



**HAL**  
open science

## Fonctionnement du réseau d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires (OSR 6 – année 2021)

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 2021). [Rapport de recherche] INRAE; CEREGE; IRSN; MIO; Ifremer. 2021. hal-03750716

**HAL Id: hal-03750716**

**<https://hal.science/hal-03750716v1>**

Submitted on 12 Aug 2022

**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 measurement scale (ranging from 0 to 100) and a white sensor box connected by wires. The scene is partially obscured by a semi-transparent grey overlay.

# Fonctionnement du réseau d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires (OSR 6 – année 2021)

# Fonctionnement du réseau d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires (OSR 6 – année 2021)

## Rapport scientifique final

Version du 10 décembre 2021

---

### Observatoire des Sédiments du Rhône – 6ème 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	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. (2021). *Rapport sur le fonctionnement du réseau d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires pour l'année 2021*. Rapport scientifique final. Observatoire des Sédiments du Rhône – 6<sup>ème</sup> programme d'action. 43 p.

L'OSR est un dispositif 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 2021 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 2021 a été principalement orientée sur la continuité du fonctionnement des 12 stations actives du réseau de mesure (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. La publication en cours d'un article sur les données ainsi acquises va permettre de valoriser ce réseau de suivi à l'échelle nationale et internationale.

---

## Mots-clés

Rhône ; Observatoire ; Sédiments ; turbidité, prélèvement, centrifugation, matières en suspension mercure, métaux, radionucléides, flux, base de données

---

## Table des matières

<b>1. Introduction générale .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Présentation du réseau de mesure des flux de matières en suspension et de contaminants particuliers.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Suivi des concentrations en matières en suspension .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Prélèvements de matières en suspension pour les analyses physico-chimiques .....</b>	<b>13</b>
4.1 Codification des échantillons .....	13
4.2 Méthodes d'échantillonnage des MES .....	13
4.3 Détermination du régime hydrologique des périodes de prélèvement .....	14
4.4 Prélèvements de MES en régime de base.....	14
4.5 Prélèvements de MES en régime de crue.....	16
4.6 Prélèvement de MES lors de chasses de barrage .....	18
4.7 Bilan des prélèvements de MES.....	18
4.7.1 Bilan des prélèvements de MES pour l'année 2020.....	18
4.7.2 Bilan des prélèvements de MES pour l'année 2021.....	19
<b>5. Analyses physico-chimiques .....</b>	<b>22</b>
5.1 Les paramètres analysés .....	22
5.2 Les échantillons analysés .....	22
5.2.1 Analyses prévues pour l'année 2021 .....	22
5.2.2 Analyse des échantillons de MES prélevés en 2020.....	23
5.2.3 Analyses des échantillons de MES prélevés en 2021 .....	23
<b>6. L'outil Banque pour la bancarisation et la conservation à long terme des échantillons ..</b>	<b>25</b>
6.1 Objectif.....	25
6.2 Bancarisation des échantillons .....	25
6.3 Banque en 2021.....	25
6.3.1 Etat des lieux de la bancarisation.....	25
6.3.2 Utilisation des échantillons bancarisés pour des analyses rétrospectives .....	26
<b>7. L'outil BDOH pour la bancarisation des données .....</b>	<b>27</b>
7.1 Présentation.....	27
7.2 Calcul de flux.....	27
7.3 Estimation des chroniques lacunaires .....	28
7.4 Données bancarisées en 2021 .....	31
7.5 Evolution de la bancarisation des données sur BDOH - Nouveautés .....	33
7.5.1 Bancarisation de données de granulométrie.....	33
7.5.2 Mise à jour de la référence des données de l'OSR.....	33
7.6 Valorisation du jeu de données de l'OSR.....	34
<b>8. Perspectives.....</b>	<b>35</b>

<b>9. Références bibliographiques .....</b>	<b>36</b>
<b>10. Annexes.....</b>	<b>38</b>
<b>ANNEXE 1.</b> Méthode de calcul du flux de contaminants associés aux matières en suspension sur le réseau de suivi de l'OSR .....	38
<b>ANNEXE 2.</b> Synthèse des stations de suivi des flux de l'OSR au 01/12/2021 (permanentes, temporaires ou possibles).....	39
<b>ANNEXE 3.</b> Synthèse des débits de crue de période de retour deux ans pour le Rhône et ses affluents suivis dans le cadre de l'OSR. ....	41
<b>ANNEXE 4.</b> Liste des paramètres analysés dans l'OSR par les laboratoires des partenaires scientifiques et méthodes d'analyse. ....	42

### Table des figures

<b>Figure 1 :</b> Stations de suivi des concentrations en matières en suspension (MES) et en contaminants particuliers de l'OSR au 01/12/2021 .....	8
<b>Figure 2 :</b> Courbe de calibration (log/log) au 01/12/2021 du capteur de turbidité installé sur le Rhône à Jons.....	9
<b>Figure 3 :</b> Présentation d'un piège à particules immergé en inox (dimensions 40x30x25cm).15	
<b>Figure 4 :</b> 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.....	26
<b>Figure 5 :</b> 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 .....	30
<b>Figure 6 :</b> Capture d'écran de BDOH montrant la traduction en anglais de la généalogie des paramètres (ici, généalogie de la chronique de concentration particulaire en chrome (échantillonnage par piège à particules) sur la Saône).....	33

### Table des tableaux

<b>Tableau 1 :</b> Synthèse des analyses de concentration en MES réalisées en 2021 (mise à jour le 21/10/2021) et exploitées pour l'élaboration de courbes de calibration turbidité/MES (en gras : stations gérées par INRAE ou l'Ifremer). ....	10
<b>Tableau 2 :</b> Synthèse de l'évolution de la construction des courbes de calibration pour les stations gérées par INRAE (bilan au 22/10/2021).....	12
<b>Tableau 3 :</b> 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. ....	16
<b>Tableau 4 :</b> Synthèse par station des prélèvements de MES pour analyses chimiques réalisés en crue en 2021 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 29/10/2021.....	17

<b>Tableau 5</b> : Synthèse des prélèvements de MES réalisés en période de chasse en 2021 sur les stations du Rhône à Jons et de l'Isère, avec les dates de prélèvement et la méthode utilisée. Bilan au 01/12/2021.....	18
<b>Tableau 6</b> : Nombre d'échantillons de MES prélevés en 2020 pour les analyses physico-chimiques sur chaque station [nombre d'échantillons prélevés en crue].....	19
<b>Tableau 7</b> : Nombre d'échantillons de MES prélevés en 2021 pour les analyses physico-chimiques sur chaque station (bilan au 01/12/2021) [nombre d'échantillons prélevés en crue]. .....	20
<b>Tableau 8</b> : Récapitulatif des prélèvements effectués (✓) et non effectués en 2021 pour chaque station.....	20
<b>Tableau 9</b> : Paramètres analysés, nombre de substances par famille et laboratoires impliqués. ....	22
<b>Tableau 10</b> : Nombre d'échantillons total de MES prélevés et analysés pour l'année 2020. .	23
<b>Tableau 11</b> : Nombre d'échantillons de MES prélevés en régime de base ou en crue en 2021, analysés ou en cours d'analyse au 01/12/2021. ....	24
<b>Tableau 12</b> : 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. ....	31
<b>Tableau 13</b> : 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 01/12/2021. ....	32

---

## 1. 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 particuliers 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 : concentration en mercure, en éléments traces métalliques (ETM), en radionucléides, en carbone organique particulaire et granulométrie des particules.

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 particuliers. 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.

L'action E1 du 6ème 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 en particulier 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 2021 et fait 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 2021. 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 (<https://bdoh.irstea.fr/OBSERVATOIRE-DES-SEDIMENTS-DU-RHONE/>).

