



## Compte-rendu Séminaire Technique

« Le transport sédimentaire : Principes et expériences sur le bassin ligérien »

24 novembre 2011 – Vierzon



Avec la collaboration de



Avec le soutien de :



## Contexte

L'atteinte du bon état des cours d'eau est devenue une priorité dans le cadre de la directive cadre européenne sur l'eau. Il passe notamment par le rétablissement des qualités hydromorphologiques. Le transport des sédiments est l'un des éléments structurants de la dynamique fluviale et à ce titre un paramètre incontournable de l'amélioration de la qualité de l'eau et des cours d'eau. Les résultats de la recherche ont déjà apporté des réponses sur le fonctionnement de ce transport solide et les travaux en cours et à venir vont continuer d'améliorer notre connaissance des processus. Rendre accessible cette connaissance aux gestionnaires d'espaces naturels reste pourtant difficile, tant les aspects en sont divers et variés, et les avancées actuelles rapides.

Ce séminaire s'adressait principalement aux chercheurs, gestionnaires et acteurs du patrimoine naturel, les présentations permettant d'aborder les aspects théoriques et appliqués du transport sédimentaire dans le bassin de la Loire.

Ce séminaire a été organisé dans le cadre du Centre de ressources Loire nature animé par la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels et financé au sein de la plateforme Recherche, données, informations du plan Loire grandeur nature.

Il s'est déroulé le 24 novembre dernier à la Maison du Pays de Vierzon. Ce lieu a été choisi pour mettre en avant l'un des principaux affluents de la Loire, à savoir le Cher

## Objectifs

Cette journée avait pour objectif, à la suite de la présentation des grands principes du transport solide, d'en approfondir la compréhension à travers différents travaux de recherche portant sur le fonctionnement sédimentaire de l'axe Loire Allier et de certains affluents. La seconde partie de la journée a été dédiée aux différentes approches pour une meilleure gestion des sédiments.

## Contenu

Dix présentations ont été réalisées dont une sur le terrain, aux abords du Cher. Deux exposés ont tout d'abord présenté les fondamentaux du fonctionnement sédimentaire d'un cours d'eau et sa plaine alluviale. Cela a permis aux participants d'avoir une vue globale et synthétique des phénomènes. Ensuite les interventions ont porté sur des études plus localisées et des problématiques spécifiques. La deuxième partie de journée était dédiée à une approche appliquée notamment par la présentation de principes généraux à l'élaboration d'un plan de gestion du transport solide.

## Bilan

Ce séminaire a rassemblé plus de 60 personnes dont une dizaine d'intervenants. La participation était issue à 25% du monde scientifique, la plus grande partie étant des gestionnaires de cours d'eau venant de l'ensemble du bassin ligérien.

Un questionnaire de satisfaction avec un retour de 40% montre que plus de 80% des personnes ayant répondues ont été très satisfaites. Au sujet du contenu de la journée, 60% des personnes ayant répondues ont été très satisfaites des présentations, 60% satisfaites des échanges d'expériences et 55% satisfaites de la sortie terrain.

## Compte-rendu des présentations

### **« Le transport sédimentaire en rivières, Principes et Altération s »**

*Jean-René Malavoi, ONEMA*

Le transport sédimentaire est un phénomène complexe, dont le fonctionnement varie selon le type de sédiment présent et la position au sein du chenal. Malgré tout, une loi s'applique à tous les cours d'eau, l'équilibre dynamique entre leur charge solide grossière et leur puissance. Cette charge de fond a des origines internes (lit mineur et majeur) ou externes (bassin versant, affluents) au cours d'eau. Elle joue un rôle écologique majeur pour les biocénoses aquatiques et ripicoles et plus encore dans les processus physico-chimiques. Ce transport sédimentaire est altéré par différentes modifications des apports de matériaux. Elles peuvent être externes telles que le boisement des versants ou bien piégeage de la charge sur les affluents, mais aussi internes suite aux dragages, extractions de granulats ou bien encore les barrages. Ces changements entraînent des dysfonctionnements hydrosédimentaires avec des impacts morphologiques (incision du lit, impact sur les ouvrages...) et écologiques (limitation des habitats, perte de fonctionnalité...). Des actions de restauration peuvent être réalisées pour permettre de limiter voir des supprimer ces perturbations.

