



**HAL**  
open science

## Rapport sur le fonctionnement du réseau OSR d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particuliers (OSR 5 – année 2019)

Alexandra Gruat, Jérôme Le Coz, Marina Coquery, Fabien Thollet, Mickael Lagouy, Alexandre Buffet, Guillaume Dramais, Aymeric Dabrin, Matthieu Masson, Cecile Miege, et al.

### ► To cite this version:

Alexandra Gruat, Jérôme Le Coz, Marina Coquery, Fabien Thollet, Mickael Lagouy, et al.. Rapport sur le fonctionnement du réseau OSR d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particuliers (OSR 5 – année 2019). [Rapport de recherche] ZABR, Lyon. 2020, 32 p. hal-03126148

**HAL Id: hal-03126148**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03126148>**

Submitted on 30 Jan 2021

**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.

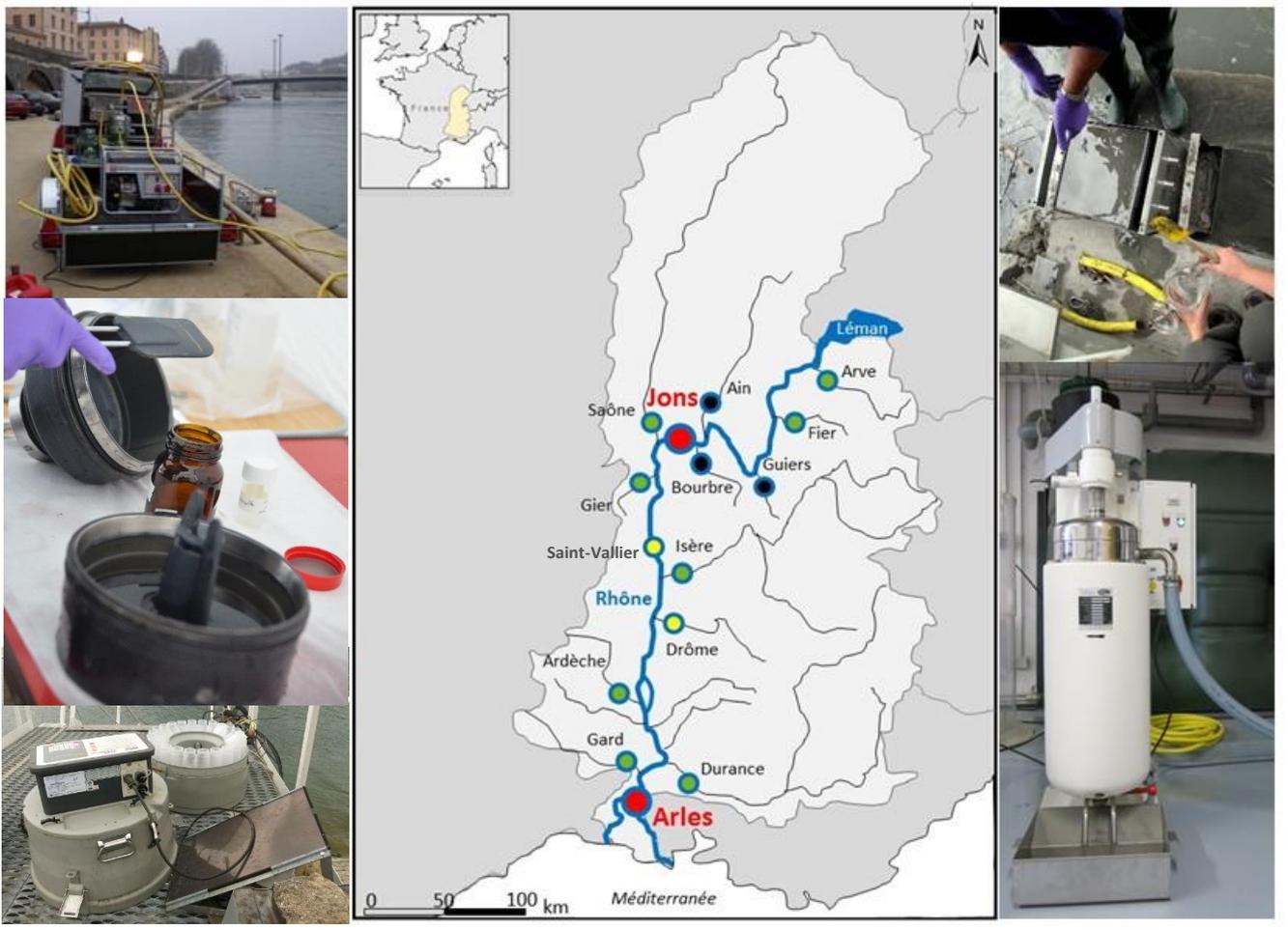


# Observatoire des Sédiments du Rhône

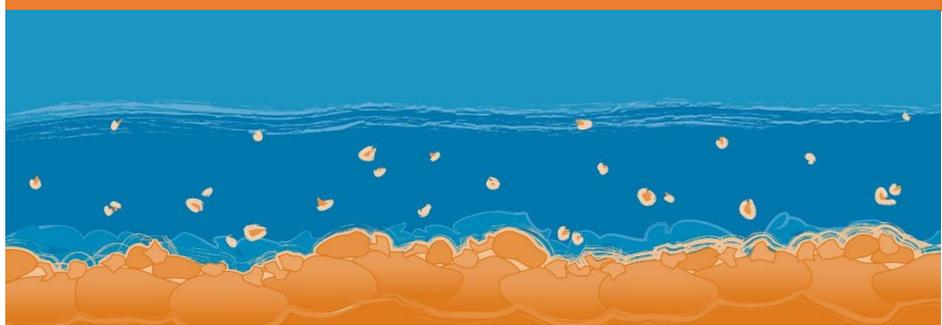
OSR5 2018-2020

## Rapport sur le fonctionnement du réseau d'observation des flux pour l'année 2019

Version du 06 février 2020



# Plan Rhône





# Rapport sur le fonctionnement du réseau OSR d'observation des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires (OSR 5 – année 2019)

Personnes impliquées	Equipe de recherche
A. Gruat, J. Le Coz, M. Coquery, F. Thollet, M. Lagouy, A. Buffet, G. Dramais, A. Dabrin, M. Masson, C. Miège, G. Grisot, H. Delile	Irstea - Centre de Lyon-Villeurbanne (INRAE depuis le 01/01/2020)
G. Dur, J-P. Ambrosi, J. Gattacceca, D. Borschneck, V. Vidal	CEREGE - Aix-en-Provence
P. Raimbault, M. Fornier	MIO - Marseille
H. Lepage, O. Radakovitch, F. Giner, D. Mourier	IRSN - Cadarache
I. Pairaud, R. Fuchs, C. Ravel, M. Répécaud	Ifremer - La Seyne-sur-Mer / Brest

## Résumé

L'action B1 de l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR5) 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 2019 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 2019 a été marquée par la première année d'exploitation de la station de mesure sur le Rhône à Saint-Vallier, avec l'acquisition de données de débit et de turbidité par la CNR. Par ailleurs, un piège à particules a été installé en amont, au niveau du village d'Andancette, depuis fin 2018. Aussi, en 2019, une nouvelle méthode de bancarisation et de stockage des échantillons a été mise en place, avec l'acquisition d'une enceinte -80°C et l'utilisation de la plateforme Banquise.

## Mots-clés

Rhône, turbidité, prélèvement, centrifugation, MES, mercure, métaux, radionucléides, flux, BDOH

# Sommaire

Introduction générale.....	5
1. Présentation du réseau de mesure des flux de matières en suspension et de contaminants particuliers.....	6
2. Suivi des concentrations en matières en suspension.....	8
3. Prélèvements de matières en suspension pour les analyses physico-chimiques .....	11
3.1. Codification des échantillons .....	11
3.2. Méthodes d'échantillonnage des MES.....	11
3.3. Détermination du régime hydrologique des périodes de prélèvement .....	11
3.4. Prélèvements de MES en régime de base .....	12
3.5. Prélèvements de MES en régime de crue .....	14
3.6. Bilan des prélèvements de MES .....	15
4. Analyses physico-chimiques.....	17
4.1. Les paramètres analysés .....	17
4.2. Les échantillons analysés .....	17
4.2.1. Analyses prévues pour l'année 2019 .....	17
4.2.2. Analyse des échantillons de MES prélevés en 2018.....	18
4.2.3. Analyses des échantillons de MES prélevés en 2019 .....	18
5. L'outil Banque pour la bancarisation des échantillons .....	19
5.1. Objectif.....	19
5.2. Bancarisation des échantillons.....	19
6. L'outil BDOH pour la bancarisation des données.....	20
6.1. Présentation .....	20
6.2. Calcul de flux .....	20
6.3. Estimation des chroniques lacunaires.....	21
6.4. Données bancarisées en 2019.....	23
6.5. Avancées des fonctionnalités de BDOH en 2019 .....	24
Perspectives .....	25
Références bibliographiques.....	26
Annexes .....	28
ANNEXE 1. Méthode de calcul d'un flux de matières en suspension .....	28
ANNEXE 2. Synthèse des stations de suivi des flux de l'OSR.....	29
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. ....	31
ANNEXE 4. Liste des paramètres analysés dans l'OSR par les laboratoires des partenaires scientifiques et méthodes d'analyse. ....	32

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### FIGURES

Figure 1 : Stations de suivi des concentrations en MES et en contaminants particuliers de l'OSR au 31/12/2019.....	7
Figure 2 : Courbe de calibration du capteur de turbidité installé sur le Rhône à Jons au 31/12/2019 ..	8
Figure 3 : Données de turbidité brutes mesurées à la station MesuRho, fréquence d'échantillonnage 30 min, en sub-surface (bleu) et au-dessus du fond (noir). .....	10
Figure 4 : Présentation d'un piège à particules immergé en inox de dimensions 40x30x25cm.....	12
Figure 5 : Enceinte -80°C utilisée pour le stockage des échantillons et interface Banquise utilisée pour la bancarisation .....	19

### TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des analyses de concentration en MES réalisées en 2019 et exploitées pour l'élaboration de courbe de calibration turbidité/MES .....	9
Tableau 2 : 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.....	13
Tableau 3 : Synthèse par station des prélèvements de MES réalisés en crue en 2019 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 05/11/2019. ....	14
Tableau 4 : Nombre d'échantillons de MES prélevés en 2019 pour les analyses physico-chimiques sur chaque station (bilan au 31/12/2019) [nombre d'échantillons prélevés en crue]. .....	15
Tableau 5 : Récapitulatif des prélèvements effectués et non effectués en 2019 pour chaque station	15
Tableau 6 : Paramètres analysés, nombre de substances par famille et laboratoires impliqués.....	17
Tableau 7 : Nombre d'échantillons total de MES prélevés et analysés pour l'année 2018. ....	18
Tableau 8 : Nombre d'échantillons de MES prélevés en régime de base ou en crue en 2019, analysés ou en cours d'analyse au 01/12/2019.....	18
Tableau 9 : Synthèse des données bancarisées dans BDOH sur les stations du réseau de suivi OSR en activité ou non (et le producteur de la donnée) à la date du 31/12/2019. ....	23

# **R A P P O R T**

---

## Introduction générale

L'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR 5) vise à quantifier de manière robuste les flux des matières en suspension (MES) et de contaminants particuliers associés en transit dans le Rhône, du lac Léman à la mer Méditerranée, et au débouché de ses principaux affluents. 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 prélever des MES à un pas de temps mensuel, avec un échantillonnage plus fin lors des principales crues. Les MES prélevées sont ensuite analysées pour les paramètres suivants : les concentrations en mercure, en éléments traces métalliques (ETM), en radionucléides, en carbone organique particulaire, et la granulométrie.

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-bassins-versants en termes de flux de MES et de contaminants particuliers.

L'action B1 de l'OSR 5 « Pérennisation et coordination du réseau de suivi des flux de MES et de contaminants associés – Vie du Réseau » prévoit en particulier de poursuivre et d'étendre 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 2019 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 laboratoires Irstea (devenu INRAE au 1<sup>er</sup> janvier 2020), CEREGE, IRSN, MIO et Ifremer sur ces échantillons pour l'année 2019. 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.

Une réunion de coordination entre les principaux partenaires opérationnels s'est tenue le 11 janvier 2019 afin de répartir les tâches liées à la maintenance du réseau de stations et à la collecte des pièges à particules (PAP). Des intervenants référents ont ainsi été identifiés pour faciliter le dialogue au sein du réseau d'observation.

## 1. Présentation du réseau de mesure des flux de matières en suspension et de contaminants particulaires

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 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. Les stations temporaires sont équipées pour acquérir des données nouvelles sur des affluents non documentés. La durée de suivi des stations temporaires vise à obtenir une collecte suffisante de données pour différents régimes hydrologiques, dans la perspective de calculer des flux.

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.

Fin 2018, une nouvelle station turbidimétrique a été implémentée par la CNR (Compagnie Nationale du Rhône) sur le Rhône à Saint-Vallier, en aval de la Métropole de Lyon et de la vallée de la chimie ; et en amont de la confluence avec l'Isère. En complément, un piège à particules a été installé (Irstea) au niveau de la commune d'Andancette, à quelques kilomètres en amont de Saint-Vallier. Le suivi de cette station permet d'acquérir de nouvelles données sur le Rhône, en un point intermédiaire aux stations principales de Jons et de Arles.

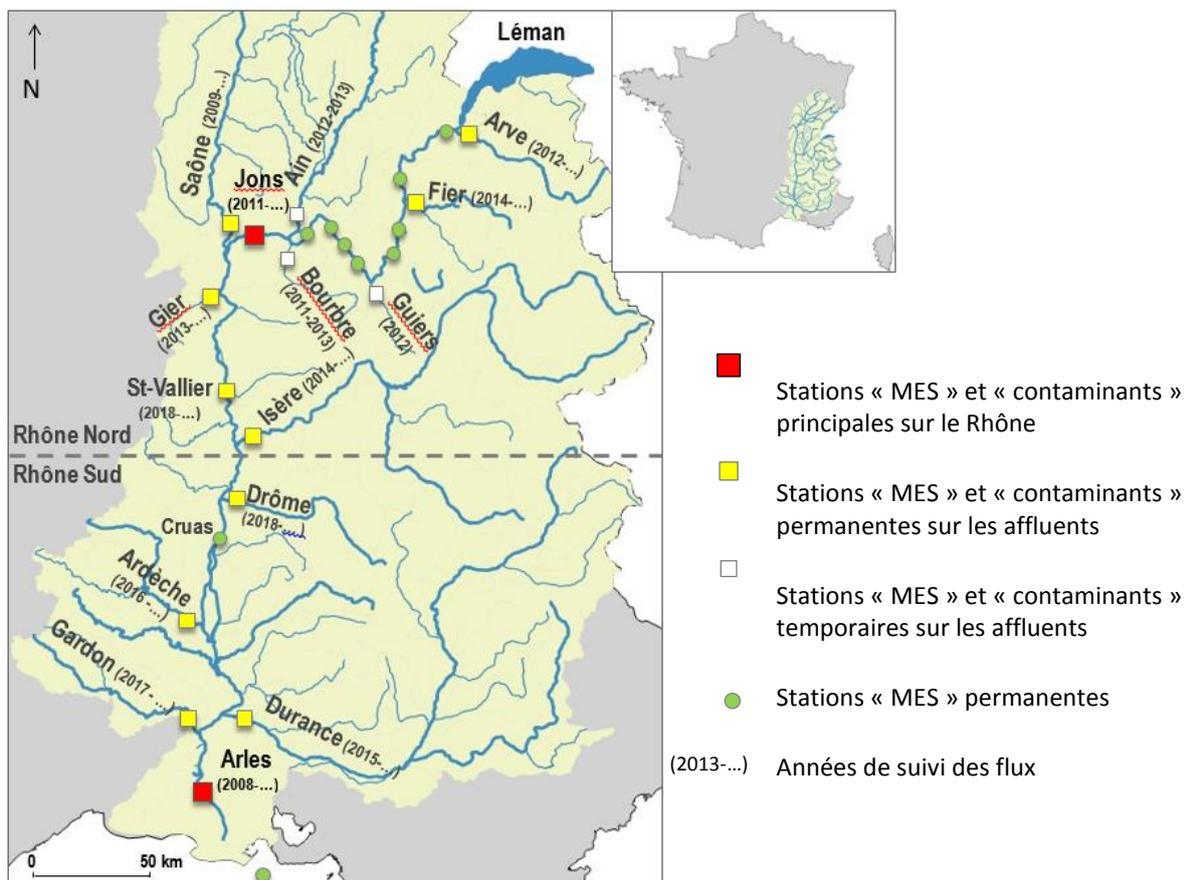


Figure 1 : Stations de suivi des concentrations en MES et en contaminants particulaires de l'OSR au 31/12/2019 (les stations « MES » sont des stations de suivi de la turbidité, sauf à Arles).

Le débit (en  $m^3/s$ ) des cours d'eau est mesuré en continu aux stations hydrométriques de la CNR, de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), du HPCGD (Pôle Hydrométrie et Prévision des Crues Grand Delta) et de l'OFEV (Office fédéral de l'environnement Suisse). Les stations de mesure sont détaillées en Annexe 2.

Le débit du Rhône à Jons est calculé par Irstea 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 non bancarisées dans BDOH) et de la Bourbre à Tignieu-Jamezieu (données DREAL ARA). Le débit du Rhône à Creys est également calculé par propagation du débit du Rhône mesuré à Pont-de-Groslée (CNR), et le débit du Rhône à Bugey est calculé par propagation du débit du Rhône mesuré à Lagnieu (CNR). 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.

## 2. Suivi des concentrations en matières en suspension

Sur la station du Rhône à Arles, les concentrations en MES [AFNOR, 2005] sont mesurées par plusieurs partenaires (MIO/IRSN/CEREGE). 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 (et en COP).

Toutes les autres stations sont équipées d'un capteur de turbidité (en NTU, pour Nephelometric Turbidity Unit, ou en unités constructeurs pour certaines 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, EDF ou Irstea selon les stations, à un pas de temps de dix minutes. En parallèle, un échantillonneur automatique (ISCO 3700 ou SIGMA SD900) couplé 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 forcée par 0, appelé barème de conversion, permet de transformer la chronique de turbidité en chronique de concentration en MES, en mg/L [Thollet, 2012].

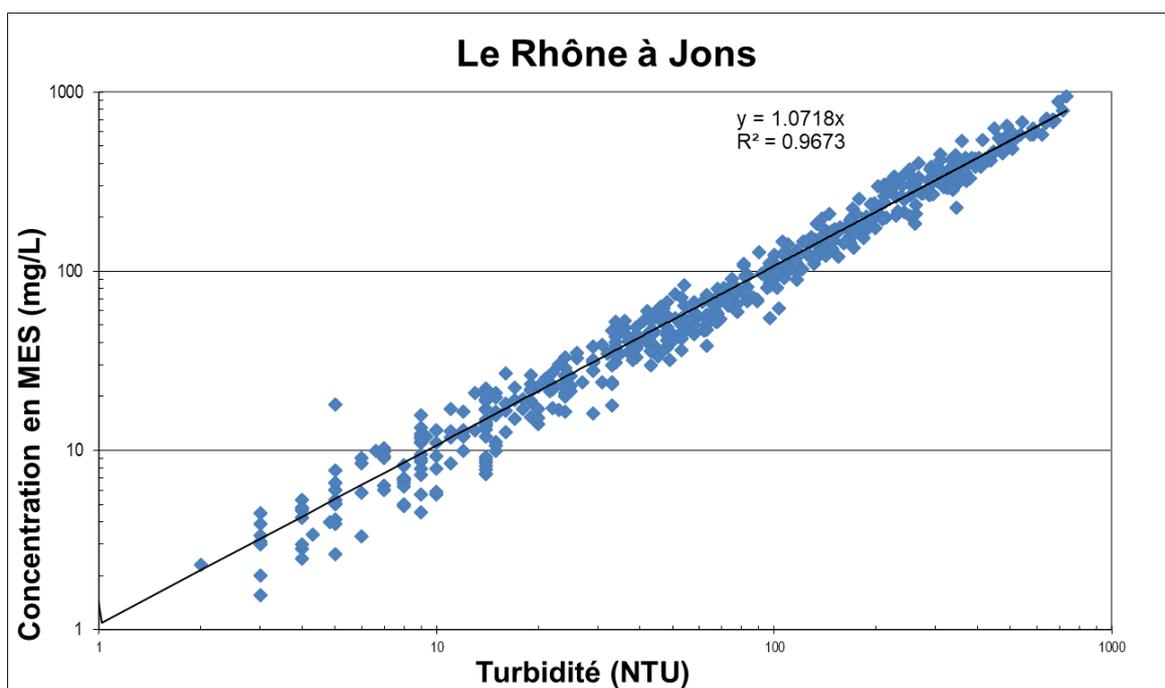


Figure 2 : Courbe de calibration du capteur de turbidité installé sur le Rhône à Jons au 31/12/2019

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), 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. Les courbes de calibration des capteurs de turbidité gérés par Irstea sont capitalisées sur le serveur informatique d'Irstea.

