

DEVOIR SURVEILLE N° 1 DE PHYSIQUE

Monsieur GIGON

Tous documents autorisés avec calculatrice (tout type autorisé)

Il sera tenu compte de la présentation, de l'expression et des fautes d'orthographe. Détailler tous les raisonnements et tous les calculs : bien mettre en évidence les applications numériques de manière à comprendre d'où viennent les bons résultats ou les erreurs. Encadrer uniquement les résultats demandés, sans oublier les unités. Tout résultat non encadré ne sera pas pris en compte.

PROBLEME 1 (13-14 points)

On veut faire écouler de l'eau de la cote $z_0 = 240$ m à la cote $z_1 = 232$ m en la remontant au préalable au point C à la cote $z_C = 244$ m (voir schéma du TD 2, exo 3). La prise d'eau en A est à la cote $z_A = 232$ m et le débouché B est à la cote $z_B = 230$ m. Un dispositif d'amorçage est prévu au coude C. Les longueurs des parties droites de la conduite sont $AC = 300$ m et $CB = 200$ m avec $\varepsilon = 0,1$ mm.

On calculera les pertes de charge régulières dans la conduite avec la formule de Calmon-Lechapt : on négligera les pertes de charge singulières ainsi que les termes en $u^2/2g$.

11. Calculer le diamètre que doit avoir cette canalisation pour avoir un débit de 90 L/s. **En déduire** la pression relative en C. **Remarque.**

On veut limiter le risque de cavitation en C pour que le "vide" au point C du coude ait une valeur de 6 mCE. Il existe plusieurs solutions vues en TD. On fera les calculs en considérant que le diamètre est de 250 mm.

12. Une première solution est d'interposer un robinet de réglage en B où la perte de charge singulière non négligeable est $H_B = k u^2/2g$. **Calculer** le nouveau débit Q' ainsi que le coefficient k de ce robinet. **En déduire** l'ouverture approximative α du robinet en supposant que c'est un robinet-vanne papillon.

Refaire le calcul si le robinet était en A. **Remarque.**

13. Une deuxième solution est de mettre une pompe en A. **Calculer** la HMT que devrait avoir cette pompe en conservant le débit initial de 90 L/s.

14. Une troisième solution est de remplir davantage le premier réservoir. **Calculer** le nouveau débit Q' ainsi que la nouvelle cote du niveau du réservoir. **Retrouver ce résultat** en représentant la ligne de charge. On tracera la ligne géométrique en respectant exactement les cotes et les longueurs.

PROBLEME 2 (17-18 points)

Une pompe centrifuge en charge (2) est utilisée pour alimenter avec un débit constant de $6.0 \text{ m}^3/\text{h}$ une colonne à distiller (4). Le mélange d'alimentation est stocké dans un réservoir (1) sous pression atmosphérique (1013 hPa) ; son niveau considéré constant est à 3 mètres du sol. L'arrivée du mélange dans la colonne est à 6 mètres du sol. La pression dans la colonne est de 80.5 hPa relatifs (voir schéma au verso).

Le circuit d'aspiration est constitué d'une canalisation dont les caractéristiques sont les suivantes :

diamètre = 50 mm, longueur = 5,0 m, rugosité absolue = 0,005 cm

Il est constitué également d'accidents et d'accessoires de tuyauterie (non représentés sur le schéma) :

- 1 filtre crépine équivalent à 2 robinets droits à soupape ouverts
- 2 robinets droits à soupape ouverts
- 7 coudes normaux à 90°
- 3 té normaux
- 1 rétrécissement brusque ($d/D = 3/4$)

Le circuit de refoulement est constitué d'une canalisation dont les caractéristiques sont les suivantes :

diamètre = 32 mm, longueur = 10,0 m, rugosité absolue = 0,005 cm

Il est constitué également d'un échangeur (3), d'accidents et d'accessoires de tuyauterie (non représentés) :

- 2 robinets droits à soupape ouverts
- 5 coudes normaux à 90°
- 3 tés normaux
- 1 rétrécissement brusque ($d/D = 3/4$)
- l'échangeur (3) a une perte de charge équivalente à celle d'un robinet droit à soupape ouvert.

Les longueurs équivalentes correspondant aux accidents et accessoires de tuyauterie seront déterminées à l'aide de l'abaque de l'annexe 1.

Les caractéristiques du liquide pompé pris à 25°C sont : pression de vapeur saturante : $P_{vs} = 43 \text{ mmHg}$;

densité : $d = 0,82$; viscosité dynamique : $\mu = 0,5 \text{ cPo}$.

