

JOURNÉE DE L'OBSERVATOIRE DES SÉDIMENTS DU RHÔNE



© H. Canet - Balloïde Photo

ZABR
graie

L'Observatoire des Sédiments du Rhône

Un programme de recherche pour caractériser les flux et les processus hydro-sédimentaires

Lundi 12 octobre 2015 - Miribel-Jonage (69)



Sommaire

Avant-propos 2

Programme de la conférence..... 3

Supports d'interventions 5

- SEMINAIRE -

Un programme de recherche ambitieux

Organisation, enjeux et axes de recherche

Hervé Piégay, *EVS*

Olivier Radakovitch, *CEREGE* 9

Flux de MES et contaminants - Axe III

Réseau de mesure des flux - Flux de radionucléides et de contaminants

- Traçage de l'origine des particules

Aymeric Dabrin, *IRSTEA* 17

Sédimentation et morphologie du lit majeur - Axe II

Evaluation des stocks sédimentaires des marges alluviales

Analyse historique de la sédimentation fine

Hervé Piégay, *EVS*

Thierry Winiarski, *ENTPE* 25

Outils numériques - Axe V

Modèle hydraulique 1D du Rhône

Cartographie dynamique GéoOSR

Violaine Dugué, *IRSTEA*

Dad Roux-Michollet, *GRAIE/ZABR* 33

Grand Parc de Miribel-Jonage

Programme de restauration et enjeux de ce territoire

Laure-Hélène Garaffa, *EDF*

Catherine Petit, *SEGAPAL*

Elodie Renouf, *Métropole de Lyon* 43

- VISITES TECHNIQUES -

Station de mesure des flux de Jons

Station turbidimétrique

Piège à particules

Alexis Buffet, *IRSTEA*

Marina Coquery, *IRSTEA*

Aymeric Dabrin, *IRSTEA*

Josselin Panay, *IRSTEA* 49

Fonctionnement hydro-sédimentaire

Evolutions morphologiques et enjeux associés

Transit de la charge de fond et transparence du barrage

Mathieu Cassel, *EVS*

Thomas Depret, *EVS*

Hervé Piégay, *EVS* 51

Avant-Propos

Contexte :

L'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR) a été créé en 2009 suite à des questions qui ont émergé dans le cadre du Plan Rhône. Cet observatoire a pour mission de produire, rassembler et gérer des données visant à caractériser les stocks et les flux sédimentaires du Rhône, ainsi que les pollutions associées à ces sédiments.

L'objet d'étude de l'OSR est la vallée du Rhône, du lac Léman à la mer Méditerranée, soit un linéaire de plus de 500 km. L'ensemble de ce corridor fluvial est pris en compte, qu'il s'agisse du chenal en eau, des retenues à l'amont des aménagements hydroélectriques ou encore des marges alluviales et des milieux annexes. Ces espaces correspondent à différents compartiments d'un même hydrosystème qu'il est aujourd'hui nécessaire de comprendre dans son ensemble (continuum amont/aval, différences rive droite/rive gauche, connexion fleuve-littoral). L'étude des bilans et des dynamiques hydro-sédimentaires s'inscrit dans un cadre temporel emboîté allant du siècle à l'instantané.

Objectifs de la journée :

Ce séminaire a pour objectif de partager les avancées scientifiques majeures acquises depuis 2013 sur (1) les flux de MES et de contaminants, (2) les processus de sédimentation des marges alluviales, et (3) la modélisation du flux sédimentaire en MES sur le réseau hydrographique du Rhône.

- Le réseau de mesure des flux permet d'apporter des éléments de connaissance sur la quantité et l'origine des sédiments et contaminants transportés annuellement par le Rhône.
- L'étude de la morphologie et de la sédimentation du lit majeur permet de mettre en lien les dynamiques hydro-sédimentaires du Rhône avec son histoire et ses aménagements.
- Le modèle hydraulique 1D permet de simuler les flux hydro-sédimentaires, notamment sur des événements majeurs tels que des crues ou des chasses.

Une visite technique organisée l'après-midi permettra de souligner à l'échelle du secteur de Miribel-Jonage les enjeux de la gestion sédimentaire du Rhône, et de découvrir le travail des scientifiques de l'Observatoire des Sédiments du Rhône.

Public :

- Les acteurs institutionnels du Plan Rhône
- Les gestionnaires des milieux aquatiques et leurs partenaires techniques
- Les scientifiques

Programme

09h00 Accueil

09h20 Ouverture de la journée par M. Sturla, Président du Synamim

09h30 UN PROGRAMME DE RECHERCHE AMBITIEUX

Organisation, enjeux et axes de recherche

Hervé Piégay, EVS
Olivier Radakovitch, CEREGE

10h00 FLUX DE MES ET CONTAMINANTS - AXE III

Réseau de mesure des flux - Flux de radionucléides et de contaminants - Traçage de l'origine des particules

Aymeric Dabrin, IRSTEA

10h45 SEDIMENTATION ET MORPHOLOGIE DU LIT MAJEUR - AXE II

**Evaluation des stocks sédimentaires des marges alluviales
Analyse historique de la sédimentation fine**

Hervé Piégay, EVS
Thierry Winiarski, ENTPE

11h30 OUTILS NUMERIQUES - AXE V

**Modèle hydraulique 1D du Rhône
Cartographie dynamique GéoOSR**

Violaine Dugué, IRSTEA
Dad Roux-Michollet, GRAIE/ZABR

12h00 Mot de conclusion par H. Piégay et O. Radakovitch, Directeurs de l'OSR et P. Marmonier, Président de la ZABR

12h15 Déjeuner

13h30 GRAND PARC DE MIRIBEL-JONAGE

Programme de restauration et enjeux de ce territoire

Laure-Hélène Garaffa, EDF
Catherine Petit, SEGAPAL
Elodie Renouf, Métropole de Lyon

14h00 VISITES TECHNIQUES - DEPART POUR LES SITES

STATION DE MESURE DES FLUX DE JONS

Station turbidimétrique

Piège à particules

Alexis Buffet, IRSTEA
Marina Coquery, IRSTEA
Aymeric Dabrin, IRSTEA
Josselin Panay, IRSTEA

FONCTIONNEMENT HYDRO-SEDIMENTAIRE

Evolutions morphologiques et enjeux associés

Transit de la charge de fond et transparence du barrage

Mathieu Cassel, EVS
Thomas Depret, EVS
Hervé Piégay, EVS

17h10 Retour au Grand Parc

17h30 Fin de la journée

SUPPORTS D'INTERVENTIONS

SEMINAIRE

Un programme de recherche ambitieux

Organisation, enjeux et axes de recherche

Hervé Piégay, EVS
Olivier Radakovitch, CEREGE



Journée de restitution

OSR 3 (2014)

Observatoire des Sédiments du Rhône

Olivier Radakovitch, Hervé Piégay, Dad Roux-Michollet

ZABR graie

Journée de l'Observatoire des Sédiments du Rhône – 12 octobre 2015



Qu'est ce que l'OSR?

Un programme de recherche **pluridisciplinaire** (géographie, géomorphologie, hydrologie, géochimie) basé sur **un système d'observation à long terme** (~10 ans)



Pourquoi l'OSR ?

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

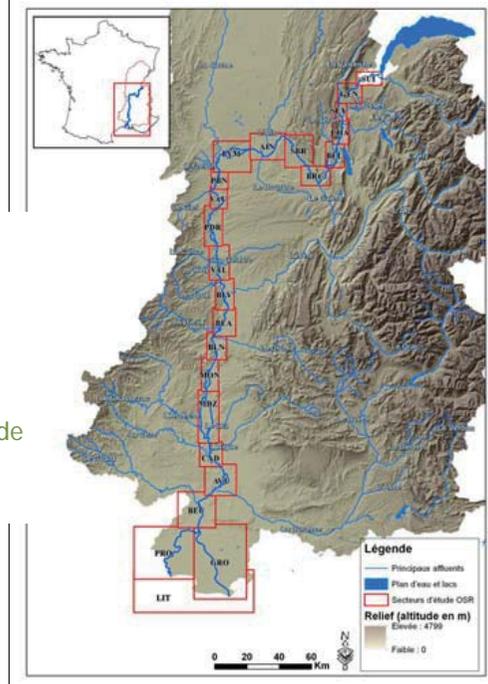
Zone d'étude : Ensemble des compartiments de l'**hydrosystème rhodanien (chenal, îlons, delta, lit majeur)**



Co-construction :

Les scientifiques proposent leurs méthodologies pour répondre aux objectifs de connaissance des gestionnaires et fournir :

- des produits opérationnels
- des réponses à grande échelle de temps et d'espace.



Le phasage



OSR 1

2009

Phase de lancement

OSR 2

2010-2013

3 axes et 12 actions pour dresser un état des lieux

OSR 3

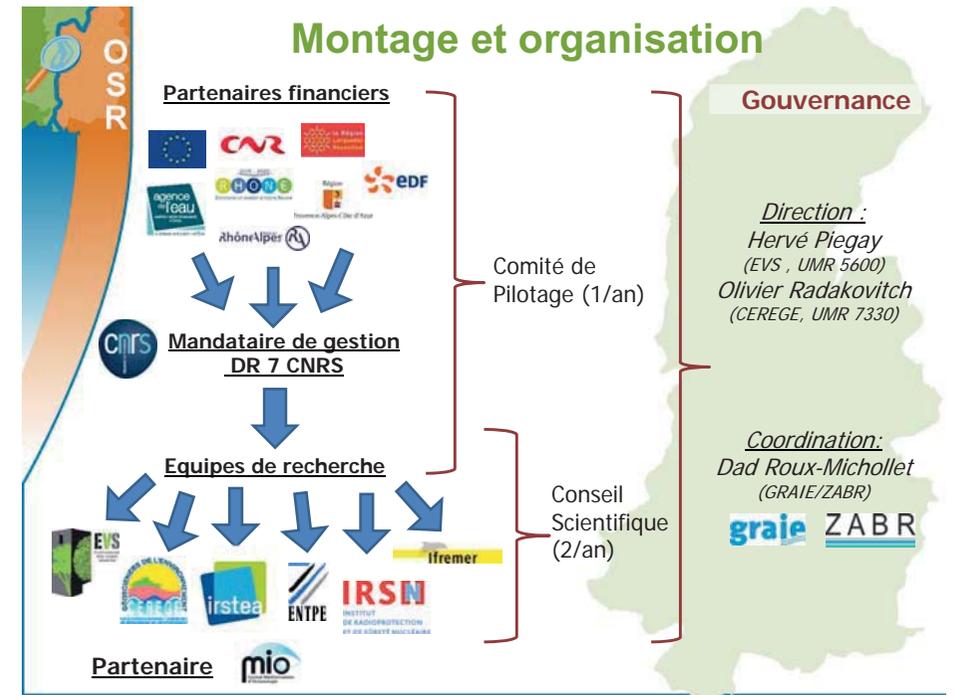
2014

Phase de transition
Maintien prioritaire des suivis

OSR 4

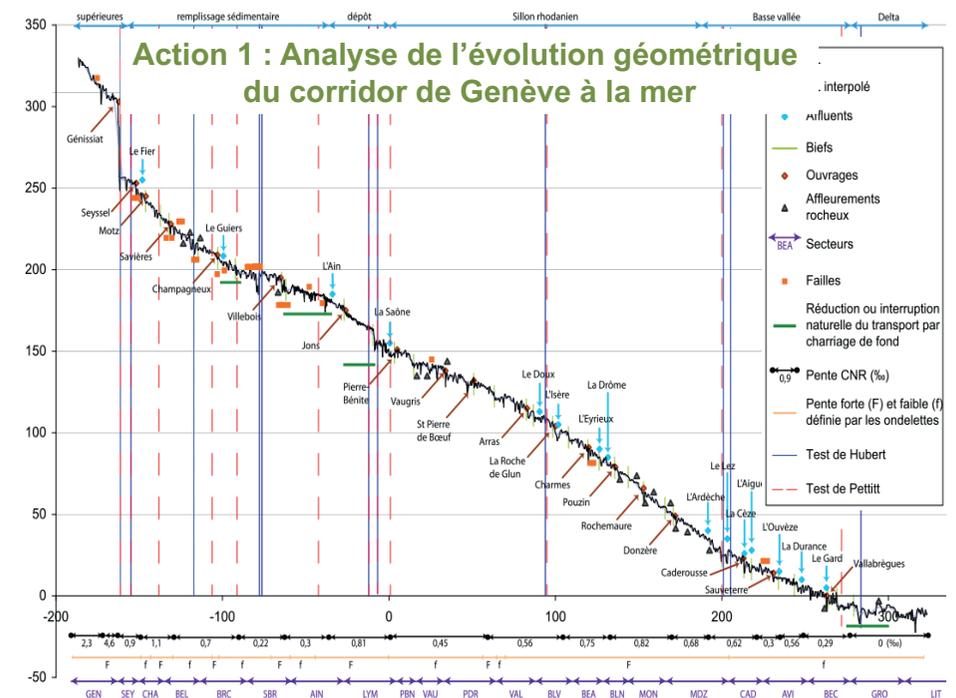
2015-2017

5 axes et 22 actions



Résultats de l'OSR 2

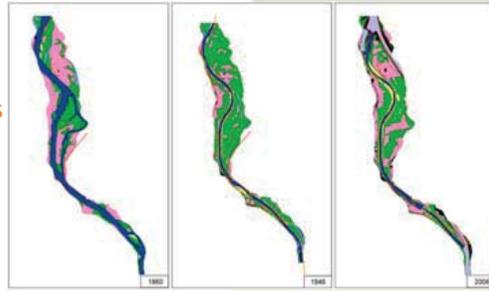
Livrables, protocoles,
 présentations disponibles sur
www.graie.org/osr/



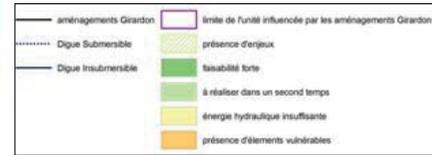
Action 3 : Schéma directeur de remobilisation de la dynamique fluviale

Critères pris en compte :

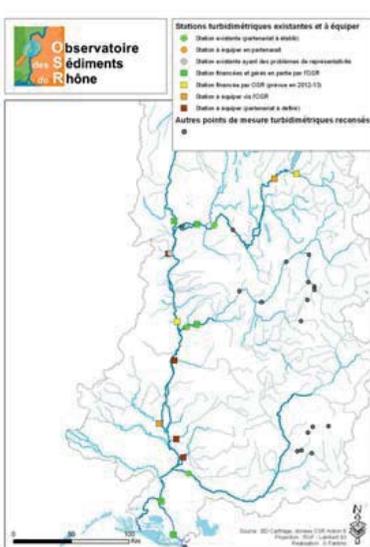
- Occupation du sol et recensement des ouvrages
- Puissance spécifique
- Evolution altimétrique



Action 3 : Schéma directeur de remobilisation de la dynamique fluviale



Action 8 : Consolidation du réseau de mesure de flux des MES et polluants associés



Réseau de mesure des flux à l'échelle du Rhône :

- Stations turbidimétriques
- Stations d'observation : Arles et Jons
- Mesures acoustiques (ADCP)

Études sur les flux :

- Traitement des données
- Méthodologie de calcul et d'incertitude
- Analyse des données préexistantes
- Estimation flux actuels

Action 11 : Base de données de l'OSR

Mise en place de la base de données, de métadonnées et des outils de géolocalisation

Station	Date	Température	pH
ARL-CH-20120102	20/01/12 10:00	7,4	6,8
ARL-CH-20120102	20/01/12 10:00	2,4	6,80
ARL-CH-20120102	20/01/12 11:00	6,3	7,40
ARL-CH-20120102	20/01/12 11:00	20,7	8,70
ARL-CH-20120102	20/01/12 11:00	20,3	7,90
ARL-CH-20120102	20/01/12 11:00	22,2	8,20
ARL-CH-20120102	20/01/12 11:00	20,5	7,90
ARL-CH-20120102	20/01/12 11:00	20,5	8,20
ARL-CH-20120102	20/01/12 11:00	20,7	7,80
ARL-CH-20120102	20/01/12 11:00	22,2	7,90
ARL-CH-20120102	20/01/12 11:00	22,8	7,8
ARL-CH-20120102	20/01/12 11:00	21,2	8,1
ARL-CH-20120102	20/01/12 11:00	22,8	7,90

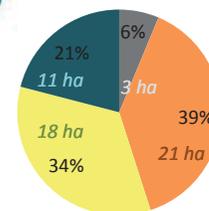
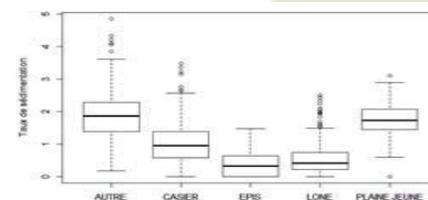
Programme OSR 3 (2014)

Programme de transition priorisant le maintien des suivis « Flux », des outils de bancarisation et quelques actions ciblées.

