



OFFRE DE THÈSE



Titre du projet : Modélisation physique d'écoulements concentrés formés dans les rivières aménagées soumises à de fortes perturbations hydrodynamiques.

Disciplines : Géophysique – Physique – Mécanique des Fluides – Hydraulique.

Contexte et descriptif du projet : Le risque d'inondations et d'événements catastrophiques pouvant survenir dans les rivières aménagées (crues éclair, ruptures de digues ou de barrages) représente à l'heure actuelle l'une des catastrophes naturelles les plus préoccupantes de France métropolitaine [2]. Au-delà des répercussions morphologiques majeures (formation de fosses d'érosion au fond du lit, débordement et érosion de berges : jusqu'à 700 % pour certains cas [1]) observées dans les zones proximales du bassin (ou à proximité des ouvrages fragilisés), le passage de l'onde de crue peut provoquer une érosion intense de sédiments à l'origine d'écoulements concentrés, généralement dévastateurs (de type coulées de boue). En se basant sur un tel scénario, plusieurs exemples récents d'événements catastrophiques [1, 3, 5] ont mis en lumière le manque de procédures de prévention adaptées à ce type de situations dans lesquelles l'écoulement ainsi généré ne peut plus être modélisé par un jeu d'équations adapté aux écoulements de fluides purs [3] mais dont la description physique doit inclure le comportement de la phase solide qui joue désormais un rôle essentiel dans la dynamique globale du mélange.

Bien que l'évolution lente du lit d'une rivière (de la formation de motifs sédimentaires : rides, dunes, barres, à l'incision des vallées) a été largement explorée depuis les dernières décennies [4], les problèmes liés aux changements morphologiques rapides associés à l'occurrence d'événements extrêmes restent beaucoup moins avancés [5]. L'une des principales explications réside dans la complexité des interactions entre la phase solide (sédiments formant le lit et les berges de la rivière) et la phase fluide (dynamique de l'onde de crue), sur des échelles de temps et d'espace très variables. Plusieurs études préalables [3, 5] basées sur l'étude d'écoulements analogues ont mis en lumière la pertinence d'une description physique traitée en deux parties [5] : (1) l'étude de l'érosion intense de sédiments gouvernée par les processus de fluidisation induite qui affectent la dynamique de l'onde de crue dans les zones proximales; (2) le couplage entre la dynamique de l'écoulement, gouvernée par la turbulence du fluide qui assure la mise en suspension des sédiments et les processus de défluidisation progressive qui préconisent leur sédimentation en champ lointain, et sa rhéologie. Pour appréhender ce problème, nous proposons d'élaborer des expériences de laboratoire capables de décrire correctement les processus observés [3, 5]. Ce point représente un enjeu majeur quant au développement de simulations numériques de grande échelle qui permettront d'élaborer des cartes de risques probabilistes fiables, nécessaires à la gestion des inondations et à l'aménagement du territoire.

L'objectif de ce travail de thèse consiste à mener 3 campagnes de mesures expérimentales réalisées sur un canal hydraulique récemment mis en place au laboratoire GÉHCO (dans le cadre des Projets FEDER-AELB 2016; Région "IA" 2016-2020; FEDER-Région & Région IR 2018, *en révision*; Figure 1) afin de surmonter ces verrous scientifiques. Les expériences permettront d'identifier les paramètres clés (diamètre et masse volumique des sédiments, concentration du mélange, taux de fluidisation de la suspension, volume mis en jeu dans les écoulements) qui gouvernent (1) les mécanismes de remise en suspension des sédiments observés en champ proche; (2) la rhéologie (relation contraintes-vitesse de déformation) des suspensions générées; (3) la dynamique des écoulements (cinématique du front, champs et profils de vitesse mesurés dans l'écoulement, vitesse de sédimentation des particules) observés en champ lointain. Les résultats obtenus permettront de définir des lois d'échelle (basées sur les paramètres sans dimension

pertinents pour ces systèmes) capables de prédire le comportement de l'onde de crue pour ce type de situations et de les transposer aux écoulements naturels. Dans chaque expérience, l'utilisation d'une caméra haute cadence (1000 images par seconde) et de logiciels de traitement d'images (disponibles au GÉHCO) permettront de réaliser des analyses fines de l'écoulement des grains et du fluide, nécessaires à la compréhension de ces phénomènes complexes.

