

# HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES HDR

NANTES UNIVERSITE

Spécialité : Science de l'ingénieur

Par

« **Fateh BENDAHMANE** »

« **Durabilité des ouvrages hydrauliques en terre, et valorisation des matériaux naturels : étude expérimentale et modélisation** »

Travaux présentés et soutenus à Saint-Nazaire, le 11 octobre 2024

Unité de recherche : Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique, GeM – UMR CNRS 6183, Saint-Nazaire

## Rapporteurs avant soutenance :

Christophe CHEVALIER,  
Mahdia HATTAB,  
Anne PANTET,

HDR, Université Gustave Eiffel,  
Professeure des Universités, Université de Lorraine,  
Professeure des Universités, Université La Havre.

## Composition du Jury :

Président : .....

Examineurs : Naima BELAYACHI,  
Christophe CHEVALIER,  
Mahdia HATTAB,  
Abdel KHELIDJ,  
Farimah MASROURI,  
Anne PANTET,  
Luc THOREL,

.....  
Professeure des Universités, Université d'Orléans,  
HDR, Université Gustave Eiffel,  
Professeure des Universités, Université de Lorraine,  
Professeur des Universités, Nantes Université,  
Professeure des Universités, Université de Lorraine,  
Professeure des Universités, Université La Havre,  
HDR, Université Gustave Eiffel.

Invité(s)

---

**Titre :** Durabilité des ouvrages hydrauliques en terre, et valorisation des matériaux naturels : Etudes expérimentale et modélisation.

**Mots clés :** Erosion, traitement, résistance mécanique, sol, sédiments, modélisation, expérimental, prototypes.

**Résumé :** Ce mémoire présente une synthèse de mes activités et travaux de recherche sur trois thématiques liées aux matériaux sols et sédiments.

La première thématique traite du problème d'érosion interne dans les ouvrages hydrauliques en terre (barrages et digues). Grâce aux différents prototypes expérimentaux que nous avons conçus et réalisés, nous avons entrepris plusieurs études expérimentales qui nous ont permis, de mieux comprendre le phénomène d'érosion interne par suffusion et de proposer ainsi une méthode de caractérisation de la résistance des sols à l'érosion, plus robuste que celles existantes. Un modèle de prédiction de cette résistance à l'érosion par suffusion a également été proposé pour différents catégories de sols.

La seconde thématique que j'ai abordée traite de l'influence de l'écrêtage sur le comportement mécanique des sols. Les modélisations

numérique et expérimentale nous ont permis d'identifier les méthodes d'écrêtage et les paramètres les plus influents. De cette étude, nous avons proposé la méthode d'écrêtage la plus adaptée, pour déterminer la résistance mécanique des échantillons représentatifs des sols dans les ouvrages.

La dernière thématique, porte sur la valorisation des sédiments. Une modélisation statistique a été réalisée pour prédire la résistance mécanique des sédiments, en fonction de leur nature, et du type de traitement. Une étude expérimentale a été réalisée et a débouché sur une proposition d'un nouveau traitement de ces sédiments aux liants géopolymères.

Ces travaux de recherche permettront surement d'améliorer la caractérisation mécanique et hydraulique à l'érosion des ouvrages en terre existants ou en cours de construction, et de proposer des matériaux traités comme les sédiments afin de les conforter en cas de besoin.

---

**Title :** Durability of hydraulic earthworks and use of natural materials: experimental study and modelling.

**Keywords :** Erosion, treatment, mechanical resistance, soil, sediment, modelling, experimental Prototype.

**Abstract :** This report presents a summary of my activities and research work about three topics related to soil and sediment materials.

The first subject talk about the problem of internal erosion in earthen hydraulic structures (dams and dykes). With the several experimental prototypes that have been produced, the study allowed to a better understanding of the phenomenon of internal erosion by suffusion and the development of a more effective characterizing method of the soil erosion's resistance. A predicting model of the resistance to suffusion erosion has been also proposed, for different soils. The second theme deals with the scalping influence of the soils mechanical behavior. Numerical and experimental modeling was used to identify the most influential scalping methods and

parameters. Based on this study, we proposed the most suitable scalping method to determine the mechanical resistance of representative samples of soil, in structures.

The final theme concerns sediment recovery. Statistical modeling was carried out to predict the mechanical resistance of sediments depending on their nature and the type of treatment. An experimental study has been carried out, has resulted in a proposal for a new geopolymer treatment.

This research work will enable us to improve the mechanical and hydraulic characterization to erosion of earthen structures, and to reinforce them using treated materials such as treated sediments.

