

TD Chapitre 1 et 2

Exercice1

Déterminer le poids volumique de mercure sachant que sa densité $d=13.57$.

On donne :

- l'accélération de la pesanteur $g=9,81 \text{ m/s}^2$
- la masse volumique de l'eau $\rho = 1000 \text{ kg /m}^3$

Exercice 2

- Convertir 950 mm Hg en mbar
- Convertir 10 m H₂O en bar

Exercice 3

Montrer l'égalité suivante : $1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = \text{Kgs}^{-1} \text{m}^{-1}$.

Exercice4

Calculer la masse volumique du méthane à 20°C sous 1 bar sachant que sa masse volumique à 300°C est $\rho = 0.5 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$

Exercice 5

Du fuel porté à une température $T=20^\circ\text{C}$ a une viscosité dynamique $\mu = 95.10^{-3} \text{ Pa.s}$. Calculer sa densité sachant que viscosité cinématique ν est 1stockes.

On donne la masse volumique de l'eau est 1000 kg /m^3

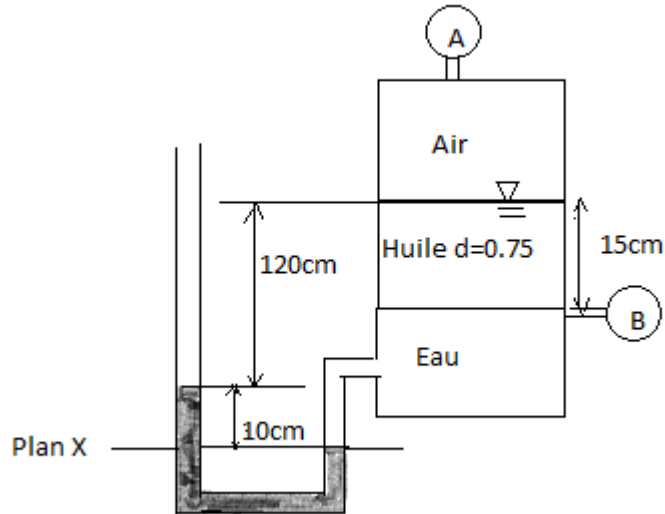
Exercice 6

L'eau à 20°C a une viscosité dynamique $\mu=10^{-3} \text{ Pa.s}$ et une masse volumique $\rho=998 \text{ kg.m}^{-3}$.

Calculer sa viscosité cinématique.

Exercice 7

Un réservoir fermé contient de l'air à la pression P_A .

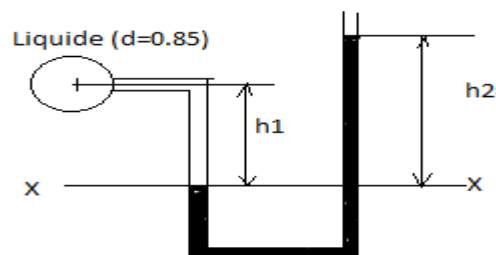


1. Déterminer la pression de l'eau au point B.
2. Calculer la valeur de P_A indiquée par le manomètre.

Exercice 8

Un tube en U est utilisé pour mesurer la pression d'huile dont la densité est 0.85. La sortie de la branche gauche est reliée à un cylindre contenant l'huile et celle à droite débouche dans l'atmosphère. Le centre du cylindre se situe à 100 mm du niveau de mercure.

Si la différence de niveau de mercure dans les deux branches est de 160 mm, déterminer la pression absolue d'huile dans le cylindre.

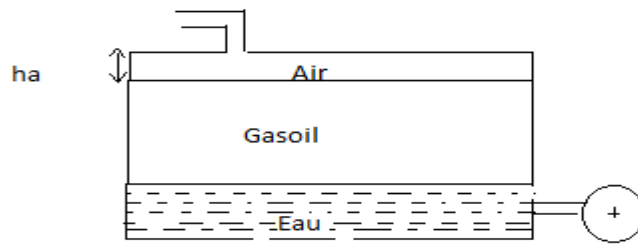


Exercice 9

La figure ci-dessous représente un réservoir du Gasoil d'un bus. Ce réservoir est muni d'un manomètre de pression.

