume d'eau (ponctuel)		
Le Fier à Motz			12 [2]		12 [2]	13
La Saône à Lyon			13 [1]		13 [1]	17
Le Rhône à Jons	12 [0]		13 [2]		25 [2]	13
Le Gier à Givors			12 [0]		12 [0]	13
Le Rhône à Andancette			13 [?]		13 [?]	13
L'Isère à Beaumont-Montoux			13 [?]		13 [0]	13
La Drôme à Livron-sur-Drôme			10 [?]		10 [?]	16
L'Ardèche à St-Martin-d'Ardèche			10 [?]		10 [?]	17
La Durance à Bonpas			12 [?]		12 [?]	12
Le Gardon à Remoulins			10 [?]		10 [?]	14
Le Rhône à Arles	5 [0]	4 [0]	12 [?]	5 [0]	26 [?]	16
<b>TOTAL</b>	<b>17 [0]</b>		<b>130 [?]</b>	<b>5[0]</b>	<b>147 [?]</b>	<b>157</b>

Au cours de l'année 2022, certains prélèvements n'ont pas pu être effectués, pour diverses raisons. Ces échantillons sont recensés dans le Tableau 8. Le détail des dates exactes et des raisons de non-échantillonnage sont donnés textuellement ci-après.

**Tableau 8 : Récapitulatif des prélèvements effectués (✓) et non effectués en 2022 pour chaque station**

Station	Détail des prélèvements par mois											
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Fier à Motz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rhône à Jons	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1/2	✓	✓	✓
Saône à Lyon	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gier à Givors	✓	✓	✓	✓	✓	Vandalisme	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rhône à Andancette	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Isère à Beaumont-Montoux	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Drôme à Livron-sur-Drôme	✓	✓	Vandalisme	✓	✓	✓	Travaux		✓	✓	✓	✓
Ardèche à Saint-Martin-d'Ardèche	Etiage	✓	✓	✓	✓	Etiage	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Durance à Bonpas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gardon à Remoulins	✓	✓	✓	✓	✓	Etiage (période estivale)			✓	✓	✓	✓
Rhône à Arles	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

**Rhône à Jons** : En raison de travaux dans le local de la station, le prélèvement par centrifugation du 22/08/2022 n'a pas été effectuée. Seule la relève du piège à particules a été réalisée.

**Giers à Givors** : Au mois de juin, le piège à particules a été retrouvé hors de l'eau. La chaîne et les mousquetons en acier inoxydable qui servent à l'accrocher ont été volés. Par conséquent, la période du 30/05/2022 au 27/06/2022 n'a pas pu être échantillonnée.

**Drôme à Livron-sur-Drôme** : Le piège à particules a été retrouvé hors de l'eau durant l'intervention de mars. Par conséquent, la période du 24/02/22 au 24/03/22 n'a pas pu être échantillonnée. De plus, des travaux de création d'une nouvelle passe à poisson ont empêché le prélèvement entre le 16/06/22 et le 25/08/22.

**Ardèche à Saint-Martin-d'Ardèche** : En raison d'étiages exceptionnels, les périodes du 16/12/21 au 13/01/22 et du 19/05/22 au 22/06/22 n'ont pas pu être échantillonnées. Le PAP a été déplacé de quelques mètres en aval pour être immergé de juillet à octobre.

**Gardon à Remoulins** : Le piège à particules a été retiré du 24/05/22 au 12/09/22 lors de la pose du barrage sur la passe à poisson en période d'étiage. Il n'a pas été déplacé à cause du vandalisme subi lors de la forte fréquentation du Gardon pendant l'été.

## 5. Analyses physico-chimiques

### 5.1 Les paramètres analysés

En 2022, pour la deuxième année du programme OSR 6, les mêmes analyses que celle de la première année ont été poursuivies par les partenaires scientifiques : mercure, éléments trace métalliques (ETM – 8 étudiés), carbone-14 ( $^{14}\text{C}$ ), tritium organiquement lié (TOL), radionucléides émetteurs gamma, carbone organique particulaire (COP), analyses élémentaires (CHN) et granulométrie (Tableau 9).

Le choix des substances suivies est justifié dans le rapport sur le fonctionnement du réseau d'observation des flux de 2018 [Le Bescond et al. 2018, chapitre 1.5]. Pour l'IRSN, le nombre d'analyse a été adapté selon l'intérêt des stations.

Les paramètres analysés et les méthodes d'analyse, avec les performances associées (LQ, incertitudes) sont décrits en Annexe 4.

**Tableau 9 : Paramètres analysés, nombre de substances par famille et laboratoires impliqués.**

Analyse	Laboratoire partenaire
Mercure	INRAE
Eléments traces métalliques (ETM) (8)	CEREGE
Carbone-14	IRSN
TOL	IRSN
Radionucléides émetteurs gamma	IRSN
Carbone organique particulaire (COP)	INRAE (toutes stations) et MIO + INRAE (Arles)
Carbone Hydrogène Azote (CHN)	IRSN
Granulométrie	INRAE

## 5.2 Les échantillons analysés

### 1.1.3 Analyses prévues pour l'année 2022

Pour chacun des laboratoires des partenaires scientifiques, le nombre d'analyse à réaliser est défini dans la convention du programme de l'OSR 6 comme suit :

- 120 analyses/an de mercure, granulométrie et COP sont prévues par INRAE en 2022-2023, soit un échantillon mensuel par station ;
- 120 analyses d'ETM sont prévues par le CEREGE en 2022. Les ETM sont analysés sur tous les échantillons prélevés par pièges à particules (Rhône et affluents) ainsi que sur les prélèvements ponctuels sur les affluents en période de crue.
- 30 analyses de <sup>14</sup>C, spectrométrie gamma et CHN (carbone, hydrogène, azote) sont prévues par l'IRSN en 2022 ainsi que 12 analyses de TOL.

Il n'est pas possible, ni forcément nécessaire, d'analyser en temps réel tous les échantillons prélevés. Le choix des échantillons à analyser est déterminé en fonction du nombre d'analyses, de la quantité d'échantillon disponible, du régime hydrologique du cours d'eau durant le prélèvement ainsi que du budget disponible.

Le COP et la granulométrie sont systématiquement analysés pour tous les échantillons du réseau, car ils permettent, si besoin, d'effectuer une normalisation des concentrations en contaminants organiques et inorganiques, pour l'interprétation des résultats. La correction du biais granulométrique pour les pièges à particules est inutile lorsque le piège est soumis à des conditions d'exposition adéquates, ce qui est toujours le cas sauf à l'aval des barrages lors des opérations de chasse [Launay, 2014 ; Masson *et al.*, 2018]. Des travaux complémentaires sont prévus au cours de l'OSR 6 (Axe B) pour étudier l'influence de la granulométrie et du COP sur les concentrations des contaminants.

### 1.1.4 Analyse des échantillons de MES prélevés en 2021

Le Tableau 10 résume le nombre total d'analyses réalisées sur les échantillons de MES qui ont été prélevés en 2021.

**Tableau 10 : Nombre d'échantillons total de MES prélevés et analysés pour l'année 2021.**

Paramètre	Fier	Jons	Saône	Gier	Andancette	Isère	Drôme	Ardèche	Durance	Gardon	Arles	TOTAL
Nombre total d'échantillons prélevés	13	29	16	13	12	22	10	12	10	5	12	154
Mercure (INRAE)	13	29	16	13	12	22	10	12	10	5	12	154
COP (INRAE)	13	29	16	13	12	22	10	12	10	5	12	154
ETM (CEREGE)	13	29	16	13	12	22	10	12	10	5	12	154
<sup>14</sup> C (IRSN)	0	3	0	0	0	4	0	6	8	0	10	31
TOL (IRSN)	0	6	1	0	0	4	0	0	0	0	10	21
Sp. Gamma (IRSN)	2	6	1	1	1	4	8	6	4	3	10*	46
CHN (IRSN)	0	3	0	0	0	4	0	6	8	0	10	31
Granulométrie (INRAE)	13	29	16	13	12	21	10	11	10	5	12	151

\*Prélèvements réalisés hors réseau OSR

En raison du peu de matière présent dans le piège à particules, la granulométrie de l'échantillon prélevé sur l'Ardèche entre le 16/11/2021 et le 16/12/2021 n'a pas été mesurée. Seuls les paramètres chimiques habituels ont été analysés.

