

## **Suivi géomorphologique d'une expérience de recharge sédimentaire : le cas du Vieux Rhin entre Kembs et Breisach (France, Allemagne)**

### **Geomorphological Monitoring of a Sediment Injection Experimentation: the Old Rhine between Kembs and Breisach (France, Germany)**

Béal D., Arnaud F., Piégay H., Rollet A.-J.\* and Schmitt L.\*\*

Université de Lyon - CNRS UMR 5600, 18 rue Chevreul, 69362 Lyon Cedex 07

[david.beal@ens-lyon.fr](mailto:david.beal@ens-lyon.fr)

\* Université de Caen, Esplanade de la Paix, BP 8156, 14032 Caen Cedex

\*\* Université de Strasbourg, 3 rue de l'Argonne, 67083 Strasbourg Cedex

## **RÉSUMÉ**

Un test d'injection sédimentaire a été réalisé sur le Vieux Rhin dans le cadre du projet INTERREG franco-allemand « Redynamisation du Vieux Rhin » dans le but d'établir les modalités de restauration d'une partie du transport sédimentaire et ainsi recréer une variété d'habitats contribuant à la biodiversité du tronçon. 22.000 m<sup>3</sup> de sédiments ont ainsi été injectés fin 2010 dans une section court-circuitée de 45 km entre Kembs et Breisach, sous la forme d'un dépôt de 600 m long déconnecté de la berge. Ce dernier a fait l'objet d'un suivi géomorphologique afin d'étudier le comportement de cette masse sédimentaire ainsi que les capacités de transport du cours. Le suivi géomorphologique de la recharge, avant et après crue, est basé sur 4 types de mesures : un suivi du déplacement de 1500 particules équipées de traceurs, des échantillons granulométriques, des levés bathymétriques et un suivi par imagerie aérienne. Ces mesures complémentaires ont confirmé les estimations à dire d'experts de la capacité de transport (20.000 m<sup>3</sup>/an), ont écarté les risques de végétalisation du dépôt initial, et permettent la calibration de modèles hydrau-sédimentaires et physiques dont le développement est en cours. Dans un second temps, ils permettront d'alimenter nos réflexions pour la définition de recommandations permettant une restauration durable de la dynamique sédimentaire du vieux Rhin. Le test d'injection fournit ainsi des éléments concrets pour la construction de scénarii d'évolution, et pour l'orientation des futures stratégies de restauration visant à diversifier les habitats aquatiques et riverains du Vieux Rhin.

## **ABSTRACT**

A sediments injection test has been realized within the river Rhine in the frame of the French and German INTERREG project 'Revitalisation of the Old Rhine' that aims at establishing sediment transport restoration modalities and recreate a variety of ecological habitats that feeds the reach biodiversity. 22,000 m<sup>3</sup> of sediments have been injected in late 2010 within the by-passed 45 km reach between Kembs and Breisach, forming a 600 m long deposit disconnected from the bank. A geomorphological survey of the deposit has been done to study the mass spreading and river transport capacity. Geomorphological monitoring of recharge, before and after flood is based on 4 types of measures: tracking the movement of 1500 tracer particles equipped, sample particle size, bathymetric surveys and surveys by aerial imagery. These complementary measures confirmed the estimates according to experts of transport capacity (20,000 m<sup>3</sup>/year), spread the risk of revegetation of the initial deposit, and allow calibration of hydraulic sedimentary and physical models. In a second step, measures will feed scenarios of recommendations for a sustainable sediment dynamics restoration. The injection test provides concrete elements for construction of scenarios of evolution, and for guiding future restoration strategies to diversify aquatic and riparian habitats of the Old Rhine.

## **MOTS CLES**

Bathymétrie, granulométrie, recharge sédimentaire, suivi géomorphologique, traceurs (PIT-tags).

## 1. INTRODUCTION

Une injection artificielle de 22.000 m<sup>3</sup> de sédiments a été réalisée fin 2010 dans le Vieux Rhin sous la forme d'un banc trapézoïdal déconnecté de la berge de 600 m de long, 12 m de large et 3 m de haut (images ci-dessous). Cette forme a fait l'objet d'un suivi géomorphologique.