### **« Construction sédimentaire d'une plaine d'inondation »**

*Emmanuèle Gautier, Université Paris 8*

Une plaine alluviale se construit par les apports sédimentaires au fil des événements hydrologiques. Les transferts sédimentaires s'effectuent au sein de l'ensemble des unités de la plaine, aussi bien latéralement que longitudinalement. Cette dynamique sédimentaire fait évoluer les formes fluviales et influence la colonisation du lit par la végétation. Cartographie et analyse diachronique permettent de matérialiser ces évolutions et de les quantifier. Des facteurs physiques (incision du lit, changement climatique depuis le 19ème) et anthropiques (navigation, pratiques agro-pastorales) peuvent amener des éléments de compréhension de ces phénomènes. De plus, une analyse plus fine des taux de sédimentation/érosion des unités de la plaine permet au moyen de différents outils (topographie, bathymétrie...) de comprendre les évolutions plus localement. Tel est le cas des interactions entre la végétation et la sédimentation qui à différentes échelles modèlent les formes fluviales. Les seuils, levés et ont aussi une influence sur la répartition de la charge solide. Les variables hydrologiques sont aussi à prendre en compte, notamment la durée des crues qui influence les taux de sédimentation.

### **« Les barres sédimentaires de la Loire : une opportunité de comprendre les processus de transport et quantifier la charge de fond »**

*Stéphane Rodrigues, Université de Tours*

Concernant le fleuve Loire, les connaissances en hydromorphologie sont relativement bien développées. De nombreuses questions demeurent sur la charge de fond (processus, quantification, rythme...). Pour permettre d'appréhender ces phénomènes, il est nécessaire de connaître les différentes formes du lit. Ce sont les barres sédimentaires qui structurent le lit en fonction de leur positionnement et de leur aspect. Comprendre la dynamique des barres alternes permettra ainsi de mieux appréhender le fonctionnement sédimentaire de la Loire. Un tronçon test a été étudié au niveau d'Ingrandes. Différents types de mesures ont été réalisés (bathymétrie, chaînes d'érosion, stratigraphie des sédiments) et ont permis de démontrer les variations de ces barres lors des crues. Un autre site a été étudié à Mareau-aux-près pour comprendre la construction sédimentaire (vitesse, stock) en lien avec la végétation. Des bilans érosion-dépôts et des vitesses d'accrétion ont été réalisés en lien avec le rôle de la végétation et des traînées sédimentaires. Une quantification des flux sédimentaires par jaugeage solide a aussi été effectuée sur un dernier site d'étude à Bréhémont montrant que les sédiments sont en perpétuel évolution.

**« Le transport sédimentaire sur l'Allier et la problématique des captures de gravières »**  
*Jean-Luc Peiry, Géolab, Université de Clermont- Ferrand*

Les origines et les modes de transport de la charge solide de l'Allier sont multiples, avec le rôle majeur du stock alluvial et de sa mobilisation dans le fonctionnement de la rivière. Ce transport solide varie aussi dans le temps pour un même cours d'eau, notamment dans sa quantité. Les extractions de granulats sont l'un des principaux facteurs impactant ce transport solide. Cependant ces gravières peuvent aussi être un moyen de quantifier le transport solide. Tel est le cas de la gravière de Chappe sur l'Allier dans la Limagne brivadoise. Différents suivis ont été mis en place pour pouvoir quantifier ces phénomènes. Bathymétrie, sondages, topographie ont permis d'étudier les fonds et de réaliser un modèle numérique de terrain donnant une estimation du volume de gravier accumulé. Pour déterminer la part liée à la capture, une étude du type de recoupement du méandre a été faite. Associée à des relevés post crue, une estimation moyenne a été calculée de l'ordre de 2650 à 2860 m<sup>3</sup>/an, volume relativement faible vis-à-vis de certaines rivières. Une autre technique a été mise en place, la technique sonique par hydrophone pour écouter le mouvement de la charge de fond. La conclusion est qu'il faut empêcher à tout prix les ruptures de digues risquant d'interrompre le continuum du transport solide.

