

Restauration d'un fleuve court-circuité (Vieux Rhin, France) par érosion latérale maîtrisée : premiers résultats concernant la bathymétrie, la topographie, le traçage de la charge de fond et la granulométrie

Restoring a large by-passed river reach (Old Rhine, France) by controlled lateral erosion: first results concerning bathymetry, topography, bedload survey and grain size analysis

Kevin Pinte¹, Anne Clutier¹, Laurent Schmitt², Denis Aelbrecht¹, G Skunpinski², David Eschbach², A. Hubeny²

¹ EDF-CIH – kevin.pinte@edf.fr – anne.clutier@edf.fr

² LIVE UMR 7362 Université de Strasbourg-CNRS-ENGEEES

RÉSUMÉ

Dans le cadre du programme de restauration de la dynamique alluviale du Vieux-Rhin situé à l'aval du barrage de Kembs, un site pilote d'érosion latérale maîtrisée a été mis en œuvre en 2013 après des travaux d'amorce (dépose des enrochements de la digue historique et façonnage d'épis) qui avaient été préalablement dimensionnés sur modèle physique. Une crue morphogène (période de retour 12 ans) survenue après les travaux a permis d'entamer le processus d'érosion latérale. Les suivis topographique, bathymétrique, sédimentaire et granulométrique fournissent une première évaluation de la restauration des processus physiques et de leurs conséquences morphologiques. L'érosion de la berge s'est notamment manifestée par la formation d'une importante encoche d'érosion avec un raidissement de son profil. Le volume total de matériaux arrachés à la berge est estimé à 1000 m³. Le suivi de pit-tags (transpondeurs passifs permettant de tracer des galets) montre que la distance moyenne de migration des matériaux remobilisés est de 22,6 m, l'affinement granulométrique moyen étant de 30 mm (axe B). Le suivi bathymétrique avec la mise en œuvre de technologies innovantes comme le Lidar bathymétrique fournit des données sur la diversification de la morphologie du fond du lit et sur les épaisseurs de matériaux déposés voire érodés.

ABSTRACT

As part of the alluvial dynamics restoration program of the Old Rhine River downstream from the Kembs dam, a test site of lateral controlled bank erosion was implemented in 2013 after initial work was carried out (removal of the bank rip rap and transformation of groynes). This work was first sized on a physical model. A morphogenic flood occurred immediately after work was finished (occurrence of 12 years), which initiated the lateral erosion process. Monitoring of topography, bathymetry, bedload and grain size were performed allowing a first quantitative and qualitative evaluation of the physical processes. The bank erosion induced an erosion scour and a steepening of the bank slope. The total eroded material is estimated at about 1000 m³. Thanks to the pit-tag monitoring (passive transponders allowing gravel tracking), the average distance of transported gravel was estimated to be 22,6 m, the average granulometric refinement being 30 mm (B axis). The bathymetric monitoring with innovating technologies such as bathymetric Lidar provide precious information on the diversification of the morphological changes to the river bed and on the thickness of eroded or deposited materials.

MOTS CLES

Vieux Rhin, berge, restauration, érosion latérale, transport sédimentaire, Lidar bathymétrique, pit-tags, granulométrie.

1 HISTORIQUE ET CONTEXTE DU PROJET

Les travaux d'endiguement puis de rectification du lit du Rhin entre Bâle et Neuf-Brisach, réalisés aux 19^e et début du 20^e siècle, ont conduit à la fixation du lit et à son incision sur plusieurs mètres ; le transit sédimentaire a également été fortement réduit notamment du fait des multiples aménagements hydroélectriques en amont de Bâle. Le lit aujourd'hui pavé se révèle peu accueillant pour les biocénoses aquatiques.

Dans le cadre de la nouvelle concession de Kembs, EDF a proposé différentes mesures de restauration de la dynamique alluviale, parmi lesquelles celle de l'érosion maîtrisée qui consiste à déstabiliser localement les digues de « Tulla » par des moyens mécaniques, dans des secteurs favorables et sans risque vis-à-vis des ouvrages et des tiers. Ces travaux d'amorce favorisent l'érosion de la terrasse alluviale par le Rhin lors des crues, permettant de diversifier et de rendre mobiles le substrat et les faciès d'écoulement, favorisant ainsi les espèces typiquement alluviales.

Dix kilomètres de berge française ont été identifiés comme pouvant faire l'objet de ce projet d'érosion. S'agissant d'un projet innovant de grande ampleur et pour lequel il n'existe quasiment pas de références similaires, il a été décidé de procéder par itération en utilisant le retour d'expérience acquis sur des sites pilotes. Le premier d'entre eux, nommé O3, a été mis en œuvre en 2013. Une crue survenue immédiatement après les travaux d'amorce a déclenché les premières érosions et généré les premiers dépôts/transports d'alluvions, fournissant un premier retour d'expérience présenté ici.

2 MISE EN ŒUVRE SUR LE SITE O3 ET PRESENTATION DU MONITORING

2.1 Réalisation des travaux d'amorce

Situé sur le bief d'Ottmarsheim, le site d'une longueur de 300 m, présente un profil de berge raide de 9 m de haut. Les travaux ont été définis après des essais sur un modèle physique réduit au 1/40^e (Die Moran, 2012). Ils ont principalement consisté à dérocter intégralement le parement de berge et à modifier/supprimer les épis existants en pied de berge (Aelbrecht, 2014), deux nouveaux épis ayant été mis en place perpendiculairement à la berge.