---

## 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).

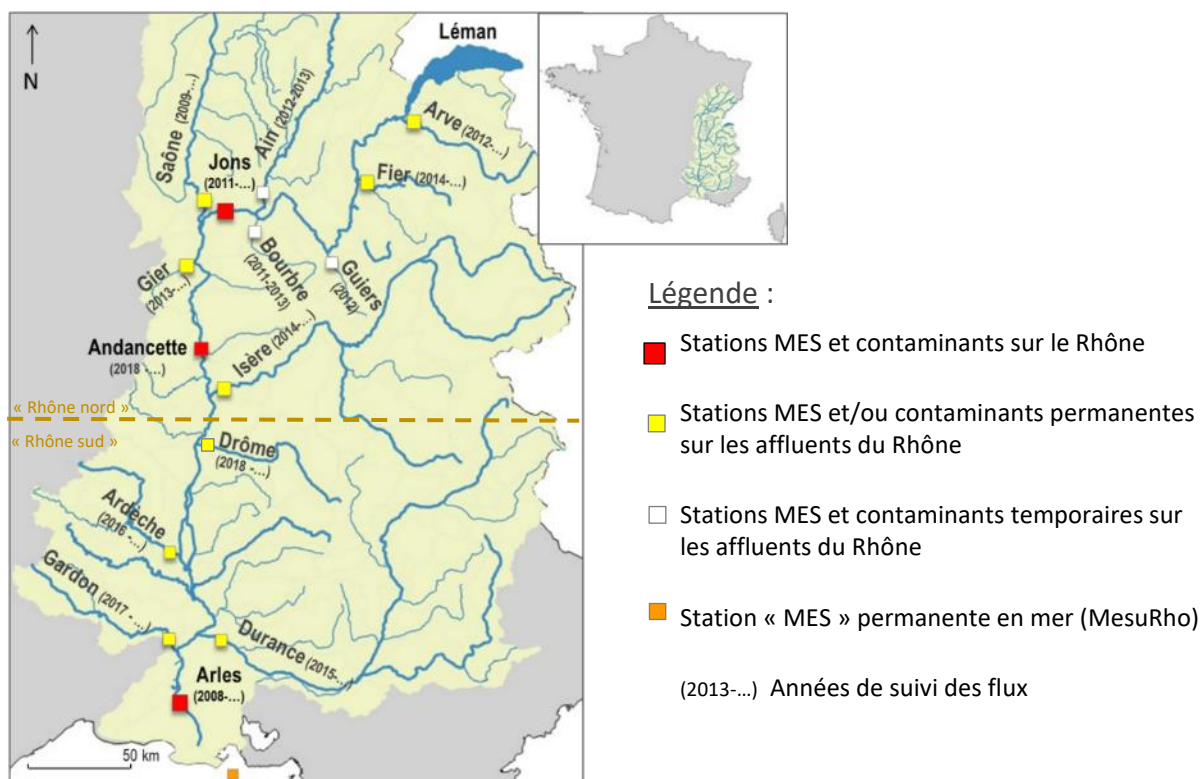
Dans le programme de l'OSR, le suivi de ces trois paramètres est assuré à travers un réseau de stations pérennes sur le bassin du Rhône (stations principales sur le Rhône à Jons et à Arles, stations permanentes sur les affluents majeurs) et de stations temporaires sur les affluents secondaires. Le suivi 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



visé 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 particuliers de l'OSR au 01/12/2021

**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 particuliers (20 échantillons collectés de 2012 à 2014).

Le débit (en m<sup>3</sup>/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.

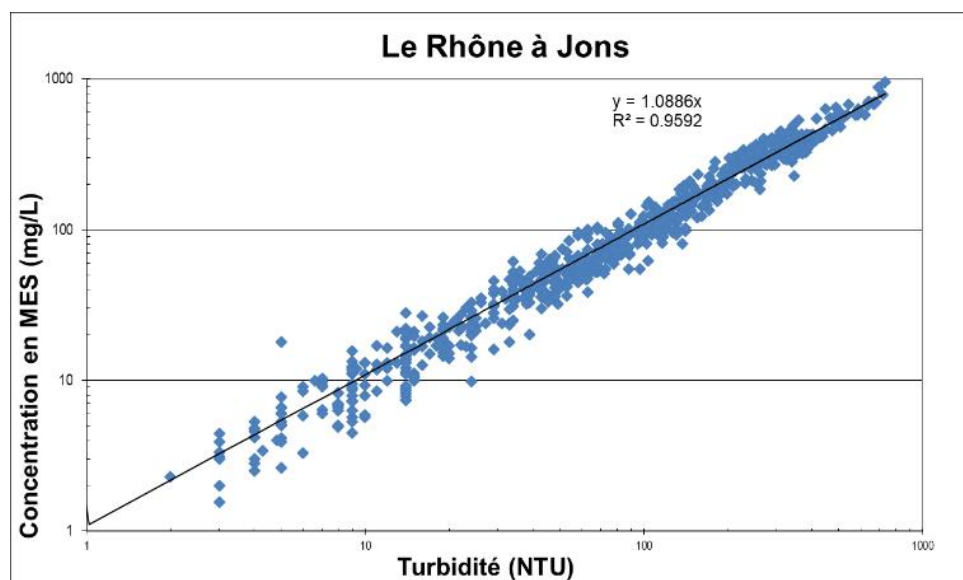
Le débit du Rhône à Jons est calculé par INRAE avec le modèle Rhône1D de l'OSR [Dugué et al., 2015] à partir des hydrogrammes du Rhône à Lagnieu (données CNR), de l'Ain à Port-Galland (données CNR) et de la Bourbre à Tignieu-Jameyzieu (données DREAL ARA).

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 en raison de la présence de 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 01/12/2021 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 de MES 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 2021, 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 2021 au travers de prélèvements automatiques et manuels d'eau brute (Tableau 1).

**Tableau 1 : Synthèse des analyses de concentration en MES réalisées en 2021 (mise à jour le 21/10/2021) 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 2021 *	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	43	360	284	
<b>Fier à Motz (73)</b>	INRAE	91	92	78	
Rhône à Creys (38)	EDF				Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 29/06/2020 Turbidimètre de process : courbe de calibration turbidité/MES inexistante
Rhône à Bugey (01)	EDF				Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 29/06/2020 Turbidimètre de process : courbe de calibration turbidité/MES inexistante
Rhône à Jons (69)	Grand-Lyon	130	851	752	
<b>Saône à Lyon (69)</b>	INRAE	0	0	0	15/09/2021 : Changement de la sonde de turbidité
<b>Gier à Givors (69)</b>	INRAE	75	146	70	
Rhône à Saint-Vallier	CNR				Données de turbidité produites par la CNR, transmises jusqu'au 17/08/2020
Isère à Beaumont-Montoux (38)	EDF				Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 29/06/2020
<b>Drôme à Livron-sur-Drôme (26)</b>	INRAE	25	25	23	05/01/2021 : Changement de la sonde de turbidité

Rhône à Cruas (07)	EDF	Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 29/06/2020			Turbidimètre de process : courbe de calibration turbidité/MES inexistante
<b>Ardèche à Saint-Martin -d'Ardèche (07)</b>	INRAE	0	72	61	
Durance à Bonpas (84)	EDF	Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 29/06/2020			
<b>Gardon à Remoulins (30)</b>	INRAE	1	1	1	
<b>MesuRho</b>	Ifremer	0	0		La station a été arrachée par une tempête mi-janvier 2021

\* Pour le barème en cours

Sur le **Rhône à Jons**, un effort a été mis sur l'échantillonnage d'eau de surface à l'occasion des opérations de gestion sédimentaire sur le Haut-Rhône (APAVÉR) en mai 2021. Au total, 55 échantillons d'eau de surface ont été collectés lors de cet évènement de détecter un éventuel détarage de la relation turbi/MES lié à des variations de granulométrie des MES. Il s'avère que la relation moyenne utilisée reste applicable même pendant cet évènement.

Sur le **Gardon à Remoulins**, qui n'est pas équipé d'un préleveur automatique, seulement 2 échantillons ont pu être prélevés à des débits différents. A cette station, les données acquises depuis 2017 sont toujours insuffisantes pour construire une courbe de conversion (turbidité vs MES) nécessaire au calcul de flux.

