

Caractérisation longitudinale du fond du lit du Rhône du Léman à la mer : continuum, discontinuum et contrôles naturels et anthropiques

Characterisation of the Rhone River bed profile from Lake Geneva to the Mediterranean Sea: continuum, discontinuum, and natural and anthropogenic controls

Elsa Parrot ^{1,2}, Hervé Piégay ¹ et Michal Tal ², Lise Vaudor ¹

¹ Environnement Ville et Société (EVS), CNRS UMR 5600, ENS de Lyon, 15 parvis René Descartes, 69007 Lyon, France (auteur : elsa.parrot@ens-lyon.fr).

² Aix-Marseille Université CEREGE UMR 6635 Europôle de l'Arbois, BP 80, 13545 Aix-en-Provence cedex 04, France
Zone Atelier Bassin du Rhône

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude est de caractériser l'évolution du profil en long du fond du lit du Rhône sur l'ensemble du continuum. Pour tous les cours d'eau, le profil en long reflète la réponse intégrale du système, à la fois naturelle et anthropique. L'étude est effectuée sur le profil en long extrait de données bathymétriques du chenal sur les 512 km de fleuve. L'analyse statistique est utilisée pour caractériser l'état actuel du profil en long et son évolution au cours du siècle dernier. Elle a permis de mettre en évidence 55 tronçons homogènes permettant d'établir une typologie des caractéristiques physiques. L'analyse statistique du profil en long, en particulier l'étude des séquences seuil-mouille, permet une caractérisation morphologique de ces tronçons. Nous présentons les principales caractéristiques de l'évolution géométrique du Rhône basées sur une analyse quantitative des données bathymétriques disponibles au cours du siècle dernier. Cette étude diachronique permet d'identifier les principales ruptures de pente, les secteurs stables et mobiles, les zones d'érosion et d'exhaussement, et fournit une première étape vers l'identification des causes des variations morphologiques historiques et de leur importance relative. L'analyse des changements verticaux ouvre la voie vers une compréhension plus générale, à savoir comment les systèmes fluviaux réagissent aux changements imposés par ajustements à la morphologie du chenal et à la pente.

ABSTRACT

The focus of this study is to characterize the evolution of the longitudinal bed profile of the Rhone River along its entire length. As is the case for all rivers, the longitudinal profile reflects the integral response of the system, both natural and anthropogenic. The study is performed on the long profile extracted from bathymetric data for the entire 512 km length of the river. We use statistical analysis to characterize the current state of the long profile and its evolution over the last century. It has pointed out 55 homogeneous reaches to establish a typology of physical characteristics. The statistical analysis of long profile, particularly the study of riffle-pool sequences, enables evaluation of these reaches from a morphological perspective. We present key features of the geometric evolution of the Rhone River based on a quantitative analysis of available bathymetric data over the last century. This analysis enables identification of major knickpoints, stable and mobile reaches, and hot-spots of erosion and aggradation, and provides a first step towards identifying the causes of historical morphological variations and their relative importance. The analysis of vertical changes paves the way towards a more general understanding of how river systems respond to imposed changes through adjustments to both channel morphology and slope.

MOTS CLES

Alternances seuil-mouille, continuum/discontinuum, évolution bathymétrique, impacts anthropiques, incision/aggradation.

1 LE RHONE : UN FLEUVE AMENAGE

L'anthropisation du linéaire du Rhône durant ces 150 dernières années, à la suite d'aménagements et de changements d'occupation du sol, a provoqué une modification morphologique du fond du lit. Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'action 1 de l'Observatoire des Sédiments du Rhône qui est un dispositif de recherche ayant pour but d'améliorer les connaissances scientifiques sur le fleuve. Cette action est intitulée « Analyse de l'évolution de la géométrie du chenal de Genève à la mer ». Elle est effectuée sur l'ensemble du linéaire, de l'aval du lac Léman à la mer Méditerranée. La CNR met à disposition les mesures bathymétriques de profil en travers qu'elle réalise sur l'ensemble du corridor.

2 METHODES

2.1 La segmentation du chenal du Rhône en tronçons homogènes

L'étude des caractéristiques morphologiques du chenal du Rhône a nécessité sa segmentation en tronçons homogènes. Trois étapes ont été nécessaires (1) l'extraction du profil en long (PL) du chenal à partir des données de profil en travers, (2) la localisation des contraintes physiques naturelles et anthropiques, (3) la détection des ruptures par analyses statistiques (test de Pettitt et Hubert).

2.2 La détermination des méso-formes : les alternances seuil-mouille

L'étude porte sur la variabilité locale de la pente du profil en long, indicatrice de la morphologie du lit. En effet, la définition des faciès morphologiques repose sur une analyse fine de la topographie du lit. Différents tests statistiques ont été expérimentés pour caractériser les tronçons à pente moyenne homogène en termes de faciès morphologique (t-test de O'Neill et Abrahams, 1984, décomposition par ondelettes, moyenne mobile...)

2.3 La variabilité temporelle

Les profils en long avant et après la construction de chaque aménagement ont été extraits, projetés et comparés au profil actuel afin de suivre l'évolution du chenal du Rhône et les changements affectant les faciès.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Caractérisation des unités morphologiques du chenal du Rhône

Cette première identification des tronçons homogènes met en lumière des caractéristiques majeures telles que les grandes ruptures de pentes, les pentes moyennes, la morphologie du fond (Figure 1). Plusieurs hypothèses d'interprétation de ces discontinuités sont ainsi formulées, notamment l'influence des contraintes géologiques, des héritages quaternaires, des apports sédimentaires des affluents (quantité et qualité), de l'anthropisation, de l'effet de retour d'eau dans les retenues, des curages. A partir des travaux de Bravard (2009) portant sur l'étude des pentes, la variation des pentes actuelles a été mise en lien avec la variation de la morphologie longitudinale du fond sur l'ensemble du fleuve.

