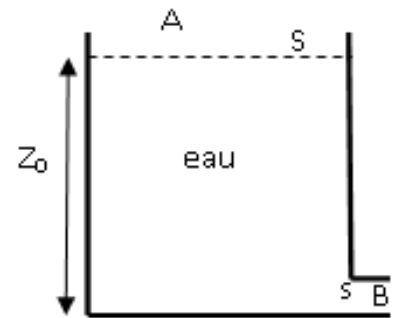


**TD N° 04**

**Exercice 01**

Une citerne de section  $S$  contient de l'eau. Un petit orifice  $B$ , de section  $s \ll S$ , se trouve à une profondeur  $z_0$  sous la surface libre de l'eau ;  $P_0$  est la pression atmosphérique.



1) l'orifice est d'abord fermé par un bouchon.

Calculer la pression au point  $B$  et la force exercée par l'eau sur le bouchon.

2) On enlève le bouchon.

Montrer que la vitesse de descente du niveau libre est très inférieure à celle du jet en  $B$ .

3) Déterminer la vitesse de l'écoulement en fonction du niveau de l'eau libre  $z$ .

Calculer la vitesse du jet à la sortie de l'orifice et le débit volumique  $Q_v$  de ce jet.

4) Calculer la vitesse du jet après une chute de 2m.

5) Si  $Q_v = 0.5L/s$ . A quelle distance  $h$  de la surface libre se trouve l'orifice.

On donne :  $P_0 = 10^5$  Pas,  $\rho$  (eau) =  $1g/cm^3$ ,  $z_0 = 2m$ ,  $s = 1cm^2$ ,  $S = 100cm^2$ ,  $g = 10m/s^2$ .

### Exercice 02.

On considère une lance d'incendie, de section d'entrée  $S$ , de section de sortie  $s$   $\ll S$  ; l'eau est en sortie à la pression  $P_0$  et en entrée à la pression  $P_1$ . L'eau est supposée un fluide parfait en écoulement incompressible.

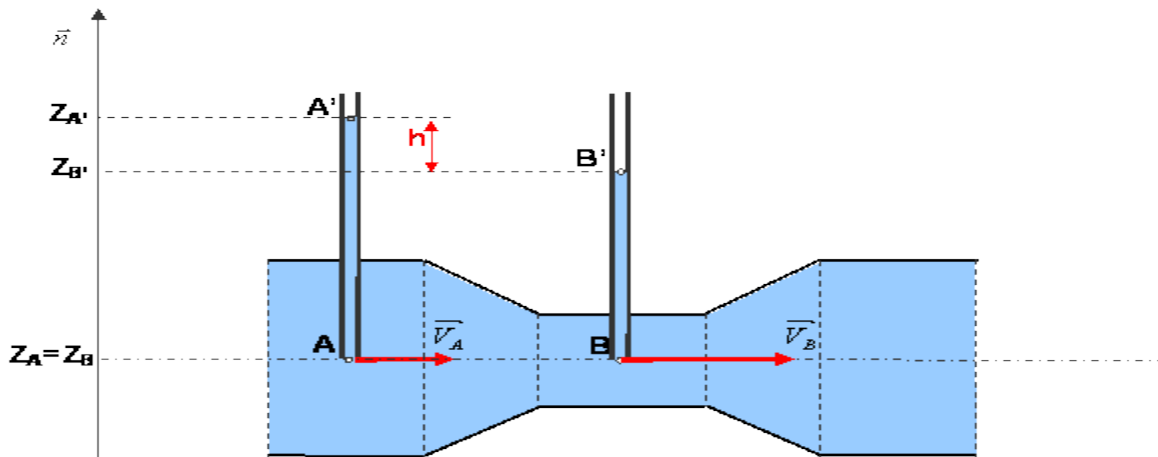
- Déterminer le rapport entre  $v_E$  et  $v_S$ .
- Exprimer le débit en fonction de  $P_1 - P_0$ .
- Déterminer la composante selon l'axe  $Ox$  de la force exercée par celui qui tient la lance pour maintenir celle-ci en place.

