Cours et problèmes pour le module de MDF (Master 1 ELM)

Rappel

Poussée d'Archimède

Questions de cours

1. Définir la poussée d'Archimède
2. Quelle serait la valeur de la poussée d'Archimède pour un corps qui flotte (immergé partiellement) à la surface d'un liquide?
3. Même question pour un corps complètement immergé immobile au sein du liquide
4. Peut- on déterminer le poids d'un corps plongé dans un bac d'eau de densité plus grande que celle du liquide? Justifiez votre réponse.

Exercice 1

Soit un sac en plastique contenant 200 cm^3 d'eau à 90°C. Ce sac est tenu submergé dans un bac d'eau à 20°C. Calculer la force résultante agissant sur le sac et préciser son sens.

Calculer la poussée d'Archimède sur le sac si le bac contenait de l'huile à 20°C au lieu de l'eau.

Commenter

Hint : les forces agissant sur le sac sont son propre poids et la poussée d'Archimède.

La densité de l'eau dépend de la température. Voir Google

Exercice 2

Quel est le poids d'une sphère de rayon 10 cm, immergée à moitié dans de l'eau salée de densité 1025 ?

Quelle serait la fraction immergée si le liquide était de l'huile de densité 800

Viscosité

Questions de cours

1. Définir la viscosité d'un fluide
2. Pourquoi la viscosité d'un fluide idéal est-elle nulle?
3. Quelle est la différence entre la viscosité dynamique et cinématique ?
4. Etablir la loi de viscosité de Newton et donner la définition de fluides newtoniens
5. Donner l'unité de la viscosité en système International.

Dépendance de la viscosité de la température

On sait par la pratique qu'un liquide « chauffé » coule plus facilement devient moins visqueux i.e. si la température d'un liquide augmente sa viscosité diminue. Cela est expliqué comme suit. Un liquide est comme toute matière composé de molécules en mouvement incessant même si ce dernier est au repos. Mais chaque molécule a une certaine quantité d'énergie qui lui dicte son mouvement. Si une énergie supplémentaire lui est fournie (l'augmentation de la température c'est l'augmentation de l'activité des molécules) cette dernière se déplace plus vite et plus loin en surpassant les différentes résistances au mouvement dans le liquide. Le liquide devient moins visqueux la viscosité.

La relation de la viscosité et la température est donnée comme suit

$$\mu = Ce^{b/T}$$

Où C et b sont des constantes déterminées par expérience et T la température en Kelvin

Exercice 1

Les constantes empiriques (b et C) sont évaluées à la température de 20°C comme suit:

$C = 1357 \times 10^{-6}$

$b = 1936$ K.

Dites de quel(s) fluide(s) s'agit- il.

Hint : Calculer la viscosité et utiliser l'internet pour voir quels sont le ou les fluides qui ont une viscosité proche de la valeur calculée.

Exercice 2

Une plaque de 1m x 1m, pesant 25 N glisse sur un plan incliné de 20°avec une vitesse de 2.0 cm/s. La plaque est séparée du support incliné par une couche d'huile de viscosté 0.05 N.S/m^2. Calculer la masse d'huile sous la plaque.

Hint : Utiliser la loi de Newton pour la viscosité pour calculer l'épaisseur de la couche d'huile.

Exercice 3

La viscosité d'un fluide est à mesurer à l'aide d'un viscosimètre rotatif composé de deux cylindres concentriques. Le diamètre du cylindre intérieur tournant à 300 tr/mn est de 12 cm. Le cylindre externe est fixe et le jeu entre les deux cylindres est de 0.15 cm. Si le couple de rotation est de 1.8 N.m quelle est la valeur donnée par le viscosimètre.

Hint : Voir l'exercice résolu en TD.

Réponse : 0.158 Pa.s

Description et Visualisation de l'écoulement d'un fluide

Questions de cours

1. Décrire l'approche de Lagrange et d'Euler pour l'étude de l'écoulement d'un fluide
2. Quelle approche est plus convenable pour le description de l'écoulement d'un fluide ?
3. Quelle est la condition indispensable pour appliquer ces approches?
4. L'approche moléculaire consiste dans l'observation du mouvement de chaque molécule du fluide. En quoi diffère t elle des autres approches ?
5. S'inspirant de la réponse de la question 3 dites si les deux approches peuvent être utilisées pour l'étude de l'écoulement de l'air sur une aile d'un avion volant à de grandes altitudes. Justifier votre réponse.

