

Sujet de thèse

Analyse locale des modes d'érosion de sédiments cohésifs réels soumis à un écoulement turbulent

Contexte

Les sédiments cohésifs sont présents dans la plupart des milieux fluviaux et marins. Ils jouent un rôle prépondérant dans le fonctionnement de ces écosystèmes. Leur érosion, au-delà de répercussions sur la morphologie du milieu (érosion au fond du lit, des berges), impacte fortement les habitats des communautés benthiques et peut conduire à une très forte augmentation de la turbidité et au relargage de pollution. Les problématiques liées à leur caractérisation et à l'analyse de leur transport sont ainsi un enjeu primordial, en particulier pour préserver les milieux côtiers et fluviaux.

Dans ce contexte, le travail de thèse portera sur une étude en laboratoire des liens entre les propriétés rhéologiques des sédiments cohésifs et leur érosion en présence d'un écoulement turbulent. Les sédiments cohésifs présentant des propriétés rhéologiques complexes (rhéofluidifiants, contrainte seuil, thixotropie), l'interaction entre ces sédiments et un écoulement va donc dépendre à la fois des caractéristiques rhéologiques du matériau ainsi que des propriétés de l'écoulement.



(gauche) Berges envasées de l'île d'Arcins, estuaire de la Gironde (droite) Erosion en canal hydrosédimentaire d'un sédiment de l'estuaire de la Gironde

Au cours de cette thèse, nous proposons une étude en laboratoire afin d'analyser le processus d'érosion. Cette étude se basera sur l'utilisation de sédiments réels venant de différents sites (estuaire de la Gironde, estuaire de la Charente, Saône) et sur l'étude de leur interaction avec un écoulement à partir de mesures non intrusives (optiques et/ou ultrasonores). Les travaux précédents sur des sédiments modèles transparents (thèse de Pierre Lecostey) ont permis de mettre en évidence les relations existants entre les propriétés rhéologiques du sédiment et les contraintes hydrodynamiques dans le processus d'érosion. Il est important maintenant de vérifier ces premiers résultats avec des matériaux réels et dans des conditions hydrodynamiques plus proches du terrain.

Travail proposé

Dans une première phase, des sédiments réels provenant de différents lieux géographiques seront analysés en s'appuyant sur la plateforme SPI : mesures des propriétés rhéologiques des matériaux (<https://www.univ-poitiers.fr/accompagner-les-entreprises/innover/plateformes-technologiques/systemes-et-produits-industriels-proprietes-rheologiques-des-materiaux/>). Des travaux précédents ont permis de modéliser certaines propriétés rhéologiques de ces matériaux pour différentes concentrations de matière solide, notamment la contrainte seuil. Au cours des travaux proposés, une étude supplémentaire des propriétés rhéologiques des sédiments réels basée sur des mesures de rhéométrie dynamique (en oscillation) sera réalisée. Une loi entre le module complexe et la contrainte seuil a été mise en évidence sur des sédiments modèles transparents. Il conviendra de vérifier si cette loi se conserve avec des sédiments réels ou s'il y a besoin d'une nouvelle modélisation. Les propriétés de ces sédiments réels pourront être modifiées en jouant sur la concentration et la densité en suspension, voire en prenant en compte les effets de consolidation. Les résultats issus de cette première phase seront par la suite mis en lien avec la dynamique du lit sédimentaire sous sollicitations hydrodynamiques.

Dans une seconde phase, l'écoulement hydrodynamique généré dans un canal hydro-sédimentaire sera qualifié en s'appuyant sur la plateforme Hydrodynamique Environnementale (<https://www.univ-poitiers.fr/accompagner-les-entreprises/innover/plateformes-technologiques/plateforme-hydrodynamique-environnementale-phe/>). Des moyens de mesure optique telle que la PIV seront utilisés pour l'étude de l'écoulement généré. Une attention particulière sera portée sur les caractéristiques de la couche limite générant les contraintes de frottement sur le fond. Ces caractéristiques (hauteur, contrainte de cisaillement moyenne, instationnarités) pourront être modifiées par différents dispositifs comme l'introduction de rugosités au sein du canal.

Enfin, ces écoulements seront appliqués sur un lit de sédiments réels dans le but de relier les propriétés rhéologiques du sédiment aux contraintes hydrodynamiques au cours du processus d'érosion. Ainsi, pour des conditions hydrodynamiques données, les propriétés des sédiments cohésifs seront modifiées en se basant sur la première phase du projet. De même, pour un sédiment donné, les conditions hydrodynamiques pourront être modifiées. Des mesures de vélocimétrie ultrasonore dans l'interface eau/sédiments devraient ensuite permettre de proposer une analyse locale du phénomène d'érosion (gradients de vitesse locaux, gradient de pression, concentration locale en sédiment). Des mesures de la surface du lit sédimentaire à partir de méthodes optiques pourront également être proposées pour comprendre la dynamique de la déformation du lit en fonction des propriétés rhéologiques des sédiments et des caractéristiques de l'écoulement.

Lieu : Institut Pprime, Equipe HydEE (Hydrodynamique, Ecoulements Environnementaux)
Université de Poitiers, UPR 3346, 11 Boulevard Marie et Pierre Curie
TSA 51124, 86073 Poitiers Cédex 9, France

<https://pprime.fr/la-recherche/fluides-thermique-combustion/hydrodynamique-et-ecoulements-environnementaux-hydee/>

Contact :

Sébastien Jarny

Tel : +33 5 49 49 69 24

Email : sebastien.jarny@univ-poitiers.fr

Lionel Thomas

Tel: +33 5 49 49 69 43

Email: lionel.thomas@univ-poitiers.fr