

Axe 2 – Améliorer les connaissances scientifiques sur le devenir des PCB dans les milieux aquatiques et gérer cette pollution

2.2 Comprendre le transfert sédimentaire et établir une doctrine pour les opérations de dragage

2.2.B Transfert – suivi Chasses

Description de l'action	Suivi scientifique de la chasse du Rhône
Porteur local de l'action	IRSTEA (J. Le Coz, M. Coquery)
Date de mise à jour	16 novembre 2012

1 Contexte et Objectifs

Faisant suite aux questionnements collectifs qui ont émergé dans le cadre du Plan Rhône autour de la production de connaissances pour aider à la prise de décision, l'Observatoire des sédiments du Rhône (OSR¹) produit et collecte des données quantitatives permettant de caractériser les flux de matière, les stocks sédimentaires et les pollutions associées. L'OSR est né de la collaboration de deux zones atelier du CNRS (ZABR et ORME) et des acteurs du Plan Rhône : l'Union européenne avec les fonds FEDER, l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse, la Compagnie nationale du Rhône, et les trois régions riveraines du fleuve : Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc Roussillon. Dans le cadre du programme triennal 2010-2013 de l'OSR, Electricité de France participe également à l'activité de l'Observatoire. Les organismes de recherche participant aux travaux de l'OSR sont eux aussi multiples : deux UMR du CNRS (UMR 5600-EVS et UMR 6635-CEREGE), Irstea (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture), l'ENTPE (Ecole nationale des travaux public d'Etat), l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et l'Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer).

L'organisation scientifique de l'OSR repose sur deux axes thématiques « Stockage et déstockage des sédiments » et « Métrologie des Flux », ainsi que sur un axe technique « Outils communs/Valorisation ». L'axe thématique « Métrologie des Flux » regroupe une série d'actions dont la vocation est de connaître les flux de matière dans le Rhône du Léman à la mer. La consolidation d'un réseau de mesure sur l'ensemble du bassin est nécessaire pour un suivi des matières en suspension (MES) et des polluants (Action 6). Les recherches menées dans cet axe portent également sur la recherche de traceurs dans l'optique d'identifier l'origine des particules et des polluants (Action 7). Outre les MES, une réflexion méthodologique est en cours pour suivre et quantifier la charge de fond. En plus d'un suivi en routine, les événements hydrologiques plus ponctuels sont également analysés. Dans cette optique, un groupe d'astreinte de crue a été constitué et les chasses du Haut Rhône ont fait l'objet d'un suivi scientifique (Action 8).

Dans le cadre de l'Action 8, l'OSR a ainsi prévu un suivi sédimentaire de la chasse du Haut Rhône complémentaire des autres suivis, notamment le suivi réglementaire de la CNR et le suivi des champs captant du Vieux-Rhône de Crépieux-Charmy par le Grand Lyon.

Les opérations décrites ci-après ont pour objectif de quantifier les flux de matières en suspension et de certains contaminants associés, générés par l'abaissement de la retenue de Génissiat (semaine 1) et par la chasse de la retenue de Verbois (semaine 2). Les flux engendrés par les reprises de dépôt au cours des crues suivantes seront également suivis dans le cadre de la surveillance des stations pérennes et du groupe d'intervention en crue.

¹ <http://www.graie.org/osr/>

2 Organisation du projet

Les paramètres suivis sont :

- le débit :
 - o stations hydrométriques permanentes (CNR, DREAL Rhône-Alpes)
 - o jaugeages ADCP complémentaires (Irstea)

- la turbidité :
 - o turbidimètres permanents aux stations de Creys-Malville (EDF), Bugey (EDF), Jons et Vieux-Rhône (Grand Lyon/Véolia)
 - o turbidimètres provisoires aux autres points de suivi (Irstea, CNR)

- la concentration en MES :
 - o préleveurs automatiques légers et prélèvements manuels pour analyse par filtration-pesée (Irstea) ou par méthode de la crêpe (CNR)
 - o pycnomètre (CNR)
 - o analyse aux rayons X (méthode CEA) sur vannes de fond et demi-fond (CNR) en aval immédiat de Génissiat et au pont de Pyrimont