- Analyse des processus de sédimentation dans le lit majeur et les annexes fluviales
- Charge de fond et géométrie du chenal
- Maintien et développement du réseau de mesure Flux (MES et polluants)
- Amélioration du modèle hydrosédimentaire 1D
- Maintien et développement des outils de bancarisation

Avancées OSR 3

- Une meilleure compréhension de la sédimentation fine en lit majeur (RCC Péage Roussillon)



- surfaces "hors eau" en 1860
- surfaces émergées après correction
- surfaces émergées après dérivation
- Surface en eau en 2009

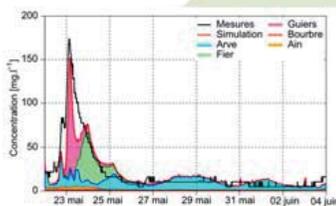
- La reconstitution des remplissages de casiers dans le temps

- Une estimation des stocks fins et grossiers dans les casiers



Avancées OSR 3

- Extension du modèle 1D de transport des MES du Léman à la mer



- Développement d'une hydrologie des MES à l'échelle du Rhône (calcul de flux automatisé BD-OH)



- Développements métrologiques et validation : mise en place d'une stratégie multi-technique adaptée

Actions de recherche et enjeux opérationnels de l'OSR4 (2015-2017)

Axe I - Charge de fond et géométrie du chenal

Enjeux : Habitats benthiques, inondation, entretien et restauration du chenal (dragage/recharge sédimentaire)

Axe III - Flux de MES et contaminants associés

Flux actuels et passés à la mer
Flux des affluents

Axe II - Sédimentation et morphologie du lit majeur

Habitats benthiques, restauration des annexes fluviales et contamination des stocks sédimentaires

Axe IV - Sources des contaminants

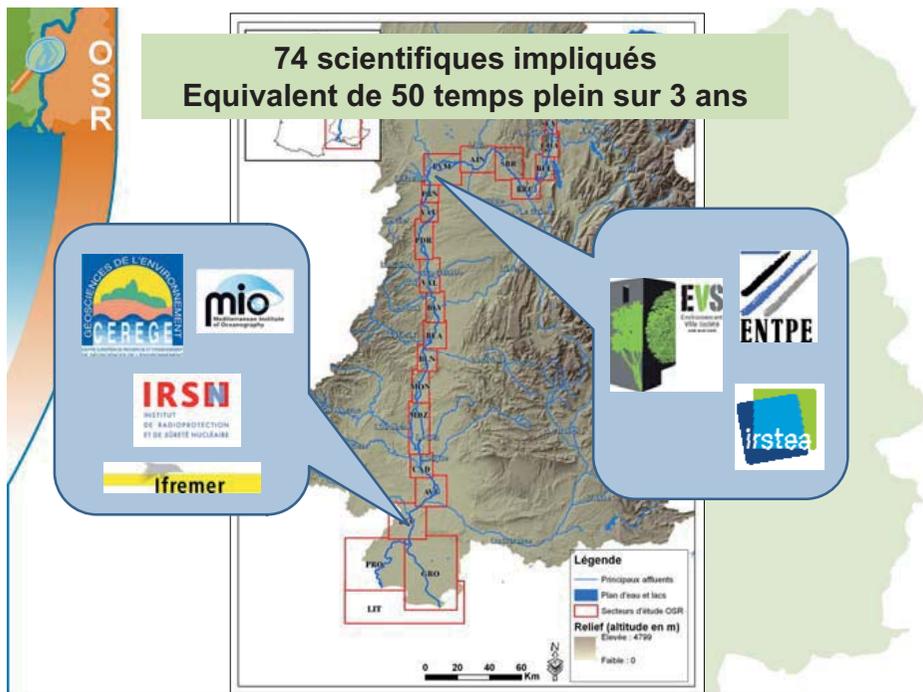
Localisation des sources
Étude des polluants émergents

Axe V.a - Modélisation et outils numériques

Prediction et élaboration de scénario comme outil d'aide à la décision
Capitalisation de la connaissance

Axe V.b - Animation/Valorisation

Communication, transfert opérationnel, vulgarisation



Axe I : Charge de fond et géométrie du chenal

Action	Intitulé	Enjeux opérationnels
I.1	Quantification de la charge sableuse dans le Rhône	Connaissance lacunaire des flux de charge de fond sur le Rhône, en particulier pour le sable, rendant incertaines les prédictions d'évolution morphologique en particulier proche des retenues CNR

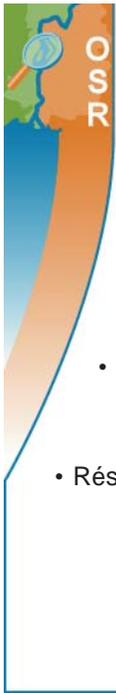
- Quantification de la charge sableuse dans le Rhône
- Impact des apports de l'Ain sur la morphodynamique de Miribel-Jonage
- Mesure et modélisation du fonctionnement hydrosédimentaire des retenues CNR et des recharges
- Modélisation des évolutions morphodynamiques du chenal sur le long terme
- Morphodynamique de l'embouchure

Axe II : Sédimentation et morphologie du lit majeur

- Connaissance morphosédimentaire des marges : analyse des stocks sédimentaires et de leurs dynamiques spatiales et temporelles
- Comprendre le fonctionnement des marges : analyse des effets de la sédimentation sur l'hydraulique dans le cadre de scénarios rétrospectifs et prospectifs

Axe III : Flux de MES et contaminants associés

- Exploitation et extension du réseau d'observation des flux
- Représentativité granulométrique des particules échantillonnées
- Bilan actualisé des flux particulaires du Rhône
- Analyse du transport le long du corridor lors d'évènements (naturels ou artificiels) par réinterprétation des données de flux existantes et couplage avec modèle 1D



Axe IV : Sources des contaminants

- Localisation des sources :
 - Traçage des particules
 - Traçage des contaminants
- Etude des niveaux actuels des contaminants prioritaires et émergents
- Réseau de mesure de flux sur les nouveaux polluants



Axe V.a : Modélisation et outils numériques

- Implémentation du charriage et de la morphodynamique dans le modèle ADIS-TS (IRSTEA)
- Développement, calage et amélioration du modèle hydrosédimentaire (IRSTEA)
- Ateliers d'intercomparaison des modèles (IRSTEA, CEREGE, IFREMER)
- Outils numériques et bancarisation des données



Nouveauté : Convention annexe

Permettre aux scientifiques de travailler sur des questions émergentes des partenaires financiers, non prévues dans la rédaction initiale mais relevant des compétences de l'OSR.

Suivi complémentaire à la confluence Rhône/Isère (financement CNR – EDF)

Améliorer les connaissances sur le fonctionnement hydro-sédimentaire de la zone de confluence Isère-Rhône (Beaumont-Montoux à Beauchastel)

- Mieux comprendre le transit des sables (analyses granulométriques, géochimiques, caractérisation de la suspension graduée)
- Obtenir un modèle hydrosédimentaire fonctionnel de la zone
- Aider à la gestion sédimentaire



Nouveauté : suivi des actions par des groupes de travail

Améliorer les échanges entre partenaires techniques et scientifiques. Renforcer les liens entre l'OSR et les programmes des partenaires techniques pour optimiser les moyens de recherche et dynamiser les échanges.

Axe I : Charges de fond et géométrie du chenal
DREAL, OSR, Agence Eau, CNR, EDF

Axe II : Sédiments et morphologie du lit majeur
CNR, OSR, Agence eau, EDF

Axe III : Réseau de suivi des flux
Agence Eau, OSR, CNR, région, DREAL, EDF

Axe IV : Source des contaminants
Agence Eau, OSR, CNR, EDF

Axe V : Modélisation
CNR, OSR, Agence Eau, EDF

L'OSR et le Plan Rhône 2015-2020

Axe 1 : Gestion multifonctionnelle des eaux et des milieux du Rhône et de la Saône

- ⇒ Volet « Inondations »
- ⇒ Volet « Qualité des eaux, ressources et biodiversité »

Axe 2 : Développement économique

Axe 3 : Dynamiques et innovations territoriales et sociétales

- Orientation : « Capitaliser, partager et diffuser les données, les connaissances et les bonnes pratiques associées aux travaux du Plan Rhône »
- Orientation : « Mobiliser les acteurs de la recherche sur des sujets stratégiques pour le Rhône et la Saône »

Les relations inter-programmes

ZABR

2001



2010



2009



Observatoire Hommes-Milieux Vallée du Rhône

Dir. : H. Piégay (CNRS), C. Barthelemy (AMU), D. Roux-Michollet (GRAIE)

Mission : Etudier les conséquences sur l'anthropo-écosystème du changement radical dans la gestion des aménagements : mise en œuvre d'une politique de développement durable par les acteurs du fleuve après 2003.

Réseau de 10 laboratoires + membres associés

Thématiques :

Trajectoire géo-historique et rupture de 2003
Mise en œuvre d'une politique de développement durable
Fonctionnement éco-systémique
Risques environnementaux
Restauration et renaturation
Nouveaux outils

Fonctionnement : Propositions de recherches multidisciplinaires annuelles évaluées par un conseil de direction (**25 projets financés depuis 2011**)



ZABR

Zone Atelier Bassin du Rhône

Dir. : P. Marmonier (CNRS), B. Montuelle (INRA), A. Clemens (GRAIE)

Mission : Etudier les interactions entre le milieu fluvial et périfluvial rhodanien, les sociétés qui s'y développent et leurs effets à l'échelle du bassin versant

Réseau de : 21 laboratoires
5 sites ateliers
4 observatoires dont OSR

Thématiques : Flux, formes, habitats et biocénoses
Flux, polluants, écotoxicologie et écosystèmes
Changement climatique et ressources
Observations sociales des territoires

Fonctionnement : Propositions de recherches multidisciplinaires annuelles évaluées par un comité consultatif et un conseil de direction

Flux de MES et contaminants – Axe III

Réseau de mesure des flux - Flux de radionucléides et de contaminants - Traçage de l'origine des particules

Aymeric Dabrin, IRSTEA

Flux de MES et contaminants – Axe III

Réseau de mesure des flux, flux de radionucléides et de contaminants, traçage de l'origine des particules

Aymeric Dabrin, Irstea Lyon-Villeurbanne
Laboratoire de chimie des milieux Aquatiques (LAMA)

- Cerege** - Olivier Radakovitch, Stéphanie Gairoard, Doriane Sabatier
- ENTPE** - Thierry Winiarski, Jean-Philippe Bedell
- Ifremer** - Ivane Pairaud
- IRSN** - Christelle Antonelli, Frédérique Eyrolle-Boyer
- Irstea** - Marina Coquery, Jérôme Le Coz, Matthieu Masson, Violaine Dugué, Chloé Le Bescond, Josselin Panay, Marie Bretier, Ghislaine Grisot, Fabien Thollet, Mickael Lagouy

1- Réseau de mesure des flux - Contexte

Objectifs de l'OSR :

- Assurer la continuité des mesures de MES et de contaminants pour quantifier les flux à **Jons** et **Arles**
- Documenter **les principaux affluents** du Rhône du Léman à la mer et identifier les plus contributeurs (MES et contaminants)
- Evaluer et comprendre le transfert des MES et des contaminants du Léman à la Méditerranée : sources, flux, événements (crues, chasse de barrage)

1 - Réseau – Suivi des concentrations en MES

- Le Fier à Motz, turbi DREAL (Avril 2014)**
- L'Ain à Pont-de-Chazey (Janvier 2013)**
- La Bourbre à Tigneux-Jamezieu (Nov. 2013)**
- Le Gier à Givors (Avril 2014)**
- Isère (2014), turbi EDF**
- Prospection pour équipement 2016**
 - Ardèche**
 - Durance**
- Le Rhône au bac de Barcarin (Juin 2014)**

■ Stations « MES » principales
■ Stations « MES » secondaires
● Stations « MES » permanentes
 Stations « MES » temporaires (Irstea)
 Nouvelle station
 Station déséquipée

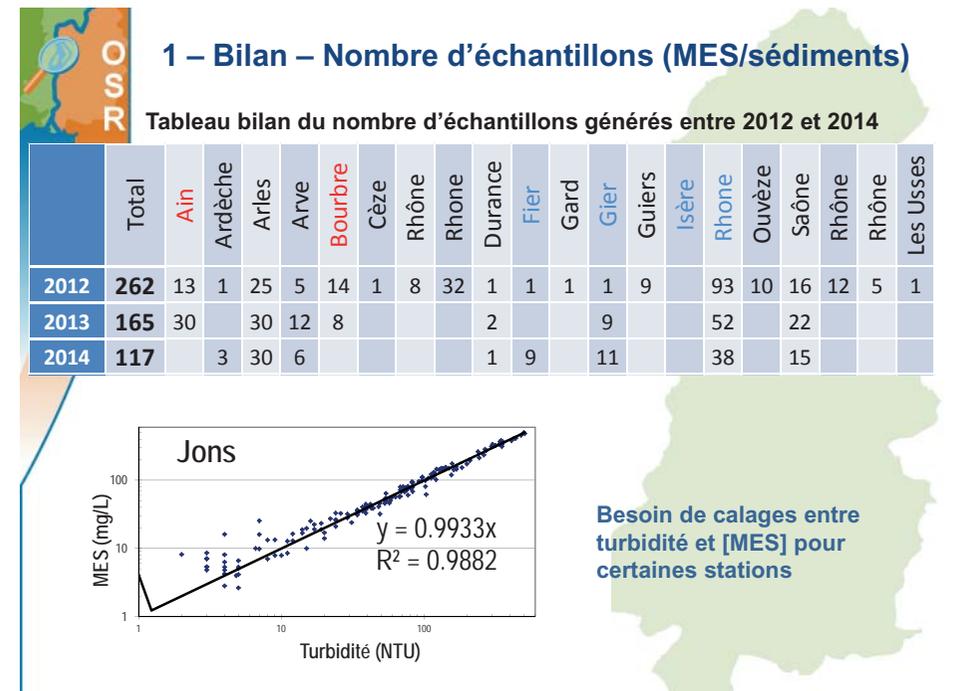
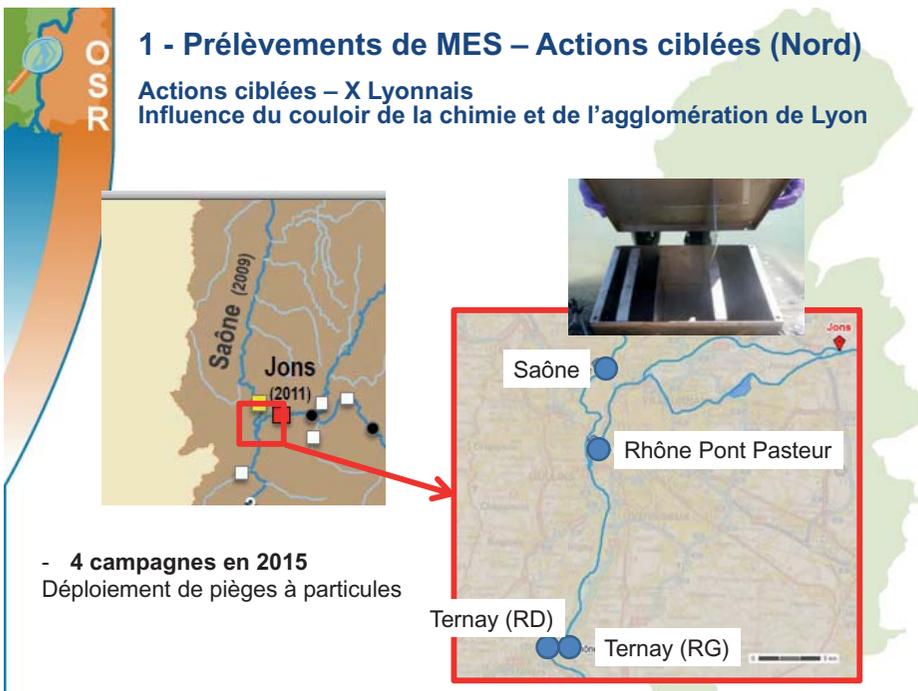
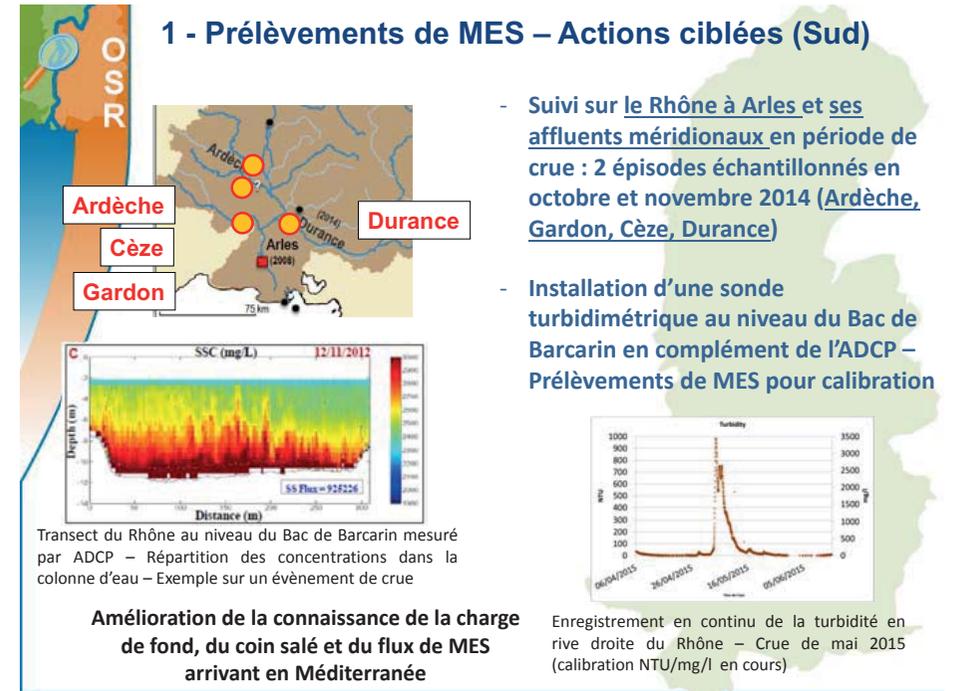
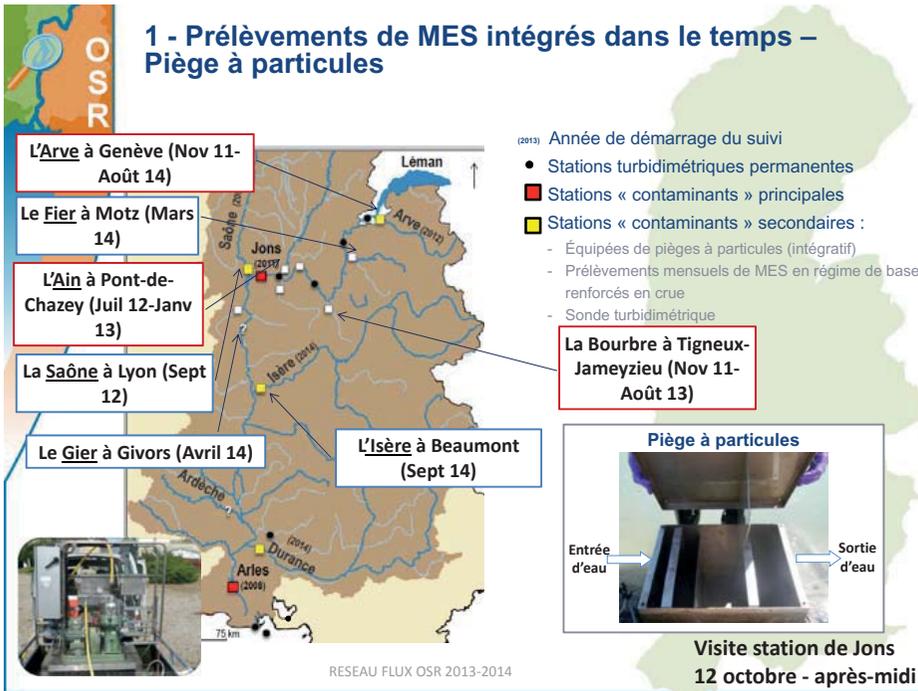
1 - Prélèvements de MES – Jons et Arles

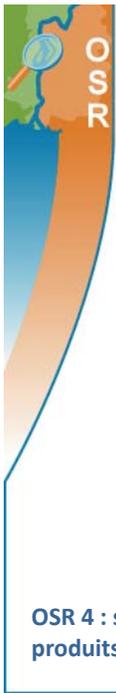
Depuis 2013

- Stations turbidimétriques permanentes
- Stations « contaminants » principales :
 - Équipées d'une centrifugeuse fixe (ponctuel)
 - Prélèvements bi-mensuels de MES en régime de base, renforcés en crue
 - Sonde turbidimétrique

Centrifugeuse fixe

Visite station de Jons 12 octobre - après-midi





1 – Analyses physico chimiques sur les MES

Analyse	Laboratoire
PCB, organochlorés, PBDE (PCB+)	Irstea
Mercure	Irstea
Eléments traces métalliques (ETM)	CEREGE
Radioéléments	IRSN
Carbone Organique Particulaire (COP)	INRA d'Arras et MIO (Rhône amont et Rhône aval)
PCB-DioxinLike (12)	Al-West (Pays-Bas)
HAP (16)	Laboratoire de Rouen
Organoétains (9)	Laboratoire de Rouen
DEHP	La Drôme Laboratoire
Alkylphénols (6)	La Drôme Laboratoire
Granulométrie	Irstea et CEREGE (Rhône amont et Rhône aval)