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 2019, 8 stations turbidimétriques gérées par Irstea 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 (Tableau 1).

**Tableau 1 : Synthèse des analyses de concentration en MES réalisées en 2019 et exploitées pour l'élaboration de courbe de calibration turbidité/MES (en gras : stations gérées par Irstea ou l'Ifremer)**

Station	Producteur	Nombre d'analyses de concentration en MES 2019	Nombre d'analyses de concentration en MES TOTAL *	Commentaire
<b>Arve à Genève (Suisse)</b>	Irstea	66	178	
<b>Fier à Motz (73)</b>	Irstea	37	270	
Rhône à Creys (38)	EDF	Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 30/06/2019		Turbidimètre de process : courbe de calibration turbidité/MES inexistante
Rhône à Bugey (01)	EDF	Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 30/06/2019		Turbidimètre de process : courbe de calibration turbidité/MES inexistante
Rhône à Jons (69)	Grand-Lyon	27	585	
<b>Saône à Lyon (69)</b>	Irstea	26	176	
<b>Gier à Givors (69)</b>	Irstea	4	149	14/11/2019 - Changement de la sonde de turbidité
Rhône à Saint-Vallier	CNR	Données de turbidité produites par la CNR		
Isère à Beaumont-Monteux (38)	EDF	Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 30/06/2019		
<b>Drôme à Livron-sur-Drôme (26)</b>	Irstea	96	137	18/10/19 – 30/10/19 Problèmes sur l'alimentation électrique
Rhône à Cruas (07)	EDF	Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 30/06/2019		Turbidimètre de process : courbe de calibration turbidité/MES inexistante
<b>Ardèche à Saint-Martin-d'Ardèche (07)</b>	Irstea	1	43	
Durance à Bonpas (84)	EDF	Données de turbidité produites par EDF, transmises jusqu'au 30/06/2019		
<b>Gardon à Remoulins (30)</b>	Irstea	1	3	
<b>MesuRho</b>	Ifremer	11	51	En 2019 : 7 en sub-surface, 4 au fond

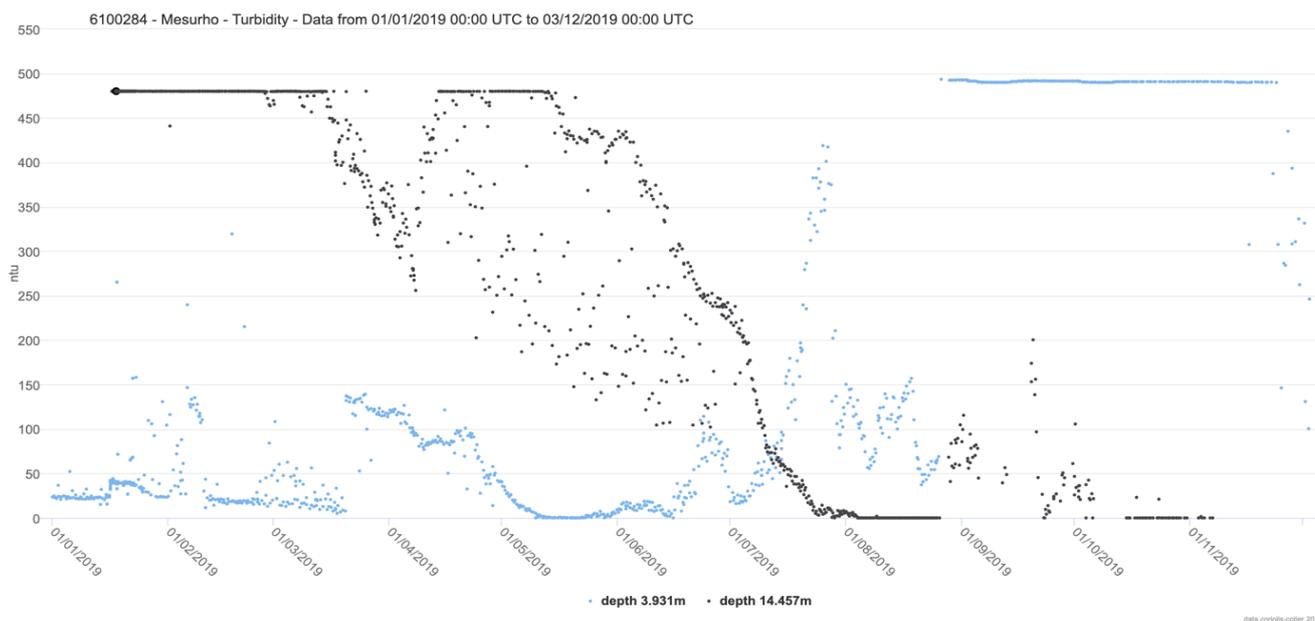
\* Depuis le démarrage de la station

En 2019, les échantillons ont été collectés principalement pendant les crues d'automne pour l'analyse des MES. Néanmoins, certaines courbes de calibration sont toujours difficiles à renseigner compte tenu de l'éloignement géographique des affluents et de leurs réactions hydrologiques très rapide.

Sur la station du **Gardon à Remoulins** par exemple, dont le suivi a débuté en juin 2017, les données acquises sont actuellement 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), la turbidité instantanée est mesurée par l'Ifremer toutes les 30 minutes à des profondeurs de 2,5 mètres et 17 mètres environ.

Des prélèvements ponctuels sont effectués lors des rotations des sondes multi-paramètres pour calibration. Le centre Ifremer qui s'occupe de la maintenance de la station est situé à La Seyne/Mer, chaque intervention sur la station nécessite une certaine logistique. En effet, l'éloignement du point de mise à l'eau et les interventions sous-marines impliquent la présence de plongeurs, de pilotes habilités (voiture et bateau) ainsi que la disponibilité du matériel sur des journées à météorologie favorable. De plus, des difficultés techniques successives ont entraîné un recentrage sur le fonctionnement des instruments quasi temps-réel au second semestre 2019, et le nouveau système de sondes prévu ne pourra être installé qu'en 2020. Au 16 novembre 2019, 11 prélèvements de MES ont été effectués au cours de trois sorties terrain, 4 au fond et 7 en sub-surface, entre décembre 2018 et mars 2019. Les concentrations de fond étaient comprises entre 5 et 10 mg/L, tandis que celles de surface variaient de 5 à 45 mg/L, avec deux épisodes aux alentours de 15-20 mg/L. La valeur maximum de concentration en MES a été enregistrée le 20 mars 2019, pour un débit du Rhône de 2700 m<sup>3</sup>/s, et la valeur minimale le 16 janvier, pour un débit de 1800 m<sup>3</sup>/s. Ces prélèvements ne permettent pas la réalisation d'une courbe de calibration pour l'année 2019, mais fournissent un support à l'analyse et aux éventuelles corrections de données. La figure 3 montre en effet un défaut sur les données de turbidité de fond pour l'année 2019, et un défaut pour la turbidité de sub-surface pour la période fin août 2019-décembre 2019, et des valeurs douteuses sur la période du 20 mars à fin avril 2019. Ceci est lié principalement à un défaut sur les chlorateurs des sondes SMATCH, qui seront remplacées par un autre système au premier trimestre 2020.



**Figure 3 : Données de turbidité brutes mesurées à la station MesuRho, fréquence d'échantillonnage 30 min, en sub-surface (bleu) et au-dessus du fond (noir).**

## 3. 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 turbidimétrique 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).

### 3.1. Codification des échantillons

Pour faciliter les échanges d'échantillons entre les équipes du Nord (Irstea) 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 sur le site Internet de l'OSR. Ce site regroupe également les protocoles de prélèvements d'eau, d'utilisation de la centrifugeuse de Jons et de collecte des échantillons de pièges à particules (<http://www.graie.org/osr/spip.php?rubrique19>).

### 3.2. 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 banc de cartouche filtrante à la station d'Arles pour l'analyse des radionucléides émetteurs de rayonnement gamma ;
- 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 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.
- D'une centrifugeuse mobile, pour des prélèvements en situations hydrologiques variées (base, crue, chasse, saison, ...), sur le linéaire du Rhône et ses principaux affluents.

NB : Plusieurs évènements hydrologiques ont été échantillonnés à l'aide de la centrifugeuse mobile en 2019, notamment lors des crues du Guiers (voir § 3.4).

### 3.3. Détermination du régime hydrologique des périodes de prélèvement

Jusqu'en 2018, un échantillon de piège à particules était défini comme en crue à partir du moment où le débit du cours d'eau dépassait au moins une fois le seuil de crue durant la période d'échantillonnage.

Il a été décidé de revoir la définition du régime de crue pour ces échantillons. Désormais, 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.

De nouveaux scripts ont été développés à l'aide du logiciel R pour déterminer le régime hydrologique auquel appartient chaque échantillon, selon la nouvelle méthode de calcul. Fin 2018, les régimes hydrologiques de chaque échantillon ont été recalculés, et les chroniques continues de concentration en contaminants ont été réimplémentées dans BDOH, pour l'ensemble des chroniques, lorsque des changements de forfaits ont été constatés pour l'estimation de chroniques lacunaires (voir § 6.3). Une notice détaillant le fonctionnement des différents scripts utilisés pour calculer le régime hydrologique des échantillons est en cours de préparation. Celle-ci s'accompagnera d'un synopsis graphique pour faciliter la lecture.

