

NEWSLETTER ANR SSHEAR

SOILS, STRUCTURES & HYDRAULICS
Expertise and Applied Research

Le projet SSHEAR (2015-2018) a pour but d'étudier les mécanismes d'affouillement et leurs conséquences sur les ouvrages.

Cette newsletter présente les avancées du projet.

ANR



IFSTAR



Cerema



Fluides, Biomécanique



AUTOROUTES



RÉSEAU



TOP & RESEARCH CENTRE

AVANCEMENT DES TÂCHES

Tâche 1 : Gestion, coordination et valorisation

Le site web avec un espace collaboratif et un espace privé a été mis en place au second semestre : <http://sshear.ifsttar.fr/>

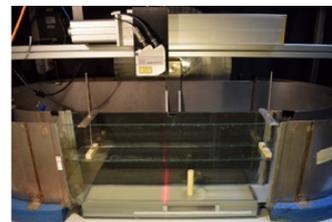
Le projet SSHEAR a été présenté lors des décennies Ifsttar, le kakémono préparé pour ces journées est visible sur le site SSHEAR.

Tâche 2 : Approche « Modèles »

Affouillement autour d'un cylindre (MSC)

Le dispositif expérimental utilisé au FAST dans le cadre de la thèse de Florent Lachaussée débutée en octobre 2015, consiste en un « hydrodrome », canal à surface libre en forme de O avec un entraînement d'eau par roue à aubes.

La longueur total du canal est de 3,60 m et sa largeur est de 10 cm, avec une section d'essai droite d'environ 1 m de long au sein de laquelle un tiroir de 60 cm de long et de 3 cm de profondeur permet de changer facilement la nature du sol testé. Un cylindre vertical est disposé au milieu du sol, facilement amovible avec un système d'aimant pour permettre de refaire un sol initial bien plat. Les parois latérales dans cette partie du canal permettent la visualisation tandis qu'un profilomètre laser placé au-dessus sur une plateforme de déplacement automatisée permet l'acquisition périodique de la bathymétrie sans arrêter l'écoulement, avec 200 000 points par scan.



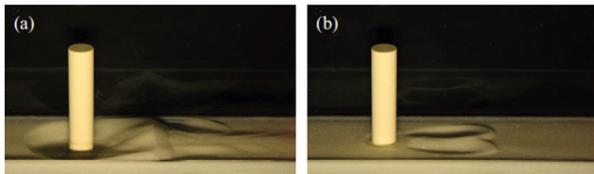
Dispositif expérimental

Les premières expériences ont porté sur un cylindre de 2 cm de diamètre et des billes de verre de 0,3 mm. La vitesse de l'eau est contrôlée par la vitesse de la roue à aube avec une valeur maximum de 0,3 m/s.

Avec une hauteur d'eau d'environ 10 cm, le nombre de Froude est inférieur à 1 caractéristique d'un régime fluvial. Les nombres de Reynolds basés respectivement sur la largeur du canal, le diamètre du cylindre et la taille des grains sont respectivement environ 104, 2x103 et 30. L'écoulement est donc clairement inertiel et turbulent dans son ensemble. Les expériences menées dans le régime d'eau claire (« clear water »), correspondant à une absence d'érosion du sol en l'absence de cylindre, montrent deux types de morphologie d'érosion provoquées par la présence du cylindre : une érosion présente au pied du cylindre et due à l'action du tourbillon en fer à cheval et une érosion présente plus loin en aval du cylindre sous la forme de deux lobes allongés en forme d'oreilles de lapin, sans doute liée à l'action des tourbillons de sillage.

<http://sshear.ifsttar.fr>

Contact: christophe.chevalier@ifsttar.fr

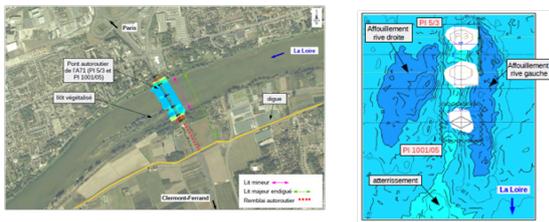


Figures d'érosion au pied du cylindre (a) ou en aval (b).