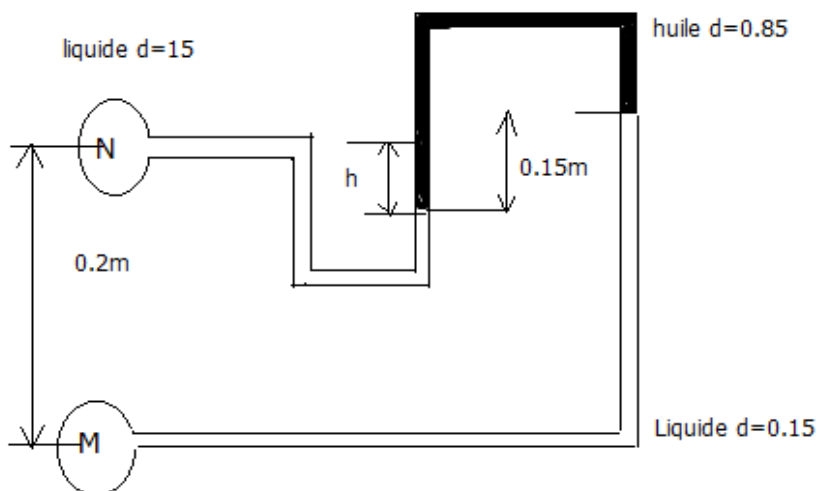
Mécanique des fluides

Sachant que le poids spécifique du Gasoil est $w_g = 6.65 \text{ kN.m}^{-3}$, celui de l'air est $w_a = 0.0118 \text{ kN.m}^{-3}$ et la hauteur de réservoir est 30cm, déterminer la hauteur de l'air h_a



Exercice 10

En utilisant les données reportés sur la figure ci-dessous, calculer la différence de pression entre les points M et N.

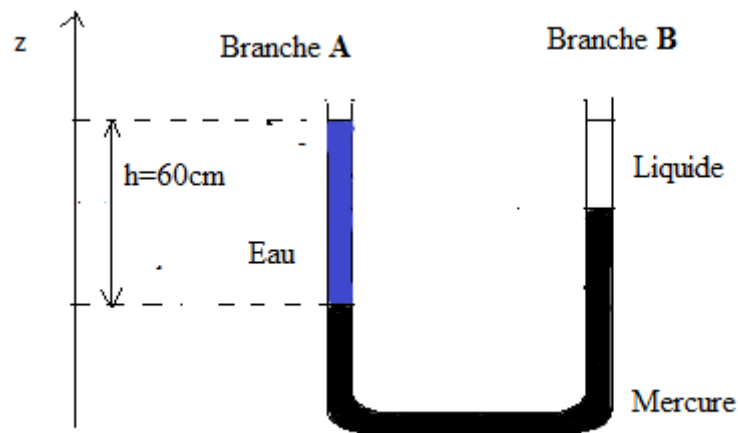


Exercice11

On veut déterminer la masse volumique d'un fluide en utilisant un tube en U. La méthode consiste à remplir les deux branches du tube jusqu'à la même hauteur comme indiqué à la

Mécanique des fluides

figure ci-contre. La branche A contient de l'eau et l'autre contient le fluide de masse volumique inconnu.