- la teneur des MES en PCB, mercure total, métaux, radio-éléments, et autres substances organiques (selon la masse échantillonnée disponible) :
 - o prélèvements avec une centrifugeuse mobile (Irstea)
 - o prélèvements manuels en bonbonnes en verre de 34 L (CNR, Irstea)
 - o trappes à sédiments (Irstea)
 - o analyses en laboratoire (Irstea, CNR, Cerege, IRSN, Véolia, Trédi)

Déroulement du projet :

Phases du planning :

- semaine 1 : abaissement (chasse) de la retenue de Génissiat (début 04/06 0h) ;
- semaine 2 : abaissement (chasse) de la retenue de Verbois (début 09/06 7h).

Dates : semaines 23 et 24 (du 4 au 18 juin).

Planning des travaux :

- semaines précédentes : pose turbidimètres / échantillonneurs / trappes à sédiments
- semaine 1 : prélèvements MES
- semaine 2 : prélèvements MES
- semaines suivantes : poursuite du suivi OSR bimensuel de routine à la station de Jons, et des interventions du groupe OSR crue en cas d'événement sur le Rhône et/ou affluents. Récupération des turbidimètres et échantillonneurs
- analyses des échantillons dans les mois suivants.

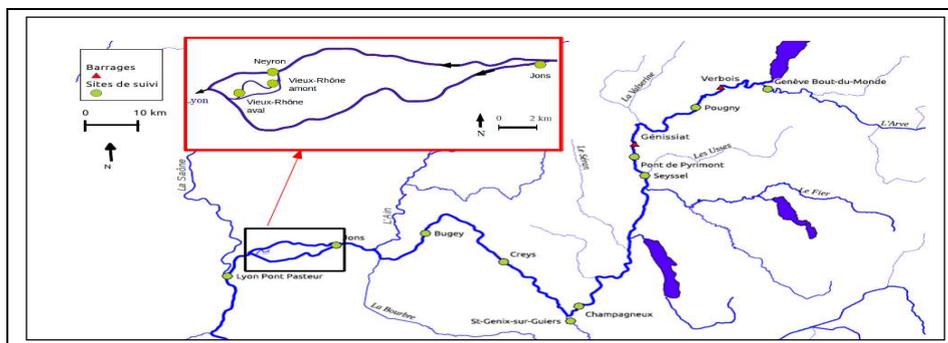


Figure 1: Réseau hydrographique du Haut-Rhône, barrages de Verbois et Génissiat, et points de suivi MES du protocole OSR.

Localisation des sites de mesure :

1) Prélèvements de MES pour analyses chimiques

On a privilégié une fréquence d'échantillonnage temporelle élevée sur un nombre restreint de sites où le flux de MES a été finement suivi, et judicieusement situés par rapport aux principales zones de production et de stockage de sédiments pendant les deux semaines :

- point C1 (Pont de Pougny) : point placé entre le barrage de Verbois et la retenue de Génissiat. Pougny est un site du protocole CNR, avec suivi pycnomètre à 30 min + turbidimètre par la CNR. La CNR a réalisé pour l'OSR des prélèvements au seau inox toutes les 4 heures en semaine 2 uniquement, voir protocole ci-dessous. L'OSR a installé une trappe à sédiment, vidée tous les jours. Un prélèvement d'eau en flacon ambré pour Tritium libre IRSN chaque jour. Une mesure au granulomètre LISST portable chaque jour (trois mesures répétées).
- Point C2 (Pont de Seyssel) : point placé en aval des barrages de Génissiat et Seyssel avec suivi MES par pycnomètre (30 min) et crêpe (1-2h) et turbidimètre par CNR à Seyssel, point de suivi réglementaire du protocole CNR. La CNR a réalisé pour l'OSR des prélèvements au seau inox toutes les 4h en semaines 1 et 2, voir protocole ci-dessous. L'OSR a installé une trappe à sédiment, vidée tous les jours. Une mesure au granulomètre LISST portable chaque jour (trois mesures répétées).

