

**THÈSE PRÉSENTÉE A L'UNIVERSITÉ D'ORLÉANS
POUR OBTENIR LE GRADE DE
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ D'ORLÉANS**

Claudie HULIN

Ecole doctorale Matériaux Sciences de la Terre et de l'Univers
Discipline : Sciences de la Terre

Couplage géochimie – géomécanique dans les milieux poreux insaturés
Tension capillaire – Pression de cristallisation

Soutenue publiquement
le 8 décembre 2017 à 14h
Amphithéâtre de l'ISTE

Thèse dirigée par **Lionel MERCURY**

MEMBRES DU JURY

Daniel BROSETA, Professeur, Université de Pau et des Pays de l'Adour.
Patrick Dangla, Ingénieur en Chef des Travaux Publics de l'Etat, laboratoire Navier, Marne-la-Vallée.
Hannelore DERLUYN, CR CNRS, LFCR, Pau.
Noushine SHAHIDZADEH, Professeur, Van der Waals-Zeeman Instituut, Amsterdam
Patrick Simon, DR CNRS, CEMHTI, Orléans.

RÉSUMÉ

Dans la zone insaturée, l'altération des roches poreuses en condition de séchage est attribuée principalement aux sels qui cristallisent dans la solution porale lors de son évaporation. Ils exercent une pression (pression de cristallisation) contre les parois du pore dont le moteur est la sursaturation de la solution. Dans le même contexte, l'eau porale qui est retenue par capillarité dans les pores nanométriques est amenée sous pression négative. L'eau sous tension capillaire exerce une traction mécanique contre les parois du pore, mais aussi modifie les équilibres chimiques. Ces deux mécanismes, pression de cristallisation et traction capillaire, qui sont de nature physique, ont pour origine le déséquilibre chimique entre l'eau porale et l'air sec.

Des expériences de cristallisation de sels (Na_2SO_4 , NaCl) permettent 1/ de mettre en évidence des conditions favorables à l'expression de la pression de cristallisation, qui apparaît comme un phénomène brutal et transitoire provoqué par la relaxation d'un état de déséquilibre (sursaturation), et 2/ de montrer que la tension capillaire, générée par une interface nanométrique, peut être transmise à un macrovolume dans un système géométrique particulier construit par les sels. L'état de tension y est métastable (l'eau est surchauffée) mais dure suffisamment longtemps pour observer les effets mécaniques (traction) et chimiques (dissolution) attendus. La relaxation brutale de l'état de surchauffe permet une rapide sursaturation, qui est le moteur de la pression de cristallisation.

Ainsi, les cycles climatiques sont à l'origine d'événements brutaux et transitoires qui marquent la relaxation d'un état de déséquilibre (surchauffe et sursaturation), contrôlés par la tension capillaire et la cristallisation des sels qui coopèrent pour altérer la roche en conditions de séchage.