

Soutenance de thèse de Mounir Mahdade le 8 juillet 2022

Vers une représentation parcimonieuse de la variabilité morphologique des rivières non-jaugées adaptée au problème inverse hauteur-débit

Salle virtuelle <https://zoom.us/j/9825439094?pwd=K3ppRytXU2pzTkN0NzdkZGQ1R3ROQT09>

Résumé : L'absence de mesures in situ dans les rivières non-jaugées empêche la construction de courbes de tarage, utiles à plusieurs applications hydrologiques et hydrauliques. Ces dernières décennies, l'idée d'estimer les débits par des méthodes de télédétection a émergé, toujours sur le principe de construire un lien entre hauteur d'eau et débit. Cependant, ce changement s'accompagne d'un changement d'échelle de la mesure de hauteur, qui n'est plus rattachée à une section mais au tronçon, conduisant à la notion de courbe de tarage au tronçon sous les mêmes hypothèses qu'une courbe de tarage à la section (notamment de stationnarité). Cette thèse aborde la question de la construction d'une telle courbe.

Etant donné que les paramètres de friction, de la bathymétrie du lit mineur et du débit sont inconnus, la première étape est de réduire la dimensionnalité du problème. Une étude hydro-morphologique sur quelques tronçons de rivières montre que la variabilité géométrique des cours d'eau naturels (ex. alternances des mouille-radier) peut être représentée sous forme d'un modèle périodique 2D dont la forme en plan est basée sur une courbe de Kinoshita, permettant de réduire le nombre d'inconnues.

Afin de tester et valider ce modèle, la deuxième étape est consacrée à la production d'une simulation de référence 2D sur un tronçon de 40km de la Garonne entre Toulouse et la station hydrométrique de Verdun-sur-Garonne, avec une topographie continue de haute résolution en lit mineur et majeur. La surface libre simulée peut être considérée comme un jeu de "pseudo-observations" similaires à celles qui seront produites par la mission SWOT (Surface Water and Ocean Topography).

Dans la troisième étape, nous construisons un modèle hydraulique direct 2D et une procédure d'inversion associée. Le modèle direct se base sur une simplification géométrique non-uniforme (modèle périodique) et un solveur des équations de Saint-Venant (le modèle Basilisk). Une inversion stochastique par algorithme génétique permet d'estimer la courbe de tarage tronçon dans un régime stationnaire en testant les paramètres géométriques et de frottements qui reconstituent au mieux les signatures observées (courbes caractéristiques calculées directement à l'échelle du tronçon).

Les résultats préliminaires de l'inversion ont montré que le modèle périodique arrive à bien identifier les paramètres morphologiques du tronçon, mais pas les coefficients de frottements (problème d'équifinalité). Un a priori sur les coefficients de frottements pourrait mieux encadrer la courbe de tarage au tronçon résultante.

Mots-clefs : rivières non-jaugées, courbe de tarage, inversion, morphologie, simulation de crue, modèle hydraulique.

Title: Towards a parsimonious representation of the morphological variability of ungauged rivers, suitable for the discharge inverse problem

Abstract: The lack of in situ measurements in ungauged rivers prevents the construction of rating curves, useful for several hydrological and hydraulic applications. In recent decades, the idea of estimating discharges by remote sensing methods has emerged, based on the principle of constructing a link between water elevation and discharge. However, this change is accompanied by a change in the scale of the elevation measurement, which is no longer attached to a cross-section but to the reach, leading to the notion of a reach-average rating curve under the same assumptions as a cross-section rating curve (notably stationarity). This thesis addresses the question of the construction of such a curve.

Since the parameters of friction, channel bed bathymetry and discharge are unknown, the first step is to reduce the dimensionality of the problem. A hydro-morphological study on some river reaches shows that the geometrical variability of natural streams (e.g. alternating pool-riffle) can be represented in the form of a 2D periodic model whose plan form is based on a Kinoshita curve, allowing to reduce the number of unknowns.

In order to test and validate this model, the second step is devoted to the production of a 2D reference simulation on a 40km reach of the Garonne River between Toulouse and the hydrometric station of Verdun-sur-Garonne, with a continuous high resolution topography in the channel and floodplain. The simulated free surface can be considered as a set of "pseudo-observations" similar to those that will be produced by the SWOT (Surface Water and Ocean Topography) mission.

In the third step, we build a 2D direct hydraulic model and an associated inversion procedure. The direct model is based on a non-uniform geometric simplification (periodic model) and a solver of the Saint-Venant equations (the Basilisk model). A stochastic inversion by genetic algorithm allows to estimate the reach-averaged rating curve in a stationary regime by testing the geometrical and friction parameters that best reconstitute the observed signatures (characteristic curves calculated directly at the reach scale).

Preliminary results of the inversion showed that the periodic model is able to identify the morphological parameters of the reach, but not the friction coefficients. An *a priori* on the friction coefficients could better frame the resulting reach-averaged rating curve.

Keywords: ungauged rivers, reach-averaged rating curve, inversion, morphology, flood simulation, hydraulic model