Echantillons manuels au seau par la CNR à Seyssel et Pougny :

Un échantillon a été prélevé toutes les 4h pour faire un échantillon composite sur une journée (minuit, 4h, 8h, 12h, 16h et 20h). Ces 6 prélèvements au seau (soit environ 24L) sont conservés dans une unique bonbonne de 34L. L'équipe volante amont Irstea a récupéré les bonbonnes chaque jour et a également géré le transport vers Seyssel et Pougny de bonbonnes propres.

Prélèvements manuels par Irstea (2 flacons plastique de 1L) à chaque visite de trappe : 1L pour détermination concentration MES et 1L pour analyse granulométrique.

- Point C3 (Barrage de Champagneux) : point intermédiaire entre Seyssel et Creys, avec suivi pycnomètre à 30 min par CNR. Une trappe à sédiment a été installée et

vidée tous les jours.

- Point C4 (Creys-Malville) : turbidimètre EDF complété par un préleveur automatique provisoire Irstea. Prélèvements par centrifugeuse mobile Irstea tous les matins, voir protocole prélèvements complémentaires ci-dessous. Trappe à sédiments vidée les jeudi et les lundi.
- Point C5 (station de Jons) : turbidimètre Grand-Lyon/Veolia, avec préleveur automatique Irstea. Prélèvements par centrifugeuse mobile Irstea tous les après-midi, voir protocole prélèvements complémentaires ci-dessous. On dispose également d'une trappe à sédiment, vidée les jeudis et les lundis. Un prélèvement d'eau en flacon ambré pour Tritium libre IRSN chaque jour.
- Point C6 (Lyon, Pont-Pasteur) : un turbidimètre provisoire Irstea a été installé à Perrache, avec un préleveur automatique provisoire Irstea. Prélèvements par centrifugeuse mobile Irstea un après-midi par semaine (si possible le jour de concentration maximale), voir protocole prélèvements complémentaires ci-dessous. Trappe à sédiment vidée les jeudi et les lundi.

Prélèvements manuels (2 flacons plastique de 1L) à chaque centrifugation mobile : 1L pour détermination concentration MES (point contrôle turbidimètre) et 1L pour analyse granulométrique.

2) Mesures complémentaires sur les flux de MES

En plus des mesures de flux de MES effectuées par les stations de mesure turbidimétrique pérennes et provisoires (liées aux autres suivis), l'OSR a mis en place les mesures de flux MES suivantes, pendant la durée du suivi de la chasse :

Turbidimètres provisoires (T) et échantillonneurs automatiques (E) pour étalonnage

- Creys-Malville **E1**
- Bugey **E2**
- Jons **E3**
- Vieux-Rhône pont de service **T1 + E4**
- Neyron **T2 + E5**
- Perrache **T3 + E6**

Homogénéité MES dans la section de Jons

Une équipe en bateau (Irstea) a effectué des mesures hydro-acoustiques (jaugeages ADCP) et des prélèvements distribués dans la section au droit de la station de Jons (canal de Jonage), ainsi que sur le Rhône total en amont, afin de tester la représentativité du point de mesure (autorisation de navigation par EDF et VNF). Pour chaque section, les prélèvements ont été effectués sur plusieurs verticales à différentes profondeurs.

Apports de MES dans le Grand Large

Une campagne ponctuelle de prélèvements MES, distribués en bateau et géolocalisés par GPS, a été conduite dans le Grand Large pour mesurer les apports de MES depuis le canal de Jonage (le traçage rhodamine de 2011 ayant montré des concentrations négligeables et donc très peu d'échanges, même par l'ouverture aval, la vanne amont demeurant fermée, et la séparation en palplanches demeurant émergée).

3) Suivi des champs captant de Crépieu-Charmy

Les flux entrant et sortant du bras du Vieux-Rhône (Crépieu-Charmy) ont été évalués pour la question du colmatage des champs captant du Grand-Lyon. La différence de flux de MES sera calculée à partir des enregistrements turbidimétriques à la station d'alerte du Vieux-

Rhône (Grand-Lyon / Véolia) et à une station provisoire (Irstea) installée sur le Vieux-Rhône en amont de la confluence avec le canal sud, au niveau du pont de service.

