



# MECANIQUE DES FLUIDES

Régime d'écoulement  
Nombre de Reynolds

Chapitre 6

EXERCICES

Feuille n°8

**CORRECTION**

## EXERCICE 1

a) Rappeler les différents types d'écoulement : stokes | laminaire | de transition | turbulent

On peut dire aussi : stokes | laminaire | turbulent lisse | turbulent rugueux

b) Rappeler la formule de Reynolds  $R_e$  ; préciser les unités.

$$R_e = \frac{V \cdot L}{\nu}$$

avec

$R_e$  : nombre de Reynolds (sans dimension)

$V$  : vitesse de l'écoulement ( $m \cdot s^{-1}$ )

$L$  : longueur caractéristique ( $m$ )

$\nu$  : viscosité cinématique ( $m^2 \cdot s^{-1}$ )

c) Donner en  $m^2 \cdot s^{-1}$  les valeurs de la viscosité cinématique  $\nu$  pour les liquides suivants :

Eau à 10°C :  $1,308 \cdot 10^{-6} m^2 \cdot s^{-1}$     Eau à 30°C :  $0,804 \cdot 10^{-6} m^2 \cdot s^{-1}$     Eau à 60°C :  $0,500 \cdot 10^{-6} m^2 \cdot s^{-1}$

Ethanol à 20°C :  $1,56 \cdot 10^{-6} m^2 \cdot s^{-1}$

## EXERCICE 2

De l'eau à 30°C circule sous pression dans une conduite cylindrique de diamètre intérieur  $d = 60 mm$ . La vitesse du fluide est  $v = 0,03 m \cdot s^{-1}$ .

a) Convertir le diamètre en  $m$ .

$$d = \frac{60}{1000} = 0,06 m$$

b) Calculer le nombre de Reynolds  $R_e$ .

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{0,03 \times 0,06}{0,804 \cdot 10^{-6}} = 2239$$

c) Préciser la nature du régime d'écoulement.

Régime laminaire

### EXERCICE 3

De l'eau à 10°C circule sous pression dans une conduite cylindrique de diamètre intérieur  $d = 30 \text{ mm}$ . On impose un débit volumique  $Q = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

a) Calculer en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  la vitesse d'écoulement  $v$ .

$$Q = S \times v \Leftrightarrow v = \frac{Q}{S}$$

avec  $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

donc  $v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \times 2 \cdot 10^{-3}}{\pi \times 0,03^2} = 2,83 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

b) Calculer le nombre de Reynolds  $R_e$ .

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{2,83 \times 0,03}{1,308 \cdot 10^{-6}} = 64895$$

c) Préciser la nature du régime d'écoulement.

Régime turbulent

### EXERCICE 4

De l'eau à 10°C circule sous pression dans une conduite cylindrique de diamètre intérieur  $d = 120 \text{ mm}$ . On impose un débit volumique  $Q = 20 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ .

=> Faire le nécessaire pour préciser la nature du régime d'écoulement.

On demande donc de dire si l'eau qui s'écoule dans la conduite le fait avec un régime laminaire ou turbulent. Pour cela, on nous donne un diamètre et un débit. La réponse n'est immédiate ; il faut donc élaborer une « stratégie ». La voilà :

Exprimer l'aire de la section en fonction du diamètre :  $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$  (1)

Exprimer la vitesse en fonction du débit :  $Q = S \times v \Leftrightarrow v = \frac{Q}{S}$  (2)

Exprimer la vitesse en fonction du diamètre en mélangeant les équations (1) et (2) :  $v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}$

Exprimer le nombre de Reynolds en fonction des données du problème :

$$R_e = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} \cdot d = \frac{4 \cdot Q \cdot d}{\pi \cdot d^2 \cdot \nu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot \nu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot \nu}$$

Ramener les donner dans le système international d'unités (MKS) :

$$Q = 20 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1} \equiv \frac{20}{1000} = 0,02 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \equiv \frac{0,02}{60} = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$d = \frac{120}{1000} = 0,12 \text{ m}$$

Terminer avec l'application numérique du calcul de  $R_e$  :

$$R_e = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot \nu} = \frac{4 \times 3,3 \cdot 10^{-4}}{\pi \times 0,12 \times 1,308 \cdot 10^{-6}} = 2677$$

Régime : celui de transition (limite laminaire)

A noter : la résolution a été envisagée avec un développement analytique (manipulation des formules) et ensuite l'application numérique (en faisant attention aux unités).

On peut aussi, mais c'est moins bien, garder le même déroulé, mais en calculant toutes les valeurs numériques intermédiaires : d'abord la valeur de la surface, puis celle de la vitesse, puis enfin celle du nombre de Reynolds. Oui ça marche, mais on passe à côté de la simplification des diamètres par exemple.

Avec le temps, il faudra donc essayer de tendre vers des développements analytiques, c'est mieux...

### EXERCICE 5

De l'éthanol à 20°C circule sous pression dans une conduite cylindrique de diamètre intérieur  $d$  inconnu. On impose un débit volumique  $Q = 20 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  et un nombre de Reynolds  $R_e = 3000$ .

=> Calculer le diamètre intérieur de la conduite

Pareil, à nous d'élaborer la stratégie ; et elle nous mène où ? Et bien à établir la même formule que dans l'exercice précédent ! (à condition de travailler en ... analytique !)

$$\text{Donc, partant de } R_e = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot \nu} \Leftrightarrow d = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot R_e \cdot \nu} = \frac{4 \times 3,3 \cdot 10^{-4}}{\pi \times 3000 \times 1,56 \cdot 10^{-6}} = 0,09 \text{ m}$$

$$d = 90 \text{ mm}$$

Et voilà.