ECOLE NATIONALE D'INGENIEURS DE TUNIS

EXAMEN

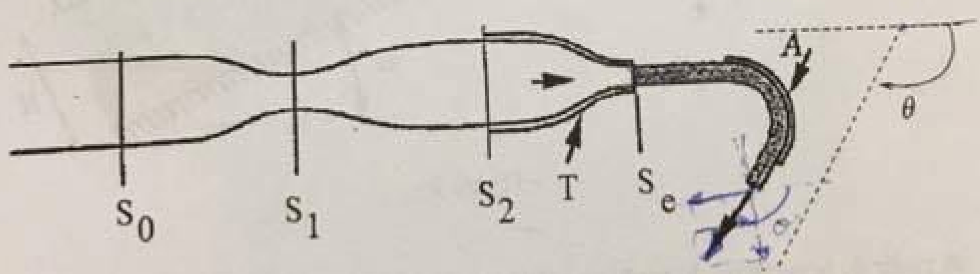
Date: 18/05/2016 ! **Heure:** 13h00! **Durée:** 2h00
MATIERE: MECANIQUE DES FLUIDES
ENSEIGNANTS: Ghazi BELLAKHAL et Hatem KANFOUDI
CLASSES: 1ère GC - 1ère GI
Documents: NON AUTORISES **Nombre de Pages = 3**

EXERCICE I : JET EXERCE SUR UNE AUBE

Une conduite cylindrique horizontale comprend:

- Une section cylindrique S_0 de diamètre D_0.
- Un venturi de diamètre au col D_1 (section S_1).
- Une tuyère convergente **T** de diamètre initial D_2 (section S_2) et final D_e (section de sortie du jet dans l'atmosphère).

Comme le montre la figure 1 ci-dessous, la tuyère est vissée sur la conduite et le jet qui s'échappe frappe une aube A. Cette aube a la forme d'un arc de cercle. Elle dévie l'écoulement à un angle $\theta = 120°$ de sa direction initiale. L'écoulement reste toujours dans un plan horizontal.



- Figure 1 -

L'écoulement est supposé stationnaire, homogène, non pesant et non visqueux. On supposera aussi que l'écoulement est uniforme sur chaque section.

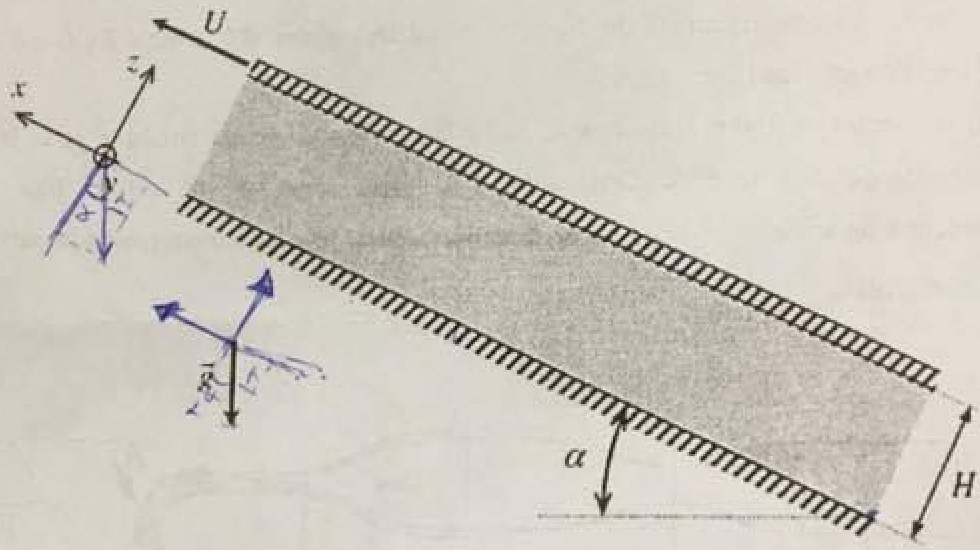
1. Que peut on dire du débit.
2. Donner les vitesses V_0, V_1 et V_e dans les sections S_0, S_1 et S_e.
3. Calculer les pressions à l'entrée et au col du venturi notées respectivement P_0 et P_1.
4. Calculer la force totale exercée par le jet sur l'aube **A**.

Données:

Débit volumique: $Q_v = 0.2\ m^3.s^{-1}$. Le fluide est de l'eau ($\rho = 10^3\ kg\ m^{-3}$), diamètres : $D_0 = D_2 = 0.2$ m, $D_1 = 0.1$ m, $D_e = 0.05$ m. Pression atmosphérique relative $P_e = 0$ Pa.

EXERCICE II : ECOULEMENT ENTRE DEUX PLAQUES INCLINEES

On considère l'écoulement stationnaire, bidimensionnel dans le plan $(\vec{e}_x\ \vec{e}_z)$ et parallèle d'un fluide visqueux (viscosité μ) et incompressible (masse volumique ρ) entre deux plaques infinies parallèles et inclinées d'un angle α avec l'horizontale. La plaque supérieure est animée d'une vitesse constante U alors que la plaque inférieure reste fixe. On choisira comme repère cartésien celui représenté sur la figure 2.



- Figure 2 -

1. A partir de la symétrie du problème, établir que la vitesse du fluide s'exprime comme : $\vec{v} = u(z)\vec{e}_x$
2. Expliciter les équations de *Navier-Stokes* projetées sur les trois axes du repère cartésien sous leurs formes simplifiées.
3. En négligeant le poids de la plaque supérieure (ceci revient à poser la pression en z = H constante et égale à P_0). Que peut-on en déduire sur le gradient de pression suivant l'axe $(O\ \vec{e}_x)$. Déterminer l'expression de la pression $p(z)$.
4. Montrer que le profil de vitesse est de la forme $u(z) = A\ z^2 + B\ z + C$. Établir les conditions aux limites permettant de trouver les trois constantes A, B et C.

5. Exprimer le débit volumique de liquide s'écoulant entre les deux plaques, sur une épaisseur unitaire ($\Delta y = 1$), en fonction de ρ, μ, g, α, H et U. Quelle condition portant sur U permet d'assurer un débit positif, et par voie de conséquence l'ascension globale du liquide.

6. En se plaçant dans le cas limite d'un débit nul, donner les éléments du tenseur des contraintes s'exerçant sur le fluide au contact de la plaque supérieure. En déduire la force de frottement qu'exerce le liquide sur cette plaque (considérer la force par unité de longueur suivant x et suivant y).