

Examen - HYDRAULIQUE DES ECOULEMENTS EN CHARGE
Documents autorisés : notes photocopiées et manuscrites des cours et TD
Calculatrices autorisées
durée : 2 heures

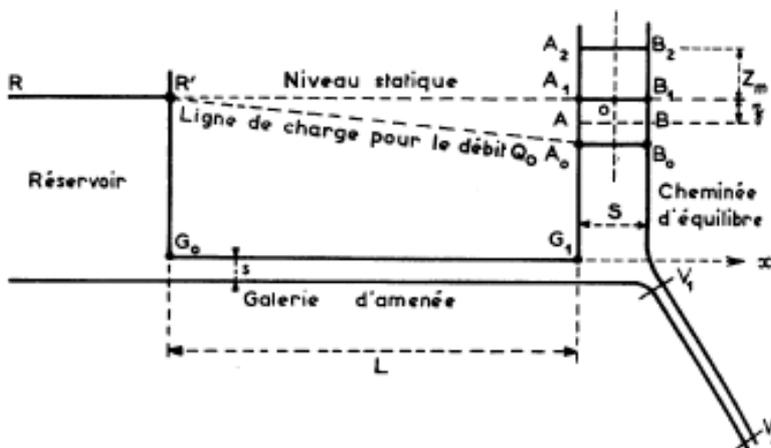
1. Réseaux Hydrauliques : Questions Rapides

- Dans le cas des conduites en parallèle, les pertes de charge totales du système sont données par la somme des pertes de charge dans chaque conduite. Vrai ou Faux ? Pourquoi ?
- Considérons le couplage entre un circuit et une pompe, le point de fonctionnement étant un débit de 50 l/s et une hauteur de 15 mCE. Si on souhaite avoir une hauteur de fonctionnement de 30 mCE, on place en série avec la première pompe, une deuxième pompe analogue. Vrai ou Faux ? Pourquoi ?

barème indicatif : 2/20

2. Etude d'une cheminée d'équilibre

- Quel est le rôle d'une cheminée d'équilibre ?



b) On considérera l'installation schématisée ci-contre. En négligeant les pertes de charge dans la galerie et dans la cheminée, en considérant que le débit initial $Q_0=20 \text{ m}^3/\text{s}$ est annulé par une fermeture totale et instantanée de la vanne V_1 , calculer la période d'oscillation du niveau de la cheminée et la coté maxi Z_m atteinte dans la cheminée lors du régime transitoire.