2.2 Définition générale du programme de suivi

Les évolutions géomorphologiques et écologiques du site sont comparées à un état 0 (avant travaux) pour juger de l'intérêt de cette mesure de restauration et alimenter le retour d'expérience nécessaire à la mise en œuvre des futurs sites d'érosion maîtrisée. Le programme de suivi comprend la géomorphologie et l'écologie (voir Staentzel *et al*, ce colloque). Le suivi géomorphologique s'appuie sur des levés topographiques de la berge par scan laser terrestre, des campagnes bathymétriques et granulométriques des fonds au droit du site et à son aval et le traçage de 1050 galets équipés de transpondeurs passifs implantés dans la berge.

3 EVOLUTIONS GEOMORPHOLOGIQUES INDUITES PAR LA CRUE DE JUIN 2013

Immédiatement après la fin des travaux, le site a été soumis à une crue particulièrement intense et longue avec un débit de pointe instantané en amont du Vieux-Rhin de 3879 m³/s, qui correspond à une durée de retour de 12 ans.

3.1 Evolution topographique de la berge

Cette première crue a permis d'enclencher l'érosion de la berge. La plus forte érosion s'est produite au droit de l'épi le plus amont du site, avec la formation d'une importante encoche d'érosion ayant atteint le chemin de halage sur le sommet de berge. Une nappe de dépôt sédimentaire s'est formée à l'aval de cet épi amont (Figure 1).

Plus en aval, une érosion moins marquée est aussi constatée, un dépôt s'étant également formé en aval de l'épi aval. Le volume d'alluvions érodé a été évalué par la différence entre 2 scans laser de berge, réalisés avant et après crue. Il est d'environ 1000 m³.



Figure 1 (a, b, c). Encoche d'érosion à l'amont du site (a, b) et langue de dépôt à l'aval (c)

3.2 Evolution bathymétrique

Le suivi des dépôts/érosions sur le fond du cours d'eau au droit du site et à son aval a été réalisé à partir de deux levés bathymétriques : (i) un levé avant crue (avril 2013) sur 2 km, réalisé par bateau (bathymétrie multifaisceaux) et à pied (DGPS) pour les portions les moins profondes. La densité de points levés, (ii) un levé post-crue réalisé en février 2014 par Lidar bathymétrique et dont la précision altimétrique et planimétrique a été calé par des levés à pied au DGPS et en bateau (mono et multifaisceaux). Pour ces deux campagnes bathymétriques la densité de points levés a permis de générer un modèle numérique de terrain (MNT) à maille régulière de 1m*1m.

La comparaison des deux MNT met en évidence de larges plages de dépôts en aval des épis (jusqu'à 300 m en aval de l'épi aval) sur des épaisseurs allant jusqu'à 1,5 m, ainsi que quelques érosions locales dans le chenal, au droit des épis.

3.3 Evolutions sédimentaire et granulométrique

1050 pits-tags ont été mis en place sous la forme de 21 lots de 50 galets, selon 7 transects de berge équidistants. Les mesures de granulométrie dans les zones en eau ont été effectuées selon 44 transects équidistants de 15 m sur un linéaire de 650 m. Des échantillonnages stratifiés ont été réalisés sur les bancs émergés. Le suivi des traceurs sédimentaires (pit-tags) montre que la distance moyenne de migration des matériaux remobilisés est de 22,6 m, avec une distance maximale de 205 m. Les dépôts, où les sédiments sont aussi les plus fins, se situent principalement dans les zones de contre-courants et d'atténuation des vitesses liées aux épis. Si l'on compare ces données avec la granulométrie du chenal en eau au-delà des épis, on note que l'affinement granulométrique au niveau des dépôts est de l'ordre de 30 mm (axe B). La granulométrie apparaît particulièrement élevée dans les zones érodées du chenal à la hauteur des épis (grossissement granulométrique de 30 à 100 mm).

4 CONCLUSION

L'importante crue survenue quelques jours après la fin des travaux d'amorce a déclenché le mécanisme d'érosion de la berge, se traduisant notamment par la formation d'une niche d'érosion au droit de l'épi amont. En prenant en compte l'érosion sur la totalité du linéaire ayant fait l'objet d'une déstructuration de la berge, ce sont environ 1000 m³ d'alluvions qui ont été remobilisés et se sont redéposés dans le lit mineur du Vieux-Rhin. La distance moyenne de migration des matériaux remobilisés est de 23 m, avec un maximum de 205 m. On constate à la fois une diversification des patchs granulométriques et un affinement moyen de l'ordre de 30 mm (axe B). L'analyse bathymétrique, qui comprend des technologies innovantes comme le Lidar bathymétrique, a permis de suivre les dépôts et leur épaisseur, ainsi que quelques zones locales d'érosion.

BIBLIOGRAPHIE

- Aelbrecht et al. (2014). *Morphodynamics restoration of the Old Rhine through controlled bank erosion: concept, laboratory modelling, field testing and first results on a pilot site*. River flow, Lausanne, Sept 4, 2014.
- Die Moran 2012. *Physical and numerical modelling investigation of induced bank erosion as a sediment transport restoration strategy for trained rivers. The case of the Old Rhine (France)*. Thèse de Doctorat, EDF R&D – Ecole des Ponts Paris Tech, Université Paris-Est, 219 p.
- Schmitt et al. (2014). *Site d'érosion maîtrisée O3 – Suivi des traceurs (pit-tags), du charriage et de la granulométrie* – juin 2013 juillet 2014. Rapport, EDF & LIVE UMR 7362 CNRS-Université de Strasbourg-ENGEES.