

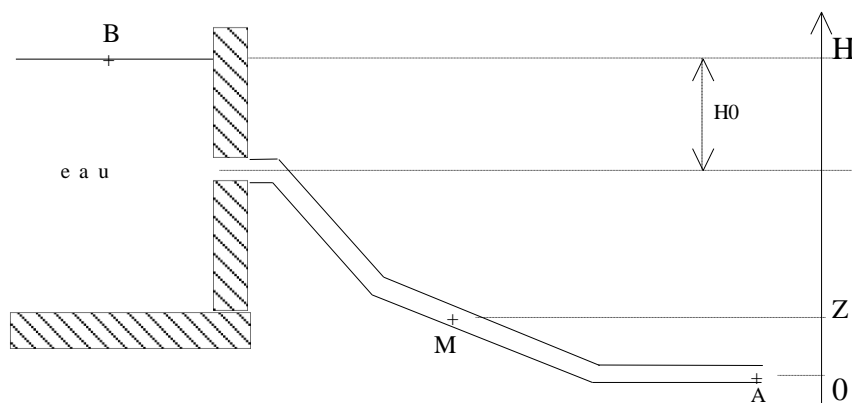
# TP : 03 MACHINES HYDRAULIQUE

## Application 1 : Conduite forcée et Phénomène de cavitation

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

$$g = 9.81\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}, \rho = 1000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}, \text{ Pression de vapeur saturante de l'eau à } 20\text{ }^{\circ}\text{C} = 23,4\text{ mbar}$$

Schéma :



1- Calculer littéralement la vitesse  $V_A$  du fluide à la sortie A (extrémité à l'air libre) ; faire l'application numérique.

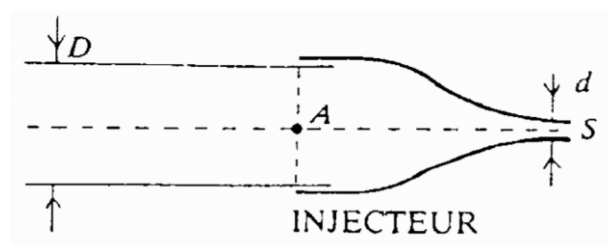
Calculer le débit-volume  $q_v$  à la sortie.

2 – Déterminer littéralement la pression  $p_M$  au point M de côte z.

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 ? Quel serait le phénomène observé pour cette valeur limite de z ?

3 - Pour éviter ce problème dans la conduite, on dispose à l'extrémité A de la conduite une tubulure de section décroissante (injecteur), de diamètre de sortie d et d'axe horizontal.

Expliquer qualitativement comment est modifiée la pression à l'intérieur de la conduite.



# TP : 03 MACHINES HYDRAULIQUE

## Application 2 : Turbine

Une turbine est alimentée par une retenue d'eau selon le schéma ci-dessous.

On donne :

Diamètre  $d$  de la conduite d'alimentation et de déversoir :  $d = 700$  mm

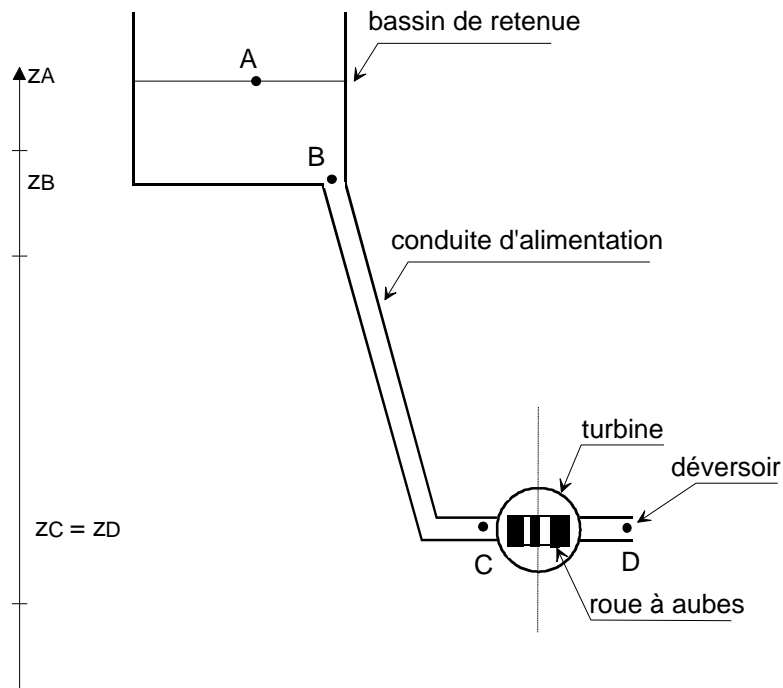
Pression aux points A, B, C et D :  $p_A = p_D = p_{atm}$   $p_C = 1,1$  bar

