

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Alimentation en eau potable d'un village

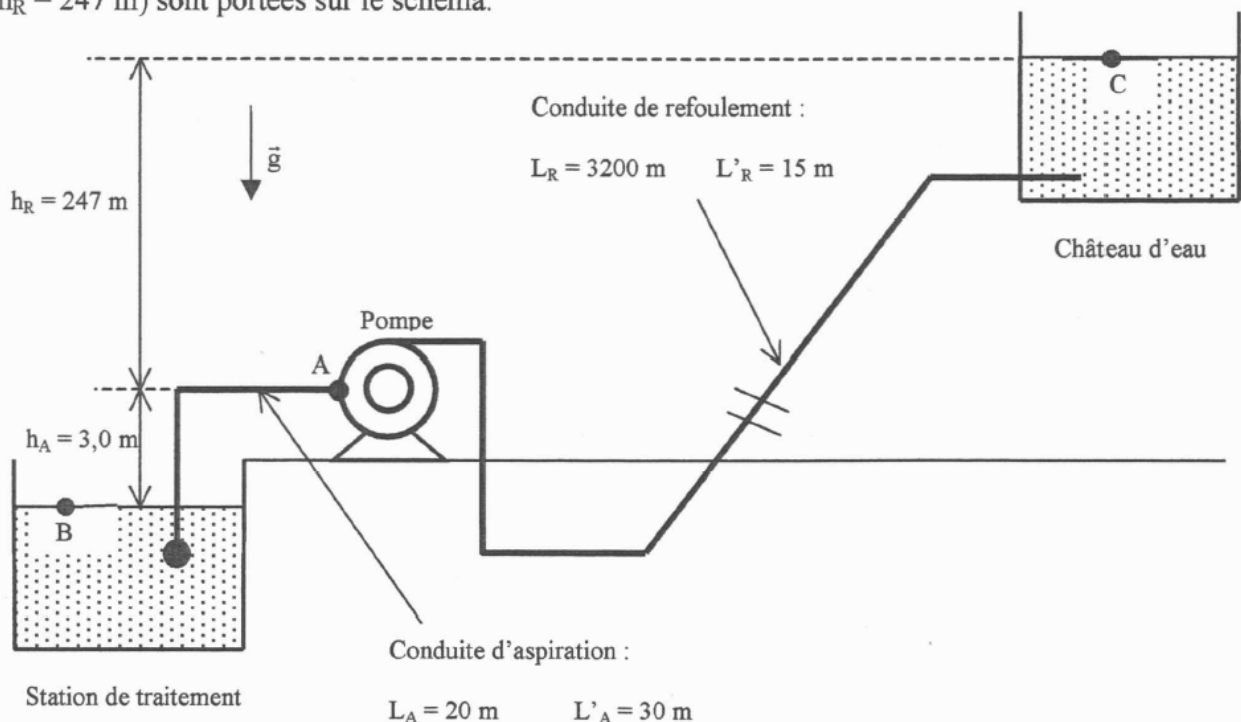
• **Données :**

- * Accélération de la pesanteur : $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
- * Pression atmosphérique normale : $p_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$
- * Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- * Viscosité dynamique de l'eau : $\eta = 1,0 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$
- * Pression de vapeur saturante de l'eau : $p_{\text{sat}} = 2,3 \text{ kPa}$
- * Nombre de Reynolds : $Re = \frac{\rho v D}{\eta}$
- * Pertes de charges dans une conduite : $H_C = \lambda \frac{(L+L') v^2}{D \cdot 2g}$
- * Puissance utile communiquée au fluide par une pompe : $P_{\text{utile}} = \rho g q_V H_{\text{pompe}}$

- Un château d'eau, assurant l'alimentation en eau potable d'un petit village, est approvisionné par l'intermédiaire d'une longue conduite amenant l'eau d'une station de traitement placée en contrebas. L'installation est décrite sur le schéma ci-dessous.

Les conduites d'aspiration (longueur $L_A = 20 \text{ m}$) et de refoulement (longueur $L_R = 3\,200 \text{ m}$) sont fabriquées dans le même matériau (même rugosité moyenne $\varepsilon = 1 \text{ mm}$) et ont le même diamètre nominal $D = 200 \text{ mm}$.

Trois points remarquables (orifice d'aspiration A de la pompe, points B et C des surfaces libres de l'eau dans la station et dans le château) ainsi que deux hauteurs géométriques ($h_A = 3,0 \text{ m}$ et $h_R = 247 \text{ m}$) sont portées sur le schéma.



