

A savoir

Débit massique et volumique

Débit massique

Le débit massique Q_m est le rapport de la masse m de liquide s'écoulant pendant le temps t :

$$Q_m = \frac{m}{t}$$

m en kg
 t en s
 Q_m en kg/s

Il représente la masse de liquide écoulé pendant une unité de temps.

Débit volumique

Le débit volumique Q_v est le rapport du volume V de liquide s'écoulant pendant le temps t :

$$Q_v = \frac{V}{t}$$

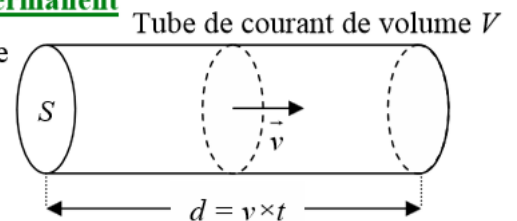
V en m^3
 t en s
 Q_v en m^3/s

Q_v représente le volume de liquide écoulé pendant une unité de temps.

Expression du débit volumique dans le cas d'un régime permanent

En régime permanent, la vitesse d'écoulement est constante
or $V = S \times d$, d'où :

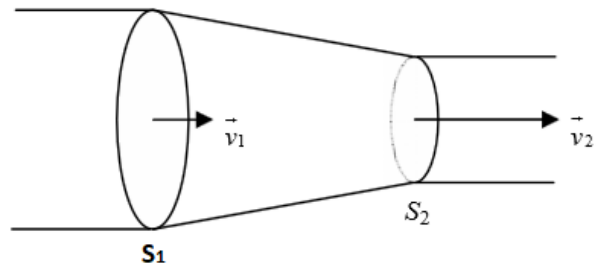
$$Q = \frac{V}{t} = \frac{S \times d}{t} = S \times \frac{d}{t} = S \times v$$



Le débit volumique d'un liquide lors d'un écoulement permanent à travers une section S est donné par la relation : $Q = v \times S$

$$Q \text{ en } m^3/s \quad ; \quad v \text{ en } m/s \quad ; \quad S \text{ en } m^2$$

Équation de continuité



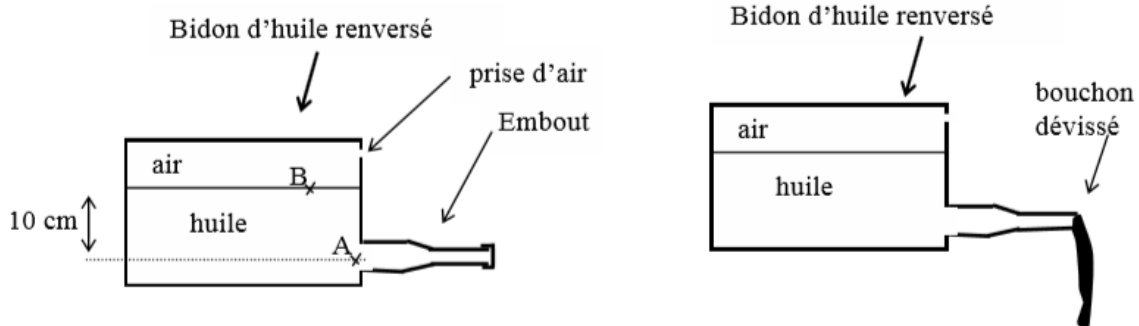
Dans un fluide parfait en écoulement permanent, le débit Q_1 à l'entrée du tube de section S_1 est égal au débit Q_2 à la sortie du tube de section S_2 . $Q_1 = Q_2$ d'où

$$v_1 \times S_1 = v_2 \times S_2$$

Dans un écoulement, vitesse et section sont des grandeurs inversement proportionnelles.