OSR 4 : suivi de nouveaux contaminants (MeHg, pesticides, pharmaceutique et produits de dégradation - Irstea)

RESEAU FLUX-OSR 2013-2014



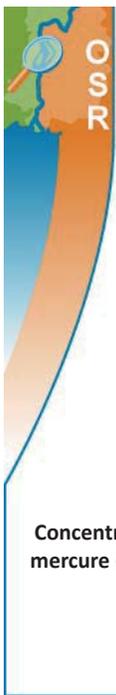
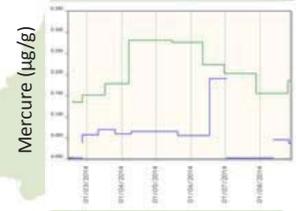
2 – Base de données des observatoires en hydrologie (BDOH) – Calcul des flux



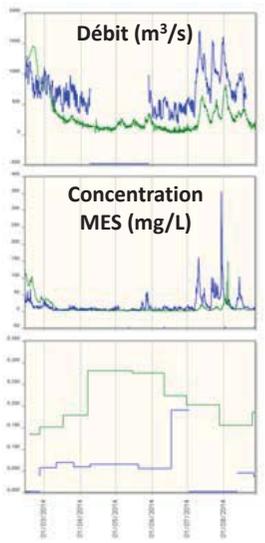
- Bancarisation des données brutes :
 - Turbidité
 - Débits
 - Concentrations en Hg, PCB, métaux

- Travail pour convertir les données de turbidité (NTU) en charge MES (mg/L)

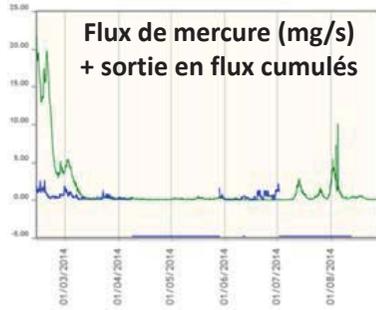
- Calcul dans la base des chroniques de flux : $Q \times [MES] \times [contaminant]$



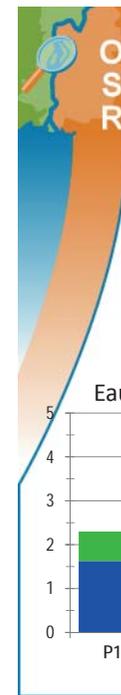
2 – Base de données des observatoires en hydrologie (BDOH) – Calcul des flux



Visualisation des chroniques pour la période souhaitée (Débits, [MES], [contaminant])

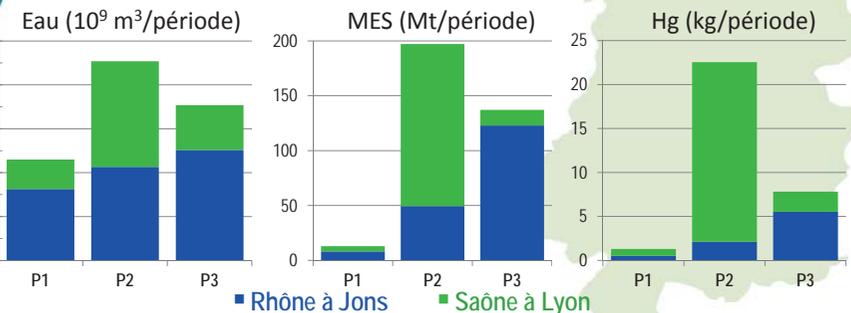


– Rhône à Jons
– Saône à Lyon



2 – Base de données des observatoires en hydrologie (BDOH) – Calcul des flux

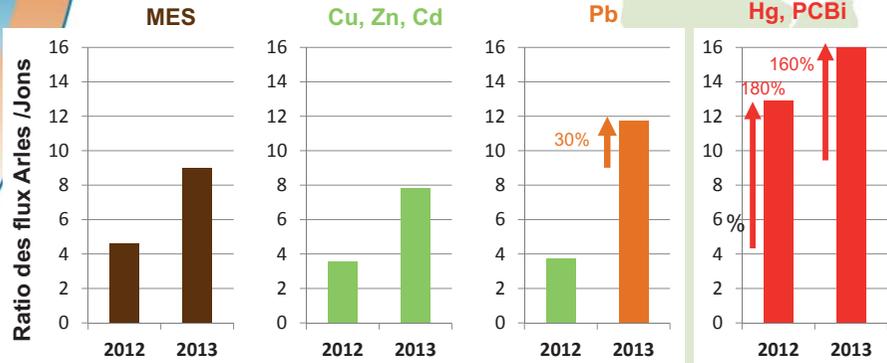
Condition hydrologique	Période	Durée (jours)	Débit (m³/s)	[MES] (mg/L)	[Hg] (µg/g)
P1 Etiage	08/03/14	31	588	4.6	0.063
	08/04/14		243	6.1	0.175
P2 Crue sur la Saône	11/02/14	28	850	20.3	0.048
	11/03/14		959	52.0	0.143
P3 Crue sur le Rhône	20/07/14	31	939	40.9	0.045
	20/08/14		380	11.1	0.168



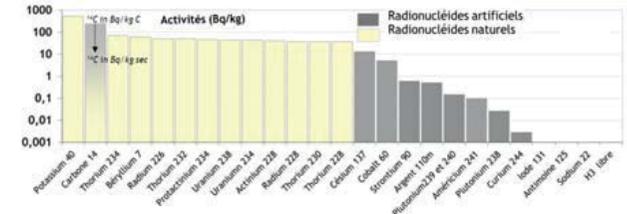
2- Flux de contaminants

Flux de métaux (t/an)

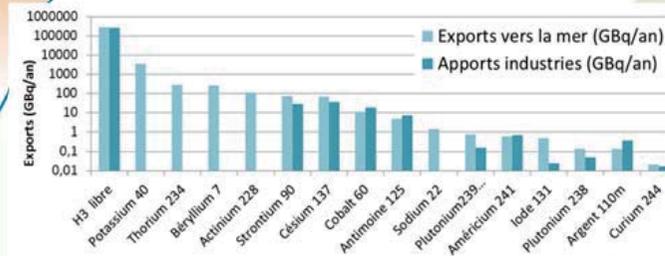
		MES (Mt)	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Hg	PCB
Arles	2012	5.6	360	57	184	139	554	1.8	141	0.61	0.08
	2013	7.6	534	87	286	195	772	1.9	211	0.6	0.11
Jons	2012	1.21	101	13	54	39	137	0.52	38	0.048	0.0062
	2013	0.84	51	6.7	29	25	87	0.26	18	0.043	0.0067



2 – Flux de radioéléments



Concentration des principaux radionucléides d'origine naturelle (en jaune) et artificielle (en gris) mesurés dans les matières en suspension du Rhône aval (SORA, 2002-2013) ; tritium, ¹³¹I and ²²Na sont des éléments qui ne se fixent quasiment pas aux particules.



Flux des principaux radionucléides artificiels en transit dans le Rhône aval – SORA, moyennes 2008-2011.

La grande majorité des radionucléides artificiels rejetés par les industries nucléaires rhodaniennes parviennent au milieu marin au cours de leur année d'émission.

3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône

Objectif : Proposer une méthodologie de traçage des particules via une approche géochimique

Originalité : utilisation de la fraction résiduaire

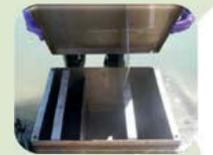
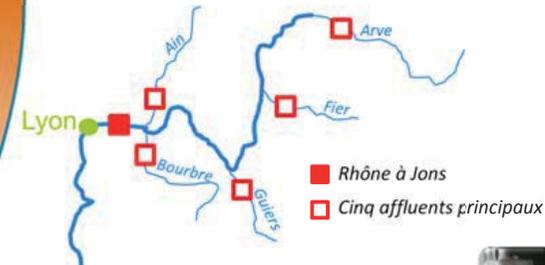
- ✓ Signature totale modifiée
- ✓ Pas ou peu de modifications sur la fraction résiduaire
- ✓ Signal conservatif dans le temps et l'espace

Deux types de minéralisations : Totale et HCl 1M



3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône

Banque échantillon (>100)



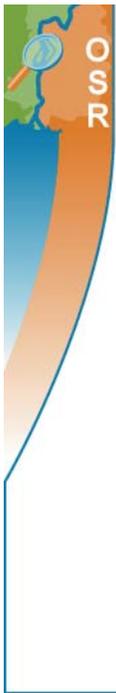
Piège à particules (PAP)



Centrifugeuse mobile (CMO)

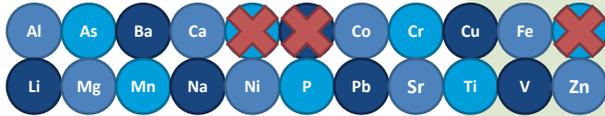


Centrifugeuse fixe (CFI)



3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône

Choix des traceurs géochimiques



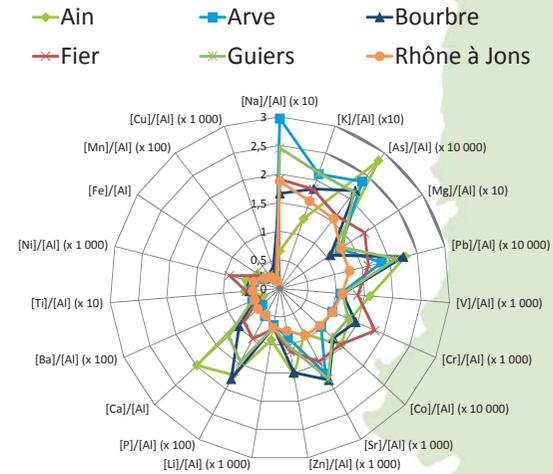
Analyse multiélément des éléments traces métalliques (ETM)

- ✓ Fraction totale (Minéralisation HCl, HNO₃, HF)
- ✓ Fraction HCl 1M



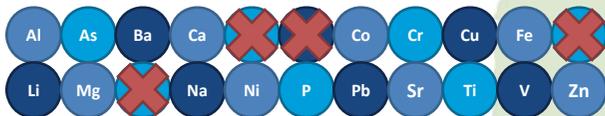
3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône

Concentration dans la fraction non réactive normalisée

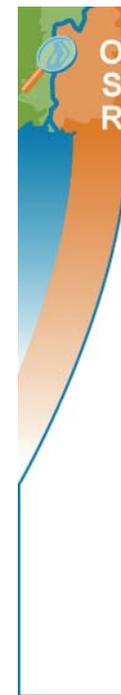


3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône

Analyse factorielle discriminante



- Détermination de la capacité d'un élément à différencier les affluents
- Construction d'un « modèle » cherchant à prédire au mieux l'appartenance d'un échantillon à un groupe (affluent)
- Calcul du pourcentage d'échantillons classés correctement au sein des groupes grâce à un élément (ou un groupe d'éléments)



3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône

Élément	% Echantillons correctement classés
Fe	65%
Na	63%
Ti	60%
P	59%
Cr	57%
Mg	56%
Ni	56%
Ca	55%
Ba	51%
V	50%

Élément	% Echantillons correctement classés
Zn	46%
Li	40%
Co	38%
Sr	36%
Cu	30%
As	25%
Pb	21%

3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône

AFD « Pas à pas » - Résultats

Identification de la combinaison d'éléments la plus restreinte permettant de discriminer au maximum les affluents

Etape	Élément	Wilks' lambda	% Echantillons correctement classés
1	Mg	0,24007	56%
2	Fe	0,0355	83%
3	Cu	0,01096	89%
4	Cr	0,00442	89%
5	Ni	0,00171	91%
6	V	0,00095	89%
7	Na	0,00043	89%
8	Ca	0,00023	91%
9	As	0,00015	93%

3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône

Modèle de mélange



$$[i]_{Rh\hat{o}ne \text{ \AA } Jons} = \sum_S P_S * [i]_S + R\acute{e}sidu$$

$$[i]_{Rh\hat{o}ne \text{ \AA } Jons} = P_{Arve} * [i]_{Arve} + P_{Fier} * [i]_{Fier} + P_{Guiers} * [i]_{Guiers} + \dots + R\acute{e}sidu$$

$$RMM \text{ (R\acute{e}sidu du Mod\grave{e}le de M\acute{e}lange)} = \sum_i \left| \left(\frac{[i]_{Rh\hat{o}ne \text{ \AA } Jons} - (\sum_S P_S * [i]_S)}{[i]_{Rh\hat{o}ne \text{ \AA } Jons}} \right) \right|$$

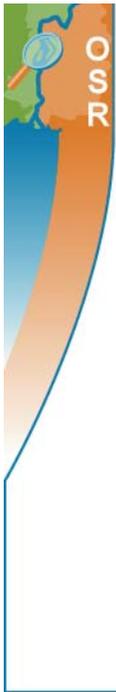
3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône

Résolution unique : Valeurs de concentrations moyennes à Jons

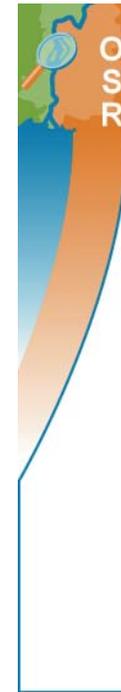
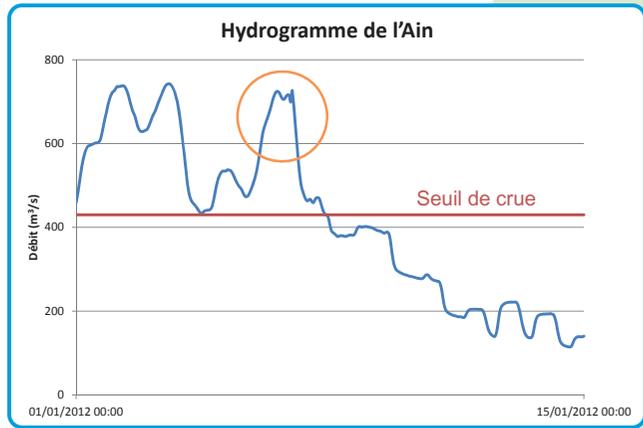
Rivière	Contributions	D'après Launay (2014)
Ain	4%	6,3 %
Arve	89%	61 %
Bourbre	0%	1,3 %
Fier	1%	23 %
Guiers	6%	8,8 %

3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône

	Contributions					RMM	Flux MES à Jons (t/s)
	Ain	Arve	Bourbre	Fier	Guiers		
Conditions départ	6,3%	61%	1,3%	23%	8,8%		
JON-TAS-120522-120605-1/1	21%	47%	0,00%	0,82%	32%	0,56	0,02592
JON-CMO-120327-1/1	0,00%	12%	39%	49%	0,00%	1,00	0,00350
JON-CMO-121204-1/1	2,4%	63%	0,93%	31%	1,9%	1,02	0,04973
JON-CMO-121216-1/1	0,00%	50%	0,01%	50%	0,00%	1,05	0,53716
JON-TAS-121204-121217-1/3	0,20%	52%	0,00%	6,8%	41%	1,13	0,11139
JON-CMO-120522-1/1	0,00%	55%	26%	19%	0,00%	1,15	0,05145
JON-CMO-120216-1/1	1,4%	34%	0,09%	49%	2,6%	1,41	0,00293
JON-CMO-120106-1/1	7,9%	51%	0,00%	33%	8,7%	1,51	0,24042
JON-TAS-120607-120609-1/3	1,2%	68%	0,00%	0,74%	30%	1,77	0,12076
JON-CMO-121112-1/1	0,00%	60%	0,00%	40%	0,00%	1,77	1,15087
JON-TAS-120620-120703-1/3	0,12%	91%	0,04%	0,00%	8,4%	1,84	0,04793
JON-TAS-120703-120717-1/2	0,25%	89%	0,03%	0,00%	10%	1,86	0,02930
JON-CMO-121009-1/1	0,01%	97%	0,00%	0,00%	3,0%	1,88	0,01314
JON-CMO-121023-1/1	0,01%	93%	0,00%	0,11%	6,4%	1,89	0,00200
JON-TAS-120801-120814-1/1	0,00%	100%	0,00%	0,00%	0,00%	1,98	0,00611
JON-TAS-120911-120925-1/1	1,3%	98%	0,69%	0,00%	0,32%	1,98	0,00466
JON-TAS-120611-120614-1/2	0,00%	48%	0,00%	0,00%	52%	2,15	0,66715

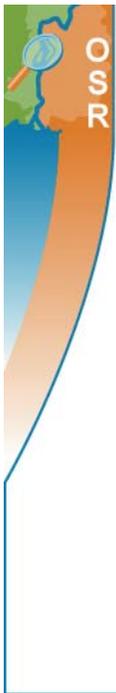


3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône



3 - Traçage de l'origine des particules (OSR4) – Haut Rhône

- ❑ **Originalité : Identification de signatures géochimiques sur la fraction résiduaire normalisée par l'aluminium**
- ❑ **Éléments discriminants des affluents du Haut-Rhône : Mg, Fe, Cu, Cr, Ni, V, Na, Ca et As**
- ❑ **Modèle de mélange : Calcul de contributions**
- ❑ **Résultats obtenus cohérents**
 - ✓ En adéquation avec les résultats globaux de Marina Launay
 - ✓ Mis en lien avec des épisodes de crue sur les différents affluents
- ❑ **Avantage de cette approche géochimique : Détermination de l'origine des MES à partir d'un échantillon prélevé à Jons**

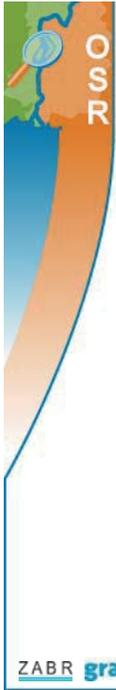


Perspectives 2015-2016

- Equipement Durance/Ardèche
- Poursuite de la bancarisation (affluents, contaminants)
- Analyse données granulométriques et comparaison des méthodes de prélèvements (Piège à particules, centrifugeuse)
- Réactualisation des flux avec BDOH
- Comparaison entre approche géochimique et modèle hydro-sédimentaire pour traçage des sources
+Extension partie Sud
- Acquisition de données sur les contaminants émergents

Sédimentation et morphologie du lit majeur – Axe II
Evaluation des stocks sédimentaires des marges alluviales
Analyse historique de la sédimentation fine

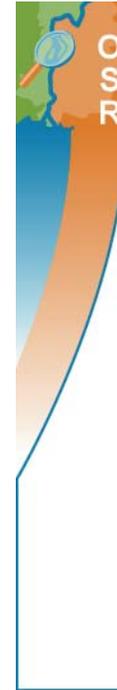
Hervé Piégay, EVS
Thierry Winiarski, ENTPE



Journée de restitution

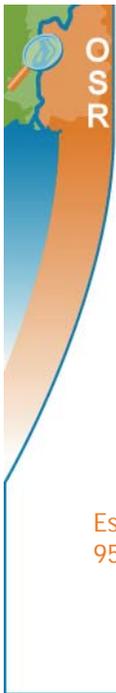
Axe II Sédimentation et morphologie du lit majeur

H. Piégay, T. Winiarski, M. Bertrand, B. Raeppe, G. Seignemartin,
A. Tena, A. Barra & J.F. Berger

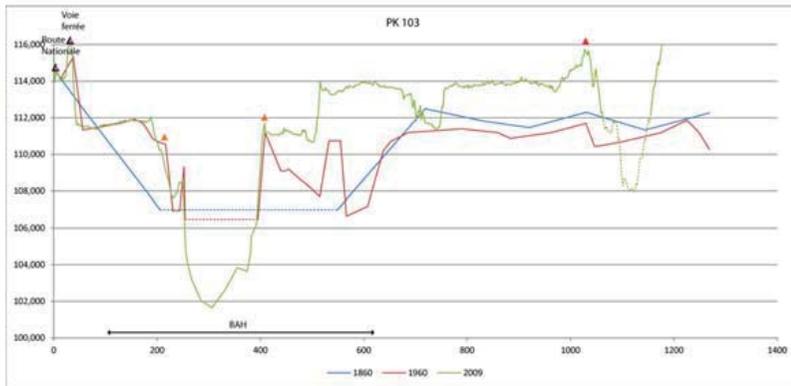


OSR 4 – Axe II Sédimentation et morphologie du lit majeur

- 3 RCC, lit majeur et non plus casiers –
⇒ comparer, établir un bon état avant travaux
- Coupler géomatique, terrain, carottages, mesures de laboratoire
- Questions ?
 - Histoire, dynamique, contrôles
 - Effet hydraulique
 - Contamination
 - Référentiel pour la restauration

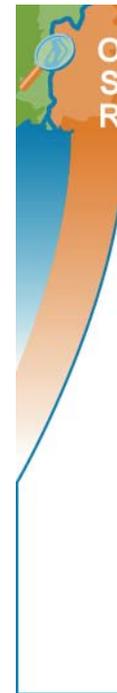


Quantification des volumes stockés dans les marges = P. Gaydou, Schéma de rélargissement



Estimation du stockage sur les 14 Vieux Rhône + LYM :
95 Mm³ +/- 1 Mm³ (dont 3% estimés)

Identification des zones « restaurables ».
Comment prioriser ?



