

Exercice N°1

Déterminer le couple requis pour faire tourner un cylindre vertical de diamètre 50 mm à une vitesse angulaire de $30 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ qui se trouve à l'intérieur d'un autre cylindre de diamètre 50,2 mm. L'entrefer entre les deux cylindres est rempli d'huile SAE (Society of American Engineers) de viscosité $\mu = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ à $20 \text{ }^\circ\text{C}$. La longueur du cylindre interne est de 200 mm. On néglige les effets de bords supérieur et inférieur et on suppose que la distribution de vitesse dans l'entrefer est linéaire dans la direction radiale. Si la température de l'huile augmente jusqu'à la valeur de $80 \text{ }^\circ\text{C}$ pour laquelle la viscosité est égale à $\mu = 8 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$, quel serait alors le pourcentage de changement de la valeur du couple ?

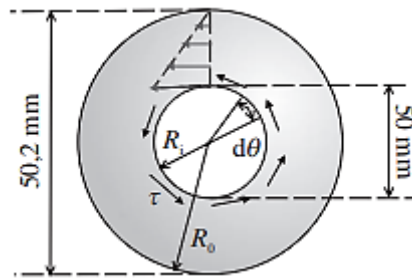


Fig.1.1 – Vue de dessus de l'écoulement entre deux cylindres

(le cylindre intérieur tourne à $30 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$).

Exercice N°2

À une profondeur de 6,4 km dans l'océan la pression spécifique est d'environ 666 bars (voir figure ci-dessous). On suppose que le poids spécifique est de $\gamma_1 = 10 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$ à la surface libre et le module d'élasticité moyen est de $E = 22 \text{ 000 bars}$.

1. Quel est le changement de volume massique entre la surface libre et celle à la profondeur de 6,4 km ?
2. Quel est le volume massique à cette profondeur ?
3. Quel est le poids spécifique à cette profondeur ?
4. Quel est le pourcentage de changement dans la valeur du volume massique et celui du poids spécifique ?

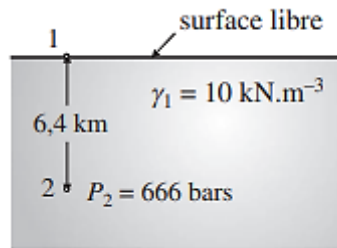


Fig. 1.2 – Schéma qualitatif de l'océan.

Exercice N°3

Une dalle de 18 kg (voir figure ci-dessous) glisse sur un plan incliné de 15° par rapport à l'horizontale et sous 3 mm de film d'huile de viscosité $\mu = 8,14 \text{ Pa}\cdot\text{s}$; la surface de contact est de $S = 0,3 \text{ m}^2$. Calculer la vitesse terminale U_T de la dalle.

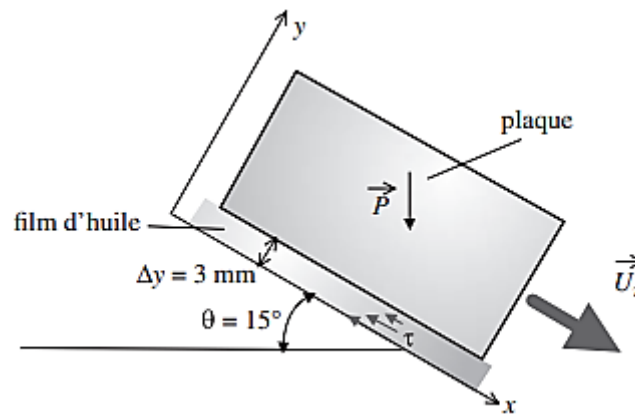
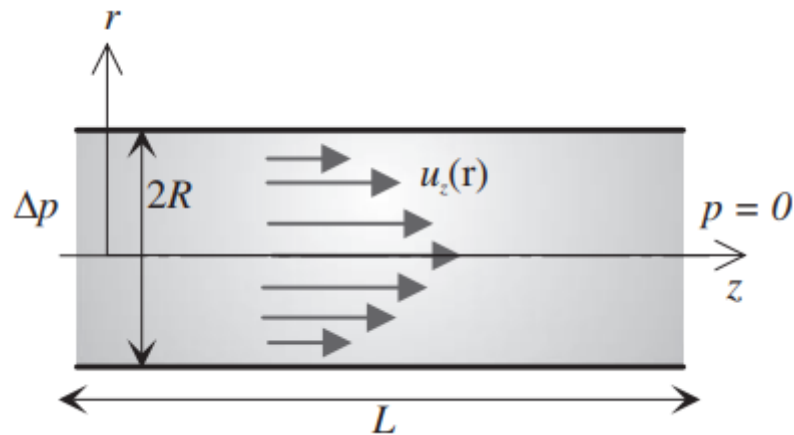


