

# NEWSLETTER 3 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



FAST  
Fluides, Automatique & Systèmes Thermiques



VINCI  
AUTOROUTES



SNCF  
RÉSEAU



RAILENIUM  
TEST & RESEARCH CENTRE

## AVANCEMENT DES TÂCHES

### Tâche 1 : Gestion, coordination et valorisation

La réunion plénière de l'ANR SSHEAR a eu lieu le Mercredi 18 octobre 2017 dans les locaux du LHSV (EDF Chatou) en présence de représentants de l'ensemble des partenaires et de membres du comité de suivi.

Le projet SSHEAR et ses avancées ont été présentés lors de plusieurs conférences internationales (ICSMGE 2017, Georail 2017) ainsi que lors des journées métier « eau » et « géotechnique » communes au Cerema et à l'Ifsttar en octobre 2017.

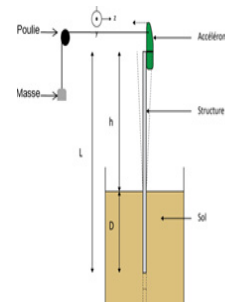
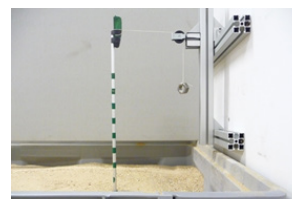
Edouard Durand (Cerema) a animé la session « Erosion et affouillements » de la conférence internationale de mécanique des sols et géotechnique en septembre 2017 à Séoul (Corée du Sud).

### Tâche 2 : Approche « Modèles »

#### Suivi vibratoire de l'affouillement : approches expérimentale et numérique

L'affouillement engendre le départ d'une partie du sol et diminue par conséquent la rigidité au niveau de l'interface entre le sol et une structure, se traduisant par une modification des fréquences de vibration de cette dernière

Une approche proposée dans la tâche 2 est de suivre indirectement l'affouillement des ouvrages grâce à des tiges instrumentées placées à proximité de la pile. Un modèle analytique a été développé et permet de corréler les fréquences de vibration de la tige à sa longueur hors sol et ainsi à la profondeur d'affouillement.



Dispositif expérimental

Une deuxième approche consiste à évaluer directement la réponse dynamique de l'ouvrage. Afin d'examiner les possibilités et limitations de cette technique de monitoring, des modèles réduits de ponts avec différentes géométries de piles (pile simple, pile sur fondation superficielle, mur) seront testés en canal à Chatou. Ces structures seront mises en vibration par l'écoulement et des accéléromètres placés sur les piles et sur la travée permettront de suivre l'évolution de la fréquence propre avec la profondeur d'affouillement au cours de l'essai. Les résultats de ces essais seront utilisés pour la validation d'un modèle numérique.

<http://sshear.ifsttar.fr>

Contact: [christophe.chevalier@ifsttar.fr](mailto:christophe.chevalier@ifsttar.fr)

## Tâche 3 : Approche «Terrain»

Une partie de la tâche 3 a pour objectif d'équiper deux sites pilotes d'un système de surveillance de l'affouillement au moyen d'un vélocimètre 3D (type ADCP), pour évaluer la contrainte de cisaillement turbulente, et d'un sonar haute résolution, pour les mesures bathymétriques. Cela a pour but de mieux caractériser la dynamique de l'affouillement du point de vue des conditions hydrauliques. Ces différents capteurs seront installés à côté ou sur les structures pour mesurer et suivre en continu les paramètres d'affouillement. D'autres capteurs, tels que des capteurs de vibration, seront également placés sur les structures. Les dispositifs de surveillance resteront en place pendant une année complète.

Une recherche de systèmes disponibles sur le marché a été menée, axée sur la précision et la résolution des mesures, l'autonomie du système et la transmission de données sans fil pour tester la possibilité pour un gestionnaire d'infrastructure de mettre en place simplement un système de surveillance. A ce jour, deux entreprises, fournisseurs en capteurs, ont été mandatées pour réaliser ces systèmes de surveillance pour le site de l'A71 et pour celui de l'Aurence.

L'installation des systèmes sur les deux sites est prévue au printemps 2018.

A l'issue de la constitution de la base de données, son analyse statistique permettra d'évaluer la capacité de l'écoulement à favoriser ou désavantager l'affouillement au niveau de l'ouvrage.

