



THESE DE DOCTORAT

Influence des hétérogénéités granulaires sur la suffusion dans les sols grossiers: approches expérimentale et numérique

Cette offre de thèse est ouverte au Laboratoire Ondes et Milieux Complexes – UMR 6294 CNRS – université Le Havre Normandie dans le cadre du Réseau d'Intérêts Normand « **Normandie Terre et Mer** ».

Contexte : Les stratégies de développement durable privilégient l'utilisation de matériaux locaux pour la construction d'ouvrages hydrauliques en remblais, visant ainsi à préserver les ressources et l'environnement. Les enjeux écologiques aujourd'hui incitent à utiliser dans les environnements aménagés des matériaux moins énergivores. Mais ces derniers doivent répondre présenter les propriétés requises en terme de résistance et de durabilité vis-à-vis des actions (hydrauliques notamment) auxquelles ils sont soumis.

Description du projet

Les phénomènes contre lesquels les ouvrages hydrauliques sont conçus se manifestent de différentes façons à différents endroits de l'ouvrage et parmi ces phénomènes, l'érosion de surface, l'érosion interne et les affouillements retiennent particulièrement l'attention. L'érosion interne dans les sols entraîne la migration de particules fines vers l'aval de l'écoulement puis vers l'exutoire. Ce transfert de masse peut être un processus lent et insoupçonné, ou encore prendre des proportions alarmantes, entraînant une perte énorme de matériau et la menace de la stabilité de l'ouvrage ou du talus. Les mouvements de particules fines contenues dans un sol jouent un rôle important dans le comportement de ce dernier vis-à-vis notamment de la stabilité vis-à-vis de ruptures. L'érosion se produit si deux processus successifs sont réalisés : le détachement des particules et leur transfert dans la matrice de sol. L'étude des mécanismes de transport de matières en suspension dans les milieux poreux s'est concrétisée par des essais au laboratoire permettant de bien maîtriser les conditions expérimentales. Cette étude permettra de quantifier l'impact de l'érosion sur les caractéristiques mécaniques d'un sol et d'en déduire les valeurs critiques des sollicitations hydrauliques et mécaniques pouvant conduire à la rupture d'une digue ou d'un talus. A partir des résultats d'expérimentation de l'érosion (de surface et interne) de matériaux constitutifs, une modélisation de l'altération des caractéristiques mécaniques de ces matériaux sera abordée. L'effet de la taille des particules fines dans un sol sur sa vulnérabilité vis-à-vis d'un écoulement hydrique sera étudié en mettant en œuvre les résultats acquis au laboratoire (LOMC) sur le transport de particules poly disperses.

Dans les ouvrages hydrauliques, l'érosion interne se développe suivant quatre phases: l'initiation, la filtration, la progression, la rupture. Nous nous intéressons dans cette étude à la phase d'initiation d'une érosion interne et à sa cinétique sous l'effet d'une charge hydraulique. Ce mécanisme de suffusion est étudié au laboratoire à l'aide de colonnes de sol soumises à un écoulement hydraulique contrôlé. Les études menées au LOMC sur le sujet ont permis d'explorer l'influence des paramètres macroscopiques (teneur en fines et leur type, granulométrie, hétérogénéités) sur l'initiation et la cinétique d'érosion. Cependant, la complexité des

processus engendrés ainsi que leur couplage ne permet pas de dissocier leurs effets. La modélisation de la suffusion est empruntée à l'érosion de surface et ne tient pas compte de la nature des écoulements de fluide chargé dans les milieux poreux. Il est alors nécessaire de proposer une modélisation de la suffusion qui tient compte du transport et rétention des particules fines dans le sol.

L'étude proposée s'articule autour de la caractérisation du détachement des particules fines et devra explorer notamment les processus qui mènent au détachement des particules et leur progression dans le milieu poreux à l'échelle du pore, puis les corrélés aux conditions hydrodynamiques et physico-chimiques.

Cette étude a également pour objectif de quantifier l'impact des discontinuités granulaires (inhérentes au matériau de remblai ou résultant de la mise en œuvre) sur la susceptibilité à la suffusion des sols grossiers. Elle sera menée en collaboration avec le laboratoire IRC de l'ESTP. Le but des recherches définies dans cette thèse est de mettre en évidence les effets des hétérogénéités et des conditions hydromécaniques sur l'initiation du détachement de particules (érosion interne) et leur transfert dans le milieu poreux. La partie numérique sera basée sur une étude permettant de caractériser l'influence des hétérogénéités granulaires sur l'instabilité interne du milieu poreux, puis de modéliser l'impact sur le comportement des ouvrages soumis à un écoulement interstitiel (digues, talus). Du point de vue hydromécanique, les modèles décrivant le détachement et le transport de particules sous un écoulement sont souvent adaptés aux sols non cohésifs. La présente étude a pour objectif de caractériser notamment l'influence des propriétés des particules fines (cohésion, stabilité à la dispersion, sensibilité à la chimie du fluide) sur l'initiation et le développement de la suffusion d'un sol à granulométrie étalée.

Mots-clés : écoulement, érosion, suffusion, transfert, milieu poreux, remblai.

Profil du candidat :

L'emploi proposé s'adresse à des titulaires de Master 2 (2018) avec un profil génie civil et ayant effectué un stage de recherche dans un laboratoire. Le candidat doit avoir de bonnes connaissances en géotechnique et certaines compétences en modélisation numérique ainsi qu'une aptitude forte pour l'expérimentation au laboratoire.

Contact : ahmed.benamar@univ-lehavre.fr

Tel : 0235217259 - 0660485257

N.B. Le poste sur lequel vous candidatez est susceptible d'être situé dans une « zone à régime restrictif » au sens de l'article R.413-5-1 du code pénal. Si tel est le cas, votre {nomination/ affectation/ recrutement} ne pourra intervenir qu'après autorisation d'accès délivrée par le chef d'établissement.