### 1.1.5 Analyses des échantillons de MES prélevés en 2022

Le Tableau 11 résume le nombre total d'analyses réalisées sur les échantillons de MES qui ont été prélevés en 2022 (hors manip spécifique d'intercomparaison à Arles).

**Tableau 11 : Nombre d'échantillons de MES prélevés en régime de base ou en crue en 2022, analysés ou en cours d'analyse au 31/12/2022.**

Paramètre	Statut	Fier	Jons	Saône	Gier	Andan- -cette	Isère	Drôme	Ardèche	Durance	Gardon	Arles	TOTAL
Nombre total d'échantillons prélevés au 01/12/2022		12	25	13	12	13	13	10	9	12	10	12	140
Mercure (INRAE)	Analysés	7	16	8	7	8	8	4	4	5	5	5	78
	En cours	5	9	5	5	5	5	6	5	7	5	7	64
COP (INRAE)	Analysés	7	16	8	7	8	8	4	4	5	5	5	78
	En cours	5	9	5	5	5	5	6	5	7	5	7	64
ETM (CEREGE)	Analysés	3	4	4	3	4	4	2	1	2	2	4	33
	En cours	4	10	4	3	4	4	6	8	9	7	7	66
<sup>14</sup> C (IRSN)	Analysés	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	0	0
	En cours	-	-	-	-	-	-	-	8	6	-	11	25
TOL (IRSN)	Analysés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
	En cours	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	11
Sp. gamma (IRSN)	Analysés	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0
	En cours	-	1	-	-	-	-	-	7	-	-	11	18
CHN (IRSN)	Analysés	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	0	0
	En cours	-	-	-	-	-	-	-	8	6	-	11	25
Granulométrie (INRAE)	Analysés	11	23	12	11	12	12	8	8	10	7	9	123
	En cours	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2	3	17

## 6. L'outil Banquise pour la bancarisation et la conservation à long terme des échantillons

### 6.1 Objectif

Depuis 2018, les échantillons de MES générés par l'OSR sont conservés dans deux enceintes à -80°C afin d'améliorer leurs conditions de stockage dans le temps. Ces enceintes, financées par INRAE, permettent (en fonction des besoins et du développement de nouvelles techniques analytiques) d'effectuer des analyses ultérieures sur des échantillons conservés à long terme dans les meilleures conditions possibles.

### 6.2 Bancarisation des échantillons

En complément des enceintes à -80°C, l'interface **Banquise** est utilisée pour bancariser et tracer les échantillons conservés. La plateforme s'appuie sur le logiciel Web Collec-Science (<https://www.collec-science.org/>) développé par Éric Quinton, INRAE-Bordeaux.

Banquise recense les métadonnées, c'est-à-dire toutes les informations relatives à chaque échantillon (lieu de prélèvement, régime hydrologique, masse d'échantillon disponible, etc.), et informe sur l'emplacement de rangement de l'échantillon dans les enceintes -80°C.

### 6.3 Etat des lieux de la bancarisation

Les échantillons sont régulièrement bancarisés et conditionnés à -80°C au fur et à mesure de leur préparation. Aujourd'hui, le nombre d'échantillons de MES bancarisés s'élève à plus de 1600. Il s'agit d'échantillons lyophilisés et broyés, conservés dans des flacons en verre ambré. A ce jour, la première enceinte a déjà atteint sa capacité maximale, et les nouveaux échantillons sont désormais conditionnés dans une seconde enceinte.

C



Figure 6 : Enceintes -80°C utilisées pour le stockage des échantillons de MES de l'OSR et interface Banquise utilisée pour la bancarisation des métadonnées (A : congélateur -80°C ; B : échantillons stockés dans le congélateur -80°C ; C : interface du logiciel Banquise)

### 6.4 Utilisation des échantillons bancarisés pour des analyses rétrospectives

Tableau 12 : Descriptif de l'utilisation des échantillons de Banquise par année (colonne 2 : nombre d'échantillons importés dans le logiciel Banquise et congelé à -80°C ; colonne 3 : nombre d'échantillons déstockés pour des analyses rétrospectives).

Année	Nombre d'échantillons importés	Nombre d'échantillons utilisés pour analyses rétrospectives
2019	1204	-
2020	86	83
2021	183	44
2022	145	107

NB : le nombre d'échantillons importés dans le logiciel ne correspond pas nécessairement au nombre d'échantillons prélevés par année, car certains échantillons sont bancarisés *a posteriori* (échantillons prélevés en fin d'année par exemple).

En 2022 :

- 21 échantillons ont été sous-échantillonnés pour des analyses rétrospectives de HAP dans le cadre d'un stage sur l'action B1.2 de l'OSR6 : contribution des zones urbaines aux flux de contaminants du Rhône.
- 86 échantillons ont été sous-échantillonnés pour des analyses rétrospectives d'ETM dans le cadre d'un stage sur l'action B1.3 de l'OSR6 : influence de la production autochtone de MES sur l'empreinte des MES.

---

## 7. L'outil BDOH pour la bancarisation des données

### 7.1 Présentation

La Base de Données des Observatoires en Hydrologie (BDOH) a été développée par INRAE pour gérer, bancariser et mettre à disposition des données hydrologiques et biogéochimiques issues des observatoires de long terme [Branger *et al*, 2014]. Les données issues du réseau d'observation des flux particuliers et de contaminants associés obtenues dans le cadre du programme de l'OSR sont stockées dans la base de données BDOH et accessibles sur une page spécifique à l'adresse suivante : <https://bdoh.irstea.fr/OBSERVATOIRE-DES-SEDIMENTS-DU-RHONE/>

Des conventions bilatérales entre INRAE et chaque producteur de données ont été établies pour définir les modalités de mise à disposition de ces données.

BDOH permet de calculer des chroniques de flux particuliers et de contaminants associés en combinant les mesures de débit, de MES et de contaminants particuliers issues d'une même station, ou d'une station proche par propagation du débit par exemple (cf. Annexe 1). La présentation de la méthode de calcul des flux de contaminants associés aux MES est détaillée dans le chapitre 2 du livrable « *Bilan actualisé des flux particuliers du Rhône* » [Poulier *et al.*, 2018a].

Les chroniques mesurées de concentration (MES et contaminants) et les chroniques calculées de flux sont consultables directement à travers l'interface Web. L'utilisateur peut définir la période sur laquelle il souhaite calculer un flux instantané ou un cumul de MES et/ou de contaminants associés.

### 7.2 Calcul de flux

Une **chronique instantanée de flux de MES** est obtenue en multipliant la chronique mère de débit d'une station donnée par la chronique de concentration en MES correspondante. Pour ce calcul, les actions effectuées directement dans BDOH sont les suivantes :

- Chaque chronique de turbidité est convertie en chronique de concentrations en MES par l'application d'un barème de conversion turbidité/MES établi pour chaque station et chaque capteur de turbidité (cf. § 3, « Suivi des concentrations en matières en suspension »). Les barèmes de conversion utilisés sont stockés dans BDOH pour une période d'application et une plage de validité définies et peuvent être complétés lorsque la courbe de calibration turbidité/MES du capteur de turbidité est modifiée ;
- La chronique de concentration en MES, calculée à partir de la chronique de turbidité, est multipliée par la chronique de débit à la station correspondante pour obtenir une

chronique de flux de MES. Les deux chroniques mères sont mises au même pas de temps par interpolation linéaire à la seconde près entre deux points, pour ne pas perdre d'information.

Pour calculer une **chronique instantanée de flux de contaminant**, la chronique discontinue de concentrations en contaminant particulaire (données mesurées) est transformée en chronique continue, en supposant que les concentrations varient linéairement entre deux valeurs mesurées successivement. Chaque valeur est reliée à la suivante par un palier centré sur le point de prélèvement à l'aide d'un script développé avec le logiciel R (Figure 6). Une période de lacune est identifiée dans la chronique lorsque la fréquence de suivi régulier n'a pas été respectée, par omission d'un prélèvement (panne de la centrifugeuse, piège renversé) ou d'une analyse (tous les échantillons prélevés ne sont pas systématiquement analysés). La chronique de flux de contaminant particulaire instantané est obtenue directement dans BDOH en multipliant la chronique continue de concentration en contaminant particulaire par la chronique de flux instantané de MES précédemment calculée à cette station. Les périodes de calcul de flux instantanés de contaminants dépendent de la réalisation des analyses, en lien avec la disponibilité de l'échantillon (étape de traitement de l'échantillon et envoi au partenaire scientifique en charge de l'analyse) et avec l'état d'avancement de l'analyse en elle-même.

