



**HAL**  
open science

# Modélisation micromécanique et simulation numérique du phénomène d'auto-colmatage dans les argilites

Joffrey Bluthé

► **To cite this version:**

Joffrey Bluthé. Modélisation micromécanique et simulation numérique du phénomène d'auto-colmatage dans les argilites. Journée des Doctorants du DPC 2016, Jan 2017, Paris, France. cea-02435068

**HAL Id: cea-02435068**

**<https://hal-cea.archives-ouvertes.fr/cea-02435068>**

Submitted on 10 Jan 2020

**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.

# Modélisation micromécanique et simulation numérique du phénomène d'auto-colmatage dans les argilites

Joffrey BLUTHÉ

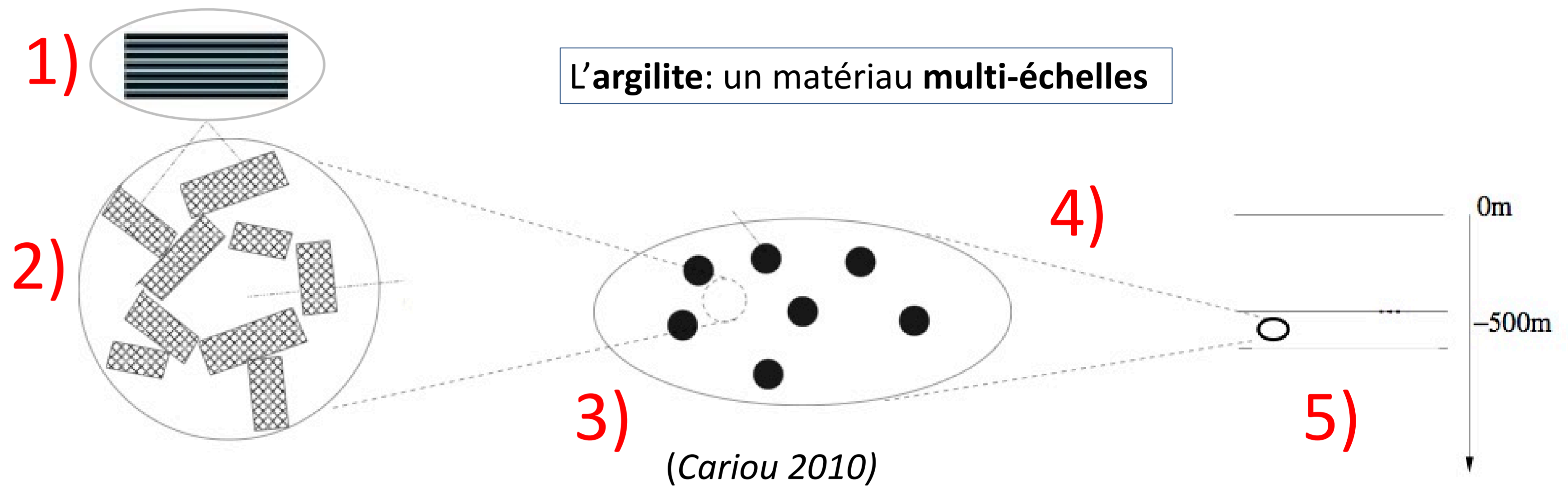
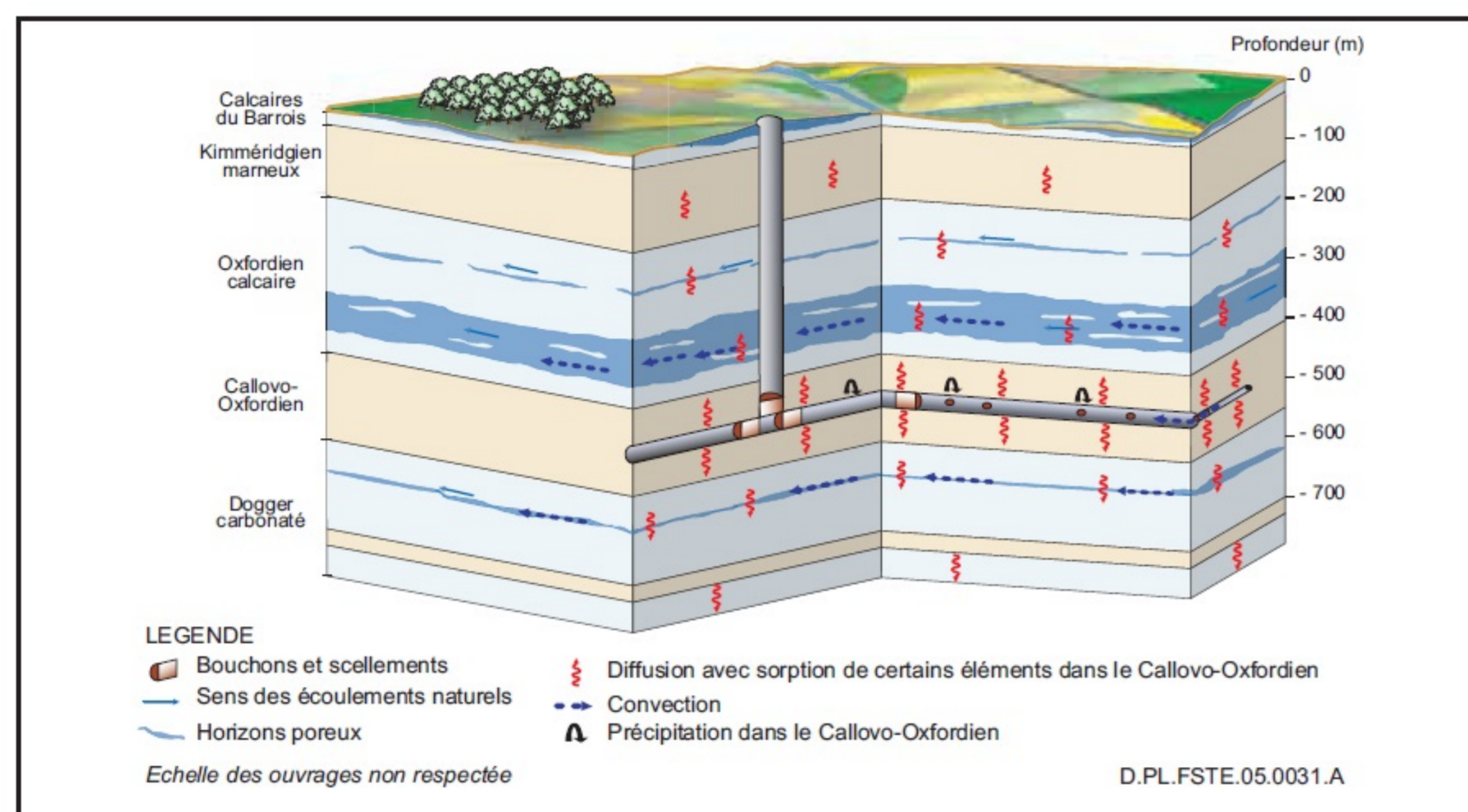
Encadrant(s) CEA : Benoît BARY

