



HAL
open science

Les marges construites du Rhône : Fonctionnement hydrodynamique des Casiers Girardon dans le secteur d'Arles : résultats à partir d'un modèle hydraulique 2D

Michal Tal, Jules Le Guern

► To cite this version:

Michal Tal, Jules Le Guern. Les marges construites du Rhône : Fonctionnement hydrodynamique des Casiers Girardon dans le secteur d'Arles : résultats à partir d'un modèle hydraulique 2D. Aix-Marseille Université. 2013. hal-04548385

HAL Id: hal-04548385

<https://hal.science/hal-04548385>

Submitted on 16 Apr 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

Les marges construites du Rhône : Fonctionnement hydrodynamique des Casiers Girardon dans le secteur d'Arles : résultats à partir d'un modèle hydraulique 2D

Résumé :

Cette étude se focalise sur l'hydrodynamique d'un tronçon du Rhône situé entre Beaucaire et Arles. Ce secteur est unique puisqu'il présente un chenal secondaire actif malgré les aménagements « Casiers Girardon ». Pour y parvenir, un modèle numérique a partir de TELEMAC-2D de ce secteur a été réalisé. L'étiage, le module, la crue annuelle et la crue décennale ont été modélisés. Les résultats montrent que les vitesses sont d'autant plus hétérogènes que le débit est élevé et que cette évolution est fortement dépendante de la morphologie de chaque casier et des connexions qui s'établissent avec le chenal principal.

Objectifs du projet et mise en contexte

Entre la fin du XIX^{ème} siècle et le début du XX^{ème} siècle, le Rhône s'est vu doté de nombreux aménagements dans le but d'exploiter le fleuve pour les besoins du transport fluvial. Les casiers Girardon constituent les principaux aménagements qui ont contribué à améliorer la navigabilité du Rhône. Ils sont constitués de digues longitudinales submersibles connectées à la berge par des épis transversaux. La principale fonction de ce système était de définir et de figer un chenal de navigation en concentrant les flux dans le chenal principal et en favorisant un exhaussement des marges fluviales par les dépôts des crues. En effet, la concentration des écoulements dans le chenal permet l'incision de ce dernier. Le chenal principal se déconnecte alors des chenaux secondaires. Les digues entraînent un ralentissement des écoulements au sein des casiers et induisent une sédimentation qui s'accroît au fur et à mesure que la végétation s'installe.

Cette étude s'inscrit dans un projet interdisciplinaire associant des biologistes et des géomorphologues, et est financée par l'Observatoire Hommes-Milieus (OHM) Vallée du Rhône et l'Agence de l'Eau. Elle vise à caractériser la biodiversité du secteur d'Arles qui présentent une morphologie très hétérogène et à déterminer comment il se comporte comparé à des tronçons plus uniformes. Puis, à définir, dans le cadre d'un projet de réactivation des marges alluviales du Rhône (Gaydou, 2013), si ce tronçon peut servir de modèle pour le démantèlement des casiers dans d'autres secteurs.

En effet, malgré l'aménagement de casiers Girardon, ce secteur a conservé une grande hétérogénéité du point de vue, de sa morphologie (anastomose). Cette étude permet donc d'apporter des éléments sur l'hydrodynamique des casiers en modélisant les écoulements avec un modèle numérique 2D.

Contacts :

Michal Tal (tal@cerege.fr)

Jules Le Guern (leguernjules@gmail.com)

Méthodologies :

Le logiciel open source TELEMAC-2D, développé par EDF-R&D (Hervouet, 2007), permet d'effectuer des simulations hydrodynamiques en résolvant les équations de Barré de Saint-Venant (1871) à deux dimensions. De cette manière il calcule principalement la hauteur d'eau et la vitesse moyenne sur la verticale en tout point du maillage. La finesse de ce dernier a été ajustée en afin d'obtenir une bonne représentation des digues. Ainsi, la taille de maille a été définie de deux mètres dans les casiers, de cinq mètres dans le chenal principal et de trente mètres dans le lit majeur. Les données bathymétriques et topographiques du domaine d'étude ont été extraites des travaux de Raccasi (2008) et de la BDT Rhône. L'altitude a été interpolée sur le maillage par la méthode des plus proches voisins. Les conditions aux limites du modèle ont été imposées grâce aux débits de la banque hydro à la station de Beaucaire-Tarascon (débit d'étiage, module, crue annuelle et crue décennale). A l'aval, des courbes de tarage du Rhône à Arles et du Rhône à Fourques ont été fournis par la CNR. Des lignes d'eau mesurées ont été mises à notre disposition par la CNR dans le but de caler le modèle.

