UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI **TD N°2 Master I**
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES **2024-2025**
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE **Hydroélectricité**

Exercice I

Une conduite amène de l'eau à la température moyenne de 20 °C, de masse volumique constante, d'un barrage vers la turbine d'une centrale hydroélectrique (figure 1). La conduite cylindrique, de diamètre constant D = 300 mm et de longueur L = 200 m, se termine horizontalement, son axe étant situé à H = 120 m au-dessous de la surface libre de l'eau dans le barrage de très grande capacité. Le départ de la conduite est à H_0 = 20 m au-dessous du niveau pratiquement constant. On néglige tout frottement et on prendra les valeurs numériques suivantes : $g = 9.8$ m. s^{-2}, $\rho = 1000$ kg. m^{-3}, Pression de vapeur saturante de l'eau à 20 °C = 23,4 mbar.

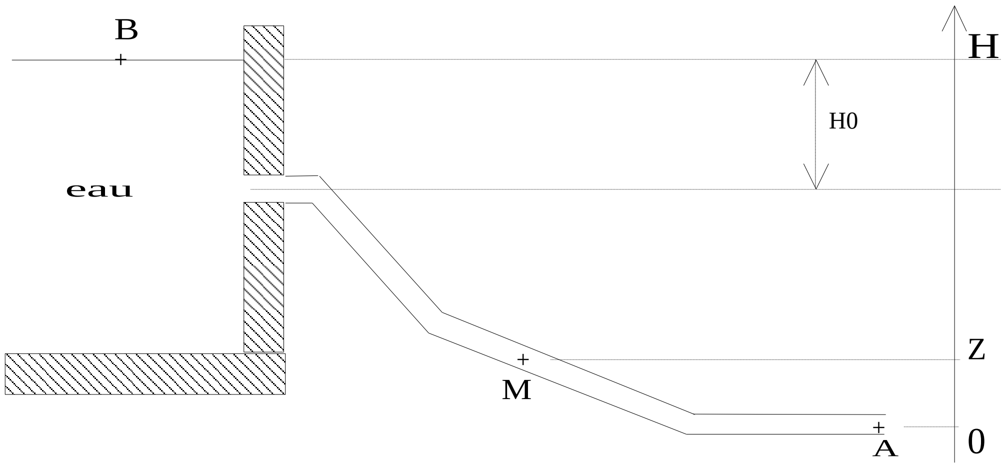


Figure 1

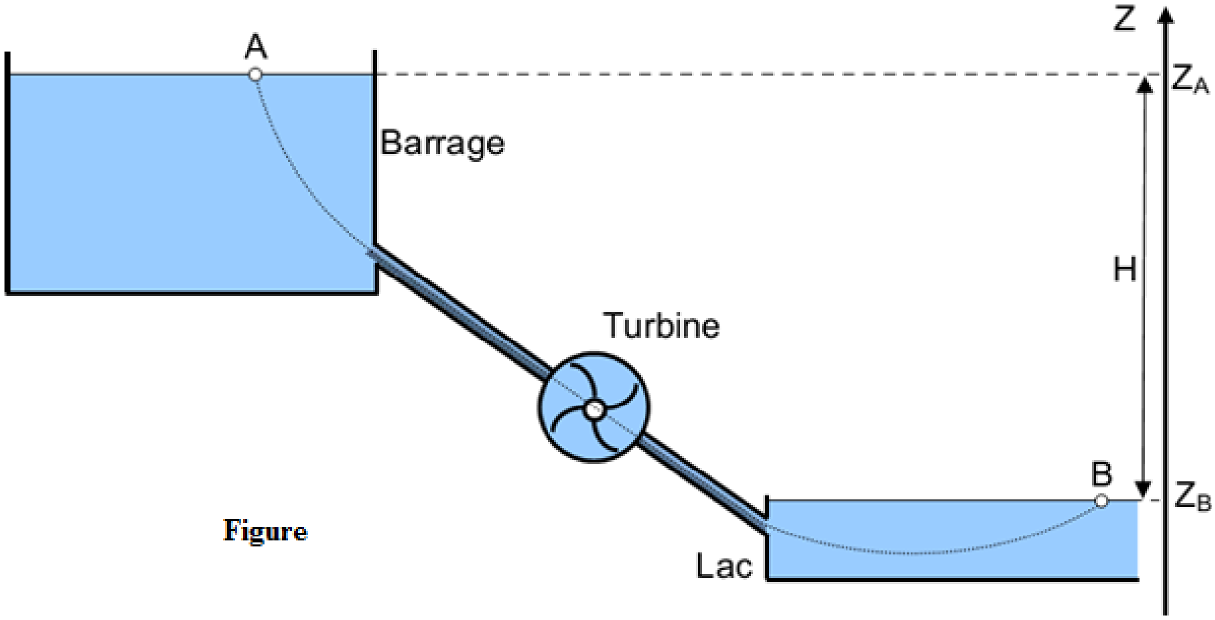
1°) Calculer littéralement la vitesse V_A du fluide à la sortie A (extrémité à l'air libre) ; faire l'application numérique.
Calculer le débit-volume q_v à la sortie.
2°) Déterminer littéralement la pression p_M au point M de côte z.
3°) Donner l'allure de $p_M = f(z)$; pour quelles valeurs de z la pression de l'eau devient-elle inférieure à la pression saturante de l'eau ?

