

## Projet COARSED : Retour d'expérience international sur la gestion intégrée des sédiments grossiers dans les grands fleuves aménagés comme réponse aux enjeux écologiques, de sûreté-sécurité et socio-économiques

*COARSED project: International experience feedback on the integrated management of coarse sediments in large rivers as a response to ecological, safety-security and socio-economic issues*

**Frédéric LAVAL** (GINGER BURGEAP, Grenoble, France) [f.laval@groupeginger.com]

**Jean-Marie COME** (GINGER BURGEAP, Lyon, France) [jm.come@groupeginger.com]

**Hervé PIEGAY** (Ecole Normale Supérieure, Lyon, France) [herve.piegay@ens-lyon.fr]

### RÉSUMÉ

La gestion sédimentaire des fleuves est un enjeu de gestion durable des territoires, à l'interface entre les processus naturels dans les bassins versants et le développement des usages de l'eau dans les vallées. Le besoin d'une gestion sédimentaire globale et intégrée s'impose progressivement dans les systèmes aménagés où les équilibres naturels sont modifiés, à mesure que les impacts des aménagements anciens ou actuels se cumulent et que l'atteinte d'un meilleur fonctionnement des hydrosystèmes devient nécessaire pour rendre plus durable les services rendus. Le fleuve Rhône est directement concerné par ces types d'enjeu et a fait l'objet entre 2018 et 2022 d'une étude permettant de définir un « schéma directeur de gestion sédimentaire ». Dans cette gestion sédimentaire, le volet concernant les sédiments grossiers (gravier, cailloux) s'avère particulièrement sensible pour son rôle structurant dans l'atteinte du bon état écologique et pour les contraintes qui émergent à l'interface avec les enjeux de sûreté-sécurité et les usages socio-économiques. De grands principes d'actions-clé peuvent être définis, mais considérant que le fleuve est un cas particulier sur le territoire français, il est nécessaire de rechercher des retours d'expérience sur des fleuves européens (Danube, Rhin, Pô, Rhône Suisse, Isar, etc.) afin de préciser la faisabilité de ces actions. Ainsi, le projet COARSED a été établi sur la période 2024-2026 pour analyser ces opérations sur les plans techniques, opérationnelles, réglementaires, et en tirer des recommandations de mise en œuvre. Les premières analyses seront disponibles à la fin du premier semestre 2025.

### ABSTRACT

River sediment management is a key issue in sustainable land management, at the interface between natural processes in watersheds and the development of water uses in valleys. The need for comprehensive, integrated sediment management is gradually becoming apparent in developed systems where natural balances are being altered, as the impacts of past and present developments accumulate, and as better functioning of hydrosystems becomes necessary to make the services provided more sustainable. The Rhône River is directly concerned by these types of issues, and between 2018 and 2022 has been the subject of a study to define a "sediment management master plan". In this sediment management scheme, the aspect concerning coarse sediments (gravels, pebbles) is particularly sensitive for its structuring role in achieving good ecological status, and for the constraints that emerge at the interface with safety-security issues and socio-economic uses. The main principles of key actions can be defined, but given that the Rhône river is a special case in France, it is necessary to look for feedback from European rivers (Danube, Rhine, Po, Swiss Rhône, Isar, etc.) in order to clarify the feasibility of these actions. The COARSED project has therefore been set up for the period 2024-2026 to analyze these operations from a technical, operational and regulatory point of view, and to draw up recommendations for their implementation. The first analyses will be available at the end of the first half of 2025.

### MOTS CLÉS

Bon état écologique, fleuves aménagés, gestion sédimentaire, retour d'expérience, sédiments grossiers

*Good ecological status, developed rivers, sediment management, experience feedback, coarse sediments*

---

## 1 CONTEXTE ET ENJEUX

La gestion sédimentaire des fleuves est un enjeu de gestion durable des territoires, à l'interface entre les processus naturels dans les bassins versants et le développement des usages de l'eau dans les vallées. Le besoin d'une gestion sédimentaire globale et intégrée s'impose progressivement dans les systèmes aménagés tels que le Rhône où les équilibres naturels sont modifiés, à mesure que les impacts des aménagements anciens ou actuels se cumulent et que l'atteinte d'un meilleur fonctionnement des hydrosystèmes devient nécessaire pour rendre plus durable les services rendus.

A l'échelle européenne, peu de grands fleuves disposent d'une vision globale des enjeux hydrosédimentaires (Rhin, 2017 ; Danube, 2019). Le fleuve Rhône a fait l'objet d'une étude globale et intégrée, dénommée « étude préalable au schéma directeur de gestion sédimentaire (SDGS) (2022), qui a permis de dresser un état des lieux des enjeux liés au fonctionnement hydrosédimentaire et de proposer des orientations de gestion et de restauration dans l'objectif d'atteindre le bon état écologique.