### 3.4. 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 de 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. Depuis l'arrêt de la centrifugeuse fixe, les analyses de mercure, d'éléments traces métalliques (ETM), de carbone organique particulaire et la granulométrie sont provisoirement effectuées sur les MES issues du piège à particules. Enfin, à cette station, le prélèvement des MES pour les analyses de radionucléides émetteurs de rayonnement gamma se fait par cartouche filtrante.

**Sur les stations permanentes et temporaires** (Figure 1), ainsi que sur la **station principale de Jons**, les prélèvements de MES sont réalisés à l'aide d'un piège à particules [Schulze et al., 2007] afin d'échantillonner de manière intégrée, sur une longue période, les MES en régime de base et lors des pics de flux de MES. Ce dispositif engendre une maintenance aisée et peu coûteuse. Il se présente sous la forme d'une boîte en inox 316 (40x30x25cm) percée de 3 trous sur les faces avant et arrière qui permettent de faire circuler l'eau. A l'intérieur, deux cloisons font chuter la vitesse de l'eau et entraînent la décantation des MES au fond de deux bacs amovibles (Figure 4).

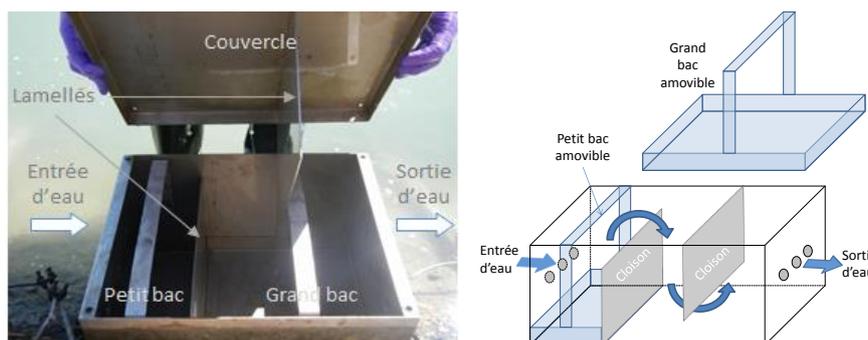


Figure 4 : Présentation d'un piège à particules immergé en inox de dimensions 40x30x25cm.

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.

Sur la station de Jons, la représentativité des échantillons issus du piège intégratif est validée par comparaison avec les concentrations en contaminants analysées dans des MES prélevées par centrifugation, considérées comme une référence ponctuelle.

Depuis le début de l'OSR, 14 stations ont été équipées de pièges à particules, dont 11 actuellement en activité (Tableau 2). Les deux stations les plus récentes sont celles de la Drôme à Livron-sur-Drôme (station installée en octobre 2018 et disposant d'un turbidimètre, d'un préleveur automatique et d'un piège à particules), et du Rhône à Andancette, sur laquelle un piège à particules a été installé. Les données (débit et turbidité) du Rhône à Saint-Vallier sont utilisées en complément. Le piège à particule d'Andancette se trouve à une dizaine de kilomètres en amont de la station de Saint-Vallier.

**Tableau 2 : 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
<b>Arve</b>	Genève (Suisse)	Piège à particules	12/11/12	25/08/14	Mensuelle
<b>Fier</b>	Motz (73)	Piège à particules	05/03/14	En fonctionnement au 01/12/19	Mensuelle
<b>Guiers</b>	Belmont-Tramonet (73)	Piège à particules	05/04/12	19/07/12	Mensuelle
<b>Bourbre</b>	Tignieu-Jameyzieu (38)	Piège à particules	15/11/11	28/08/13	Mensuelle
<b>Ain</b>	Chazey-sur-Ain (01)	Piège à particules	20/07/12	28/01/13	Mensuelle
<b>Rhône</b>	Jons (69)	Piège à particules et centrifugeuse	22/06/11	En fonctionnement au 01/12/2019	Mensuelle depuis le 13/03/18, bimensuelle avant cette date
<b>Saône</b>	Lyon (69)	Piège à particules	02/08/12	En fonctionnement au 01/12/19	Mensuelle
<b>Gier</b>	Givors (69)	Piège à particules	23/04/13	En fonctionnement au 01/12/2019	Mensuelle
<b>Rhône</b>	Andancette (26)	Piège à particules	19/10/19	En fonctionnement au 01/12/19	Mensuelle
<b>Isère</b>	Beaumont-Montoux (38)	Piège à particules	09/09/14	En fonctionnement au 01/12/19	Mensuelle
<b>Drôme</b>	Livron-sur-Drôme (26)	Piège à particules	23/10/18	En fonctionnement au 01/12/19	Mensuelle
<b>Ardèche</b>	Saint-Martin-d'Ardèche (07)	Piège à particules	01/03/16	En fonctionnement au 01/12/19	Mensuelle
<b>Durance</b>	Bonpas (84)	Piège à particules	14/10/15	En fonctionnement au 01/12/19	Mensuelle
<b>Gardon</b>	Remoulins (30)	Piège à particules	15/11/17	En fonctionnement au 01/12/19	Mensuelle
<b>Rhône</b>	Arles (13)	Centrifugeuse (MIO/CEREGE) et piège à particules (IRSN)	18/05/11	En fonctionnement au 01/12/19 (pas de centrifugeuse depuis octobre 2018)	Mensuelle

### 3.5. 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 2019 sur les stations du réseau (Tableau 3).

Des prélèvements ont été effectués sur le Guiers en crue pour l'analyse de la granulométrie et de la concentration totale en métaux pour le traçage des sources de MES (action C1.1). Les analyses de routine (Hg, ETM, COP ; cf. § 4.1) ont également été réalisées sur les échantillons issus de ces prélèvements afin d'enrichir la base de données de l'OSR.

**Tableau 3 : Synthèse par station des prélèvements de MES réalisés en crue en 2019 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 05/11/2019.**

Station	Date du prélèvement (TU+01)	Mode de prélèvement	Débit moyen	Date de dépassement du seuil (TU+01)	Débit maximal et date (TU+01)
<b>Fier à Motz</b>	● 20/12/18 – 17/01/19	Piège à particules	33 m <sup>3</sup> /s	22/12/18 02 :00 – 22/12/18 13 :00	293 m <sup>3</sup> /s (22/12/18 05 :00)
<b>Guiers (Belmont-Tramonet)</b>	● 15/03/19 10:20	Manuel	52 m <sup>3</sup> /s	15/03/19 06:00 – 17/03/19 02:00	144 m <sup>3</sup> /s 15/03/19 13 :00
	● 20/05/19 10 :35 - 20/05/19 12 :30	Centrifugation	178 m <sup>3</sup> /s	20/05/19 02:00 - 22/05/19 10:00	216 m <sup>3</sup> /s (20/05/19 19:00)
	● 12/06/19	Manuel	155 m <sup>3</sup> /s	11/06/19 00:00 - 13/06/19 03:00	178 m <sup>3</sup> /s (12/06/19 07:00)
	● 04/11/19 11:15	Manuel	69 m <sup>3</sup> /s		
	● 05/11/19 10:35	Manuel	76 m <sup>3</sup> /s		
<b>Rhône à Jons</b>	● 18/12/18 – 15/01/19	Piège à particules	555 m <sup>3</sup> /s	19/12/18 20:00 – 25/12/18 15:00 15/01/19 18:00 – 17/01/19 03:00	1319 m <sup>3</sup> /s (23/12/18 05 :00)
	● 12/03/19 – 09/04/19	Piège à particules	652 m <sup>3</sup> /s	08/03/19 14:00 – 19/03/19 15:00	1734 m <sup>3</sup> /s (16/03/19 06 :00)
<b>Saône à Lyon</b>	● 12/03/19- 09/04/19	Piège à particules	522 m <sup>3</sup> /s	16/03/19 14:00 – 22/03/19 09:00	1252 m <sup>3</sup> /s (19/03/19 17:00)
<b>Isère à Beaumont-Monteux</b>		En attente données de concentration en MES produites par EDF			
<b>Ardèche à Saint-Martin-d'Ardèche</b>	● 25/04/19 - 15/05/19	Piège à particules	115 m <sup>3</sup> /s	26/04/19 02:00 – 26/04/19 09:00	1040 m <sup>3</sup> /s (26/04/19 04 :00)
<b>Durance à Bonpas</b>		En attente données de concentration en MES produites par EDF			

Sur le Rhône à Andancette, la Drôme à Livron-sur-Drôme et le Gardon à Remoulins, les régimes hydrologiques (base, crue) de chaque prélèvement ne peuvent pas être déterminés compte tenu du peu de données alimentant les relations (turbidité vs MES).

### 3.6. Bilan des prélèvements de MES

La synthèse des échantillons prélevés en régime de base et en crue en 2019 est présentée par affluent et par technique de prélèvement dans le Tableau 4. Les prélèvements intégratifs à l'aide de cartouches filtrantes sont réalisés uniquement par l'IRSN pour la mesure des radionucléides (à Arles).

**Tableau 4 : Nombre d'échantillons de MES prélevés en 2019 pour les analyses physico-chimiques sur chaque station (bilan au 31/12/2019) [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)	Cartouche filtrante (intégratif)	Décantation/centrifugation (ponctuel)		
Le Fier à Motz			12 [1]			12 [1]	12
Le Guiers		2 [1]			4 [4]	6 [5]	6
La Saône à Lyon			12 [1]			12 [1]	14
Le Rhône à Jons	17 [0]		13 [2]			30 [2]	19
Le Gier à Givors			12 [0]			12 [0]	13
Le Rhône à Andancette			9			9	13
L'Isère à Beaumont-Monteux			7			7	12
La Drôme à Livron-sur-Drôme			8 [0]			8 [0]	11
L'Ardèche à St-Martin-d'Ardèche			10 [0]			10 [0]	11
La Durance à Bonpas			7 [0]			7 [0]	13
Le Gardon à Remoulins			7			7	12
Le Rhône à Arles	0		12 [1]	17 [5]		29 [6]	13
<b>TOTAL</b>	<b>17 [0]</b>	<b>2 [1]</b>	<b>109 [5]</b>	<b>17 [5]</b>	<b>4 [4]</b>	<b>149 [15]</b>	<b>149</b>

Au cours de l'année 2019, certains prélèvements n'ont pas pu être effectués, pour diverses raisons. Ces échantillons sont recensés dans le Tableau 5. Le détail des dates exactes et des raisons de non-échantillonnage sont donnés textuellement ci-après.

