TP Physique n°6 : Porosité et perméabilité d'un sable

Scripts Python :

A compléter

https://colab.research.google.com/drive/1efgElolutlLnxN7lI2ewxERK3oFJhUJY?usp=sharing

Corrigé

https://colab.research.google.com/drive/1PlG3YFdmUGGtq3svZ3EdMMH8iOd3hJTm?usp=sharing

Objectif

On dispose d'un échantillon de sable sec dont on souhaite déterminer la porosité ainsi que la perméabilité.

Données : $\eta = 1.10^{-3} Pa.s$ $\rho = 1{,}0.10^3\ kg.m^{-3}$ $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$

Mesure de la porosité

1. Dans une éprouvette graduée, mesurer un volume de sable.
2. Mouiller jusqu'à la limite de saturation : mesurer le volume d'eau introduit.
3. En déduire la porosité.
4. Évaluer les incertitudes à l'aide de la méthode Monte Carlo. Ajuster les chiffres significatifs.

Mesure de la perméabilité

5. Rappeler la loi de Darcy en fonction de la pression motrice notée P^* et ses conditions de validité. On notera L la hauteur de sable dans la colonne de chromatographie.
6. Soit H la hauteur de la colonne d'eau au-dessus du sable. Montrer que H est solution de l'équation différentielle suivante :

   $$-\frac{dH}{dt} = \frac{K}{\eta}\frac{\Delta P + \rho g L}{L} \text{ où } K \text{ est la perméabilité du sable}$$

7. Pour quelle raison la différence de pression entre la surface du sable et la surface libre, peut-elle s'écrire : $\Delta P = \rho g H$?
8. On note H_0 la hauteur de la colonne d'eau initialement et Δt_s le temps d'asséchement (temps au bout duquel l'eau atteint la surface du sable). Etablir la relation suivante en intégrant alors l'équation différentielle précédente :

   $$\frac{\eta L}{\rho g} ln\left(\frac{H_0}{L} + 1\right) = K\Delta t_s$$

9. Réalisez une série de mesures du temps d'assèchement Δt_s pour différentes hauteurs d'eau initiales H_0.

   Avec Python :

   - Tracer alors $\frac{\eta L}{\rho g} ln\left(\frac{H_0}{L} + 1\right)$ en fonction de Δt_s
   - Faire la régression linéaire associée
   - Estimer la valeur de la perméabilité du sable
   - *Associer une incertitude au résultat trouvé*

Tracé de H = f(t) avec la méthode d'Euler

L'équation différentielle à résoudre est (voir ci-dessus) : $\frac{dH}{dt} + \frac{H}{\tau} = -\frac{L}{\tau}$ avec $\tau = \frac{\eta L}{k\rho g}$