

Modélisation statistique de la géométrie hydraulique des tronçons à travers le réseau hydrographique et applications à la gestion des bassins versants

Modelling the hydraulics of river networks and management applications

M. Morel (1), D.J. Booker (2), M.J. Stewardson (3), A. Vivier (4), H. Piégay (5), F. Gob (6), V. Tamisier (6) and N. Lamouroux (1)

(1) Irstea UR MALY, Villeurbanne, France (maxime.morel@irstea.fr), (2) NIWA, Christchurch, New Zealand, (3) University of Melbourne, Melbourne, Australia, (4) Agence française pour la biodiversité, Vincennes, France, (5) CNRS -UMR 500 ENS Lyon, Université de Lyon, France, (6) Université Paris 1, Paris, France.

RÉSUMÉ

Les variations spatiales et temporelles des caractéristiques hydrauliques des cours d'eau (i.e. hauteur d'eau, largeur mouillée, vitesse) à travers le réseau hydrographique affectent les habitats des espèces aquatiques, la biodiversité, la température de l'eau, les flux de polluants et le transport sédimentaire. Pour ces raisons, de meilleures descriptions hydrauliques des bassins versants sont essentielles pour la définition de débits écologiques, la gestion des polluants et la restauration d'habitats aquatiques. Dans cette étude, des modèles de caractéristiques hydrauliques de tronçons de cours d'eau ont été développés à partir d'un jeu de données unique composé de plus de 1000 tronçons, collecté en France, en Nouvelle-Zélande et en Australie. Les relations de géométrie hydraulique « stationnelle » décrivent les changements temporels de la hauteur d'eau, la largeur mouillée et la vitesse avec le débit dans un tronçon. Les relations de géométrie hydraulique « longitudinales » font référence aux variations spatiales des caractéristiques hydrauliques le long d'un cours d'eau ou entre différents tronçons pour un débit de référence (le débit médian par exemple). Cependant la variabilité de ces relations entre les tronçons de cours d'eau est encore peu comprise. Afin de prédire les paramètres de géométrie hydraulique, des variables provenant de bases de données SIG, d'images aériennes et de mesures sur le terrain ont été analysés.

ABSTRACT

Temporal and spatial variations of river hydraulic characteristics (i.e. width, depth, velocity) across stream networks influence physical habitats and biodiversity, water temperature, nutrient fluxes, sediment transport and associated ecosystem services. Therefore, improved hydraulic descriptions of catchments are essential for the definition of ecological flows, the sound management of pollutions and the restoration of habitats. We developed models of the hydraulic characteristics of river reaches with natural morphologies, using a unique dataset of more than 1000 reaches collected across France, New-Zealand and Australia. "At-a-reach hydraulic geometry" relationships describe temporal changes in water depth, wetted width and velocity with the discharge at a given river reach. "Downstream hydraulic geometry" relationships describe spatial changes in hydraulics along a river or between reaches, at a given reference flow discharge (e.g., the median flow or mean annual flood flow). Although variations of both relationships have been widely documented, they are still largely unexplained. To predict hydraulic geometry parameters, many field-based, map-based or remote sensed variables were analyzed in this study.

MOTS CLES

Catchment management, Channel form, Reach hydraulic geometry

1 MODELISATION STATISTIQUE DE LA GEOMETRIE HYDRAULIQUE DES TRONÇONS À L'ECHELLE DE RESEAUX HYDROGRAPHIQUES

Connaitre les caractéristiques hydrauliques (hauteurs, largeurs, vitesses, forces tractrices) de l'ensemble des tronçons de cours d'eau au sein d'un réseau hydrographique représente une avancée majeure pour comprendre, modéliser, gérer et restaurer plus efficacement les flux (hydrauliques, nutriments, sédiments) et les habitats des espèces aquatiques dans les bassins versants. Les caractéristiques hydrauliques des cours d'eau sont variables dans l'espace (relations de géométrie hydraulique longitudinale) et dans le temps avec le débit (relations de géométrie hydraulique stationnelle). Toutefois la variabilité de ces relations entre les tronçons de cours d'eau est encore peu comprise.