Début thèse : Novembre 2016

Directeur de thèse : Luc DORMIEUX  
Ecole doctorale : Université Paris-Est  
Science Ingénierie et Environnement

## Contexte et objectifs

Stockage des déchets radioactifs de haute activité, et de moyenne activité à vie longue en **couche géologique profonde**



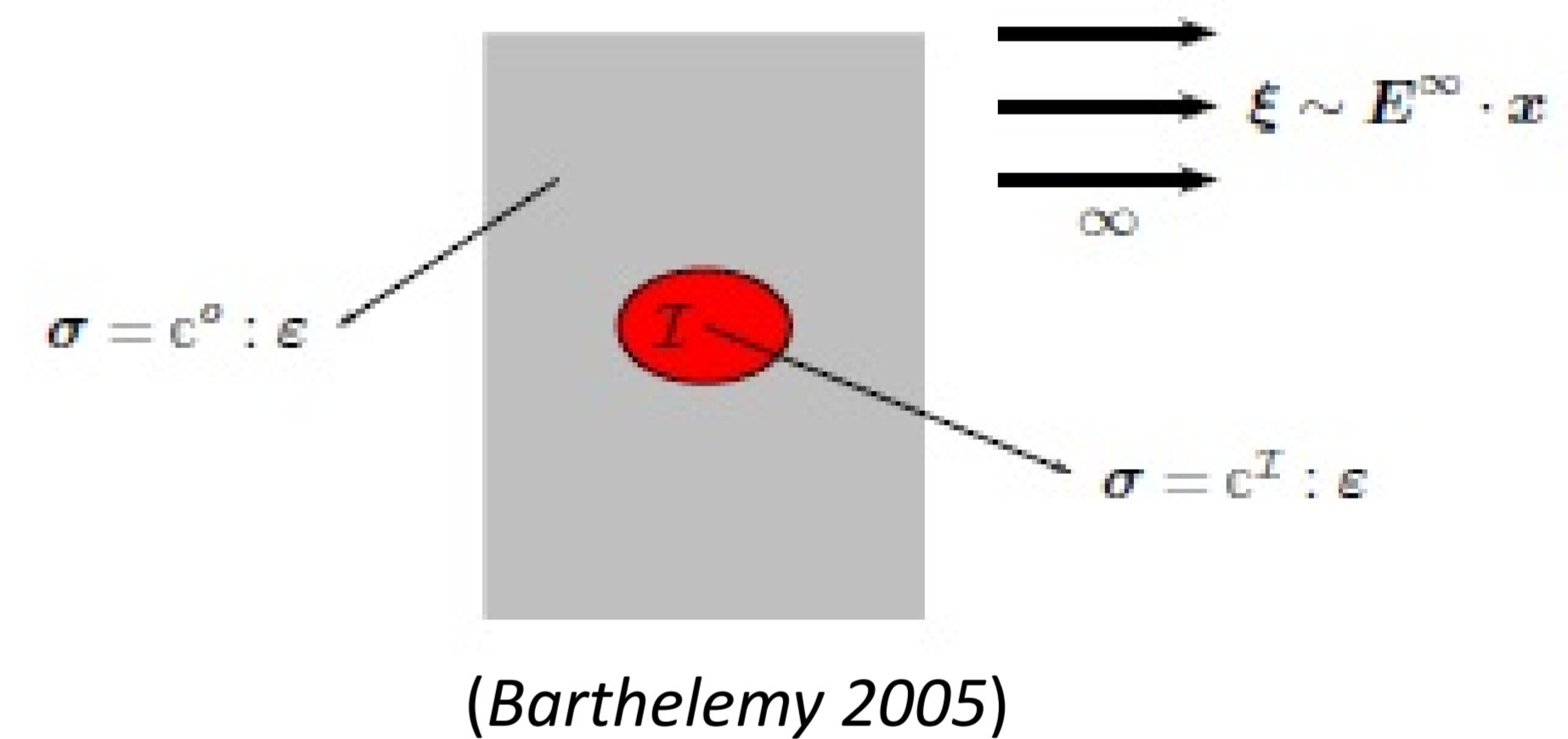
Projet de stockage CIGEO (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs – ANDRA)

L'auto-colmatage: un phénomène multi-physiques

**Objectif:** Développer un modèle macroscopique **couplé** du comportement thermo-hydro-chimico-mécanique de l'argilite de Bure fondé sur une **approche multi-échelles** et des simulations numériques dans le but de décrire les phénomènes locaux liés à l'**auto-colmatage** lors de la **resaturation** de la roche

