Conditions d'examen

Les références bibliographiques ou polycopiés :

- Walter Graf & Mustafa Altinakar, Hydrodynamique, PPUR ;
- notes de cours disponibles à partir du site du LHE (http://lhe.epfl.ch).

Professeur responsable : Christophe ANCEY (3 3287)

Documentation autorisée : toute documentation

Matériel autorisé : tout matériel sauf appareil de transmission (téléphone, email, etc.)

Durée de l'examen : 2 h (8h15–10h15)

Date et lieu : 23 février 2005, salle CE6

Barème :

- Problème 1 (2,0/6) : (a) 1,00 ; (b) 0,50 ; (c) 0,50.
- Problème 2 (2,0/6) : (a) 0,20 ; (b) 0,30 ; (c) 0,50 ; (d) 0,50 ; (e) 0,50.
- Problème 3 (2,0/6) : (a) 0,50 ; (b) 0,75 ; (c) 0,75.

Problème 1 Un canal rectangulaire est scindé en deux parties à l'aide d'une paroi en béton de forme parallélépipédique. Sa largeur est notée ℓ, sa hauteur h, son épaisseur est notée a. De part et d'autre, il y a un niveau d'eau H_1 et H_2, avec $H_1 > H_2$. Le coefficient de frottement de la paroi sur le sol est noté f. La masse volumique de l'eau est notée ϱ_e et celle du béton ϱ_b.

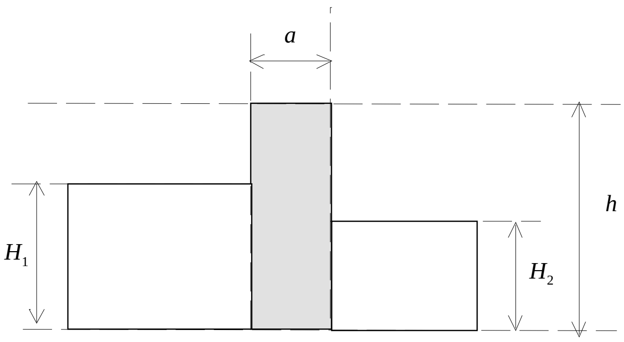

Figure 1 : schéma du canal

(a) Déterminer pour quelle valeur de H_1 le mur ne peut plus tenir en équilibre (on supposera H_2 connue).

(b) On considère maintenant $H_2 = 0$. Quelles valeurs faudrait-il donner à l'épaisseur a et la hauteur h pour avoir un équilibre ?

(c) Tracer le diagramme d'équilibre sous la forme d'une courbe a/H_1 en fonction de h/H_1 avec les valeurs suivantes $f = 0{,}2$, $\varrho_e = 1000$ kg/m^3, $\varrho_b = 3000$ kg/m^3.

Problème 2 On considère un canal rectiligne avec un fond plat (lisse) et horizontal, de section rectangulaire, de largeur ℓ et de profondeur d'eau h. La vitesse moyenne d'écoulement est notée u. Les variables u, ℓ, et h varient lentement le long du canal. On considère en première approximation l'écoulement d'eau comme instationnaire, incompressible, et sans effet visqueux (fluide parfait).

(a) Exprimer le débit volumique q à travers une section du canal en fonction des variables d'écoulement.

(b) Montrer que la quantité $h_s = h + u^2/(2g)$ est constante le long du canal ; on l'appellera la « charge spécifique ». Qu'en serait-il si le canal était en pente ?

(c) Exprimer q en fonction de h_s. Tracer l'allure de la fonction $q(h)$ lorsque la charge spécifique et la largeur sont fixées.

(d) Calculer le débit maximal.

(e) Montrer que pour une valeur du débit, il existe deux hauteurs possibles.

Problème 3 Un tube horizontal convergent (diminution de section dans le sens de l'écoulement $S_2 < S_1$) est équipé d'une turbine mise en rotation par le mouvement du fluide (masse volumique ϱ). Le fluide est mu à vitesse constante. La pression loin de l'échelle est constante et vaut P_0. On néglige les effets de la pesanteur, la dissipation visqueuse, la variation de section près de l'hélice de la turbine. Au niveau de la turbine, les vitesse et section sont notées u et S (respectivement u_1 et S_1 pour la section 1 avant la turbine et u_2 et S_2 pour la section 2).

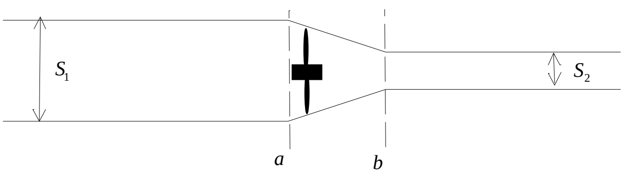

Figure 2 : schéma de la turbine

(a) Écrire les relations entre S, u, u_2, u_1, S_1 et S_2.

(b) Calculer les pressions P_a et P_b juste avant et juste après la turbine en fonction de P_0, ϱ, u_1, u_2, et u.

(c) Calculer la force exercée par le fluide sur l'hélice en appliquant le théorème d'Euler.