



## Avis de Soutenance

Monsieur Ngoc Tuyen TRAN

### Génie Civil

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Evaluation de la stabilité à long terme des ouvrages souterrains avec la prise en compte des incertitudes et de la variabilité des propriétés des roches

dirigés par Monsieur DASHNOR HOXHA

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : LaMé - Laboratoire de Mécanique Gabriel Lamé

Soutenance prévue le lundi 05 octobre 2020 à 13h00

Lieu : Polytech Orléans 8 Rue Léonard de Vinci, 45072 Orléans Cedex 2

Salle : Amphi Cabannes

#### Composition du jury proposé

M. DASHNOR HOXHA	Université d'Orléans	Directeur de thèse
M. Duc-Phi DO	Université d'Orléans	Co-directeur de thèse
M. Jian Fu SHAO	Université de Lille	Examineur
M. Daniel DIAS	Université de Grenoble	Rapporteur
M. Olivier DECK	Université de Lorraine	Rapporteur
M. Gilles ARMAND	Agence Andra	Examineur
M. Minh Ngoc VU	Agence Andra	Co-encadrant de thèse

Mots-clés : incertitude, variabilité spatiale, analyse fiabiliste, métamodèle de Krigeage, tunnel profond, matériau compressible

#### Résumé :

La prise en compte des sources d'incertitude par les coefficients de sécurités partiels pour la conception géotechnique par l'approche déterministe (ou semi-probabiliste) est inappropriée pour le dimensionnement des ouvrages souterrains dans les massifs rocheux. Alternativement, des approches fiabilistes sont utilisées de plus en plus ces dernières années permettant d'optimiser la conception de structures de génie civil à partir d'évaluation de la probabilité de leur défaillance due à la propagation d'incertitude connue des paramètres. Cependant, jusqu'au présent, l'application de ce type de méthodes pour les ouvrages souterrains, a été limitée au comportement à court terme de ces ouvrages. Très souvent, les méthodes utilisées dans de tels contextes, perdent de leur efficacité lorsque les problèmes sont fortement non-linéaire. Or, tel est le cas, dans certains contextes, tel que le stockage profond des déchets radioactifs, où plusieurs mécanismes non linéaires (fluage, endommagement, couplage thermo-hydro-mécanique, etc) sont sources d'incertitude et impactent fortement la stabilité à long-terme des ouvrages. Ce travail de thèse vise à évaluer la probabilité de défaillance à long terme du revêtement en béton des tunnels profonds en considérant l'incertitude des paramètres du comportement différé de la roche hôte. Pour cela, une extension/modification de la technique d'analyse fiabiliste par le métamodèle de Krigeage a été d'abord mise en place. La performance et l'efficacité de ce métamodèle modifié en

comparaison avec la méthode classique MCS a été démontrée dans le cadre de la construction séquentielle d'un tunnel profond dans une roche viscoélastique linéaire. Ce métamodèle de Krigeage est ensuite appliqué pour analyser la stabilité pendant la période d'exploitation de 100 ans du revêtement en béton d'une galerie construite dans la couche argileuse de Callovo-Oxfordien (COx), la formation géologique choisie pour le stockage profond des déchets radioactifs en France. La quantification des incertitudes et corrélations des paramètres du modèle de Lemaitre pour la roche hôte a été réalisée en utilisant les résultats des essais de fluage au laboratoire. Le soutènement de la galerie étudiée est compressible avec un comportement fortement non-linéaire, décrite par un modèle élastique tri-linéaire. Les études fiabilistes ont montré une influence importante d'incertitude des propriétés de la roche hôte et un grand avantage du voussoir compressible sur la stabilité à long terme du revêtement en béton. Selon ces études, la stabilité à 100 ans du revêtement est considérablement augmentée en fonction de la compressibilité et/ou de l'épaisseur de la couche compressible du système de support de la galerie. Une considération de la variabilité spatiale des propriétés mécaniques de la roche hôte a aussi été effectuée. Pour traiter le problème de grande dimension associé à la discrétisation des champs aléatoires, une adaptation de la méthode Cut-HDMR combinée avec la métamodélisation de Krigeage a été proposée dans cette étude. L'applicabilité de telle méthode a été ensuite testée à travers des applications numériques.