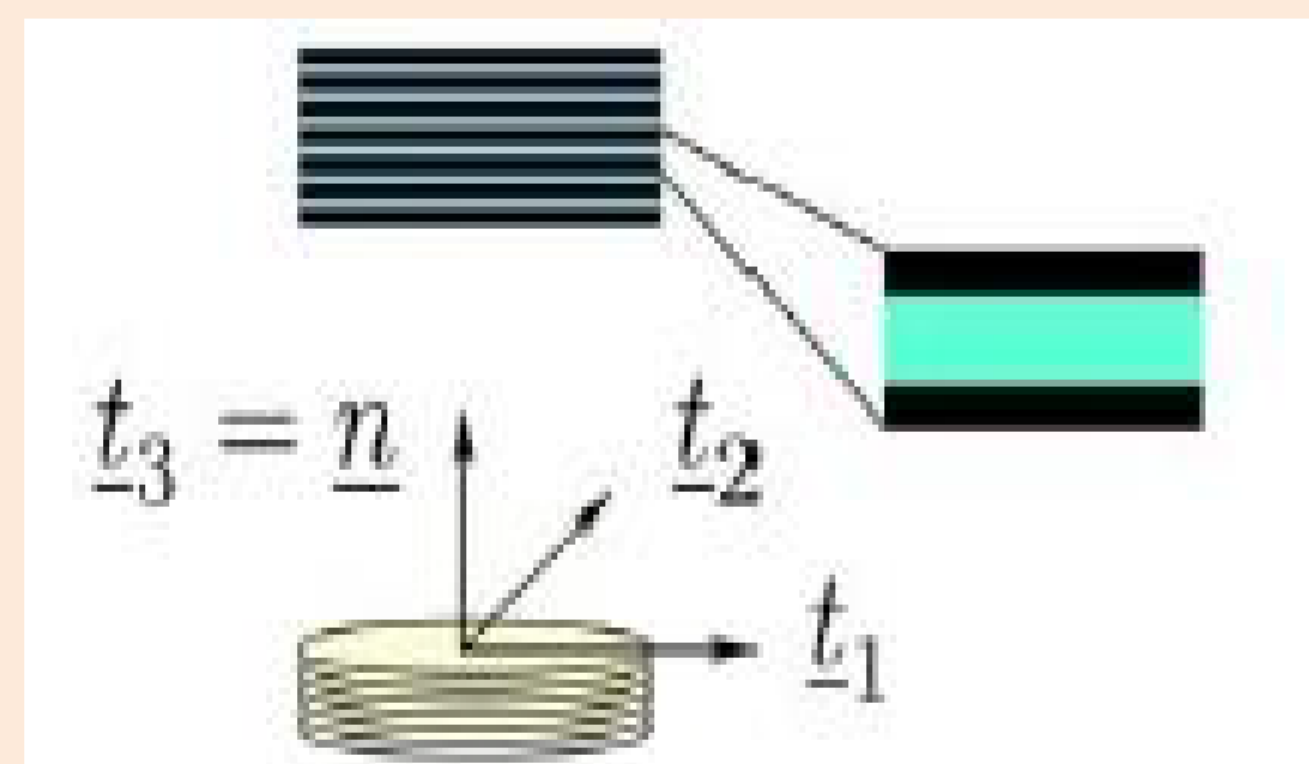
## Démarche

Mise en place de méthodes de **changement d'échelle** basées sur la résolution du problème d'Eshelby (Eshelby 1957) pour estimer les propriétés **mécaniques** et de **perméabilité** de l'argilite



### 1) Echelle nanoscopique

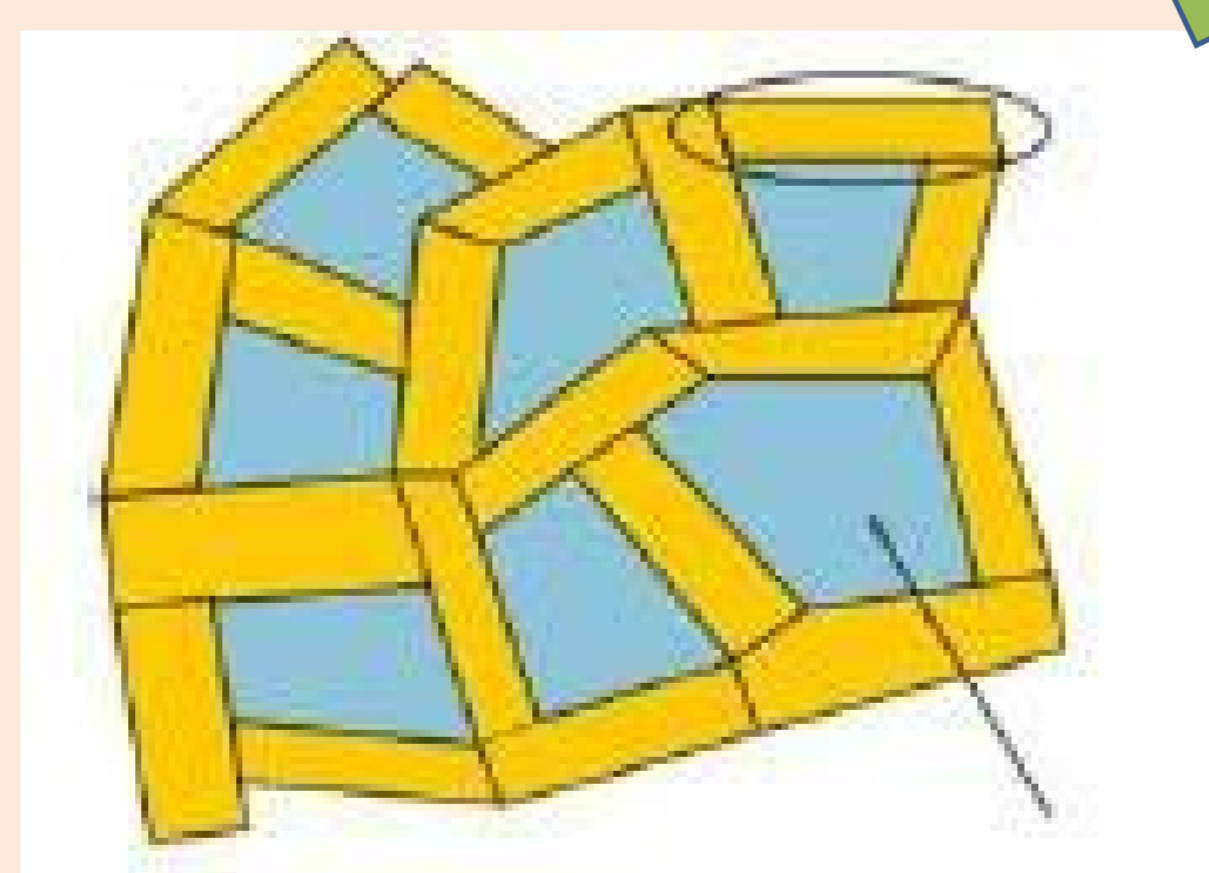
- **Particule d'argile** composée d'un empilement de feuillets séparés par de fines couches d'eau
- Répulsion électrostatique interfeuillets traitée comme une **surpression** dans la phase aqueuse
- Dépendance de la surpression en la distance interfeuillet pour la famille des **smectites**
- Comportement homogénéisé de la particule d'argile **élastique isotrope transverse non-linéaire**