21. Déterminer graphiquement à partir de l'abaque de Colebrook (annexe 2) les coefficients de perte de charge λ des circuits d'aspiration et de refoulement. **En déduire** la nature de l'écoulement. **Vérifier** l'exactitude de ces valeurs à partir de la formule de Colebrook. On détaillera les calculs. Ne pas oublier de rendre l'abaque de Colebrook en y indiquant votre nom.

Montrer que les longueurs équivalentes des circuits d'aspiration et de refoulement calculées à partir de l'annexe 1 sont égales à environ 82,5 mCE et 37,2 mCE. On y détaillera les constructions nécessaires pour la détermination des différentes longueurs équivalentes. Ne pas oublier de rendre cette annexe en y indiquant votre nom. **En déduire** les pertes de charge des circuits d'aspiration et de refoulement ainsi que la HMT du circuit pour un débit de $6,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

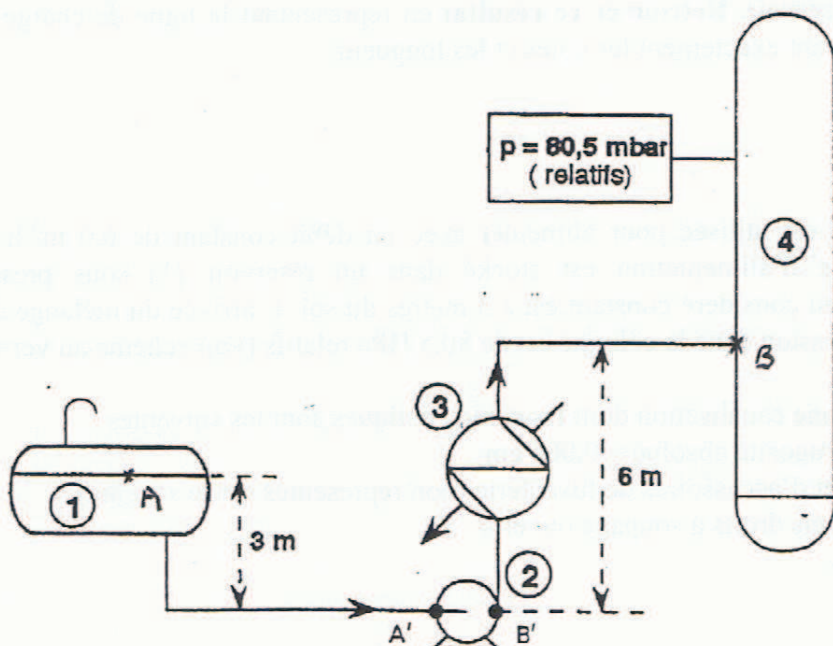
22. Montrer que HMT peut se mettre sous la forme : $\text{HMT} = A + B Q^2$

On calculera les coefficients A et B en supposant qu'ils sont indépendants du débit exprimé en m^3/h .

Tracer la caractéristique du circuit sur l'annexe 3 en calculant la HMT en fonction de différents débits à partir de cette expression. On prendra les débits suivants (m^3/h) : 0 ; 4 ; 5 ; 5,5 ; 6 ; 6,5 ; 7 et on fera un tableau. Si vous ne trouvez pas les coefficients A et B, on peut calculer HMT comme d'habitude. mais cette méthode est plus longue (on se contentera de quelques débits). Ne pas oublier de rendre l'annexe 3 en y indiquant votre nom.