Exercice II

Une conduite cylindrique amène l'eau d'un barrage (dont le niveau Z_A est maintenu constant) dans une turbine (Figure). On branche à la sortie de la turbine une canalisation évacuant l'eau vers un lac. Le niveau Z_B de la surface libre du lac est supposé constant. Le débit massique traversant la turbine est q_m= 175 kg. s^{-1}. On donne : l'accélération de la pesanteur g= 9,8 m. s^{-2} et H = (Z_A-Z_B) = 35 m.

1°) En appliquant le théorème de Bernoulli, déterminer la puissance utile Pu développée dans la turbine. Préciser toutes les hypothèses simplificatrices.

2°) Calculer la puissance récupérée sur l'arbre de la turbine si son rendement global est η=70%.



Figure

Exercice III (2021)

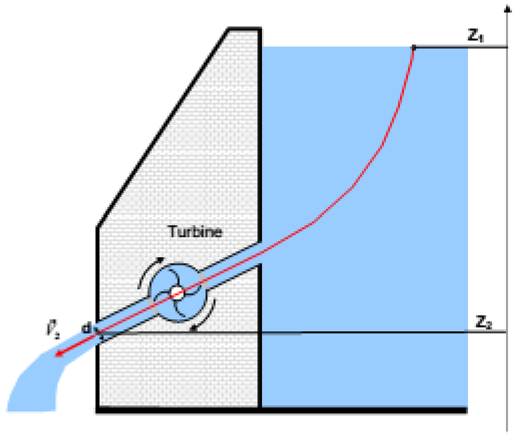


Figure 2

La conduite de sortie de diamètre d = 2,5 m est située à une altitude Z_2 = 5m (figure 2). Le débit volumique q_v = 25 $m^3. s^{-1}$. On suppose que le niveau d'eau dans le barrage (Z_1 = 30 m) varie lentement (V_1 = 0), et les pertes de charges sont évaluées à J_{12} = - 32,75 J. kg^{-1}.

On donne :

- la masse volumique de l'eau: ρ =1000 kg. m^{-3}
- l'accélération de la pesanteur : g = 9,8 m. s^{-2}
- rendement η est de la turbine : 60%

- l'équation de Bernoulli :

$$\frac{1}{2}(V_2^2 - V_1^2) + \frac{1}{\rho}.(P_2 - P_1) + g.(Z_2 - Z_1) = \frac{P_n}{\rho.q_v} + J_{12}$$

1°) Calculer la vitesse V_2 d'écoulement d'eau à la sortie de la canalisation.

2°) Déterminer la puissance reçue par la turbine

3°) Déterminer la puissance Pa disponible sur l'arbre de la turbine.

Exercice IV

Un alternateur triphasé couplé en étoile alimente une charge résistive. La résistance d'un enroulement statorique est R_S = 0,4 Ω. La réactance synchrone est X_S = 20 Ω. La charge, couplée en étoile, est constituée de trois résistances identiques R = 50 Ω.

1°) Faire le schéma équivalent du circuit (entre une phase et le neutre).

2°) Sachant que la tension simple à vide de l'alternateur est E = 240 V, calculer la valeur efficace des courants de ligne I et des tensions simples V en charge.

3°) Calculer la puissance active consommée par la charge.