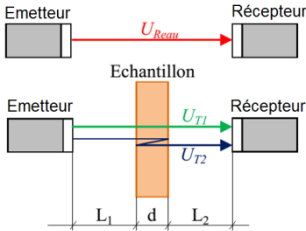


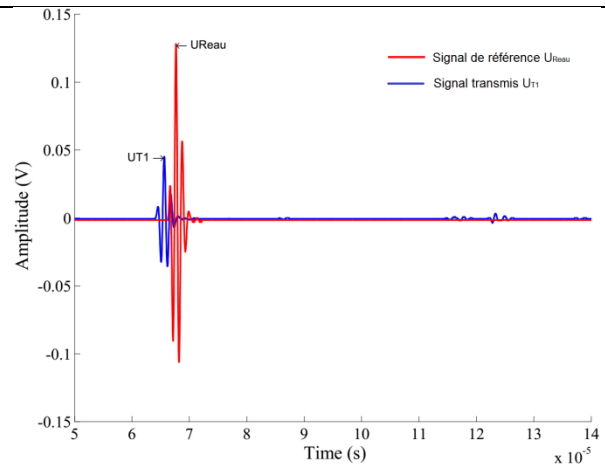
# PROPRIETES ELASTIQUES D'UNE ARGILE SOUS CHARGEMENT TRIAXIAL - MESURE PAR PROPAGATION D'ONDES ULTRASONS

Lamine IGHIL AMEUR\*, Guillaume ROBIN, Mahdia HATTAB

Réponses des auteurs aux relecteurs :

Relecteur 1	
Remarques et questions	Réponses et corrections apportées
<p>Les essais ultrasonores sont réalisés après déchargement mécanique de l'éprouvette. ---&gt; Il aurait été beaucoup plus intéressant de réaliser les mesures ultrasonores en cours d'essai. Et pourquoi avoir réalisé les mesures post-mortem sur des éprouvettes immergées dans une cuve d'eau et pourquoi les transducteurs acoustiques ne sont-ils pas directement collés sur l'éprouvette (méthode classique) ?! J'ai du mal à saisir l'intérêt de votre technique.</p>	<p>L'idéal serait de d'avoir le montage des ultrasons à l'intérieur de la cellule triaxiale au contact avec l'échantillon pour mesurer les deux vitesses d'ondes de compression <math>V_p</math> et de cisaillement <math>V_s</math>. Cela est notre objectif à terme. Pour l'instant, notre montage, réalisé au laboratoire et basé sur la méthode d'insertion-substitution, permet de contrôler les mesures de vitesses en fonction de ce que nous souhaitons déterminer comme isoler les ondes P.</p> <p>Il s'avère que la mesure de la vitesse d'onde de compression est satisfaisante et peut être comparable aux résultats de la littérature.</p> <p>Dans la deuxième étape, nous allons intégrer le dispositif des ultrasons dans la cellule triaxiale au contact de l'échantillon pour contrôler la mesure de la vitesse des ondes S.</p> <p>Cependant, étant donné que la mesure des propriétés élastiques par les ultrasons (quelque que soit le montage) est une opération complexe. Les résultats sont rattachés à une multitude d'erreurs.</p> <p>Il est vrai que faire la mesure après déchargement est la limite de ce mode proposé, néanmoins, il a l'avantage d'estimer l'anisotropie qui ne peut pas se faire sur un montage en cellule triaxiale.</p>
<p>Le résumé ne donne aucune information quant aux résultats obtenus; il est trop neutre.</p>	<p>Le résumé a été corrigé (<a href="#">§ Résumé page1</a>).</p>

<p>Le titre français du document pdf ne correspond pas au titre initial; il manque le terme "Identification".</p>	<p>Le titre a été modifié pour respecter la limitation des deux lignes préconisées par les instructions aux auteurs.</p>
<p>Résumé: "Le chargement se fait sur des éprouvettes de kaolin K13 <b>saturées</b> à différents chemins de chargement et à différents <b>et</b> niveaux de contrainte." ---&gt; Cette phrase n'est pas très claire.</p>	<p>Cela a été corrigé :  "Le chargement, suivant différents chemins de contrainte, est réalisé sur des éprouvettes de kaolin K13 saturées " (§ <a href="#">Résumé page1</a>).</p>
<p><b>P.1:</b> "Ce qui constitue des points locaux de faiblesse Hattab (2011) ..." ---&gt; Veuillez citer correctement les auteurs (cf. consignes).</p>	<p>Cela a été corrigé "Ce qui constitue des points locaux de faiblesse (Hattab, 2011) ..." (§3 <a href="#">Introduction page1</a>).</p>
<p><b>P.2:</b> "avec différents chemins de contrainte (à S'3 constante et purement déviatorique à p' constante)." Qu'est ce que p ? La contrainte moyenne ?</p>	<p>Oui il s'agit bien de la contrainte moyenne effective <math>p' = 1/3 (\sigma'_1 + 2\sigma'_3)</math>.</p>
<p><b>P.3:</b> "Pour réaliser les mesures ultrasonores, nous avons adopté la méthode d'insertion-substitution dans un dispositif expérimental développé au laboratoire." Qu'est ce que la méthode d'insertion-substitution ?!</p>	<p>La méthode d'insertion substitution, dont le schéma de principe est présenté en figure 3, consiste à mesurer la vitesse d'onde en réalisant deux mesures temporelles entre l'émetteur et le récepteur :</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- une mesure de référence dans l'eau (sans l'échantillon) caractérisé par l'impulsion <math>U_{\text{eau}}</math> (en rouge sur la figure ci-dessous)</li> <li>- une mesure à travers l'échantillon, protégé par une membrane, dont les impulsions sont <math>U_{T1}</math> et <math>U_{T2}</math> (en bleu sur la figure ci-dessous).</li> </ul>



