

## ÉPREUVE DE RATTRAPAGE DE MECANIQUE DES FLUIDES INCOMPRESSIBLES (MDFI)

On veut extraire de l'eau à 20 °C, que l'on assimilera à un fluide incompressible de masse volumique  $\rho$  et de viscosité dynamique  $\mu$ , à l'aide d'une pompe de charge  $h_m$ , depuis un bac ouvert à l'atmosphère  $B_1$ , avec un débit volumique noté  $Q_1$  pour alimenter deux autres bacs  $B_2$  et  $B_3$  avec respectivement des débits égaux à  $Q_2$  et  $Q_3$  (**Figure**).

Les sections droites des bacs  $B_1$ ,  $B_2$  et  $B_3$  sont notées respectivement  $A_{B1}$ ,  $A_{B2}$  et  $A_{B3}$ . Initialement, les bacs  $B_2$  et  $B_3$ , également ouverts à l'atmosphère, sont vides, tandis que  $B_1$  contient une certaine hauteur d'eau  $h_1 = h_0$ .

Tous les tuyaux ont un même diamètre  $d$  à l'exception du tronçon, de 5 mètres de longueur de la conduite de refoulement, pour lequel le diamètre est  $D$ . La tuyauterie étant neuve, toutes les surfaces en contact avec l'eau pourront être supposées comme lisses.

On notera par  $K_c$ ,  $K_{v_2}$  et  $K_{v_3}$  les coefficients de perte de charge associée à chaque coude à 90° et aux vannes 2 et 3, disposées sur les tronçons alimentant les bacs 2 et 3 respectivement. Tous les coefficients des pertes de charge singulières sont basés sur la vitesse en aval de la singularité.

On supposera enfin que l'écoulement de l'eau dans la tuyauterie est turbulent et que par conséquent, le champ de vitesse sera supposé unidirectionnel et uniforme. De même, le champ de pression motrice sera également supposé uniforme sur toute section droite de l'écoulement.

Dans ce problème, où l'on veut extraire  $6 \text{ m}^3$  d'eau contenus dans le bac  $B_1$ , **la vanne  $K_{v_2}$  reste fermée tout au long de l'opération de pompage** (contrairement au sujet du Partiel MDFI 2012), tandis que la vanne  $K_{v_3}$  est compétemment ouverte.

1. Quelle est l'incidence de la fermeture la vanne  $K_{v_2}$  et l'ouverture de la vanne  $K_{v_3}$  sur l'opération de pompage ?
2. Quelles sont les précautions à prendre pour amorcer l'écoulement dans le circuit hydraulique ?
3. Tracer la courbe caractéristique de la pompe et en déduire graphiquement le débit maximal ainsi que la charge maximale que cette pompe peut délivrer.

4. Déterminer le débit volumique que l'on aurait (solution graphique) au démarrage et à la fin du pompage. En déduire alors la charge minimale de la pompe pour mener à son terme l'opération de pompage.

5. Quelle serait approximativement la durée totale  $T$  de l'opération de pompage ?

**On donne :**

$$d = 30 \text{ mm}$$

$$K_c = 0,6.$$

$$A_{B1} = A_{B2} = 2 \quad A_{B3} = 2 \text{ m}^2$$

$$D = 50 \text{ mm.}$$

$$K_{v2} = K_{v3} = 1,2 \text{ (vannes complètement ouvertes)}$$

$$v = 6 \text{ m}^3$$

**N.B. :**

1. Tous les coefficients de perte de charge sont employés avec les vitesses en aval de la singularité.
2. La pression de vapeur saturante de l'eau à 20 °C vaut 2340 Pa.
3. On rappelle qu'en écoulement hydrodynamique turbulent, le coefficient de perte de charge linéaire  $\Lambda$  est donné, selon l'état intérieur de la conduite, par :

$$\Lambda = 0,316 \text{Re}^{-1/4}$$

ou alors :

$$\frac{1}{\sqrt{\Lambda}} = -2 \text{Log} \varepsilon + 1,14$$

4. Données de la courbe caractéristique de la pompe utilisée :

$Q \text{ (m}^3\text{/h)}$	0	1	3	4	5	6	7	8	9	10
$h_m \text{ (m C.E.)}$		20,44	20,44	20,33	20,02	19,27	18,53	17,16	15,36	10,59