**« Dynamique des cours d'eau de faible énergie : l'exemple de l'Huisne »**

*Jeannine Corbonnois, PRES LUNAM Université du Maine et Anne-Julia Rollet, Université de Caen.*

L'objectif principal de ces travaux de recherche est d'analyser le fonctionnement d'un cours d'eau de taille moyenne (BV < 3000 km<sup>2</sup>), inscrit dans une région de plaine et de plateau et d'envisager les modalités de l'ajustement du lit fluvial à l'arasement des nombreux barrages/seuils qui fractionnent le lit en biefs successifs. Les travaux ont été conduits sur l'Huisne qui sert d'exemple pour appréhender ces hydrosystèmes. De nombreux ouvrages sont présents sur le linéaire (1 tous les 3 km) mais la rivière possède tout de même des tronçons avec une dynamique érosive active. Des observations de terrain, des mesures topographiques et des calculs hydrauliques ont été réalisés pour caractériser la morphométrie et la mobilité du lit fluvial. L'Huisne est ainsi une rivière de faible énergie, même (et surtout) dans des conditions de fonctionnement « naturel » (après des-aménagement). Il est par contre difficile d'expliquer l'érosion fluviale présente, la puissance spécifique n'étant qu'un des paramètres parmi d'autres. Un suivi de l'abaissement d'un barrage a aussi été fait et a démontré un rebond d'érosion et un ajustement du lit aux nouvelles conditions.

**« Dynamique et suivi du bouchon vaseux dans l'estuaire de la Loire »**

*Christine Bertier, GIP Estuaire*

L'estuaire de la Loire correspond aux 100 derniers km du fleuve. Les principaux apports de sédiments sont le fleuve (1,5 M tonnes/an) et la mer (non quantifiable). C'est la crème de vase, qui lors de sa mise en suspension forme le bouchon vaseux. Le coefficient de marée et le débit jouent un rôle majeur dans la répartition du bouchon vaseux, aussi bien géographiquement que quantitativement. Un suivi du bouchon est réalisé grâce à SYVEL (Système de Veille dans l'Estuaire de la Loire) avec différents paramètres mesurés (salinité, MES, oxygène dissous, T°) et des fréquences d'acquisitions denses (10 à 15 min). La crème de vase est aussi suivie par sondeur bi-fréquence lors de différents épisodes hydrologiques et permet de différencier les différents types de dépôt. Un suivi par imagerie satellite est aussi réalisé, notamment pour la répartition des sédiments dans l'océan. Sur les milieux naturels, le bouchon vaseux a des impacts positifs (entretien vasières, espèces végétales rares...) et négatifs (colmatage bras secondaires, hypoxie voir anoxie...). De plus, sur les usages, les conséquences sont plutôt négatives, notamment sur la navigation (dragage...), les industries (colmatage prises d'eau...) et l'agriculture (entretien des étiers...) A noter pour l'agriculture, la vase permet un enrichissement des prairies et une meilleure rentabilité.

**« La mesure du transport solide sur une grande rivière à sables et à graviers : l'exemple de la Loire moyenne »**

*Nicolas Claude, Université de Tours*

L'étude du transport solide est primordiale pour comprendre l'évolution morphologique des cours d'eau. Peu d'informations sont disponibles du fait notamment des contraintes techniques pour le quantifier. Cette étude a été réalisée sur le site de Bréhémont en Loire moyenne. Le transport solide peut être quantifié soit par mesure directe, avec différents échantillonneurs selon le type de sédiments (charge de fonds, suspension graduée, matières en suspension), soit par estimation indirecte, à travers l'évolution des dunes par bathymétrie mono ou multi faisceaux ou par la mesure des paramètres hydrauliques avec un aDcp. La comparaison de ces différentes techniques a montré qu'elles fournissent des taux de charriages comparables sur le site d'étude. Une première estimation du charriage annuel en Loire moyenne a ainsi pu être effectuée (260 000 m<sup>3</sup>/an). Il a également été démontré que la dynamique des dunes et des barres (à bas débits) génère une forte variabilité spatiale et temporelle du charriage. Ces travaux ont amené des éléments de réponse concernant l'impact des débits sur l'évolution morphologique du lit : ainsi la morphodynamique du lit semble davantage liée à la fréquence des débits liquides qu'à leur intensité, autrement dit, de longues périodes d'étiage sont autant voir plus morphogènes que des crues.