Répartition géographique des stocks

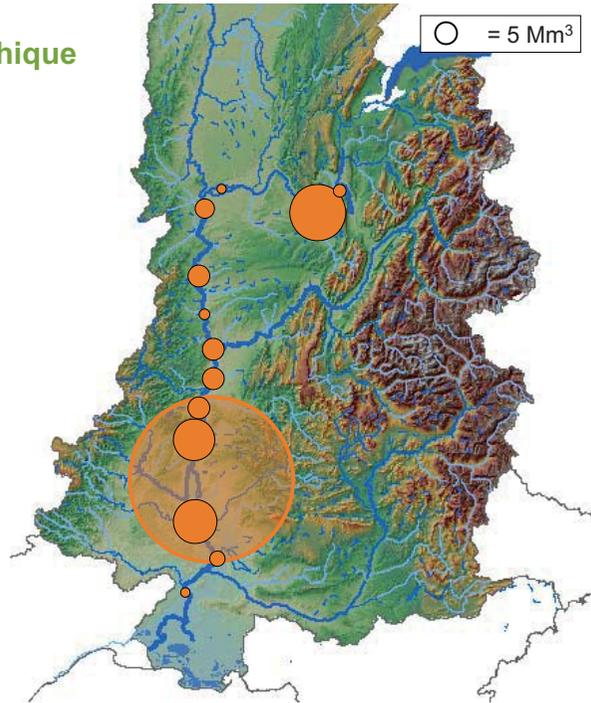
Secteur	m ³ stockés depuis 1860	% non mesuré (m ³ hypothétique)
Chautagne	---	---
Belley	2 945 178	86%
Brégnier Cordon	12 878 575	0%
Sault-Brenaz	---	---
Ain	---	---
Lyon-Miribel	2 133 743	0%
Pierre-Bénite	4 451 881	4%
Vaugris	---	---
Péage-de-Roussillon	4 866 490	15%
Saint-Vallier	2 469 538	0%
Bourg-lès-Valence	5 035 881	0%
Beauchastel	5 132 041	0%
Baix Le Logis Neuf	5 997 492	0%
Montélimar	9 519 466	0%
Donzère-Mondragon	37 001 060	0%
Caderousse	10 16 105	0%
Avignon	3 511 226	0%
Beaucaire/Vallabrègues	2 203 155	0%
Total	99 161 831*	3%

Péage : 0.41 Mm³/km
Donzère : 1.23 Mm³/km

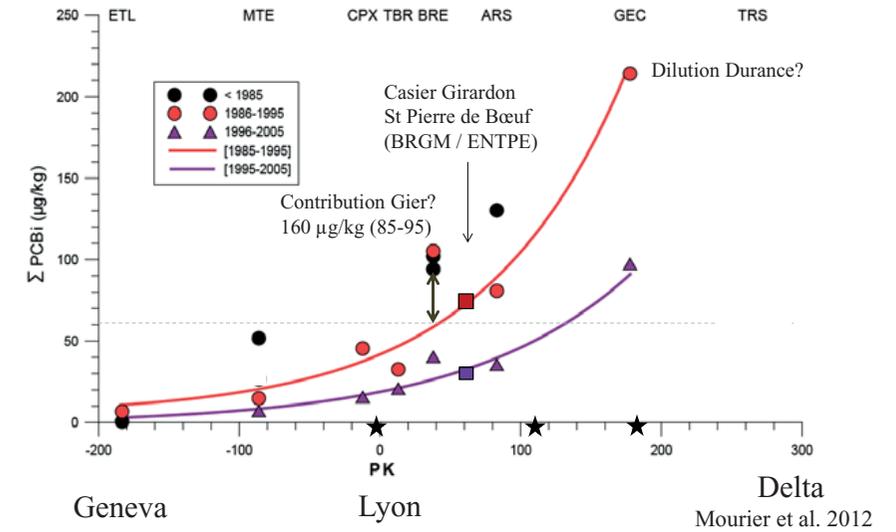
Répartition géographique des stocks

Vision synoptique des stocks mais :

- estimation grossière de stocks de fines et non des grossiers
- pas d'analyse des dynamiques rétrospectivement
- pas d'évaluation quantitative des risques / bénéfice des actions.

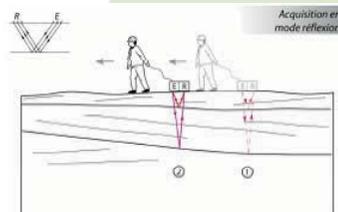


Dynamics of contaminants (PCB) : longitudinal pattern at the corridor scale

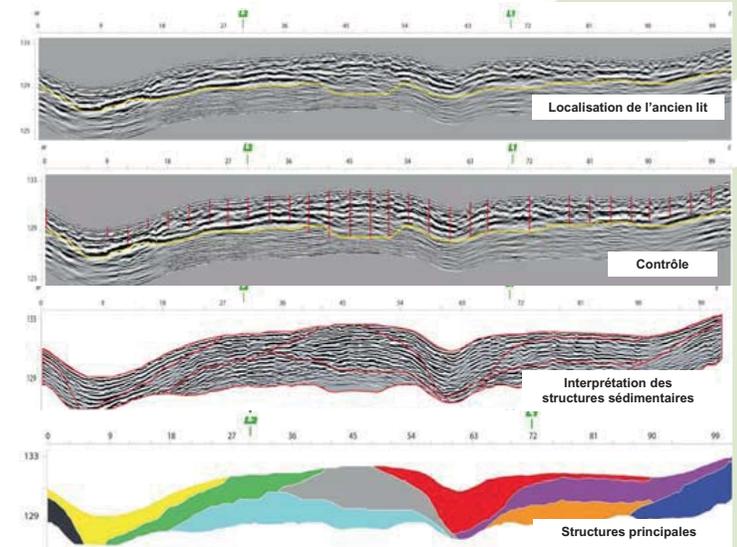


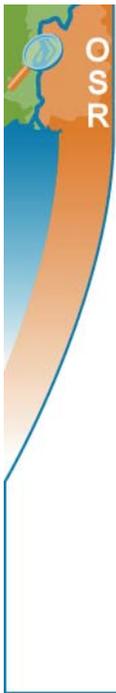
Couplage GPR/carotte à l'échelle d'un RCC

Technique GPR

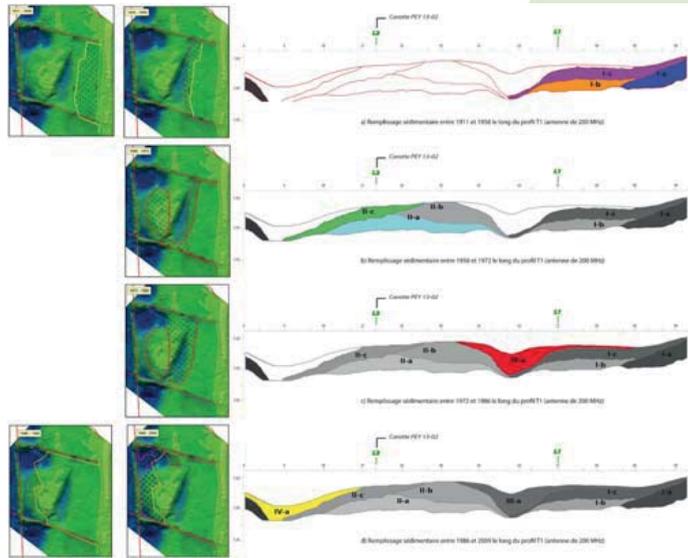


Exemple de résultat : agencement des unités structurales

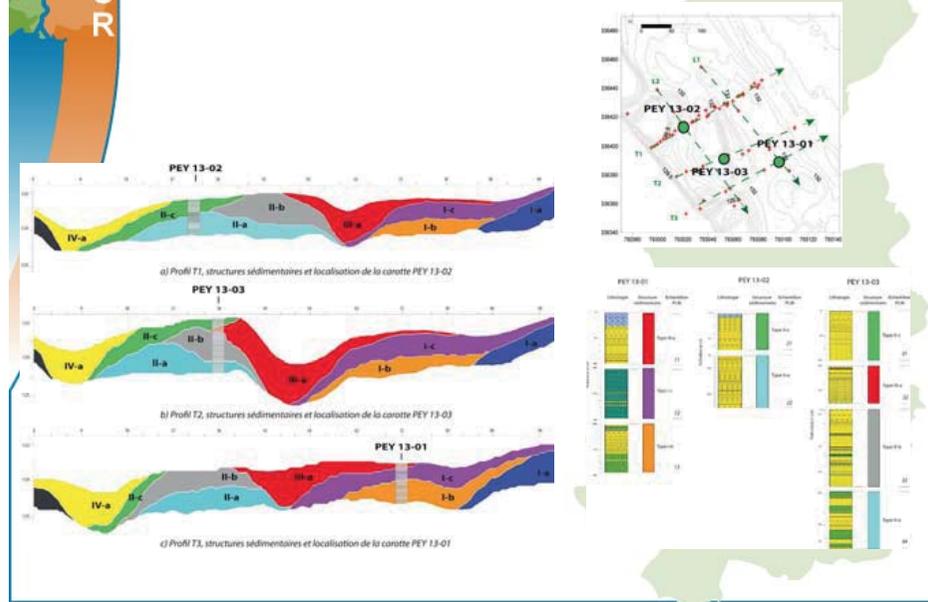




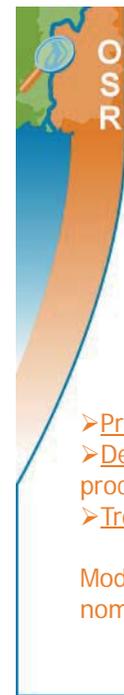
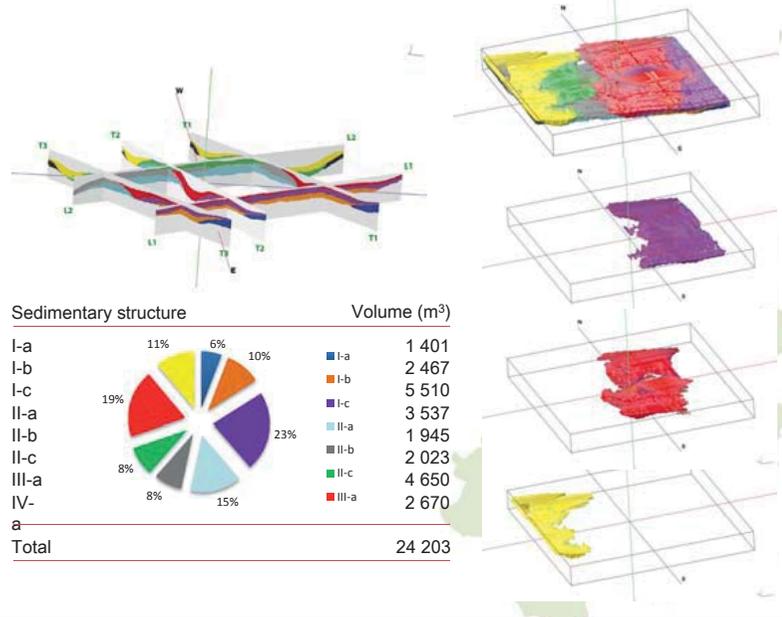
Exemple de résultat : calage diachronique



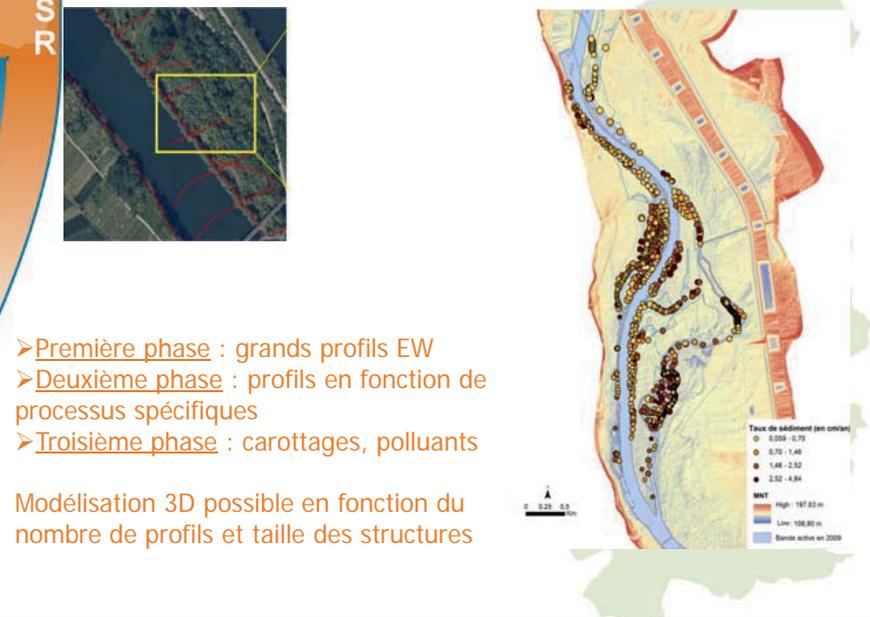
Exemple de résultat : position optimisation des carottes

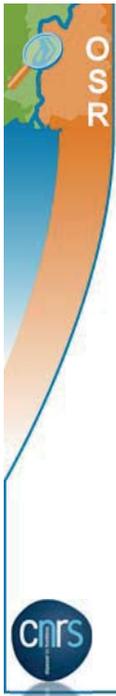


Exemple de résultat : estimation des volumes



Enjeux : application de la méthode à l'échelle d'un RCC





Retour sur les conclusions et perspectives OSR2

Restitution du 17 octobre 2013

- Certains éléments de connaissance restent à acquérir avant des opérations de restauration :
 - Nature des sédiments (granulométrie) et épaisseurs des dépôts par nature
 - Niveaux de pollution des dépôts
- L'histoire et la chronologie de la sédimentation permet de mieux appréhender les niveaux de pollution (cf. étude BRGM)
- Evaluer la faisabilité des opérations de restauration en terme de risques (réponse morphologique, relargage de polluants) :
 - Mieux comprendre les patrons de sédimentation,
 - Reconstituer l'histoire des dépôts,
 - Evaluer les fréquences de mise en mouvement, de transferts
 - Suivre la dynamique locale et notamment la végétation

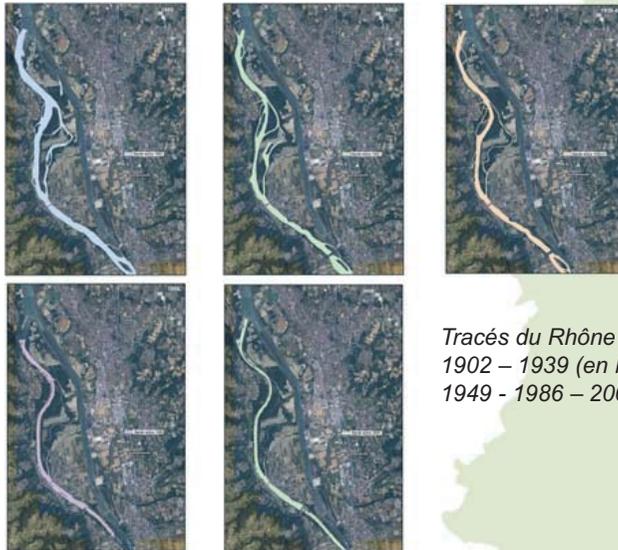
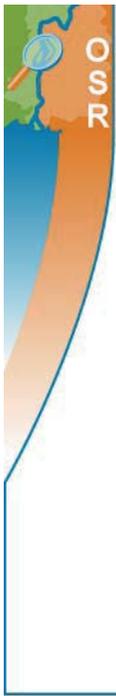


OSR 3 – Axe II

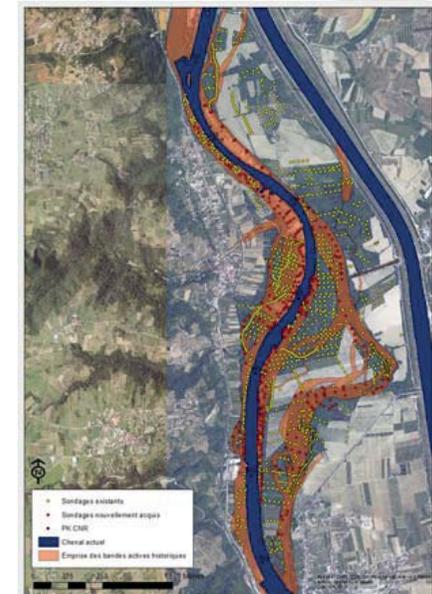
Synthèse des connaissances et analyse rétrospective de la sédimentation du RCC de Péage-de-Roussillon

- Dater les unités de la plaine
- Faire la synthèse de toutes les données de sédimentation + une campagne
- Calculer des taux de sédimentation et des volumes sédimentaires et analyser les patrons spatio-temporels