Ces deux morphologies peuvent coexister mais avec une dynamique temporelle différente, et la deuxième est souvent masquée par la première. Pour empêcher ce phénomène, un sabot peut être mis au pied du cylindre. La caractérisation de ces morphologies, de leur dynamique et de leur domaine d'existence est en cours en fonction des différents paramètres du problème.

Tâche 3 : Approche «Terrain»

Au cours de l'année 2016 et en ce début d'année 2017, le travail sur l'identification et la caractérisation des sites (sous-tâche 3.1) s'est poursuivi, notamment sur les sites pilotes précédemment retenus. Ainsi, des reconnaissances approfondies ont été menées sur le site pilote n°1 des Viaducs A71 sur la Loire à Orléans (PI 5/3 et 1001/05). Elles comprennent une reconnaissance bathymétrique, effectuée à l'aide de drone nautique acquis dans ce projet SSHEAR, la réalisation de profils de vitesses ADCP, le prélèvement et la caractérisation des sédiments, des mesures complémentaires de topographie au niveau des appuis de l'ouvrage.



Campagne de mesures sur les Viaducs A71 (PI 5/3 et 1001/05) et bathymétrie détaillée autour des appuis P3.

Au cours de l'année écoulée, une campagne similaire a été effectuée sur le site n°2 du Viaduc A10 sur la Loire à Tours et des visites techniques ont été menées sur les sites du Moulègre (n°4), de la Nive (n°5) et de l'Arve (n°3). Ces dernières ont mis en évidence des difficultés pour les accès au site, pour la mise en place d'une future instrumentation et son suivi. Nous avons donc identifié 2 sites pilotes complémentaires:

- Berge rive droite de l'Allier à St Loup (03) - SNCF
- Pont rail d'Isle type voûte sur l'Aurence (87) - SNCF

Une campagne de mesure et de prélèvement s'est déroulée au mois de mai 2017. Des informations vous seront fournies dans la prochaine Newsletter sur ce site constitué d'une berge sableuse en extrados de méandre, partiellement renforcée et soumise à une forte érosion (cf. photo ci-dessous).

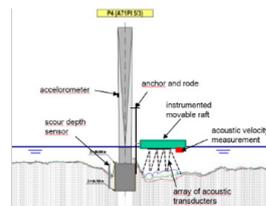


Reconnaissance en cours sur le site n°6 de St Loup sur l'Allier.

Dans le cadre des activités liées à l'instrumentation et au monitoring des sites (sous-tâche 3.2), les travaux 2016/2017 ont permis d'avancer le principe et le cahier des charges du système de suivi du processus d'affouillement identifié sur le site pilote n°1, sur le test des matériels en notre possession (UBFlow, PC-ADP, ADV, sonar) et sur l'identification des matériels existants dans le commerce et pouvant être acquis. Nous avons également pu tester la faisabilité d'un suivi vibratoire de la structure. Parallèlement, les développements des matériels Wheel Erosion Test (WET) et Scour Deph Sensor (SDS) ont été poursuivis et des tests menés en laboratoire.



Tests des matériels (ici UBFlow) et Accéléromètre sur le site de l'A71 en mars 2017.



Principe du dispositif de monitoring d'un affouillement sur le site n°1 de l'A71.

En 2017, nous prévoyons l'acquisition et la mise en place du dispositif de monitoring sur le premier site pilote.