Principaux résultats :

Le modèle numérique a permis d'établir des cartes de vitesse moyenne sur la colonne d'eau. L'analyse de ces données permet d'observer l'évolution des vitesses au sein des casiers en fonction du débit. A l'étiage, les communications entre les casiers et le chenal principal sont quasi inexistantes mises à part une légère circulation dans les casiers de Ranchier 2 et Saxy 2 (Figure 1A). Les vitesses y sont très faibles voire nulles (vitesse moyenne dans la totalité des casiers de 0,0015 m/s). Au module, la connexion entre ces deux casiers et le chenal principal devient plus importante et ces casiers commencent à fonctionner à la manière de bras secondaires. Une entrée d'eau se crée à l'amont tandis que l'eau sort à l'aval (Figure 1B). Les vitesses s'accroissent avec des vitesses maximum de 0,6 m/s dans ces deux casiers (vitesse moyenne dans la totalité des casiers de 0,03 m/s). A la crue annuelle, les connexions inter-casiers entraînent la formation d'un chenal sur la quasi-totalité du linéaire des casiers. Ceci est illustré par les casiers de Saxy 3 et 4 qui développent un chenal dans le prolongement du chenal de Saxy 2 où les vitesses sont supérieures au reste du casier. Ces écoulements se dirigent à l'aval du casier Saxy 4 pour être restitués au chenal principal du Rhône. Dans ce système, les vitesses deviennent de plus en plus hétérogènes (Figure 1C). La vitesse moyenne dans la totalité des casiers passe à 0,15 m/s et la vitesse maximum est d'environ 1,6 m/s au niveau des passages inter-casiers (Saxy 3 et 4). A la crue décennale, les digues sont totalement submergées et les écoulements au niveau des digues sont parallèles aux écoulements du chenal principal. La vitesse moyenne dans les casiers atteint 0,5 m/s avec une vitesse maximum proche de 1,8 m/s. La distribution des vitesses montre une véritable mosaïque des champs de vitesse (Figure 1D). L'hétérogénéité des vitesses montre alors le réel rôle de ces chenaux secondaires lors des crues. Pour conclure, les connexions entre le chenal principal et les casiers ainsi que les connexions inter-casiers augmentent avec le débit. De même, l'augmentation du débit rend les vitesses plus hétérogènes au sein des casiers. Cependant, l'évolution des vitesses avec le débit dépend fortement de la morphologie de chaque casier et de leurs connexions avec le chenal principal.

