

**Faculté des Sciences de l'Ingénieur**

**Département de Mécanique**

**Post-Graduation**



## *Contrôle des connaissances de Mécanique des Fluides*

N.B : Seul le document de cours est autorisé. Durée : 3 heures.

### Partie A (8 p<sup>nts</sup>):

Considérons une conduite cylindrique horizontale siège d'un écoulement permanent, incompressible et symétrique par rapport à l'axe X de la conduite. On suppose que cet écoulement a lieu par couches cylindriques coaxiales.

- 1- En utilisant la 1<sup>ère</sup> loi de Newton sur un volume de contrôle convenablement choisi, montrer que la solution se ramène à la résolution d'une équation différentielle de la forme :

$$\frac{dp}{dx} = \frac{\mu}{r} \frac{d}{dr} \left( r \frac{du}{dr} \right)$$

- 2- Résoudre cette équation en utilisant les conditions aux limites adéquates et déterminer l'expression du profil des vitesses.
- 3- Déterminer le débit volumique véhiculé dans la conduite.
- 4- Déterminer la vitesse maximale dans l'écoulement ainsi que la vitesse débitante.
- 5- Déterminer la contrainte pariétale.

**Partie B :**

**Exo 1** (6 p<sup>nts</sup>): Considérons l'écoulement horizontal et stationnaire d'un fluide incompressible et visqueux sur une plaque plane très mince. La vitesse de l'écoulement extérieur  $U_e$  est uniforme.

En suppose que l'expression du profil adimensionnel de vitesse à l'intérieure de la couche limite laminaire qui se développe sur la plaque ( $\delta(x=0)=0$ ) est de la forme:

$$\frac{u}{U_e} = \eta$$

où  $\eta=y/\delta(x)$

Donner les expressions de  $\delta(x)/x$  et du coefficient de frottement à la paroi  $C_f$  en fonction du seul nombre de Reynolds local  $Re_x$ .

**Exo 2** (6 p<sup>nts</sup>): On reprend le même problème en choisissant cette fois comme forme générale du profil adimensionnel de vitesse la relation polynomiale suivante :

$$\frac{u}{U_e} = a + b\eta + c\eta^2 + d\eta^3$$

où a, b, c et d sont des constantes.

A la séparation de la couche limite :

- 1- Ecrire les quatre conditions aux limites de l'écoulement.
- 2- Calculer les valeurs des constantes a, b, c et d.
- 3- Calculer le facteur de forme H.

*Bonne chance et bonnes vacances*