

Projet SSHEAR

Soils, Structures and Hydraulics: Expertise and Applied Research

Sols, Structures et Hydraulique : Expertise et Recherche Appliquée

Résumé

Les processus d'affouillement sont une cause importante de destruction des constructions (ouvrages d'art, ouvrages en terre et bâtiments) notamment lors des crues majeures mais leur prise en compte reste trop empirique.

L'objet du projet SSHEAR est l'amélioration des connaissances sur les mécanismes d'affouillement et le développement d'outils novateurs d'observation et de modélisation aux échelles tant de maquettes expérimentales que d'ouvrages réels en vue de proposer des méthodes optimisées de diagnostic, d'alerte et de gestion.

Le contexte du projet est d'un côté celui d'une expertise scientifique et technique quasi-inexistante actuellement sur la scène nationale et d'un autre celui d'une expertise internationale tournée vers des problématiques différentes de celles intéressant le territoire français. Le projet doit donc créer les conditions nécessaires à l'émergence de cette expertise nationale, au cours ou à la suite du projet.

Dans le cas du patrimoine ferroviaire français, il existe ainsi un recensement exhaustif du patrimoine d'infrastructures établies en site aquatique. Et les principes d'organisation de la surveillance sont déclinés en différentes actions de visites d'inspection périodiques des ouvrages, d'actions associées d'analyse et de diagnostic, de surveillance renforcée basée sur la mise en œuvre d'instrumentations et/ou d'investigations notamment bathymétriques. Il n'existe cependant pas rigoureusement de classification de sensibilité.

Pour dépasser cet empirisme, avancer sur l'amélioration des connaissances et proposer des méthodes optimisées de diagnostic, d'alerte et de gestion, le projet sur l'affouillement des ouvrages SSHEAR propose ainsi une approche multi-échelle et pluridisciplinaire basée sur :

- les processus physiques d'écoulement et d'érosion à proximité d'ouvrages (ponts, berges...) ;
- trois expérimentations de laboratoire offrant une observation multi-échelle ;
- une approche novatrice de modélisation biphasique ;
- les observations et les enregistrements de terrain sur des ouvrages réels soumis aux forçages hydro-sédimentaires naturels voire anthropiques ainsi que des développements de matériel.

Le consortium est constitué de six partenaires qui apportent, chacun dans leurs domaines respectifs, leurs expertises scientifiques et leurs compétences techniques. La très forte complémentarité des partenaires est un atout du projet. Les profils des six partenaires sont en effet extrêmement variés : mécaniciens des sols et des fluides ancrés dans la pratique (Ifsttar), géotechniciens de terrain, hydrauliciens, sédimentologues (Cerema), physiciens et mécaniciens (UMR FAST), gestionnaires d'infrastructures routières (Cofiroute) et ferroviaires (SNCF) et institut de recherche technologique (Railenium).

Les compétences très diverses coiffent ainsi, sans redondance, l'ensemble du spectre de la recherche et du développement sur les processus d'affouillements et leurs conséquences allant :

- de la remontée d'informations du terrain à l'investigation multi-échelles des phénomènes,
- de l'expérimentation à la modélisation,
- des sciences « fondamentales » aux sciences de l'ingénieur,
- du développement de connaissances scientifiques à l'écriture de guides pratiques.

Programme de travail

Le projet s'articule autour de 4 tâches :

- Tâche 1 : Gestion, coordination et valorisation,
- Tâche 2 : Approche « Modèle »,
- Tâche 3 : Approche « Terrain »,
- Tâche 4 : Appropriation par les gestionnaires.

La tâche 1 - Gestion, coordination et valorisation - aura pour but le bon déroulement du projet et la bonne articulation des actions en privilégiant les synergies entre partenaires (définition et sélection des sites, gamme de paramètres, réunions de suivi régulières, rédaction de comptes-rendus de réunion, diffusion/valorisation des résultats de recherche, mise en place d'un site web collaboratif). Un comité de pilotage sera mis en place afin de valider les choix, définir et mettre en place les éventuelles actions correctrices.

La tâche 2 - Approche « Modèle » - comportera 2 volets, expérimental et numérique, visant à améliorer la compréhension des processus d'affouillement, l'instrumentation future des ouvrages réels (tâche 3, 4) et la modélisation numérique des phénomènes observés en laboratoire et sur le terrain. Le premier volet comportera une étude des échelles impliquées dans le processus (recherche de lois de similitude), des matériaux et de leur sensibilité à l'érosion et comprendra des expérimentations sur modèle réduit. L'instrumentation utilisée en laboratoire pour étudier les échelles les plus détaillées est basée sur des techniques qui ne peuvent être utilisées (du fait de leur grande fragilité) sur le terrain. Une qualification d'une métrologie acoustique sera également

recherchée afin de contribuer aux travaux des tâches 3 et 4. Le deuxième volet sera celui des travaux de modélisation numérique tridimensionnelle (3D) par une approche diphase Euler/Euler, pertinente pour tenir compte des différences de vitesses entre sédiments et fluide et des interactions turbulence-fluide-sédiments. La description de la turbulence sera réalisée par une approche couplée LES/LES. Ces travaux comportent notamment une étape de validation par comparaison avec les résultats expérimentaux, des études paramétriques et une généralisation sur les configurations rencontrées sur le terrain.

La tâche 3 - Approche « Terrain » - aura pour objectif de développer des outils et une méthodologie aboutissant à une meilleure caractérisation et un meilleur suivi des sites vis-à-vis des processus d'affouillements. A partir d'une étude sur les bases de données (confortements d'ouvrages d'art et en terre, classification des désordres observés) des partenaires gestionnaires impliqués dans SSHEAR, plusieurs sites d'étude seront retenus avec un objectif de représentativité. Les essais seront menés avec d'une part des essais de reconnaissance classiques mais surtout des techniques complémentaires visant à une meilleure caractérisation de la sensibilité à l'érosion des sédiments en place par le développement d'un prototype dédié et de dispositifs de suivi en continu. Ces travaux s'appuieront sur les résultats de la tâche 2 et alimenteront la tâche 4.

La tâche 4 - Phase « Appropriation » par les gestionnaires et praticiens - aura pour point de départ un retour sur expérience à partir d'une analyse de la base de données des partenaires gestionnaires d'ouvrages. Cette analyse sera centrée sur l'état des lieux et portera sur les différents niveaux de surveillance (inspection altimétrique, bathymétrique, état limite de déplacement), les méthodes de maintenance préventive et/ou corrective, les critères objectifs pour décider d'une régénération ou de l'urgence d'une réparation d'ouvrages. Elle aboutira à des guides pour objectiver et prioriser les pratiques visant à assurer la disponibilité et la régularité des offres de transports : A) Connaissance des phénomènes et des désordres ; B) Optimisation des opérations de réparation et de régénération ; C) Prévision des travaux. Elle proposera également des outils de diagnostic permettant de maintenir le niveau de sécurité et de pérenniser les niveaux de service.