

## Mesures de l'érosion fluviale d'une rivière de faible énergie (le Loir, Bassin de la Maine)

Measures of river erosion in a low-energy river (Le Loir, Maine basin- France)

Mathieu BONNEFOND<sup>1</sup>, Jeannine CORBONNOIS<sup>2</sup>, Valentin CHARDON<sup>1</sup>, Stéphane RODRIGUES<sup>3</sup>, José CALI<sup>1</sup>, Jérôme VERDUN<sup>1</sup>, Elisabeth SIMONETTO<sup>1</sup>, Wilfrid TCHEKPO<sup>2</sup>, Eric LABERGERIE<sup>1</sup>, Philippe JUGE<sup>4</sup>

1 Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes – Conservatoire National des Arts et Métiers – EA 4630 Laboratoire Géomatique et Foncier (GeF – 1 Bd Pythagore 72000 Le Mans – France (corresponding author :

mathieu.bonnefond@cnam.fr)

2 Université du Maine – UMR 6590 CNRS Espaces Sociétés (ESO) – avenue Olivier Messiaen 72000 Le Mans – France (corresponding author :

jeannine.cordonnois@univ-lemans.fr)

3 Université de Tours – EA6293 Géohydro-systèmes Continentaux (GéHCo) – Parc de Grandmont – 37200 Tours – France

4 Université de Tours – CETU Elmis ingénieries – 11 quai Danton 37500 Chinon – France

### RÉSUMÉ

La communication s'appuie sur le projet de recherche SédiLoir qui s'intéresse à la caractérisation de la dynamique fluviale en trois tronçons influencés par des seuils sur le Loir (Bassin de la Maine).

Le Loir est une rivière de faible énergie, fortement aménagée, où la dynamique fluviale ne s'exprime qu'en des lieux et à des moments spécifiques. Des travaux en cours ont pour objet d'évaluer l'érosion fluviale à partir de mesures effectuées sur les berges au LIDAR terrestre et dans le lit, par bathymétrie multi-faisceaux. La communication portera sur la présentation de la méthode et sur l'interprétation des mesures effectuées sur un des trois tronçons avant et pendant la période hivernale afin d'encadrer les épisodes morphogènes jugés déterminant dans la dynamique sédimentaire fluviale (BRAVARD et PETIT, 1997) ainsi que durant la période estivale particulièrement important pour expliquer certains processus d'érosion des berges. Les résultats présentés permettent de préciser les modalités de l'action des processus de l'érosion.

### ABSTRACT

This paper, based on the SédiLoir research project, aims to characterize river dynamics in various sections influenced by thresholds on the Loir (Maine basin- France).

The Loir is a low-energy river, very developed, where river dynamics express themselves only at certain places and at specific moments. The ongoing works are intended to estimate the river erosion thanks to measures made on the banks by terrestrial LIDAR and in the bed, using multibeam bathymetry. This paper overviews the methods and interpretation measurements carried out on one of the three sections before and during the wintry period to frame the judged morphogen episodes judged as determining in the river sedimentary dynamics (BRAVARD and PETIT, 1997), as well as during the summer period to explain some bank erosion processes (collapse, vegetation development, etc.). The presented results allow to specify the modalities of erosion processes.

### MOTS CLES

Fluvial erosion, Loir, Low-energy river, Multibeam bathymetry, Terrestrial LIDAR

## 1. INTRODUCTION

Situé en région à climat océanique, le Loir draine un bassin versant de l'ordre de 8000 km<sup>2</sup> pour une pente longitudinale moyenne faible de 0.36‰ et un module de 32m<sup>3</sup>/s. Sa vallée profonde de 40 à 60 mètres est inscrite dans un bas plateau (100 à 120 mètres d'altitude) armée de roches sédimentaires faiblement inclinées (tuffeau, grès, craie) surmontées d'épaisses altérites formées d'argiles à silex et de limons éoliens. Du fait de la faible énergie de la rivière (puissance spécifique en général inférieure à 20 W/m<sup>2</sup>), l'érosion ne se manifeste que lorsque les principaux facteurs de la dynamique sont favorablement combinés : tracé du lit, morphologie et état des berges, conditions hydrologiques (débit maximum journalier, ampleur, durée et fréquences des crues, durée et intensité des étiages), interventions d'origine anthropiques (seuils construits, fixation latérale des berges) (CORBONNOIS & al., 2013).