**Tableau 5 : Récapitulatif des prélèvements effectués (✓) et non effectués en 2019 pour chaque station**

Station	Détail des prélèvements par mois										
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.
Le Fier à Motz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
La Saône à Lyon	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Le Rhône à Jons	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Le Gier à Givors	✓	✓	Flacon cassé	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Le Rhône à Andancette	✓	✓	Vandalisé	✓	✓	✓	Vandalisé	✓	✓	✓	✓
L'Isère à Beaumont-Monteux	✓	✓	Vandalisé	✓	✓	✓	Vandalisé	✓	✓	✓	✓
La Drôme à Livron-sur-Drôme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Vandalisé	✓	✓	Perte du PAP	
L'Ardèche à St-Martin-d'Ardèche	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Hors d'eau	Hors d'eau	✓	✓
La Durance à Bonpas	✓	immérgé	✓ (2mois)	✓	✓	Guêpes	✓ (2mois)	✓	✓	immérgé	immérgé
Le Gardon à Remoulins	✓	✓	✓	✓	✓	Pas de matière	PAP retiré				✓
Le Rhône à Arles	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

**Gier à Givors** : L'échantillon de MES prélevé sur le Gier par piège à particules entre les 6 mars 2019 et le 4 avril 2019 est manquant car le flacon s'est cassé au laboratoire.

**Rhône à Andancette** : Le piège à particules du Rhône à Andancette a subi des actes de vandalisme à plusieurs reprises. Par conséquent, les périodes suivantes n'ont pas pu être échantillonnées :

- 6 mars 2019 au 18 avril 2019 (piège à particules disparu)
- 16 juillet 2019 au 11 septembre 2019 (piège à particules disparu)

Le 11 septembre 2019, des mesures ont été prises pour empêcher le vandalisme. Le piège à particules a été remplacé et équipé d'écrous indesserrables. L'utilisation d'une clé à fourche est désormais nécessaire pour ouvrir le piège à particules, ce qui devrait limiter les actes de vandalisme subis.

**Isère à Beaumont-Monteux** : Le piège à particules de l'Isère a subi des actes de vandalisme à plusieurs reprises. Par conséquent, les périodes suivantes n'ont pas été échantillonnées :

- 17 décembre 2018 au 14 janvier 2019 (piège à particules retrouvé hors de l'eau)
- 6 mars 2019 au 18 avril 2019 (piège à particules disparu)
- 10 juillet 2019 au 10 octobre 2019 (piège à particules disparu)

Le 10 octobre 2019, des mesures ont été prises pour empêcher le vandalisme. Le piège à particules a été remplacé à quelques kilomètres de son ancien emplacement, dans un endroit moins visible et peu passant et a été équipé d'écrous indesserrables. L'utilisation d'une clé à fourche est désormais nécessaire pour ouvrir le piège à particules. Ces deux mesures devraient limiter les actes de vandalismes subis.

**Drôme à Livron-sur-Drôme** : Le piège à particules de la Drôme n'a pas pu être relevé entre le 13 juin 2019 et le 16 juillet 2019 (piège à particules vandalisé). De même entre le 17 octobre 2019 et le 19 novembre 2019 (chaîne d'attache rompue, piège à particules perdu, remplacé le 31/10/2019).

**Ardèche à Saint-Martin-d'Ardèche** : Le piège à particules de l'Ardèche était hors eau entre le 16 juillet 2019 et le 19 septembre 2019, aucun échantillon n'a pu être prélevé pour cette période.

**Durance à Bonpas** : Le piège à particules de la Durance n'a pas pu être relevé entre le 17 janvier 2019 et le 19 mars 2019 (trop immergé) ; l'échantillon a donc été prélevé sur une période supérieure à 1 mois (61 jours). De même, il n'a pas pu être relevé entre le 21 mai 2019 et le 2 juillet 2019 (présence d'un essaim de guêpes sur la serrure du portail permettant l'accès à la station).

**Gardon à Remoulins** : L'échantillon de piège à particules du Gardon n'a pas pu être collecté entre le 19 mai 2019 et le 20 juin 2019, car le piège à particules ne contenait pas suffisamment de MES.

Le piège à particules installé sur le Gardon à Remoulins a été provisoirement démonté entre le 20 juin et le 16 octobre pour éviter le vandalisme pendant la saison touristique. La mise en place d'un barrage temporaire à l'emplacement du piège a retardé son installation (prévue initialement en septembre).

## 4. Analyses physico-chimiques

### 4.1. Les paramètres analysés

En 2019, les analyses du programme OSR 5 de 2018 ont été poursuivies par les partenaires scientifiques : éléments trace métalliques (ETM), radionucléides, carbone organique particulaire (COP), analyses élémentaires (CHN) et granulométrie (Tableau 6).

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).

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

**Tableau 6 : Paramètres analysés, nombre de substances par famille et laboratoires impliqués.**

Analyse	Laboratoire partenaire
Mercurure	Irstea
Éléments traces métalliques (ETM) (8)	CEREGE
Radionucléides (12)	IRSN
Carbone organique particulaire (COP)	MIO (Arles) et Irstea (autres stations)
Carbone Hydrogène Azote (CHN)	Analyses élémentaires (éléments totaux) réalisées par l'IRSN sur les échantillons de MES prélevés à Arles. L'hydrogène est analysé par l'IRSN sur les échantillons de Jons en complément de l'analyse du Tritium organiquement lié (TOL)
Granulométrie	Irstea

### 4.2. Les échantillons analysés

#### 4.2.1. Analyses prévues pour l'année 2019

Pour chacun des laboratoires des partenaires scientifiques, le nombre d'analyse à réaliser est défini dans la convention du programme de l'OSR 5 comme suit :

- 120 analyses/an de mercure, granulométrie et COP sont prévues par Irstea en 2019-2020, soit un échantillon mensuel par station ;
- 120 analyses d'ETM au maximum sont prévues par le CEREGE en 2019. Les ETM sont analysés sur tous les échantillons du Rhône à Jons et à Arles prélevés à la centrifugeuse fixe, sur les prélèvements intégrés par pièges à particules sur les affluents ainsi que sur les prélèvements ponctuels sur les affluents en période de crue.
- 50 analyses de granulométrie sont prévues sur les prélèvements bimensuels à Arles et sur les prélèvements ponctuels et par pièges à particules sur les affluents ;
- 26 analyses de radionucléides émetteurs de rayonnement gamma au maximum sont prévues par l'IRSN en 2019, ainsi que 16 analyses de TOL et de  $^{14}\text{C}$ . L'analyse des radionucléides est contrainte par la quantité de matière disponible (un minimum de 20 g est nécessaire) ;
- 16 analyses de CHN (carbone, hydrogène, azote) sont prévues par l'IRSN en 2019 sur les échantillons sélectionnés pour l'analyse du TOL et du  $^{14}\text{C}$ .

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

Sur les échantillons prélevés par Irstea, le COP et la granulométrie sont systématiquement analysés 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]. La granulométrie est également mesurée systématiquement sur les prélèvements du Sud.

Pour les échantillons prélevés à Arles, le CHN est analysé par l'IRSN sur les échantillons de pièges à particules, et le COP par le MIO sur des échantillons d'eau prélevés par préleveur automatique.

#### 4.2.2. Analyse des échantillons de MES prélevés en 2018

Le Tableau 7 résume le nombre total d'analyses réalisées sur les échantillons de MES qui ont été prélevés en 2018. Les données de COP à Arles sont produites par le MIO.

Tableau 7 : Nombre d'échantillons total de MES prélevés et analysés pour l'année 2018.

Paramètre	Fier	Guiers	Jons	Saône	Gier	Andancette	Isère	Drôme	Ardèche	Durance	Gardon	Arles	TOTAL
Nombre total d'échantillons prélevés par tous les partenaires scientifiques	12	2	36	17	13	2	8	2	11	9	5	31	148
<b>Mercure</b>	12	2	36	17	13	2	8	2	11	9	5	31	148
<b>ETM</b>	12	2	25	17	13	2	8	2	10	10	5	24	130
<b>Radionucléides gamma</b>	5	4	13	6	0	0	4	1	3	6	5	13	60
<b>CHN (IRSN)</b>	5	4	13	6	0	0	4	1	3	6	5	13	60
<b>COP (Irstea)</b>	12	2	36	17	13	2	8	2	11	9	5	/	117
<b>Granulométrie</b>	12	2	28	16	12	2	6	1	9	8	3	4	103

#### 4.2.3. Analyses des échantillons de MES prélevés en 2019

Tableau 8 : Nombre d'échantillons de MES prélevés en régime de base ou en crue en 2019, analysés ou en cours d'analyse au 01/12/2019.

Paramètre	Statut	Fier	Guiers	Jons	Saône	Gier	Anda-cette	Isère	Drôme	Ardèche	Durance	Gardon	Arles	TOTAL
Nombre total d'échantillons prélevés au 01/12/2019 par tous les partenaires		11	6	29	11	11	8	6	8	9	7	6	11	123
<b>Mercure (Irstea)</b>	Analysés	9	4	17	9	9	6	5	5	5	4	5	5	83
	En cours	2	2	10	2	2	2	1	3	4	3	1	6	38
<b>COP (Irstea)</b>	Analysés	9	4	17	9	9	6	5	5	5	4	5	5	83
	En cours	2	2	10	2	2	2	1	3	5	3	2	6	40
<b>ETM (CEREGE)</b>	Analysés	8	4	11	9	9	6	5	6	6	4	5	6	79
	En cours	3	2	8	2	2	2	1	1	2	3	1	5	32
<b>Radionucléides gamma (IRSN)</b>	Analysés	2	0	4		1	0	2	3	2	2	1	2	19
	En cours	1	1	1		0	0	0	5	7	5	5	9	34
<b>CHN (IRSN)</b>	Analysés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Granulométrie</b>	Analysés	6	4	12	6	7	5	5	0	0	0	0	0	45
	En cours	5	2	17	5	4	3	1	8	0	0	0	0	78

Suite à des dysfonctionnements de l'appareil de mesure, aucune analyse de CHN n'a pu être réalisée en 2019 à l'IRSN. Les analyses sur les échantillons concernés seront réalisées en 2020.