### 1.1 Contexte

Le test de recharge sédimentaire présenté ici correspond à l'action du projet INTERREG Redynamisation du Vieux Rhin (2009-2012, Piégay et al., 2010), porté par la Région Alsace, dont l'objectif est de définir les modalités de restauration d'une partie du transport sédimentaire, et ainsi recréer une variété d'habitats contribuant à la biodiversité du tronçon. La finalité de ce projet est ainsi d'établir des scénarii d'évolutions possibles du corridor fluvial, et d'orienter les futures stratégies de restauration qui permettront de multiplier les faciès morphologiques (atterrissements, îles ...) et favoriser le développement de nouveaux habitats dans le Vieux Rhin (bancs vifs...). En effet, ce tronçon de 45 km, court-circuité depuis le barrage de Kembs jusqu'à celui de Breisach, dispose actuellement d'un chenal incisé et pavé, dont les écoulements sont fortement atténués, où la bande active s'est fortement contractée et où les altérations écologiques sont importantes.

Le projet INTERREG, international et interdisciplinaire (laboratoires de recherche, associations écologiques, gestionnaires), est articulé avec 2 autres projets : le Programme Intégré pour le Rhin (IRP) conduit par le Land du Baden Württemberg dont l'objectif est la rétention des crues entre Bâle et Karlsruhe, et le projet conduit par Electricité de France (EDF) visant à favoriser les érosions latérales en rive gauche. Dans le programme allemand, le secteur Weil-Breisach permettra de retenir un volume de 25 millions de m<sup>3</sup> sous la forme de casiers et de polders. La restauration des érosions latérales par EDF complète deux autres mesures compensatoires dans le cadre du renouvellement de la concession de Kembs : le relèvement du débit réservé (de 20-30 à 50-150 m<sup>3</sup>/s) avec une meilleure restitution des variations saisonnières naturelles (depuis janvier 2011), et l'injection dans le chenal des déblais excavés à Kembs pour la construction d'une nouvelle centrale de turbinage (2014).

### 1.2 Objectifs

Les objectifs du suivi géomorphologique de l'injection sont l'étude de la capacité de transport et de l'évolution de la forme du dépôt (bancs mobiles, îles végétalisées), en vue de bénéfices écologiques.

## 2 METHODE

Le suivi de la recharge artificielle est basé sur 4 types de mesures complémentaires, réalisées avant travaux (état 0), après travaux (état 1) et après la crue biennale de fin 2010 (1100 m<sup>3</sup>/s, état 2) :

- le suivi par radio-fréquence de 1500 traceurs insérés dans des galets à la surface du dépôt : les trajectoires de déplacement sont analysées selon la taille des particules et leur position initiale ;
- le suivi granulométrique : les échantillonnages surfaciques (Bunte and Abt, 2011) immergés et émergés permettent une caractérisation des sédiments injectés (tout venant) et renseignent sur l'effet de tri induit par la dispersion de la charge ;
- le suivi topographique et bathymétrique : il permet de déterminer l'évolution de la géométrie du chenal par la comparaison de profils en travers ;
- le suivi par imagerie aérienne à haute résolution : des modèles bathymétriques calibrés avec les levés terrain sont générés, permettant de suivre le front de dispersion de la vague sédimentaire et les changements morphologiques du fond du lit au sur la zone étudiée (Lejot *et al.*, 2007).

## 3 RESULTATS

Le suivi des traceurs (42 % de taux de retour) montre que, suite à une crue biennale, la tête du dépôt initial a progressé de 100 m, et que la queue a subi une avancée de 200 m aboutissant ainsi à une

élongation de la forme initiale du dépôt et une redistribution progressive de la charge sur l'ensemble du lit. Les distances maximales de déplacement dépassent 650 m, et aucune corrélation n'a été établie entre la distance parcourue et la taille des particules. Enfin, aucun traceur n'a été retrouvé à l'aval du front sédimentaire détecté par imagerie (figure 1) ce qui est cohérent avec le fait qu'il n'y a pas de lien entre la distance de parcours et la taille des particules. Le suivi granulométrique révèle des particules de tailles nettement plus petites que celles observées sur les bancs naturels du secteur d'injection, montrant que le test participe à l'affinement des faciès granulométriques préexistants. Les suivis bathymétriques et par imagerie permettent de caractériser précisément l'ensemble de la géométrie du site avant et après la crue (figure 2). Le test a montré que l'injection affecte peu la ligne d'eau et ne favorise pas les débordements. Il permet également de mettre en relation les déplacements des particules avec les modèles hydrauliques.

