



Endommagement de la galerie de l'expérience TSX

(URL) : mesure in situ des transmissivités et modélisation hydromécanique

Stéphane PEPA, Françoise HOMAND et Mountaka SOULEY

LAEGO-ENSG

Les méthodes d'abattage et la redistribution des contraintes peuvent créer une zone endommagée (EDZ) caractérisée par des propriétés hydrauliques et mécaniques différentes de celles du massif non perturbé. L'étude de cette zone est réalisée à l'aide d'une sonde de mesure de perméabilité, la sonde SEPMI, récemment améliorée de manière importante. La méthode expérimentale de test hydraulique choisie est le pulse test en raison des faibles et très faibles perméabilités attendues (10^{-14} - 10^{-22} m²).

L'utilisation de méthodes d'interprétation capables de gérer les dimensions fractionnées d'écoulement a montré l'existence d'une zone proche perturbée autour du forage créée lors de son creusement. L'intégration de cette zone dans un modèle composite permet d'estimer la transmissivité de la zone lointaine.

Les mesures ont été réalisées dans huit forages disposés en auréole et la plupart des mesures sont interprétables à partir d'un modèle mécanique en trois zones associé au forage :

- *la peau* Cette zone d'épaisseur infinitésimale est caractérisée par son fort contraste de transmissivité.
- *les zones endommagées :*
 - *la zone endommagée par le creusement du forage,*
 - *la zone endommagée par le creusement de la galerie (EDZ).*

Les caractéristiques hydrauliques et mécaniques de ces deux zones sont assujetties à l'orientation du forage dans le champ de contraintes ainsi qu'à la nature de la roche. L'étendue de l'EDZ est beaucoup plus importante que la zone endommagée par le creusement du forage,

- le massif non perturbé, dans laquelle les propriétés hydrauliques de la roche ne sont affectées ni par l'excavation ni par le forage.

Un modèle composite est donc utilisé pour calculer les paramètres hydrauliques à l'aide de FlowDim. La figure 2 donne un exemple de transmissivité en fonction de la distance à la paroi.

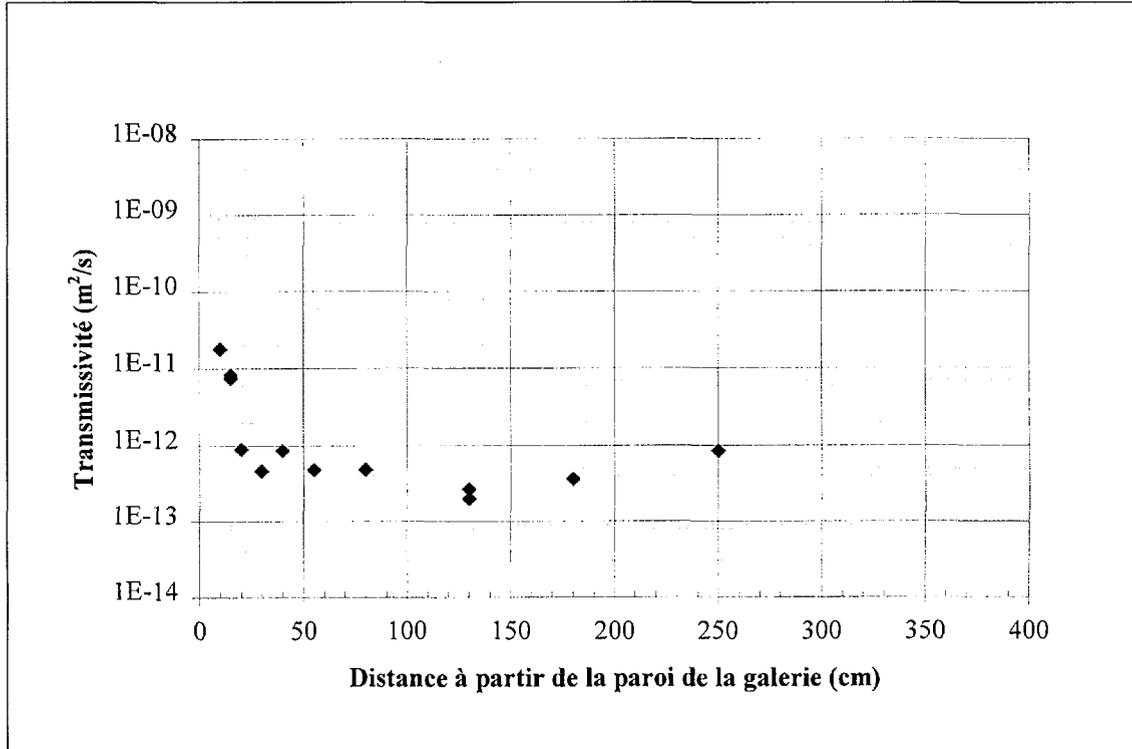
Le critère retenu pour limiter la zone endommagée est le contraste de transmissivité. A partir de l'ensemble des résultats obtenus pour les différents forages auscultés, il est apparu qu'une transmissivité de 10^{-13} m²/s caractérise la zone saine. Par conséquent, toutes les valeurs de transmissivités supérieures permettent d'identifier la zone endommagée.

L'étendue de la zone endommagée, déterminée selon ce critère et la pétrologie autour de la chambre 425 est quasiment identique pour toutes les orientations.

Les deux forages sub-horizontaux présentent les zones endommagées les plus étendues (90 cm).

Les deux forages inclinés montants se distinguent par leur étendue de zone endommagée très faible (respectivement 50 et 40 cm). Par contre il est difficile de déterminer l'étendue de la zone endommagée dans les zones les plus comprimées de la voûte et du radier.

Le caractère opérationnel de la sonde SEPMI est ainsi montré. L'interprétation des mesures hydrauliques en terme de Transmissivité est possible à condition d'établir un modèle mécanique pertinent.



Modélisation hydromécanique

Nous avons amélioré un modèle développé par Costin. Ce modèle est basé sur les principes de la thermodynamique et utilise une variable interne pour décrire le degré d'endommagement de la roche et il est possible de relier cette variable interne au mécanisme de croissance de fissures. Ce modèle a été implanté dans le code de calcul aux différences finies FLAC3D.

Pour la prise en compte de l'évolution de la perméabilité avec la croissance des fissures, les essais triaxiaux avec mesure de perméabilité réalisés sur le granite du Lac du Bonnet ont montré qu'au delà d'un certain seuil (généralement plus haut que le seuil d'endommagement) qui correspond au début de la connexion des microfissures propagées, la perméabilité augmente avec les longueurs de fissures. Une relation non-linéaire entre la perméabilité intrinsèque et la longueur maximale de fissures a été proposée. Plus précisément, ces essais ont montré une relation linéaire entre $\log k$ et $(a/a_0)^3$ où k est la perméabilité, a la longueur maximale de fissures et a_0 la longueur initiale des microfissures. Cette relation a été également implantée dans le code FLAC3D. Cette première tentative de couplage entre la perméabilité et l'endommagement est plutôt pragmatique dans le sens que seule la famille des microfissures primaires induit le changement de perméabilité. De plus, en première approche, nous supposons que la perméabilité est isotrope.