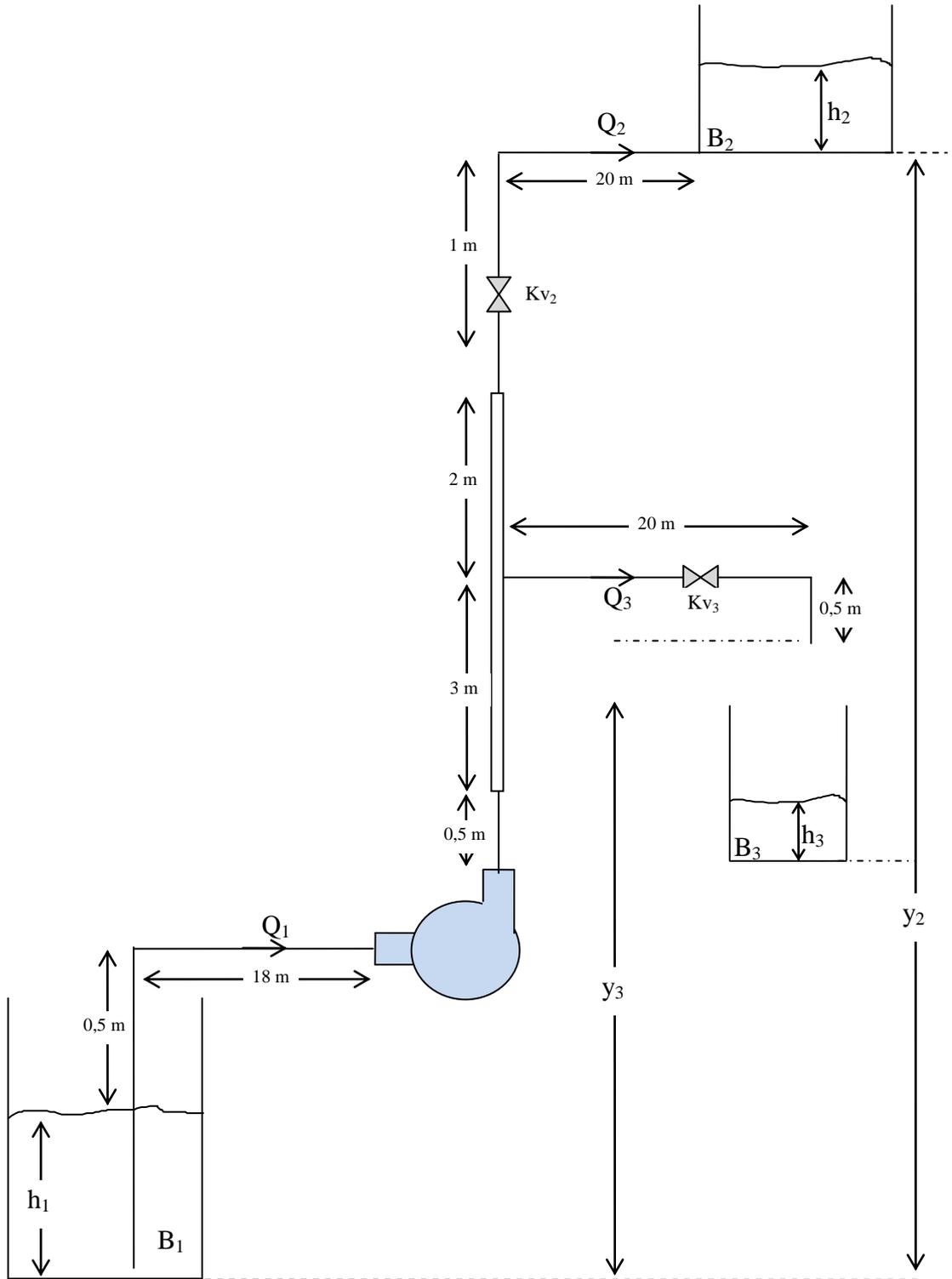


Figure : Circuit hydraulique étudié.