Données : $L = 10 \text{ km}$
 $S = 100 \text{ m}^2$
 $s = 10 \text{ m}^2$

barème indicatif : 3/20

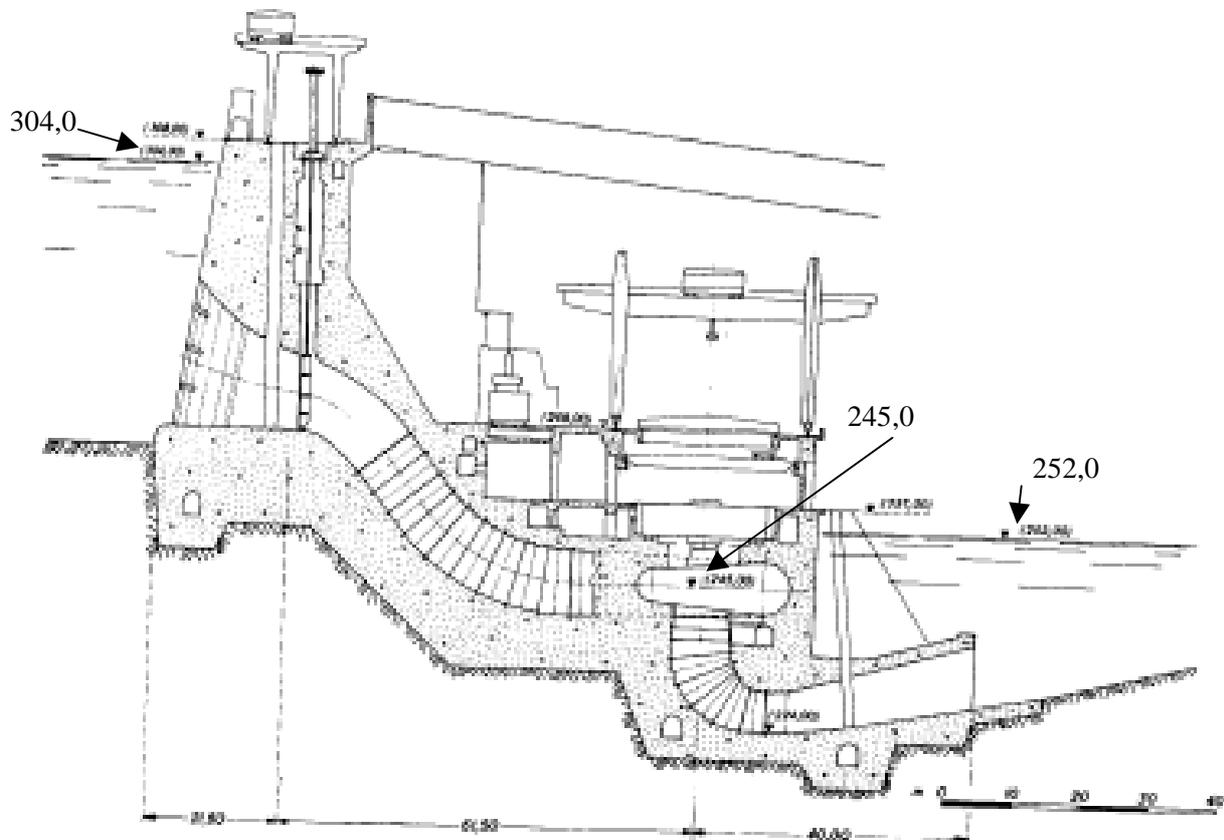
3. Centrale hydroélectrique de Itaparica

La figure ci-dessous présente une coupe du barrage et de la centrale d'Itaparica installée sur le fleuve Sao Francisco, au Brésil. La centrale est à ciel ouvert et a été conçue pour fonctionner avec un débit nominal de $539 \text{ m}^3/\text{s}$ par turbine. Les pertes de charge dans l'ouvrage d'amenée peuvent être évaluées à l'aide d'une résistance hydraulique estimée à $4.13.10^{-6} \text{ m}/(\text{m}^3/\text{s})^2$.

- Quelle est la hauteur de chute nette qui est transformée dans chaque turbine ? Quels sont les types de turbines qui peuvent être installées dans cette usine ?
- Evaluer, à partir des documents distribués en cours, la vitesse de rotation des turbines installées. Combien de paires de pôles un alternateur couplé à la turbine doit avoir ? La fréquence des réseaux électriques au Brésil est de 60 Hz.
- Calculer la puissance hydraulique de la turbine, la puissance mécanique au plateau d'accouplement de la machine (les pertes mécaniques sont de 7%), la puissance électrique disponible aux bornes de l'alternateur entraîné par la turbine (les pertes dans l'alternateur sont de 1.5%).

d) D'après les données présentées sur la figure, calculer l'énergie massique nette (NPSE) à l'aspiration des turbines. Quelle remarque peut-on faire sur l'implantation des turbines de cette centrale ?

barème indicatif : 4/20



4. Circuits hydrauliques

a) circuit I : La figure 1 ci-dessous illustre un circuit hydraulique gravitaire pour le transport de l'eau. En sachant que le diamètre de la conduite est de 500 mm, sa rugosité est de 0.003 m et sa longueur de 600 m, calculer les débits massique et volumique qui passent dans l'installation lors d'un régime d'écoulement stationnaire ($v_{\text{eau}}=10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$). Evaluer la résistance hydraulique « R » du circuit.

b) circuit II : On installe dans ce circuit de résistance « R » une pompe (figure 2) dont la courbe caractéristique pour une rotation de 2850 tours/min est donnée sur la feuille en annexe. Quel est le point de fonctionnement de l'installation en régime permanent ?