Nous présentons ici certains mécanismes moteurs de l'érosion du lit de la rivière au niveau du secteur d'étude de Vaas (72- SARTHE), un des trois sites du projet de recherche SédiLoir, financé par l'agence de l'eau, la région Pays de la Loire et le FEDER dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature.

## 2. METHODE

L'érosion fluviale de la rivière est évaluée à l'aide de mesures bathymétriques par échosondeur multi-faisceaux (CLAUDE, 2012) et par des relevés de berges au LIDAR terrestre, qui permettent de quantifier l'évolution du lit de la rivière au cours du temps. Ces mesures ont été effectuées de façon à encadrer les épisodes morphogènes considérés comme déterminants dans la dynamique sédimentaire fluviale (BRAVARD et PETIT, 1997). Ce choix repose sur l'hypothèse que le transport sédimentaire et l'érosion latérale se produisent principalement durant les crues de période de retour supérieure à un an. Cependant, les berges cohésives et relativement verticales évoluent également en été comme le montrent les mesures au LIDAR terrestre réalisées de façon à encadrer la période hivernale et la période estivale. Le géoréférencement des données a été réalisé par GNSS en mode RTK temps réel pour la bathymétrie et en mode statique avec la méthode du pivot central pour le scan 3D. La précision des données obtenue est de l'ordre de 10 cm en Z pour la bathymétrie et est inférieure à 5 cm en XYZ pour le LIDAR. Une grande attention est portée à la question de la précision et de la qualité des données. Les données sont traitées de façon à obtenir des Modèles Numériques de Terrain (MNT) qui sont ensuite comparés entre eux à l'aide du logiciel SURFER 3D. Des calculs de volume de sédiments érodés à partir des berges sont réalisés avec le logiciel 3DRESHAPER.

## 3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les premiers constats de la comparaison des MNT sont présentés ci-dessous :

- D'après les mesures au scanner, l'érosion latérale durant les périodes hivernales et estivales peut atteindre plusieurs centimètres à décimètres. Cette érosion est fortement dépendante de l'état de la végétation, de la cohésion des matériaux des berges et des vitesses de cisaillement. Elle affecte principalement les berges concaves et s'articule selon deux processus :
  - via un processus gravitaire par éboulement de paquets prédécoupés par les fentes de dessiccation qui apparaissent au cours de l'été (processus actif au-dessus des strates graveleuses).
  - via un processus lié au cisaillement par ablation lors des crues.
- La bathymétrie montre l'ampleur des modifications intervenues durant la période des hautes eaux entre les différentes campagnes (figure 1). Le fond du lit s'est modifié sur une tranche irrégulière de quelques décimètres. Les sédiments ont été redistribués selon des schémas connus avec ablation en rive concave de sinuosité, dépôt de sédiments à l'aval des sinuosités et en rive convexe.