En mer, à la station **MesuRho** au large de Port-Saint-Louis-du-Rhône (13), en 2021 le système a fonctionné du 1 au 13 janvier 2021, date à laquelle une tempête a emporté la bouée. Aucune mesure n'est donc disponible après cette date, l'année 2021 ayant été consacrée à la remise en place de la bouée. Comme l'installation du dispositif de mesure nécessite de disposer d'une bouée BFI (bouée à flotteur immergé) et non d'une bouée à chaîne, en plus de l'acquisition de l'instrumentation, une structure est actuellement en cours de construction pour livraison fin 2021. A l'occasion de la remise à l'eau de la bouée début 2022, un automate de contrôle dernière génération (COSTOF2) sera installé. La turbidité instantanée sera de nouveau mesurée par l'Ifremer toutes les 30 minutes à des profondeurs de 2,5 mètres et 17 mètres environ. Des prélèvements ponctuels seront effectués lors des rotations des sondes multi-paramètres pour calibration.

Certaines courbes de calibration sont toujours difficiles à renseigner compte tenu de l'éloignement géographique des affluents et de leurs réactions hydrologiques très rapides. De plus, sur les stations gérées par INRAE, plusieurs sondes de mesure de turbidité ont dû être remplacées en 2020 et 2021 pour cause de dysfonctionnement (Fier, Saône, Gier, Drôme, Gardon). De ce fait, les courbes de calibration doivent être reconstruites, ce qui nécessite d'intensifier les prélèvements pour l'ensemble de la gamme de mesure. 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 22/10/2021)**

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	Valeurs basses : 0.002 à 0.250 g/L
	02/2015 – en cours	0.80	0.902	3.0	12400	284	Valeurs hautes : 1.5 à 12.4 g/L
Fier à Motz (73)	04/2014 – 06/2017 *	1.87	0.723	1.1	2860	179	La courbe est très récente et en cours de documentation sur toute la gamme
	08/2017 – 10/2020 *	1.08	0.965	0.2	1794	214	
	12/2020 – en cours	0.96	0.963	6.0	496	76	
Rhône à Jons (69)	06/2011 – en cours	1.09	0.959	1.6	950	752	2 à 20 mg/L
Saône à Lyon (69)	01/2010 – 05/2012 *	-	-	9.3	71	18	La sonde de mesure de turbidité vient d'être changée et la construction de la courbe de calibration n'a pas encore été démarrée.
	02/2014 – 10/2020 *	0.92	0.91	1.3	192	200	
	12/2020 – 09/2021 *	1.11	0.79	3.0	86	44	
	09/2021 – en cours	-	-	-	-	0	
Gier à Givors (69)	04/2013 – 11/2019 *	1.08	0.891	1.2	1342	151	La courbe est récente et en cours de documentation sur toute la gamme.
	12/2019 – en cours	1.28	0.76	2.5	636	70	
Drôme à Livron-sur-Drôme (26)	11/2018 – 08/2020 *	0.79	0.909	2.0	8728	227	La courbe est très récente et en cours de documentation sur toute la gamme.
	05/2021 – en cours	1.0	0.997	1.0	364	23	
Ardèche à Saint-Martin-d'Ardèche (07)	01/2016 – en cours	1.43	0.866	1.0	340	61	Toute la gamme. Le nombre de valeurs acquises est insuffisant.
Gardon à Remoulins (30)	06/2017 – 11/2020 *	-	-	0.6	3.8	6	La courbe est très récente et en cours de documentation sur toute la gamme
	05/2021 – en cours	-	-	-	-	1	

\* 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 privé du site internet de l'OSR (<http://www.graie.org/osr/spip.php?rubrique21>) 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) ;
- 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 (piège à particules géré par l'IRSN pour la collecte d'une grande quantité de MES nécessaire à l'analyse des radionucléides). Pour l'échantillonnage de crues, le contenu du piège déjà en place est collecté, si possible, avant l'évènement afin de recueillir 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.

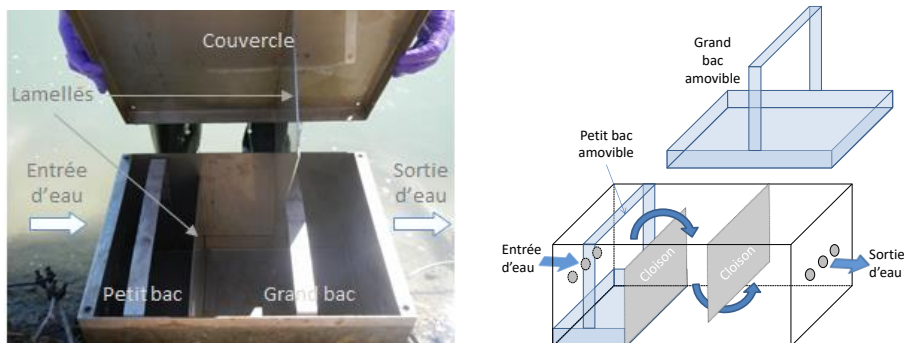
Le régime hydrologique d'un échantillon est déterminé à l'aide de scripts R, développés à INRAE. Une notice détaillant le fonctionnement des différents scripts utilisés pour calculer le régime hydrologique a été rédigée. Celle-ci s'accompagne d'un synopsis graphique pour faciliter la lecture. La notice et la chartre graphique sont disponibles en annexes 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.

**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 3 : 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 01/12/2021 (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 01/12/21	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 01/12/2021	Mensuelle depuis le 13/03/18, bimensuelle avant cette date
Saône	Lyon (69)	Piège à particules	02/08/12	En fonctionnement au 01/12/21	Mensuelle
Gier	Givors (69)	Piège à particules	23/04/13	En fonctionnement au 01/12/2021	Mensuelle
Rhône	Andancette (26)	Piège à particules	19/10/19	En fonctionnement au 01/12/21	Mensuelle
Isère	Beaumont-Montoux (38)	Piège à particules	09/09/14	En fonctionnement au 01/12/21	Mensuelle
Drôme	Livron-sur-Drôme (26)	Piège à particules	23/10/18	En fonctionnement au 01/12/21	Mensuelle
Ardèche	Saint-Martin-d'Ardèche (07)	Piège à particules	01/03/16	En fonctionnement au 01/12/21	Mensuelle
Durance	Bonpas (84)	Piège à particules	14/10/15	En fonctionnement au 01/12/21	Mensuelle
Gardon	Remoulins (30)	Piège à particules	15/11/17	En fonctionnement au 01/12/21	Mensuelle
Rhône	Arles (13)	Centrifugeuse (MIO/CEREGE) et piège à particules (IRSN)	18/05/11	En fonctionnement au 01/12/21 (pas de centrifugeuse 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.

Plusieurs évènements hydrologiques ont été échantillonnés en crue en 2021 sur les stations du réseau (Tableau 4).

**Tableau 4 : Synthèse par station des prélèvements de MES pour analyses chimiques réalisés en crue en 2021 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 29/10/2021.**