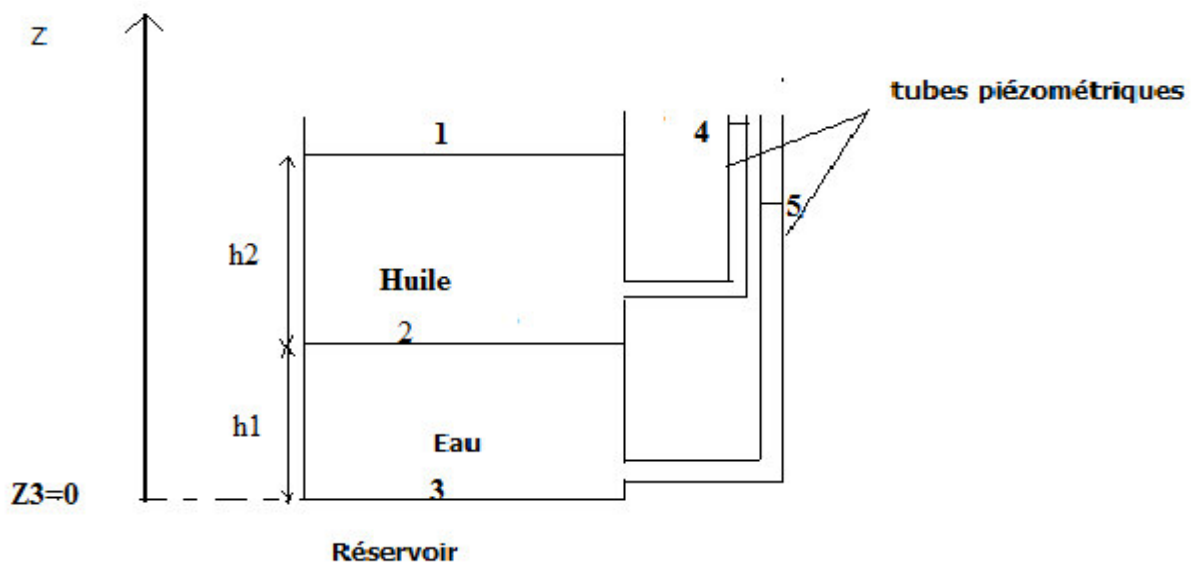


- Appliquer la relation fondamentale de l'hydrostatique pour les trois fluides.
- Calculer la pression (en Pascal) au niveau de la surface de séparation Mercure-Liquide. En déduire sa valeur en $\text{mm H}_2\text{O}$, kN/m^2 et mm Hg .
- Déterminer la masse volumique du liquide inconnu, si la dénivellation du mercure est de 2 cm.

Exercice12

On considère un réservoir ouvert équipé de deux tubes piézométriques et rempli avec deux liquides non miscibles :

- De l'eau sur une hauteur $h_1 = 3 \text{ m}$.
- De l'huile sur une hauteur $h_2 = 5 \text{ m}$.



Mécanique des fluides

- a) Ecrire la relation fondamentale de l'hydrostatique entre les points 1 et 2. Calculer la pression P_2 .
- b) Déterminer la pression (en mbar) au fond du réservoir P_3 .
- c) Exprimer le niveau de l'huile Z_4 en fonction de g , Z_1 , P_{atm} , P_4 et ρ_{huile} . Calculer Z_4 (en m).
- d) Déterminer le niveau de l'eau Z_5 dans le tube piézométrique.

TD Chapitre3

Exercice1

Déterminer le type de l'écoulement ayant lieu dans un tuyau de 305 mm de diamètre quand :

1/ de l'eau à 15.6°C circule à la vitesse de 1.067 m/s

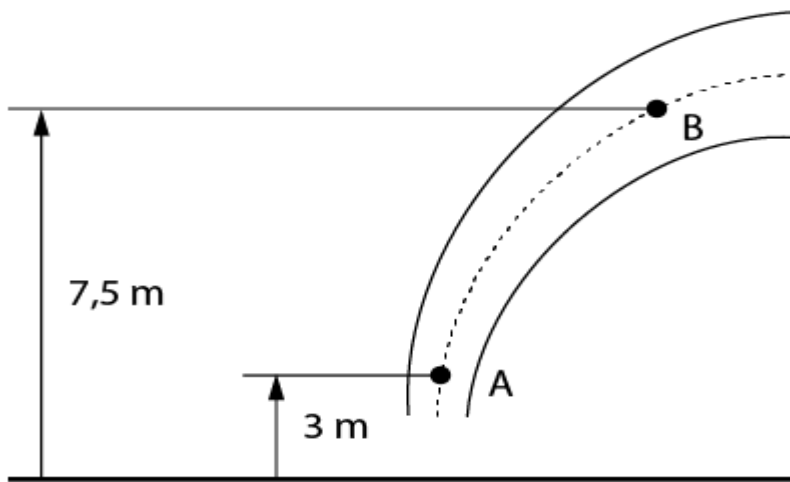
2/ du fuel lourd à 15.6°C circule avec la même vitesse.