Fluides en mouvement

On étudie dans cette partie du cours le fluide en mouvement en se concentrant en premier lieu sur le champ de vitesses utilisant l'approche d'Euler. Comme l'approche d'Euler considère le fluide comme une matière continue une particule de fluide qui reste aussi petite que le fait de considérer ses propriétés physique constante. On peut donc considérer que la description du champ de toute grandeur physique est identique à celle d'un champ de vecteurs. Une solution d'un problème consisterait à la détermination des fonctions scalaires et vectorielles décrivant différents fluides et leurs propriétés comme fonctions du temps et de l'espace.

Le champ de vitesses dans un écoulement d'un fluide est décrit donc par un vecteur

$$\mathbf{U} = \mathrm{U}(\mathbf{x},t)$$

Où : U en gras est le vecteur U et x en gras représente les trois coordonnées x, y, et z

t le temps

Ces variables montrent que la vitesse peut varier dans l'espace pour un instant donné et dans le temps pour un point donné dans l'espace.

Les composantes de **U** peuvent être désignées par les lettres **u, v,** et la grecque **ω**. Donc

$\mathbf{U = ui + vj + \omega k}$. Et comme x, y, et z sont des fonctions de l'espace et le temps à leur tour elles peuvent s'exprimer comme

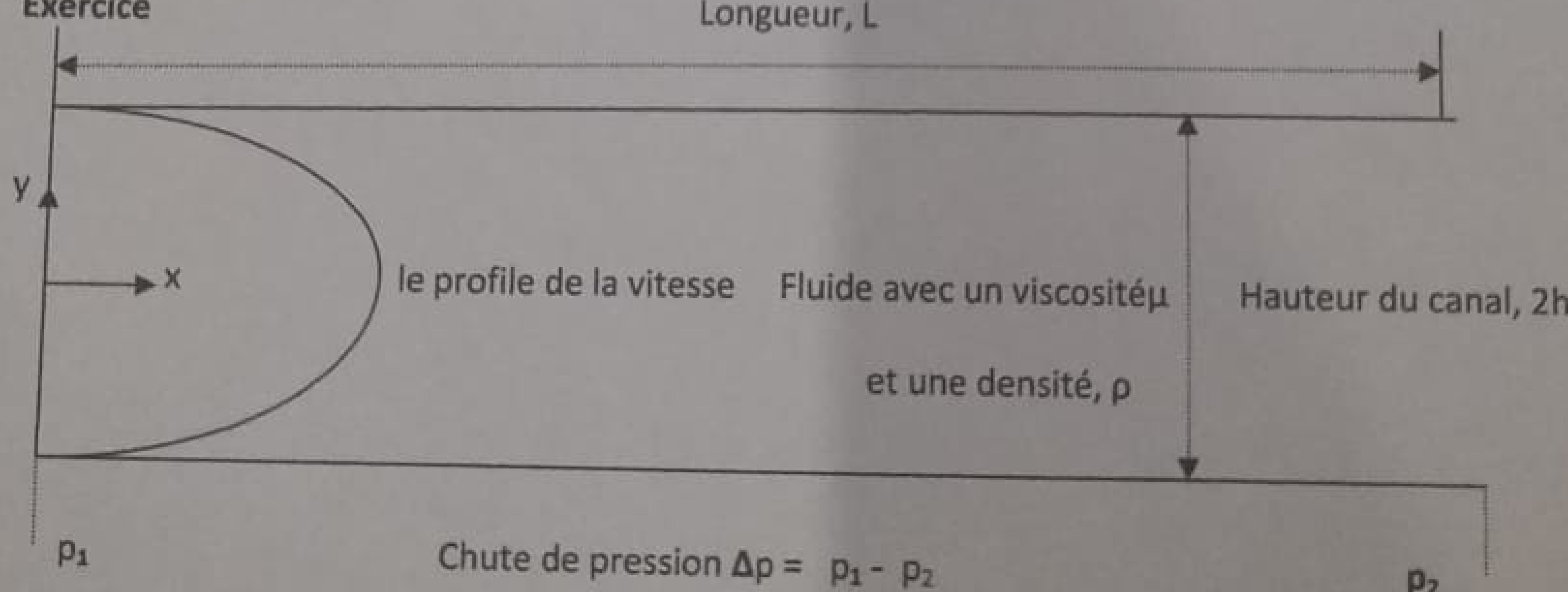
$u = xi + yj + zk$

$v = xi + yj + zk$

$\omega = xi + yj + zk$

ce qui donne $\mathbf{U} = \mathbf{u}(x, y, z, t)\,\mathbf{i} + \mathbf{v}\,x, y, z, t\,()\mathbf{j} + \boldsymbol{\omega}(x, y, z, t)\mathbf{k}$