Le Burgeap a installé des pièges à sédiments dans le Vieux-Rhône depuis la confluence avec le canal sud, en remontant vers l'amont, mais en restant dans des zones profondes (voir carte Figure 2). Une première période de tests s'est déroulée à partir de fin mai, puis des relevés en juin, pour une désinstallation dans le courant de l'été.

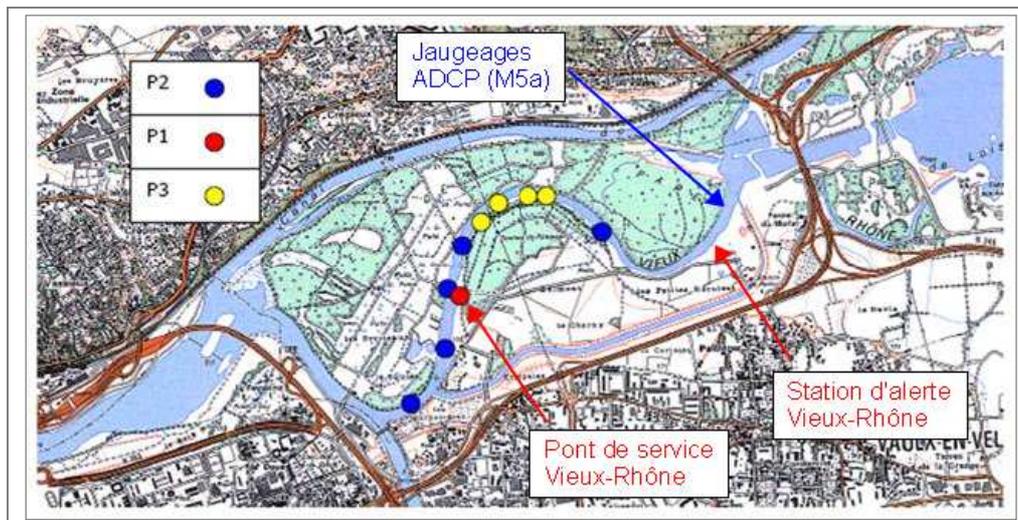


Figure 2. Pièges à sédiments (P1, P2, P3) disposés par Burgeap dans le Vieux-Rhône de Crépieu-Charmy, avec les deux sites de mesure du flux MES, et le site jaugeage ADCP (point M5a).

Le système Irstea turbidimètre/préleveur automatique a ainsi été mis en place dès fin mai, et est demeuré sur site, au niveau du pont de service, jusqu'au 9 juillet 2012. Le but est de comparer les dépôts piégés à la différence de flux MES sortie-entrée. Le bilan de flux MES par Irstea se base sur 2 turbidimètres étalonnés en MES :

- la station d'alerte du Vieux-Rhône : le turbidimètre est opérationnel et Veolia a mis à disposition un préleveur pour des mesures Cmes par CNR toutes les 4h.
- le pont de service du Vieux-Rhône : Irstea a mis en place un turbidimètre provisoire et un échantillonneur automatique.

Irstea a jaugé le débit périodiquement dans différents bras du Vieux-Rhône pendant les chasses pour le contrôler. Des jaugeages ont été réalisés au point M5a au niveau de la diffluence du canal sud, avec un ADCP et un bateau gonflable léger sans moteur, en laissant une corde installée durant la période de la chasse. Pendant le déversement des chasses et crues dans le canal de Miribel, des jaugeages ADCP ont été réalisés avec un bateau à moteur dans différents bras du système. Le résumé des mesures de débit effectuées est le suivant :