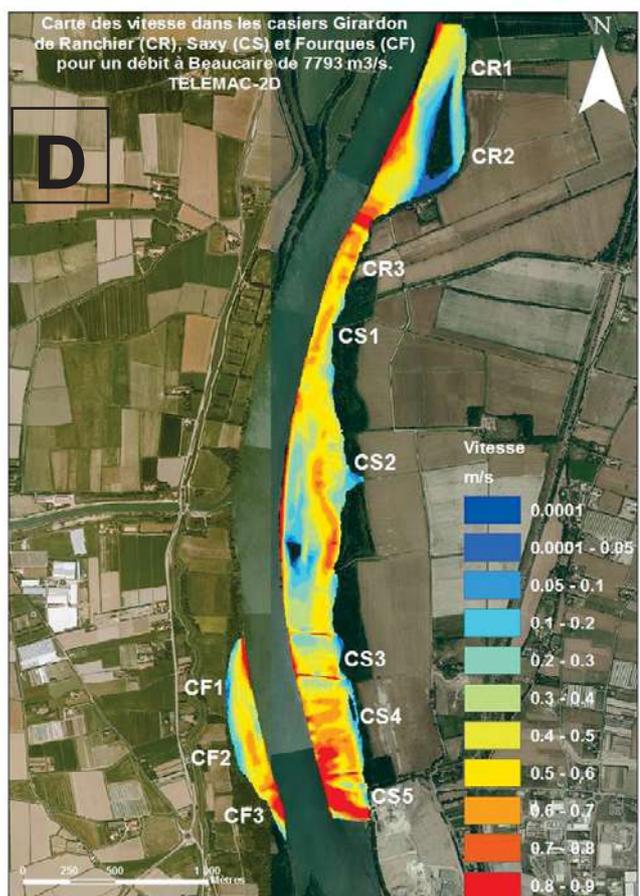
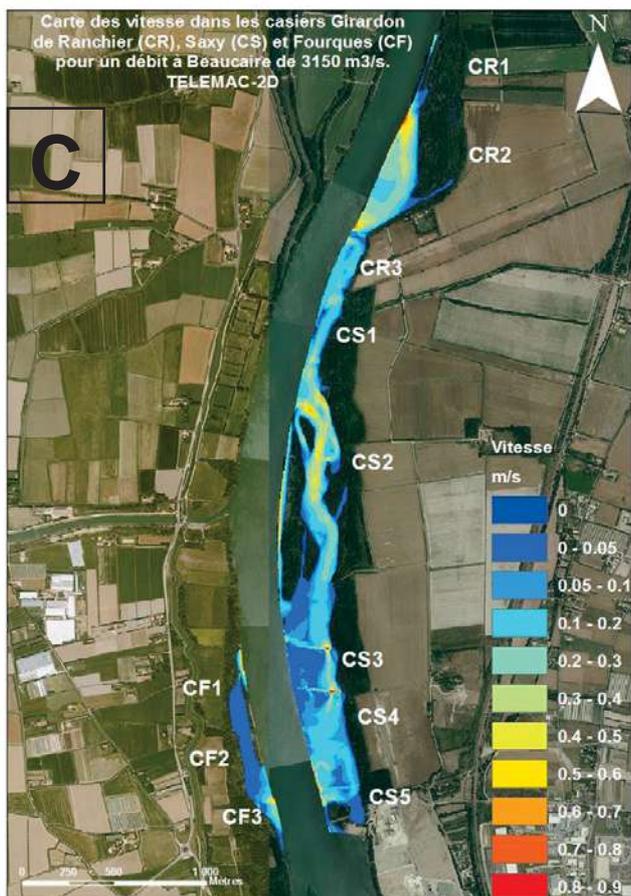
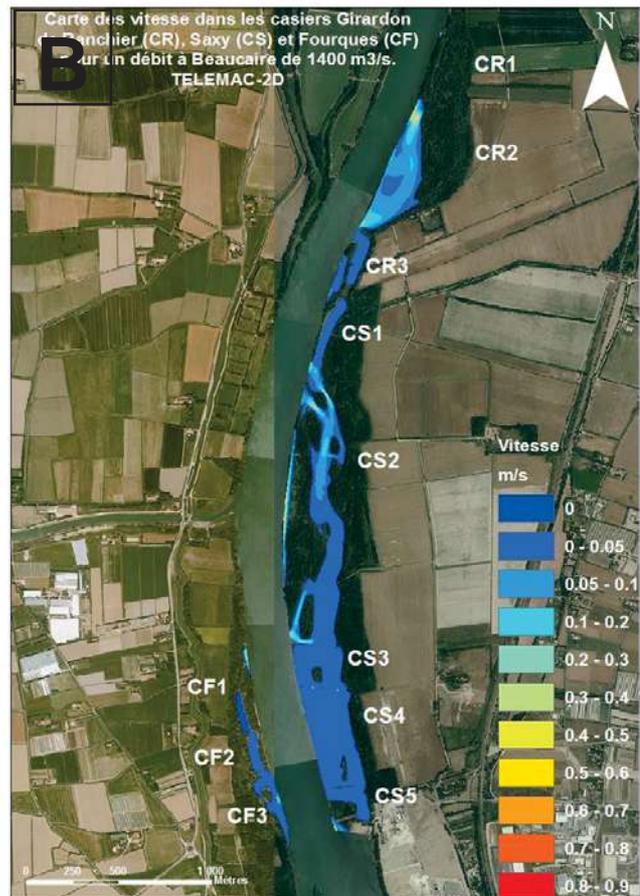
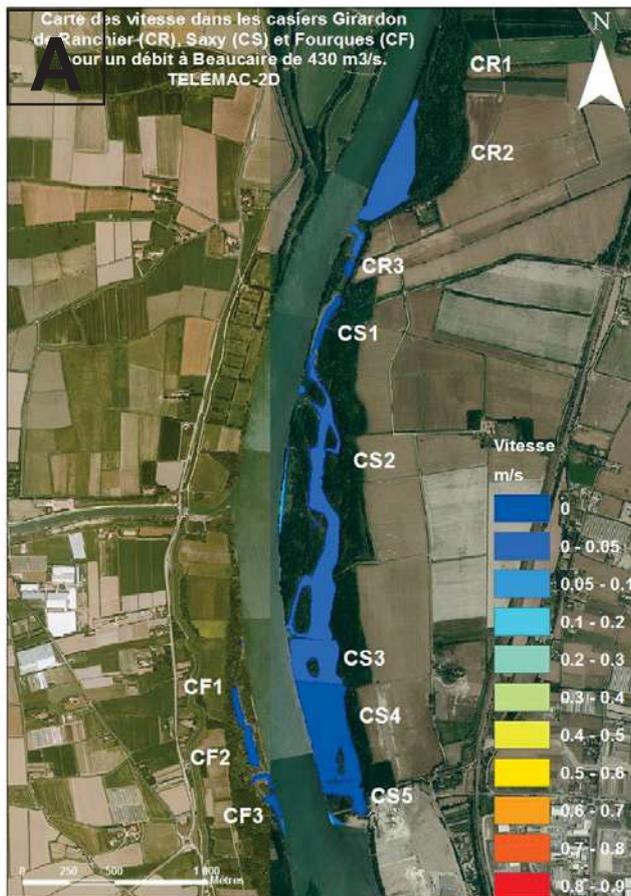