c) pompe : Pour le point de fonctionnement obtenu, on considérera que le rendement total de la pompe est de 80%. En sachant que les pertes volumiques sont de 3% et les pertes mécaniques de 7%, calculer la hauteur théorique de la pompe pour le point de fonctionnement considéré.

d) triangle des vitesses : La roue de la pompe utilisée a un rayon de sortie $R_2=250$ mm et un rayon d'entrée $R_1=170$ mm. La largeur des aubes est de 4 cm en entrée et de 2.5 cm en sortie. Calculer et dessiner pour le point de fonctionnement considéré les triangles des vitesses en entrée et en sortie (calcul des vitesses \vec{U} , \vec{W} , \vec{C} et des angles α et β). On admettra un écoulement sans pré rotation en entrée de la roue. On négligera l'épaisseur des aubes. On considérera l'écoulement permanent, non-visqueux et incompressible. **Nomenclature :** \vec{U} vitesse tangentielle ; \vec{W} vitesse relative ; \vec{C} vitesse absolue, α : l'angle entre \vec{C} et \vec{U} ; β : l'angle entre \vec{W} et \vec{U}

barème indicatif : 6/20

5. Régime transitoire : On considérera dans cette question le circuit III schématisé sur la figure 3. Ce circuit est constitué d'un réservoir amont et d'une vanne complètement fermée en aval.

a) Vitesse de propagation : Le fluide transité est l'eau à 20°C. En considérant que le tube (d'épaisseur 57mm) a un module de Young de 45 GN/m², calculer la vitesse de propagation des ondes de pression dans le milieu. *(barème indicatif : 1/20)*

b) Coup de bélier : On souhaite calculer la charge piézométrique à l'extrémité du système (au point B – vanne fermée) en sachant que la surface libre du réservoir a une oscillation sinusoïdale de fréquence π rd/s et d'amplitude 3m (voir figure 3). On négligera dans ce problème les pertes de charge.

Questions :

- Ecrire les conditions aux limites du problème.
- A l'aide du tracé de l'épure de Bergeron, déterminer la hauteur piézométrique au point B et le débit au point A en fonction du temps (vous pouvez utiliser la feuille millimétrée ci-jointe).
- Commenter les résultats obtenus.

(barème indicatif : 4/20)

$$(v_{\text{eau}}=10^{-6}\text{m}^2/\text{s})$$

Caractéristiques de la conduite : diamètre $D=500\text{mm}$; longueur $L=600\text{m}$; rugosité $\varepsilon=0.003\text{ m}$