Dans cette gestion sédimentaire, le volet concernant les sédiments grossiers (gravier, cailloux) est particulièrement sensible. En effet, les sédiments grossiers sont à la fois des éléments structurants du lit, à la base des composantes morphologiques et écologiques (habitats, formes alluviales, habitats aquatiques, humides, terrestres) et à la fois des éléments majorants les contraintes liées aux risques (sûreté des ouvrages, sécurité des biens et des personnes) et aux usages du milieu alluvial (navigation, hydroélectricité, prises d'eau, etc.). Les enjeux précédents sont majorés en cas de déséquilibre hydrosédimentaire. Les situations d'excédent résultent globalement du fait que les apports des affluents sont supérieurs aux flux qui peuvent être transités sur l'axe principal, sous l'influence des aménagements contemporains (barrages de retenue, dérivations, diffluences). Les situations déficitaires résultent de l'absence de transit depuis l'amont et touchent la plupart tronçons court-circuités ainsi que certains tronçons de Rhône total.

Or, la plupart des linéaires prioritaires pour l'atteinte du bon état / bon potentiel écologique (BEE/BPE) sont des secteurs déficitaires. Pour rétablir les équilibres, il serait alors logique de transférer des sédiments grossiers depuis des secteurs excédentaires vers des secteurs déficitaires, produisant ainsi une synergie entre les obligations de gestion des opérateurs et les actions de restauration visant le bon état ; cependant, ce type d'action doit être réalisé en maîtrisant les impacts écologiques, les enjeux de sûreté-sécurité ou les usages socio-économiques, tout cela dans un contexte de changement climatique.

Ainsi, si les grands principes d'actions peuvent être formulés, il est encore nécessaire de préciser la faisabilité des actions, de définir les lieux et modalités de réinjection les plus adaptés et les bénéfiques écologiques qui peuvent être attendus. Le Rhône, du fait de son large territoire et de sa puissante hydrologie, présente un cas particulier sans équivalent à l'échelle du territoire français. A l'échelle européenne, son fonctionnement hydrosédimentaire peut se rapprocher de cours d'eau de piémont alpin, tels que le Rhin, le Danube, l'Isar ou le Pô. Pour de tels fleuves, où des plans de gestion sont à l'étude ou ont été établis, des retours d'expérience peuvent être établis. Ces retours d'expérience peuvent bénéficier au Rhône (et réciproquement) en termes d'enjeux/objectifs (écologie / BEE-BPE, sûreté-sécurité, usages socio-économiques), de faisabilité technique, de contexte réglementaire et de coûts. Il existe donc un fort intérêt à partager les expériences de gestion au niveau européen pour les sédiments grossiers de façon à être en mesure d'émettre des recommandations opérationnelles pour une gestion plus vertueuse.

Le projet COARSED porte sur la période entre l'automne 2024 et fin 2026, avec une phase d'enquête menée au premier semestre 2025 à l'issue de laquelle les premiers retours d'expérience seront disponibles.

## 2 OBJECTIFS ET MOYENS DU PROJET

### 2.1 Cadre général

L'objectif général du travail de R&D, qui résulte des enjeux déclinés précédemment, est de consolider des recommandations et outils opérationnels sur la gestion des sédiments grossiers du fleuve Rhône (dragages, transports, réinjection ou autres destinations, restauration écologique associée) pour permettre l'atteinte du BEE/BPE tout en assurant un équilibre durable entre les enjeux écologiques, sûreté-sécurité et socio-économiques.

Le projet COARSED prévoit 3 missions principales jusqu'à la soutenance d'une thèse en AE par M.Frédéric LAVAL. Parmi ces missions, la « Mission B – Retour d'expérience partagé sur la gestion des matériaux grossiers de grands fleuves européens aménagés » correspond au contenu de la présente communication. Dans cette

Mission B, il s’agit donc de replacer les perspectives de gestion des sédiments grossiers du Rhône à l’échelle européenne et de les partager avec des acteurs européens intéressés par ces éléments de connaissance. Les étapes prévues sont les suivantes :

- Définition des orientations de travail : définition des points à travailler ; échanges avec partenaires ; sélection des fleuves associés ; bibliographie ; définition d’une grille d’analyse des pratiques de gestion ;

Il sera fait référence à des cours d’eau européens, en configuration de piémont (forte pente, forte charge sédimentaire, hydrologie puissante), dont les processus morphologiques, aménagements et modalités de gestion peuvent être similaires à ceux du fleuve Rhône. Parmi ces cours d’eau on peut identifier à ce stade : le Rhin, le Danube, la Meuse, le Pô, l’Isar, l’Inn, etc. ;

- Enquêtes auprès de scientifiques / gestionnaires / services d’Etat de fleuves européens ayant engagé des actions de gestion des matériaux grossiers : échanges bilatéraux avec des interlocuteurs internationaux, en ciblant notamment les aspects scientifiques, opérationnels et réglementaires. Animation de réunions de partage en visio-conférence ;
- Valorisation scientifique : rédaction d’une publication scientifique ; présentation orale dans un colloque international.