Suite à des problèmes d'organisation, aucune analyse de granulométrie n'a pu être réalisée sur les échantillons du Rhône Sud en 2019. Ces analyses seront réalisées en 2020.

## 5. L'outil Banquise pour la bancarisation des échantillons

### 5.1. Objectif

En 2018, une enceinte à -80°C a été achetée par Irstea afin d'améliorer les conditions de stockage des échantillons de MES ou de sédiment dans le temps. Cela permettra, en fonction des besoins et du développement de nouvelles techniques analytiques, d'effectuer des analyses ultérieures sans détérioration des échantillons.

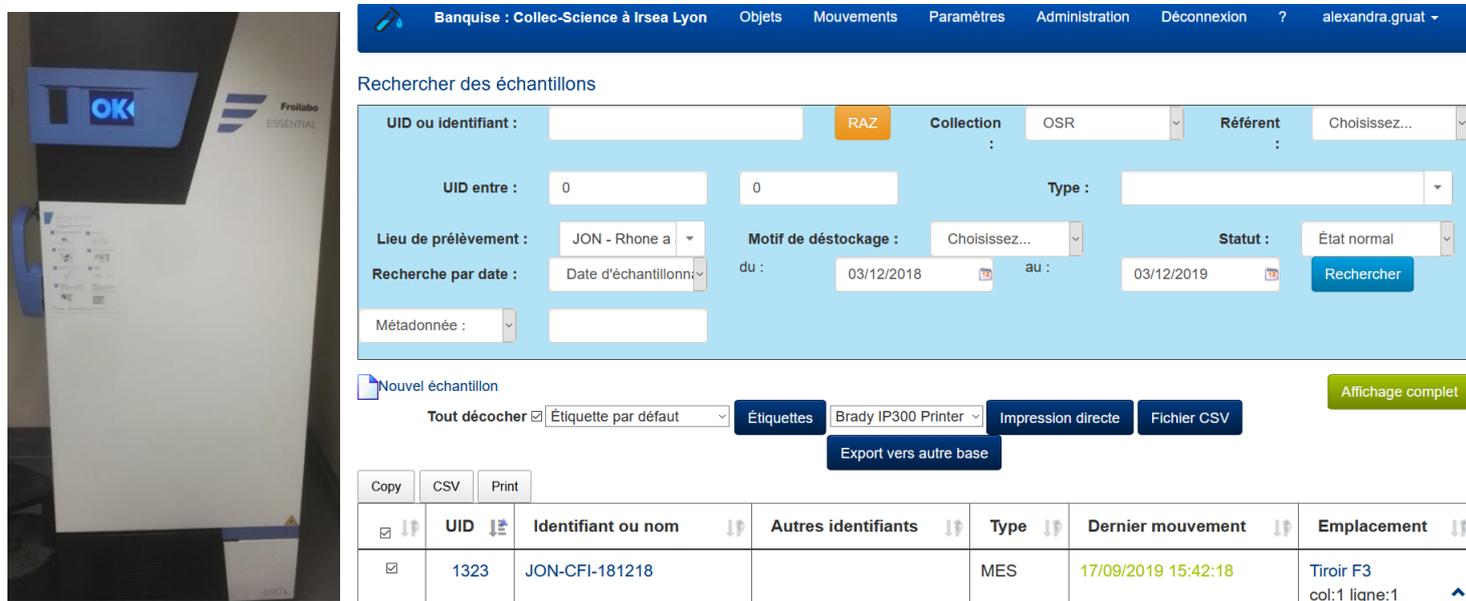
### 5.2. Bancarisation des échantillons

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, collègue d'Irstea-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 le congélateur.

Au 1<sup>er</sup> décembre 2019, 1231 échantillons de MES de l'OSR ont déjà été bancarisés dans le logiciel et conditionnés dans l'enceinte -80°C (échantillons collectés de 2011 à juillet 2019), ce qui représente plus des deux tiers de l'enceinte. Dès 2020, les échantillons seront directement bancarisés et conditionnés dans l'enceinte dès la fin de leur préparation.

Une deuxième enceinte -80°C est actuellement en cours d'achat (par Irstea également) en perspective de la bancarisation des échantillons futurs.



The screenshot shows the 'Banquise' web interface for 'Collec-Science à Irsea Lyon'. The navigation bar includes 'Objets', 'Mouvements', 'Paramètres', 'Administration', 'Déconnexion', and a user profile 'alexandra.gruat'. The main section is titled 'Rechercher des échantillons' and contains a search form with fields for 'UID ou identifiant', 'Collection' (set to 'OSR'), 'Réfèrent', 'UID entre', 'Type', 'Lieu de prélèvement' (set to 'JON - Rhone a'), 'Motif de déstockage', 'Statut' (set to 'État normal'), and 'Recherche par date' (from '03/12/2018' to '03/12/2019'). A 'Rechercher' button is present. Below the search form are options for 'Nouvel échantillon', 'Tout décocher', 'Étiquette par défaut', 'Étiquettes' (set to 'Brady IP300 Printer'), 'Impression directe', 'Fichier CSV', and 'Export vers autre base'. At the bottom, there is a table with columns: 'Copy', 'CSV', 'Print', 'UID', 'Identifiant ou nom', 'Autres identifiants', 'Type', 'Dernier mouvement', and 'Emplacement'. The table contains one row with the following data:

Copy	CSV	Print	UID	Identifiant ou nom	Autres identifiants	Type	Dernier mouvement	Emplacement
<input checked="" type="checkbox"/>			1323	JON-CFI-181218		MES	17/09/2019 15:42:18	Tiroir F3 col:1 ligne:1

Figure 5 : Enceinte -80°C utilisée pour le stockage des échantillons de MES de l'OSR et interface Banquise utilisée pour la bancarisation des métadonnées

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

### 6.1. Présentation

La Base de Données des Observatoires en Hydrologie (BDOH) a été développée par Irstea 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 Irstea 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.

### 6.2. 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 particulier (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. 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). Ainsi, les chroniques temporelles des concentrations en contaminants issues de centrifugation sont considérées lacunaires au-delà de 28 jours entre deux données. Les chroniques temporelles de concentrations en contaminants issues du piège à particules sont jugées

incomplètes dès lors que la date de mise à l'eau d'un piège à particules diffère de la date de collecte de l'échantillon précédent. En général, il est préférable de construire une chronique continue de concentrations en contaminants particuliers 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.

Une chronique de flux de contaminant particulaire instantané est obtenue directement dans BDOH en multipliant la chronique continue de concentrations 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 2019, d'importants travaux ont été menés à Irstea sur le calcul des flux de contaminants particuliers. Il existe désormais une méthode de calcul des flux de contaminants particuliers plus élaborée que celle actuellement utilisée par BDOH. L'objectif est, d'une part, d'obtenir des flux de contaminants non lacunaires, et d'autre part, de stabiliser et d'homogénéiser les méthodes de calcul de flux entre les partenaires de l'OSR. Ces flux ont été calculés à l'aide de différents scripts R qui retranscrivent plusieurs étapes de calcul. Une notice détaillant l'utilisation des différents scripts R nécessaires est en cours de préparation. La notice s'accompagnera d'un synopsis graphique pour faciliter son usage. A l'heure actuelle, cette méthode de calcul **ne s'applique pas aux flux disponibles dans BDOH**. A terme, cette méthode récente et améliorée de calcul des flux sera généralisée à l'ensemble du réseau OSR par son implémentation dans BDOH.

### 6.3. 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. Les chroniques de débit contiennent une heure de lacune par an, observée lors du passage à l'heure d'été. Ces lacunes sont estimées par interpolation linéaire entre les deux valeurs qui l'encadre.

Pour le moment, les lacunes dans les chroniques de concentration en MES ne sont pas reconstituées dans BDOH.

Dans une chronique de concentration en contaminant particulaire, une lacune est avérée 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). La lacune peut être issue soit d'une perte d'un échantillon (piège à particules retourné, flacon cassé, dysfonctionnement de la centrifugeuse, etc.), soit de l'omission d'une analyse sur un ou plusieurs échantillons. 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 (cf. Le Bescond et al. 2018, Annexe 5). 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 9).

**Tableau 9 : Synthèse des chroniques de contaminants bancarisées dans BDOH ne contenant aucune lacune, contenant des lacunes reconstituées avec un forfait déterminé par gamme de débit (période de base, régime de crue ou évènement de chasse de barrage), ou contenant des lacunes non reconstituées car la fréquence de quantification du contaminant est inférieure à 50% sur la station (lacunaires).**

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 (n=3)	Pas de données	Pas de données							
<b>Bourbre</b>	Estimée	Estimée	Pas de données							
<b>Ain</b>	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							
<b>Isère</b>	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Lacunaire	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée
<b>Drôme</b>	Pas de données	Pas de données	Pas de données							
<b>Ardèche</b>	Estimée	Sans lacune	Estimée	Pas de données en crue						
<b>Durance</b>	Estimée	Lacunaire	Estimée	Pas de données en crue						
<b>Gardon</b>	Nombre de données insuffisant (n=4)	Pas de données	Pas de données	Pas de données						
<b>Rhône à Arles</b>	Estimée	Lacunaire	Lacunaire	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée	Estimée

## 6.4. Données bancarisées en 2019

Tableau 9 : Synthèse des données bancarisées dans BDOH sur les stations du réseau de suivi OSR en activité ou non (et le producteur de la donnée) à la date du 31/12/2019.