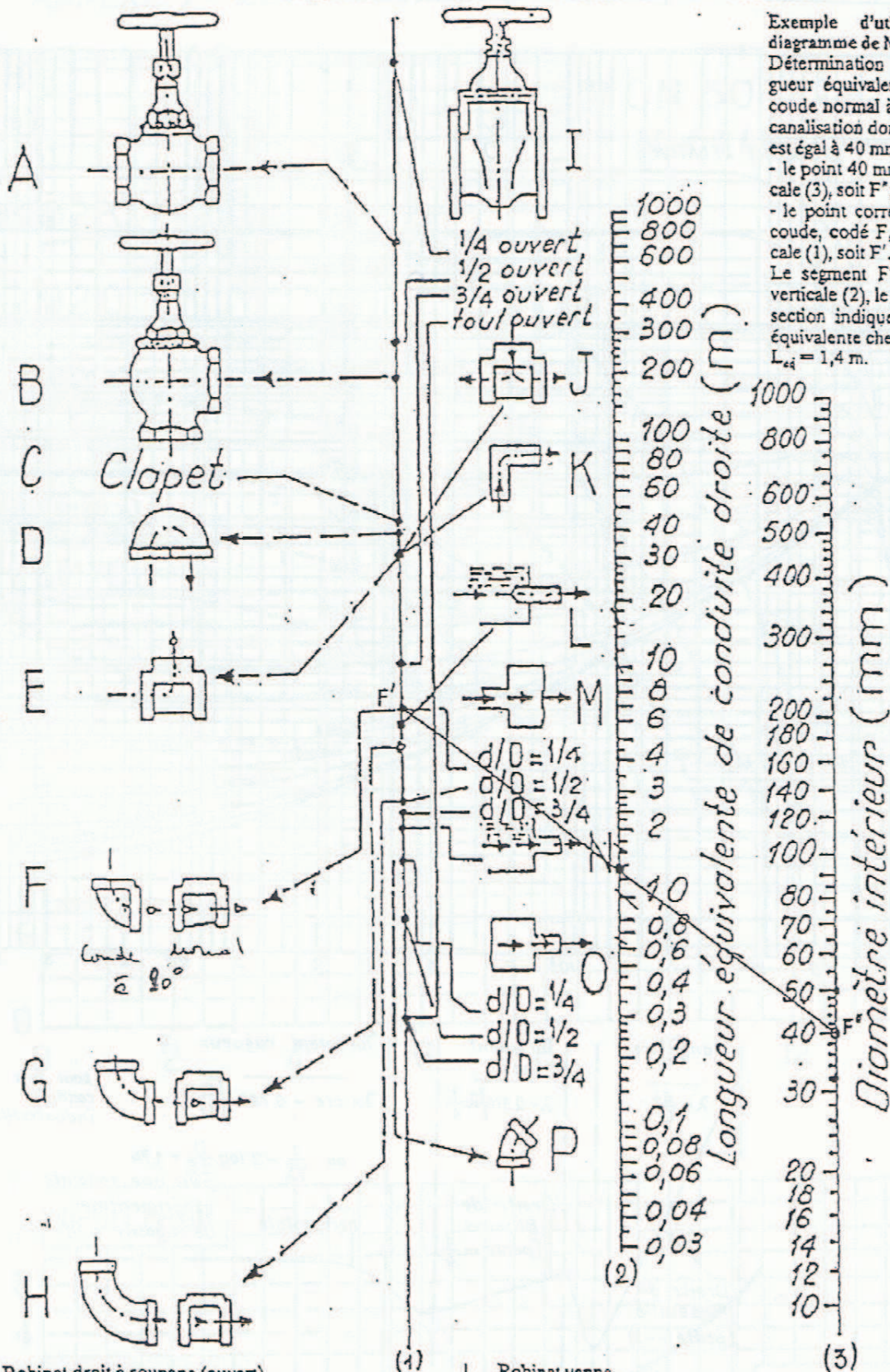
22. En déduire le point de fonctionnement en choisissant la pompe de diamètre 210. **Calculer** alors le $\text{NPSH}_{\text{disponible}}$. **Remarque** : on vérifiera que $\text{NPSH}_{\text{disponible}} > \text{NPSH}_{\text{requis}}$

En déduire la puissance à l'arbre de cette pompe. On détaillera tous les calculs.



NOM :