- 04/06/2012 14h30, Vieux-Rhône en aval de la pointe sud : 44,7 m³/s
- 05/06/2012 15h15, Vieux-Rhône en aval de la pointe sud : 37,8 m³/s
- 05/06/2012 16h00, canal sud en aval de la pointe sud : 12,6 m³/s
- 06/06/2012 13h20, Vieux-Rhône en aval de la pointe sud : 18,2 m³/s
- 06/06/2012 14h00, canal sud en aval de la pointe sud : 6,33 m³/s
- 07/06/2012 10h00, canal de Miribel en amont de la diffluence de Neyron : 89,4 m³/s
- 09/06/2012 17h00, canal de Miribel en amont de la diffluence de Neyron : 294 m³/s
- 13/06/2012 16h45, Rhône total en amont de la diffluence de Jons : 1296 m³/s
- 13/06/2012 16h00, canal de Jonage en aval de la diffluence de Jons : 584 m³/s

- 13/06/2012 09h15, Vieux-Rhône total en amont de la confluence du Pont-des-gardes : 215 m³/s
- 13/06/2012 09h45, canal sud en amont de la confluence du Pont-des-gardes : 52 m³/s
- 13/06/2012 10h15, Vieux-Rhône en aval de la confluence du Pont-des-gardes : 275 m³/s
- 21/06/2012, 10h50, Vieux-Rhône en aval de la pointe sud : 12,7 m³/s
- 21/06/2012 11h40, canal sud en aval de la pointe sud : 12,7 m³/s (identique au précédent)

Ces données se sont avérées très précieuses pour évaluer les débits ayant réellement transité dans les différents bras du système de Miribel-Jonage pendant les jours du suivi. Il appert en effet que le débit réel dans le canal de Miribel est de 90 m³/s (au lieu des 60 prévus) en conditions minimales, tandis que le débit dans le canal de Jonage en conditions de saturation est de 580 m³/s au lieu de 640 en théorie. La répartition des débits aux diffluences de Neyron et de la pointe sud évolue de façon complexe avec le débit déversé dans Miribel et au cours du temps pendant les déversements. La connaissance des débits réels est importante pour les bilans de flux de MES, comme pour l'amélioration du modèle hydraulique et transport de MES et substances dissoutes/particulaires (modèle ADIS-TS de l'OSR).

4) Tableau récapitulatif

Tableau 1 : Protocole indicatif CNR (se reporter aux documents CNR pour confirmation) et protocole OSR (surligné en jaune).

Site	Débit	Turbidité	Équipe	Concentration en MES	Teneur en contaminants
Pougny : RD sous le pont	Station CNR Pougny	Turbidimètre provisoire CNR	CNR	Pycnomètre (30 min) Crêpe (1-2h)	Prélèvement au seau par CNR pour analyse par OSR Trappe OSR TAS1
Génissiat			CNR	analyse aux rayons X (continu) Pycnomètre (30 min) Crêpe (1-2h)	
Pont de Challenge / Pyrimont			CNR	analyse aux rayons X (continu) Crêpe (1-2h)	
Pont de Seyssel		Turbidimètre provisoire CNR	CNR	Pycnomètre (30 min) Crêpe (1-2h)	Prélèvement au seau par CNR pour analyse par OSR Trappe OSR TAS2
Barrage de Motz sur VR de			CNR	Pycnomètre (30 min)	