**«Eléments de réflexion pour l'établissement de principes généraux d'aide à l'élaboration d'un plan de gestion du transport solide »**

*Norbert Landon, Université Lyon 2*

La mise en place d'un plan de gestion du transport solide est évoquée dans l'article L215-15 sur l'entretien des cours d'eau notamment « pour remédier à un dysfonctionnement du transport naturel des sédiments ». De plus, pour l'atteinte des objectifs de la DCE, l'hydromorphologie compte parmi les facteurs déclassants. Mais pour construire un plan de gestion, il est nécessaire de réaliser un diagnostic hydrosédimentaire (fonctionnement et dysfonctionnements) et ensuite un diagnostic des enjeux. L'Unité Hydrographique Cohérente peut être une échelle de référence pour réaliser un plan de gestion. L'important étant d'avoir des tronçons hydrogéomorphologiques homogènes. Des orientations de gestion peuvent ensuite être proposées en évaluant les faisabilités techniques et financières. Une part importante de l'élaboration du plan de gestion est de permettre son acceptation par les différents acteurs (décisionnaires, riverains, propriétaires...) en hiérarchisant et justifiant les choix.

**«Le réseau OSLA, Observation des Sédiments de la Loire et de ces Affluents, améliorer la connaissance du fonctionnement sédimentaire à l'échelle du fleuve et de ces affluents pour optimiser leur gestion durable »**

*Lauren Valverde, Université de Tours*

L'objectif principal est d'améliorer la connaissance du fonctionnement sédimentaire à l'échelle du fleuve et de ses affluents principaux pour optimiser leur gestion de façon durable. De plus, il permettra de fédérer les chercheurs de différentes disciplines pour permettre de travailler ensemble sur la continuité sédimentaire à l'échelle du bassin. Ce projet s'appuie sur l'expérience de l'Observatoire des sédiments du Rhône lancé en septembre 2009 et qui a des objectifs similaires. L'OSLA s'est structuré progressivement depuis 2010 avec une réunion fondatrice en janvier 2011. Une enquête a été réalisée auprès des chercheurs et des gestionnaires pour connaître les attentes et les besoins au niveau du bassin. Quatre axes thématiques structurent la démarche : Axe 1 transport solide et évolution géomorphologique, Axe 2 Flux et stocks de contaminants, Axe 3 Sédiments et interactions écologiques, Axe 4 Gestion des sédiments outils et valorisation. C'est dans ce dernier axe qu'il a été mis en place INFO-séd, outil de connaissances partagées des sédiments du bassin de la Loire. Il permet de répertorier les références bibliographiques concernant les sédiments et d'avoir une entrée spatialisée dans la recherche de ces documents.

## Sortie Terrain

### *« Fonctionnement morphodynamique actuel et historique des méandres libres du Cher »*

*Thomas Dépret Doctorant, Université Paris 1*

Localisation : 5 km au Nord Ouest de Vierzon, Commune de Méry-sur-Cher, Rive droite du Cher.

La problématique de ces travaux sur le Cher est la détermination du fonctionnement de ces méandres atypiques et le développement d'une méthodologie pour améliorer la mesure du transit de la charge de fond. Une double approche a été réalisée par reconstitution de l'évolution planimétrique des formes fluviales depuis 1825 et caractérisation du fonctionnement actuel avec accent porté sur le transit de la charge de fond. La première approche a été expliquée sur le terrain par la distribution de cartes papier à l'ensemble des participants. Puis l'explication des différents suivis a été réalisée, notamment la technique originale des « Pits-tags », émetteur inséré dans des galets pour suivre les déplacements de la charge de fond. Bien que la thèse ne soit pas encore finie, des premières tendances se dégagent avec notamment que ces méandres sont actifs mais peu mobiles et que la mobilisation de la charge de fond intervient pour des débits inférieurs au débit à plein bords.

