

Nous allons maintenant déterminer la puissance des pompes nécessaire pour obtenir un jet d'une hauteur de 140m. Le réseau hydraulique est schématisé sur la figure 2. Il s'inspire du vrai réseau, les données du système réel n'étant pas communiquées. Aussi, les dimensions et les pertes de charge du problème dans cet exercice ne correspondent pas nécessairement aux données réelles.

Le réseau est constitué de deux circuits en parallèle indexés 1 et 2, commençant de l'aspiration et finissant par le branchement en T , où les deux circuits sont collectés. Pour un circuit donné, l'aspiration se fait par une grille et passe par des canalisations lisses de diamètre D_1 et de longueurs successives l_1 et l_2 . Après le branchement en T , la canalisation lisse passe à un diamètre D_2 sur une longueur l_3 . L'écoulement passe ensuite à travers une vanne et est expulsé via la buse. Chaque circuit est doté d'une pompe de 500kW, nommé respectivement Salève et Jura. Les diamètres et les longueurs des canalisations lisses sont données dans le tableau suivant

	D_1	D_2	l_1	l_2	l_3	H_1	H_2
Valeur [m]	0.4	0.6	10	4	2	1	2

On supposera aussi que le lac est au repos loin de la zone de pompage. Pour rappel : 1bar = 10^5 Pa, et 1bar correspond approximativement à la pression atmosphérique, ainsi qu'à l'augmentation de la pression tous les 10m en plongée sous-marine. Pour rappel (TD1), la hauteur h est la hauteur entre la sortie de buse et le sommet du jet. La viscosité cinématique de l'eau est de $\nu_{eau} = 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$.

1. En supposant le réseau parfait sans dissipation, déterminer la charge Δp_0 nécessaire pour pomper le fluide à la profondeur H_2 (figure 2) et l'expulser à la hauteur H_1 à la vitesse U_e . Exprimer aussi le résultat en bar.
2. En déduire la puissance délivrée par une pompe \mathcal{P}_1 pour un débit de 500 litres par seconde en utilisant un seul circuit. Puis déduire la puissance délivrée par une pompe \mathcal{P}_2 , lorsque les deux circuits sont opérationnels.
3. Dans un schéma, représenter la succession des pertes de charges singulières et régulières entre l'aspiration à la grille jusqu'à la sortie de la buse.
4. Construire le schéma/circuit équivalent en électrocinétique incorporant la perte de charge totale (régulière+singulière) avant le Té valant K_{T1} , après le Té valant K_{T2} , la charge nécessaire pour le jet donnée par Δp_0 , et la charge fournie par la pompe valant $\Delta p'_0$. Faites un schéma pour chaque cas (avec un ou deux circuits).
5. Dans le cas où un seul circuit est utilisé, remplir le tableau fourni dans le cahier distinguant les propriétés avant et après le Té pour calculer le coefficient de perte de charges régulières K_{reg} qui se met sous la forme $K = \lambda L/D$ (utiliser aussi le diagramme de Moody, smooth=lisse, et λ est représenté par f sur le diagramme).

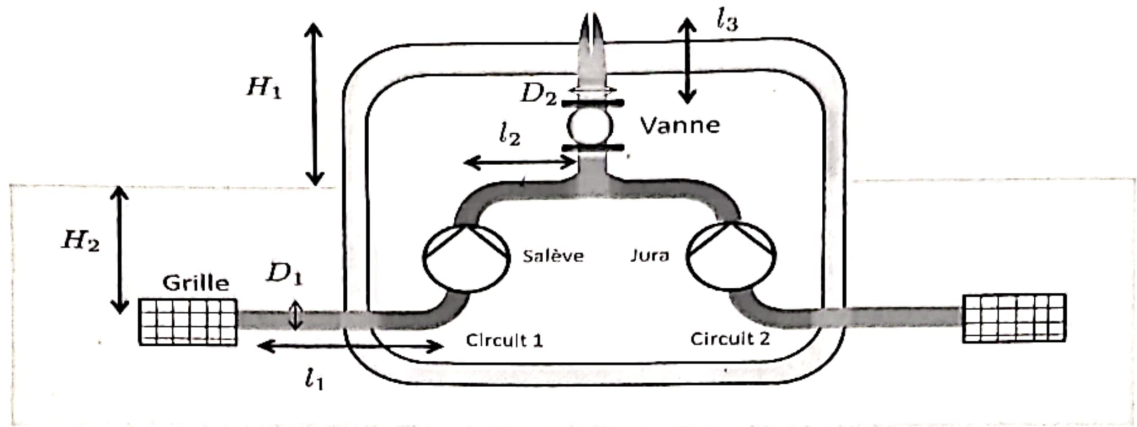


FIGURE 2 - Schéma du réseau hydraulique.

	avant Té	après Té
section S en m ²	$S_1 =$	$S_2 =$
vitesse débitante U en m/s	$U_1 =$	$U_2 =$
Nombre de Reynolds	$Re_1 =$	$Re_2 =$
λ donnée par le diagramme de Moody (canalisation lisse)	$\lambda_1 =$	$\lambda_2 =$
La perte de charge régulière K_{reg}	$K_{reg1} =$	$K_{reg2} =$

6. Calculer les coefficients de perte de charge singulière totale K_{sing1} et K_{sing2} avant et après le Té.
7. Calculer la perte de charge totale Δp_g pour un seul circuit.
8. En déduire la puissance totale \mathcal{P}'_1 que la pompe doit fournir (perte de charge+charge du jet) pour un seul circuit.
9. Recalculer la puissance nécessaire délivrée par une pompe \mathcal{P}'_2 dans le cas où on utilise les deux circuits (attention, utilisez le schéma équivalent électrocinétique pour ne pas se tromper). Commenter.
10. Calculer la réduction du coup de fonctionnement à l'année lors de l'utilisation du second circuit. On supposera que le jet fonctionne 5h/jour en moyenne sur une année de 365 jours. On fixera le prix de l'électricité à 0.15 euros par kWh en Suisse (contre 0.12 en France).