On donne :

- Viscosité cinématique de l'eau : $1.130 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (15.6°C)
- Viscosité cinématique du fuel lourd : $2.05 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (15.6°C)

Exercice2

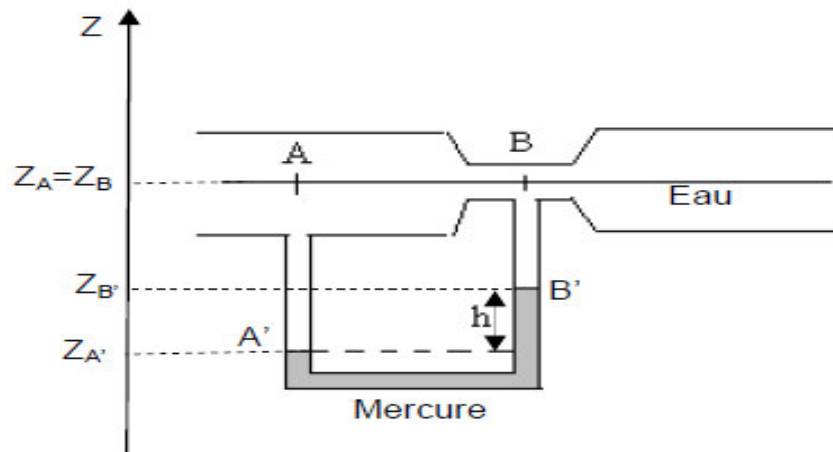
On considère la conduite cylindrique décrite sur le schéma ci-dessous, dans laquelle s'écoule de l'eau ($\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$) du point A vers le point B avec un débit volumique de 350 L.s^{-1} . La pression en A vaut 0,7bar et les diamètres en A et B sont respectivement 35cm et 64cm.



Déterminer la pression au point B

Exercice3

Dans une canalisation horizontale de diamètre $D = 9 \text{ cm}$, on veut mesurer le débit d'eau. On intercale un tube de Venturi ($D = 9 \text{ cm}$, $d = 3 \text{ cm}$).



- 1- Ecrire l'équation de continuité entre A et B. Déduire la vitesse moyenne d'écoulement V_B au col dans la section S_B en fonction de la vitesse V_A dans la section S_A .
- 2- En appliquant la relation fondamentale de l'hydrostatique (RFH) entre les points A' et B' relative à l'équilibre du mercure, déterminer la différence de pression: $(P_{A'} - P_{B'})$ en fonction de g , ρ_{mercure} , $Z_{A'}$ et $Z_{B'}$.
- 3- De même, déterminer l'expression de la différence de pression $(P_A - P_{A'})$ en fonction de g , ρ_{eau} , $Z_{A'}$ et Z_A .
- 4- De même, déterminer l'expression de la différence de pression $(P_{B'} - P_B)$ en fonction de g , ρ_{eau} , $Z_{B'}$ et Z_B .
- 5- En utilisant les équations établies dans les questions 2), 3) et 4), donner la relation entre $(P_A - P_B)$ en fonction de ρ_{mercure} , ρ_{eau} , g et h .
- 6- En faisant l'hypothèse que l'eau est un fluide parfait, et en appliquant le théorème de Bernoulli entre A et B, donner l'expression de la vitesse d'écoulement V_A en fonction de la différence de pression $(P_A - P_B)$, ρ_{eau} .

TD Chapitre4

Exercice1

Calculer la perte de charge pour une conduite en fonte neuve sans revêtement (Fonte nue), de longueur 305 m, de diamètre intérieur égal à 305mm, quand :

- 1- De l'eau y coule à 23.6 °C à 12.5m/s.
- 2- Du fuel –oil moyen y coule dans les mêmes conditions (on prendra dans ce cas un coefficient de frottement λ de 0.0213).
- 3- Du fuel oil lourd y coule dans les mêmes conditions que (1).

