



OFFRE D'ALLOCATION DE THESE

ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES EXACTES ET LEURS APPLICATIONS - ED 211

Avenue de l'université BP 1155 64 013 PAU Cedex – France

SUJET DE THESE

TITLE: Combined neutRON and x-raY imaging for the characterization of in Situ crysTallisation-induced crAcking in the context of cuLtural heritage preservation

TITRE : Tomographies RX et neutron pour la caractérisation in situ de l'endommagement induit par cristallisation de sels dans le contexte de la préservation de sites culturels patrimoniaux

RESUME : L'endommagement et la fissuration induits par cristallisation de sels sont une des sources principales de dégradation et d'érosion dans les roches naturelles, les matériaux de construction ou les sites culturels patrimoniaux. Au travers de cette thèse, nous visons à caractériser, in situ, les couplages entre transport, cristallisation et endommagement dans les roches de construction en se plaçant au plus près des conditions réelles de sites culturels patrimoniaux classés. Deux sites d'environnements très différents sont pressentis pour cette étude, l'Hôtel de Ville de Pau et la Villa Belza de Biarritz. Ils sont tous deux classés et emblématiques des territoires sur lesquels reposent l'Université de Pau et des Pays de l'Adour. Ils présentent également l'intérêt de subir des conditions environnementales très différentes afin de caractériser l'influence de ces conditions sur la composition des sels, leur cristallisation et les endommagements mécaniques induits.

Mots clés: tomographie rayons-X et neutron, pression de cristallisation, endommagement, patrimoine historique

CONDITIONS D'EXERCICE

Laboratoire : Laboratoire des Fluides Complexes et leurs Réservoirs (LFCR), UMR5150.

Equipe : Géomécanique Milieux Poreux (G2MP)

Site web : <http://lfc.univ-pau.fr>

Directeur de thèse : David Grégoire

Co-Directeur de thèse : Hannelore Derluyn

Lieu : Pau

Date début : 1/10/2017

Durée : 30/09/2020

Employeur : Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

Salaire mensuel brut : 1685 € (pour contrat doctoral sur crédits UPPA et collectivités locales)

SAVOIR-FAIRE DU LABORATOIRE

Au sein du LFCR, l'équipe Géomécanique-Milieux Poreux (G2MP), dirigée par D. Grégoire, s'intéresse au comportement mécanique des milieux poreux, aux propriétés des fluides confinés, aux couplages fluides-solides et aux propriétés de transport dans ces milieux au sens large. Le groupe développe aussi bien des activités de caractérisation expérimentale que de modélisation tout en s'appuyant sur des outils de simulation numérique à différentes échelles.

MISSION - ACTIVITES PRINCIPALES

Le contexte scientifique

L'endommagement induit par cristallisation de sels est une des sources principales de dégradation et d'érosion dans les roches naturelles, les matériaux de construction ou les sites culturels patrimoniaux. Lorsque des fluides salins sont présents dans l'espace poral du milieu, des cristaux de sels peuvent précipiter, en surface ou à l'intérieur du matériau, du fait des variations naturelles de températures et d'humidité. La précipitation de surface, appelée efflorescence, n'est pas structurellement critique mais peut avoir des conséquences esthétiques négatives, notamment pour les ouvrages patrimoniaux. La précipitation à l'intérieur du matériau, appelée subflorescence, peut elle induire des états de contraintes critiques amenant le milieu à s'endommager et/ou à se fissurer. Cet endommagement et cette fissuration, qui peuvent être critique à l'échelle de la structure, proviennent des couplages locaux qui ont lieu dans les pores entre écoulement et transport des solutions salines, réactions de précipitation, croissance des cristaux et confinement du fluide dans les pores.

Les objectifs

Dans ce projet de recherche, nous visons à caractériser, in situ, les couplages entre transport, cristallisation et endommagement dans les roches de construction en se plaçant au plus près des conditions réelles de sites culturels patrimoniaux classés. Pour cela, nous allons tout d'abord caractériser deux sites emblématiques de Pau et de la côte basque subissant des conditions environnementales très différentes. Ensuite nous allons réaliser des expériences optiques et tomographiques en laboratoire afin d'identifier et de caractériser les mécanismes et les couplages mis en jeu lors de la dégradation induite par cristallisation de sels.

