

Proposition de stage – niveau M2

Encadrants Laboratoire Hydraulique St Venant : Magali Jodeau magali.jodeau@edf.fr ; Sébastien Boyaval sebastien.boyaval@enpc.fr ; Guillaume Brousse

Collaboration IMFT : Laurent Lacaze laurent.lacaze@imft.fr ; Raphaël Maurin raphael.maurin@imft.fr

Collaboration EDF : Florian Cordier

Lieu du stage : Chatou (78)

Titre : Modélisation numérique du transport et de la dispersion d'un lit sédimentaire artificiel

Contexte : Les ouvrages transversaux au lit d'une rivière (seuil ou barrage) peuvent avoir un impact sur la continuité écologique et sédimentaire du cours d'eau, en retenant les sédiments à l'amont et créant ainsi un déficit sédimentaire à l'aval. Afin de remédier à cela, des solutions de recharge sédimentaire en aval des ouvrages peuvent être proposées. Selon l'impact de l'ouvrage visé, équilibre sédimentaire ou habitat piscicole, la solution choisie doit satisfaire des contraintes différentes. En particulier, dans le cas de l'habitat piscicole, que nous traiterons ici, il est préférable que cette recharge reste stable dans le temps, et ne soit pas entraînée totalement à la première crue.



Figure. Recharge sur la Dordogne

Des expériences de sites sont menées à l'heure actuelle sur la Dordogne afin de répondre à cette problématique. L'objectif est de stabiliser la recharge par des rangées de blocs transverses à la recharge et non transportables par le cours d'eau. Cette mesure de protection nécessite d'être caractérisée en laboratoire afin d'optimiser son agencement.

Expériences de laboratoire (IMFT) :

Dans ce contexte, des expériences de laboratoire sont réalisées à l'IMFT (Toulouse). Ici, le transport d'une recharge modèle est étudié dans un canal hydraulique à surface libre (7m long x 1m large x 0.5m haut, débit entre 5L/s et 100L/s, pente réglable). Pour mieux comprendre le transport et la dispersion de cette recharge, ses caractéristiques géométriques sont variées (longueur et largeur) et l'évolution de la topographie est mesuré à intervalles de temps réguliers. Même si ces expériences sont réalisées en quasi-similitude par rapport au site visé, le passage à l'échelle du milieu naturel nécessite une modélisation numérique permettant de couvrir ces deux échelles. Ainsi, la validation du modèle numérique par les expériences de laboratoire permettra d'aboutir à un outil prédictif pour le terrain.

Objectif du stage (LHSV/IMFT) :

L'approche numérique pertinente pour aborder les objectifs précédents consiste en la résolution des équations de Saint-Venant bidimensionnelles couplées à une loi de transport type Exner adaptée pour le charriage des graviers. Ces modèles intégrés permettent d'atteindre les échelles de terrain tout en gardant un maximum de physique intrinsèque à l'échelle du laboratoire.

Le code opensource Telemac2D-Gaia (www.opentelemac.org) est un outil basé sur cette approche il permet de modéliser à la fois les écoulements et le transport des sédiments.

Le stage consistera donc à reproduire numériquement plusieurs configurations de l'expérience de laboratoire. Différents modèles de fermetures disponibles dans la littérature seront testés pour comparer l'ensemble des résultats numériques avec les données expérimentales. Ces comparaisons seront faites sur l'évolution de la hauteur d'eau le long du canal et l'évolution du fond sédimentaire

au niveau de la recharge. Le cas échéant, certaines données de vitesse de surface seront également disponibles.

Une fois le modèle numérique validé/calibré sur l'expérience de laboratoire, des géométries plus complexes pourront alors être testées pour finalement aboutir à l'échelle et la géométrie du tronçon de Dordogne. Selon avancement, les résultats obtenus pourront être comparés aux premiers relevés d'évolution de recharge sur site...

Plan du stage

Le travail s'organisera en plusieurs étapes :

- (1) Prise en main du code Telemac-Mascaret, des outils de pré/post traitement et familiarisation avec l'expérience de laboratoire et les données disponibles
- (2) Modélisation numérique de différentes configurations expérimentales pour calibrer/valider le modèle numérique
- (3) Exploitation du modèle numérique pour tester des scénarios de géométries complexes
- (4) (en fonction du temps disponible) – Test à l'échelle de l'expérimentation Dordogne et comparaison avec les résultats expérimentaux. Un couplage des résultats hydrosédimentaires avec un modèle habitats aquatiques pourra aussi être réalisé

Le travail sera accompagné de recherches bibliographiques et d'éventuels développements numériques dans le code.

Déroulement : le stage profitera d'une collaboration étroite entre le Laboratoire d'Hydraulique Saint-Venant, l'IMFT et le LNHE (EDF). Le stage se déroulera dans les locaux du LHSV, des missions à l'IMFT sont prévues (et prises en charge).

Profil

- Etudiant en dernière année d'école d'ingénieur ou master 2.
- Bases solides en hydraulique fluviale et transport sédimentaire.
- Connaissances et facilités en programmation (Fortran, Python)
- Maîtrise de la langue française ou anglaise.

Durée du stage : 6 mois environ

Période : 1^{er} semestre 2022

Lieu : LHSV, Laboratoire National d'Hydraulique et d'Environnement, EDF R&D, Chatou (Yvelines).

Financement : projet ANR Sediflo