CDD Mélanie Bertrand



Tracés du Rhône en 1860 – 1902 – 1939 (en haut) – 1949 – 1986 – 2009 (en bas)

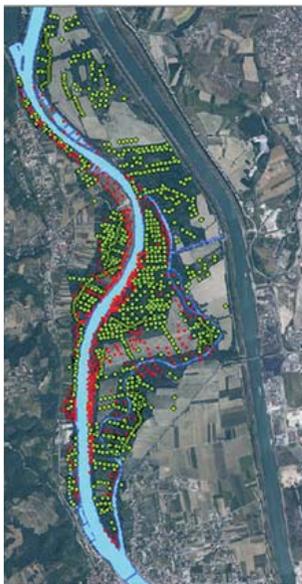
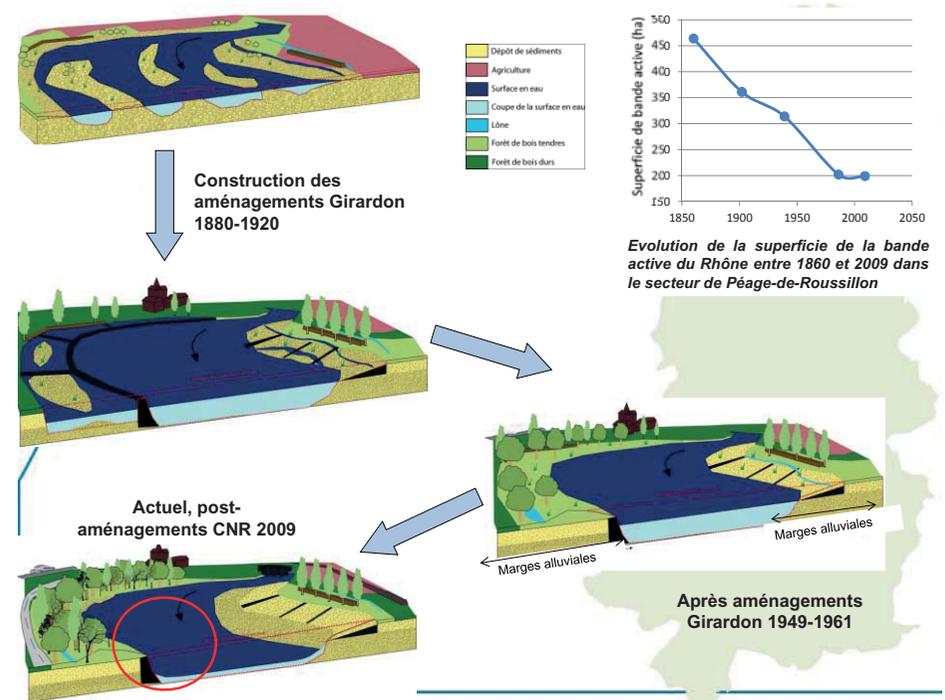


Localisation des sondages existants et nouvellement acquis

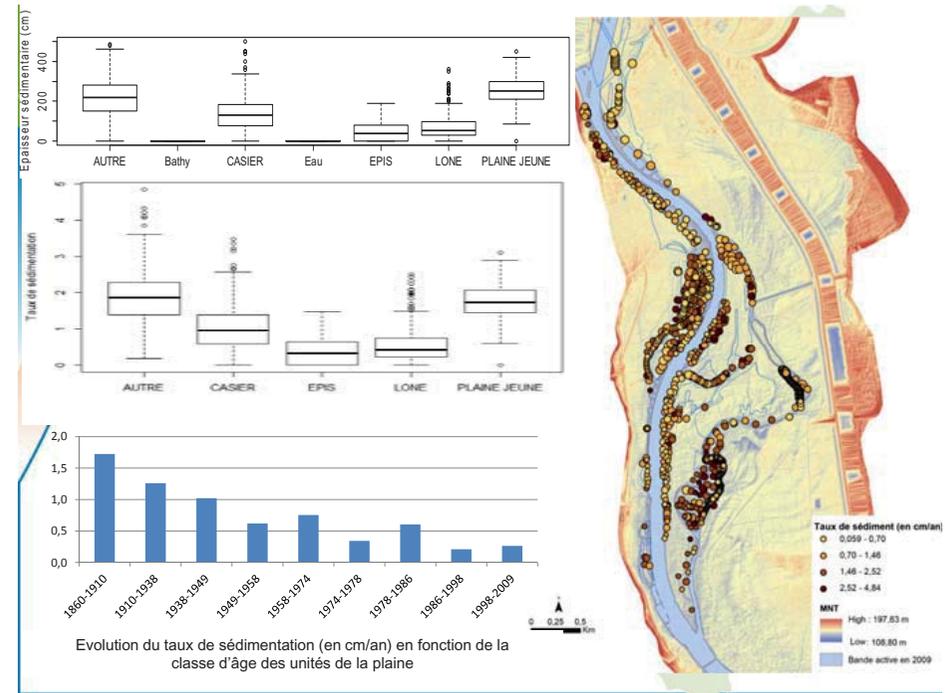


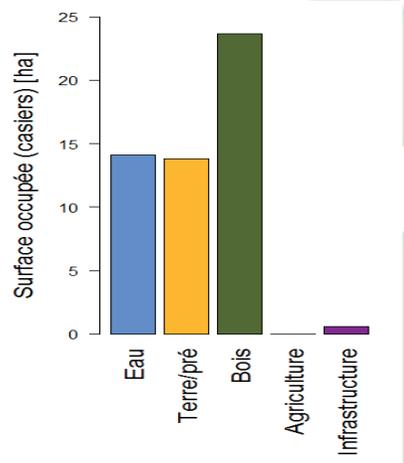
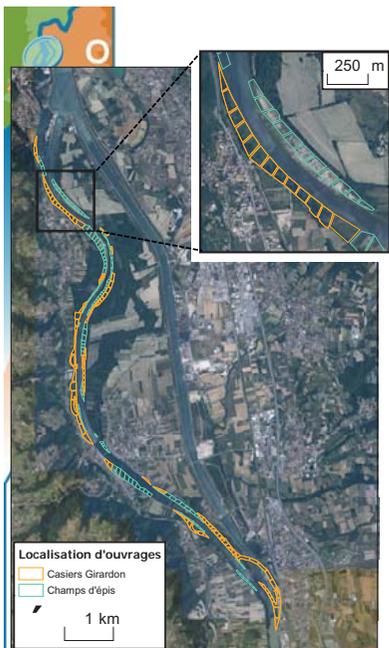
Végétalisation des marges du Rhône au cours de la période contemporaine (1860-1986).

NB : entre 1986 et 2009, aucun changement planimétrique n'est observé

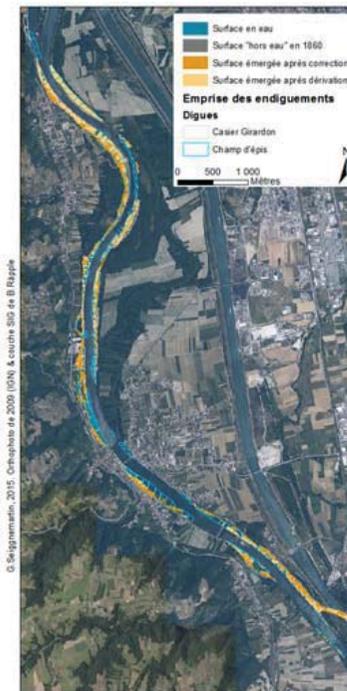


Nom du fichier original	Auteur	Date	Nombre de sondages
Sondage RN	Réserve Naturelle Platière_B. Pont	?	957
Sondages_CNR	CNR	2005	96
Relevés_Arc_casiers	CNRS_M. Rival	2007	49
Fine Sediment Measurement	CNRS_P. Modrack	2013	36
Relevé_Noyer_Sud_Project	CNRS_J. Riquier	2007	155
Relevé_Ilon_Project	CNRS_J. Riquier	2007	155
Sondage_Gabrielle	CNRS_B. Raepple	2014	12
TOTAL SONDAGES EXISTANTS			1 305

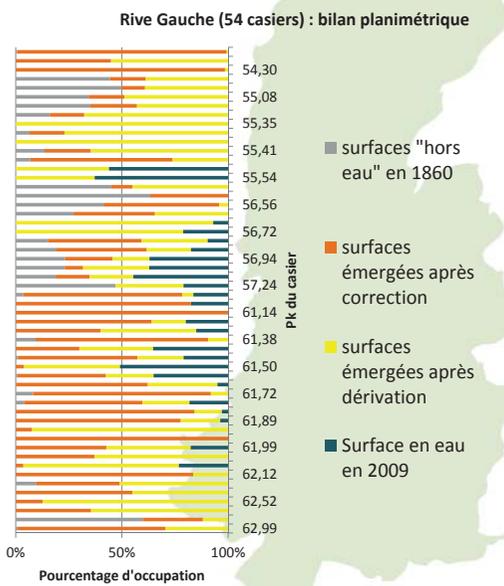
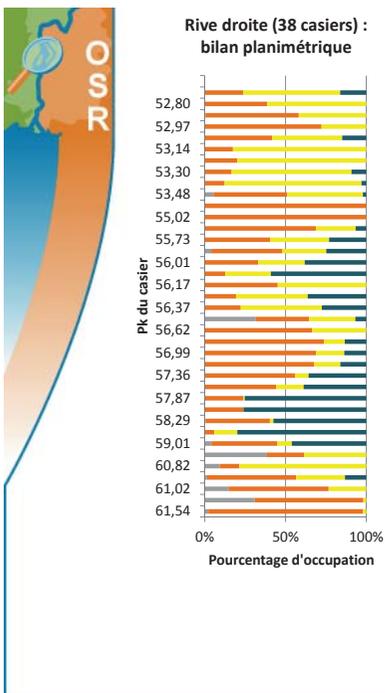
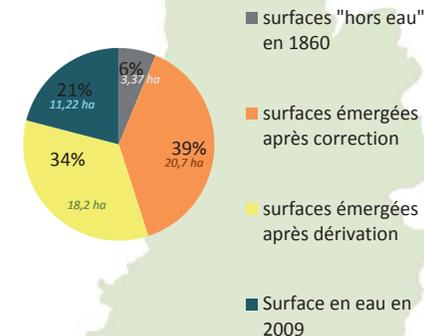




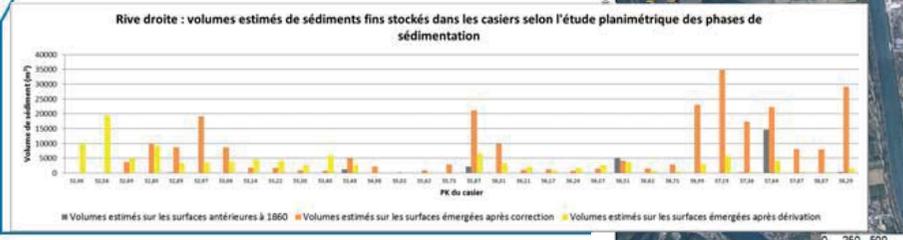
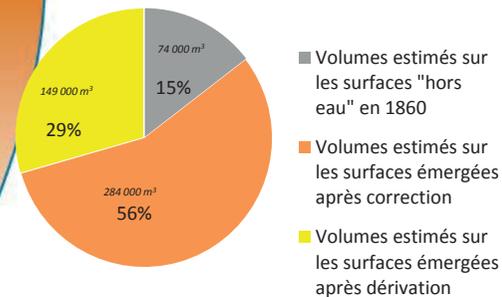
Localisation des ouvrages Girardon (casiers et champs d'épis) dans le secteur court-circuité de Péage-de-Roussillon et zoom sur les casiers d'Arcoule et des champs d'épis en rive gauche (source orthophotos : IGN).



Part d'occupation sédimentaire/aquatique dans les casiers Girardon à Péage-de-Roussillon (PK 52 à 63)

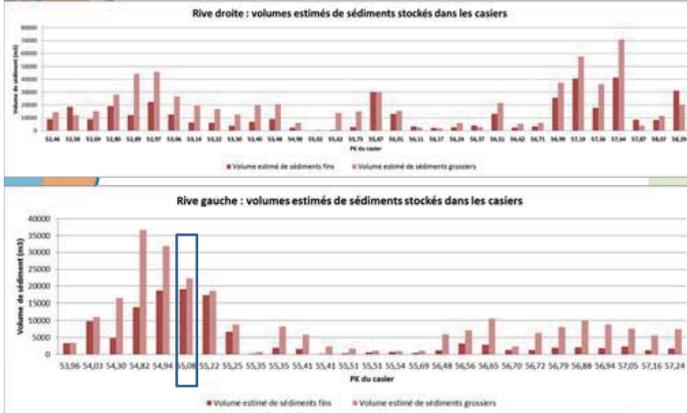


Volumes estimés de sédiments fins stockés dans les casiers Girardon en fonction des phases d'aménagement





Volumes de sédiments fins et grossiers stockés dans les casiers Girardon en fonction des phases d'aménagement, de la distance aval et de la rive



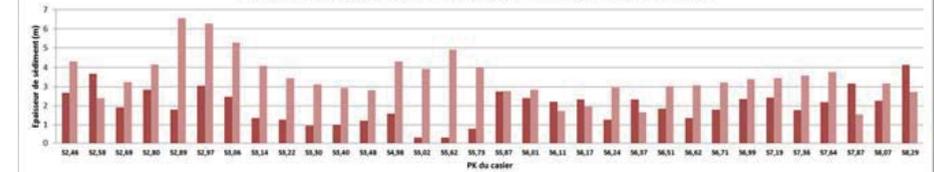
Le rectangle identifie le casier étudié par le « BRGM »

800 000 m³ de sédiments piégés dans les casiers sur 6,5 km de linéaire

Dans la réserve sur une berge de près de 600 m rive gauche, 60 000 m³ de graviers, soit 100 m³/m linéaire
En moyenne sur tout le RCC 61 m³/m linéaire.



Rive droite : épaisseurs estimées de sédiments stockés dans les casiers



Rive gauche : épaisseurs estimées de sédiments stockés dans les casiers



Estimation des épaisseurs de sédiments dans les casiers

Approche graphique afin de distinguer les évolutions longitudinalement et selon les rives



Conclusions, recommandations, perspectives

- Un système figé dès la fin du 19^{ème} siècle, alors soumis à un lent processus de vieillissement par déconnexion
 - De fortes épaisseurs de sédiments fins, antérieures à 1860 dans la plaine alluviale
 - Une sédimentation au cours de deux périodes récentes sur les marges du fleuve
 - Construction des ouvrages Girardon,
 - Mise en place des aménagements hydroélectriques et du RCC
- RCC sans doute le plus affecté par les dépôts de PCB car :
 - Date de construction de cet aménagement
 - Période maximale de transit des flux de PCB (1970-1980)



Conclusions, recommandations, perspectives

- Stock graveleux important
 - car incision et sédimentation sablo-graveleuse
 - estimé à 66 m³/m linéaire de berge, voire 100 m³/m linéaire dans le secteur de l'île du gravier. (Une intervention de 1,5 km et une érosion latérale de la largeur des casiers pourrait ainsi introduire dans le chenal près de 150 000 m³ de graviers). Redynamisation du fleuve
- Travaux de T. Depret dans RhonEco : un transport solide actif, des formes très dynamiques (20 ans)
- Ré-élargissement doit promouvoir de la dynamique pour être durable dans ses effets, notamment en termes d'habitats pionniers. => Promouvoir un certain transport solide
- A comparer maintenant avec les secteurs de Montélimar et Donzère-Mondragon

Outils numériques - Axe V
Modèle hydraulique 1D du Rhône
Cartographie dynamique GéoOSR

Violaine Dugué, IRSTEA
Dad Roux-Michollet, GRAIE/ZABR

Axe V – Valorisation, outils numériques et gestion des données de l'OSR

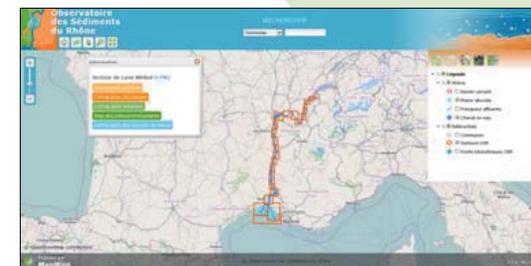
Christelle Antonelli, Aurélie Antonio, Laurie Boudet, Flora Branger, Benoit Camenen, Marina Coquery, Violaine Dugué, Jean-Baptiste Faure, Chloé Le Bescond, Jérôme Le Coz, Kristell Michel, Ivane Pairaud, Lionel Pénard, Hervé Piégay, Olivier Radakovitch, Dad Roux-Michollet, François Sabatier, Michal Tal, Romaric Verney, Thierry Winiarski



Modèle hydro-sédimentaire 1-D

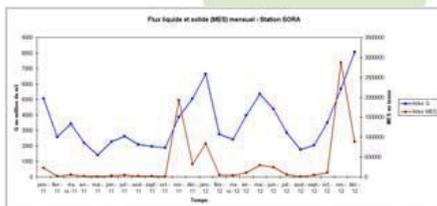


Outils de mutualisation



Collecter et organiser les données

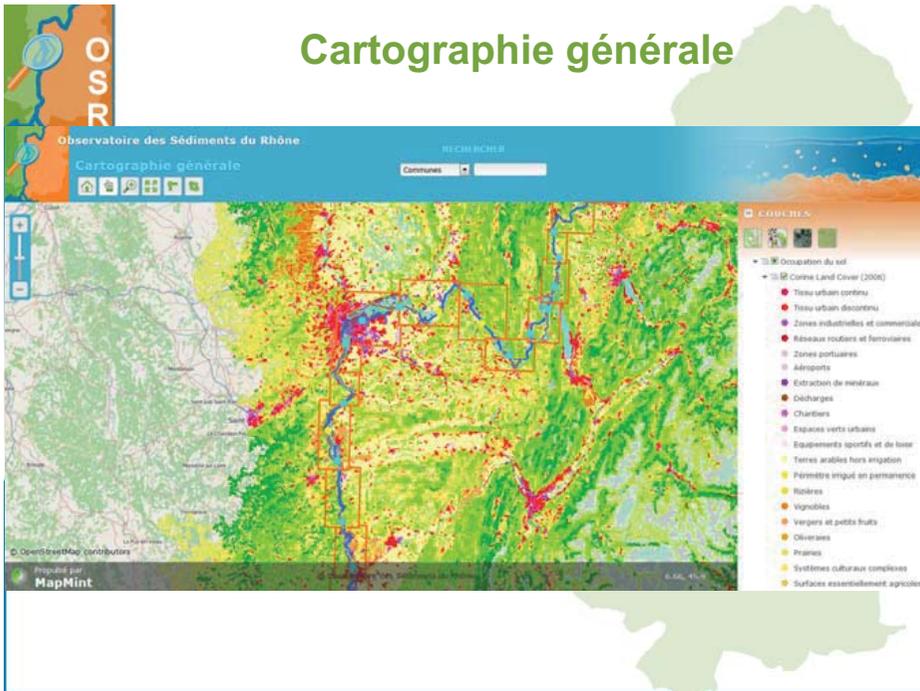
❖ Acquérir, analyser, bancariser et mettre en valeur des connaissances sur les dynamiques hydro-sédimentaires du fleuve Rhône