Exercice



$$u(y) = \frac{hxh(p1-p2)}{2\mu L}[1 - h\frac{y}{h}]$$

v= ω = 0

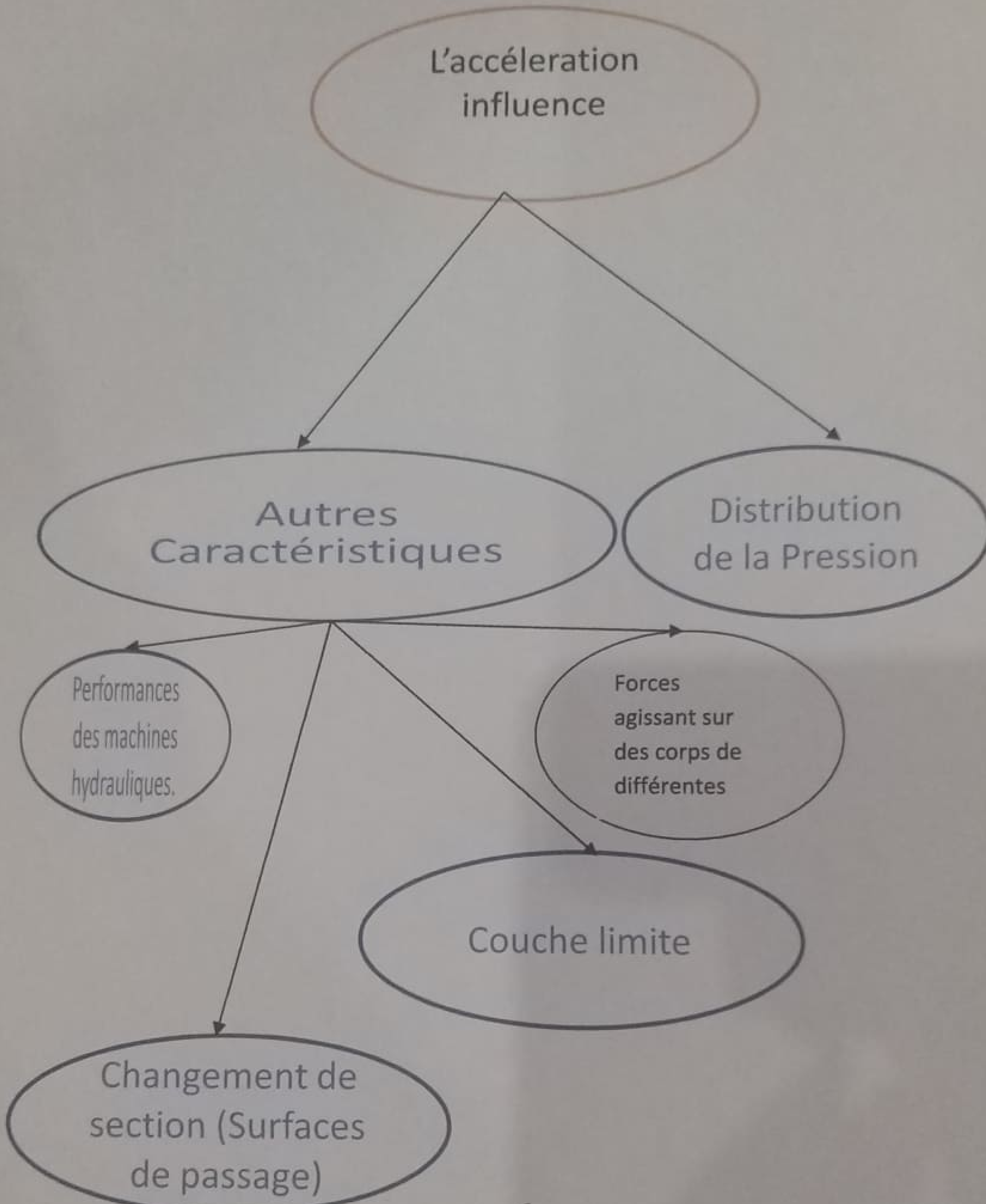
Déterminer la vitesse du fluide à mi-chemin de l'espace entre les plaque (h/2) et montrer que le profile de la vitesse est bien celui montré sur la figure ci-dessus.

$$u(y)\,\frac{h^2(p_1-p_2)}{2\mu L}[1 - h\frac{y}{h}]$$

Hint: Au niveau de la plaque supérieure y = +h

Au niveau de la plaque inférieure y = -h

A mi-chemin y = 0


L'accéleration influence
Autres Caractéristiques
Distribution de la Pression
Performances des machines hydrauliques.
Forces agissant sur des corps de différentes
Couche limite
Changement de section (Surfaces de passage)