(Dormieux et al. 2006)

### 2) Echelle microscopique

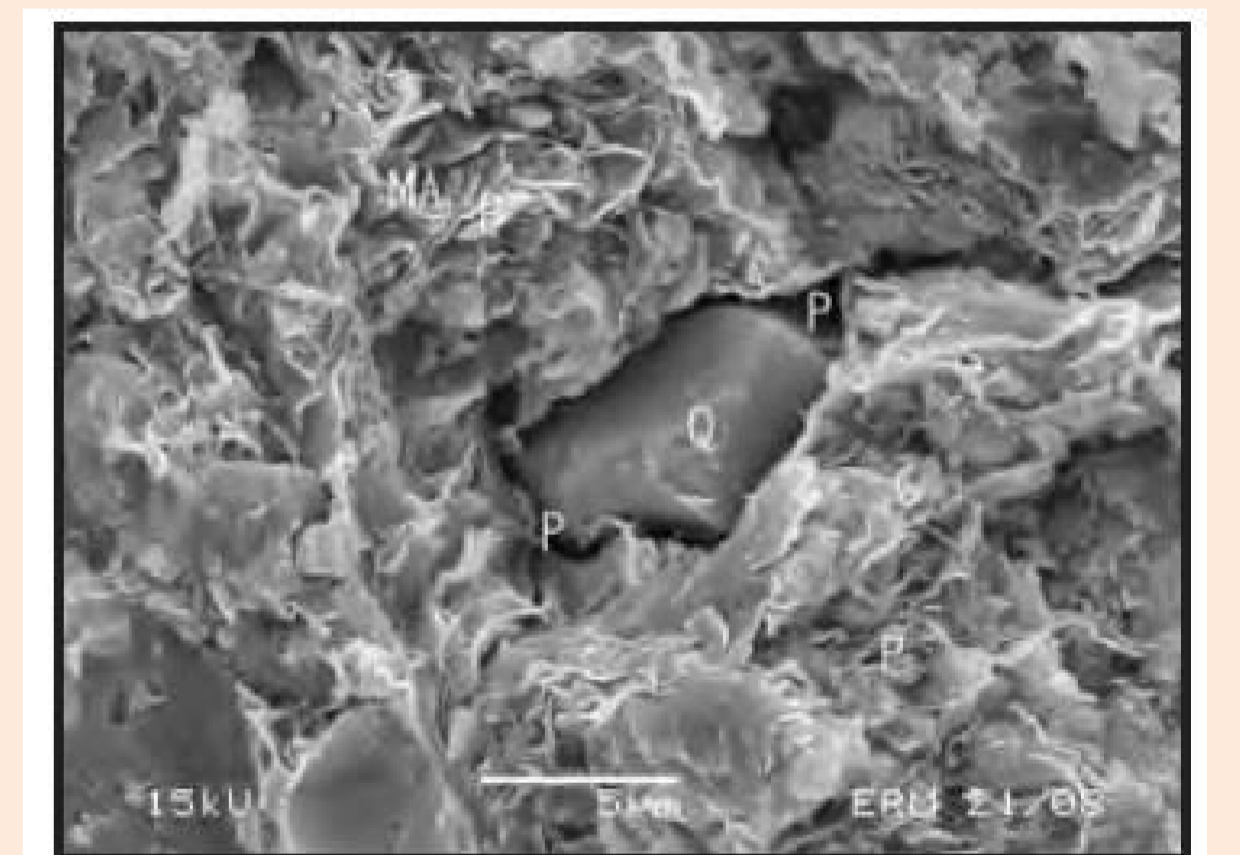
- **Matrice argileuse** constituée d'un ensemble de particules d'argile distribuées quasi aléatoirement
  - Phase aqueuse présente et interagissant avec la phase aqueuse de l'échelle nano
  - Aucune phase matricielle/inclusionnelle, structure polycristalline
- Schéma d'homogénéisation auto-cohérent