ANNEXE 1 - Longueurs droites équivalentes des accessoires de tuyauterie



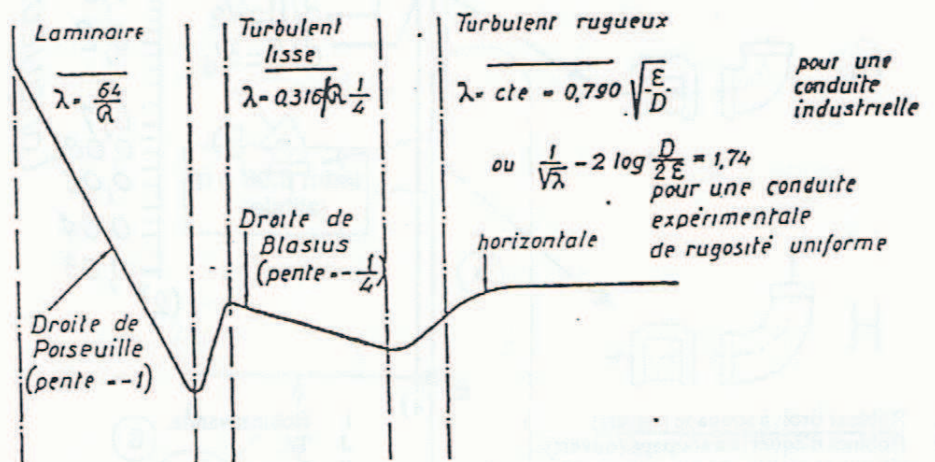
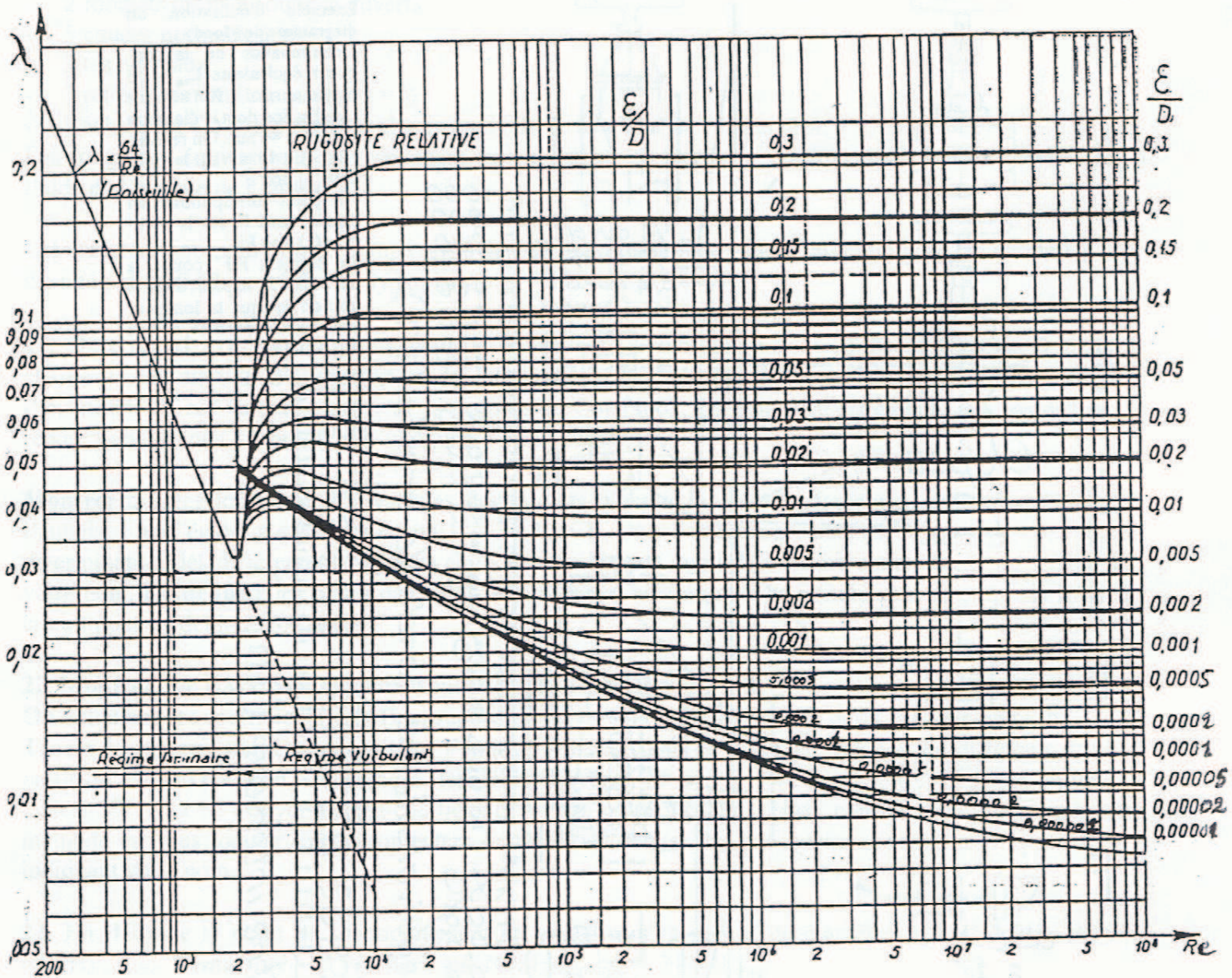
- A Robinet droit à soupape (ouvert).
B Robinet d'équerre à soupape (ouvert).
C Clapet de retenue à battant (ouvert).
D Coude à 180° .
E Té fermé d'un côté.
F Coude normal ou té conique $1/2$.
G Coude de courbure moyenne ou té conique $3/4$.
H Coude de grande courbure ou té normal.

- I Robinet vanne.
J Té.
K Équerre.
L Ajustage rentrant.
M Élargissement brusque.
N Ajustage ordinaire.
O Rétrécissement brusque.
P Coude court à rayon 45° .

NOM :

ANNEXE 2

ABaque COLEBROOK



NOM :

ANNEXE 3 — Courbes caractéristiques de pompes centrifuges