Exercice N°1

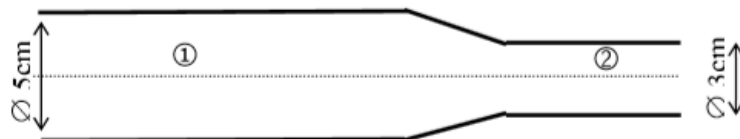
1) a) Lorsque le bidon d'huile est renversé à l'horizontale, la pression p_B à la surface de l'huile est de 1 bar. La masse volumique de l'huile est $\rho = 830 \text{ kg/m}^3$.
Calculer, en Pa, la pression p_A de l'huile à la sortie du bidon.



b) Indiquer pourquoi l'huile s'écoule moins vite que l'eau.

2) Dans la partie ① de l'embout, la vitesse v_1 de l'huile est égale à 0,01 m/s.

Vue transversale de l'embout



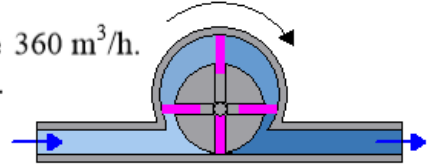
a) Calculer le débit volumique Q_l quand l'huile s'écoule dans la partie ①.
Arrondir à $10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$.

b) Calculer la vitesse v_2 de l'huile dans la partie ② de l'embout en appliquant l'équation de conservation du débit volumique. Donner le résultat arrondi à 0,01 m/s.

Exercice N°2

Un camion est équipé d'une pompe d'aspiration à palettes.

La plaque signalétique de la pompe indique que le débit est de $360 \text{ m}^3/\text{h}$.
La potence d'aspiration hydraulique a un diamètre de 120 mm.



- 1) Donner, en m^3/s , le débit volumique Q_v de la pompe.
- 2) Calculer, en m^2 , l'aire de la section S de la potence d'aspiration (arrondir le résultat à 10^{-3}).
- 3) Calculer, en m/s , la vitesse v des boues dans la potence (arrondir le résultat à 10^{-1}).

Exercice N°3

La Barbotine

En céramique et en poterie, la barbotine est de la pâte d'argile délayée dans de l'eau. La barbotine a de multiples usages en poterie tels qu'assembler des éléments, couler l'argile dans un moule, ou appliquer des couleurs sur un fond de pâte.

Une cuve de 2,5 m de diamètre contient de la barbotine liquide. Le liquide de barbotine s'élève à une hauteur de 1,80 m.

La masse volumique de la barbotine est $1\,800 \text{ kg/m}^3$ et la pression atmosphérique est de 10^5 Pa .

- 1) Calculer la pression P_F qui s'exerce sur le fond de la cuve. On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$.
- 2) La vanne d'écoulement du liquide se situe dans le fond de la cuve, son diamètre est de 9 cm. Cette vanne est reliée à un tuyau de sortie de même diamètre.

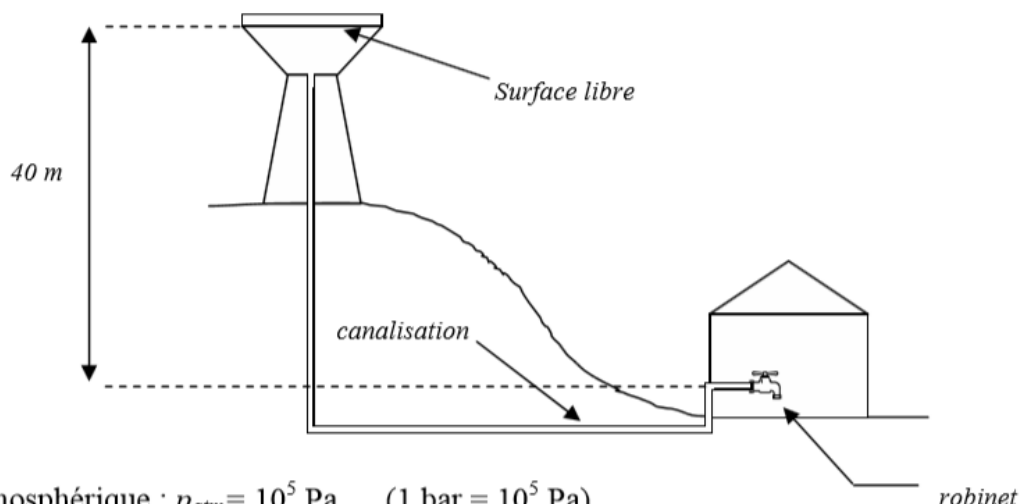
Lors de l'ouverture de la vanne, on appelle v_1 la vitesse d'écoulement de la barbotine dans la cuve et v_2 la vitesse d'écoulement dans le tuyau de sortie.