(Dormieux et al. 2006)

### 3) Echelle mésoscopique

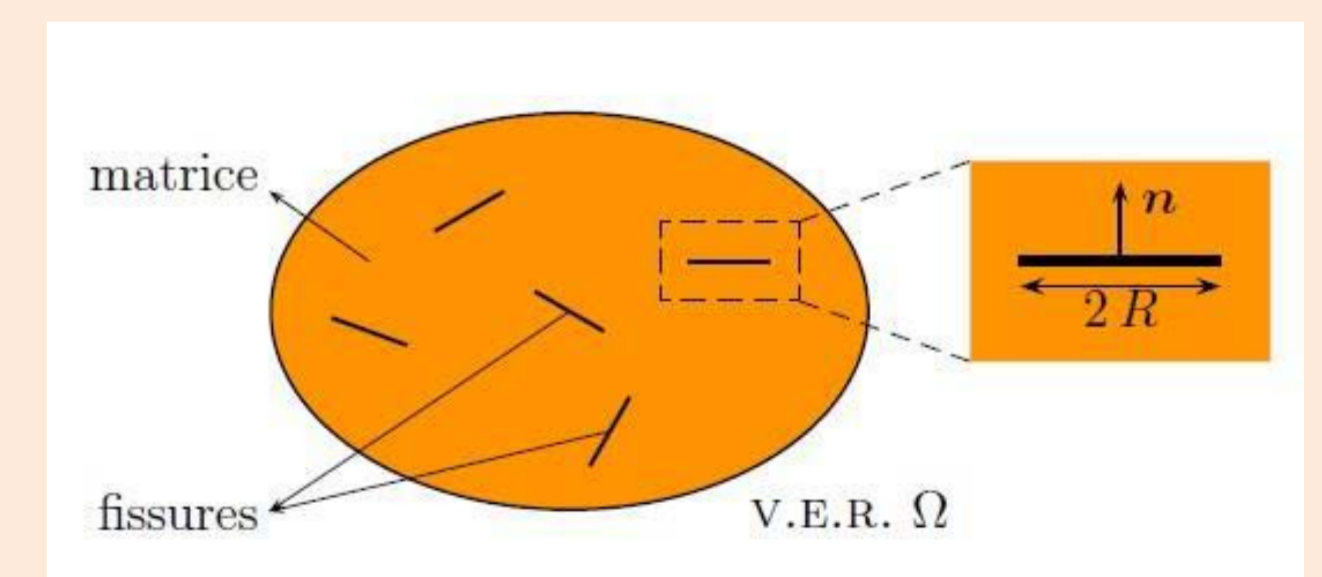
- Inclusions de **quartz** et de **calcite** dans la matrice argileuse (51% en volume)
  - Interactions entre les inclusions
- Schéma d'homogénéisation de Mori-Tanaka
- Effets aux interfaces entre les inclusions et la matrice argileuse peuvent être pris en compte



(ANDRA, Dossier 2005)