Fig. 1.3 – Glissement d'une dalle sous un film d'huile.

Exercice N°4

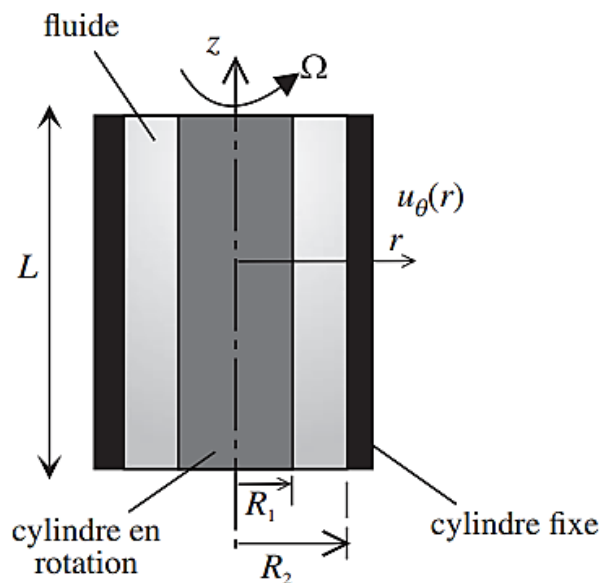
Un fluide est mis en écoulement dans une conduite cylindrique de rayon R sous l'effet d'une surpression Δp entre l'entrée et la sortie de la conduite. On note L la longueur de la conduite. Le fluide est newtonien de viscosité dynamique μ et de masse volumique ρ et l'écoulement est incompressible et permanent. On néglige le poids du fluide devant les forces de viscosité.



1. Montrer que le champ de vitesse est de la forme : $\vec{u} = (0,0,u_z(r))$.
2. À partir des équations de Navier-Stokes, montrer que le champ de pression est $p = \Delta p(1 - \frac{z}{L})$ et que $u_z(r) = \frac{\Delta p(R^2 - r^2)}{4\mu L}$. Donner l'expression du débit masse de l'écoulement.
4. Donner l'expression de la contrainte à la paroi.

Exercice N°5

Un fluide est mis en écoulement dans l'entrefer de deux cylindres coaxiaux, le cylindre intérieur est de rayon R_1 et le cylindre extérieur est de rayon R_2 . Le cylindre intérieur est en rotation uniforme avec une vitesse angulaire Ω . On note L la hauteur des cylindres. Le fluide a un comportement newtonien (viscosité dynamique μ et masse volumique ρ) et l'écoulement est incompressible et permanent. On néglige le poids du fluide devant les forces de viscosité.



1. Montrer que le champ de vitesse est de la forme : $\vec{u} = (0, u_\theta(r), 0)$

-
2. À partir des équations de Navier-Stokes, montrer que le champ de pression est uniforme en tout point du fluide et donner l'expression de $u_\theta(r)$.
 3. Calculer le couple à appliquer au cylindre extérieur pour le maintenir fixe dans ces conditions.