



Peut-on contraindre les relations de géométrie hydraulique à la station par des considérations physiques simples ?

Contexte scientifique

Les grandeurs hydrauliques (vitesse V , hauteur d'eau H , section mouillée A , largeur au miroir W , etc.) caractérisant l'écoulement d'une rivière sont variables à la fois temporellement et spatialement, du fait des variations combinées de la géométrie du lit du cours d'eau et de celles du forçage hydrologique (apports de débit). Spatialement, ces grandeurs varient bien évidemment à l'échelle du linéaire hydrographique, mais également à l'échelle beaucoup plus locale du tronçon, à travers les alternances de faciès : faciès d'écoulement rapide ou "radiers" (*riffle* en anglais), et faciès d'écoulement plus calmes ou "mouilles" (*pool*).

La connaissance statistique de cette variabilité et la définition de grandeurs hydrauliques moyennes à l'échelle de quelques séquences mouille-radier (on parlera de l'échelle de la station, qui est de l'ordre de 10 à 15 fois la largeur du cours d'eau) est donc une question importante, qui fait l'objet de nombreuses recherches et dont l'intérêt est multiple : connaissance de la répartition des habitats piscicoles à cette échelle, estimations de débits de débordement par tronçons pour la cartographie des zones inondables, interpolation spatiale de courbes de tarage, etc. La géométrie hydraulique (*hydraulic geometry*, HG) est une approche qui exploite les corrélations existant entre le forçage hydrologique (le débit Q) et la géométrie du cours d'eau en un point donné, par des relations empiriques de forme :

$$W(x, Q) = a(x) \left(\frac{Q}{Q_0} \right)^{b(x)}$$

où x désigne la position longitudinale (abscisse curviligne) le long du cours d'eau, Q le débit (variable), Q_0 un débit de référence, et $a(x)$ et $b(x)$ les coefficients de géométrie hydraulique à la section. Des relations similaires sont établies pour les autres variables hydrauliques comme la vitesse ou la hauteur d'eau : $V(x, Q)$, $H(x, Q)$, etc., chacune paramétrée par un couple de coefficients. Initialement développée à l'échelle de la section (*at-a-station hydraulic geometry*, AHG : Leopold et Maddock, 1953), cette approche a depuis été étendue à l'analyse de grandeurs moyennes à l'échelle du tronçon (*at-many-stations hydraulic geometry*, $AMHG$), sans pour autant reposer encore sur des bases théoriques précises, malgré des tentatives récentes en ce sens (e.g., Gleason, 2015 ; Shen et al., 2016).

Objectifs du stage

Le but de ce stage est d'avancer modestement dans la compréhension de "l'émergence" de ces relations empiriques de géométrie hydraulique, en analysant finement la variabilité spatiale des grandeurs hydrauliques à l'échelle de la station. Le travail se basera sur un jeu de données de 16 tronçons de rivière naturels issus de la thèse de Navratil (2005). Le but est d'établir, sinon la loi générale décrivant l'évolution $\frac{da}{dx}$, $\frac{db}{dx}$ des coefficients $a(x)$, $b(x)$, etc., au moins un ensemble de contraintes reliant ces quantités entre elles, en ajoutant des considérations physiques simples issues de la théorie des écoulements graduellement variés.

Profil recherché

- Etudiant/e en Master 2 ou dernière année d'école d'ingénieur
- Bonne maîtrise des notions fondamentales d'hydraulique à surface libre en régime permanent et graduellement varié
- Aisance avec le calcul analytique
- Curiosité, esprit d'initiative, goût pour la fouille de données
- La connaissance préalable d'un langage de script type Matlab, Scilab ou R serait un plus.

Informations pratiques

- Lieu / contacts : ce sujet étant proposé dans le cadre d'un projet commun entre l'UMR Metis à Paris et l'UMR Lisah à Montpellier, le/la candidat/e pourra être localisé/e indifféremment soit à Paris soit à Montpellier :

Nicolas Le Moine
UMR Metis
Université Pierre et Marie Curie
4 Place Jussieu
75352 PARIS cedex 05

`nicolas.le_moine@upmc.fr`

Roger Moussa
UMR Lisah
INRA - IRD - Supagro
2 Place Viala
34060 MONTPELLIER cedex 2

`roger.moussa@supagro.inra.fr`

Quelque soit le choix du laboratoire, des déplacements seront à prévoir ponctuellement dans l'autre laboratoire (transport et hébergement pris en charge).

- Durée : 6 à 7 mois à partir de février 2017
- Rémunération : environ 560 €/mois