En général, il est préférable de construire une chronique continue de concentrations en contaminants particulaires à partir des résultats du piège à particules, avec vérification par des prélèvements ponctuels (centrifugeuse), ou de considérer des concentrations moyennes par année ou par type de régime hydrologique.

Actuellement, les chroniques continues de contaminants bancarisées dans BDOH sont comblées par une ancienne méthode (comblement par valeurs forfait avec application d'un seul forfait sur toute la période de la lacune, quelle que soit sa durée. Comblement impliquant de nombreuses étapes de calcul manuel au travers de fichiers excel).

Suite aux travaux sur l'évaluation multi-échelle des flux de MES et de contaminants associés dans le bassin du Rhône (Delile et al., 2021), un comblement différent des lacunes a été proposé. Cette nouvelle méthode consiste toujours à combler les lacunes par valeurs forfaits, mais en redécoupant les lacunes qui s'étendent sur des durées inhabituelles par rapport à la durée normale d'exposition du PAP. Par exemple, une lacune de plusieurs mois est comblée avec plusieurs valeurs forfaits. Cette méthode permet un comblement plus fin et plus représentatif du flux réel.

En 2022, une réunion a eu lieu entre les partenaires scientifiques impliqués dans la production de flux afin de présenter les scripts R en cours de développement et de discuter collectivement de leur application pratique. Des tests sont encore en cours pour finaliser la méthode (et la comparer à d'autres types de comblement, par exemple, un comblement « à l'évènement », c'est-à-dire en redécoupant les périodes de lacunes en fonction du débit). Une nouvelle réunion est prévue début 2023 pour avancer sur ce sujet. Lorsque les scripts seront prêts, les chroniques de flux de contaminants bancarisées dans BDOH seront mises à jour et complétées sur la période manquante.

La méthode de transformation d'une série de données discontinues en une chronique continue et comblée est détaillée dans la section 6.3.

### 7.3 Estimation des chroniques lacunaires

Les chroniques temporelles acquises en continu sur les stations d'observation sont généralement incomplètes. L'absence de données peut provenir de données invalidées car jugées aberrantes lors de la validation ou de lacunes causées par une panne de capteur ou du système de prélèvement par exemple. Ces lacunes sont propagées dans les chroniques de flux instantanés dérivées et empêchent les calculs de flux cumulés sur les périodes concernées. C'est pourquoi il est nécessaire au préalable de reconstituer les périodes de lacunes dans les chroniques mères continues. La durée de temps entre deux valeurs successives à partir de laquelle une chronique est considérée comme lacunaire varie selon le pas de temps d'acquisition et la variabilité temporelle des données.

- Les **chroniques de débit** sont bancarisées dans BDOH au pas de temps horaire et sont considérées lacunaires lorsqu'une donnée horaire n'est pas disponible, ce qui est exceptionnel. Les chroniques de débit fournies par la CNR contiennent une heure de lacune par an, observée lors du passage à l'heure d'été. Cette lacune est estimée par interpolation linéaire entre les deux valeurs qui l'encadrent.
- Depuis début 2020, les lacunes dans **les chroniques de concentration en MES** sont comblées dans BDOH dans la mesure du possible grâce aux données de débit non lacunaires mesurées sur les stations concernées. Les calculs ne sont pas faits automatiquement dans la base BDOH mais grâce à un code R après export des données mesurées de débit et de turbidité. On utilise dans un premier temps la relation  $C_s(Q)$  qui lie la concentration en MES au débit en fonction du régime hydrologique de base ou de crue. Pour chaque pas de temps, on calcule ainsi une donnée estimée de concentration en MES. En inversant ensuite la relation turbidité (MES) construite grâce aux prélèvements/analyses (cf. chapitre 2), on établit une chronique de turbidité estimée. Enfin, on reconstruit une chronique complète de turbidité en fusionnant la chronique mesurée avec la chronique estimée. On ne retient bien sûr les valeurs estimées que lorsqu'une lacune était présente dans la chronique mesurée. L'étape ultime consiste à remplacer la chronique de turbidité dans la base BDOH, ce qui propage automatique le comblement des lacunes aux différentes chroniques filles de concentration et flux de MES, et aux nombreuses chroniques de flux particulières de micropolluants. Ce comblement est réalisé au début de l'année  $n+1$  lorsque les chroniques de débit fournies par les partenaires sont entièrement disponibles pour l'année  $n$ .

Résumé des actions effectuées pour combler les lacunes dans les chroniques de concentration en MES :

1. Export de la chronique de turbidité pour sauvegarde
2. Export du débit
3. Application des relations  $C_s(Q)$
4. Calcul de la turbidité par inversion des relations  $MES(turb)$
5. Reconstitution d'un fichier complet par copier/coller : on garde les données de BDOH auxquelles on insère les données recalculées pendant les périodes de lacunes
6. Attribution du code "e" aux données de comblement

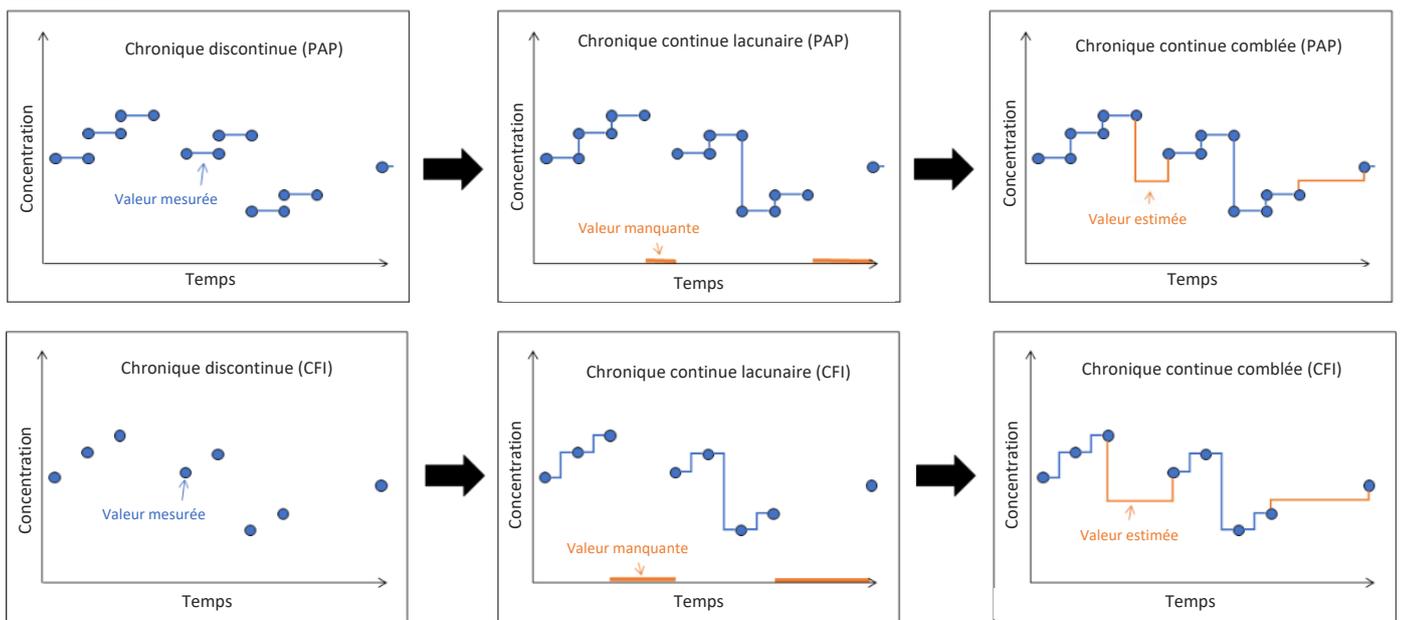
## 7. Réimport des données de turbidité et mise à jour automatique des chroniques filles (CMES, FMES et flux de contaminants)

- Dans une **chronique de concentration en contaminant particulaire**, une lacune est reconnue lorsqu'au moins une donnée dans la série temporelle est manquante par rapport à la fréquence de prélèvement établie à une station (cf. § 6.2). Pour chaque station et chaque contaminant bancarisé, les lacunes dans les chroniques de concentration en contaminants sont reconstituées avec un forfait déterminé selon le régime hydrologique associé à l'échantillon (période de base, régime de crue ou événement de chasse de barrage). Ce forfait correspond à la valeur médiane de l'ensemble des concentrations acquises depuis le début du programme OSR sur chaque station, comme décrit dans le rapport sur l'évaluation multi-échelle des flux de MES et de contaminants associés dans le bassin du Rhône (Delile et al., 2020). Lorsque la fréquence de quantification du composé est inférieure à 50% sur la station, ce forfait n'est pas calculé et la chronique lacunaire n'est pas comblée (Tableau 12).