Tâche 4 : Appropriation par les gestionnaires

Les partenaires du projet se sont réunis en décembre 2016 et encore en janvier 2017 pour une présentation de l'avancement de la Tâche 4 et afin de réfléchir sur la forme et le fond du guide (livrable principal pour la Tâche 4). Lors de ces réunions, des critères complémentaires pour la sélection des ouvrages SNCF ont été déterminés. Il a été nécessaire de revoir la méthodologie élaborée en 2016 pour identifier des sites à retenir pour la modélisation hydraulique physique (Tâche 2) et l'instrumentation (Tâche 3). La nouvelle liste de sites SNCF a été présentée aux partenaires en janvier 2017, le choix final sera déterminé suite aux visites durant les deux premiers trimestres 2017.

Concernant le guide, la SNCF a présenté une trame pour le contenu du guide, essentiellement basée sur une approche analyse de risque du phénomène affouillement. Le guide doit être accessible aux gestionnaires de l'infrastructure, une attention particulière sera nécessaire concernant l'intégration des aspects techniques. Des ateliers réguliers sont à programmer en 2017 pour assurer l'avancement de la rédaction du guide.

PORTRAITS



Xin Bai

Dr Xin BAI est chercheur contractuel, financé par le projet ANR-SSHEAR, et travaille sur la simulation numérique des affouillements autour de piles de pont. Ce travail a commencé début septembre 2015 au Laboratoire Risques Hydrauliques et Environnement (LRHE) dirigé par Damien Pham Van Bang. Le LRHE regroupe le personnel Cerema au sein du Laboratoire Hydraulique Saint-Venant (LHSV) qui est commun avec EDF R&D et l'Ecole des Ponts ParisTech.

La simulation numérique est réalisée à partir du code Navier-Stokes Multi-Phasiques 3D (NSMP-3D) sur des configurations d'érosion-affouillement étudiées par les laboratoires partenaires et sur un cas de grandeur nature. Le code NSMP-3D, entièrement développé par le LRHE, s'appuie sur la théorie des écoulements diphasiques avec une description Euler/Euler pour la phase fluide et les sédiments. Il utilise un schéma volumes finis d'ordre élevé sur maillage non structurés et la transformation sigma sur la verticale. Les processus turbulents sont pris en compte soit par simulation numérique directe (DNS) soit par simulation aux grandes échelles (LES).

Xin a obtenu son doctorat en mécanique des fluides (Computational Fluid Dynamics, CFD) à l'Université Queen Mary de Londres (UK) en 2014. Ses travaux de doctorat ont porté sur la modélisation de la turbulence (DNS, LES) sur différents cas d'interactions fluide-structure, notamment sur les hydroliennes, en utilisant des méthodes HPC (High-Performance Computation). Il est co-auteur de 10 publications de rang A, de 3 papiers de conférences et est relecteur pour différentes revues telles que Journal of Hydraulic Research,



Bahar Salavati

Bahar Salavati est docteur en hydrologie/ hydrogéologie. Elle a réalisé l'ensemble de son cursus en hydrologie et elle a obtenu son doctorat à l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC) à Paris en 2015. Après un master d'hydrologie et gestion des ressources en eau, elle s'est focalisée lors de sa thèse sur la modélisation des impacts de l'urbanisation et des surfaces imperméables sur la réponse hydrologique des bassins versants. Ce travail a été réalisé sur une large base de données de plus de 400 bassins versants. Elle est auteur de 5 publications de range A et de 6 papiers de conférences.

Elle travaille actuellement à SNCF RESEAU sur la problématique du risque d'affouillement et de l'analyse des pluies à partir des données radar. Son travail a commencé en septembre 2016, en direction de l'Ingénierie et Projets du département Ligne, Voie et Environnement dans la division Ouvrages en Terre et Hydraulique (LVE OTH).

Dans le cadre du projet SSHEAR et notamment de la Tâche 4 – Appropriation des résultats par les gestionnaires, elle participe à l'identification et de l'évaluation des paramètres qui ont un rôle important dans la génération des affouillements. En collaboration avec les autres partenaires du projet, ce travail permettra aux gestionnaires d'avoir une meilleure connaissance du phénomène d'affouillement et de mieux maîtriser les risques associés. Elle est responsable pour la rédaction du guide, livrable principal de la Tâche 4.