AN:  $P_1 = 10 \text{ bars}$ ;  $P_0 = 1 \text{ bar}$ ;  $s = 1 \text{ cm}^2$

### Exercice 03

Une conduite de section principale  $S_A$  et de diamètre  $d$  subit un étranglement en B où sa section est  $S_B$ . On désigne par  $\alpha = \frac{S_A}{S_B}$  le rapport des sections.

Un fluide parfait incompressible de masse volumique  $\rho$ , s'écoule à l'intérieur de cette conduite. Deux tubes plongent dans la conduite ayant des extrémités respectivement A et B. Par lecture directe de la dénivellation  $h$ , les deux tubes permettent de mesurer le débit volumique  $qv$  qui traverse la conduite.



1) Ecrire l'équation de continuité. En déduire l'expression de la vitesse  $V_B$  en fonction de  $V_A$  et  $\alpha$ .

2) Ecrire la relation de Bernoulli entre les points A et B. En déduire l'expression de la différence de pression ( $P_A - P_B$ ) en fonction de  $\rho$ ,  $V_A$  et  $\alpha$ .

3) Ecrire la relation fondamentale de l'hydrostatique entre les points A et A'.

4) Ecrire la relation fondamentale de l'hydrostatique entre les points B et B'.

5) En déduire l'expression de la vitesse d'écoulement  $V_A$  en fonction de  $g$ ,  $h$ , et  $\alpha$

6) Donner l'expression du débit volumique  $q_v$  en fonction de  $d$ ,  $g$ ,  $h$ , et  $\alpha$ .

Faire une application numérique pour :

- un diamètre de la section principale  $d=50$  mm

- un rapport de section  $\alpha = 2$ .

- une accélération de pesanteur :  $g= 9,81$  m/s<sup>2</sup>

- une dénivellation  $h=10$  mm.

#### Exercice 04

Une pompe P alimente un château d'eau à partir d'un puit à travers une conduite de diamètre  $d= 150$  mm.

On donne :

- les altitudes :  $Z_2=26$  m,  $Z_1= - 5$  m

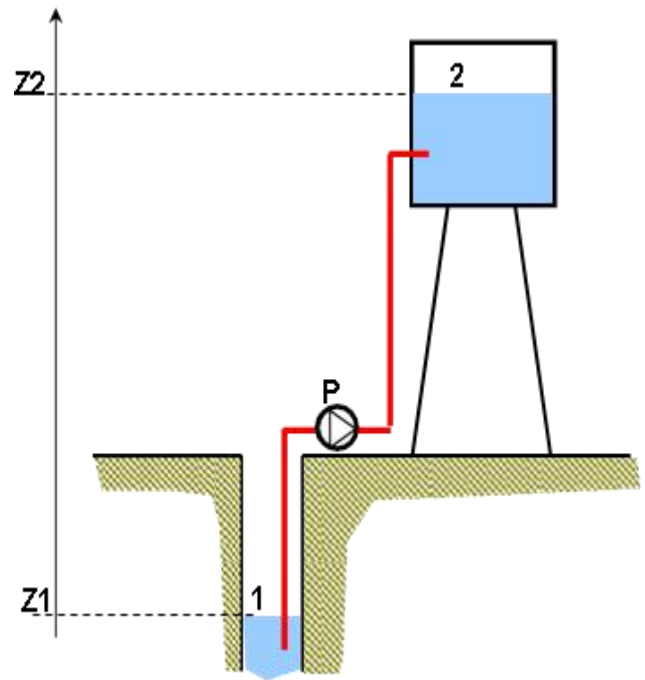
- les pressions  $P_1=P_2=1,013$  bar

- la vitesse d'écoulement  $V = 0.4$  m/s

- l'accélération de la pesanteur  $g=9,81$  m/s<sup>2</sup>

On négligera toutes les pertes de charge.

1) Calculer le débit volumique  $Q_v$  de la pompe en L/s.



2) Ecrire l'équation de Bernoulli entre les surfaces 1 et 2.

3) Calculer la puissance utile  $P_u$  de la pompe.

4) En déduire la puissance  $P_a$  absorbée par la pompe sachant que son rendement est de 80%.