Pour les données issues de piège à particules, une lacune est reconnue lorsque deux échantillonnages successifs ne sont pas continus (c'est-à-dire lorsque que la date de début d'un échantillonnage est postérieure à la date de fin de l'échantillonnage précédent). Avant d'estimer les valeurs manquantes, lorsque les échantillonnages sont successifs, les séries temporelles discontinues sont transformées en séries temporelles continues par interpolation linéaire. Les valeurs manquantes sont ensuite remplacées par la valeur forfait correspondante, en fonction du cours d'eau et des conditions hydrologiques pendant la période. Dans la nouvelle méthode de comblement, il est envisagé de redécouper les lacunes supérieures à 1,5 fois la période habituelle d'échantillonnage, de sorte à éviter l'estimation trop grandes périodes avec un même forfait. Le nombre de sous-découpage sera proportionnel à la durée de la lacune.

Pour les données issues de centrifugation, une lacune est reconnue lorsque la période entre deux échantillonnages est plus longue que la période habituelle d'échantillonnage. Pour les intervalles plus courts que la période d'échantillonnage habituelle, les séries chronologiques discontinues sont transformées en séries chronologiques continues en considérant la concentration du dernier échantillon jusqu'à la moitié de la période d'intervalle, tandis que l'autre moitié a été remplie avec la concentration de l'échantillon suivant. Comme pour les données de piège à particules, les valeurs manquantes sont ensuite estimées en utilisant des valeurs forfaits. Avec la nouvelle méthode, dans le cas de lacunes de durée supérieure à la période normale entre deux échantillonnage (28 jours), la même règle sera appliquée que pour les pièges à particules.

Les méthodes exactes de redécoupage des lacunes dans les chroniques comblées de concentration en contaminants seront développées dans un prochain rapport, une fois leur mise en application effective.



**Figure 7 : Étapes de transformation d'une série temporelle de données discontinues pour le calcul des flux de contaminants. PAP : piège à particules, CFI : centrifugeuse fixe flux continu**

Le Tableau 12 synthétise l'état des chroniques continues de contaminants : ne contenant aucune lacune, contenant des lacunes reconstituées avec une valeur forfait, ou contenant des lacunes non reconstituées.

**Tableau 13 : Synthèse des chroniques continues de contaminants bancarisées dans BDOH ne contenant aucune lacune, contenant des lacunes reconstituées avec un forfait ou contenant des lacunes non reconstituées.**

Station	Mercure	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	ETM (8)	<sup>137</sup> Cs
Arve	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Estimée	Lacunaire	Estimée	Pas de données
Fier	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Lacunaire	Estimée	Estimée	Estimée	Sans lacune	Estimée
Guiers	Nombre de données insuffisant	Pas de données	Pas de données							
Bourbre	Estimée	Pas de données								
Ain	Sans lacune	Pas de données	Pas de données							
Rhône à Jons	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Lacunaire	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée
Saône	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée						
Gier	Estimée									
Rhône à Andancette	Nombre de données insuffisant	Pas de données	Nombre de données insuffisant	Pas de données						
Isère	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Lacunaire	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée
Drôme	Nombre de données insuffisant	Pas de données	Nombre de données insuffisant	Nombre de données insuffisant						
Ardèche	Estimée	Sans lacune	Estimée	Très peu de données en crue						
Durance	Estimée	Lacunaire	Estimée	Très peu de données en crue						
Gardon	Très peu de données en crue	Pas de données	Très peu de données en crue	Nombre de données insuffisant						
Rhône à Arles	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée						

## 7.4 Données bancarisées en 2022

Dans l'attente de la finalisation des scripts R nécessaires pour propager la nouvelle méthode de comblement des lacunes à l'ensemble des chroniques continues de contaminants, celles-ci non pas été mises à jour. Il en va de même pour les chroniques de flux de contaminants, calculées à partir des chroniques continues (voir § 6.2 et 6.3).

**Tableau 14 : Synthèse des données bancarisées dans BDOH sur les stations du réseau de suivi OSR en activité ou non (et le producteur de la donnée) à la date du 31/12/2022.**

