

Expansion thermique des argiles depuis l'échelle moléculaire

L. Brochard¹, T. Honorio de Faria¹, M. Vandamme¹, I. Stefanou¹, S. Ghabezloo¹, M. Bornert¹

¹Laboratoire Navier (UMR 8205), CNRS, ENPC, IFSTTAR, 6-8 avenue Blaise Pascal, 77455, Marne-la-Vallée, France

Courriel : laurent.brochard@enpc.fr

Les argiles ont un comportement thermomécanique particulier : les expériences de laboratoire (Figure 1 reproduit de [1]) montrent que des argiles normalement consolidées présentent une contraction thermique qui augmente non linéairement avec la température tandis que des argiles sur-consolidées présentent d'abord une expansion thermique à basse température, puis une contraction thermique à plus haute température. Par ailleurs, l'expansion thermique est en partie réversible, tandis que la contraction thermique est clairement irréversible. Enfin, même dans la phase d'expansion réversible, les déformations thermiques excèdent largement l'expansion thermique d'un solide ; aussi l'eau confinée semble-t-elle jouer un rôle majeur dans le comportement thermomécanique.

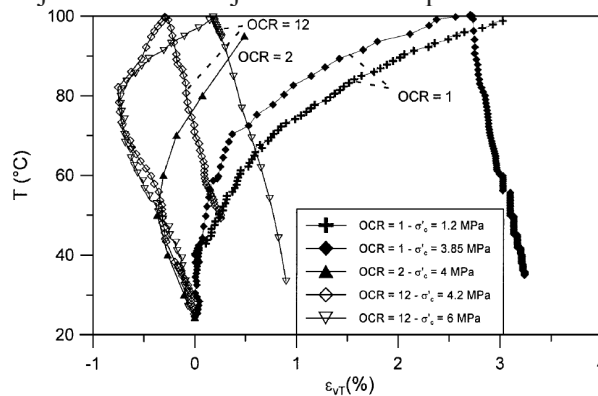


Figure 1. Comportement thermomécanique des argiles en fonction du degré de sur-consolidation (OCR) [1]. OCR = 1 correspond à une argile normalement consolidée, OCR > 1 correspond à une argile sur-consolidée.

Dans ce travail nous nous intéressons aux mécanismes physiques qui pourraient être à l'origine de ce comportement thermomécanique à l'échelle des feuillets d'argiles hydratés. Nous adoptons une approche par simulation moléculaire permettant une évaluation détaillée du comportement mécanique à une échelle où les mesures expérimentales d'efforts mécaniques ne sont pas possibles. Jusqu'à présent, les approches moléculaires ont permis de montrer que le comportement mécanique à l'échelle des feuillets d'argiles est décrit par des isothermes de pression de disjonction 'oscillants' en raison de la structuration en couche de l'eau interfoliaire à faible distance basale, ce qui est généralement le cas en conditions géologiques. Afin de comprendre le comportement thermomécanique, il convient de déterminer les isothermes de pressions de disjonction correspondant à différentes températures pour une pression d'eau bulk fixe. L'étude d'un système moléculaire modèle (2D), montre que, pour un système dominé par l'empilement en couche du fluide, une augmentation de température entraîne un écrêtage des pics de pressions de disjonction et leur glissement vers des distances basales plus élevées. L'écrêtage est la conséquence d'une plus faible structuration du fluide lorsque la température augmente, tandis que le glissement s'apparente à l'expansion thermique du fluide structuré dont l'énergie de solvation empêche le drainage à pression bulk fixe. Ces deux phénomènes offrent une lecture possible intéressante du comportement thermo-mécanique expérimental des argiles qu'il convient d'examiner plus en détail. Des simulations moléculaires d'argiles plus réalistes sont en cours pour confirmer ces résultats et les appliquer plus directement à la modélisation des roches argileuses.

Remerciements :

Cette étude est financée dans le cadre du projet ANR TEAM2ClayDesicc (contrat ANR-14-CE05-0023-01).

Références :

- [1] Sultan, N., Delage, P., & Cui, Y. J. (2002) Temperature effects on the volume change behaviour of Boom clay. *Engineering Geology*, **64**(2-3), 135-145