## Tâche 4 : Appropriation par les gestionnaires

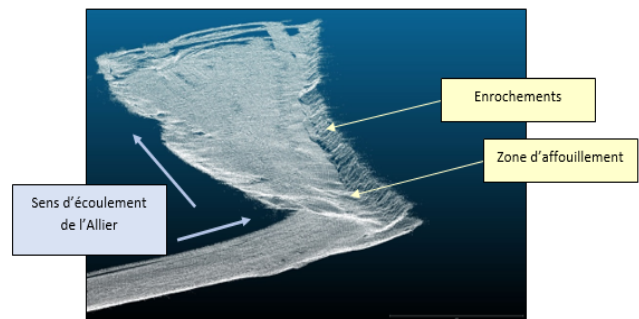
Plusieurs groupes de travail ont été organisés en 2017 afin d'avancer les sous-tâches 4.4 : Développement d'une méthodologie pour l'évaluation du risque et 4.5 : Elaboration d'un guide pour des gestionnaires d'infrastructure. Ces groupes de travail ont pour objectif l'identification et la hiérarchisation des paramètres clés dans la génération d'un affouillement et ils ont permis un échange entre les différents partenaires du projet. L'analyse des trois paramètres du risque « Vulnérabilité », « Intensité » et « Probabilité » permettra l'identification des configurations les plus susceptibles de générer un affouillement et par conséquent les ouvrages à risque.



Digue St Loup : Nouvelle zone d'affouillement en amont de la zone confortée en 2015

En parallèle, le Cerema a présenté le nouveau guide « Analyse de risque des ouvrages (d'art routiers) en site affouillable ». Il y avait également une présentation en novembre 2017 de la méthodologie de l'analyse du risque d'affouillement élaborée par le « Railway Technical Research Institute » (Japon). Les deux approches sont sensiblement différentes et il a été proposé d'appliquer les méthodes sur une région afin d'identifier les avantages et inconvénients des deux approches.

Dans le cadre de la sous-tâche 4.3 : Identification des études de cas, des visites des sites SNCF ont été organisées pendant l'été 2017 et un levé bathymétrique a été réalisé sur le site de la digue de St Loup (photo ci-dessous). Le nuage de points généré par le levé permet l'identification et qualification d'une zone d'affouillement en pied des enrochements.



Digue St Loup : Zone d'affouillement identifiée en pied du talus conforté par enrochements

Un article a été accepté au symposium international « Georail 2017 » au sujet de la « Mise en œuvre d'une méthodologie pour sélectionner des ouvrages avec un risque d'affouillement ».

# PORTRAITS



## Emma Florens

Emma Florens a effectué ses travaux de recherche de doctorat à l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse (IMFT), et a ensuite travaillé 4 ans à la R&D de Veolia et un an et demi dans l'enseignement supérieur et la Recherche à l'ESTP.

Aujourd'hui, elle est chercheur contractuel chez Railenium dans le cadre de la tâche 3 du projet SSHEAR et est basée à l'IFSTTAR de Marne-la-Vallée. Elle travaille sous la direction de Mohsen Hossengholian de Railenium et Christophe Chevalier de l'IFSTTAR.

Son travail consiste à aider à la conception, au pilotage et à l'utilisation de l'instrumentation des sites identifiés au préalable comme étant sensibles à l'affouillement.

Pour chacun des sites, il s'agit de faire des mesures de vitesses d'écoulement et de hauteurs d'eau, pour avoir l'historique des conditions hydrauliques et de bathymétrie au niveau de l'affouillement observé pendant une année. Il s'agira ensuite d'étudier l'ensemble des données afin d'en tirer des corrélations entre conditions hydrauliques et érosion ou dépôt afin d'appuyer les préconisations du guide rédigé en tâche 4. L'essentiel de son travail a jusqu'à présent consisté dans le choix des prestataires pour les capteurs et leur installation, ainsi que l'étude des bases de données de terrain existantes.

Son contrat est de 1 an et se termine fin juin 2018.



## Wei Zhang

Wei ZHANG est une doctorante (bourse du China Scientific Council, CSC) et travaille depuis le 1er octobre 2016 au Laboratoire Risques Hydrauliques et Environnement (LRHE) sous la supervision de Damien Pham Van Bang. Son sujet de thèse porte sur la modélisation diphasique du transport hydro-sédimentaire appliquée aux affouillements de piles de ponts. Ses travaux s'appuient sur, et étendent, les développements du code Navier-Stokes Multi-Phasiques 3D (NS-MP-3D) effectués par Dr Xin BAI (post-doctorant 2015-2017 financé par le projet SSHEAR, cf. Newsletter n°2 pour plus de détails sur le modèle numérique).

Avant de rejoindre le LRHE, Wei a obtenu un Master of Science de l'Université Hohai qui est une référence en Chine dans le domaine de l'Hydraulique et de l'Eau. Lors de ses études pré-doctorales, elle a reçu trois prix nationaux ou régionaux en mathématiques et est co-auteur de trois publications dans des revues scientifiques (Mathematical Problems in Engineering, International Journal of Computational Fluid Dynamics, Chinese Journal for Solid Mechanics).