La vitesse d'onde  $V_p$  est déduite du rapport entre  $U_{\text{reau}}$  et  $U_{T1}$  (équation 1 § 3.1 page4).

Cette double mesure permet de s'abstraire de la propagation de l'onde dans l'eau.

(voir par exemple Fortineau, 2006; Ighil Ameer et al., 2015)

**Figure 6:** que représentent les symboles (forme, couleur) ? Les références des échantillons (genre code complexe) sont obscures pour le relecteur et ne sont intéressantes que pour l'expérimentateur.

Pour des expérimentateurs, en effet, la nomenclature est importante.

Il s'agit de simplifier la lecture, pour le lecteur avant tout, puisque l'expérimentateur lui connaît ses essais et ses résultats (il pourrait même faire l'impasse sur cette étape si elle n'était pas nécessaire). Une fois la nomenclature comprise, la lecture des courbes devient beaucoup plus simple !

Les symboles utilisés sur la figure 6 sont décrits :

- la forme désigne le chemin triaxial conduit,
- symbole plein indique que la mesure a été effectuée dans le plan vertical "V",
- symbole creux indique que la mesure a été effectuée dans le plan horizontal "H",
- fig. 6 (a) chemins à  $\sigma'_3 = \text{constante}$  : le bleu représente les vitesses sur chemins normalement consolidés, le rouge représente les vitesses sur chemins surconsolidés,
- fig. 6 (b) chemins à  $p' = \text{constante}$  : le magenta

	<p>représente les vitesses sur chemins normalement consolidés, le vert représente les vitesses sur chemins surconsolidés,</p> <p>Ainsi la référenciassion des échantillons permet d'identifier les chemins de contrainte associés pour chaque mesure de vitesse d'onde : A-B<sub>C</sub></p> <p>A : NC normalement consolidé ou OC surconsolidé</p> <p>B: sig à s'<sup>3</sup>=constante et p à p'=constante</p> <p>C : V plan vertical ou H plan horizontal</p> <p>L'indice P2 indique le niveau de contrainte fixé au point P2 (q=160 kPa, p'=300 kPa).</p>
<p><b>P.6:</b> "Le module élastique dynamique Edyn est calculé à partir de la vitesse d'onde de compression V<sub>p</sub> suivant la formule donnée par Fjaer et al. (2008) : " Ce ne sont pas Fjaer et al. qui ont donné cette équation bien connue !</p>	<p>Ce paragraphe a été modifié comme suit :</p> <p>"Le module élastique dynamique Edyn est calculé à partir de la vitesse d'onde de compression V<sub>p</sub> suivant la formule de l'équation (2) :"</p>
<p><b>P.7-8:</b> "Le module élastique dynamique a été déduit à partir des mesures de vitesse d'onde. Son évolution dépend notamment de l'estimation du coefficient de Poisson à partir des résultats expérimentaux des essais triaxiaux." Mais pourquoi ne pas avoir aussi mesuré la vitesse de l'onde S ? Cela vous aurait permis de calculer le coefficient de Poisson dynamique et vous aurait évité d'utiliser le coefficient de Poisson statique dans le calcul du module de Young dynamique ! Bien sûr, les ondes S ne se propagent pas dans l'eau mais en collant les transducteurs acoustiques directement sur les éprouvettes ce problème aurait été évité. D'où ma question précédente sur votre technique de mesure "particulière" de la vitesse des ondes.</p>	<p>La mesure des ondes S sera l'étape prochaine dans ce montage expérimental. Nous voulions dans un premier temps nous concentrer sur la mesure de la vitesse de compression uniquement. Cela nous a permis de maitriser d'abord cette mesure, ainsi que l'ensemble des paramètres, liés au montage et la manip, susceptibles d'impacter la fiabilité de la mesure.</p> <p>C'est la raison pour laquelle l'interprétation des résultats, pour expliquer le comportement mécanique (et l'influence du chemin des contraintes), est basée sur l'évolution de la vitesse de compression, et non sur celle module dynamique. La valeur de Edyn, comme vous l'avez évoqué, est bien sûr très sensible à la valeur estimée (ou calculée) du coefficient de Poisson.</p>