A1 : Densité et viscosité cinématique de certains liquides

	Eau		Fuel-oil moyen		Fuel-oil lourd	
Temp	Densité	Vis. Ciném(m²/s)	Densité	Vis. Ciném(m²/s)	Densité	Vis. Ciném(m²/s)
10	1.000	1.308	0.861	5.16	0.915	290
15	0.999	1.142	0.857	4.47	0.912	201
20	0.998	1.007	0.855	3.94	0.909	156
25	0.997	0.897	0.852	3.44	0.906	118
30	0.995	0.804	0.849	3.11	0.904	89
35	0.993	0.727	0.846	2.77	0.901	67.9

*NB : viscosité cinématique = valeur de la table $\times 10^{-6}$

A2 : Rugosité ε pour différentes conduites du commerce

Matériau de conduite	$\varepsilon(cm)$	
	Intervalle	Valeur de conception
Fer galvanisé	0.006-0.24	0.015
Fer forgé	0.003-0.009	0.006
Cuivre	0.00015	0.00015
Acier commercial	0.003-0.009	0.006
Fonte nue	0.012-0.06	0.024
Fonte revêtue de ciment	0.00024	0.00024
Fonte revêtue de bitume	0.00024	0.00024

Mécanique des fluides

Exercice2

De l'huile de densité 0.85 s'écoule dans une conduite cylindrique lisse horizontale de rayon $R=50$ mm. Le nombre de Reynolds de l'écoulement est de 375.

- 1- Déterminer la vitesse moyenne d'écoulement
- 2- Donner l'expression de perte de charge linéaire ΔP . Calculer ΔP (par mètre de longueur de conduite), l'exprimer aussi en équivalent hauteur d'eau (mCE).
- 3- Déterminer la puissance dissipée si la conduite fait 100 mètres de long.
- 4- On multiplie le débit par 40. Calculer alors la nouvelle perte de charge linéaire ΔP (par mètre de longueur de conduite).
- 5- Que devient cette perte de charge linéaire si la conduite présente une rugosité relative $\frac{\varepsilon}{d} = 0.02$
- 6- Déterminer la puissance dissipée pour transporter le fluide à débit initial ($Re = 375$), sur une longueur de 100 mètres, sachant que la conduite lisse est inclinée de 30° vers le haut.

Données

Viscosité dynamique de l'huile $\mu_{\text{huile}} = 0.02 \text{ Nm}^{-2}\text{s}$.
Masse volumique de l'eau $\rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$

Exercice3

On considère une conduite de longueur $L=10\text{m}$ et de diamètre $D=10\text{cm}$ dans laquelle circule une huile de viscosité $\nu=50\text{mm}^2.\text{s}^{-1}$ et de masse volumique $\rho=865\text{kg.m}^{-3}$.

- 1- Calculer les pertes de charge dans cette conduite pour un débit volumique $q_v = 20 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$
- 2- On multiplie le débit par 2. Calculer alors la nouvelle perte de charge linéaire ΔP .
- 3- Pour $q_v = 40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$, calculer les pertes de charge engendrées si l'on insère sur cette conduite un robinet-vanne ouvert à 25% : $K=1,8$. Calculer la longueur de conduite équivalente à cet élément.