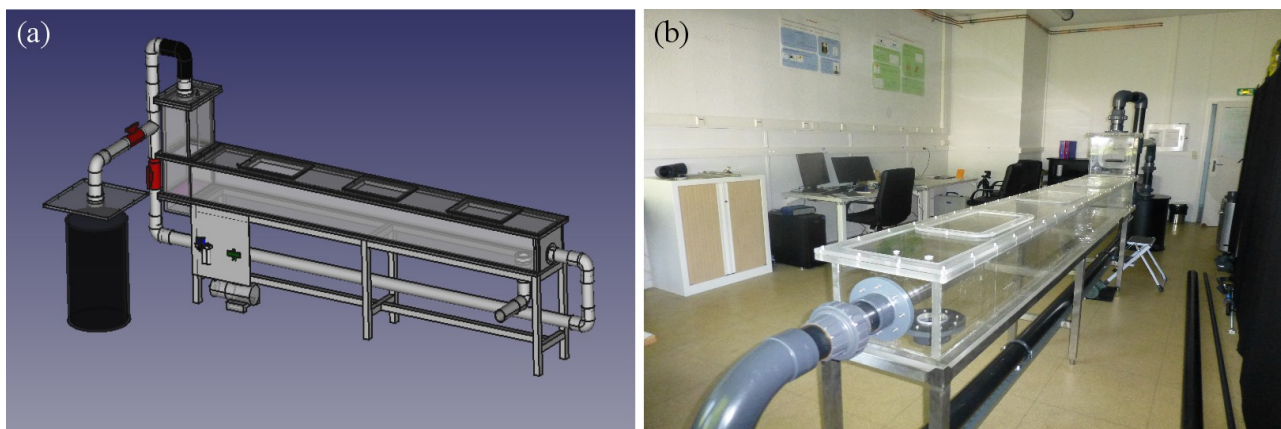


Fig. 1 – (a) Schéma du dispositif expérimental mis en place au Laboratoire GÉHCO (Université de Tours) pour l'étude des coulées de boue dans le cadre des projets PREDIRE (FEDER-AELB 2016) et MAGIC (Projet REGION "Initiatives Académiques", 2016-2019); (b) Photographie de la Plateforme Expérimentale de Dynamique des Fluides Géophysiques mise en place au Laboratoire GÉHCO dans le cadre des projets PREDIRE et MAGIC.

Ce travail sera principalement mené par Laurence Girolami (MCF au GÉHCO, Géophysicienne, porteur du projet scientifique et responsable de l'encadrement du doctorant), Florentina Moatar (PR. au GÉHCO, Directeur de thèse, Experte en hydraulique fluviale) et Florent Hinschberger (MCF au GÉHCO, Géophysicien).

Références : [1] Brooks & Lawrence (1999) *Geomorphology*, 28, 141-168. [2] Charlot *et al.* (1995) Rap. DREAL. [3] Fraccarollo & Capart (2002) *J. Fluid Mechanics*, 461, 183-228. [4] Lajeunesse *et al.* (2010) *J. Geophysical Res.*, 115, F04001. [5] Zech Y. *et al.* (2010) *J. Hydraulic Res.*, 46(2), 176-190.

Profil recherché : Le candidat sera titulaire d'un diplôme de master/ ingénieur en géophysique/ physique/ mécanique des fluides/ hydraulique.

Compétences : Le candidat participera à la métrologie (mise au point d'un système d'acquisition des données permettant l'étude de l'écoulement fluide par PIV: "Particle Image Velocimetry" et le transport des grains par PTV: "Particle Tracking Velocimetry" dans les écoulements) et à la réalisation des essais expérimentaux avant de mener une étude sur les processus de remise en suspension des sédiments argileux, la dynamique des coulées de boues et la rhéologie de suspensions denses fluidisées, dans le but de développer des modèles quantitatifs. Tout au long du projet, il sera amené à interagir étroitement avec des chercheurs physiciens (notamment, Frédéric Risso, DR-CNRS, Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse).

Unité d'accueil : Laboratoire GÉHCO, Université de Tours, UFR Sciences & Techniques (Campus Grandmont) – Bâtiment E.

Contact :

Laurence Girolami : laurence.girolami@univ-tours.fr
Université de Tours – UFR de Sciences et Techniques
Bâtiment E (Bureau 0180) – 02 47 36 70 05.

Modalités :

Diplôme requis : Master / Ingénieur
Durée : 36 mois
Début : 1^{er} Octobre 2018
Rémunération : 1424 € net/mois

Envoyer un CV, une lettre de motivation, recommandation/référence pour une candidature avant le 01/05/2018.