Chautagne : en RD				Crêpe (1-2h)	
Pont de la Loi	Station CNR Pont de la Loi		CNR	Crêpe (1-2h)	
Pont de Cressin			CNR	Crêpe (1-2h)	
Pont de Brens			CNR	Crêpe (1-2h)	
Barrage de Champagneux			CNR	Pycnomètre (30 min)	Trappe OSR TAS3
Creys-Malville (RD face au CNPE)	Station CNR Pont-d'Evieu PK92	Station CNPE Creys (EDF)	CNR Irstea	Crêpe (1-2h) Echantillonneur E1	Centrifugeuse Trappe OSR TAS4
Barrage de Villebois	Station CNR Lagnieu PK 56		CNR	Pycnomètre (30 min) Crêpe (1-2h)	
Bugey	Station CNR PK 44,5	Station CNPE Bugey (EDF)	Irstea	Echantillonneur E2	
Pont de Jons + Station d'alerte de Jons (RD canal de Jonage)	Station CNR Anthon Mesures aDcp	Station d'alerte Jons (GL/Veolia)	CNR Irstea	Crêpe (4-6h) Echantillonneur E3	Centrifugeuse Trappe OSR TAS5
Vieux-Rhône parallèle au canal sud	Mesures aDcp	AMONT : Station d'alerte Jons (GL/Veolia) AVAL : Turbidimètre provisoire (Irstea) T1	Irstea	Echantillonneur Veolia AMONT Echantillonneur E4 AVAL	
Neyron		Turbidimètre provisoire (Irstea) T2	Irstea	Echantillonneur E5	
Pont-Pasteur	Station CNR Perrache	Turbidimètre provisoire (Irstea) T3	CNR Irstea	Crêpe (4-6h) Echantillonneur E6	Centrifugeuse Trappe OSR TAS6
Chasse-sur- Rhône	Station CNR Ternay		CNR	Crêpe (4-6h)	
Saône (St- Georges)	Station CNR Couzon	Station CNR/ Irstea			

Logistique :

Quatre équipes Irstea/OSR ont été mises en place :

- ☐☐ Equipe centrifugeuse mobile : prélèvements à Creys et à Jons (+ Pont Pasteur 1 fois par semaine en recherchant la période de concentration maximale), maintenance instrumentation fixe, récupération des échantillons (préleveurs automatiques et trappes à sédiments) à Jons, Bugey et Creys.
- ☐☐ Equipe volante amont : un aller-retour quotidien à l'amont pour récupération des échantillons (préleveurs automatiques, trappes à sédiments et prélèvements au seau réalisés par CNR) : Pougny, Seyssel, Champagnieux. Sur le secteur : MES manuel, maintenance instrumentation fixe, mesure granulomètre portable à Pougny et Seyssel (trois mesures répétées).
- ☐☐ Equipe volante aval / ADCP : MES manuel, maintenance instrumentation fixe, récupération des échantillons (préleveurs automatiques) : Pont Pasteur, champs captant, jaugeages ADCP Vieux-Rhône (point M5), prélèvements bateau (ADCP+GPS) Grand Large et section de Jons.
- ☐☐ Equipe laboratoire : Réception des échantillons et nettoyage/préparation du matériel.
 - centrifugeuse (congélation, lyophilisation)
 - trappe à sédiments (conditionnement, congélation, lyophilisation)
 - prélèvements au seau CNR (filtration/centrifugation au laboratoire, congélation, lyophilisation).

3 Etat d'avancement et premiers résultats

Les échantillons pour analyses chimiques (voir paragraphe 4), de granulométrie et de concentration en MES ont bien été prélevés au fur et à mesure pendant la chasse, conformément au protocole décrit ci-avant. Près de 180 échantillons pour analyse granulométrique, 150 échantillons pour analyses chimiques, et plus de 700 échantillons pour analyse de la concentration en MES ont ainsi été prélevés par les différentes équipes en deux semaines.

Les analyses de concentration en MES ont été réalisées par filtration-pesée au sein du laboratoire de Chimie d'Irstea selon la Norme NF-EN-872. Les analyses de granulométrie, réalisées par granulométrie laser, sont actuellement en cours. Les chroniques de turbidité enregistrées par Irstea ont été nettoyées et validées. Elles ont ensuite pu être converties en chroniques de MES à l'aide de droites de calibration obtenues en mettant en relation la concentration en MES mesurée par filtration-pesée et la turbidité au même moment.

Les données de MES, de turbidité et de débit collectées par les différents partenaires (CNR, EDF, Véolia et SIG) ont été récupérées. Des comparaisons ont pu être effectuées pour les sites où plusieurs partenaires ont réalisé des mesures, ce qui a permis de confirmer les résultats obtenus et de valider les données.

En parallèle des ouvertures de barrages pendant ces deux semaines, des crues ont eu lieu sur les principaux affluents du Rhône amont (l'Ain, l'Arve, le Fier et la Saône, et à moindre échelle, le Guiers, la Valserine et les Usses). Des turbidimètres installés sur l'Arve et le Guiers ainsi que des prélèvements ponctuels réalisés sur tous les affluents par l'OSR et la CNR ont permis d'évaluer la dynamique sédimentaire de ces affluents pendant l'évènement.