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)
<b>Fier à Motz</b>	● 22/04/21 – 20/05/21	Piège à particules	82 m <sup>3</sup> /s	07/05/21 01:00 – 07/05/21 20:00 16/05/21 22:00 – 17/05/21 10 :00	345 m <sup>3</sup> /s (07/05/21 09:00)
	● 14/01/2021– 01/02/21	Piège à particules	1228m <sup>3</sup> /s	14/01/21 05:00 – 17/01/21 07:00 21/01/21 21:00 – 20/02/21 15:00	2584 m <sup>3</sup> /s (30/01/21 07:00)
<b>Rhône à Jons</b>	● 14/01/21 9:30-11:00	Centrifugeuse fixe	915 m <sup>3</sup> /s	14/01/21 05:00 – 17/01/21 07:00	1655 m <sup>3</sup> /s (16/01/21 01:00)
	● 01/02/21– 22/02/21	Piège à particules	928 m <sup>3</sup> /s	21/01/21 21:00 – 20/02/21 15:00	2294 m <sup>3</sup> /s (02/02/21 14:00)
	● 01/02/21 9:00-10:00	Centrifugeuse fixe	1910 m <sup>3</sup> /s	21/01/21 21:00 – 20/02/21 15:00	2294 m <sup>3</sup> /s (02/02/21 14:00)
	● 12/05/21 07:56-9:30	Centrifugeuse fixe	1428 m <sup>3</sup> /s	10/05/21 19:00 – 13/05/21 13:00	1860 m <sup>3</sup> /s (11/05/21 20:00)
	● 28/06/21– 12/07/21	Piège à particules	918 m <sup>3</sup> /s	28/06/21 15:00 – 10/08/21 21:00	2705 m <sup>3</sup> /s (16/07/21 14:00)
	● 12/07/21– 21/07/21	Piège à particules	1644 m <sup>3</sup> /s	28/06/21 15:00 – 10/08/21 21:00	2705 m <sup>3</sup> /s (16/07/21 14:00)
	● 21/07/21 08:10-10:05	Centrifugeuse fixe	1041 m <sup>3</sup> /s	28/06/21 15:00 – 10/08/21 21:00	2705 m <sup>3</sup> /s (16/07/21 14:00)
	● 21/07/21 – 01/09/21	Piège à particules	662 m <sup>3</sup> /s	28/06/21 15:00 – 10/08/21 21:00	2705 m <sup>3</sup> /s (16/07/21 14:00)
	● 14/01/2021– 01/02/21	Piège à particules	1216 m <sup>3</sup> /s	15/01/21 19:00 – 17/02/21 10:00	1413 m <sup>3</sup> /s (19/01/21 17:00)
	● 01/02/21– 22/02/21	Piège à particules	1362 m <sup>3</sup> /s	15/01/21 19:00 – 17/02/21 10:00	1893 m <sup>3</sup> /s (08/02/21 16:00)
<b>Saône à Lyon</b>	● 19/04/21 – 12/05/21	Piège à particules	235 m <sup>3</sup> /s	11/05/21 10:00 – 26/05/21 09:00	995 m <sup>3</sup> /s (12/05/21 12:00)
	● 12/05/21 – 31/05/21	Piège à particules	918 m <sup>3</sup> /s	11/05/21 10:00 – 26/05/21 09:00	1285 m <sup>3</sup> /s (15/05/21 00:00)
	● 13/07/21 – 21/07/21	Piège à particules	1295 m <sup>3</sup> /s	15/07/21 01:00 – 25/07/21 17:00	1675 m <sup>3</sup> /s (21/07/21 09:00)
	● 21/07/21 à 12:37	Prélèvement manuel	1674 m <sup>3</sup> /s	15/07/21 01:00 – 25/07/21 17:00	1674 m <sup>3</sup> /s 21/07/21 à 03:00
	● 21/07/21 – 01/09/21	Piège à particules	343 m <sup>3</sup> /s	15/07/21 01:00 – 25/07/21 17:00	1674 m <sup>3</sup> /s (21/07/21 12:00)
<b>Gier à Givors</b>	● 10/05/21 – 07/06/21	Piège à particules	9 m <sup>3</sup> /s	10/05/21 16:00 – 12/05/21 07:00	183 m <sup>3</sup> /s (11/05/21 04:00)
<b>Ardèche à Saint-Martin-d 'Ardèche</b>	● 01/12/20 – 05/01/21	Piège à particules	102 m <sup>3</sup> /s	20/12/20 12:00 – 20/12/20 17:00	980 m <sup>3</sup> /s (20/12/20 12:00)
	● 05/05/21 – 08/06/21	Piège à particules	77 m <sup>3</sup> /s	11/05/21 02:00 – 11/05/21 14:00	1290 m <sup>3</sup> /s (11/05/21 09:00)

## 4.6 Prélèvement de MES lors de chasses de barrage

En 2021, un effort a été mis sur l'échantillonnage de MES lors des chasses de barrage, notamment sur l'Isère du 29 janvier au 03 février 2021 (chasses des barrages de la Basse-Isère) et lors des opérations de gestion sédimentaire sur le Haut-Rhône (APAVÉR) qui ont eu lieu du 20 au 30 mai 2021. Le récapitulatif des échantillons prélevés à ces deux occasions est présenté dans le Tableau 5.

**Tableau 5** : Synthèse des prélèvements de MES réalisés en période de chasse en 2021 sur les stations du Rhône à Jons et de l'Isère, avec les dates de prélèvement et la méthode utilisée. Bilan au 01/12/2021.

Station	Date du prélèvement (TU+01)	Mode de prélèvement
Rhône à Jons	● 12/05/21 – 20/05/21	Piège à particules
	● 20/05/21 – 25/05/21	Piège à particules
	● 25/05/21 – 31/05/21	Piège à particules
	● 20/05/21 08:34 -09:46	Centrifugeuse fixe
Isère à Beaumont-Monteux	● 31/01/21 11:00	Prélèvement manuel ponctuel
	● 31/01/21 16:00	Prélèvement manuel ponctuel
	● 02/02/21 08:15	Prélèvement manuel ponctuel
	● 02/02/21 15:05	Prélèvement manuel ponctuel
	● 03/02/21 08:00	Prélèvement manuel ponctuel
	● 11/03/20 – 28/04/20	Prélèvement manuel ponctuel
	● 31/01/21 – 02/02/21	Piège à particules
	● 02/02/21 – 03/02/21	Piège à particules

## 4.7 Bilan des prélèvements de MES

### 4.7.1 Bilan des prélèvements de MES pour l'année 2020

La synthèse **complète** des échantillons prélevés en régime de base et en crue en 2020 est présentée par affluent et par technique de prélèvement dans le Tableau 6.

**Tableau 6** : Nombre d'échantillons de MES prélevés en 2020 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			10 [2]		10 [2]	13
La Saône à Lyon			10 [3]		10 [3]	17
Le Rhône à Jons	11 [3]		11 [6]		22 [9]	14
Le Gier à Givors			13 [0]		13 [0]	15
Le Rhône à Andancette			7 [4]		7 [4]	9
L'Isère à Beaumont-Montoux			10 [1]		10 [1]	13
L'Eyrieux à Beauchastel		1 [0]			1[0]	-
La Drôme à Livron-sur-Drôme			11 [1]		11 [1]	12
L'Ardèche à St-Martin-d'Ardèche		1 [0]	9 [1]		10 [1]	10
La Durance à Bonpas			3 [0]		3 [0]	10
Le Gardon à Remoulins			3 [0]		3 [0]	11
Le Rhône à Arles	0		9 [2]		9 [2]	11
<b>TOTAL</b>	<b>10 [2]</b>	<b>3 [0]</b>	<b>91 [11]</b>	<b>0</b>	<b>104 [13]</b>	<b>135</b>

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

La synthèse des échantillons prélevés en régime de base et en crue en 2021 est présentée par affluent et par technique de prélèvement dans le Tableau 7.

Sur les stations du **Rhône à Arles** et du **Rhône à Andancette**, le régime hydrologique des échantillons pour l'année 2021 n'a pas encore pu être calculé, car les données de concentrations en MES sont validées et transmises respectivement par le MIO et la CNR à l'année N+1.

Les régimes hydrologiques ont été calculés pour les échantillons jusqu'au mois de septembre, date des dernières données et de débit et de concentration en MES disponibles. Les régimes hydrologiques des échantillons ultérieurs à août 2021 n'ont pas encore pu être calculés, et le ratio nombre d'échantillons en crue/nombre total d'échantillons prélevés en 2021 est donc amené à évoluer. Le bilan final sera présenté dans le livrable de 2022.