Pour satisfaire les besoins du village, la pompe doit refouler vers le château 3 000 m³ d'eau par jour en fonctionnant 24 h sur 24.

On souhaite déterminer dans cet exercice, la pompe à utiliser pour assurer l'approvisionnement du château d'eau. Les caractéristiques de débit fournies par le fabricant figurent dans l'ANNEXE 1. On souhaite également déterminer la consommation électrique journalière de l'installation munie de cette pompe.

Dans tout l'exercice on supposera que l'eau est un fluide incompressible et que le régime d'écoulement est permanent.

• **Questions :**

1. Détermination du coefficient de pertes de charges λ

On rappelle que la pompe, fonctionnant 24 h sur 24, refoule vers le château 3 000 m³ d'eau par jour.

1.1. Quel est le débit-volume q_v dans les canalisations ? Exprimez le en m³·s⁻¹ puis L·s⁻¹.

1.2. Quelle est (en m·s⁻¹) la vitesse moyenne v d'écoulement de l'eau dans les canalisations ?

On prendra dans la suite de l'exercice les valeurs : $q_v = 35 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ et $v = 1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

1.3. Quelle est la valeur du nombre de Reynolds Re associé à cet écoulement ?

1.4. L'écoulement est-il laminaire ou turbulent ? Justifier la réponse.

1.5. À l'aide des abaques de Colebrook fournis dans l'ANNEXE 3, déterminer graphiquement la valeur du coefficient de pertes de charges λ pour l'écoulement considéré.

2. Choix de la pompe

On suppose que les niveaux d'eau dans le château et dans la station de traitement ne varient pas de manière significative.

Les pertes de charges singulières dans les conduites d'aspiration et de refoulement ont des équivalences en longueurs droites de conduites qui valent respectivement :

$$L'_A = 30 \text{ m} \quad \text{et} \quad L'_R = 15 \text{ m} .$$

2.1. Rappeler brièvement à quoi sont dues les pertes de charges singulières.

2.2. Calculer les pertes de charges H_c^{asp} à l'aspiration et H_c^{ref} au refoulement. En déduire la perte de charge totale H_C de l'installation.

2.3. En appliquant la relation de Bernoulli, déterminer la hauteur manométrique de pompe H_{Pompe} requise par l'installation.

On prendra dans la suite de l'exercice la valeur : $H_{\text{Pompe}} = 280 \text{ m} .$

2.4. Laquelle des trois pompes (1), (2) ou (3) doit-on choisir pour assurer l'alimentation du village ? Justifier la réponse.

3. Consommation de l'installation

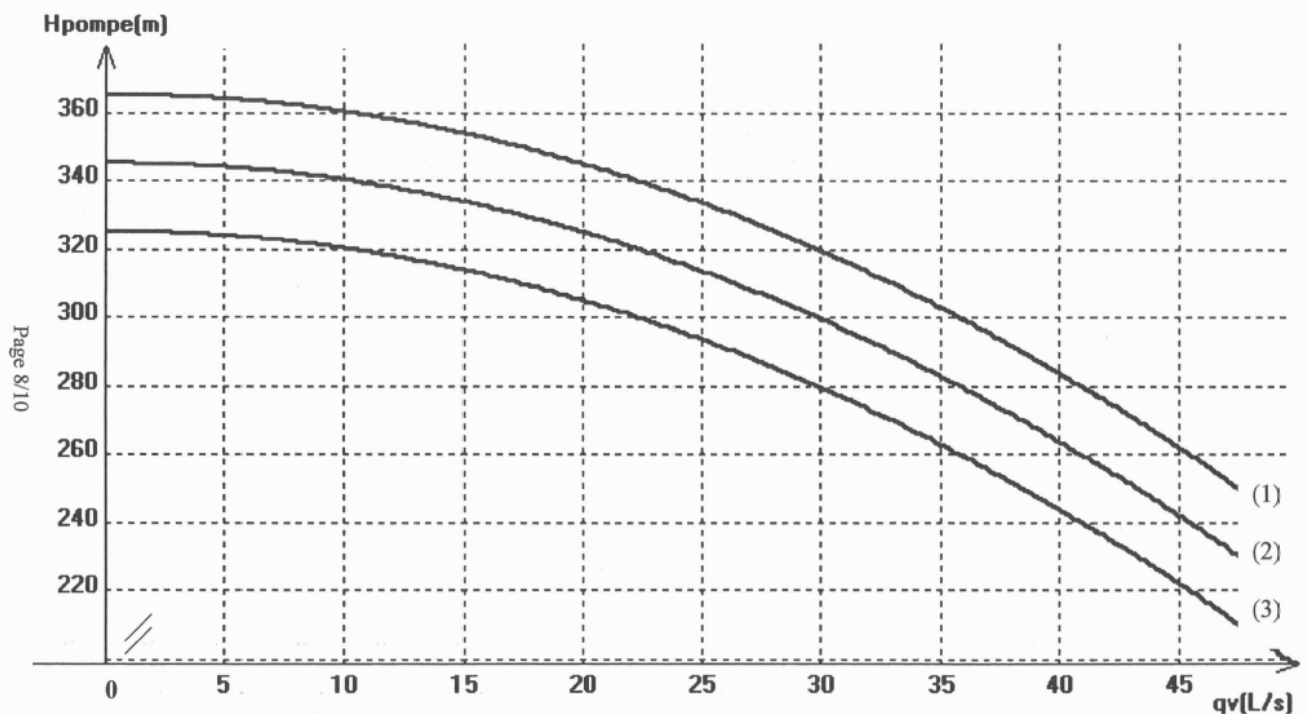
3.1. Calculer la puissance hydraulique utile P_{utile} fournie par la pompe à l'eau.