Station	Débit	Turbidité	Conc. en MES	Flux de MES	Conc. en COP	Conc. en Hg	Flux de Hg	Conc. en PCBi	Flux de PCBi	Conc. en ETM	Flux d'ETM	Conc. en radionucléides	Flux de radionucléides	Granulométrie (D10, D50 et D90)
Arve à Genève	31/12/73 19/12/22 (OFEV)	29/03/12 09/11/22 (INRAE)	29/03/1212 09/11/22 (INRAE)	29/03/12 09/11/22 (INRAE)	13/11/12 25/08/14 (INRAE)	13/11/12 25/08/14 (INRAE)	13/11/12 25/08/14 (INRAE)	13/11/12 25/08/14 (INRAE)	13/11/12 25/08/14 (INRAE)	22/01/13 25/08/14 (Cerege)	22/01/13 25/08/14 (Cerege)	Non bancarisée	Non calculés	Non bancarisée
Fier à Motz	15/01/99 31/08/22 (CNR)	15/04/14 07/12/22 (INRAE)	15/04/1412 07/12/22 (INRAE)	15/04/14 31/08/22 (INRAE)	05/03/14 12/07/22 (INRAE)	05/03/14 12/07/22 (INRAE)	15/04/14 09/07/22 (INRAE)	05/03/14 24/11/16 (INRAE)	15/04/14 24/11/16 (INRAE)	21/12/15 12/07/22 (Cerege)	21/12/15 20/12/16 (Cerege)	20/01/15 26/05/20 (IRSN)	20/01/15 23/11/17 (IRSN)	15/04/14 09/11/22 (INRAE)
Guiers à Belmont-Tramonet	01/01/90 31/08/22 (CNR)	05/04/12 18/07/12 (INRAE)	05/04/12 18/07/12 (INRAE)	05/04/12 18/07/12 (INRAE)	19/06/12 19/07/12 (INRAE)	05/04/12 11/12/18 (INRAE)	Non calculé	Non bancarisée	Non calculé	Non bancarisée	Non calculé	Non bancarisée	Non calculé	Non bancarisée
Rhône à Creys	A Pont de Groslée 14/02/99 31/08/22 (CNR)	30/10/08 30/06/19 (EDF)	31/12/09 31/12/16 (EDF)	31/12/09 31/12/16 (INRAE)	Non mesurée	Non mesurée	Non mesuré	Non mesurée	Non mesuré	Non mesurée	Non mesuré	Non mesurée	Non calculé	Non mesurée
Rhône à Bugey	A Lagnieu 01/01/91 31/08/22 (CNR)	29/10/08 30/06/19 (EDF)	29/10/0831 /12/16 (EDF)	30/04/15 31/12/16 (INRAE)	Non mesurée	Non mesurée	Non mesuré	Non mesurée	Non mesuré	Non mesurée	Non mesuré	Non mesurée	Non calculé	Non mesurée
Bourbre à Tignieu-Jamezieu	31/12/80 31/07/22 (DREAL ARA)	20/10/11 26/10/13 (INRAE)	20/10/11 26/10/13 (INRAE)	20/10/11 26/10/13 (INRAE)	07/05/12 28/08/13 (INRAE)	02/01/12 28/08/13 (INRAE)	07/05/12 28/08/13 (INRAE)	02/01/12 28/08/13 (INRAE)	07/05/12 28/08/13 (INRAE)	05/01/12 15/03/13 (Cerege)	05/01/12 15/03/13 (Cerege)	Non mesurée	Non calculé	Non mesurée
Ain à Pont-de-Chazey	01/11/11 31/01/13 (DREAL ARA)	20/07/12 08/06/17 (INRAE)	20/07/1208 /06/17 (INRAE)	20/07/12 16/01/13 (INRAE)	20/07/12 28/01/13 (INRAE)	08/12/11 28/01/13 (INRAE)	20/07/12 16/01/13 (INRAE)	08/12/11 28/01/13 (INRAE)	28/08/12 16/01/13 (INRAE)	Non bancarisée	Non calculé	Non bancarisée	Non calculé	Non mesurée
Rhône à Jons	31/12/92 31/07/22 (INRAE)	31/12/99 04/11/22 (Eau du Gd Lyon)	31/12/99 04/11/22 (INRAE)	31/12/99 31/07/22 (INRAE)	22/06/11 25/07/22 (INRAE)	15/03/11 25/07/22 (INRAE)	22/06/11 04/06/19 (INRAE)	22/06/11 06/12/16 (INRAE)	22/06/11 06/12/16 (INRAE)	20/09/11 25/07/22 (Cerege)	20/09/11 29/05/19 (Cerege)	18/01/12 01/02/21 (IRSN)	18/01/12 19/12/17 (IRSN)	22/05/12 16/11/22 (INRAE)
Saône à Lyon	14/09/81 31/08/22 (CNR)	02/12/09 15/12/22 (INRAE)	02/12/0915 06/10/22 (INRAE)	02/12/09 31/08/22 (INRAE)	02/08/12 25/07/22 (INRAE)	12/12/11 25/07/22 (INRAE)	02/08/12 28/08/18 (INRAE)	12/12/11 28/11/16 (INRAE)	02/08/12 28/11/16 (INRAE)	08/02/13 25/07/22 (Cerege)	08/02/13 25/10/16 (Cerege)	08/02/13 15/05/20 (IRSN)	08/02/13 19/12/17 (IRSN)	02/08/12 16/11/22 (INRAE)
Gier à Givors	31/12/89 226/07/22 (DREAL ARA)	23/04/13 05/12/22 (INRAE)	23/04/13 05/12/22 (INRAE)	23/04/13 30/06/22 (INRAE)	23/04/13 27/07/22 (INRAE)	23/04/13 27/07/22 (INRAE)	23/04/13 13/02/19 (INRAE)	23/04/13 28/11/16 (INRAE)	23/04/13 28/11/16 (INRAE)	06/01/16 27/07/22 (Cerege)	06/01/16 14/02/17 (Cerege)	03/12/14 26/08/20 (IRSN)	03/12/14 25/10/17 (IRSN)	23/04/13 16/11/22 (INRAE)
Rhône à Andan-cette	A Saint-Vallier 01/01/18 31/08/22 (CNR)	01/01/19 31/12/21 (CNR)	01/01/1917 31/12/21 (CNR)	01/01/19 31/12/21 (CNR)	19/10/18 27/07/22 (INRAE)	19/10/18 27/07/22 (INRAE)	Non calculé	Non mesurée	Non mesurée	19/10/18 27/07/22 (Cerege)	Non calculé	Pas de données	Non calculé	19/10/18 16/11/22 (INRAE)
Isère à Beaumont-Montoux	20/03/97 31/08/22 (CNR)	01/01/10 30/12/21 (EDF)	01/01/10 31/12/21 (EDF)	01/01/10 31/12/21 (INRAE)	09/09/14 27/07/22 (INRAE)	09/09/14 27/07/22 (INRAE)	09/09/14 29/08/18 (INRAE)	09/09/14 15/09/16 (INRAE)	09/09/14 15/09/16 (INRAE)	09/09/14 27/07/22 (Cerege)	09/09/14 18/04/17 (Cerege)	16/01/15 20/10/20 (IRSN)	16/01/15 18/04/17 (IRSN)	09/09/14 16/11/22 (INRAE)
Drôme à Livron-sur-Drôme	01/02/18 31/08/22 (CNR)	23/10/18 13/12/22 (INRAE)	23/10/18 13/12/22 (INRAE)	23/10/18 31/08/22 (INRAE)	23/10/18 19/05/22 (INRAE)	23/10/18 19/05/22 (INRAE)	Non calculé	Pas de données	Non calculé	23/10/18 16/06/22 (Cerege)	Non calculé	23/10/18 16/02/21 (IRSN)	Non calculé	23/10/18 23/11/22 (INRAE)
Ardèche à St-Martin-d'Ardèche	01/01/10 22/08/22 (HPCGD)	14/01/16 11/12/22 (INRAE)	14/01/16 16/11/22 (INRAE)	14/01/16 01/07/22 (INRAE)	01/03/16 19/05/22 (INRAE)	01/03/16 19/05/22 (INRAE)	01/03/16 19/04/18 (INRAE)	01/03/16 18/10/16 (INRAE)	01/03/16 18/10/16 (INRAE)	01/03/16 25/08/22 (Cerege)	01/03/16 16/01/18 (Cerege)	01/03/16 24/08/22 (IRSN)	01/03/16 21/04/17 (IRSN)	14/06/2016 18/10/2022 (INRAE)
Durance à Bonpas	01/01/93 31/08/22 (CNR)	21/06/10 31/12/21 (EDF)	31/10/13 31/01/22 (EDF)	30/11/13 31/01/22 (INRAE)	14/10/15 24/05/22 (INRAE)	14/10/15 24/05/22 (INRAE)	14/10/15 31/12/18 (INRAE)	16/11/15 19/07/16 (INRAE)	16/11/15 19/07/16 (INRAE)	16/11/15 26/08/22 (Cerege)	16/11/15 20/12/17 (Cerege)	15/02/16 17/03/21 (IRSN)	15/02/16 07/06/17 (IRSN)	14/10/15 19/10/22 (INRAE)
Gardon à Remoulins	01/01/00 31/08/22 (CNR)	20/06/17 11/12/22 (INRAE)	20/06/17 15/06/22 (INRAE)	20/06/17 15/06/22 (INRAE)	15/11/17 24/05/22 (INRAE)	15/11/17 24/05/22 (INRAE)	15/11/17 29/05/18 (INRAE)	Pas de données	Non calculé	15/03/11 24/05/22 (Cerege)	Non calculé	13/02/18 07/01/21 (IRSN)	Non calculé	05/12/18 19/10/22 (INRAE)
Rhône à Beaucaire	31/12/99 31/08/22 (CNR)	Non mesurée	Données du Rhône à Arles	03/03/05 19/07/18 (INRAE)	Données du Rhône à Arles	Données du Rhône à Arles	24/03/09 16/07/18 (INRAE)	Données du Rhône à Arles	18/01/10 19/10/16 (INRAE)	Données du Rhône à Arles	01/06/18 19/07/18 (Cerege)	Données du Rhône à Arles	03/03/05 12/11/14 (IRSN)	Données du Rhône à Arles
Rhône à Arles	01/01/90 31/08/22 (CNR)	Non mesurée	03/03/05 31/12/21 (MIO)	03/03/05 31/12/21 (INRAE)	31/12/06 31/12/21 (MIO)	24/03/09 31/05/22 19/07/18 (INRAE et Ifremer)	24/03/09 19/07/18 (INRAE)	18/01/10 19/10/16 (INRAE et Ifremer)	18/01/10 19/10/16 (INRAE)	01/06/11 16/08/22 (Cerege)	01/06/11 19/07/18 (Cerege)	03/01/05 31/05/22 (IRSN)	03/03/05 12/11/14 (IRSN)	06/12/18 19/10/22 (INRAE)

---

## 8. Perspectives

Plusieurs perspectives d'actions à mener courant 2023 dans le cadre du réseau de mesure de l'OSR sont proposées ici :

- Continuer à enrichir les courbes de calibration (turbidité vs. MES) des différentes stations. En 2022, l'enrichissement des courbes a été poursuivi dans la mesure du possible et selon les conditions hydrologiques aux différentes stations (globalement, peu de crues cette année). Les efforts sont à poursuivre, particulièrement pour les stations sur lesquelles de nouvelles courbes de calibration sont en cours de construction (cf. § 2).
- Exploiter les données produites lors de la campagne d'intercomparaison à Arles et proposer une synthèse des résultats obtenus lors du rapport de 2023 ou de 2024 (cf. § 4.6).
- Mettre à jour toutes les chroniques de flux de contaminants particuliers bancarisées dans BDOH en appliquant les nouvelles méthodes de comblement des lacunes dans les chroniques continues de concentration en contaminant (cf. § 7.2).
- Faire un état des lieux de l'évolution des différents paramètres mesurés – granulométrie, COP, ETM et Hg, PCB, radioéléments – en fonction des affluents et des conditions hydrologiques, en lien aussi avec l'action B4.2 « effet de la nature des particules (granulométrie et matière organique) sur la concentration des contaminants » et avec l'analyse de tendances temporelles.