Une intervention de Serge Gressette du Conservatoire d'espaces naturels de la région Centre a été faite car ce site de recherche est aussi un site en gestion par le conservatoire. Des éléments du patrimoine naturel du site ont été exposés aux participants ainsi que la complémentarité entre chercheurs et gestionnaires.

## Conclusion du Séminaire

Le transport des sédiments est une problématique qui est amené à prendre de plus en plus d'importance dans la gestion des cours d'eau. Sujet complexe, la recherche progresse de plus en plus vite et commence à amener des réponses.

Réunissant la majorité des scientifiques du bassin travaillant sur le transport solide, cette journée a permis aux participants de s'approprier les avancées et projets en cours sur le transport sédimentaire. Les différentes interventions ont ainsi pu amener des premiers éléments de compréhension dans les mécanismes de fonctionnement de la dynamique sédimentaire. Mais les attentes des gestionnaires sur cette thématique sont nombreuses : Quelles solutions techniques pour la gestion sédimentaire et existe-t-il des retours d'expérience ? Comment améliorer la relation entre les chercheurs et les gestionnaires ? Quelle est la situation pour les petits cours d'eau ? Autant de questions auxquels le Centre de ressources Loire nature et ses différents outils tenteront de répondre.

## Annexes :

- Programme détaillé
- Liste participants
- Planche photographique

Vous pouvez retrouver l'ensemble des interventions en téléchargement sur le site du [centre de ressources Loire nature](#)

## PROGRAMME

### **9H00 :** Accueil des participants

#### Les grands principes de fonctionnement

**9H15 :** Le transport sédimentaire en rivières, Principes et Altérations, Jean-René MALAVOI, ONEMA.

**9H45 :** Construction sédimentaire d'une plaine d'inondation, Emmanuèle GAUTIER, Université Paris 8.

#### Quelques exemples ligériens

**10h15 :** Morphologie des barres sédimentaires en Loire moyenne, Stéphane RODRIGUES, Université de Tours.

**10H45 :** Pause.

**11h00 :** Le transport sédimentaire sur l'Allier et la problématique des captures de gravière, Jean-Luc PEIRY, Géolab, Université de Clermont Ferrand.

**11h30 :** Dynamique des cours d'eau à faible énergie, exemple de l'Huisne, Jeannine CORBONNOIS, Université du Mans.

**12h :** Dynamique et suivi du bouchon vaseux, Christine BERTIER, GIP Estuaire.

**12h30 :** Buffet sur place

**14h :** **Sortie terrain**, « Fonctionnement morphodynamique historique et actuel des méandres libres du Cher » Présentation du dispositif mis en place sur le Cher et premiers résultats. Thomas DEPRET, Université Paris 1.

#### La gestion des sédiments à l'échelle d'un bassin

**15h30 :** Les mesures du transport solide sur une grande rivière à sables et graviers : l'exemple de la Loire, Nicolas CLAUDE, Université de Tours.

**16h :** Eléments de réflexion pour l'établissement de principes généraux d'aide à l'élaboration d'un plan de gestion du transport solide, Norbert LANDON, Université Lyon 2.

**16h30 :** Le Réseau OSLA : Observation des Sédiments de la Loire et de ses Affluents, améliorer la connaissance du fonctionnement sédimentaire à l'échelle du fleuve et de ses affluents pour optimiser leur gestion durable, Lauren VALVERDE, Université de Tours.