Calculer la valeur du rapport $\frac{v_1}{v_2}$

Exercice N°4

Écoulement

Un lave-linge est alimenté en eau par le réseau de distribution de la ville. Le château d'eau est installé comme l'indique le schéma ci-dessous.



Données :

Pression atmosphérique : $p_{atm} = 10^5 \text{ Pa}$ (1 bar = 10^5 Pa)

Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg/m}^3$ $g = 9,8 \text{ N/kg}$

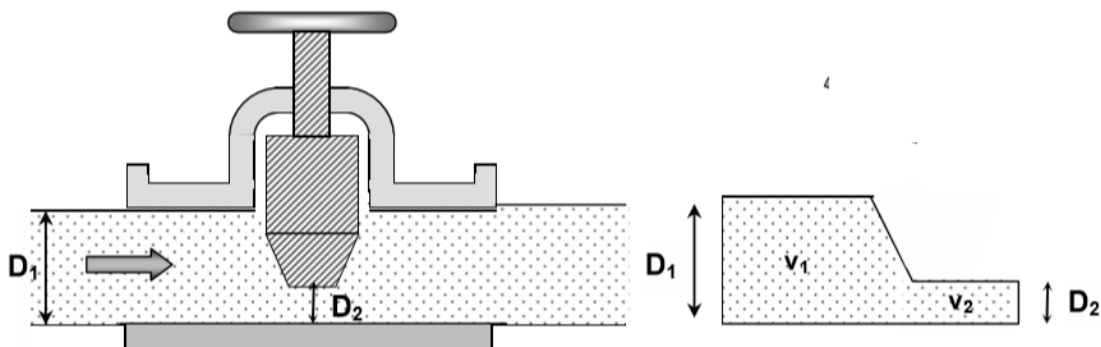
1) La surface de l'eau dans le réservoir du château d'eau est soumise à la pression atmosphérique. Calculer la pression absolue exercée par l'eau au niveau du robinet de la machine.

2) A l'entrée du robinet, on admet que l'eau exerce une pression absolue de 4 bars sur la section de la canalisation. Cette section est un disque de diamètre $D_1 = 24 \text{ mm}$.

a) Calculer l'aire de ce disque. Exprimer le résultat en m^2

b) Calculer la valeur F de la force pressante exercée par l'eau sur ce disque.

On ouvre le robinet partiellement comme l'indique le schéma.



La section au niveau de l'étranglement est considérée comme un disque de diamètre $D_2 = 10$ mm.

- 3) a) La vitesse v_2 de l'eau s'écoulant à travers la section s_2 , sera-t-elle plus grande, plus petite ou égale à v_1 ? Pourquoi ?
- b) $v_1 = 1,3$ m/s. Calculer v_2 . Donner le résultat en m/s, arrondi au dixième et en km/h.

Exercice N°5

Un mécanicien utilise un nettoyeur haute pression dont les caractéristiques techniques sont les suivantes : - pression : 140 bar ($1,4 \times 10^7$ Pa),
- débit : 3 024 L/h ($0,00084$ m³/s).

La section de l'extrémité de la lance est réglable.

- 1) La section d'ouverture maximale est de $4,2 \cdot 10^{-5}$ m².
Calculer, en m/s, la vitesse de l'eau en sortie.

- 2) Le mécanicien décide d'adapter la section pour que la vitesse de l'eau en sortie soit de 80 m/s.

- a) Calculer la nouvelle section de l'extrémité de la lance.

- b) Calculer alors la vitesse de l'eau dans le tuyau d'alimentation, sachant que le diamètre du tuyau d'alimentation est de 6 cm.