## 9. Bibliographie

AFNOR (1995). — NF ISO 10694 : Qualité du sol – Dosage du carbone organique et du carbone total après combustion sèche (analyse élémentaire), 14 p.

AFNOR (2000). — XP X 33-012 : Caractérisation des boues – Dosage des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des polychlorobiphényles (PCB), 30 p.

AFNOR (2005). — AFNOR, NF EN 872 : Qualité de l'eau – Dosage des matières en suspension – Méthode par filtration sur filtre en fibres de verre, 16p.

AFNOR (2009a). — ISO 13320 :2009 : Analyse granulométrique – Méthodes par diffraction laser – Principes généraux, 62 p.

AFNOR (2009b). — NF T 90-210 : Qualité de l'eau - Protocole d'évaluation initiale des performances d'une méthode dans un laboratoire, 43 p.

AFNOR (2013). — NF ISO 11352, indice de classement T90-220 : Qualité de l'eau — Estimation de l'incertitude de mesure basée sur des données de validation et de contrôle qualité, 37 p.

AFNOR (2015). — NF ISO 18589-3 : Mesurage de la radioactivité dans l'environnement - Sol – Partie 3 : méthode d'essai des radionucléides émetteurs gamma par spectrométrie gamma, 33 p.

AFNOR (2016). — NF EN ISO 17294-2 Qualité de l'eau - Application de la spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) - Partie 2 : dosage des éléments sélectionnés y compris les isotopes d'uranium, 32 p.

AFNOR (2016). — XP M60-824 : Énergie nucléaire — Mesure de la radioactivité dans l'environnement — Méthode d'essai pour l'analyse du tritium de l'eau libre et du tritium organiquement lié dans les matrices environnementales, 40 p.

AFNOR (2017). — NF ISO 14869-3 : Qualité du sol — Mise en solution pour la détermination des teneurs élémentaires totales - Partie 3 : mise en solution par l'acide fluorhydrique, l'acide chlorhydrique et l'acide nitrique à l'aide de la technique de micro-ondes pressurisées, 20 p.

Branger F., Thollet F., Crochemore M., Poisbeau M., Raidalet N., Farissier P., Lagouy M., Dramais G., Le Coz J., Guerin A., Tallec G., Peschard J., Mathys N., Klotz S., Tolsa M. (2014) — Le projet base de données pour les observatoires en hydrologie : un outil pour la bancarisation, la gestion et la mise à disposition des données issues des observatoires hydrologiques de long terme à Irstea. *La Houille Blanche*, 1: 33-38.

Delile H., Gruat A., Coquery M., Masson M., Dabrin A., Le Coz J., Miège C., Lagouy M., Radakovitch O. (2021) – Evaluation multi-échelle des flux de MES et de contaminants associés dans le bassin du Rhône– Rapport final (OSR5), 95 p. <https://hal.science/OSR/hal-03291035>

Ghestem J.-P., Amalric L., Conte C. (2018) – Application d'un protocole de vérification d'une limite de quantification dans la matrice sédiment : cas des métaux - Rapport final. AQUAREF - BRGM/RP-68596-FR, 36p. <https://www.aquaref.fr>

Gruat A., J. Le Coz, M. Coquery, F. Thollet, M. Lagouy, A. Buffet, G. Dramais, A. Dabrin, M. Masson, C. Miège, G. Grisot, H. Delile (2019) – Rapport sur le fonctionnement du réseau OSR

d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires (OSR 5 – année 2019). Rapport OSR5, 35 p. <https://hal.science/OSR/hal-03126148>

Launay M. (2014) — Flux de matières en suspension, de mercure et de PCB particulaires dans le Rhône, du Léman à la Méditerranée. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1, France, 478 p. <https://hal.science/OSR/tel-02600006>

Le Bescond, C., Le Coz, J., Coquery, M., Thollet, F., Lagouy, M., Buffet, A., Poulier, G., Dabrin, A., Masson M., Miège, C., Dramais, G., Grisot G., Gattacceca, J., Ambrosi J-P., Delanghe, D., Angeletti, B., Raimbault, P., Fornier M., Lepage, H., Radakovitch, O., Pairaud, I., Fuchs, R. (2018) — Rapport sur le fonctionnement du réseau OSR d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires et sur la bancarisation des données pour l'année 2018 (OSR 5). Rapport OSR5, 115 p. <https://hal.science/OSR/hal-03299208>

Lepage H., Gruat A., Thollet, F., Le Coz J., Coquery M., Masson M., Dabrin A., Radakovitch, O., Eyrolle F., Labille J., Ambrosi J-P., Delanghe D., Raimbault P. (2021) — Concentrations and fluxes of suspended particulate matters and associated contaminants in the Rhône River from Lake Geneva to the Mediterranean Sea. <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.15454/RJCQZ7>

Lepage, H., Gruat, A., Thollet, F., Le Coz, J., Coquery, M., Masson, M., Dabrin, A., Radakovitch, O., Labille, J., Ambrosi, J.-P., Delanghe, D., and Raimbault, P. (2022) — Concentrations and fluxes of suspended particulate matter and associated contaminants in the Rhône River from Lake Geneva to the Mediterranean Sea. *Earth Syst. Sci. Data*, 14, 2369–2384, <https://hal.science/OSR/insu-03690609v1>

Masson M., Angot H., Le Bescond C., Launay M., Dabrin A., Miège C., Le Coz J., Coquery M. (2018) — Sampling of suspended particulate matter using particle traps in the Rhône River: Relevance and representativeness for the monitoring of contaminants. *Science of the Total Environment*, 637-368, 538-549. <https://hal.science/OSR/hal-02015899v1>

Ody A., Doxaran D., Verney R., Bourrin F., Morin G.P., Pairaud I., Gangloff A. (2022) — Ocean Color Remote Sensing of Suspended Sediments along a Continuum from Rivers to River Plumes: Concentration, Transport, Fluxes and Dynamics. *Remote Sensing*, 14(9), 2026, 36p. Publisher's official version: <https://doi.org/10.3390/rs14092026>, Open Access version: <https://hal.science/OSR/hal-03767944v1>

Piégay H., Radakovitch O., Morandi B., Chateauminois A., Clémens A. (2022) — L'Observatoire des Sédiments du Rhône. 12 années de recherche pour la connaissance et la gestion hydro-sédimentaire du fleuve. Bilans et perspectives scientifiques. 72 p, <https://hal.science/OSR/hal-03869998v1>

Poulier G., Le Coz J., Le Bescond C., Thollet F., Lagouy M., Dramais G., Grisot G., Launay M., Gattacceca J., Gairoard S., Radakovitch O., Lepage H., Coquery M. (2018a) — Bilan actualisé des flux de matières en suspension et micropolluants associés sur le bassin du Rhône. Rapport OSR 4, 93 p. <https://hal.science/OSR/hal-02607069v1>

Raimbault P., Lagadec V., Garcia, N. (2014). *Water sample analyses – MOOSE - Rhône River* [Data set]. SEDOO OMP. <https://doi.org/10.6096/MISTRALS-MOOSE.767>

Rogé J. (2021) — Identification et quantification des sources urbaines de contaminants dans le Rhône. Rapport de stage, 53 p.

Schulze, T., Ricking, M., Schroter-Kermani, C., Koerner, A., Denner, H.-D., Weinfurtner, K., Winkler, A., Pekdeger, A. (2007). — The German Environmental Specimen Bank - Sampling, processing, and archiving sediment and suspended particulate matter. *Journal of Soils and Sediments*, 7: 361-367.

Thollet F. (2012) — Collecte de chroniques de matières en suspension avec une station turbidimétrique. Rapport Irstea, 15 p.