Station	Débit	Turbidité	Concentration en MES	Flux de MES	Concentration en Hg	Flux de Hg	Concentration en PCB <sub>i</sub> individuels	Flux de PCB <sub>i</sub> individuels	Concentration en ETM	Flux d'ETM	Concentration en <sup>137</sup> Cs	Flux de radio-nucléides
Arve à Genève	31/12/73	29/03/12	29/03/12	29/03/12	13/11/12	13/11/12	13/11/12	13/11/12	22/01/13	22/01/13	Non bancarisée	Non calculés
	31/08/19 (OFEV)	24/09/19 (Irrstea)	24/09/19 (Irrstea)	24/09/19 (Irrstea)	25/08/14 (Irrstea)	25/08/14 (Irrstea)	25/08/14 (Irrstea)	25/08/14 (Irrstea)	25/08/14 (Cerege)	25/08/14 (Cerege)		
Fier à Motz	15/01/99	15/04/14	15/04/14	15/04/14	05/03/14	15/04/14	05/03/14	15/04/14	21/12/15	21/12/15	20/01/15	20/01/15
	31/10/19 (CNR)	14/11/19 (Irrstea)	14/11/19 (Irrstea)	14/11/19 (Irrstea)	13/06/19 (Irrstea)	14/02/19 (Irrstea)	24/11/16 (Irrstea)	24/11/16 (Irrstea)	21/08/19 (Cerege)	20/12/16 (Cerege)	06/05/18 (IRSN)	23/11/17 (IRSN)
Guiers à Belmont-Tramonet	01/01/90	05/04/12	05/04/12	05/04/12	05/04/12	Non calculé	Non bancarisées	Non calculés	Non bancarisées	Non calculés	Non bancarisée	Non calculés
	31/10/19 (CNR)	18/07/12 (Irrstea)	18/07/12 (Irrstea)	18/07/12 (Irrstea)	20/05/19 (Irrstea)							
Rhône à Creys	A Pont de Groslée	30/10/08	31/12/09	31/12/09	Non mesurée	Non mesuré	Non mesurées	Non mesurés	Non mesurées	Non mesurés	Non mesurée	Non calculés
	14/02/99	30/06/19 (EDF)	31/12/16 (EDF)	31/12/16 (Irrstea)								
Rhône à Bugey	A Lagnieu	29/10/08	29/10/08	30/04/15	Non mesurée	Non mesuré	Non mesurées	Non mesurés	Non mesurées	Non mesurés	Non mesurée	Non calculés
	01/01/91	30/06/19 (EDF)	31/12/16 (EDF)	31/12/16 (Irrstea)								
Bourbre à Tignieu-Jamezieu	31/12/80	20/10/11	20/10/11	20/10/11	02/01/12	07/05/12	02/01/12	07/05/12	05/01/12	05/01/12	Non mesurée	Non calculés
	17/09/19 (DREAL ARA)	26/10/13 (Irrstea)	26/10/13 (Irrstea)	26/10/13 (Irrstea)	28/08/13 (Irrstea)	28/08/13 (Irrstea)	28/08/13 (Irrstea)	28/08/13 (Irrstea)	15/03/13 (Cerege)	15/03/13 (Cerege)		
Ain à Pont-de-Chazey	01/11/11	20/07/12	20/07/12	20/07/12	08/12/11	20/07/12	08/12/11	28/08/12	Non bancarisées	Non calculés	Non bancarisée	Non calculés
	31/01/13 (DREAL ARA)	08/06/17 (Irrstea)	08/06/17 (Irrstea)	16/01/13 (Irrstea)	28/01/13 (Irrstea)	16/01/13 (Irrstea)	28/01/13 (Irrstea)	16/01/13 (Irrstea)				
Rhône à Jons	31/12/92	31/12/99	31/12/99	31/12/99	15/03/11	22/06/11	22/06/11	22/06/11	20/09/11	20/09/11	18/01/12	18/01/12
	29/05/2019 (Irrstea)	25/09/19 (Eau du Gd Lyon)	25/09/19 (Irrstea)	25/09/19 (Irrstea)	02/07/19 (Irrstea)	28/08/18 (Irrstea)	06/12/16 (Irrstea)	06/12/16 (Irrstea)	06/08/19 (Cerege)	29/05/19 (Cerege)	06/06/18 (IRSN)	19/12/17 (IRSN)
Saône à Lyon	14/09/81	02/12/09	02/12/09	02/12/09	12/12/11	02/08/12	12/12/11	02/08/12	08/02/13	08/02/13	08/02/13	08/02/13
	31/10/19 (CNR)	30/10/19 (Irrstea)	30/10/19 (Irrstea)	30/10/19 (Irrstea)	04/06/19 (Irrstea)	29/05/19 (Irrstea)	28/11/16 (Irrstea)	28/11/16 (Irrstea)	03/09/2019 (Cerege)	25/10/16 (Cerege)	06/06/18 (IRSN)	19/12/17 (IRSN)
Gier à Givors	31/12/89	23/04/13	23/04/13	23/04/13	23/04/13	23/04/13	23/04/13	23/04/13	06/01/16	06/01/16	03/12/14	03/12/14
	16/10/19 (DREAL ARA)	30/10/19 (Irrstea)	30/10/19 (Irrstea)	30/10/19 (Irrstea)	10/07/19 (Irrstea)	13/02/19 (Irrstea)	28/11/16 (Irrstea)	28/11/16 (Irrstea)	04/09/19 (Cerege)	14/02/17 (Cerege)	07/06/18 (IRSN)	25/10/17 (IRSN)
Rhône à Saint-Vallier /	01/01/2018	01/01/19	Pas de données	Non calculé	19/10/18	Non calculé	Non mesurées	Non mesurées	19/10/18	Non calculés	Pas de données	Non calculés
	31/10/2019 (CNR)	31/10/19 (CNR)			10/07/19 (Irrstea)				10/07/19 (Cerege)			
Isère à Beaumont-Montoux	20/03/97	01/01/10	01/01/10	01/01/10	09/09/14	09/09/14	09/09/14	09/09/14	09/09/14	09/09/14	16/01/15	16/01/15
	31/10/19 (CNR)	30/06/19 (EDF)	30/06/19 (EDF)	23/10/18 (Irrstea)	13/06/19 (Irrstea)	29/08/18 (Irrstea)	15/09/16 (Irrstea)	15/09/16 (Irrstea)	10/07/19 (Cerege)	18/04/17 (Cerege)	07/06/18 (IRSN)	18/04/17 (IRSN)
Drôme à Livron-sur-Drôme	01/02/18	23/10/18	Non calculée	Non calculés	23/10/18	Non calculé	Pas de données	Non calculés	23/10/18	Non calculés	Pas de données	Non calculés
	31/10/19 (CNR)	16/06/19 (Irrstea)			18/04/19 (Irrstea)				18/04/19 (Cerege)			
Ardèche à St-Martin-d'Ardèche	01/01/10	14/01/16	14/01/16	14/01/16	01/03/16	01/03/16	01/03/16	01/03/16	01/03/16	01/03/16	01/03/16	01/03/16
	02/11/19 (HPCGD)	09/10/19 (Irrstea)	09/10/19 (Irrstea)	09/10/19 (Irrstea)	25/04/19 (Irrstea)	19/04/18 (Irrstea)	18/10/16 (Irrstea)	18/10/16 (Irrstea)	13/06/19 (Cerege)	16/01/18 (Cerege)	21/03/19 (IRSN)	21/04/17 (IRSN)
Durance à Bonpas	01/01/93	21/06/10	31/10/13	30/11/13	14/10/15	14/10/15	16/11/15	16/11/15	16/11/15	16/11/15	15/02/16	15/02/16
	31/10/19 (CNR)	30/06/19 (EDF)	30/06/19 (EDF)	23/10/18 (Irrstea)	24/04/19 (Irrstea)	22/03/18 (Irrstea)	19/07/16 (Irrstea)	19/07/16 (Irrstea)	21/05/19 (Cerege)	20/12/17 (Cerege)	24/04/19 (IRSN)	07/06/17 (IRSN)
Gardon à Remoulins	01/01/00	20/06/17	20/06/17	20/06/17	15/11/17	15/11/17	Pas de données	Non calculés	15/03/11	Non calculés	13/02/18	Non calculés
	31/10/19 (CNR)	10/10/19 (Irrstea)	10/10/19 (Irrstea)	10/10/19 (Irrstea)	24/04/19 (Irrstea)	29/05/18 (Irrstea)			21/05/19 (Cerege)			
Rhône à Beaucaire	31/12/99	Non mesurée	Données du Rhône à Arles	03/03/05	Données du Rhône à Arles	24/03/09	Données du Rhône à Arles	18/01/10	Données du Rhône à Arles	01/06/18	Données du Rhône à Arles	03/03/05
	31/10/19 (CNR)		19/07/18 (Irrstea)	16/07/18 (Irrstea)	19/10/16 (Irrstea)	19/10/16 (Irrstea)	20/06/19 (Cerege)	19/07/18 (Cerege)	04/12/2018 (IRSN)	12/11/14 (IRSN)		
Rhône à Arles	01/01/90	Non mesurée	03/03/05	03/03/05	24/03/09	24/03/09	18/01/10	18/01/10	01/06/11	01/06/11	03/01/05	03/03/05
	31/10/2019 (CNR)		05/11/19 (MIO)	19/07/18 (Irrstea)	24/04/19 (Irrstea et Ifremer)	16/07/18 (Irrstea)	19/10/16 (Irrstea et Ifremer)	19/10/16 (Irrstea)	20/06/19 (Cerege)	19/07/18 (Cerege)	04/12/2018 (IRSN)	12/11/14 (IRSN)

Les données de turbidité sur le Rhône à Creys et à Bugey, sur l'Isère à Beaumont-Monteux et sur la Durance à Bonpas (données EDF) sont disponibles jusqu'à fin juin 2019. Ces données sont à l'état brut (non validé). Les données du deuxième semestre de l'année 2019 n'ont pas encore été transmises par EDF. De même pour les données de concentration en MES sur l'Isère à Beaumont-Monteux et sur la Durance à Bonpas.

Les flux de contaminants pour les diverses stations équipées de piège à particules n'ont pas encore été calculés pour l'année 2019. En effet, depuis fin 2018 un travail important est effectué sur le calcul de flux de contaminants **sans lacunes**. Dans l'attente de l'application de cette nouvelle méthode, les flux de contaminants n'ont pas été mis à jour (voir § 6.5).