### Exercice 05

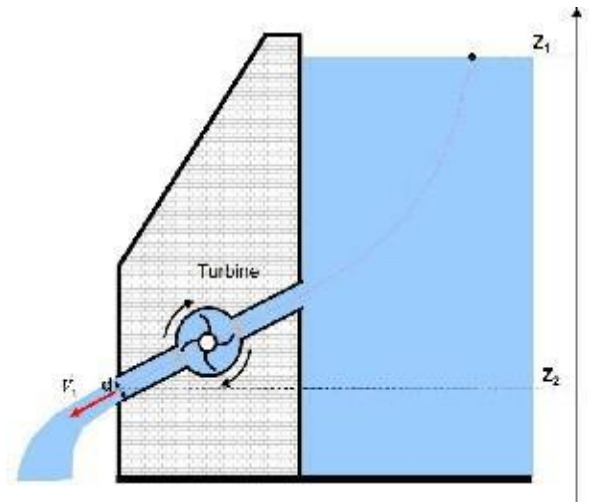
La figure ci-dessous représente un barrage qui est équipé d'une turbine dont les aubes sont entraînées par un jet d'eau sous pression. La conduite de sortie de diamètre  $d= 2,5$  m est située une altitude  $Z_2=5$ m. Le débit volumique  $q_v=25$  m<sup>3</sup>/s. On suppose que le niveau d'eau dans 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. On donne :

-la masse volumique de l'eau :  $1000$  kg/m<sup>3</sup>.

-l'accélération de la pesanteur :  $g=9,81$  m/s<sup>2</sup>.

1) Calculer la vitesse  $V_2$  d'écoulement d'eau la sortie de la canalisation en m/s.

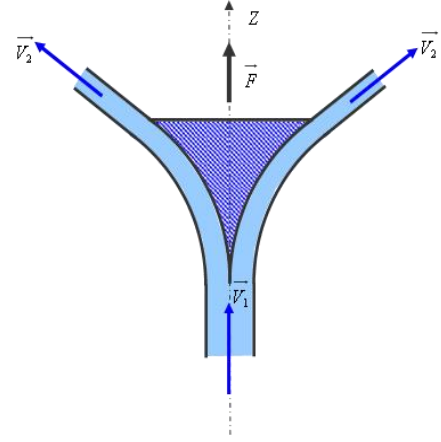
2) En appliquant le théorème de Bernoulli, déterminer la puissance  $P_a$  disponible sur l'arbre de la turbine en MW si son rendement est de 60%.



### Exercice 06

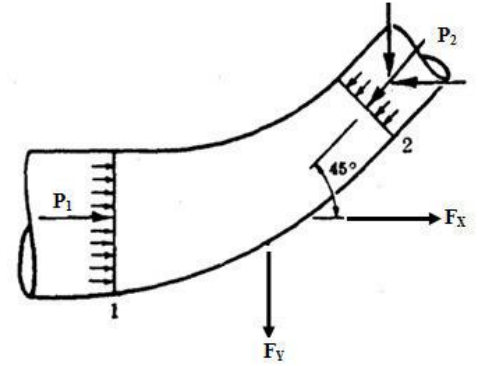
Considérons un obstacle symétrique par rapport à l'axe  $oz$ . Le jet d'un écoulement de débit massique  $q_m$ , de vitesse  $V_1$  et de direction parallèle à l'axe  $oz$ , percute l'obstacle qui le dévie d'un angle  $\beta$ . Le fluide quitte l'obstacle à une vitesse  $V_2$  de direction faisant un angle  $\beta$  par rapport à l'axe  $oz$ .

Calculer la force  $F$  exercée par le jet sur l'obstacle en direction  $oz$ .



### Exercice 07

Un coude convergent de  $45^\circ$ , de 600 mm de diamètre en amont, de 300 mm en aval, débite  $0,444 \text{ m}^3$  d'eau à la seconde sous une pression de 145 kPa. Calculer la réaction du coude sur la force exercée par l'eau.



### Exercice 08

Un jet d'eau verticale sort par l'orifice circulaire d'un réservoir. Le jet se bute contre une plaque horizontale perpendiculaire à l'axe du jet. Si le diamètre de l'orifice est 12,5 cm et la hauteur d'eau dans le réservoir est 9 m.

1. Calculer la vitesse du jet à la sortie du réservoir.
2. Calculer la force nécessaire pour maintenir la plaque en place contre la force du jet.