Thollet F., Branger F., Le Coz J., Le Bescond C., Pérreal G., Raidelet N. (2017) — Outils de stockage et visualisation des données du réseau OSR d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particuliers. Rapport OSR4, action V.4, 10 p. <https://hal.science/OSR/hal-03749350v1>

Thollet F., Le Coz J., Branger F., Vila B., Gruat A., Le Bescond C., Pérreal G., Raidelet N. (2019) — Développement de l'application informatique BDOH pour l'Observatoire des Sédiments du Rhône. Rapport OSR5, action D2, 14 p. <https://hal.science/OSR/hal-02609185v1>

## 10. Annexes

### ANNEXE 1. Méthode de calcul du flux de contaminants associés aux matières en suspension sur le réseau de suivi de l'OSR

Le flux d'un contaminant associé aux MES (ou contaminant particulaire) est calculé selon l'équation suivante (sous hypothèse d'homogénéité de la phase porteuse au sein d'une section en travers de cours d'eau) :

$$\Phi_i = \int_T Q \cdot CMES \cdot C_i \cdot dt$$

Avec :

- $\Phi_i$ , le flux cumulé de contaminant particulaire  $i$  (en  $\mu\text{g}$ ,  $\text{mg}$  ou  $\text{Bq}$  sur la période  $T$ ) ;
- $Q$ , le débit (en  $\text{m}^3/\text{s}$ ) ;
- $CMES$ , la concentration en matières en suspension (en  $\text{mg}/\text{L}$ ) ;
- $C_i$ , la concentration en contaminant particulaire  $i$  dans les MES (en  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ,  $\text{mg}/\text{kg}$  ou  $\text{Bq}/\text{kg}$ ) ;
- $T$ , la période prise en compte pour le calcul du flux.

## ANNEXE 2. Synthèse des stations de suivi des flux de l'OSR au 01/12/2022 (permanentes, temporaires ou possibles)

Station	Statut	Intérêt	Station de mesure de débits	Station turbidimétrique	Piège à particules	Centrifugeuse
Arve à Genève	Permanente <a href="https://hal.science/OSR/hal-03586237v1">https://hal.science/OSR/hal-03586237v1</a>	Affluent sédimentaire principal du Haut-Rhône	Station OFEV à Genève-bout-du-monde	Turbidimètre INRAE sur station SIG (Services Industriels de la ville de Genève) (opérationnelle)	13/11/12 au 25/08/14 (20 échantillons mensuels)	09/03/11 au 11/12/12 (4 échantillons)
Rhône à Pougny	Permanente	Point d'entrée du Rhône sur le territoire français Aval du Léman et aval confluence avec l'Arve	Station CNR à Pougny	Station CNR (opérationnelle)	Chasse 2012 (10 échantillons)	Chasse 2016 (12 échantillons manuels)
Rhône à Pyrimont	Permanente	Aval confluence Valserine Amont confluences avec les Ussets puis le Fier	Station CNR à Bognes	Station CNR (opérationnelle)		
Fier à Motz	Permanente <a href="https://hal.science/OSR/hal-0338876v1">https://hal.science/OSR/hal-0338876v1</a>	Affluent sédimentaire majeur sur le Haut-Rhône ( <i>à confirmer</i> ), deuxième apport le plus important après l'Arve d'après la simulation avec le modèle Rhône 1D.	Station CNR à Motz	Station INRAE (opérationnelle)	Depuis le 05/03/14 (102 échantillons mensuels)	20/08/12 (1 échantillon)
Guiers à Belmont-Tramonet	Temporaire	Affluent sédimentaire important sur le Haut-Rhône, programme de suivi par piège à particules pendant un an dans le programme AQUAREF	Station CNR à Belmont-Tramonet	Station INRAE (démontée)	05/04/12 au 19/07/12 (7 échantillons mensuels)	05/04/12 au 20/05/19 (6 échantillons)
Rhône à Culoz	Permanente	Aval confluence avec le Fier	Station CNR à Motz	Station CNR (opérationnelle)		
Rhône à Massignieu	Permanente	Aval confluence avec le Fier		Station CNR (opérationnelle)		
Rhône à Groslée	Permanente	Aval confluence avec le Guiers	Station CNR à Pont de Groslée	Station CNR (opérationnelle)		
Rhône à Creys	Permanente	Aval confluence avec le Guiers	Station CNR à Pont de Groslée	Station EDF (opérationnelle)	Chasse 2012 (6 échantillons)	Chasse 2012 (26 échantillons)
Rhône à Villebois	Permanente	Aval confluence avec le Guiers	Station CNR à Pont de Groslée	Station CNR (opérationnelle)		
Rhône à Bugey	Permanente	Amont confluences avec la Bourbre puis l'Ain	Station CNR à Lagnieu	Station EDF (opérationnelle)		
Bourbre à Tignieu-Jamezieu	Temporaire	Affluent présentant de fortes teneurs en contaminants	Station DREAL ARA à Tignieu-Jamezieu	Station INRAE (démontée)	15/11/11 au 28/08/13 (19 échantillons mensuels)	02/01/12 au 29/11/12 (6 échantillons)
Ain à Pont-de-Chazey	Temporaire	Un des principaux affluents du Haut-Rhône	Station DREAL ARA à Pont-de-Chazey	Station INRAE (démontée)	20/07/12 au 28/01/13 (6 échantillons mensuels)	08/12/11 au 11/11/12 (7 échantillons)
Rhône à Jons	Principale <a href="https://hal.science/OSR/hal-03388929v1">https://hal.science/OSR/hal-03388929v1</a>	Point de référence pour évaluer les flux du Haut-Rhône à l'amont de l'agglomération lyonnaise	Station CNR à Anthon (ou combinaison Lagnieu+Ain+Bourbre)	Station d'alerte du Grand Lyon (opérationnelle)	Depuis le 22/06/11 (256 échantillons bimensuel)	Depuis le 15/03/11 (mobile, 91 échantillons) et 09/07/13 (fixe, 180 échantillons)
Vieux-Rhône à Crépieux-Charmy	Permanente	Bras secondaire proche des champs captant du Grand Lyon		Station d'alerte du Grand Lyon (opérationnelle)		