## 2.2 Premier niveau de typologie des actions à analyser

Parmi les actions-clés à analyser, il est proposé de focaliser sur les actions de gestion en sédiments grossiers (de type dragage) combinées avec des actions de réutilisation des sédiments au profit du bon fonctionnement hydrosédimentaire de la rivière. Dans ces actions, on peut citer notamment les actions de réinjection sédimentaire, qui peuvent être associées ou non à des projets plus globaux (restauration de l’hydrosystème). Dans certaines situations, les matériaux sont exportés de l’hydrosystème et ne sont pas réemployés au profit du fonctionnement de la rivière ; il est alors nécessaire de comprendre les conditions qui permettent de privilégier une telle destination pour les sédiments. Ainsi un premier niveau de typologie d’actions peut être pré-identifié :

- Actions de réinjection sédimentaire : a) dans des tronçons courants ; b) dans des tronçons court-circuités ; c) dans des retenues ; d) en amont immédiat d’un barrage ;
- Réinjection associée avec une action de restauration morphologique ;
- Réinjection associée avec un export pour une partie des excédents en dehors du système alluvial.

Tableau 1 : Récapitulatif des cours d’eau, actions-clés et partenariats envisagés dans la Mission B

Rivers	Partners			Actions of gravel augmentation... (actions de réinjection sédimentaire)				... associated with morphological restoration (associées avec de la restauration morphologique)	... part of the excess volumes is exported out of the alluvial system (une partie des excès est exportée)
	Scientists (scientifiques)	Main practitioners (principaux gestionnaires)	Water/sediment policies (including GEP) (réglementation eau/sédiment, y compris bon état écologique)	...into free flow sections (dans des tronçons courants)	...into bypassed channels (dans des tronçons court-circuités)	... into impoundments (dans des retenues)	... upstream of a diversion dam (en amont immédiat d'un barrage)		
<b>Rhône</b>	OSR (H.PIEGAY)	CNR, EDF, EP Grand Lyon	DREAL, Water Agency	<b>Grand Rhône aval Arles</b> (St-Vulbas, Palier d'Arles)	Several Vieux Rhône (Chautagne, Péage de Roussillon, Donzère) (CNR) <i>Several others</i>	<b>Bourg-lès-Valence (CNR)</b> Jons (EDF)	Jons dam (EDF)	Péage de Roussillon, Donzère, Baik, etc. <i>Restauration Vieux Rhône de Pierre-Bénite</i>	Pierre-Bénite, St-Vallier, VR Neyron (EPGL) <i>Fosse de la Feysine (MDL)</i>
<b>Danube</b>	Boku (H.HABERSACK)	Vladonau (Julia KNEIFEL), hydroplant managers (?)	?	<b>Downstream Freudenau</b>	<i>Gabčíkovo (SK, H) ?</i>	<b>Upstream Vienna (Ashasch impoundment)</b>	?	Danube-Auen park	<i>Impoundments upstream Vienna ?</i>
<b>Rhine</b>	Univ. Strasbourg (Laurent SCHMIDT) ? (German part)	EDF, VNF (French part) FWSA (German part)	Région Grand Est (Christian BLUM) DREAL (Françoise ERB-MARCHAL) Allemagne Harald KLUMPP	<b>Downstream Iffezheim</b>	<b>Kembs</b> <i>New project ?</i>	?	?	<b>Kembs restoration</b>	?
<b>Meuse/Maas</b>	Hermjan BARNEVELD (Wageningen Univ.) T.HECKMANN (Ingolstadt)	?	Roy FRINGS, Frank COLLAS (Rijkswaterstaat) Bavarian Environment Agency	<i>Downstream Borgharen ?</i>	-	?	?	<b>Grensmaas restoration</b>	<b>Grensmaas excavations</b>
<b>Isar</b>		?		-	<b>Upstream of Munich</b>	-	?	<b>Munich (Isar Experience)</b>	<i>Which fate for excess volumes ?</i>
<b>Po</b>	Simone BIZZI, Nicola SURIAN (Univ Padova)	ENEL (Isola Serafini) (?)	Andrea COLOMBO (Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po) Andrea Goltara (Italian Center for River Restoration)	?	<i>Serafini Island ?</i>	-	?	?	?
<b>Rhône suisse</b>	Giovanni DE CESARE (EPFL)	?	Tony ARBORINO (Etat du Valais)	?	?	?	?	<b>3ème correction du Rhône</b>	?
<b>Inn</b>	Maximilian KUNZ, Silke Wieprecht (Univ. of Stuttgart)	?	?	?	<b>Töging</b>	?	?	?	?