**Tableau 7** : Nombre d'échantillons de MES prélevés en 2021 pour les analyses physico-chimiques sur chaque station (bilan au 01/12/2021) [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/centrifugation (ponctuel)		
Le Fier à Motz			11 [1]		11 [1]	11
La Saône à Lyon			14 [6]	1 [1]	15 [7]	15
Le Rhône à Jons	13 [4]		15 [6]		28 [4]	19
Le Gier à Givors			12 [1]		12 [1]	14
Le Rhône à Andancette			11 [?]		11 [?]	13
L'Isère à Beaumont-Montoux			16 [?]	5 [chasse]	21 [1]	16
La Drôme à Livron-sur-Drôme			9 [?]		7 [?]	12
L'Ardèche à St-Martin-d'Ardèche			11 [2]		9 [2]	11
La Durance à Bonpas			8 [0]		7 [0]	12
Le Gardon à Remoulins			4 [?]		3 [?]	8
Le Rhône à Arles	0		11 [?]		9 [?]	11
<b>TOTAL</b>	<b>13 [2]</b>		<b>112 [12]</b>	<b>6 [1]</b>	<b>104 [13]</b>	<b>142</b>

Au cours de l'année 2021, 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 2021 pour chaque station

Station	Détail des prélèvements par mois										
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.
Fier à Motz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rhône à Jons	✓	✓	✓	✓	PAP retourné (début mai)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Saône à Lyon	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gier à Givors	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rhône à Andancette	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PAP retiré (travaux ponton)	✓	✓	✓	✓
Isère à Beaumont-Montoux	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Drôme à Livron-sur-Drôme	✓	✓	✓	✓	✓	PAP dans embâcle	✓	PAP volé	✓	✓	✓
Ardèche à Saint-Martin-d'Ardèche	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Durance à Bonpas	✓	✓	✓	✓	Niveau trop haut Prélèvement intégré sur 3 mois			✓	✓	✓	Niveau trop haut
Gardon à Remoulins	✓	PAP émergé	✓	PAP retourné		✓	PAP retiré (période estivale)				✓
Rhône à Arles	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

**Rhône à Jons** : En raison de forts débits, le piège à particules du Rhône à Jons a été retrouvé retourné le 12 mai 2021. Par conséquent, la période du 29 avril au 12 mai 2021 n'a pas pu être échantillonnée.

**Rhône à Andancette** : Le piège à particules du Rhône à Andancette a été retiré temporairement du 05 juillet au 28 juillet 2021 en prévision du remplacement du ponton de la commune d'Andancette sur lequel il est ancré.

**Drôme à Livron-sur-Drôme** : : En raison de forts débits, le piège à particules a été retrouvé dans un embâcle le 03 juin 2021. Par conséquent, la période du 05 mai au 03 juin 2021 n'a pas pu être échantillonnée. Le piège à particules a été volé durant le mois de juillet 2021. Il a été remplacé le 05 août 2021 et équipé d'un système antivol. Par conséquent, la période du 30 juin au 05 août 2021 n'a pas pu être échantillonnée.

**Durance à Bonpas** : Les prélèvements de mai et juin n'ont pu être effectués à cause du niveau trop haut de la Durance sur cette période. Le prélèvement de juillet 2021 est donc intégré sur 3 mois. Le prélèvement de novembre n'a pu être réalisé pour les mêmes raisons. Un deuxième piège à particules a été installé plus haut sur la berge, le 23 novembre 2011 pour augmenter les chances de prélèvement, en cas de niveau trop haut.

**Gardon à Remoulins** : Le piège à particules était émergé et sans matière lors de l'intervention du 03 février 2021. Par conséquent, la période du 07 janvier au 03 février 2021 n'a pas pu être échantillonnée. En raison de la crise sanitaire interdisant les déplacements hors du département, le prélèvement d'avril 2021 n'a pu être effectué. Le piège à particules a été vandalisé et retrouvé retourné le 04 mai 2021. Par conséquent, la période du 17 mars au 04 mai 2021 n'a pas pu être échantillonnée. Le piège à particules a été retiré du 09 juin au 12 octobre 2021 en raison de la forte fréquentation du Gardon durant la période estivale.

## 5. Analyses physico-chimiques

### 5.1 Les paramètres analysés

En 2021, pour la première année du programme OSR 6, les mêmes analyses que celles du programme OSR 5 ont été poursuivies par les partenaires scientifiques : mercure, éléments trace métalliques (ETM), 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)	MIO (Arles) et INRAE (autres stations)
Carbone Hydrogène Azote (CHN)	IRSN
Granulométrie	INRAE

### 5.2 Les échantillons analysés

#### 5.2.1 Analyses prévues pour l'année 2021

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 2021-2022, soit un échantillon mensuel par station ;
- 120 analyses d'ETM au maximum sont prévues par le CEREGE en 2021. 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  $^{14}\text{C}$ , spectrométrie gamma et CHN (carbone, hydrogène, azote) sont prévues par l'IRSN en 2021 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'échantillons disponibles, 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.

### 5.2.2 Analyse des échantillons de MES prélevés en 2020

Le Tableau 10 résume le nombre total d'analyses réalisées sur les échantillons de MES qui ont été prélevés en 2020.

**Tableau 10 : Nombre d'échantillons total de MES prélevés et analysés pour l'année 2020.**

Paramètre	Fier	Jons	Saône	Gier	Andan cette	Isère	Drôme	Ardèche	Durance	Gardon	Arles	TOTAL
Nombre total d'échantillons prélevés	10	22	10	13	7	11	10	9	3	3	9	<b>108</b>
<b>Mercure (INRAE)</b>	10	22	10	13	7	11	10	9	3	3	9	<b>108</b>
<b>COP (INRAE)</b>	10	22	10	13	7	11	10	9	3	3	9	<b>108</b>
<b>ETM (CEREGE)</b>	10	15	10	13	7	11	10	9	2	3	9	<b>99</b>
<b><sup>14</sup>C (IRSN)</b>	0	3	0	0	0	4	0	6	2	0	7	<b>19</b>
<b>TOL (IRSN)</b>	0	6	1	0	0	4	0	0	0	0	7	<b>18</b>
<b>Sp. Gamma (IRSN)</b>	2	6	1	1	1	4	8	6	4	3	10*	<b>46</b>
<b>CHN (IRSN)</b>	0	3	0	0	0	4	0	6	2	0	7	<b>19</b>
<b>Granulométrie (INRAE)</b>	9	22	10	13	6	11	10	9	2	3	9	<b>104</b>

\*Prélèvements réalisés hors réseau OSR

### 5.2.3 Analyses des échantillons de MES prélevés en 2021

Le Tableau 11 résume le nombre total d'analyses réalisées sur les échantillons de MES qui ont été prélevés en 2021.



**Tableau 11** : Nombre d'échantillons de MES prélevés en régime de base ou en crue en 2021, analysés ou en cours d'analyse au 01/12/2021.

Paramètre	Statut	Fier	Jons	Saône	Gier	Andan- cette	Isère	Drôme	Ardèche	Durance	Gardon	Arles	TOTAL
<b>Nombre total d'échantillons prélevés au 01/12/2021</b>		11	28	15	12	11	21	9	11	8	4	11	<b>141</b>
<b>Mercure (INRAE)</b>	Analysés	9	20	12	9	8	18	5	5	4	2	5	97
	En cours	2	8	3	3	3	3	4	6	4	2	6	44
<b>COP (INRAE)</b>	Analysés	9	20	12	9	8	18	5	5	4	2	5	97
	En cours	2	8	3	3	3	3	4	6	4	2	6	44
<b>ETM (CEREGE)</b>	Analysés	6	16	8	7	7	15	7	9	7	3	9	94
	En cours	3	3	4	2	1	3	2	2	1	1	2	24
<b><sup>14</sup>C (IRSN)</b>	Analysés	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	0	0
	En cours	-	-	-	-	-	-	-	7	5	-	7	19
<b>TOL (IRSN)</b>	Analysés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
	En cours	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7
<b>Sp. gamma (IRSN)</b>	Analysés	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0
	En cours	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	7	19
<b>CHN (IRSN)</b>	Analysés	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	0	0
	En cours	-	-	-	-	-	-	-	7	5	-	7	19
<b>Granulométrie (INRAE)</b>	Analysés	11	28	15	12	11	21	8	9	8	3	9	<b>135</b>

---

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

### 6.1 Objectif

En 2018, une enceinte à -80°C a été achetée par INRAE afin d'améliorer les conditions de stockage des échantillons de MES ou de sédiment dans le temps. En 2020, une seconde enceinte a été achetée (par INRAE) en prévision des futurs besoins. Ces enceintes permettent, en fonction des besoins et du développement de nouvelles techniques analytiques, de stocker à long terme les échantillons du réseau de suivi de l'OSR et d'effectuer des analyses ultérieures sans détérioration des échantillons.

### 6.2 Bancarisation des échantillons

En complément de l'enceinte à -80°C, l'interface **Banquise** est utilisée pour bancariser les échantillons contenus dans l'enceinte. 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 l'enceinte -80°C.