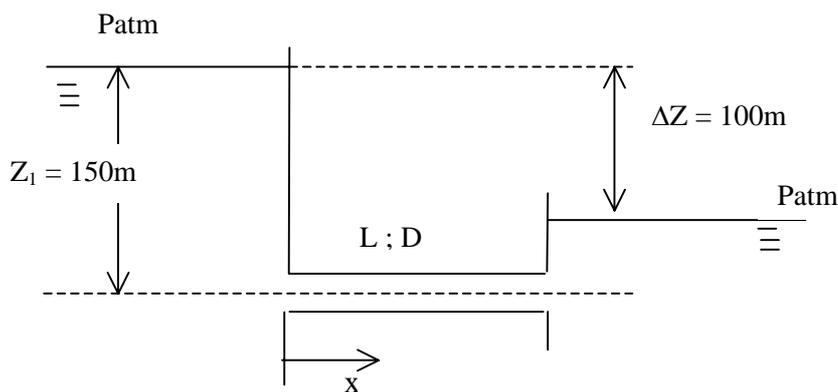


Figure 1 : circuit I

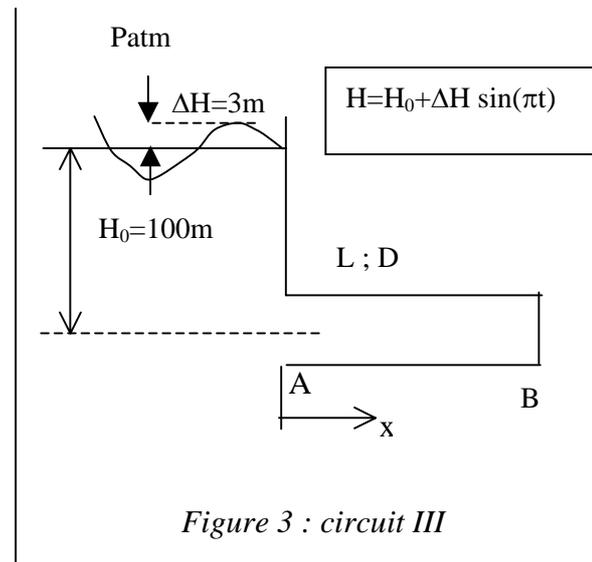


Figure 3 : circuit III

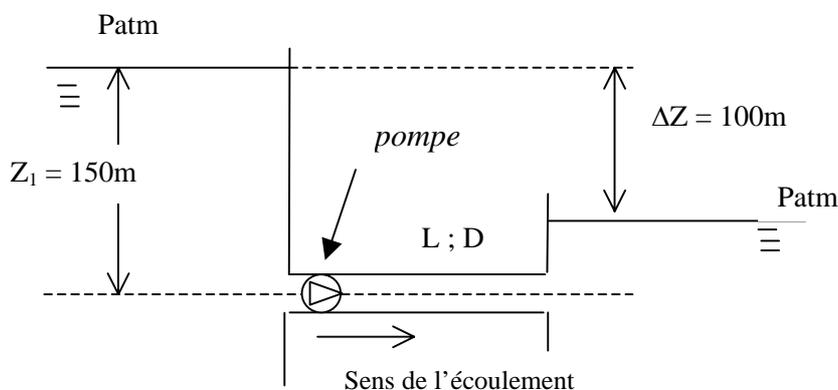
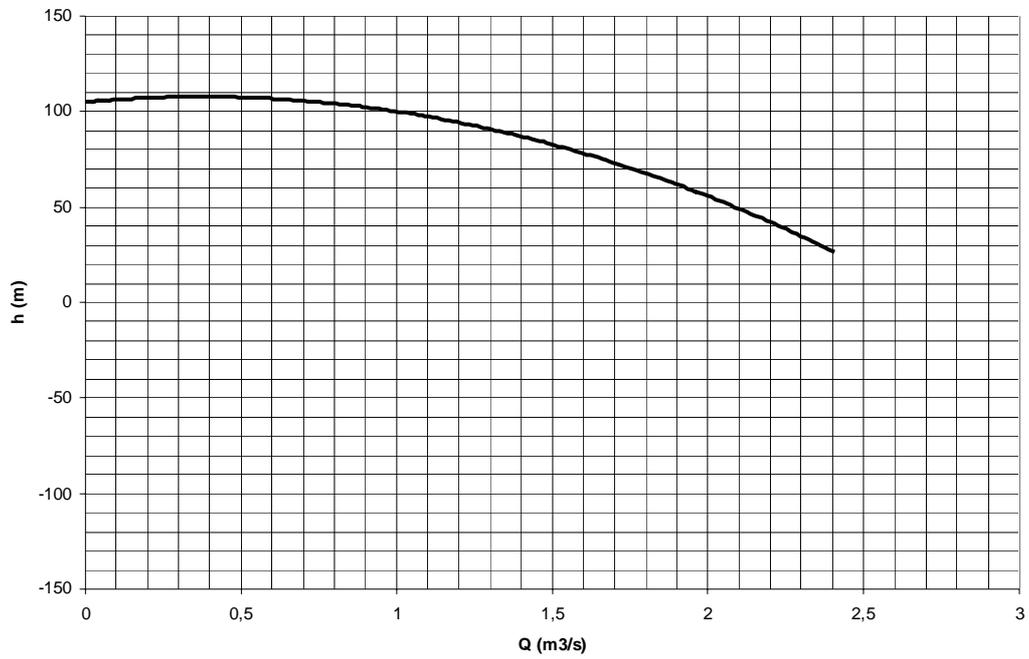


Figure 2 : circuit II

NOM : _____

Exercice 4b : courbe caractéristique de la pompe



Exercice 5 : coup de bélier