**17h :** Echanges et clôture du séminaire

Liste des participants au séminaire technique "Transport sédimentaire, principes et expériences sur le bassin ligérien"  
Jeudi 24 novembre 2011, Vierzon

NOM	PRENOM	ORGANISME
BEDOSSA	Lucas	SCE Nantes - Département Eau
BERTIER	Christine	GIP Estuaire
BIDEAU	Olivier	
BOISSIER	Marc	Délégation Allier-Loire amont de l'agence de l'eau Loire-Bretagne
BOUDEAU	Magali	Communauté de communes entre Nièvre et Forêts
BRAMARD	Michel	ONEMA
BRAUD	Stéphane	DREAL Centre
BROUSSE	Guillaume	SAFEGE
BULTHEEL	Laure	SIERAVL
CADORET	Vincent	Conseil général du Cher
CASTANET	Cyril	Université Paris 8
CHANTEREAU	Michel	Réserve naturelle Saint-Mesmin
CLARKE	Ralph	Syndicat Mixte Loire Authion
CLAUDE	Nicolas	Université de Tours
CLAVEL	Pierre	AFIE
COLLERIE	Mathilde	Communauté de communes du pays d'Azay le Rideau
CORBONNOIS	Jeannine	Labo de géographie UMR ESO 6590 le Mans
COUDRIN	Benoit	Conseil général d'Indre et Loire
COULAIS	Clément	DREAL Centre
DENIS	Armelle	Etablissement Public Loire
DEPRET	Thomas	Université Paris 1
DIDON	Emmanuel	DREAL Centre
DROUET	Valérie	Conservatoire Régional des Rives de la Loire et de ses Affluents
FORTIN	Maeva	Syndicat Mixte Loire Authion
GAUTIER	Emmanuelle	Université Paris 8
GIOVANNI	Philippe	DDT 36
GRESSETTE	Serge	CEN Centre
GUILLOT	Sandrine	Conseil général du Cher
HUDIN	Stéphanie	FCEN
JOLIVET	Jérémy	SIAAVY
JOVIGNOT	Grégory	SOS Loire Vivante - ERN France
JUGE	Philippe	CETU ELMIS Université de Tours
JUNG	Delphine	Conservatoire des Sites Lorrains
LAGALY	Aude	SMAT du Haut-Allier
LANDON	Norbert	Université Lyon 2
LARTOUX	Delphine	Syndicat Mixte du Pays de Valençay en Berry
LE GUEN	Yves-Marie	SI d'Assainissement de la Vallée de l'Arnon
LEMAIRE	Jérémy	SCE Nantes - Département Eau
LEVRAT	Julien	FCEN
MAILLET	Grégoire	Université Angers
MALAVOI	Jean-René	ONEMA
MALRAISON	Cédric	EPTB Vienne
MANEVAL	Stéphane	Clermont Communauté
MATHIEU	Marion	FDPPMA 41
MAZEAU	Lucile	Etablissement Public Loire
NICOLAS	Yann	FDPPMA 49
OBSTANCIAS	Jean	DDT 63 / Service Eau Environnement Forêt
PALOMERA	Vincent	Syndicat Intercommunal pour l'aménagement de la Vallée du Barangeon
PAROT	Isabelle	FDPPMA 41
PEIRY	Jean-Luc	Géolab, Université de Clermont-Ferrand
PETIT	Stéphane	VEODIS-3D
POINTECOUTEAU	Nicolas	Réserve naturelle du Val de Loire
POULAIN	Fabrice	SICALA de Haute-Loire
RAMBOURDIN	Magalie	CEN Allier
RICOU	Grégoire	FDPPMA 37
RODRIGUES	Stéphane	Université de Tours - UMR CNRS 6113
ROJO-DIAZ	Emmanuel	SIAH de Bonnieure
ROJO-DIAZ	Julien	SIAH de Bonnieure
ROUSSEAU	Geoffrey	Université d'Angers
ROUSSEAU	Mathieu	FDAAPPMA 18
STEINBACH	Pierre	ONEMA
VALVERDE	Lauren	Université de Tours
WINTENBERGER	Coraline	Université de Tours - UMR 6113 - ISTO Tours
WYON	Thibaud	SMAT du bassin de la Sioule



## Planche photos