### 6.3 Banquise en 2021

#### 6.3.1 Etat des lieux de la bancarisation

Les échantillons sont régulièrement bancarisés et conditionnés dans l'enceinte -80°C au fur et à mesure de leur préparation. Aujourd'hui, le nombre d'échantillons de MES bancarisés dans l'enceinte -80°C s'élève à plus de 1500. Il s'agit d'échantillons lyophilisés et 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 la seconde enceinte.



**Figure 4 :** 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 :

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

En 2021, dans le cadre de travaux sur l’identification et la quantification des sources urbaines de contaminants dans le Rhône (Rogé et al., 2021) des analyses rétrospectives ont été réalisées sur des échantillons bancarisés dans Banquise et conditionnés à -80°C. Au total, 31 échantillons ont été sous-échantillonnés afin de réaliser des analyses de concentration en ETM, en HAP et en DEHP. Ces travaux s’inscrivent dans le cadre de l’action B1.2 de l’OSR6 sur la contribution des zones urbaines aux flux de contaminants du Rhône.

---

## 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.

A l'heure actuelle, 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).

En 2019, une méthode plus élaborée a été initiée dans le cadre de l'évaluation multi-échelle des flux de MES et de contaminants associés dans le bassin du Rhône – OSR5, action B2 (i.e., comblement des lacunes toujours par valeurs forfaits, mais lorsque la lacune s'étend sur une durée supérieure à la période habituelle d'exposition du PAP, elle est redécoupée de sorte à éviter l'estimation de périodes supérieures à 1,5 fois la période habituelle d'échantillonnage avec le même forfait. Utilisation de scripts R pour faciliter les calculs). Cette méthode a été revue en 2021 et les scripts R sont en cours d'amélioration et de simplification afin d'être utilisables facilement et régulièrement sur toutes les chroniques bancarisées dans BDOH. Par exemple, en 2019 les scripts R ont été développés uniquement pour une application aux données issues de piège à particules. Un autre script est donc en développement pour l'application aux données issues de centrifugation. 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 en 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 Cs(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 automatiquement le comblement des lacunes aux différentes chroniques filles de concentration et flux de MES et aux nombreuses chroniques de flux particulières de micropolluants.

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

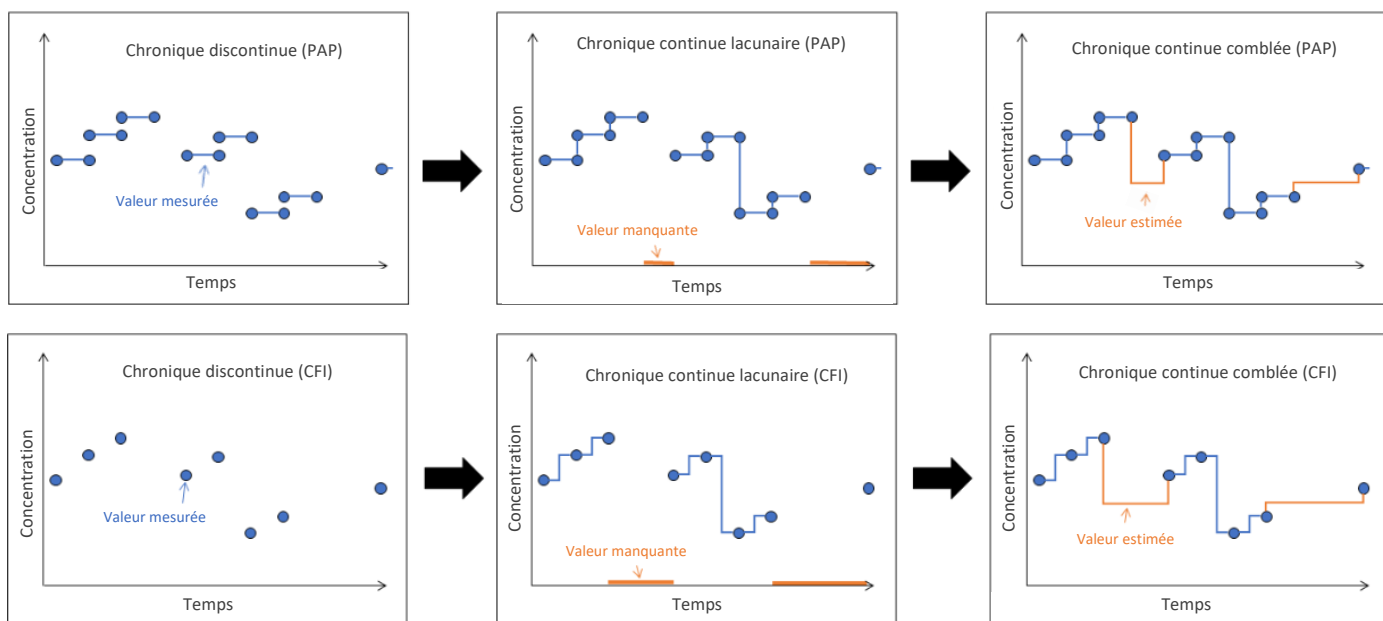
1. Export de la chronique de turbidité pour sauvegarde
2. Export du débit
3. Application des relations Cs(Q)
4. Calcul de la turbidité par inversion des relations MES(turb)
5. Reconstitution d'un fichier complet par copier/coller : on garde les données de BDOH auxquelles on insère les données recalculées 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 évènement 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, les lacunes supérieures à la période habituelle d'échantillonnage (28 jours), sont redivisées de sorte à éviter l'estimation de périodes supérieures à 1,5 fois la période habituelle d'échantillonnage avec un même forfait.

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. Dans le cas de lacunes de durée supérieure à la période normale entre deux échantillonnages (28 jours), la même règle est appliquée que pour les pièges à particules.



**Figure 5 : 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 12** : 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	Mercuré	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	ETM (8)	<sup>137</sup> Cs
<b>Arve</b>	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Estimée	Lacunaire	Estimée	Pas de données
<b>Fier</b>	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Lacunaire	Estimée	Estimée	Estimée	Sans lacune	Estimée
<b>Guiers</b>	Nombre de données insuffisant	Nombre de données insuffisant	Nombre de données insuffisant	Nombre de données insuffisant	Nombre de données insuffisant	Nombre de données insuffisant	Nombre de données insuffisant	Nombre de données insuffisant	Pas de données	Pas de données
<b>Bourbre</b>	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Pas de données
<b>Ain</b>	Sans lacune	Sans lacune	Sans lacune	Sans lacune	Sans lacune	Sans lacune	Sans lacune	Sans lacune	Pas de données	Pas de données
<b>Rhône à Jons</b>	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Lacunaire	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée
<b>Saône</b>	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée
<b>Gier</b>	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée
<b>Rhône à Andancette</b>	Nombre de données insuffisant	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Nombre de données insuffisant	Pas de données
<b>Isère</b>	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Lacunaire	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée
<b>Drôme</b>	Nombre de données insuffisant	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Nombre de données insuffisant	Nombre de données insuffisant
<b>Ardèche</b>	Estimée	Sans lacune	Sans lacune	Sans lacune	Sans lacune	Sans lacune	Sans lacune	Sans lacune	Estimée	Très peu de données en crue
<b>Durance</b>	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Lacunaire	Lacunaire	Lacunaire	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Très peu de données en crue
<b>Gardon</b>	Très peu de données en crue	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Pas de données	Très peu de données en crue	Nombre de données insuffisant
<b>Rhône à Arles</b>	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée

## 7.4 Données bancarisées en 2021

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 13 : 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 01/12/2021.**