Au cours de sa première année de doctorat, Wei a implémenté la phase solide dans le code et procédé à des tests pour la validation des modes de transport sédimentaire par suspension et charriage. Elle a disséminé ses résultats lors de conférences (GIS-HEDD à Paris, SFFWS à Shanghai) et effectué une visite scientifique de deux semaines au CONACYT (Mérida, Mexique) pour renforcer une collaboration existante depuis 2012. Enfin, elle est co-auteur d'un article en révision pour la revue *Advances in Water Resources*.

# MANIFESTATIONS

## Georail 2017

Le troisième symposium international « Georail » a eu lieu à Marne-la-Vallée, les 23 et 24 novembre 2017. Ingénieurs et chercheurs de tous les pays ont été invités à partager leurs connaissances et leur expérience dans le domaine de la géotechnique ferroviaire. Christophe Chevalier (Ifsttar) y a présenté les dernières avancées du projet SSHEAR. Bahar Salavati (SNCF Réseau) y a exposé la méthodologie de sélection des sites soumis aux affouillements. Plus d'informations sur Georail2017 : <http://georail2017.fr/>

## TRA2018

La conférence TRA 2018, «a digital era for transport solutions for society, economy and environment», aura lieu du 16 au 19 avril 2018 à Vienne. Nissrine Boujia y présentera ses travaux sur l'analyse vibratoire des piles de ponts soumises à affouillements.

## JNGG 2018

Les neuvièmes Journées Nationales de géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur (JNGG) auront lieu à Marne-la-Vallée du 13 au 17 juin 2018, sous l'égide des Comités Français de Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement (CFG), de Mécanique des Sols et de Géotechnique (CFMS) et de Mécanique des Roches (CFMR). La thématique en sera « Ressources et aménagements, quelles limites ? ». Y seront présentées les avancées et retombées pratiques du projet SSHEAR.

## River Flow 2018

Organisée par le Comité « Fluvial Hydraulics » de l'Association Internationale de Recherche Hydraulique (AIHR – IAHR), River Flow est depuis 2002 une importante conférence internationale sur l'ingénierie et l'hydraulique fluviale regroupant scientifiques, ingénieurs et chercheurs spécialistes du domaine. La prochaine édition aura lieu à Lyon, du 5 au 8 septembre 2018. Une communication sur l'instrumentation des ouvrages SSHEAR a été proposée par Emma Florens (Post-doc Railenium).

## ICSE 2018

Initiées par la Société Internationale de Mécanique des Sols et de Géotechnique (SIMSG) sous la coordination de son comité technique sur les affouillements et l'érosion (TC213), les conférences ICSE (International Conference on Scour and Erosion) sont des événements incontournables pour les chercheurs, les ingénieurs, les gestionnaires et les agents de l'Etat travaillant sur les thématiques des risques liés à l'érosion et aux affouillements. La neuvième édition de ces conférences aura lieu à Taipei (Taiwan) du 5 au 8 novembre 2018.

# PUBLICATIONS (EXTRAITS)

## Revue

F. Lachaussée, Y. Bertho, C. Morize, A. Sauret & P. Gondret, [Competitive dynamics of two erosion patterns around a cylinder](#), Phys. Rev. Fluids 3, 012302(R), 2018

## Conférences

N. Boujia, F. Schmidt, D. Siegert, D. Pham Van Bang & C. Chevalier. [Modelling of a bridge pier subjected to scour](#). X International Conference on Structural Dynamics (EURODYN 2017), Roma, Italy, Sept. 10-13, 2017

C. Chevalier, F. Larrarte, F. Schmidt, D. Pham-Van-Bang, E. Durand, P. Gondret, S. de la Roque, M. Cheetham & M. Hosseingholian. [Understanding and control of scour phenomena: recent advances](#). 19th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ICSMGE), pp 2903-2906, Seoul, Korea, Sept. 17-22, 2017

F. Lachaussée, Y. Bertho, C. Morize, A. Sauret, P. Gondret, Erosion in the vicinity of a vertical cylinder, Euromech Colloquium 588 «Coupling Mechanisms and Multi-Scaling in Granular-Fluid Flows», Toulouse, 2-5 octobre 2017 (Communication orale).

B. Salavati, M. Cheetham, L. Mellal, A. Siduron, C. Pams Capoccioni. Mise en oeuvre d'une méthodologie pour sélectionner des ouvrages avec un risque d'affouillement, GEORAIL International symposium, Champs-sur-Marne, France, Nov. 23-24, 2017

C. Chevalier, F. Larrarte, F. Schmidt, D. Pham-Van-Bang, E. Durand, P. Gondret, S. de la Roque, M. Cheetham & M. Hosseingholian. [Understanding and control of scour phenomena: recent advances](#). GEORAIL International symposium, Champs-sur-Marne, France, Nov. 23-24, 2017

<http://sshear.ifsttar.fr>

Contact: [christophe.chevalier@ifsttar.fr](mailto:christophe.chevalier@ifsttar.fr)