Exercice 4

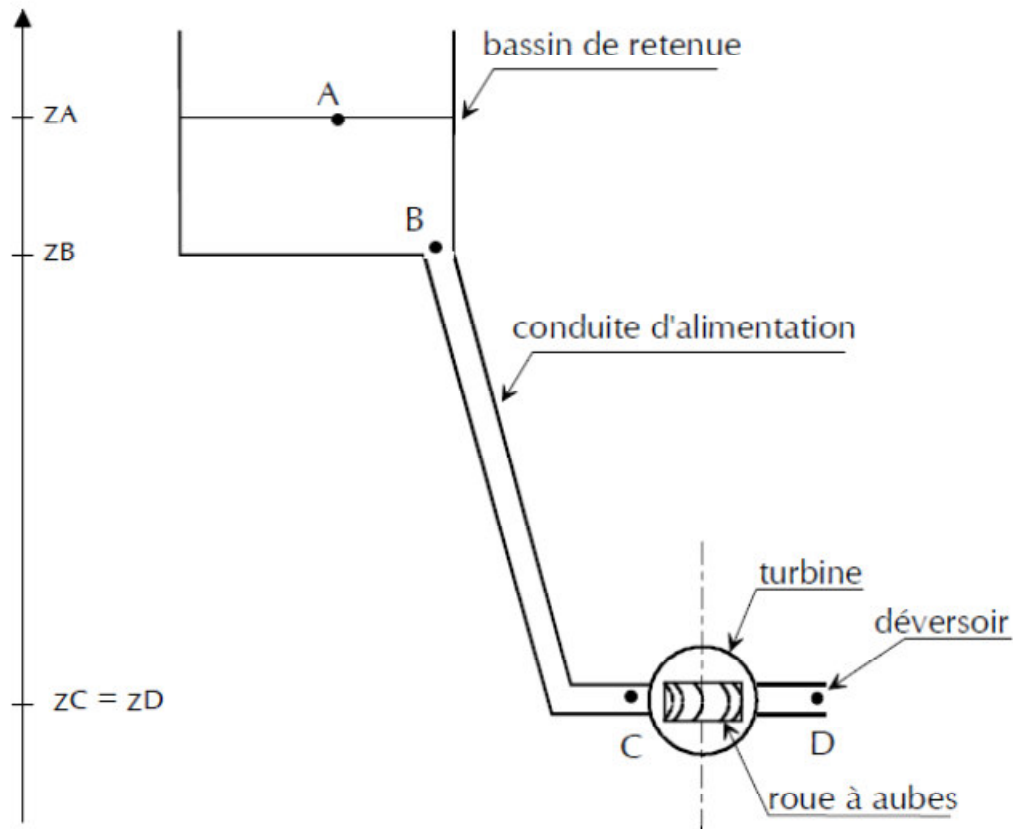
De l'eau circule vers le haut dans un tuyau vertical de 300 mm de diamètre à la vitesse de 0.222 m/s. En un point A du tuyau, la pression est de 210 kPa.

Mécanique des fluides

En un point B situé à 4.75 m au-dessus de A, le diamètre est de 600 mm et la perte de charge entre A et B est de 1.83 m. Calculer la pression en B.

Exercice5

Une turbine est alimentée par une retenue d'eau selon le schéma ci-dessous



L'eau sera considérée comme un fluide parfait incompressible et on supposera que la vitesse d'écoulement du fluide en tout point au même niveau que le point A est nulle

1. Exprimer puis calculer, dans ces hypothèses, la vitesse d'écoulement du fluide au point C.
2. En déduire le débit volumique de l'eau dans la conduite.
3. Justifier que les vitesses d'écoulement en B et en C sont égales.
4. Exprimer puis calculer la pression P_B à l'entrée de la conduite.
5. Exprimer puis calculer la puissance fournie par l'eau à la turbine.

On donne :

- Diamètre d de la conduite d'alimentation et du déversoir : $d = 700$ mm ;
- Pression aux points A; C et D : $P_A = P_D = 1$ bar et $P_C = 1,1$ bar ;
- Cote des points A; B et C : $z_A = 363$ m; $z_B = 361$ m et $z_C = 353$ m ;
- viscosité dynamique de l'eau : 10^3 Pa. s ;
- Masse volumique de l'eau est : 1000 kgm⁻³ ;

On prendra $g = 9.81$ ms⁻²

TD chapitre5

Exercice1

- 1) Expliquer brièvement la différence entre une pompe volumétrique et une pompe centrifuge.
- 2) Citer trois types de pompes volumétriques.
- 3) Donner les principales caractéristiques d'une pompe.
- 3) Afin d'obtenir certaines conditions de fonctionnement impossibles à réaliser avec une seule pompe, les utilisateurs associent parfois deux pompes dans des montages différents. Proposer les couplages possibles et indiquer les caractéristiques de chaque couplage.