MANIFESTATIONS

Powders & Grains 2017

Après avoir été présentés une première fois en novembre 2016 à l'occasion de la réunion annuelle du GDR Transport Solide Naturel à Roscoff, les résultats obtenus au laboratoire FAST sur les affouillement autour d'un cylindre (dispositif MSC) seront à nouveau présentés à « Powders & Grains », 8ème Conférence Internationale de Micromécanique des Milieux Granulaires, en juillet 2017 à Montpellier.

CFM2017

Le Congrès Français de Mécanique aura lieu en 2017 du 28 août au 1er septembre à Lille (France). Florent Lachaussée exposera les expérimentations et les modélisations actuellement développées au laboratoire FAST dans le cadre de SSHEAR.

Eurodyn2017

La 10ème conférence sur la dynamique des structures, EUROODYN2017, aura lieu du 10 au 13 septembre 2017 à Rome. Nissrine Boujia y présentera ses travaux sur l'analyse vibratoire des piles de ponts soumises à affouillements.

ICSMGE, Seoul

Le 19ème Congrès International de Mécanique des Sols et de Géotechnique aura lieu du 17 au 22 septembre 2017 à Séoul (Corée). Christophe Chevalier y exposera une présentation générale du projet suivi d'un premier bilan des résultats obtenus depuis le démarrage en 2015 : développements expérimentaux, modélisation numérique, observations de terrain.

PUBLICATIONS (EXTRAITS)

Revue

S. Badr, G. Gauthier & P. Gondret, [Crater jet morphology](#), Physics of Fluids 28, 033305 (2016); doi: 10.1063/1.4943160

Conférences

S. Badr, G. Gauthier & P. Gondret, [Morphologies des cratères d'érosion générés par un jet perpendiculaire à un sédiment modèle](#), Congrès Français de Mécanique, Lyon, Août 2015

N. Boujia, F. Schmidt, D. Siegert, C. Chevalier & D. Pham Van Bang, [Vulnérabilité des ouvrages d'art au risque d'affouillement des fondations](#), Journées Techniques Ouvrages d'Art, Bordeaux, Mai 2016

O. Ndoye, C. Chevalier, P. Reiffsteck, C. Minatchy, S. Fanelli & D. Pham-Van-Bang, [Développement d'un nouvel essai de caractérisation des l'érodabilité des sols - le «wheel erosion test» \(WET\)](#), JNGG2016, Journées nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur, Nancy, France, Juillet 2016

O. Ndoye, C. Chevalier, P. Reiffsteck, C. Minatchy, S. Fanelli & D. Pham-Van-Bang, [Development of a new submersible test to characterise the erosion of soils and sediments](#), ICSE2016, 8th International Conference on Scour and Erosion, Oxford, UK, September 2016

F. Lachaussée, D. Pham Van Bang, V. Vidal, C. Chevalier, O. Ndoye, F. Szymkiewicz, C. Minatchy, F. Martineau & K. Watanabe, [Overflow erosion on mixed kaolin-sand embankments](#), ICSE2016, 8th International Conference on Scour and Erosion, Oxford, UK, September 2016

F. Larrarte, E. Durand, C. Chevalier, O. Ndoye, D. Pham-Van-Bang & S. de La Roque, [Scour and solid transport on civil engineering structures – a field study](#), THESIS 2016, Two-phase modelling for sediment dynamics in geophysical flows, Tokyo, Japan, September 2016

D. Pham-Van-Bang, X. Bai, K.D. Nguyen, C. Chevalier & O. Ndoye, [2-D numerical simulation of Wheel Erosion Test \(WET\) by a Two-phase model](#), THESIS 2016, Two-phase modelling for sediment dynamics in geophysical flows, Tokyo, Japan, September 2016

<http://sshear.iftstar.fr>

Contact: christophe.chevalier@iftstar.fr