Figure 1 : Cartes des vitesses moyennes sur la colonne d'eau. A : Q=430 m³/s ; B : Q=1400 m³/s ; C : Q=3150 m³/s ; D : Q=7793 m³/s.

Perspectives :

Par la suite, les gammes de vitesse et profondeurs ainsi définies seront croisées avec les données de biodiversité. Elles permettront de prendre en compte la durée annuelle des différentes conditions hydrauliques visualisées avec le modèle. D'autres débits pourront également être simulés pour préciser les conditions hydrauliques.

Plus-value pour les praticiens :

La modélisation hydrodynamique est un outil puissant permettant d'étudier des systèmes complexes et de fournir des données importantes pour des études de biologie et d'écologie.

Le modèle TELEMAC (V7P0) et tous ces modules (TELEMAC-2D, TELEMAC-3D, SISYPHE, TOMAWAC, ARTEMIS) sont à présent compilés sur le cluster de calcul de l'OSU PYTHEAS. Ceci permet aux potentiels futurs utilisateurs de bénéficier de la puissance de calcul du cluster pour considérablement diminuer les temps de calculs.

Références :

3 publications maximum

Gaydou, P. (2013). *Schéma directeur de ré-activation de la dynamique fluviale des marges du Rhône. Rapport de synthèse OSR. Lyon, 98 p.*

Hervouet, J.-M. (2007). *Hydrodynamics of Free Surface Flows: Modelling with the Finite Element Method. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.*

Raccasi, G. (2008). *Mutations géomorphologiques récentes du Rhône aval, recherche en vue de la restauration hydraulique et de la gestion des crues. Thèse de doctorat. Aix-Marseille Université, 334 p.*