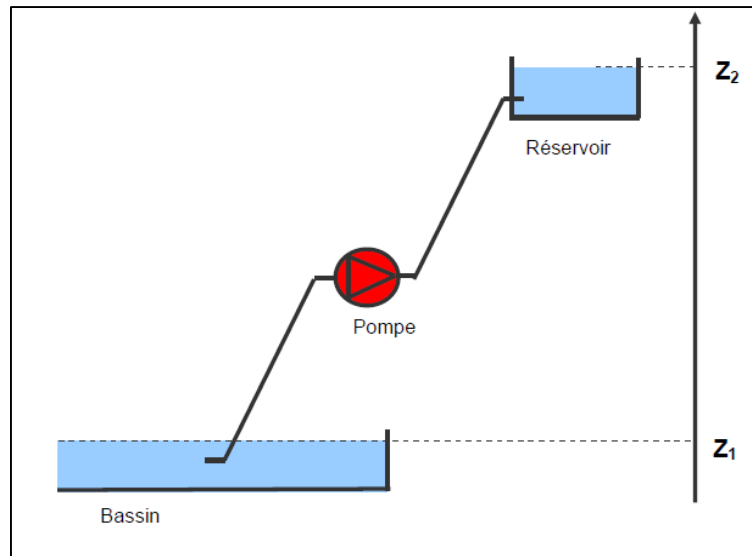
Exercice2 (Extrait BTS 2000)

Une solution d'acide sulfurique est stockée dans un réservoir au sol à niveau constant, et respirant à l'atmosphère. Cette solution est envoyée par pompe centrifuge en tête d'une colonne de lavage de gaz, qui fonctionne sous pression atmosphérique. La dénivellation entre le niveau dans le réservoir de stockage et la tête de colonne est de 18m. Le débit massique de solution est $F=1225 \text{ kg.h}^{-1}$. La canalisation a un diamètre de 2cm, les pertes de charges à ce débit sont $\Delta P_f = 6.0 \times 10^4 \text{ Pa}$. La masse volumique de la solution est $\rho = 1145 \text{ kg.m}^{-3}$.

- a) Faire un schéma de l'installation
- b) Calculer la vitesse d'écoulement dans la canalisation.
- c) Exprimer les pertes de charges dans le circuit de pompage en mètres de liquide.
- d) Calculer la hauteur manométrique totale de la pompe.
- e) Calculer la puissance hydraulique et la puissance électrique de la pompe sachant que le rendement de la pompe est égal à 0.7.

Exercice3

Une pompe de débit volumique $q_v = 2,8 \text{ L/s}$ remonte de l'eau entre un bassin et un réservoir à travers une conduite de diamètre $d = 135 \text{ mm}$



On négligera toutes les pertes de charge singulières.