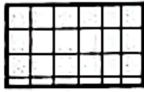
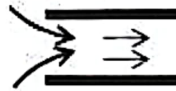


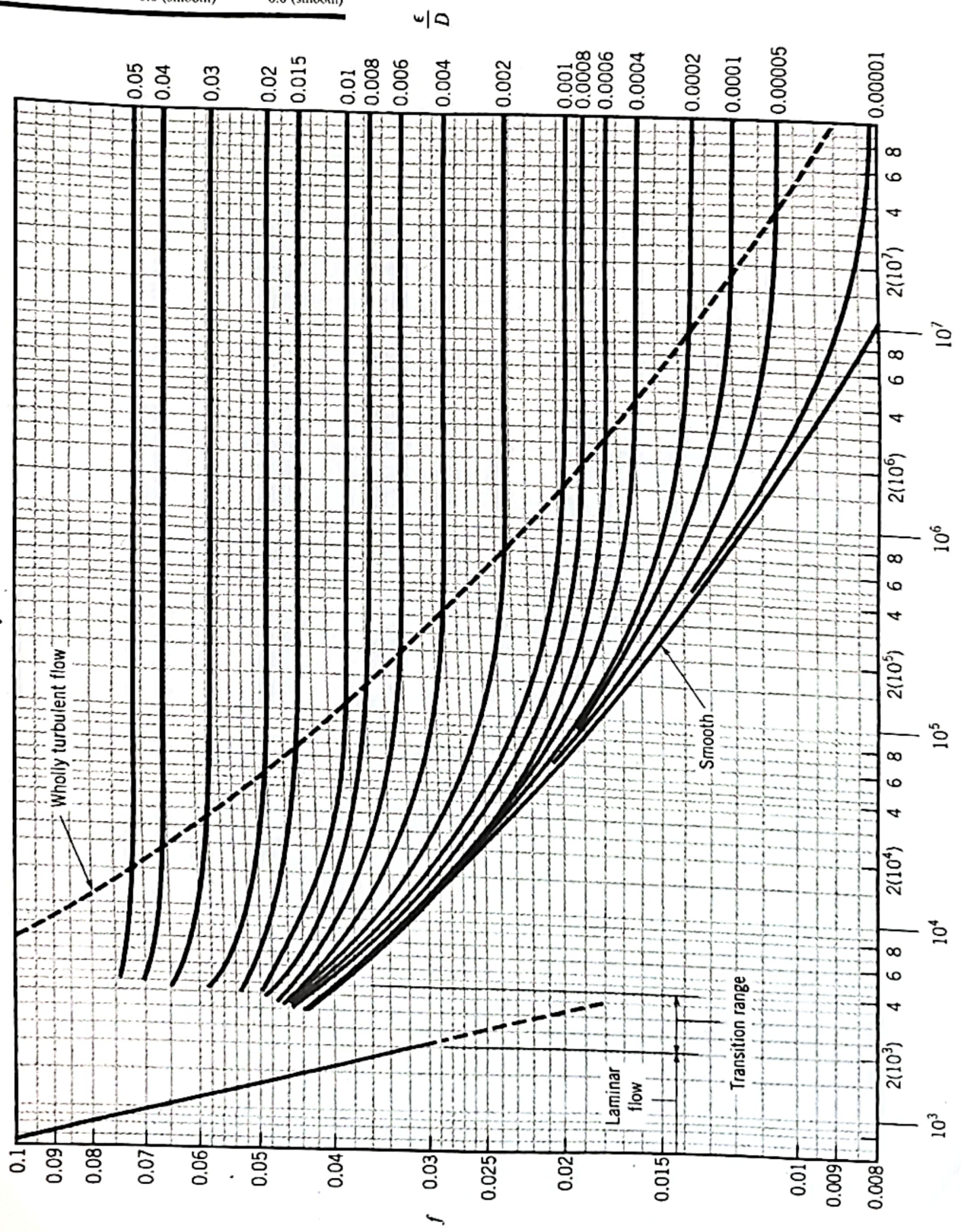
Perte de charge singulière	K	
Coude arrondi 90°	0.35	
Coude brusque/vif 90°	1.3	
Vanne ouverte	3	
Grille	2	
Entrée brusque	0.6	
branchement en Té	3	
buse	3	

FIGURE 3 – Perte de charge singulière. La flèche entrante (respectivement sortante) indique que la perte de charge doit être calculée pour un débit entrant (sortant)

Cast iron	0.0006-0.003	0.3-3.0
Galvanized iron	0.00085	0.26
Commercial steel or wrought iron	0.0005	0.15
Drawn tubing	0.00015	0.045
Plastic, glass	0.000005	0.0015
	0.0 (smooth)	0.0 (smooth)

Moody chart



$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Friction factor as a function of Reynolds number and relative roughness