### 4) Fissuration

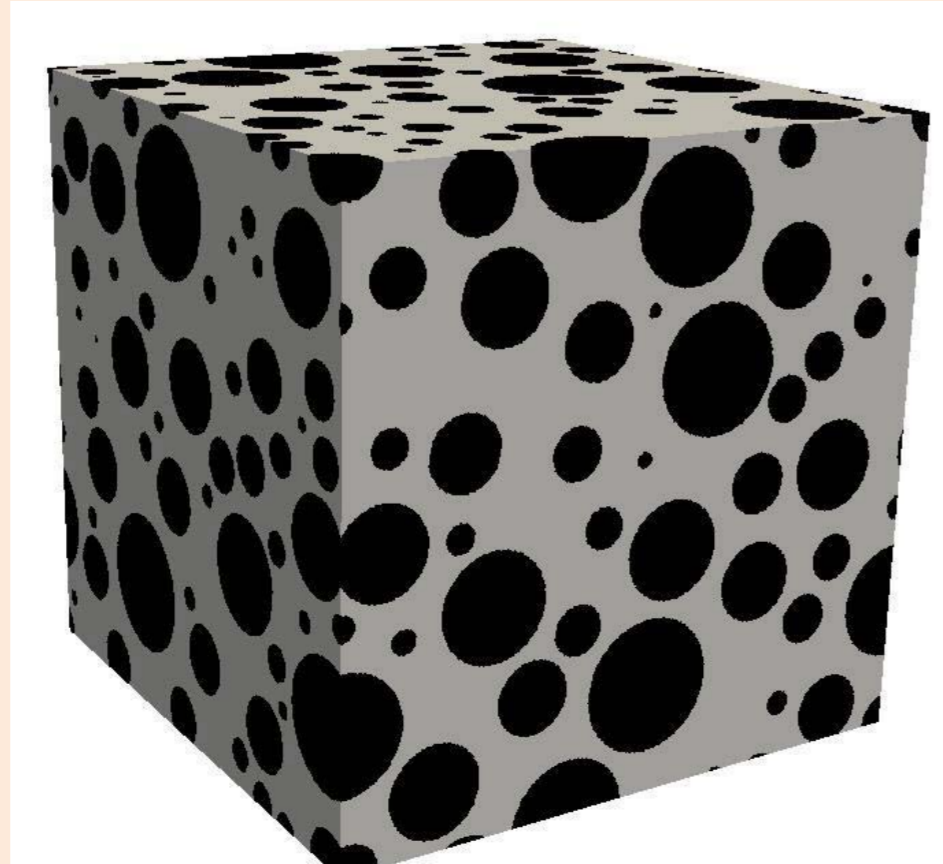
- Procédé d'excavation amène à l'apparition d'une **Excavation Damaged Zone (EDZ)**
- Présence de **microfissures** et de **macrofissures**
- Peuvent être traités comme des sphéroïdes aplatis dans un schéma d'homogénéisation
- **Taille, densité, orientation** et **ouverture** des fissures viennent nourrir le modèle



(Bignonnet 2005)

### 5) Simulation

- Résultat de la démarche d'homogénéisation = **comportement macroscopique du matériau**
- Validation du modèle par **simulations numériques** sur des cas tests type expérience de laboratoire
- Implémentation pour utilisation à l'échelle de la **structure**



(Bary)

### Références bibliographiques

- Dossier 2005 Argile – Synthesis – Evaluation of the feasibility of a geological repository in an argillaceous formation, ANDRA
- Bignonnet, F. (2014). (Doctoral dissertation, Paris Est).
- Cariou, S. (2010). (Doctoral dissertation, Ecole des Ponts ParisTech).
- Dormieux, L., Lemarchand, E., & Sanahuja, J. (2006). *Comptes Rendus Mécanique*, 334(5), 304-310.
- Barthelemy, J. F. (2005). (Doctoral dissertation, Ecole des Ponts ParisTech).
- Deudé, V. (2002). (Doctoral dissertation, Ecole des Ponts ParisTech).
- Lemarchand, E. (2001). (Doctoral dissertation, Ecole des Ponts ParisTech).
- Buehler, C., Heitz, D., Trick, T., & Frieg, B. (2003, November). *A European Commission Cluster Conference and Workshop, Luxembourg* (Vol. 3, No. 5).
- Meier, P., Trick, T., Blümling, P., & Volckaert, G. (2000, October). *Proceedings of International Workshop on Geomechanics, Hydromechanical and Thermohydro-mechanical Behaviour of Deep Argillaceous Rocks: Theory and Experiment* (pp. 267-274).
- Robinet, J. C., Sardini, P., Coelho, D., Parneix, J. C., Prêt, D., Sammartino, S., ... & Altmann, S. (2012). *Water Resources Research*, 48(5).