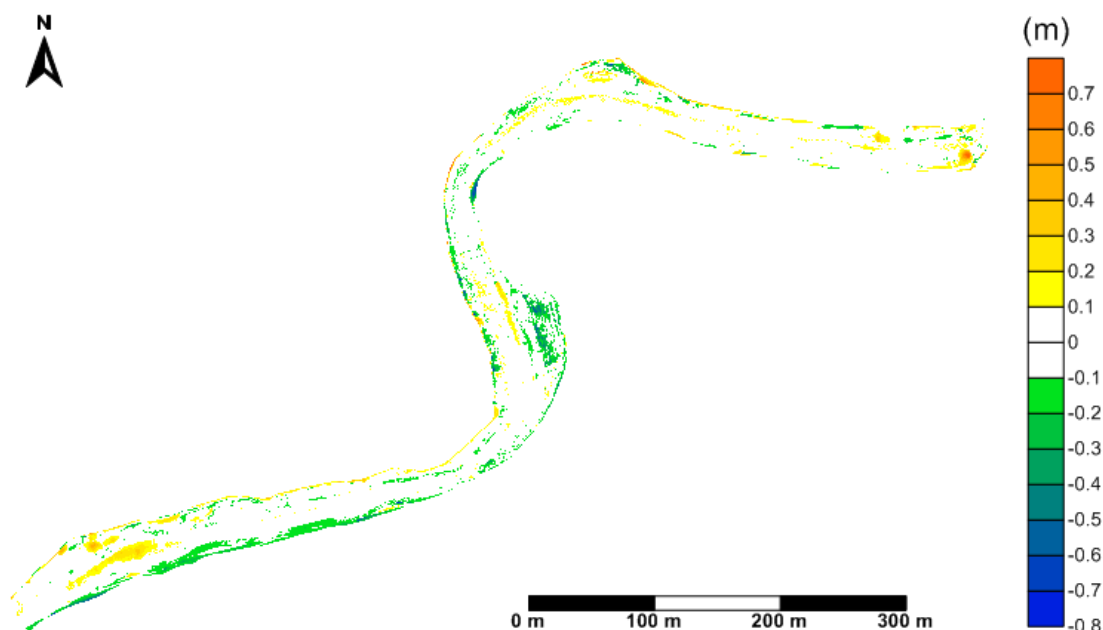


Figure 1. Carte d'évolution morphologique au site de Bruant entre le 03 octobre 2013 ( $15 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et le 28 janvier 2014 ( $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Au regard de l'évolution morphologique du lit, la faible énergie dont dispose la rivière permet néanmoins une activité morphogène non négligeable. Cependant, cette faible énergie reste un facteur limitant compte tenu des courtes longueurs de berge érodée situées pour la plupart en rive concave des sinuosités du lit mineur et du rôle important de la configuration des berges (végétation, hauteur, inclinaison, matériaux...).

#### 4. CONCLUSION

Le dispositif de mesure mis en place (bathymétrie à l'aide d'un sondeur multi-faisceaux au sein du lit et mesures des berges au LIDAR Terrestre) répond ainsi à l'objectif initial : évaluer l'érosion fluviale de la rivière, en lien avec les épisodes morphogènes et les périodes d'étiages, au niveau des tronçons préalablement choisis.

Nos résultats montrent que le lit des rivières de faible énergie présente une mosaïque d'unités aux caractéristiques contrastées, inscrites dans l'état des berges et du fond du lit. Ces contrastes apparaissent entre les secteurs stables longs et les secteurs instables courts mais aussi à l'intérieur des secteurs érodés comme l'indiquent nos mesures.

Dans la suite de nos travaux il est prévu de faire le lien entre l'érosion et la distribution des vitesses du courant dans le chenal, en prenant en compte la caractéristique des matériaux. Il s'agit ainsi d'évaluer la contribution des secteurs présentant une érosion notable à la fourniture et au transfert des alluvions. Il est également prévu de mesurer l'impact sur ces cours d'eau de faible énergie de la renaturation des lits en particulier par l'arasement des seuils prévus par la Directive européenne sur l'eau.

#### BIBLIOGRAPHIE

- Bravard, J.P., Petit, F. (1997). Les cours d'eau, dynamique du système fluvial. Coll U, A. Colin, Paris, 222p.
- Claude, N. (2012). Processus et flux hydro-sédimentaires en rivière sablo graveleuse : influence de la largeur de section et des bifurcations en Loire moyenne. Thèse de doctorat de l'Université François Rabelais de Tours, 366p.
- CORBONNOIS J., ROLLET A-J, VIEL V., HONORÉ A. (2013): The DCE, hydraulic structures and bed erosion in the Huisne River (France). In G. Arnaud-Fassetta, E. Masson, E. Reynard (Eds). European Continental Hydrosystems under Changing Water policy. Verlag F.Pfeil, Munich, pp 137-148.