

## Causes de la stabilité en plan des méandres de faible énergie du Cher (France)

### Causes of planform stability of a low-energy meandering gravel-bed river (Cher River, France)

Thomas Dépret<sup>1,2</sup>; Emmanuèle Gautier<sup>1</sup>; Janet Hooke<sup>3</sup>;  
Delphine Grancher<sup>1</sup>; Clément Virmoux<sup>1</sup>; Daniel Brunstein<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université Paris 1 et Laboratoire de Géographie Physique, CNRS UMR 8591.

<sup>2</sup>Université de Lyon, UMR5600. <sup>3</sup>Department of Geography and Planning, University of Liverpool.

## RÉSUMÉ

Sur le Cher, les secteurs à méandres présentent depuis au moins deux siècles une mobilité en plan très réduite. Cet article vise principalement à en identifier les causes. Deux hypothèses explicatives, non exclusives l'une de l'autre, ont été émises. Selon la première, les mécanismes naturels de migration des boucles auraient été inhibés par la présence ancienne de protections de berges. Selon la seconde hypothèse, une diminution de la fréquence et/ou de l'intensité des événements hydrologiques morphogènes depuis le XIXe siècle aurait conduit à une diminution de la fréquence de mobilisation de la charge de fond et/ou à une réduction de la capacité de la rivière à éroder ses berges. Pour tester ces hypothèses, l'évolution diachronique des formes en plan a été reconstituée à différents pas de temps à partir d'un SIG et des relevés de terrains ont été effectués. Tout d'abord, les transformations morphologiques ont été caractérisées et quantifiées (surfaces érodées et végétalisées, linéaire érodé, taux de retrait des berges). Ensuite, les débits-critiques de mobilisation de la charge de fond et de déclenchement de l'érosion latérale ont été déterminés. Enfin, les aménagements présents dans le lit mineur ont été localisés et, lorsque cela était possible, datés. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence que ces méandres constituent des systèmes dont le fonctionnement morphodynamique est très fortement contraint et perturbé par les aménagements anthropiques. En l'absence de ces aménagements, la rivière dispose encore aujourd'hui d'un potentiel de mobilité élevé. Ceci lui confère a priori de fortes capacités d'auto-restauration.

## ABSTRACT

On the Cher River, meandering reaches present a very low mobility for at least two centuries. This article aims to identify the main causes. Two explanatory hypotheses, not mutually exclusive of each other, were put forward. According to the first, the natural mechanisms of loop migration would have been inhibited or blocked by former bank protections. According to the second hypothesis, a decrease in the frequency and/or intensity of morphogenic hydrological events since the nineteenth century would have led to a decrease in the frequency of bedload mobilization and/or to a reduction in capacity of the river to erode its banks. To test these hypotheses, the diachronic evolution of planforms was reconstituted at different time steps from a GIS and field surveys were carried out. Morphological transformations have been characterized and quantified (eroded and vegetated areas, length of eroded banks, rates of bank retreat). The critical-discharges of bedload mobilization and of lateral erosion were also determined. Moreover, the anthropogenic structures in the riverbed were located and, if possible, dated. The results highlight that the morphodynamics of these systems is highly constrained and disrupted by anthropogenic structures. In the absence of these fluvial works, the meanders still have today a high potential for mobility. This gives them a priori strong capabilities of passive restoration.

## MOTS CLES

Meanders, Low mobility, Diachronic evolution, Anthropogenic structures

## 1 INTRODUCTION

Cet article porte sur l'identification des causes de la faible mobilité historique (200 dernières années) de trois secteurs à méandres de faible énergie du Cher. Deux hypothèses ont été avancées pour expliquer la relative stabilité de ces méandres. La première se rapporte à la possible présence d'anciennes protections de berges. La seconde se rapporte à une éventuelle diminution de la fréquence et/ou de l'intensité des événements hydrologiques morphogènes depuis le XIXe siècle, possiblement liée à fin du Petit Age Glaciaire ou à l'édification en 1909 du barrage de Rochebut à l'amont du bassin. Une telle décroissance aurait alors conduit à une diminution de la fréquence de mobilisation de la charge de fond, via notamment la mise en place d'un pavage, et à une réduction de la capacité de la rivière à éroder ses berges. Tester ces hypothèses impose notamment de disposer d'une connaissance précise des débits-seuils de mobilisation de la charge de fond et de déclenchement de l'érosion latérale. Une telle connaissance constitue en outre un enjeu important à l'heure des politiques de restauration de la continuité sédimentaire et de l'espace de mobilité. D'un point de vue opérationnel, les investigations ici présentées ont ainsi pour but d'estimer les capacités d'auto-restauration de la rivière. Celle-ci est en effet soumise depuis des décennies à de profonds dysfonctionnements et perturbations, liés pour l'essentiel aux contraintes imposées par les aménagements (seuils et protections de berges principalement) et aux extractions de matériaux pratiquées dans le lit mineur jusqu'au début des années 1990.