Les données collectées sur le Rhône et les affluents au cours des deux semaines de chasse ont été utilisées pour calculer les flux de MES ayant transité par les différents sites de mesure. Ces résultats sont en cours de consolidation et d'interprétation.

Mesures d'homogénéité dans la section de Jons :

Le 13 juin 2012 à 18h, dans la section du Rhône total située 400 mètres en amont du pont de Jons, 19 prélèvements de MES ont été effectués à la bouteille Niskin. Ils étaient répartis sur 5 verticales et ont été réalisés à différentes profondeurs de façon à couvrir l'ensemble de la section.

Les concentrations obtenues à partir de ces prélèvements sont environ deux fois plus importantes dans la partie gauche de l'écoulement (entre 460 et 600 mg/L) que dans la partie droite (300 à 350 mg/L). Cette hétérogénéité s'explique par la crue de la rivière d'Ain, qui passait à ce moment par son pic (550 m³/s), avec une concentration inférieure à celle du Rhône, sans doute autour de 200 mg/L. L'arrivée de l'Ain en rive droite du Rhône se fait en effet environ 7 km à l'amont du pont de Jons et il semble bien que les eaux faiblement chargées de l'Ain n'aient pas eu le temps de se mélanger aux eaux plus chargées du Rhône. Cette observation laisse penser qu'au niveau de la diffuence entre le canal de Jonage et le canal de Miribel (juste à l'aval de la section de mesure d'homogénéité), les eaux chargées du Rhône sont en majorité parties dans le canal de Jonage (hypothèse confirmée par les prélèvements et l'enregistrement de turbidité de la station de Jons dont le bras de prélèvement est dans le canal de Jonage) et les eaux moins chargées de l'Ain sont en majorité parties dans le canal de Miribel. Il est à noter que cette configuration hydrologique est assez ponctuelle (fortes crues courtes de l'Ain), mais quand elle survient, il faudra en tenir compte dans les estimations de flux au niveau de la station de Jons.

La préparation des échantillons (lyophilisation, broyage, mise en flacons et envoi aux différents laboratoires) pour analyses chimiques est désormais terminée. Les analyses chimiques vont pouvoir débuter.

Les premières crues post-chasse ont pu être suivies sur le Rhône à Jons, sur l'Ain, la Bourbre, l'Arve et la Saône (semaine 46) par l'équipe OSR-Nord, l'Ardèche et la Durance par l'équipe OSR-Sud. Ces échantillons permettront d'évaluer les flux engendrés par les reprises de dépôt de la chasse. De plus, une station turbidimétrique provisoire à Chazey-sur-Ain, avec des prélèvements de MES, était opérationnelle depuis plusieurs mois et a permis d'évaluer les flux de MES de l'Ain, en régime de base comme pendant la crue de novembre 2012. Ceci permettra de ré-évaluer les apports de MES de l'Ain non mesurés pendant la chasse de juin.

4 Perspectives

Analyses physico-chimiques :

- Analyses PCB et éventuellement autres organiques, et mercure total : Irstea
 - autres organiques à préciser selon masse disponible
- Analyses dioxines, furannes et PCB : TREDI
- Analyses métaux : CEREGE
- Analyses radioéléments : IRSN
- Filtration-pesée des échantillons MES : Irstea, CNR
- Granulométrie MES : Irstea
- Conservation d'échantillons à analyser ultérieurement : Irstea

Dans les mois à venir, l'effort se portera sur l'analyse des échantillons et l'interprétation des données (flux en provenance des barrages et des principaux affluents) ainsi que sur le

partage des résultats et interprétations avec nos partenaires de l'OSR. Ces données devraient nous permettre, à terme, de calibrer et d'améliorer le modèle hydraulique du Rhône. Les données ainsi qu'un premier rapport de synthèse seront disponibles début 2013.