Le projet consiste à mieux comprendre ces relations de géométrie hydraulique en exploitant un jeu de données conséquent et unique composé de > 500 tronçons mesurés à plusieurs débits et >800 tronçons mesurés à un débit provenant des applications du modèle d'habitat Estimhab (Lamouroux, 2002) et de l'outil de CARactérisation HYdromorphologique des Cours d'Eau Carhyce (Gob *et al.*, 2014). Des données de Nouvelle-Zélande et d'Australie ont également été incluses dans le jeu de données. La géométrie hydraulique est modélisée en fonction de variables disponibles sous SIG (utilisations du sol, climat, topographie ...), à partir d'images aériennes et de relevés de terrain. Les premiers résultats montrent qu'il est possible de prédire la variation temporelle de la largeur mouillée et la hauteur d'eau des tronçons à partir de variables facilement estimables à partir d'images aériennes et/ou de mesures sur le terrain (e.g. le ratio largeur mouillée au débit médian sur la largeur à plein bord, le nombre de Froude au débit médian ; Figure 1).

L'objectif, à terme, est de mettre en place des modèles de géométrie hydraulique à grande échelle et généralisable grâce aux données collectées à l'étranger. Ces modèles de géométrie hydraulique seront utilisés dans le cadre d'applications environnementales. En particulier, ces modèles pourront être appliqués pour quantifier les impacts sur l'habitat aquatique des altérations de débits à large échelle. Certaines études utilisent des modèles de géométrie hydraulique pour simuler, par exemple, la température de l'eau dans un réseau hydrographique, les flux de polluants ou l'impact de l'altération du débit sur l'habitat aquatique à large échelle. Ces types de simulations pourront être revisités à partir des modèles de géométrie hydraulique développés.

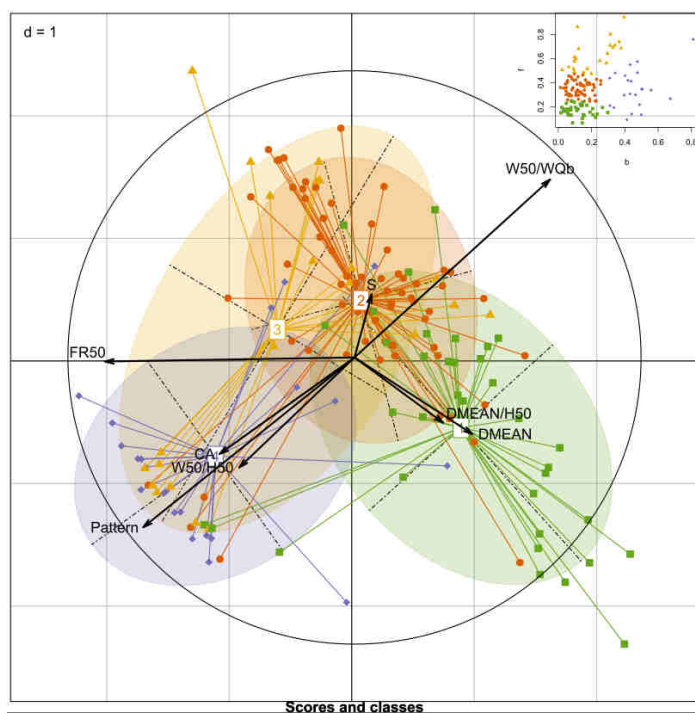


Figure 1 : Analyse discriminante de 4 groupes de cours d'eau correspondant à différentes valeurs des paramètres de géométrie hydraulique stationnelle en fonction de variable explicatives comme le style fluvial ("Pattern") ou la granulométrie moyenne du cours d'eau ("DMEAN").

BIBLIOGRAPHIE

Gob, F., C. Bilodeau, N. Thommeret, J. Belliard, M.-B. Albert, V. Tamisier, J.-M. Baudoin, K. Kreutzenberger (2014) A tool for the characterisation of the hydromorphology of rivers in line with the application of the European Water Framework Directive in France (CARHYCE). *Geomorphologie-Relief Processus Environnement*, 57-72.

Lamouroux, N. (2002) Estimhab: estimating instream habitat quality changes associated with hydraulic river management. Shareware & User's guide. Cemagref Lyon - Onema.