Cote des points A, B et C :  $z_A = 363$  m  $z_B = 361$  m  $z_C = 353$  m

Viscosité dynamique de l'eau :  $1,00 \times 10^{-3}$  Pa·s

L'eau sera considérée comme un fluide parfait incompressible et on supposera que le niveau de l'eau dans la retenue est constant.

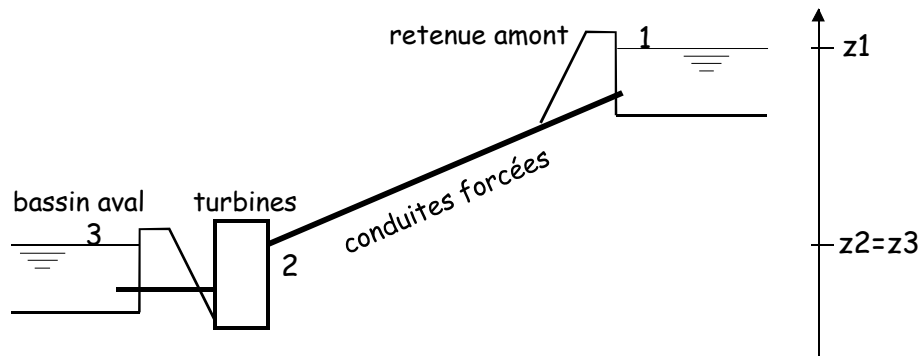
1. Calculer, dans ces hypothèses, la vitesse d'écoulement  $V_C$  du fluide au point C (c'est-à-dire à l'entrée de la turbine).
2. En déduire le débit-volume  $q_v$  de l'eau dans la conduite.
3. Justifier que les vitesses d'écoulement en B et en C sont égales.
4. Calculer la pression  $p_B$  à l'entrée de la conduite.
5. Calculer la puissance fournie par l'eau à la turbine.
6. Calculer le nombre de Reynolds de l'écoulement de l'eau. En déduire la nature du régime de cet écoulement.



# TP : 03 MACHINES HYDRAULIQUE

## Application 3 : Installation hydroélectrique

Une installation hydroélectrique comporte une retenue d'eau amont, trois conduites forcées parallèles de diamètre 3.0 m chacune, un ensemble de turbines, un bassin aval selon le schéma donné en annexe. Lors du turbinage, le débit-volume total est  $q_v = 217 \text{ m}^3/\text{s}$ . On supposera nulles les vitesses de l'eau en 1 et en 3.



- 1- Calculer la vitesse d'écoulement de l'eau dans les conduites forcées.
- 2- Calculer le nombre de Reynolds pour l'écoulement de l'eau dans une conduite forcée ; l'écoulement est-il laminaire ou turbulent ?
- 3- Calculer les pertes de charge dans une conduite forcée entre les points 1 et 2.
- 4- Calculer la puissance échangée entre l'eau et le milieu extérieur dans l'ensemble des turbines entre les points 2 et 3 en supposant qu'il n'y a pas de pertes de charge lors de cet échange.
- 5- La puissance utile fournie par les turbines est de 1200 MW. Calculer le rendement des turbines.

On donne

viscosité cinématique de l'eau :  $1,00 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$P_1 = P_3 = P_{\text{atm}}$

$P_2 = 73 \text{ bar}$

$Z_1 = 1695 \text{ m}$

$Z_2 = Z_3 = 740 \text{ m}$