Diffusion des connaissances



Cartographie générale



Cartographie des marges

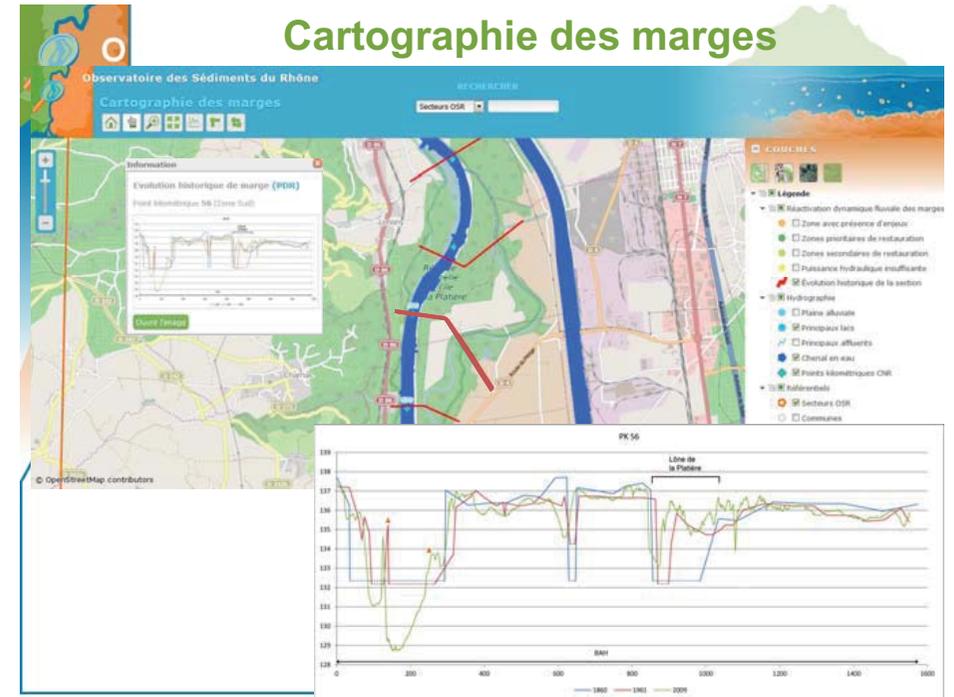


Schéma directeur de réactivation de la dynamique des marges du Rhône



Enjeux locaux : vulnérabilité, enjeux écologiques, patrimoniaux et de paysage

Zones prioritaires de restauration : espace de mobilité du fleuve, conditions d'inondation et de sédimentation, occupation des sols

Faisabilité hydraulique : puissances spécifiques moyennes, résistance de la berge, orientation du courant en crue

Cartographie historique



Atlas des paléo-environnements

Histoire du fleuve et de sa plaine alluviale depuis le début de l'Holocène jusqu'en 1860-1870



- Cartographie des zones inondables en fonction des unités paléo-environnementales
- Éléments modifiant l'hydrodynamisme et les limites des crues historiques

Cartographie des mesures de terrain

Observatoire des Sédiments du Rhône

Carte des mesures de terrain

RECHERCHER

Communes

Information

CRÉPIEUX (CPX)

Information

Jons-Grand-Lyon/Veolia

JONS

Voir le suivi des contaminants

Base de données des chroniques de l'OSR

Observatoire des Sédiments du Rhône - Consultation des données

Station « Rhône_Jons »

Caractéristiques

Code observatoire : JONS

Commentaire : Station de mesure de débit au niveau du barrage de Pons de Jons.

Co. en mesure

CHG-2 : Concentration en mercure particulaire extrême du Rhône à Jons

Co. en MES

CMES : Concentration en MES du Rhône à Jons

Débit

DDE : Débit du Rhône à Jons

Flux de mercure associé aux matières en suspension

Flux de matières en suspension

FMES : Flux de MES à Jons

Turbidité

Chronique « JONS / CMES »

Caractéristiques

[Chronique calculée]

Concentration en MES du Rhône à Jons

Station : Rhône_Jons Unité : mg/L

Paramètre : Co. en MES Producteur : Inlisa

Début : 15/09/2010 22:21 UTC Fin : 14/08/2016 02:30 UTC

Nombre de mesures : 50 503

Chronique mère : JONS / TURB

Généalogie

Taux de remplissage

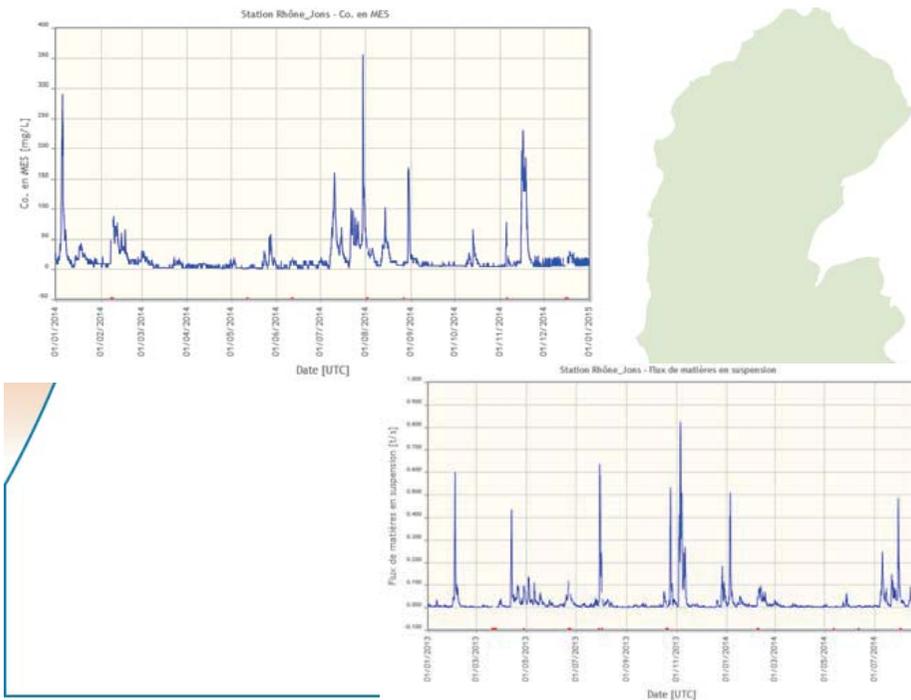
Année / Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
2010	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2011	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2012	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2013	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2014	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2015	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2016	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Afficher les données

Attention : pour des raisons de performances, vous ne pouvez sélectionner qu'un intervalle de dates de 5 ans maximum.

Période : de 01/01/2014 à 31/12/2014

Effacer Visualiser Export



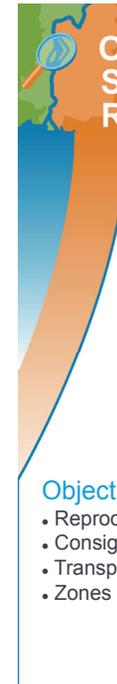
Objectifs

- Alimenter le site internet
- Poursuivre la bancarisation des métadonnées
- Assurer le bon fonctionnement de GéoOSR et intégrer de nouvelles données
- Proposer des workshops sur l'utilisation des outils (MétaOSR, BDOH, GéoOSR)
- Valoriser les résultats des programmes OSR3 et OSR4



Modèle hydro-sédimentaire 1-D du Rhône du Lac Léman à la mer Méditerranée

Violaine Dugué, Jérôme Le Coz, Benoît Camenen, Jean-Baptiste Faure



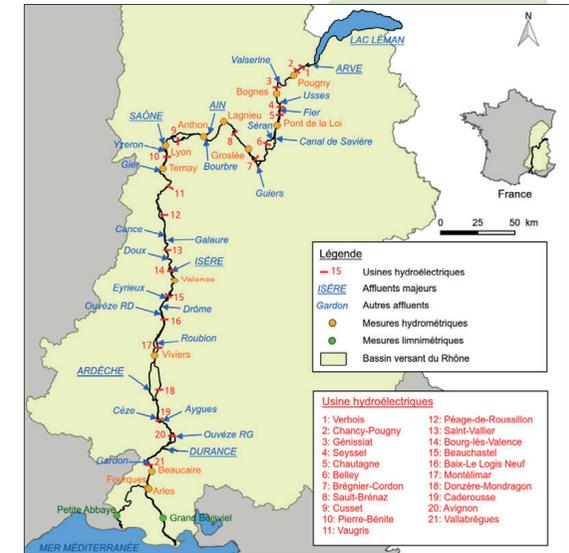
Emprise du modèle

Contenu du modèle

- 87'600 km² drainé
- 545 km de linéaire
- 21 aménagements
- 26 affluents
- 6 affluents majeurs
- Delta

Objectifs du modèle

- Reproduire les écoulements
- Consignes des aménagements
- Transport sédimentaire
- Zones de dépôts



Présentation du modèle numérique

Deux codes numériques couplés (Irstea)



- Hydraulique + Transport de sédiments en suspension
- Temps de calcul assez courts
16 jours sur un tronçon de 300 km → 5 minutes

Hydraulique fluviale : code MAGE

- Equations de Saint-Venant 1D
- Lits composés (frottements différents selon lit mineur / majeur)
- Bifurcation, confluence, plusieurs conditions aval (delta)



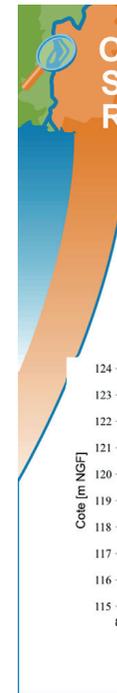
(Hawai-sur-Rhône, décembre 2003 ; Eauxvives.org)

Transport de sédiments en suspension : code Adis-TS



(Crue Arve, mai 2015 ; M. Girardin)

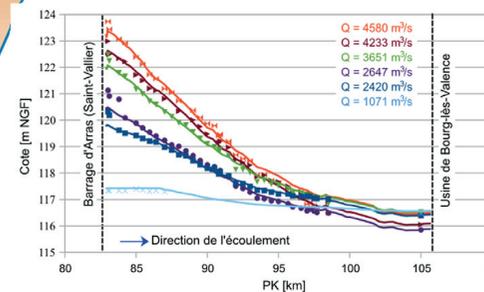
- Décomposition de l'écoulement selon les apports des affluents
- Modélisation du transport d'un contaminant
- Modélisation du transport de matières en suspension
- Evaluation du dépôt / reprise de sédiments sur un tronçon
- Limitation : pas de charriage ni d'évolution des fonds

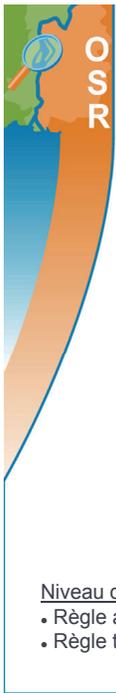


Spécificités du modèle

Général

- Bathymétries des affluents majeurs
Arve, Ain, Saône, Isère, Durance
- Calage et validation du modèle sur une large gamme de débits (étiage à crue) avec des coefficients de frottements constants (K)

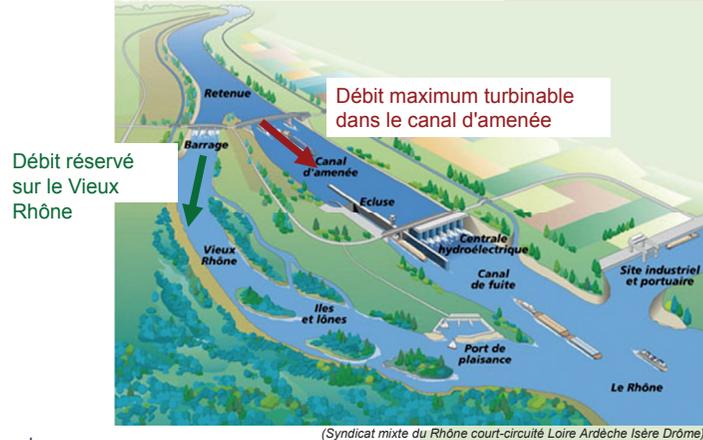




Spécificités du modèle

Consigne d'exploitation des ouvrages

Répartition des débits



Niveau de la retenue

- Règle automatique : Niveau déterminé en fonction du débit entrant dans la retenue
- Règle temporelle : Niveau choisi en fonction du temps (chasses,...)



Cas d'application du modèle 1D du Rhône

Période entre le 22 mai 2012 et le 04 juin 2012

- Semaine qui précède les chasses du Haut-Rhône
- (abaissement Génissiat le 04 juin)
- Crue sur des affluents mineurs (Guiers et Fier)

Problématique

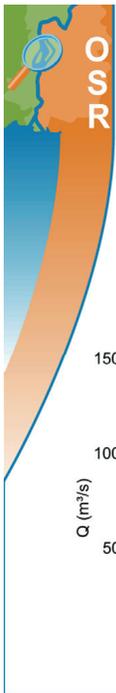
- Traçage des particules à la station de Jons
- Croisement avec le traçage par les signatures métaux
- Détermination des contributions des affluents



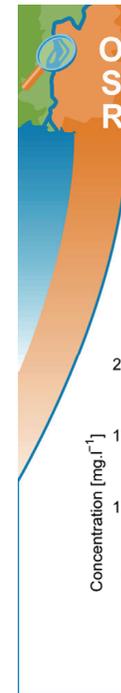
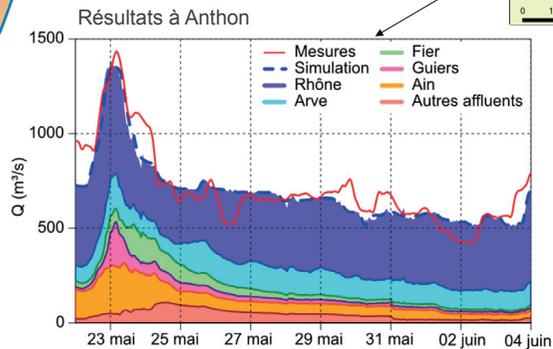
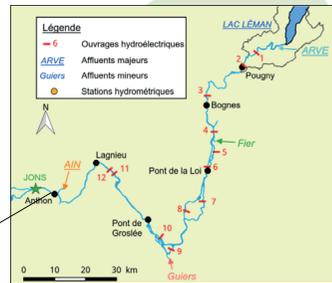
(Piège à sédiments, Jons, Photo Irstea)

Hypothèses de modélisation

- Non-prises en compte des éclusées de Génissiat
- Apports du Fier, de l'Ain et de la Bourbre calculés par les relations $C_s = f(Q)$ définies par Launay (2014)
- Granulométrie simple ($d = 20 \mu m$)
- Paramètres d'Adis-TS calés et validés par Guertault (2015) sur la retenue de Génissiat

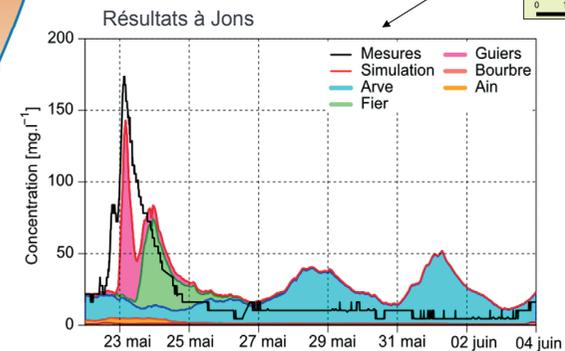
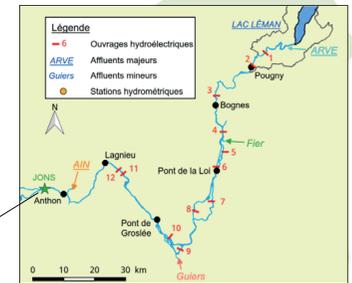


Décomposition des hydrogrammes



Décomposition des apports en soluté

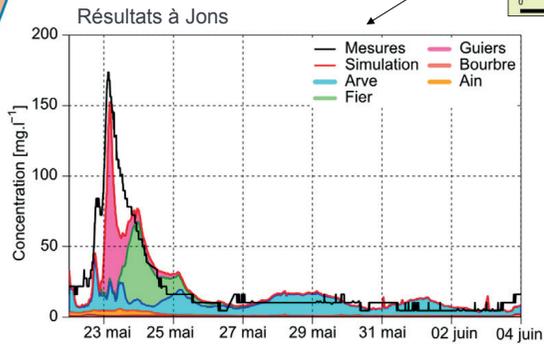
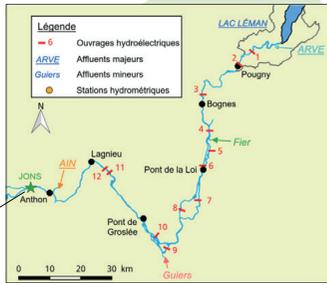
Hypothèse : Pas de dépôt ni d'érosion





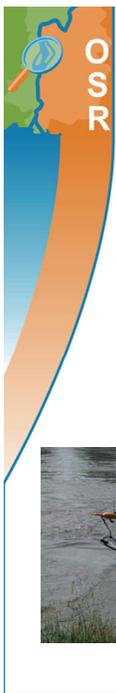
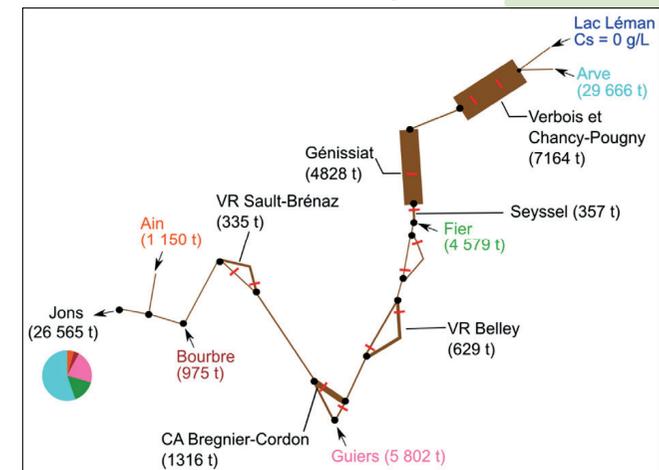
Décomposition des apports en MES

Diamètre des sédiments : $d = 20 \mu\text{m}$
 Dépôt et reprise pris en compte



Etude des zones de dépôts

Apports et dépôts sur le Haut-Rhône
 (du 22 mai 2012 au 04 juin 2012)



Conclusions et perspectives

Avancées du modèle numérique

- Modèle fonctionnant entre le lac Léman et la mer Méditerranée
- Outil d'aide à la compréhension des processus
- Modélisation des flux de MES et de contaminants
- Modélisation à valider sur des événements suivis
- Implémentation du charriage dans Adis-TS (OSR4)

Limitations

- Manque de données MES mesurées en continu
- Manque d'information sur les granulométries des affluents / événements
- Opérations journalières non incluses dans le modèle