3.2. La pompe est entraînée par un moteur électrique.

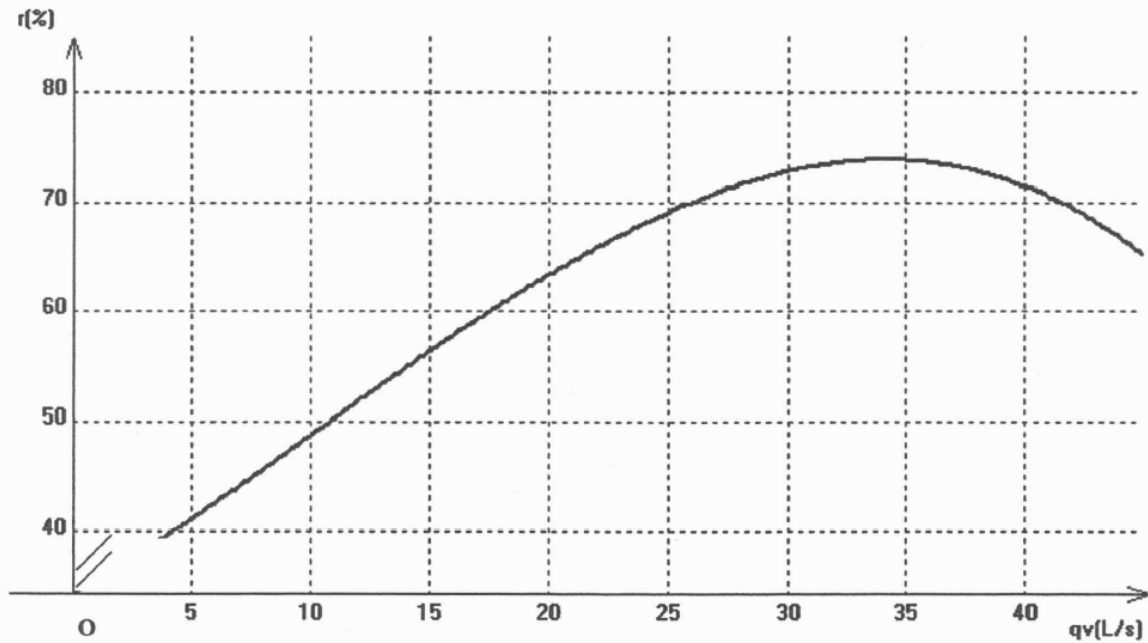
À l'aide du graphe de l'ANNEXE 2, déterminer le rendement r de l'ensemble {moteur / pompe}.

3.3. Déduire des questions précédentes la puissance électrique P de l'installation ainsi que sa consommation électrique journalière en kilowattheures.

ANNEXE 1 : caractéristiques des trois pompes



ANNEXE 2 : graphe : rendement de la pompe choisie



ANNEXE 3 : abaques de COLEBROOK