## 6.5. Avancées des fonctionnalités de BDOH en 2019

Fin 2018, une nouvelle interface a été déployée sur la base de production de BDOH. Cette nouvelle interface faisait suite aux montées de version de briques logicielles par le pôle Informatique Scientifique d'Irstea.

De nouvelles fonctionnalités ont également été implémentées dans BDOH, notamment sur les calculs et la visualisation de flux, mais aussi sur l'ergonomie de l'interface Web [Thollet *et al.*, 2017]. L'ensemble des avancées réalisées est présenté dans un rapport dédié (cf. Action D2. Développement de l'application informatique BDOH pour l'Observatoire des Sédiments du Rhône, Thollet et al. 2019).

Ci-après quelques fonctionnalités majeures qui ont été implémentées dans la base de données :

- Hiérarchisation de l'affichage des chroniques par famille de contaminants ;
- Affichage des chroniques avec des codes couleurs correspondants au type de données (mesurée, estimée, lacunaire, etc.) ;
- Détection automatique des dates de début et de fin des chroniques mères pour calculer une chronique fille sur la période de recouvrement des chroniques mères ;
- Séquencement des calculs effectués par la base sous forme de « jobs » (série de tâches à exécuter dans un ordre déterminé) dont l'état est visible et archivé ;
- Conversion automatisée de chroniques discontinues en chroniques continues.

## Perspectives

A la date du 31/12/2019, différents travaux sont en perspective pour la dernière année du cycle de l'OSR 5 :

- En 2019, peu d'échantillons ont pu être collectés en période de crue sur certains affluents cévenols pour l'analyse des MES, ce qui a rendu difficile la mise à jour des courbes de calibration (Turbidité vs MES). En 2020, dans la mesure du possible, il serait nécessaire d'enrichir les courbes de calibration des différentes stations, et particulièrement de l'Ardèche et du Gardon.
- Différents protocoles, qui sont utilisés par les partenaires et disponibles sur le site internet de l'OSR (<http://www.graie.org/osr/spip.php?rubrique19>), doivent faire l'objet d'une mise à jour en 2020. Ils seront également remis en page selon un modèle commun aux différents protocoles de l'OSR (protocoles concernés : « *Nomenclature des échantillons de l'OSR* », « *Protocole de collecte des échantillons de PAP* », etc.).
- Dans le cadre de l'OSR5, les principaux partenaires opérationnels souhaitent produire des « fiches stations » pour toutes les stations du réseau (un modèle de fiche a été proposé par l'IRSN lors d'une réunion scientifique entre les principaux partenaires). Ces fiches recenseront les différentes informations relatives à chaque site, et permettront de valoriser nos stations.
- Enfin, suite à la mise en place d'une nouvelle méthode pour le calcul des flux de contaminants (cf. § 6.2), les notices explicatives associées doivent être finalisées. Aussi, les travaux doivent être poursuivis pour que la méthode soit appliquée aux chroniques bancarisées dans BDOH.

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

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.

Launay M. (2014). — Flux de matières en suspension, de mercure et de PCB particulières 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., Poulier, G., Dabrin, A., Masson M., Miège, C., Dramais, G., Grisot G., Gattacceca, J., Ambrosi J-P., Delanghe, D., Angeletti, B., Raimbault, P., Fournier 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 particuliers et sur la bancarisation des données pour l'année 2018 (OSR 5). Rapport OSR 4, 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.

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

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.

### 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 (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 Irstea 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 ( <i>à confirmer</i> ), deuxième apport le plus important après l'Arve d'après la simulation avec le modèle Rhône 1D.	Station CNR à Motz	Station Irstea (opérationnelle)	Depuis le 05/03/14 (67 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 Irstea (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 Irstea (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 Irstea (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 (217 échantillons bimensuel)	Depuis le 15/03/11 (mobile, 91 échantillons) et 09/07/13 (fixe, 143 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 Irstea hébergé sur une station CNR (opérationnelle)	Depuis le 02/08/12 (installé plusieurs km en amont en RG) (125 échantillons mensuels)	12/12/11 au 22/02/13 (centrifugeuse mobile à l'Île 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 Irstea (opérationnelle)	Depuis le 23/04/13 (78 échantillons mensuels)	
Rhône à St-Vallier/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 (12 échantillons mensuels à Andancette)	
Isère à Romans	Temporaire	Affluent du Rhône le plus contributeur en MES		Station CNR/Irstea (démontée)		
Isère à Beaumont-Monteux	Permanente	Affluent du Rhône le plus contributeur en MES (continuité avec l'important réseau de stations turbidimétriques EDF/Irstea/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 (37 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 Irstea	Depuis le 23/10/2018 (11 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 Irstea/CNR	Depuis le 01/03/16 (35 échantillons mensuels)	
Cèze	Possible	Affluent du Rhône aval / flux MES et contaminants pas explorés par OSR		Station provisoire (Irstea ?)		18/11/11 (1 échantillon)
Aigue	Possible	Affluent du Rhône aval / flux MES et contaminants pas explorés par OSR		Station provisoire (Irstea ?)		
Ouvèze	Possible	Affluent du Rhône aval / flux MES et contaminants pas explorés par OSR		Station provisoire (Irstea ?)		
Durance à Bonpas	Temporaire	Affluent sédimentaire majeur du Rhône aval (continuité avec le réseau de stations EDF, LTHE et Irstea qui remonte jusqu'aux zones de production de l'observatoire Draix-Bléone)	Station CNR à Bonpas	Station EDF (opérationnelle)	Depuis le 14/10/15 (31 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 Irstea depuis le 20/06/2017	Depuis le 15/11/2017 (12 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	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-Jamezieu	29	15
Ain	Port Galland	820	410
Rhône	Jons		800
Saône	Couzon	1700	850
Gier	Givors	71	35
Rhône	Andancette		
Isère	Beaumont-Montoux	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*

\*Le banc automatisé de cartouche filtrante utilisé par l'IRSN se déclenche autour de 3000 m<sup>3</sup>/s

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. Irstea, Université Lyon 1. Thèse de doctorat. p. 380.

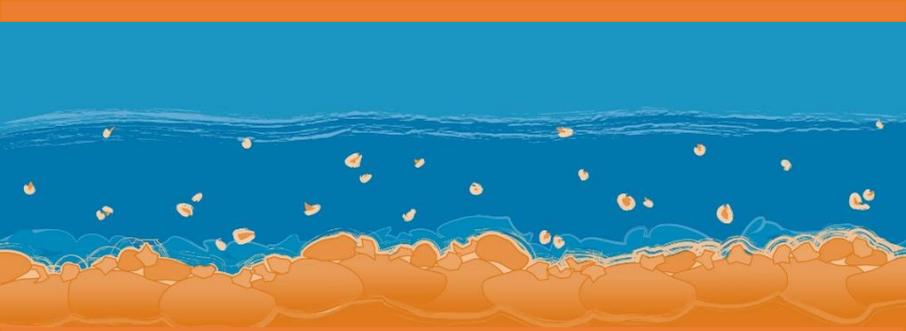
Le seuil de crue correspond à la valeur de débit à partir de laquelle le suivi du cours d'eau considéré est, si possible, intensifié. Le seuil de crue de chaque affluent correspond à la moitié de la valeur de son débit de crue biannuelle (Q2, période de retour 2 ans).

## 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 recommandée*
Hg	Mercure total	Irstea		AAS atomique	- EPA 7473 - Aquaref MA02	10 µg/kg	16	10 µg/kg
PCBi (7)	PCB28	Irstea	Accelerated Solvent Extraction	GC-MS	XP X33-012	0,50-1,0 µg/kg	30-100	1,00 µg/kg
	PCB52					0,75-1,0 µg/kg		
	PCB101					0,50-1,0 µg/kg		
	PCB118					0,50-1,0 µg/kg		
	PCB138					0,50-0,75 µg/kg		
	PCB153					0,50 µg/kg		
	PCB180					0,50-1,0 µg/kg		
PCB-DL (2)	PCB105	Irstea	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	Irstea	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	9	0,1 mg/kg
	Cobalt					0,02 mg/kg	9	0,2 mg/kg
	Chrome					0,05 mg/kg	9	0,5 mg/kg
	Cuivre					0,03 mg/kg	8	0,5 mg/kg
	Nickel					0,07 mg/kg	10	0,5 mg/kg
	Plomb					0,01 mg/kg	10	1 mg/kg
	Zinc					0,5 mg/kg	10	2 mg/kg
	Arsenic					0,3 mg/kg	10	0,5 mg/kg
Radio-nucléides émetteurs de rayonnement gamma (10)	<sup>228</sup> Ac	IRSN		Spectrométrie gamma	NF ISO 18589-3	2,0 Bq/kg**		
	<sup>7</sup> Be					2,0 Bq/kg**		
	<sup>40</sup> K					5,0 Bq/kg**		
	<sup>110m</sup> Ag					0,2 Bq/kg**		
	<sup>210</sup> Pb					6,0 Bq/kg**		
	<sup>234</sup> Th					8,0 Bq/kg**		
	<sup>54</sup> Mn					0,5 Bq/kg**		
	<sup>60</sup> Co					0,5 Bq/kg**		
	<sup>134</sup> Cs					0,6 Bq/kg**		
	<sup>137</sup> Cs					0,6 Bq/kg**		
TOL	IRSN		Recroissance de l'Helium-3 puis spectrométrie de masse	NF XP M 60-824	0,025 Bq/kg sec			
<sup>14</sup> C	IRSN		Spectrométrie de masse par accélérateur		Détection systématique			
COP	Irstea	Décarbonatation par ajout d'acide phosphorique	Analyseur élémentaire	NF ISO 10694	0,5 g/kg			
Granulométrie	Irstea		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



Observatoire des Sédiments du Rhône

GRAIE – OHM Vallée du Rhône

66 bd Niels Bohr – CS 52132

69603 Villeurbanne Cedex

[www.graie.org/osr/](http://www.graie.org/osr/)

Contact : [agathe.chateauminois@graie.org](mailto:agathe.chateauminois@graie.org)