**Bold** : already practiced (or ready to be practiced)  
*italic* : potential (in project ?)  
- : does not exist

---

### 3 RESULTATS ATTENDUS

Les premiers résultats du travail seront connus en juin 2025. Dans l'attente, les questions qui vont composer la trame d'enquête permettent d'appréhender les résultats qui pourront être obtenus :

- Quelles sont les conditions d'excédent en sédiments grossiers qui déclenchent des enjeux ? quel est le cadre réglementaire des actions ? ;
- Quel est le devenir des matériaux gérés, et dans quelles conditions sont-ils réinjectés ? ;
- Quelles sont les modalités de réinjection sédimentaire ? (modalités et distances de transport, lieu de réinjection, modalités de réinjection, intégration dans un projet global de restauration) ;
- Quels sont les bénéfices visés et obtenus ? écologiques (en lien avec l'atteinte du BPE/BEE), sur la sûreté-sécurité (ouvrages, digues, etc.), sur les usages (navigation, tourisme, etc.) ;
- Quels freins et impacts sont à gérer ? (inondation, sûreté, eau potable, etc.) ;
- Quelles sont les autres destinations utilisées ? (gravières, affluents, filière BTP, etc.) ;
- Quels sont les suivis scientifiques mis en œuvre pour évaluer les bénéfices et impacts des projets de réinjection sédimentaire (en lien ou non avec des actions de gestion sédimentaire) ? ;
- Quels sont les principaux résultats obtenus sur les plans hydromorphologiques et écologiques ? ;
- Comment est défini le bon état / bon potentiel écologique pour ces fleuves ? dans quelle mesure les plans de gestion actuels des sédiments grossiers s'intègrent-ils dans une vision globale des fonctionnalités et favorisent-ils l'atteinte du bon état / bon potentiel écologique ?
- Quelle mise en perspective peut-on faire pour les pratiques dans le cadre du changement climatique ? avec un premier volet : quelles évolutions des flux hydriques et sédimentaires attendre dans le cadre du changement climatique ? et un second volet : quels sont les bénéfices et limites des réinjections sédimentaires en termes de bilan GES vs résilience de l'hydrosystème) ? en synthèse, quelles sont les pratiques vertueuses dans le cadre de la lutte contre le changement climatique et l'adaptation à ses conséquences (résilience des hydrosystèmes) ?

### 4 CONCLUSION

Dans l'attente de conclusions opérationnelles, il peut être affirmé que la méthodologie présentée précédemment présente un caractère original et novateur dans la mesure où une telle approche de gestion globale et intégrée des sédiments (notamment les sédiments grossiers) n'a jamais été menée à l'échelle d'un grand fleuve français. De plus, cette approche, qui combine 1) la gestion sédimentaire en réponse aux cahiers des charges des concessions (navigation, hydroélectricité, AEP, etc.) et 2) l'atteinte quantifiée du BEE/BPE en réponse à la DCE, semble également novatrice à l'échelle européenne, au vu notamment des documents existants sur la gestion hydrosédimentaire de quelques fleuves européens.

### BIBLIOGRAPHIE

Laval F., Fantino G., Catalon E., Cumin T., Gilles G., Mosselman E. (2022). Etude préalable au schéma directeur de gestion sédimentaire du fleuve Rhône du lac Léman jusqu'à la mer Méditerranée. Dont rapport de Phase 1 – Etat des lieux. Mission 2 – Synthèse du fonctionnement hydrosédimentaire du fleuve Rhône. Groupement de bureaux d'études BURGEAP-GEOPEKA-ACTEON-ARALEP-MOSAIQUE Environnement- DELTARES. Secrétariat technique : DREAL, CNR, EDF, Agence de l'Eau.

Habersack H., Baranya S., Holubova K., Vartolomei F., Skiba H., Schwarz, U., Krapesch, M., Gmeiner Ph., Haimann M (2019). Sediment Manual for Stakeholders. Sediment Manual for Stakeholders. Output 6.2 of the Interreg Danube Transnational

Hillebrand G., Frings R. (2017). Von der Quelle zur Mündung: Die Sedimentbilanz des Rheins im Zeitraum 1991 – 2010. International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin