

## Thèse de Doctorat

Van Thao LE

### Development of a new device and statistical analysis for characterizing soil sensibility face suffusion process

#### Résumé

L'érosion interne est le risque majeur de rupture des ouvrages hydrauliques en remblai. Cette étude porte sur l'un des quatre processus d'érosion interne, la suffusion qui correspond aux processus couplés de détachement-transport-filtration de la fraction fine entre les grains de la fraction grossière. La caractérisation de l'initiation de la suffusion a été essentiellement réalisée par l'élaboration de critères granulométriques. Cependant l'influence d'autres paramètres physiques doit être considérée. Une analyse statistique est réalisée afin d'identifier les paramètres prépondérants en privilégiant les paramètres aisément mesurables sur des ouvrages existants. En distinguant les sols à granulométrie discontinue de ceux à granulométrie continue, deux corrélations sont proposées pour estimer la sensibilité à la suffusion. L'interprétation d'essais menés sur deux tailles d'échantillon montre l'influence significative de la taille des échantillons sur le gradient hydraulique critique et sur le coefficient d'érosion. L'approche énergétique permet de s'affranchir de cet effet d'échelle spatiale. Avec l'objectif d'étudier l'influence de la direction de l'écoulement, un nouveau dispositif est développé à finalité industrielle. Le nouveau dispositif et la méthodologie expérimentale associée sont validés par comparaison des résultats avec ceux de l'érodimètre triaxial et de l'oedopéréamètre. Par ailleurs, les essais réalisés sur échantillons hétérogènes mettent en évidence l'influence de la direction de l'écoulement. Enfin, sous écoulement horizontal et sans filtre aval, le développement de la suffusion dans un sable argileux peut conduire à la réalisation d'un renard.

#### Mots clés

Prototype, érosion interne, suffusion, expérimentations, analyse statistique

#### Abstract

Internal erosion is one of the main causes of instabilities within hydraulic earth structures. In literature, four different internal erosion processes are distinguished. This study deals with suffusion which corresponds to the coupled processes of detachment-transport-filtration of the soil's fine fraction between the coarse fraction. The suffusion susceptibility characterization was mainly researched through grain size based criteria for the initiation of process. However the influence of other physical parameters has to be considered. A statistical analysis is performed in order to identify the main parameters and to focus on those which can easily be measured on existing structures. By distinguishing gap-graded and widely-graded soils, two correlations are proposed to estimate the soil suffusion susceptibility. By performing suffusion tests with two different-sized devices, the results show the significant effect of specimen size on critical hydraulic gradient and on erosion coefficient. The interpretation of all tests by energy based method permits to avoid this spatial scale effect. With the objective to investigate the influence of flow direction, a new device is designed and realized for the industrial purpose. The new device and associated experimental methodology are validated by the comparison of test results with results of triaxial erodimeter tests and oedopermeameter tests. Finally, tests performed on heterogeneous specimens highlight the influence of flow direction. Moreover, under a horizontal flow without any downstream filter, the development of suffusion in clayey sand can lead to the piping process.

#### Key Words

Prototype, internal erosion, suffusion, testing, statistical analysis