



**HAL**  
open science

# Mécanismes physiques de la thermo-mécanique des argiles

Laurent Brochard

► **To cite this version:**

Laurent Brochard. Mécanismes physiques de la thermo-mécanique des argiles. Colloque SPICE (Science Physique Ingénierie Chimie Energie), Apr 2017, Paris, France. hal-03995509

**HAL Id: hal-03995509**

**<https://hal.science/hal-03995509>**

Submitted on 18 Feb 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# Mécanismes physiques de la thermo-mécanique des argiles

TEAM2ClayDesicc



Programme : Energie

Édition : 2014

Instrument : JCJC

Contact : L. Brochard

COORDINATEUR : Laurent Brochard

PARTENAIRES : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

**Ce projet établit le lien entre adsorption d'eau et comportement thermo-mécanique anormal des argiles. Cette avancée permet de mieux comprendre le phénomène de dessiccation par chauffage et d'anticiper les instabilités de sous-sols pouvant y être associées, notamment dans les contextes de géothermie, de stockage (déchets nucléaires, CO<sub>2</sub>) ou encore pour l'exploitation des hydrocarbures.**

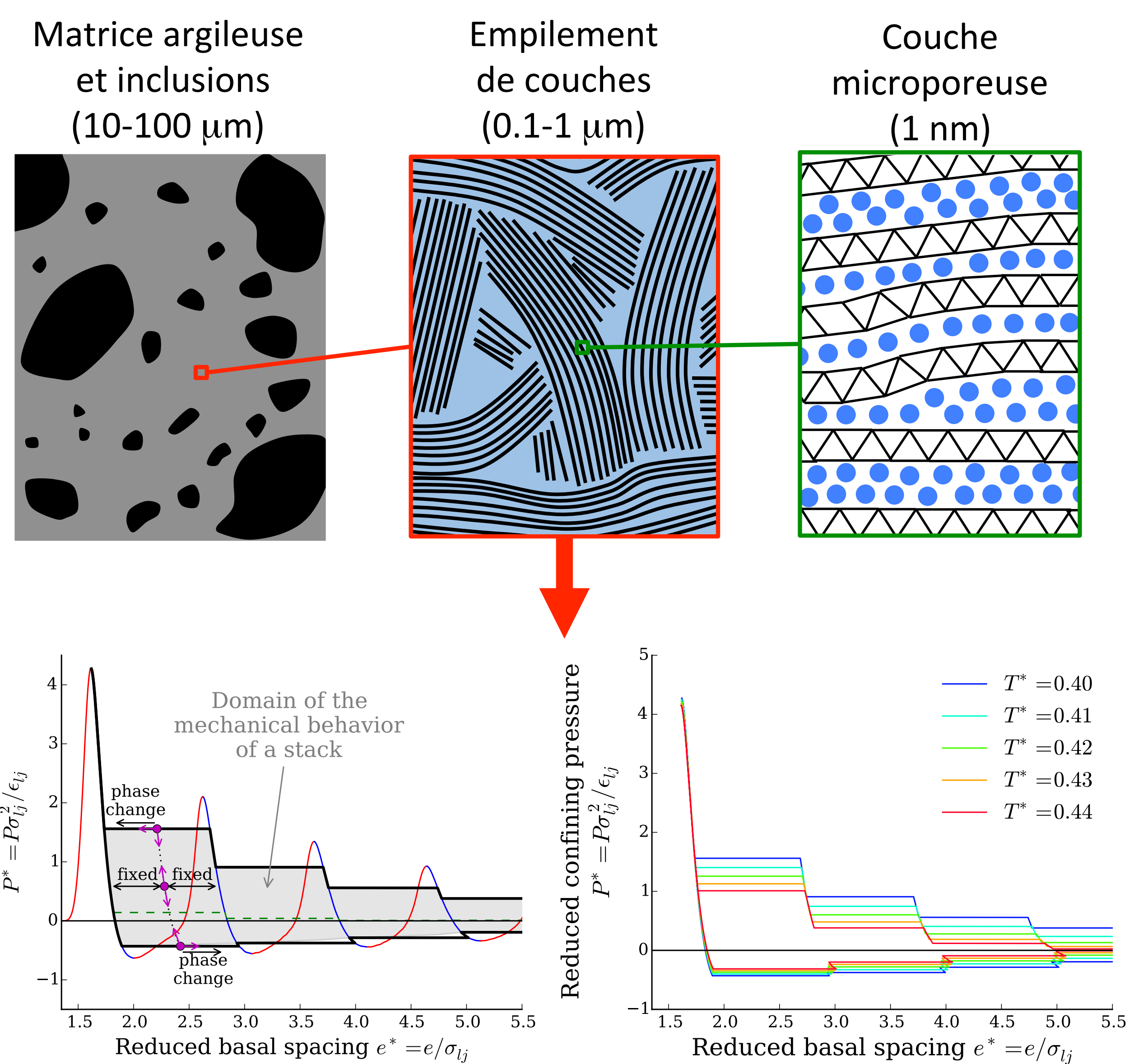
## ► CONTEXTE ET OBJECTIFS

Les argiles ont un comportement mécanique inhabituel en raison de l'adsorption d'eau: l'expansion thermique de l'argile normalement consolidée est irréversible, négative et son amplitude est 10 à 100 fois supérieure aux valeurs habituelles. Une telle contraction peut avoir des conséquences sur la stabilité des matériaux argileux soumis à des variations de température de quelques dizaines de degrés. L'exploitation d'hydrocarbures non conventionnels, la géothermie, le stockage de gaz ou de déchets nucléaires sont des applications pour lesquelles des chargements thermiques importants peuvent être appliqués au sous-sol. La déstabilisation peut constituer un danger pour les installations ou la pérennité des confinements, mais éventuellement aussi une opportunité si cela fournit un moyen alternatif de rendre perméable des roches.

Le projet TEAM2ClayDesicc vise à mieux comprendre l'origine physique du comportement anormal des argiles afin de pouvoir mettre en place une modélisation mécanique prédictive, puis, in fine, d'évaluer les conditions propices aux instabilités.

## ► MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS

A l'échelle moléculaire, la mécanique d'un pore nanométrique avec de l'eau adsorbée est étudiée en détail à partir des propriétés élémentaires des atomes et des molécules. On découvre à ces échelles des comportements très particuliers en raison de la structuration de l'eau adsorbée en un nombre fini de couches. Ainsi certaines déformations sont 'interdites' car instables tandis que d'autres sont 'autorisées', rendant toute interprétation hasardeuse. A l'échelle de la roche, rien de cela n'existe, toute déformation étant autorisée. Pour comprendre le passage d'une échelle à l'autre, nous nous inspirons de la modélisation des alliages à mémoire de forme qui font face à une situation analogue avec différentes phases possibles à l'échelle atomique et des déformations interdites entre ces phases. Nous retrouvons alors toutes les caractéristiques thermo-mécaniques connues des roches argileuses, ce qui constitue une avancée significative: cette démarche établie, pour la première fois, un lien formel entre adsorption et thermo-mécanique des argiles.



## ► VALORISATION ET PERSPECTIVES

Le projet TEAM2ClayDesicc a débuté à l'automne 2015 et s'achèvera début 2019. Les résultats présentés sont partiels, en particulier une partie du projet dédiée à la stabilité des roches argileuses n'a pas encore débuté.

Bien que le cœur du projet soit essentiellement fondamental, l'intérêt à terme est de disposer de modèles et d'outils numériques en mesure d'apporter des réponses à des problèmes de géo-mécaniques concrets: Sous stimulation thermique, quelles conditions (température, contrainte, drainage) sont propices à la déstabilisation du sous-sol? Pour la géothermie et les hydrocarbures, le chauffage drainé peut-il être une alternative possible à la fracturation hydraulique? Pour les stockages de déchets nucléaires ou de gaz, quelles augmentations de température sont tolérables sans mettre en danger le confinement?

Ce travail fait l'objet de 3 articles scientifiques acceptés, 1 soumis et 2 en cours de rédaction. Par ailleurs, les résultats ont été présentés à l'occasion de 4 conférences scientifiques et 3 autres présentations sont à venir.



2021 AVRIL 2017  
MAISON DE LA CHIMIE PARIS

SPICE

SCIENCES PHYSIQUES : INGÉNIEURIE : CHIMIE : ÉNERGIE  
DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE À LA RECHERCHE FINALISÉE