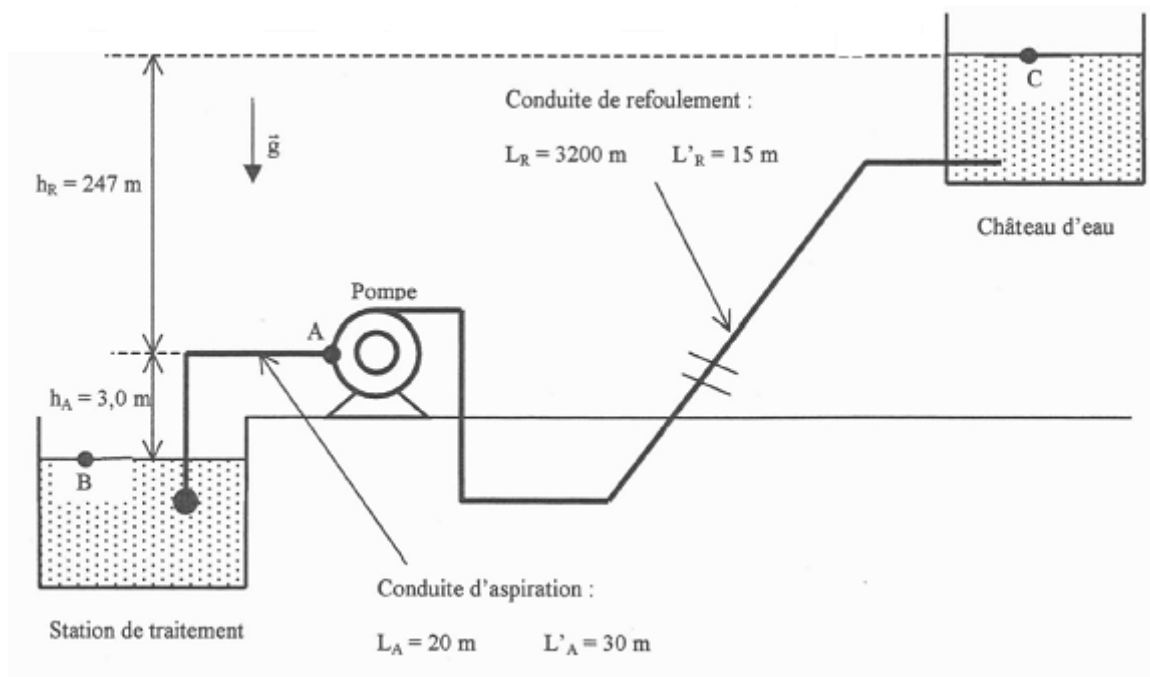
- 1) Calculer la vitesse d'écoulement V de l'eau dans la conduite.
- 2) Calculer le nombre de Reynolds. L'écoulement est laminaire ou turbulent ?
- 3) Calculer le coefficient de pertes de charge linéaire. En déduire les pertes de charges J_{l2} tout au long de la conduite.
- 4) Appliquer le théorème de Bernoulli pour calculer la puissance nette P_{net} de la pompe. Le rendement de la pompe

Exercice4 (Extrait du sujet de physique industrielle BTS CIRA 2008)

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. L'installation est décrite sur le schéma ci-dessous.

Les conduites d'aspiration (longueur $L_A=20$ m) et de refoulement (longueur $L_R=3200$ m) sont fabriquées dans le même matériau (même rugosité absolue $\varepsilon=1$ mm) et ont le même diamètre nominal $D=200$ 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 ($h_A=3$ m et $h_R=247$ m) sont portées sur le schéma.



Pour satisfaire les besoins du village, la pompe doit refouler vers le château 3000 m^3 d'eau par jour en fonctionnant 24h 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.

1. Détermination du coefficient de frottement λ

- 1.1. Quel est le débit volumique dans les canalisations. Exprimez-le en m^3/s puis en L/s
- 1.2. Quelle est la vitesse moyenne de l'écoulement de l'eau dans les canalisations
- 1.3. Quelle est la valeur du nombre de Reynolds associé à cet écoulement.
- 1.4. Déterminer la valeur de λ

2. Choix de la pompe

- 2.1. Calculer les pertes de charges à l'aspiration et au refoulement. En déduire la perte de charge totale.
- 2.2. En appliquant la relation de Bernoulli, déterminer la hauteur manométrique de la pompe.
- 2.3. Laquelle des trois pompes (1), (2) et (3) doit on choisir pour assurer l'alimentation du village. Justifier votre réponse.

Mécanique des fluides

3. Consommation de l'installation

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

3.2. La pompe est entraînée par un moteur électrique ; à l'aide de l'annexe 2, déterminer le rendement de l'ensemble moteur et pompe.

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

Données :

Accélération de pesanteur $g=10 \text{ ms}^{-2}$

Pression atmosphérique normale $P_0=105 \text{ Pa}$

Masse volumique de l'eau $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$

Viscosité dynamique de l'eau $\mu=10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$

Pression de vapeur saturante de l'eau $P_{\text{sat}}=2.3 \text{ kPa}$