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)
<b>Arve à Genève</b>	31/12/73 30/06/21 (OFEV)	29/03/12 12/08/21 (INRAE)	29/03/1212 /08/21 (INRAE)	29/03/12 30/06/21 (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
<b>Fier à Motz</b>	15/01/99 30/09/21 (CNR)	15/04/14 03/11/21 (INRAE)	15/04/1412 /08/21 (INRAE)	15/04/14 12/08/21 (INRAE)	05/03/14 23/06/21 (INRAE)	05/03/14 08/09/21 (INRAE)	15/04/14 31/08/20 (INRAE)	05/03/14 24/11/16 (INRAE)	15/04/14 24/11/16 (INRAE)	21/12/15 23/06/21 (Cerege)	21/12/15 20/12/16 (Cerege)	20/01/15 16/05/19 (IRSN)	20/01/15 23/11/17 (IRSN)	15/04/14 12/08/21 (INRAE)
<b>Guiers à Belmont-Tramonet</b>	01/01/90 30/09/21 (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 11/12/18 (INRAE)	05/04/12 11/12/18 (INRAE)	Non calculé	Non bancarisée	Non calculé	Non bancarisée	Non calculé	Non bancarisée	Non calculé	Non bancarisée
<b>Rhône à Creys</b>	A Pont de Groslée 14/02/99 30/09/21 (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
<b>Rhône à Bugey</b>	A Lagnieu 01/01/91 30/09/21 (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
<b>Bourbre à Tignieu-Jamezieu</b>	31/12/80 16/09/21 (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
<b>Ain à Pont-de-Chazey</b>	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
<b>Rhône à Jons</b>	31/12/92 16/09/21 (INRAE)	31/12/99 17/09/21 (Eau du Gd Lyon)	31/12/99 17/09/21 (INRAE)	31/12/99 31/03/21 (INRAE)	22/06/11 28/06/21 (INRAE)	15/03/11 21/07/21 (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 28/06/21 (Cerege)	20/09/11 29/05/19 (Cerege)	18/01/12 03/09/19 (IRSN)	18/01/12 19/12/17 (IRSN)	22/05/12 01/09/21 (INRAE)
<b>Saône à Lyon</b>	14/09/81 30/09/21 (CNR)	02/12/09 07/10/21 (INRAE)	02/12/0915 /09/21 (INRAE)	02/12/09 15/09/21 (INRAE)	02/08/12 13/07/21 (INRAE)	12/12/11 01/09/21 (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 13/07/21 (Cerege)	08/02/13 25/10/16 (Cerege)	08/02/13 20/06/18 (IRSN)	08/02/13 19/12/17 (IRSN)	02/08/12 01/09/21 (INRAE)
<b>Gier à Givors</b>	31/12/89 28/09/21 (DREAL ARA)	23/04/13 05/10/21 (INRAE)	23/04/13 05/10/21 (INRAE)	23/04/13 28/09/21 (INRAE)	23/04/13 05/07/21 (INRAE)	23/04/13 02/09/21 (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 05/07/21 (Cerege)	06/01/16 14/02/17 (Cerege)	03/12/14 10/07/19 (IRSN)	03/12/14 25/10/17 (IRSN)	23/04/13 02/09/21 (INRAE)
<b>Rhône à Andan-cette</b>	A Saint-Vallier 01/01/18 30/09/21 (CNR)	01/01/19 04/06/21 (CNR)	01/01/1917 /08/20 (CNR)	01/01/19 17/08/20 (CNR)	19/10/18 05/07/21 (INRAE)	19/10/18 02/09/21 (INRAE)	Non calculé	Non mesurée	Non mesurée	19/10/18 05/07/21 (Cerege)	Non calculé	Pas de données	Non calculé	19/10/18 02/09/21 (INRAE)
<b>Isère à Beaumont-Montoux</b>	20/03/97 30/09/21 (CNR)	01/01/10 30/12/20 (EDF)	01/01/10 30/12/20 (EDF)	01/01/10 30/12/20 (INRAE)	09/09/14 05/07/21 (INRAE)	09/09/14 02/09/21 (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 05/07/21 (Cerege)	09/09/14 18/04/17 (Cerege)	16/01/15 10/07/19 (IRSN)	16/01/15 18/04/17 (IRSN)	09/09/14 02/09/21 (INRAE)
<b>Drôme à Livron-sur-Drôme</b>	01/02/18 30/09/21 (CNR)	23/10/18 07/04/21 (INRAE)	23/10/18 05/01/21 (INRAE)	23/10/18 05/01/21 (INRAE)	23/10/18 05/05/21 (INRAE)	23/10/18 05/05/21 (INRAE)	Non calculé	Pas de données	Non calculé	23/10/18 05/05/21 (Cerege)	Non calculé	23/10/18 09/01/20 (IRSN)	Non calculé	23/10/18 30/06/21 (INRAE)
<b>Ardèche à St-Martin-d'Ardèche</b>	01/01/10 02/09/21 (HPCGD)	14/01/16 09/08/21 (INRAE)	14/01/16 09/08/21 (INRAE)	14/01/16 31/07/21 (INRAE)	01/03/16 05/05/21 (INRAE)	01/03/16 05/05/21 (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 30/06/21 (Cerege)	01/03/16 16/01/18 (Cerege)	01/03/16 10/03/20 (IRSN)	01/03/16 21/04/17 (IRSN)	Non bancarisée
<b>Durance à Bonpas</b>	01/01/93 30/09/21 (CNR)	21/06/10 30/12/20 (EDF)	31/10/13 30/12/20 (EDF)	30/11/13 30/12/20 (INRAE)	14/10/15 07/04/21 (INRAE)	14/10/15 17/03/21 (INRAE)	14/10/15 22/03/18 (INRAE)	16/11/15 19/07/16 (INRAE)	16/11/15 19/07/16 (INRAE)	16/11/15 03/08/21 (Cerege)	16/11/15 20/12/17 (Cerege)	15/02/16 21/05/19 (IRSN)	15/02/16 07/06/17 (IRSN)	Non bancarisée
<b>Gardon à Remoulins</b>	01/01/00 30/09/21 (CNR)	20/06/17 15/08/21 (INRAE)	20/06/17 15/08/21 (INRAE)	20/06/17 15/08/21 (INRAE)	15/11/17 16/03/21 (INRAE)	15/11/17 13/03/21 (INRAE)	15/11/17 29/05/18 (INRAE)	Pas de données	Non calculé	15/03/11 09/06/21 (Cerege)	Non calculé	13/02/18 05/12/19 (IRSN)	Non calculé	Non bancarisée
<b>Rhône à Beaucaire</b>	31/12/99 30/09/21 (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)	Non bancarisée
<b>Rhône à Arles</b>	01/01/90 30/09/21 (CNR)	Non mesurée	03/03/05 31/12/20 (MIO)	03/03/05 19/07/18 (INRAE)	31/12/06 31/12/20 (MIO)	24/03/09 04/05/21 (INRAE et Ifremer)	24/03/09 16/07/18 (INRAE)	18/01/10 19/10/16 (INRAE et Ifremer)	18/01/10 19/10/16 (INRAE)	01/06/11 09/09/21 (Cerege)	01/06/11 19/07/18 (Cerege)	03/01/05 04/12/18 (IRSN)	03/03/05 12/11/14 (IRSN)	Non bancarisée

## 7.5 Evolution de la bancarisation des données sur BDOH - Nouveautés

### 7.5.1 Bancarisation de données de granulométrie

En 2021, les diamètres caractéristiques D10, D50 et D90 des échantillons prélevés au nord du réseau (Fier, Jons, Saône, Gier, Andancette, Isère, Drôme) ont été bancarisés dans BDOH. A terme, il est prévu d'ajouter les données de granulométrie des stations du sud. Aussi, des informations supplémentaires pour caractériser la distribution granulométrique des particules pourront également être bancarisées (pourcentage d'argile, de limon et de sable par exemple) dans la suite du programme. Des discussions entre scientifiques doivent avoir lieu pour prendre des décisions sur le sujet.

#### Amélioration de la version en anglais de BDOH

En 2020, la partie « généalogie » de chaque chronique (discontinues et continues – et à toutes les stations) avait été mise à jour pour le COP, le mercure, le césium 137 et les 8 ETM bancarisés, avec des informations détaillant les conditions d'analyse de l'échantillon (méthode de minéralisation et d'analyse, limite de quantification (LQ), incertitude sur la mesure, matériaux de référence utilisés lors de l'analyse, ...).

En 2021, la version en anglais du site web a été améliorée avec la traduction des champs « généalogie » de chaque paramètre.