#### 4 CONCLUSIONS

Les informations obtenues confirment les premières estimations de la capacité de transport du Vieux Rhin (20.000 m<sup>3</sup>/an). Le banc mis en place est donc mobile et les risques de végétalisation de la recharge sont écartés. La nouvelle granulométrie des bancs et du lit accroît le potentiel de colonisation par la végétation riveraine et celui de frai d'espèces piscicoles. Les résultats du suivi permettent aux laboratoires partenaires du projet de calibrer leurs modèles numériques et physiques. Les injections équivalentes réalisées prochainement par EDF bénéficient d'ores et déjà du retour d'expérience de ce test grandeur nature. Enfin, le suivi géomorphologique permet de proposer des indicateurs applicables sur le long terme dans les futures opérations de restauration. Un suivi des bénéfices écologiques au moyen de bio-indicateurs est par ailleurs envisagé par la Région Alsace.

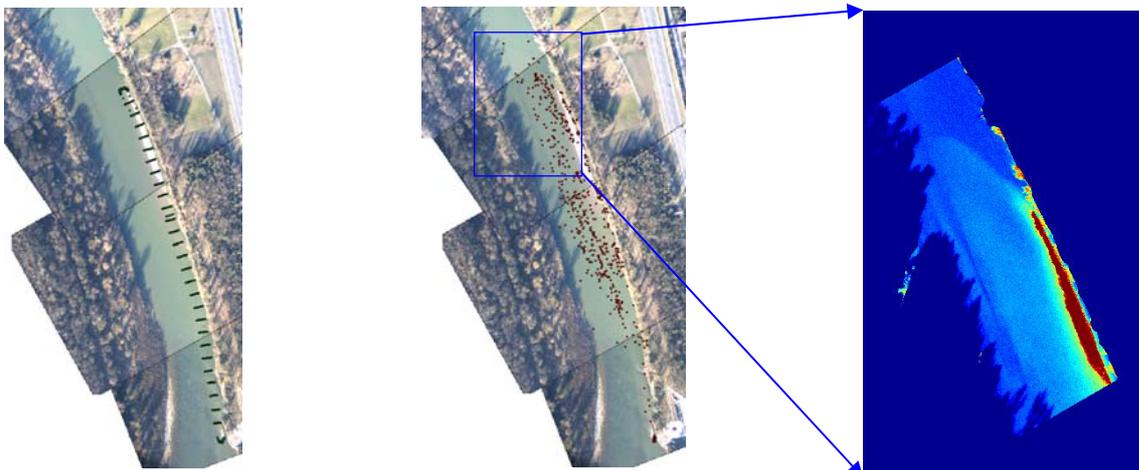


Figure 1 - gauche (nov. 2010) : localisation avant la crue du banc expérimental illustré par la position des 1500 traceurs ; milieu (mai 2011) : état après la crue de janv. 2011 illustré par la position de 400 traceurs retrouvés par la mise en évidence de la vague sédimentaire par étirement du canal rouge d'une image RGB ( droite).

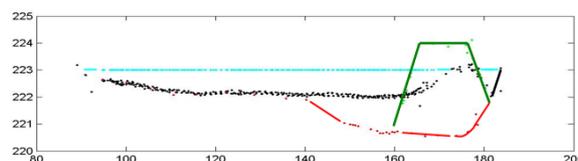


Figure 2 : profil avant travaux - 2009 (rouge), après travaux - 2010 (vert) et après crues - 2011 (noir)

#### BIBLIOGRAPHIE

- Bunte, K. and Abt, S.R. (2001). *Sampling surface and subsurface particle-size distributions in wadable gravel-and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics, and streambed monitoring*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-74. Fort Collins, U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 428 p.
- Lejot J., Delacourt C., Piegay H., Trémélo M.L. and Fournier T. (2007). *Very high spatial resolution imagery for reconstructing channel bathymetry and topography from an unmanned controlled platform*. *Earth Surface Processes and Landforms*, 32, 1705-1725.
- Piégay H. et al. (2010). *Morphodynamics restoration and redynamisation of the bypassed section of the Rhine downstream from Kembs dam (Interreg / EDF projects)*. 32<sup>th</sup> congress of the 'Société Hydrotechnique de France.' : Environnement et Hydro-électricité, Lyon, 6 & 7 octobre 2010.