

Caractérisation en laboratoire de roches argileuses altérables

R Charlier, ULiège



Caractériser quoi ?

Pour construire sur / avec / dans des roches argileuses

Caractérisation de la rupture :

- Essais triaxiaux: angle de frottement et cohésion
 - La cohésion dépend fortement de l'histoire du matériau, y compris de l'histoire récente, pendant et après le prélèvement : cimentation, microstructure, succion,...
 - L'angle de frottement interne semble plus dépendre de la minéralogie.

Caractérisation de la déformabilité :

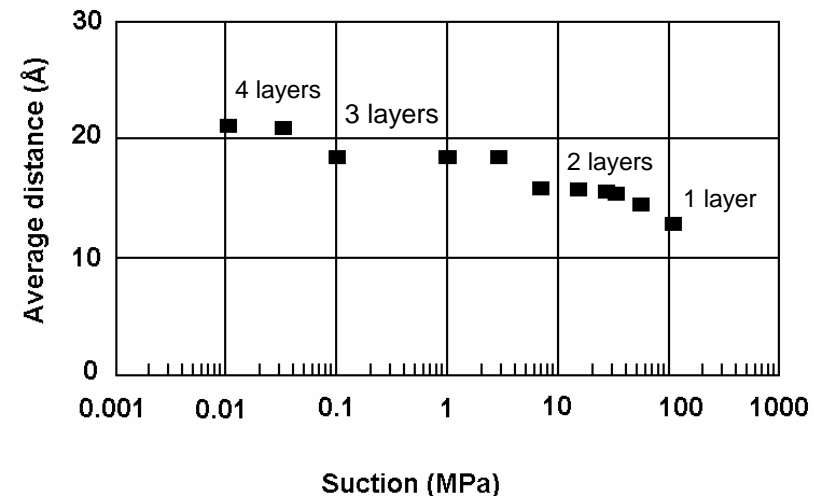
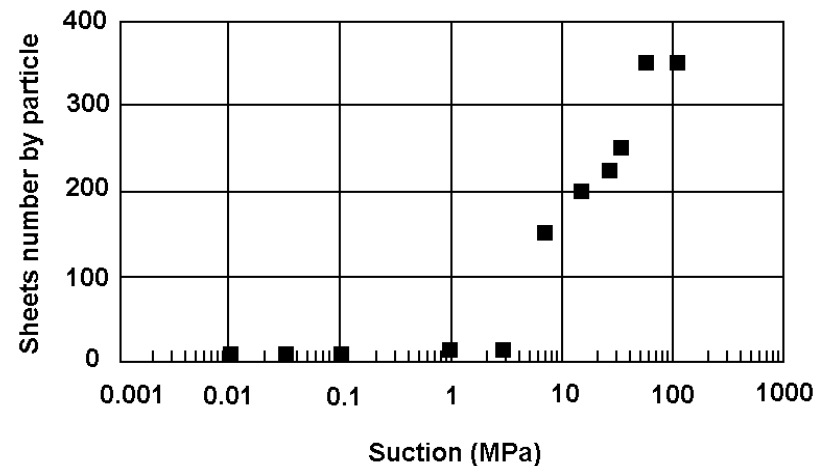
- Essais de compression œdométrique ou isotrope
 - Le module de déformation dépend de la compacité et de la succion.
- Un enjeu fort pour les laboratoires souterrains pour l'enfouissement de déchets nucléaires dans des roches argileuses : Bure, Mont Terri, Mol.

Causes d'altérations rapides

- Désaturation, intrusion d'air, oxydation
- Relâchement des contraintes, déformation d'extension
- Ouverture des pores, des fissures ; création de nouvelles fissures
- Perméabilité augmentée

Minéraux argileux : aptitude à gonfler en présence d'eau, évolution de la microstructure, Effet renforcé à contrainte faible / nulle

Hydration mechanism of a dry compacted FoCa clay (Sayiouri et al. 2000)



Enjeu : caractériser des roches ... qui se dégradent rapidement

- Tout **prélèvement** de roche ou de sol en modifie l'état, le remanie : forage, transport, conservation, usinage
 - Décompression – ouverture de pores – discage ...
 - Déformation d'extension = moteur de l'endommagement dans les bétons et les roches
 - Création d'une succion liée à l'augmentation de volume
 - Teneur en eau : Forage à l'eau, Séchage – succion
 - Oxydation de certains minéraux : entrée d'air dans les fissures et les plus grands pores.
- **La Conservation** doit minimiser les modifications :
 - Emballage étanche et durable, parfois conservation sous contrainte (cellules T Andra)
- **La préparation** de l'échantillon avant le test en modifie l'état :
 - Carottage à l'eau, séchage pendant la taille ...

Re-saturer les échantillons ?

- Enjeu : tester le matériau initial, pas le matériau altéré.
- Protocole d'essais :
 1. Remettre en contrainte, dans l'état de contrainte in situ.
 2. Re-saturer (ou pas) les échantillons.
 3. Appliquer un déviateur de charge.

Méthode du CERMES – ENPC, argile de Boom, argilites OPA et COX

- The procedure consists in:
 1. applying a confining pressure close to the in-situ effective stress while avoiding any contact of the sample with water (dry geotextiles and porous disks);
 2. simultaneously increasing both confining and back pressure until the in-situ pore pressure is attained;
 3. waiting for stabilization of water exchanges between the back pressure PVC and the sample.

(Monfared et al, 2011)

- In spite of this precaution, the sample exhibited a slight swelling during resaturation, with a volume increase of 0.3 % after 10h followed by a constant swelling rate of $2 \cdot 10^{-5}/\text{h}$ observed during a period of time up to 120 h. This constant swelling phase has already been observed on the Boom stiff clay.
- Contrôle du degré de saturation par mesure du coefficient de Skempton.

Mesurer la dégradabilité ?

Norme NF P 94-067 :

- Le coefficient de dégradabilité est un paramètre représentatif du comportement de certains matériaux rocheux se traduisant par une évolution continue de leurs caractéristiques géotechniques (granularité, argilosité, plasticité,...) par rapport à celles observées immédiatement après leur extraction.
Sa détermination permet de préciser le classement des roches argileuses.
- Le matériau fragmenté est placé alternativement quatre fois successivement en immersion dans un grand bac, puis dans l'étuve à 105°C.
- On procède au tamisage avant essai et après le 4ème cycle, la différence donne le coefficient de dégradabilité.

Conclusions

- La dégradation des roches argileuses est un phénomène rapide, avec une échelle de temps similaire à celle d'un chantier.
- Mesurer les propriétés mécaniques et hydrauliques de la roche intacte demande de prendre des précautions pour limiter la dégradation du matériau avant et pendant l'essai proprement.
- Mesurer la dégradabilité ou un degré de dégradation d'une roche argileuse reste une question très ouverte, un beau sujet de recherche.

Références

- Delage P., Le T.T., Tang A.M., Cui Y.J., Li X.L. 2007. Suction effects in deep Boom clay block samples. *Géotechnique* 57 (1), 239-244.
- Monfared M., Delage P., Sulem J., Mohajerani M., Tang A.M. and De Laure E. 2011. A new hollow cylinder triaxial cell to study the behaviour of low permeable materials. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 48 (4), 637-649
- La norme NF P94-067 (Décembre 1992) définit le principe et les modalités de la détermination du "coefficient de dégradabilité" des matériaux rocheux. (<http://www.geoslab.fr/Coefficient-degradabilite-materiaux-rocheux.php>)