Cas d'applications déjà testés

- Crue de mai-juin 2008 sur l'Isère et la Durance
- Chasse 2012 du Haut-Rhône
- Laves torrentielles de l'Arc en 2014
- **Chasse de mai 2015 sur l'Isère**



Grand Parc de Miribel-Jonage

Programme de restauration et enjeux de ce territoire

Laure-Helène Garaffa, EDF
Catherine Petit, SEGAPAL
Elodie Renouf, Métropole de Lyon



Rhône Miribel Jonage Programme de restauration

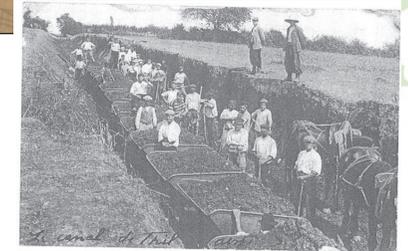
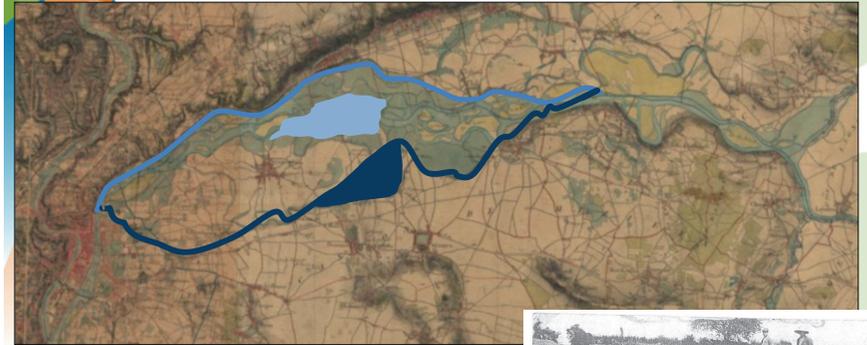


ZABR graie

Journée de l'Observatoire des Sédiments du Rhône – 12 octobre 2015



Historique



Le creusement du canal à THIL. Cliché pris avant 1856



Fonctionnement

brèches de débordement

débit réservé 30/60 m3/s

débit turbiné < 640 m3/s

rus et îlons

zone inondable

plans d'eau nappes d'eau souterraines

3



Dysfonctionnement

Perte de biodiversité

Enfoncement du canal de Miribel

Erosions et inondations

Engrèvement delta Neyron Colmatage Vieux Rhône

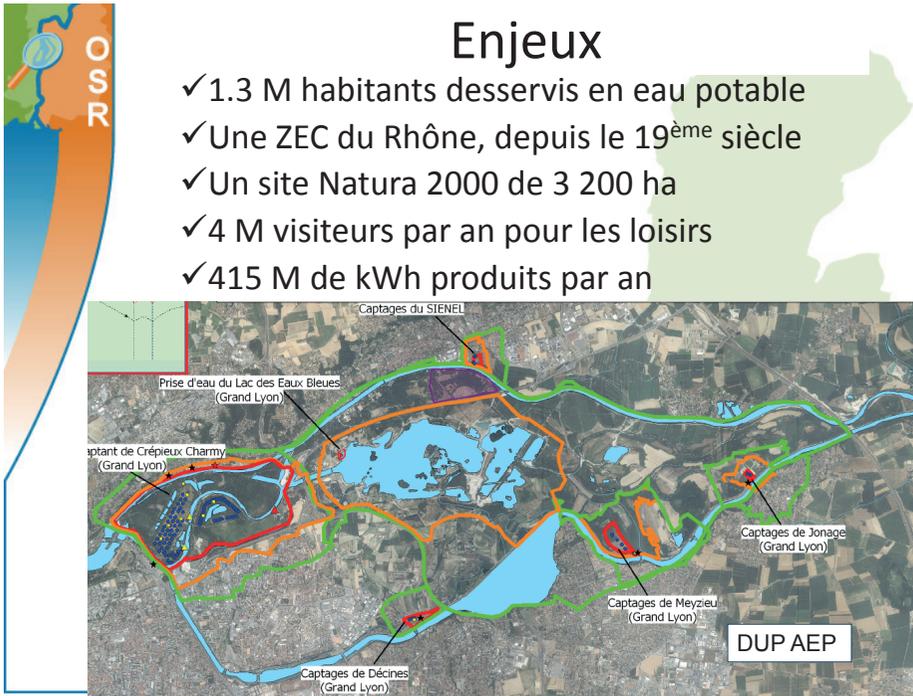
Risques de pollution

Abaissement des nappes et des lacs

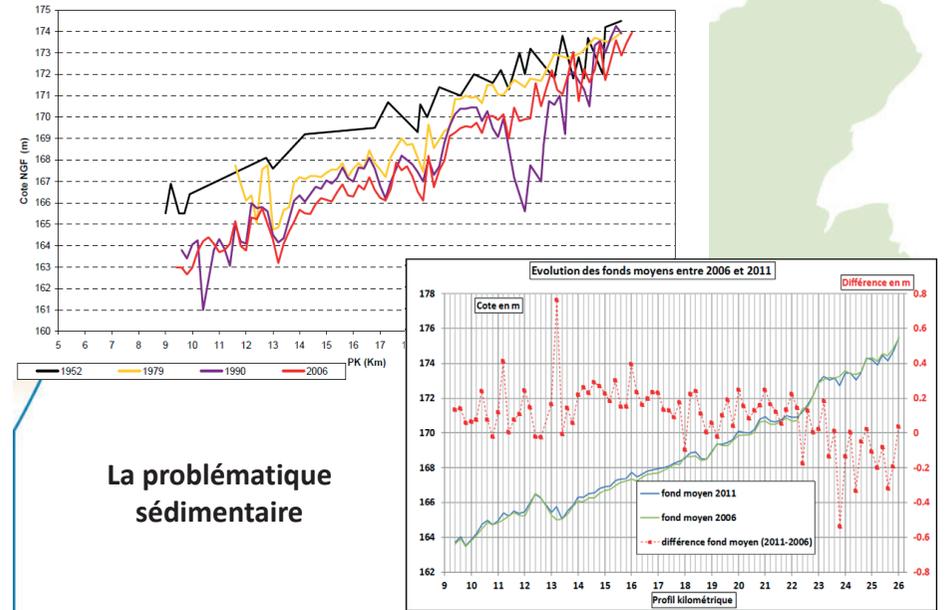
Développement Herbiers Lac des Eaux Bleues

Enjeux

- ✓ 1.3 M habitants desservis en eau potable
- ✓ Une ZEC du Rhône, depuis le 19^{ème} siècle
- ✓ Un site Natura 2000 de 3 200 ha
- ✓ 4 M visiteurs par an pour les loisirs
- ✓ 415 M de kWh produits par an

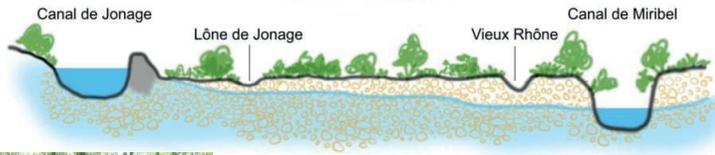


PROFIL EN LONG DU CANAL DE MIRIBEL

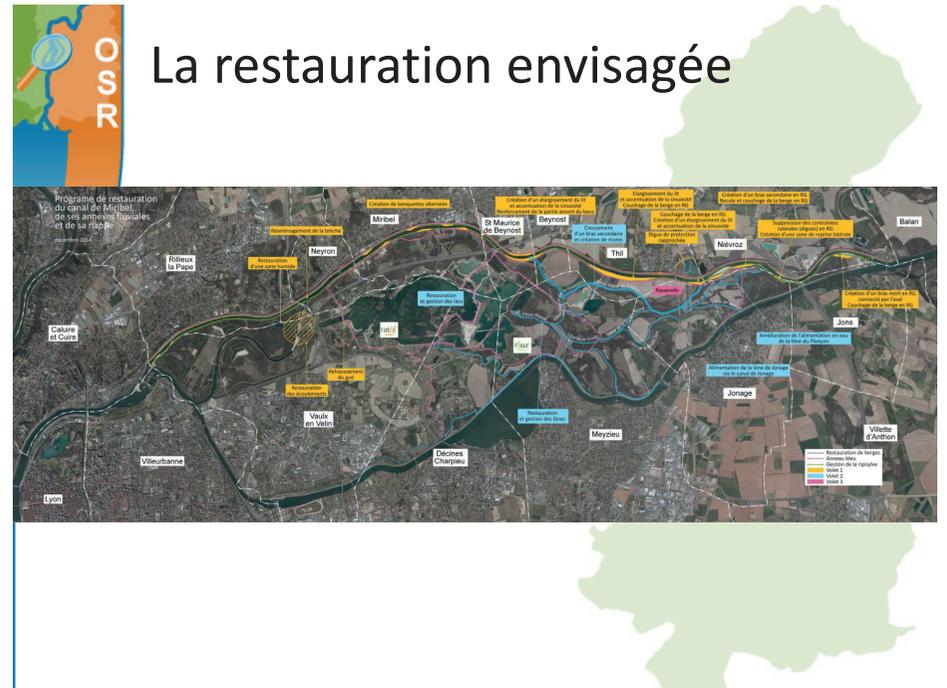


La problématique sédimentaire

La problématique sédimentaire



La restauration envisagée

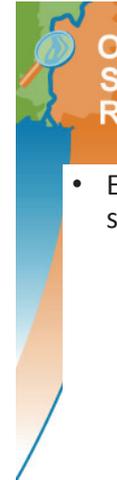




Un premier contrat 2015-2020

- Réaliser les actions à caractère d'urgence
- Restaurer les berges à enjeux
- Expérimenter les actions de restauration fonctionnelle

➤ Une étude d'impact « programme »



Stratégie sédimentaire

- Enjeux pour la Métropole de Lyon vis-à-vis de la gestion sédimentaire :
 - Remonter le fond du canal
 - Limiter l'apport solide au delta de Neyron tout en assurant un débit liquide suffisant
 - Limiter le colmatage du champ captant
 - Evaluer la capacité du transport sédimentaire et ses enjeux dans la traversée de Lyon
- Lancement d'une étude de stratégie et de gestion sédimentaire dans le cadre du contrat, portée par la Métropole avec l'ensemble des partenaires, dans le cadre du contrat

VISITES TECHNIQUES

Station de mesure des flux de Jons
Station turbidimétrique
Piège à particules

Alexis Buffet, IRSTEA
Marina Coquery, IRSTEA
Aymeric Dabrin, IRSTEA
Josselin Panay, IRSTEA

Stratégie d'observation pour la quantification des flux de contaminants particulaires dans le Rhône : l'Observatoire des Sédiments du Rhône (OSR)

C. Le Bescond¹, F. Thollet¹, J. Le Coz¹, M. Launay¹, H. Angot¹, M. Coquery¹, S. Gairoard², O. Radakovich², C. Antonelli³, F. Eyrolle-Boyer³, P. Rainbaud⁴, I. Parraud⁵ – Contact: chloe.lebescond@irstea.fr
¹Istea, Lyon-Villeurbanne, France; ²Cerege, Aix-en-Provence, France; ³IRSN, Saint Paul Lez Durance, France; ⁴MIO, Marseille, France; ⁵Ifremer, La Seyne-sur-Mer, France

INTRODUCTION

Most of the suspended particulate matter (SPM) and associated contaminants delivered to the Mediterranean Sea is carried by the Rhône river. However, accurate estimations of particulate contaminant fluxes along the Rhône river and its tributaries are complex due to:

- Difficulties to assess river fluxes because of temporal and hydrological variabilities;
- Incomplete available data on SPM and particulate contaminant concentrations.

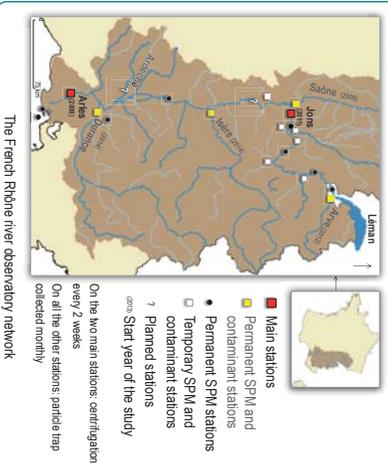
A long-term goal of the Rhône Sediment Observatory (2009-2017) is to **produce dense datasets** in order to **quantify both SPM and associated contaminants fluxes** (trace metals, polychlorobiphenyls) in a **robust way**, from hydrological events to annual scales.

A STRATEGY FOR EVALUATING CONTAMINANT FLUXES

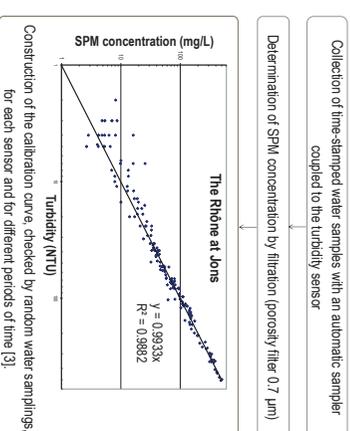
Through a distributed network of permanent and temporary stations in the Rhône river and its main tributaries, the observation strategy developed in the OSR program consists in **monitoring the 3 parameters** required in the calculation of the particulate contaminant flux $\Phi_{contaminant}$ ($\mu\text{g/s}$):

$$\Phi_{contaminant} = \int_T Q \cdot C_{SPM} \cdot C_{contaminant} \cdot dt$$

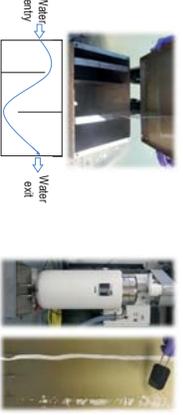
- **Q: the water discharge** (m^3/s):
- Continuously measured at **hydrometric stations** with a stage-discharge rating curve checked by stream gauging;
- The systematic errors are negligible, within 2%-6%.



- C_{SPM} : the continuous **SPM concentration** time-series (g/L) established from:
- A **turbidity dataset**, recorded continuously every ten minutes;
- A **calibration curve**, to convert turbidity into SPM concentration.



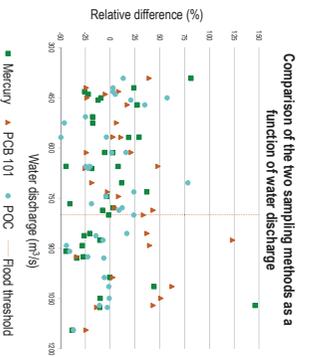
- $C_{contaminant}$: the **contaminant concentrations** ($\mu\text{g/kg}$) in SPM collected with different techniques:
- A continuous-flow **centrifuge**, used as the reference;
- An **integrative particle trap** in the rivers [2], allows to complete the network in a cheap and handy way.



The performed analyses on SPM are: PCBs, mercury, metallic trace elements, particulate organic carbon (POC) and grain-size distribution.

RESULTS

- **Complementarity of the SPM sampling methods**
- We compared particulate contaminants and POC concentrations in SPM sampled together with a centrifuge (n=43) or a particle trap (n=40) from August 2012 to April 2014.

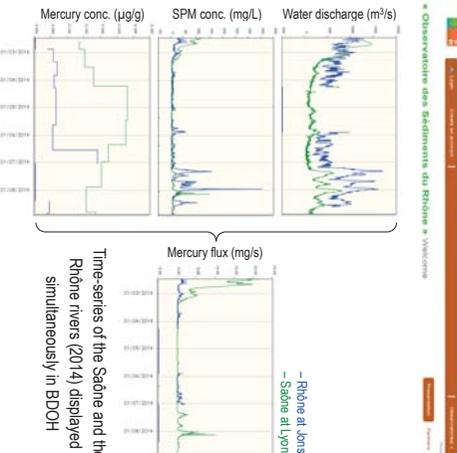


- Concentrations of mercury (Hg), PCB 101 and POC are **comparable for the two sampling techniques**, even during floods, as the analytical uncertainties are 15% for Hg, 30% for PCB 101 and 10% for POC.

→ However, the sedimentation process in particle traps remains unknown and will be studied in an experimental flume under controlled conditions.

- **Data storage**

Particulate contaminant fluxes are calculated using continuous time-series in a dedicated online database: <https://odoh.irstea.fr>

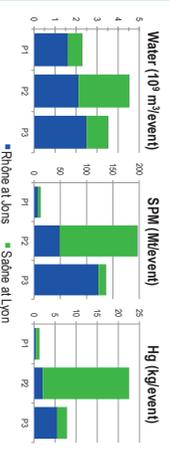


→ The datasets had permitted to develop a **1-D hydraulic-SPM numerical model** of the Rhône to understand and predict the propagation and fate of particulate fluxes.

- **Example of fluxes assessments**

We calculated fluxes assessment on the Saône at Lyon and the Rhône at IJONS, on 3 periods with various hydrological conditions.

Hydrological condition	Period	Duration (days)	Q mean (m³/s)	[SPM] mean (mg/L)	[Hg] mean (µg/g)	
P1	Low water	09/03/14 - 09/04/14	31	588	4.8	0.065
P2	Flood event on the Saône	11/02/14 - 11/03/14	28	850	20.3	0.148
P3	Flood event on the Rhône	20/07/14 - 20/08/14	31	939	40.9	0.045



- Contaminant fluxes are mainly governed by **SPM fluxes**, and to a lesser extent by **contamination levels**.

- Although the water discharge is lower on the Saône, the contribution of both rivers regarding **particulate contaminant fluxes is similar**.

→ **Each main tributary needs to be monitored** to quantify its SPM and associated contaminants inputs to the Rhône river.

REFERENCES AND ACKNOWLEDGMENTS

[1] Launay, M. (2014), Flux de métaux en suspension, de mesure d'adsorbés PCB/particules dans le Rhône, du Léman à la Méditerranée, PhD thesis, Université Claude Bernard Lyon 1, France, 478p.
 [2] Schuler, T., Rozain, M., Schiellerkerken, C., Kröner, A., Demare, H.-D., Wehrli, R., Winkler, A. and Pechel, A., 2007, The German Environmental Specimen Bank: Sampling, processing and archiving sediment and suspended particulate matter. J. Soils Sediment., V. 7, no. 6, p. 381-387.
 [3] Thollet, F., Le Coz, J., Andrieu, G., François, P., Sapialetta, L., Launay, M., Camenen, B. (2013), Influence de la granulométrie des particules sur la mesure par turbidimétrie des flux de métaux en suspension dans les cours d'eau, Houille Bichre-Bevue Internationale de l'eau, vol. 1, p. 50-56.
 [4] Baeyens, W. (2014), Le projet Base de Données pour les Observations en Hydrologie: un outil pour le benchmarking, la gestion et la mise à disposition des données issues des observations hydrologiques de long terme à l'échelle internationale de l'eau, vol. 1, p. 33-38.
 This work has been conducted as part of the Rhône Sediment Observatory project, funded by the Plan Rhône, FEDER, CNR, EDF, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Région PACA, Région Rhône-Alpes, Région Languedoc-Roussion. The PhD scholarship of M. Launay was funded by the Rhône-Alpes regional council. Authors also thank many collaborators of Istea, Cerege, IRSN, MIO and Ifremer for their contributions to the field experiments and the chemical analyses.