## 2 METHODE

### 2.1 Evolution du tracé en plan

L'évolution du tracé sur chacun des secteurs a été reconstituée à partir de cartes anciennes et de photographies aériennes intégrées à un SIG (ArcGIS 9.2). Deux principales périodes ont été étudiées : 1830-1950 et 1950-2005. La période 1950-2005 a en outre été abordée plus dans le détail, grâce à des missions aériennes espacées de 9 à 15 ans. Cinq sous-périodes consécutives ont ainsi été documentées entre 1950 et 2005. Les superficies érodées et végétalisées ont été quantifiées. De plus, le linéaire total de berges érodées ainsi que le taux de retrait moyen (superficie des polygones érodés / longueur de berge érodée) ont été calculés.

### 2.2 Détection et localisation des aménagements

La détermination de l'influence des aménagements sur la dynamique fluviale impose dans un premier temps de reconstituer la chronologie de leur mise en place ainsi que de connaître leur localisation précise. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur des recherches en archives et sur des investigations de terrain.

### 2.3 Détermination des débits-seuils de déclenchement de l'érosion latérale et de mise en mouvement de la charge de fond

Le débit-seuil de déclenchement de l'érosion latérale a été déterminé par suivi de la position du sommet des berges actives entre octobre 2009 et mars 2013. Cette position a été levée au DGPS après chaque événement susceptible de provoquer un retrait de berge.

La mobilité de la charge de fond a été suivie de 2010 à 2012 en recourant à des traceurs (PIT-Tags). Les particules marquées ont été injectées individuellement le long de profils situés en tête de seuils avec un espacement entre particules variant de 0.5 à 0.7 m selon les transects.

### 3 RESULTATS

#### 3.1 Un tracé en plan relativement stable, mais une activité morphodynamique notable

L'analyse de l'évolution diachronique des formes en plan entre 1830 et 2005 confirme la faible mobilité du tracé des méandres initialement présumée. Les tracés de 1830, 1950 et 2005 se superposent en effet assez nettement. Les méandres manifestent néanmoins des signes d'une activité morphodynamique notable. Entre, 1830 et 1950, le taux de recul moyen annuel atteint ainsi entre  $0,31 \text{ m.an}^{-1}$  et  $0,42 \text{ m.an}^{-1}$  selon les secteurs. Par ailleurs, entre 12,9 % et 19,3 % du linéaire ont été touchés par l'érosion latérale sur au moins une des rives. Pour la seconde période, l'érosion brute annuelle est plus importante (de 1,4 à 1,8 fois plus élevée en 1950-2005). Il en va de même pour les pourcentages annuels de longueurs de berges érodées (de 2,9 à 3,9 fois plus forts pour la période 1950-2005). Les taux de recul moyen annuel des berges, compris entre  $0,31$  et  $0,34 \text{ m.an}^{-1}$ , sont en revanche similaires à ceux de la période 1830-1950.

Par ailleurs, pour les différentes sous-périodes allant de 1950 à 2005, le recul des berges a été relativement important. Sur chacun des secteurs, les taux de reculs annuels moyens normalisés, c'est-à-dire exprimés en % de la largeur initiale de la bande active, ont ainsi été compris entre 1,3 et 4,7. Ces taux moyens, lorsqu'ils sont comparés à ceux enregistrés sur des systèmes plus instables, apparaissent comme assez forts.

#### 3.2 Une forte contrainte exercée par les aménagements

Les protections de berges occupent une place importante puisque de 27 à 56 % du linéaire de chaque secteur sont équipés. Faute d'archives, ces protections n'ont pu être datées précisément. Il a cependant pu être établi qu'elles sont dans leur grande majorité au moins centenaires. Par ailleurs, sur le tiers aval de l'un des secteurs étudiés, le potentiel de mobilité de la rivière a été réduit à néant voici plusieurs siècles par un barrage. Sur le restant du secteur, de nombreux vestiges d'autres types d'aménagements, généralement non identifiés, participent également à la fixation du tracé du lit.

#### 3.3 Un faible débit critique de déclenchement de l'érosion latérale et une charge de fond fréquemment mobilisée

L'érosion latérale débute pour des débits largement inférieurs au débit à pleins bords. Ils sont compris entre 0,47 et 0,64 fois le débit de période de retour 1,5 ans. Cela équivaut à une activité annuelle allant de 14 à 24 jours. Les débits critiques de mobilisation sont compris entre 0,42 et 0,92 fois le débit de période de retour 1,5 ans. Par conséquent, le charriage se manifeste fréquemment. L'intégralité du spectre granulométrique serait ainsi mobilisée entre 6,3 et 35 jours par an selon les secteurs.

### 4 CONCLUSION

Les investigations réalisées ont permis de mettre évidence une mobilisation fréquente de l'intégralité du spectre granulométrique du lit ainsi qu'une capacité intrinsèque élevée des méandres à éroder le remblaiement alluvial au sein duquel ils s'inscrivent. Pour toutes ces raisons, la faible mobilité du tracé de la rivière, confirmée par l'analyse diachronique des formes en plan entre 1830 et 2005, relèverait essentiellement des contraintes exercées par les aménagements. D'un point de vue opérationnel, ces résultats intéressent directement les gestionnaires. Ils indiquent en effet que le Cher dispose d'un potentiel d'auto-restauration élevé. Cela s'avère primordial dans la mesure où la rivière a subi au cours de la seconde partie du XXe siècle une incision importante et se trouve aujourd'hui en situation de déficit sédimentaire marqué. De ce fait, la réinjection de sédiments par reprise de l'érosion latérale représente un enjeu important sur cet hydrosystème.