Saône à Lyon-St-Georges	Permanente <a href="https://hal.science/OSR/hal-03388936v3">https://hal.science/OSR/hal-03388936v3</a>	Affluent sédimentaire majeur du Rhône Point clé pour boucler le bilan des flux de l'agglomération lyonnaise (continuité possible à l'avenir avec les études sur le site-atelier Ardières-Morcille de la ZABR)	Station CNR à Couzon	Turbidimètre INRAE hébergé sur une station CNR (opérationnelle)	Depuis le 02/08/12 (installé plusieurs km en amont en RG) (152 échantillons mensuels)	12/12/11 au 22/02/13 (centrifugeuse mobile à l'Île Barbe, 15 échantillons)
Gier à Givors	Permanente <a href="https://hal.science/OSR/hal-0338893v2">https://hal.science/OSR/hal-0338893v2</a>	Affluent présentant de fortes teneurs en contaminants (ancienne vallée industrielle très urbanisée)	Station DREAL ARA à Givors	Station INRAE (opérationnelle)	Depuis le 23/04/13 (114 échantillons mensuels)	
Rhône à Andancette	Permanente <a href="https://hal.science/OSR/hal-03378438v2">https://hal.science/OSR/hal-03378438v2</a>	Aval agglomération lyonnaise et amont confluence Isère	Station CNR à Saint-Vallier	Station CNR A Saint-Vallier (opérationnelle)	Chasse 2016 (3 échantillons à Andancette), et depuis le 19/10/18 (44 échantillons mensuels à Andancette)	
Isère à Romans	Temporaire	Affluent du Rhône le plus contributeur en MES		Station CNR/INRAE (démontée)		
Isère à Beaumont-Monteux	Permanente <a href="https://hal.science/OSR/hal-03388922v1">https://hal.science/OSR/hal-03388922v1</a>	Affluent du Rhône le plus contributeur en MES (continuité avec l'important réseau de stations turbidimétriques EDF/INRAE/LTHE du site-atelier Arc-Isère de la ZABR, qui remonte jusqu'aux zones de production de l'Arvan et du Glandon)	Station CNR à Beaumont-Monteux	Station EDF (homogénéité de la station ?) Projet de station CNR en redondance	Depuis le 09/09/14 (77 échantillons mensuels)	
Drôme à Livron-sur-Drôme	Permanente <a href="https://hal.science/OSR/hal-03586272v1">https://hal.science/OSR/hal-03586272v1</a>	Un des principaux affluents du Rhône aval / flux MES et contaminants pas explorés par OSR	Station CNR à Livron-sur-Drôme	Station INRAE	Depuis le 23/10/2018 (41 échantillons mensuels)	
Rhône à Cruas	Permanente	Aval confluence Isère (mélange des eaux suffisant ?)		Station EDF (opérationnelle mais non calibrée)		
Ardèche à St-Martin-d'Ardèche (plage de Sauze)	Permanente <a href="https://hal.science/OSR/hal-03388915v1">https://hal.science/OSR/hal-03388915v1</a>	Un des principaux affluents du Rhône aval (continuité possible avec les stations de flux du site OHMCV Pradel-Claudègne-Auzon LTHE)	Station CNR/SPC-GD	Station INRAE/CNR	Depuis le 01/03/16 (67 échantillons mensuels)	01/10/2020 (mobile, 1 échantillon)
Cèze	Possible	Affluent du Rhône aval / flux MES et contaminants pas explorés par OSR		Station provisoire (INRAE ?)		18/11/11 et 02/10/20 (mobile, 2 échantillons)
Aigue	Possible	Affluent du Rhône aval / flux MES et contaminants pas explorés par OSR		Station provisoire (INRAE ?)		
Ouvèze	Possible	Affluent du Rhône aval / flux MES et contaminants pas explorés par OSR		Station provisoire (INRAE ?)		
Durance à Bonpas	Permanente <a href="https://hal.science/OSR/hal-03388858v2">https://hal.science/OSR/hal-03388858v2</a>	Affluent sédimentaire majeur du Rhône aval (continuité avec le réseau de stations EDF, LTHE et INRAE qui remonte jusqu'aux zones de production de l'observatoire Draix-Bléone)	Station CNR à Bonpas	Station EDF (opérationnelle)	Depuis le 14/10/15 (56 échantillons mensuels)	
Gardon à Remoulins	Permanente <a href="https://hal.science/OSR/hal-03586259v1">https://hal.science/OSR/hal-03586259v1</a>	Un des principaux affluents du Rhône aval / flux MES et contaminants	Station CNR à Remoulins	Station CNR/SPC-GD Turbidimètre INRAE depuis le 20/06/2017	Depuis le 15/11/2017 (31 échantillons mensuels)	
Rhône à Arles (SORA)	Principale <a href="https://hal.science/OSR/hal-03388619v1">https://hal.science/OSR/hal-03388619v1</a>	Boucler les flux du bassin versant du Rhône avant le domaine marin (exutoire du Rhône)	Stations CNR à Arles (Grand-Rhône) et à Beaucaire (Rhône total)	Station SORA (mesures de MES réalisées par le MIO et turbidimètre à Barcarin depuis décembre 2014)	Depuis le 06/12/2018 pour les analyses d'ETM, Hg, COP et granulométrie (56 échantillons)	Depuis le 18/05/11 (209 échantillons) Suivi Ifremer en 2009-2010

### ANNEXE 3. Synthèse des débits de crue de période de retour deux ans pour le Rhône et ses affluents suivis dans le cadre de l'OSR.

Cours d'eau	Station	Débit de crue (m <sup>3</sup> /s) 2 ans	Seuil de crue (m <sup>3</sup> /s)
Arve	Bout du monde	487	244
Fier	Motz	398	199
Guiers	Belmont-Tramonet	121	61
Bourbre	Tignieu-Jameyzieu	29	15
Ain	Port Galland	820	410
Rhône	Jons		800
Saône	Couzon	1700	850
Gier	Givors	71	35
Rhône	Andancette*	3200	1600
Isère	Beaumont-Monteux	1160	580
Drôme	Livron-sur-Drôme	192	96
Ardèche	St-Martin-d'Ardèche	1690	845
Gardon	Remoulins	804	402
Durance	Bonpas	880	440
Rhône	Arles	5800	2900

\*Nous ne disposons pas de la valeur de débit de crue biannuelle sur le Rhône à Andancette. Nous utilisons donc la valeur du Rhône à Ternay, qui est la station documentée la plus proche sur le Rhône. En outre, il y a peu d'apports de la part d'affluents entre ces deux stations. Nous considérons donc que le débit du Rhône à Ternay est sensiblement équivalent à celui du Rhône à Andancette.

Données extraites de la thèse de Launay M. (2014) - Flux de matières en suspension, de mercure et de PCB particuliers dans le Rhône, du Léman à la Méditerranée. INRAE, Université Lyon 1. Thèse de doctorat. p. 380. <https://hal.science/OSR/tel-02600006v1>

Le seuil de crue correspond à la valeur de débit à partir de laquelle le suivi du cours d'eau considéré est, si possible, intensifié. Le seuil de crue de chaque affluent correspond à la moitié de la valeur de son débit de crue biannuelle (Q2, période de retour 2 ans).

#### ANNEXE 4. Liste des paramètres analysés dans l'OSR par les laboratoires des partenaires scientifiques et méthodes d'analyse.

Famille	Substance	Laboratoire partenaire	Méthode d'extraction	Méthode d'analyse	Méthode de référence	Limite de quantification	Incertitude élargie (%)	LQ recommandée*
Hg	Mercuré total	INRAE		AAS atomique	EPA 7473 Aquaref MA02	10 µg/kg	16	10 µg/kg
PCBi (7)	PCB28	INRAE	Accelerated Solvent Extraction	GC-MS	XP X33-012	0,50-1,0 µg/kg	30-100	1,00 µg/kg
	PCB52					0,75-1,0 µg/kg		
	PCB101					0,50-1,0 µg/kg		
	PCB118					0,50-1,0 µg/kg		
	PCB138					0,50-0,75 µg/kg		
	PCB153					0,50 µg/kg		
PCB180	0,50-1,0 µg/kg							
PCB-DL (2)	PCB105	INRAE	Accelerated Solvent Extraction	GC-MS	XP X33-012 Aquaref MA49	0,50 µg/kg	30-100	1,00 µg/kg
	PCB156					0,50 µg/kg		
PBDE (2)	BDE47	INRAE	Accelerated Solvent Extraction	GC-MS	XP X33-012 Aquaref MA49	0,50 µg/kg	30-100	5,00 µg/kg
	BDE99					0,50 µg/kg		
ETM (8)	Cadmium	CEREGE	Attaque tri-acides par micro-ondes	ICP-MS	NF ISO 14869-3 :2017 NF EN ISO 17294-2	0,1 mg/kg	1-80	0,1 mg/kg
	Cobalt					0,02 mg/kg	1-5	0,2 mg/kg
	Chrome					0,05 mg/kg	1-5	0,5 mg/kg
	Cuivre					0,1 mg/kg	1-6	0,5 mg/kg
	Nickel					0,1 mg/kg	1-5	0,5 mg/kg
	Plomb					0,01 mg/kg	1-10	1 mg/kg
	Zinc					0,5 mg/kg	1-6	2 mg/kg
	Arsenic					0,3 mg/kg	1-15	0,5 mg/kg
TOL	IRSN		Recroissance de l'Helium-3 puis spectrométrie de masse	NF XP M 60-824	0,025 Bq/kg sec			
<sup>14</sup> C	IRSN		Spectrométrie de masse par accélérateur		Détection systématique			
COP	INRAE	Décarbonatation par ajout d'acide phosphorique	Analyseur élémentaire	NF ISO 10694	0,5 g/kg			
Granulométrie	INRAE		Diffraction laser	ISO 13320 :2009				

\* LQ recommandée : valeurs des LQ recommandées dans les sédiments par Aquaref (Laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques) [Lionard *et al.*, 2012 ; Lionard *et al.*, 2014b]. Pour les ETM limite de quantification pour les sédiments de l'avis agrément du 14/04/2018 (Ghestem *et al.*, 2018).



Observatoire  
des Sédiments  
du Rhône

### Dispositifs scientifiques cadres



### Partenaires scientifiques



### Partenaires techniques et financiers



Cofinancé par  
l'Union européenne