Fonctionnement hydro-sédimentaire

Evolutions morphologiques et enjeux associés

Transit de la charge de fond et transparence du barrage

Mathieu Cassel, EVS

Thomas Depret, EVS

Hervé Piégay, EVS

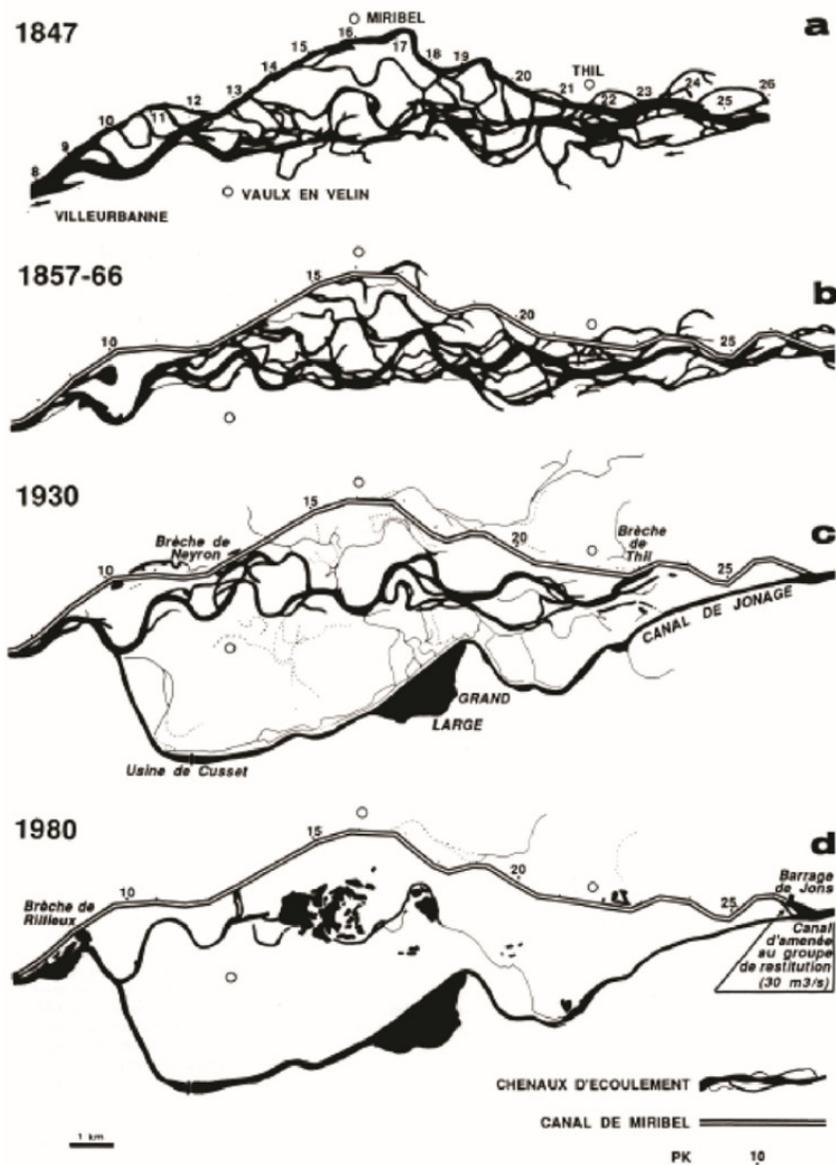


Figure 1 - Evolution morphologique de la plaine alluviale de Miribel-jonage. 1847 : avant aménagement. 1857-66 : après achèvement de l'endiguement. 1930 : après la construction du canal de Jonage et un important assèchement de la plaine entre les deux acanaux. 1980 : état récent. Source : Poinart et al., 1989.

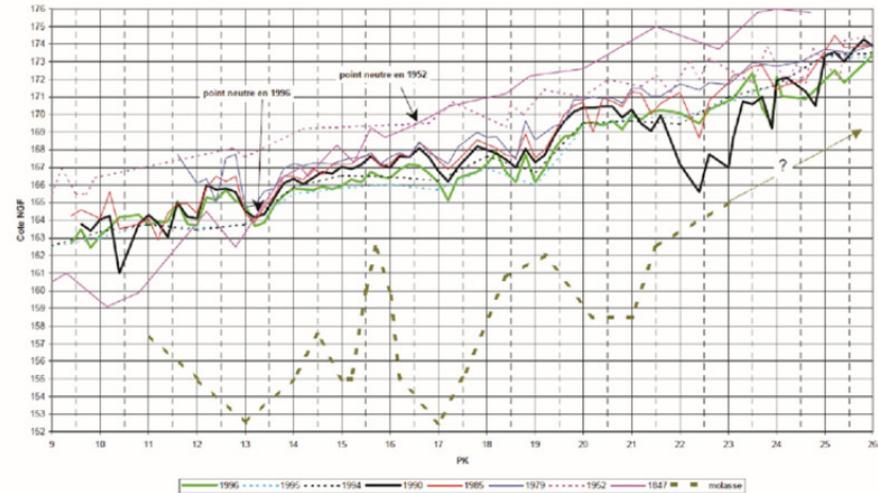


Figure 2 - Profils en long du canal de Miribel depuis 1847 (fond du talweg). Source : Malavoi, 2000.

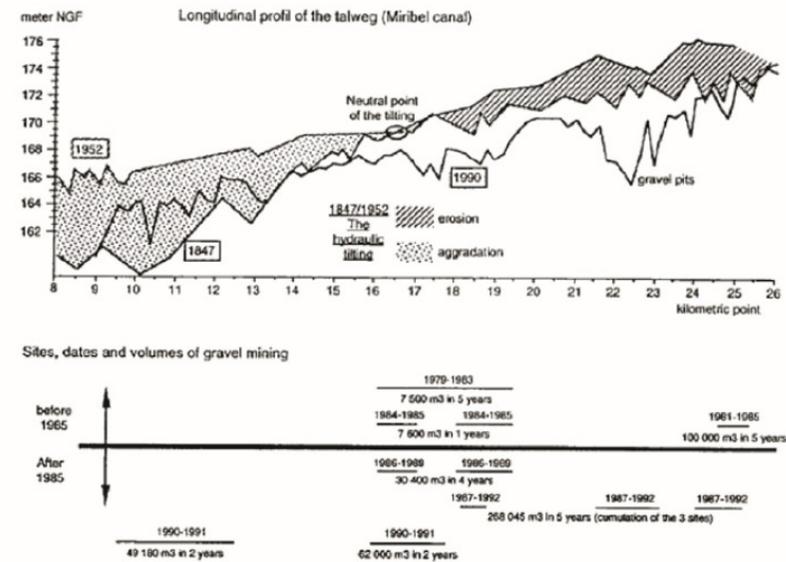


Figure 3 - Extractions de granulats sur le canal de Miribel et évolution du thalweg. Source : Petit et al., 1996.

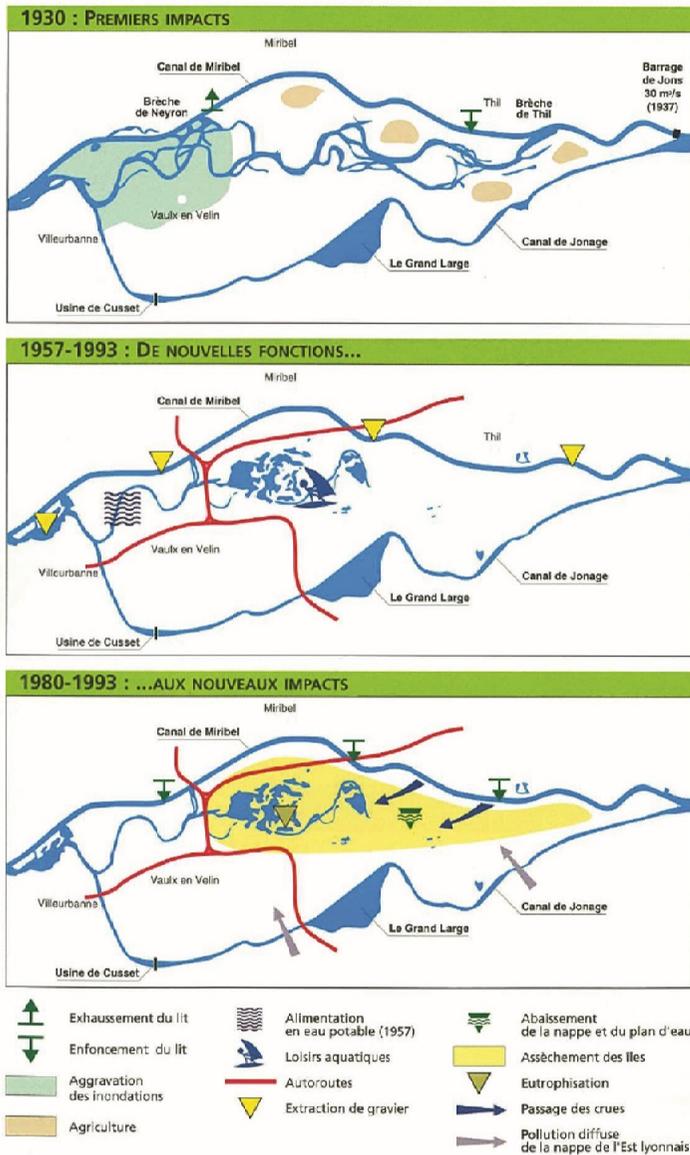


Figure 4 - Principales activités anthropiques sur l'île de Miribel-Jonage
 Source : Bravard, 1992 (tiré de BURGEAP, 2008).

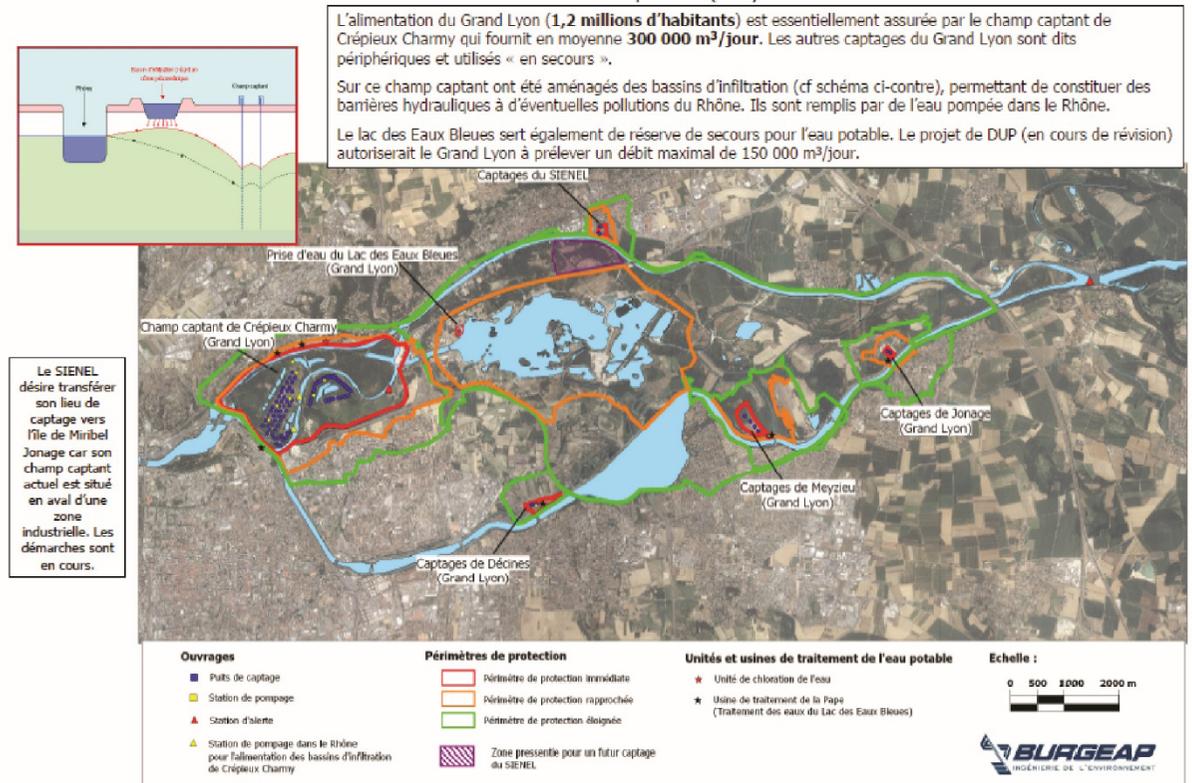


Figure 5 - Répartition des captages sur l'île de Miribel-Jonage
 Source : Burgéap, 2008

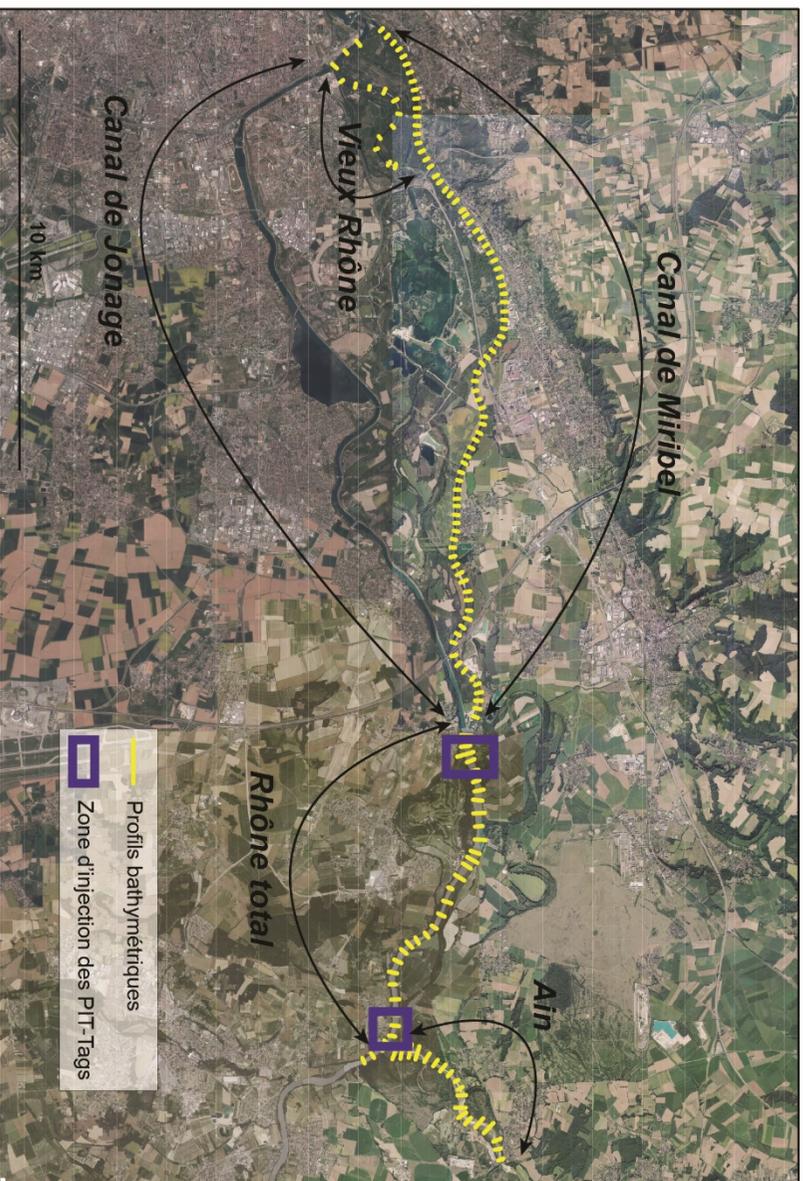


Figure 6 - Localisation des zones d'injection de traceurs actifs et des profils bathymétriques permettant d'assurer le suivi de l'évolution morpho-sédimentaire du complaxe Ain - Rhône- Canal de Miribel



Figure 7 - Localisation des profils d'injection des tags actifs à l'amont du barrage de Jons

Les transpondeurs (aussi appelés « tags ») permettent une identification individuelle de chaque particule marquée. Il en existe plusieurs types qui se différencient principalement par :

- La fréquence d'émission du signal (cf. tableau) :
- La source d'énergie qui les alimente (cf. tableau) :
 - Les tags passifs ne disposent pas de batterie et sont alimentés par les ondes transmises par l'antenne qu'ils convertissent en électricité pour émettre leur signal ;
 - Les tags actifs sont équipés de batterie dont ils utilisent l'électricité pour émettre ;

	Basse fréquence	Haute fréquence	Ultra haute fréquence
Fréquences utilisées	125 KHz 134,2 KHz	13,56 MHz	433 MHz 860-960 MHz
Fonctionnement	Passif	Passif ou actif	Passif ou actif
Distance de détection	< 1 m	≈ 1 m	≈ 2 – 80 m
Vitesse de lecture / Protocole anti-collision	--	-	++

1. Transpondeurs passifs basse fréquence (appelés PIT tags).

Historiquement utilisés pour le suivi des poissons et à partir de 2005 pour le traçage de particules sédimentaires.

Avantages :

- Bon marché : on peut en installer un grand nombre ;
- Petite taille : on peut équiper des particules relativement petites (jusqu'à 20mm) ;

Inconvénients :

- Distance de détection faible (inférieur au mètre) ;
- Problèmes de collision si plusieurs tags sont dans le champ de l'antenne (un seul tag détecté, distance de détection réduite, etc...);



2. Transpondeurs actifs ultra haute fréquence :

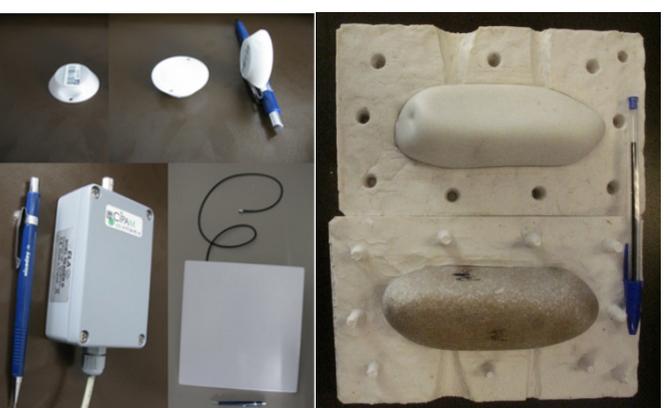
D'abord utilisé pour le suivi de bois flotté en rivière.

Avantages :

- Distance de détection décimétrique dans l'air et pluri-métrique dans l'eau ou les sédiments ;
- Pas de problème de collision ;
- Possible spatialisation de la puissance du signal ;

Inconvénients :

- Prix plus élevés ;
- Taille des tags relativement importante rendant compliquée leur insertion dans des particules naturelles (surtout pour de petites particules). C'est pourquoi on les incorpore à des galets moulés en matière synthétique (mélange de résine polyuréthane et de corindon).



Z A B R

Zone Atelier Bassin du Rhône

graie

Domaine scientifique de la Doua
66 bd Niels Bohr - CS 52132
F-69603 Villeurbanne Cedex

Tel : 04 72 43 83 68 - Fax : 04 72 43 92 77
e-mail : asso@graie.org - www.graie.org