3.2 Caractérisation de l'évolution du linéaire

Les données antérieures ont été comparées aux données actuelles afin de déduire une cartographie de l'évolution morphologique du chenal. L'extraction des profils en long à partir des données bathymétriques anciennes et l'analyse de l'évolution de la forme globale du profil met en évidence des changements de tendance du linéaire. Une analyse de cette évolution en diachronique a permis de rendre compte du degré de responsabilité des contraintes physiques du milieu sur ces variations. La localisation des ruptures et des faciès et leur modification dans le temps donnent une information majeure quant au devenir du chenal, permettant l'identification des zones de stockage et d'érosion et surtout l'identification de sections dynamiques d'un point de vue morphologique.

4 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette analyse, sera couplée à une caractérisation du patron granulométrique. Elle servira d'ailleurs de canevas pour localiser les secteurs à échantillonner et caractériser ainsi qualitativement les stocks sédimentaires, de suivre le transport solide, de fournir un diagnostic sur les conditions d'habitats dans le chenal... Elle constitue une base de connaissances pour aborder les questions en lien avec la restauration écologique, l'état des habitats, les conditions de transport solide et les risques associés.

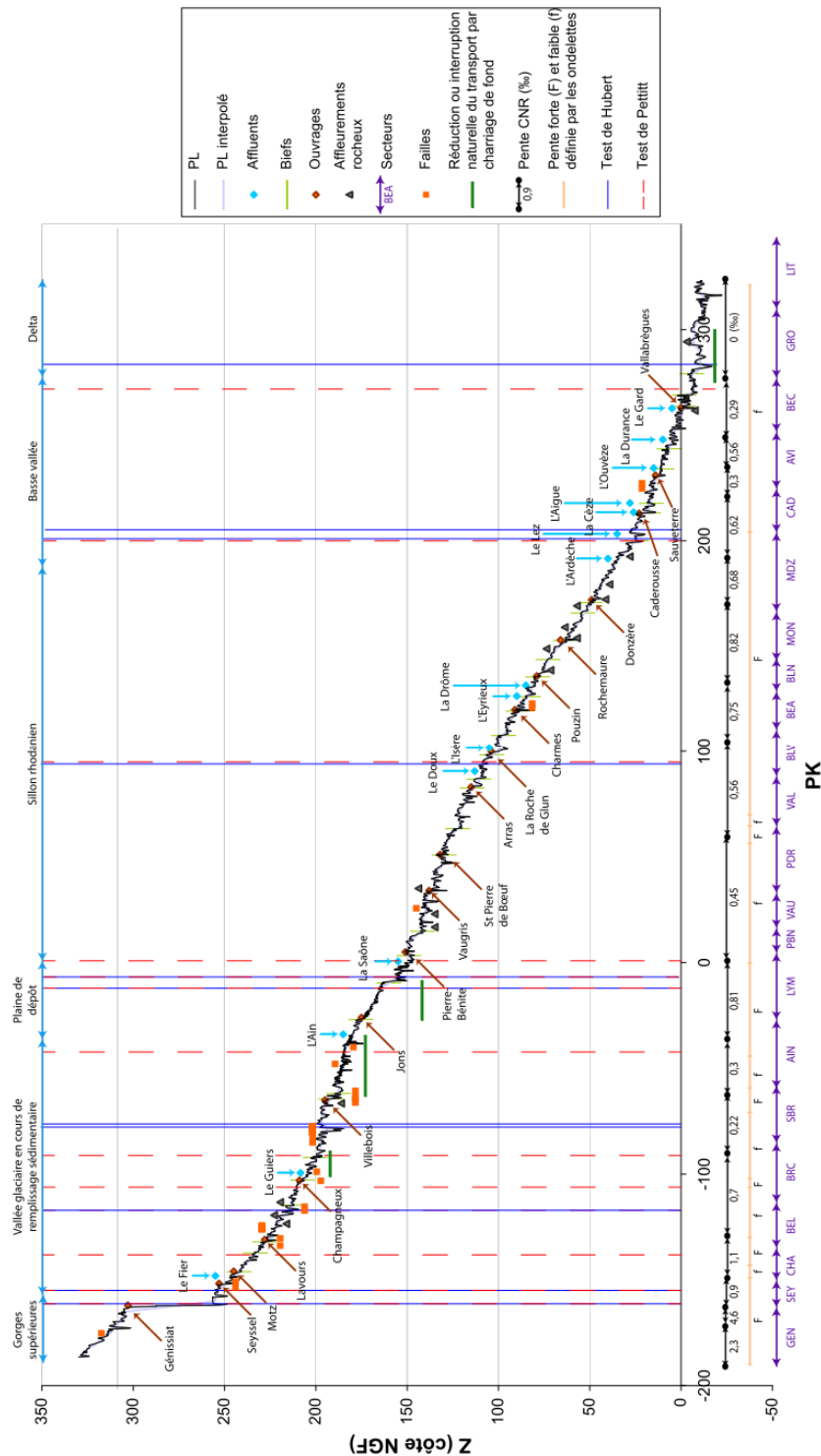


Figure 1 : Profil en long du Rhône et mise en évidence de sa structure et des différentes contraintes naturelles et anthropiques

BIBLIOGRAPHIE

Bravard, J.-P. (2009). *Discontinuities in braided patterns: The River Rhône from Geneva to the Camargue delta before river training*. *Geomorphology*, vol. 117, no. 3-4, pp. 219-233.

O'Neill, M. P., Abrahams, A. D. (1984). *Objective identification of pools and riffles*. *Water resources research* 20, 921-926.