**Time series "SAONE / CCR-2"**

Download this time series

**Specifications**

[ Discontinuous time series ]

**Particulate Chromium concentration in the Saône at Lyon (using particle trap)**

Station: Saône\_Lyon      Producer (Partners): CEREGE  
Parameter: Conc. of particulate chromium (Cr)      Unit: mg/kg  
Valid minimum: 0      Valid maximum: None  
Start: 08-02-2013 11:00:00 UTC      End: 22-02-2021 10:59:00 UTC  
Data: 116      Checkpoints (?): None

**Genealogy**

Chromium concentration measured on suspended particulate matter (SPM) collected using a particle trap (expressed in mg/kg of dry matter). Analysis was performed by ICP-MS, after total attack by triacid mineralization (HNO<sub>3</sub>, HCl, HF) assisted by microwave in closed reactors. Limit of quantification: 0.05 mg/kg (dry weight) Extended uncertainty (k=2): 1-3% (estimated according to NF ISO 11352 - 2013) Certified reference materials (CRM) were used during the analytical sequence: CRM MESS-4 and CRM PACS-3 (marine sediments).

**Figure 6 :** Capture d'écran de BDOH montrant la traduction en anglais de la généalogie des paramètres (ici, généalogie de la chronique de concentration particulaire en chrome (échantillonnage par piège à particules) sur la Saône).

### 7.5.2 Mise à jour de la référence des données de l'OSR

Le DOI utilisé pour citer les données de l'OSR a été mis à jour avec la liste exhaustive des producteurs. Le nouveau DOI est le suivant :

Thollet, F.; Le Bescond, C.; Lagouy, M.; Gruat A.; Grisot, G.; Le Coz, J.; Coquery, M.; Lepage, H.; Gairoard, S.; Gattacceca, J.C.; Ambrosi, J.-P.; Radakovitch, O., Dur, G., Richard, L., Giner, F., Eyrolle, F., Angot, H., Mourier, D., Bonnefoy, A., Dugué, V., Launay, M., Troudet, L., Labille, J.,

Kieffer, L. (2021) : Observatoire des Sédiments du Rhône ; INRAE.  
<https://dx.doi.org/10.17180/OBS.OSR>

## 7.6 Valorisation du jeu de données de l'OSR

En 2021, un article décrivant le jeu de données de l'OSR a été rédigé par les partenaires scientifiques. Ce « data paper » permettra de valoriser à l'international l'ensemble des travaux menés via le réseau de mesure de l'OSR pour l'acquisition de flux de MES et de contaminants particulaires robustes. Un sous-jeu de données a ainsi été créé dans BDOH et est accessible sous le DOI suivant : [Lepage, Hugo; Gruat, Alexandra; Thollet, Fabien; Le Coz, Jérôme; Coquery, Marina; Masson, Matthieu; Dabrin, Aymeric; Radakovitch, Olivier; Eyrolle, Frédérique; Labille, Jérôme; Ambrosi Jean-Paul; Delanghe, Doriane; Raimbault, Patrick, 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>](https://dx.doi.org/https://doi.org/10.15454/RJCQZ7)

Le data paper a été soumis en octobre 2021 pour figurer dans la revue *Earth System Science Data (ESSD)* de l'éditeur Copernicus Publications. Il est actuellement en revue par l'équipe éditoriale.

## 8. Perspectives

Fin 2020, différentes actions à mener ont été proposées en perspective (cf. rapport sur le fonctionnement du réseau OSR d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particuliers ; Gruat et al., 2020). Ces actions et leur état d'avancement sont résumées ci-dessous, ainsi que les perspectives pour l'année à venir :

- Enrichir les courbes de calibration (Turbidité vs MES) des différentes stations en augmentant le nombre de prélèvements d'eau brute effectués, en particulier sur l'Ardèche et le Gardon : peu de prélèvements ont été réalisés en 2021 sur l'Ardèche et le Gardon. En 2022, les efforts devront être intensifiés sur ces deux stations afin de continuer à alimenter les courbes de conversion. Sur les stations où de nouvelles courbes de calibration sont à construire (Fier, Saône, Gier, Drôme) des efforts devront également être mis sur l'échantillonnage, et ce, pour plusieurs régimes. (cf § 2)
- 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 : en 2021, les partenaires impliqués dans le calcul des flux de contaminants se sont réunis afin d'homogénéiser la méthode, et simplifier/adapter les scripts R pour pouvoir les utiliser sur les chroniques bancarisées dans BDOH. Une nouvelle réunion de travail aura lieu au 1<sup>er</sup> trimestre 2022 afin de parcourir ces nouveaux scripts. Les chroniques seront ensuite mises à jour au cours de l'année (voir 6.2 et 6.3).
- Bancariser les données de granulométrie (D10, D50, D90) dans BDOH : en 2021, les données de granulométrie pour les stations du nord ont été bancarisées. Ce travail de bancarisation devra être poursuivi en 2022 avec les stations du sud. Les partenaires réfléchissent aussi aux informations supplémentaires de caractérisation de la distribution granulométrique que l'on pourrait éventuellement bancariser.
- Evaluer les tendances temporelles de contaminants (métaux) aux différentes stations du réseau depuis leur installation : ce travail a débuté par l'étude long terme des données de concentration particulière en métaux aux stations du Fier et de la Saône, ainsi que par l'étude des données de concentration en radionucléides à certaines stations. Les données de concentration en contaminants particuliers ont été mises en regard avec le débit, la concentration en MES et la granulométrie. Ce travail préliminaire permet déjà de faire des hypothèses sur le fonctionnement hydrologique de ces deux cours d'eau. L'étude sera complétée dans l'année à venir, notamment en s'intéressant à d'autres affluents (Isère, Gier, Durance). Les résultats pourront être présentés dans le rapport de 2022.

En plus de poursuivre les tâches énumérées ci-avant, les partenaires pourront s'intéresser à des approches nouvelles utilisant l'intelligence artificielle pour combler les lacunes présentes dans les chroniques de concentration en MES en de contaminants.

## 9. Références bibliographiques

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., Raidelet 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.

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.

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.

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.

Le Bescond, C., Le Coz, J., Coquery, M., Thollet, F., Lagouy, M., Buffet, A., Poulhier, 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.

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.

Poulhier 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.

Raimbault Patrick, Lagadec Véronique, & Garcia, N. (2014). *Water sample analyses – MOOSE - Rhone 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 particulaires. Rapport OSR4, action V.4., 10 p.

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.

---

## 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 01/12/2021 (permanentes, temporaires ou possibles)

Station	Statut	Intérêt	Station de mesure de débits	Station turbidimétrique	Piège à particules	Centrifugeuse
Arve à Genève	Permanente	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 Usses puis le Fier	Station CNR à Bognes	Station CNR (opérationnelle)		
Fier à Motz	Permanente	Affluent sédimentaire majeur sur le Haut-Rhône (à confirmer), 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 (89 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	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 (243 échantillons bimensuel)	Depuis le 15/03/11 (mobile, 91 échantillons) et 09/07/13 (fixe, 167 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	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) (139 échantillons mensuels)	12/12/11 au 22/02/13 (centrifugeuse mobile à l'Ile Barbe, 15 échantillons)
Gier à Givors	Permanente	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 (101 échantillons mensuels)	
Rhône à Andancette	Permanente	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 (32 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	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 (64 échantillons mensuels)	
Drôme à Livron-sur-Drôme	Permanente	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 (30 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)	Temporaire	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 (55 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	Temporaire	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 (41 échantillons mensuels)	
Gardon à Remoulins	Permanente	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 (20 échantillons mensuels)	
Rhône à Arles (SORA)	Principale	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 (42 échantillons)	Depuis le 18/05/11 (198 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'autres 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.

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 recommandé e*
Hg	Mercure 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 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	1-60	0,1 mg/kg
	Cobalt					0,02 mg/kg	1-5	0,2 mg/kg
	Chrome					0,05 mg/kg	1-3	0,5 mg/kg
	Cuivre					0,1 mg/kg	1-8	0,5 mg/kg
	Nickel					0,07 mg/kg	1-7	0,5 mg/kg
	Plomb					0,01 mg/kg	1-4	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	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	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).

\*\* Valeurs des limites de détection, qui correspondent à environ 50% des valeurs des limites de quantification.



Observatoire  
des Sédiments  
du Rhône

### Dispositifs scientifiques cadres



### Partenaires scientifiques



### Partenaires techniques et financiers