Les résultats attendus

Tâche 1 : Application à la rénovation de sites patrimoniaux culturels : caractérisation in situ et en laboratoire des propriétés des matériaux poreux et des sels en place.

Basé sur des études bibliographiques et historiques des deux sites, des zones d'études seront sélectionnées. La composition des sels en place sera caractérisée par analyse spectrométrique in situ directe et par analyse en laboratoire sur des échantillons prélevés sur site. Les propriétés de transport, mécaniques et poromécaniques seront mesurés sur les roches et enduits en place avant et après rénovation, afin de caractériser l'évolution de la matrice poreuse du fait de la cristallisation de sels.

Tâche 2 : Caractérisation expérimentale in situ des couplages entre transport, cristallisation et endommagement.

Les essais de caractérisation réalisés dans la tâche 1 permettront de sélectionner les sels et les matériaux poreux adéquats permettant à la fois d'être proche des conditions réelles et d'isoler les mécanismes et couplages fondamentaux mis en jeu. Des cycles de saturation/désaturation seront reproduites sur des échantillons roche/enduit dans une cellule dédiée à la tomographie RX afin d'étudier des déformations, de l'endommagement et de la fissuration induits par cristallisation de sels. Dans une deuxième étape, la cellule sera adaptée pour la tomographie mixte neutron-RX afin de caractériser simultanément la distribution des fluides, les lieux de cristallisation et d'endommagements. Afin d'élucider sur les mécanismes intrinsèques de cristallisation, le développement local de la cristallisation de sels dans des capillaires représentant des pores modèles sera caractérisé par microscopie optique.

Les collaborations de recherche :

L'entreprise TMH (J.-M. Pujau), spécialisée en restauration de monuments historiques et du patrimoine ancien, et la Ville de Pau (Isabelle Naudy-Garrigues) seront les interlocuteurs pour les études sur les sites de la Villa Belza et de l'Hôtel de Ville de Pau. Le laboratoire IBeA de l'Université du Pays Basque sur le site de Bilbao (H. Morillas Loroño et Maite Maguregui Hernando) sera impliqué dans la caractérisation de la composition des sels de ces sites. L'IBeA possède une grande expertise dans l'analyse compositionnelle, sur site à l'aide d'instruments de spectrométrie portatifs, et en laboratoire. Les expériences de tomographie RX seront effectuées au sein de la plateforme tomographique DMEX à l'UPPA, celles de tomographie mixte neutron-RX sur la ligne D50 de l'ILL à Grenoble.

COMPETENCES REQUISES

Formation de niveau master en génie civil, mécanique, physique, sciences des matériaux ou géosciences.

Une expérience en caractérisation des matériaux poreux et/ou imagerie tomographique est un atout.

Une bonne connaissance de la langue anglaise, à l'écrit comme à l'oral, est obligatoire.

CRITERES D'EVALUATION DE LA CANDIDATURE

Traitement du dossier : Jury de sélection : 22/05/2017 (éventuellement par Skype)

Les candidats seront sélectionnés d'abord sur dossier. Un entretien sera organisé après la première phase de sélection du dossier de candidature.

- Adéquation entre le diplôme de Master (ou équivalents) et le sujet de thèse
- Notes et classements en Master, et régularité dans le cursus universitaire
- Maîtrise de l'anglais
- Capacité du candidat à présenter ses travaux
- Expériences professionnelle de type stage(s) en laboratoire ou autre ; éventuels travaux de recherche déjà réalisés (rapports, publications).

CONSTITUTION DU DOSSIER DE CANDIDATURE, DATE LIMITE DE DEPOT

Envoyer par email un dossier de candidature comprenant :

- CV
- lettre de motivation
- relevé de notes et classements en Master
- lettres de recommandation
- coordonnées des personnes du milieu professionnel (minimum deux) à contacter

DATE LIMITE DE DEPOT DU DOSSIER :

01/05/2017

CONTACT

NOM : Hannelore Derluyn

MAIL : hannelore.derluyn@univ-pau.fr