

Thème : HABITAT

Sous-thème : Gestion de l'énergie dans l'habitat

Chapitre H2 : Pressions et débits dans les canalisations

Thème 1 : HABITAT. Sous-thème : GESTION DE L'ENERGIE DANS L'HABITAT	
<p><b>Notions et Contenus</b></p> <p>Pression dans un fluide parfait et incompressible en équilibre : pressions absolue, relative et différentielle. Équilibre d'un fluide soumis à la pesanteur. Écoulement stationnaire. Débit volumique et massique.</p>	<p><b>Compétences attendues</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesurer des pressions (absolue et relative).</li> <li>- Citer et exploiter le principe fondamental de l'hydrostatique.</li> <li>- Expliciter la notion de vitesse moyenne d'écoulement dans une canalisation.</li> <li>- Mesurer un débit.</li> <li>- Citer et appliquer la loi de conservation de la masse.</li> </ul>

Situation - Problème :

**Problématique :**

Comment se comportent les liquides et les gaz dans des canalisations ?

COURS :

**I. RAPPELS :**

Un fluide peut être considéré comme étant formé d'un grand nombre de particules matérielles, très petites et libres de se déplacer les unes par rapport aux autres. **Un fluide** est donc un milieu matériel continu, déformable, sans rigidité et qui peut s'écouler. Parmi les fluides, on fait souvent la distinction entre liquides et gaz.

**Masse volumique** : c'est la masse par unité de volume. Elle est constante dans le cas des liquides ( $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

$$\rho =$$

Les fluides sont caractérisés par leur masse volumique.

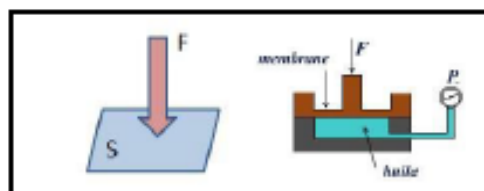
Fluides	eau pure	eau de mer	essence	huile	mercure	air	butane
$\rho$ ( $\text{kg/m}^3$ )	1000	1030	700	900	13 600	1,293	2

**Densité** : c'est le rapport de la masse volumique du corps étudié par rapport à celle d'un corps de référence.

$$d =$$

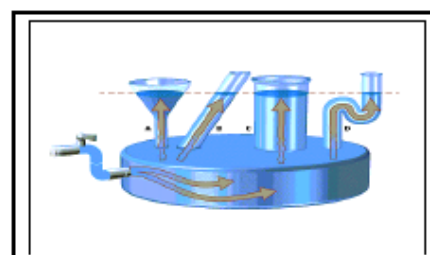
Exemples :

**Pression** : La pression est le rapport de l'intensité de la force pressante sur l'aire S de la surface pressée :



**Unités utilisées** : 1 bar =  $10^5$  Pa ; 1 hPa = 100 Pa

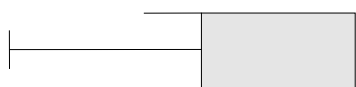
**Remarques** : La pression est la même en tout point d'un plan horizontal :



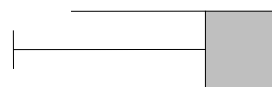
Incompressibilité :

Le volume d'une masse donnée de liquide ne varie pas ; son volume et sa masse volumique sont constants.

Exemples : de l'eau, une solution aqueuse. Par opposition aux gaz.



V<sub>1</sub> (volume initial de gaz)



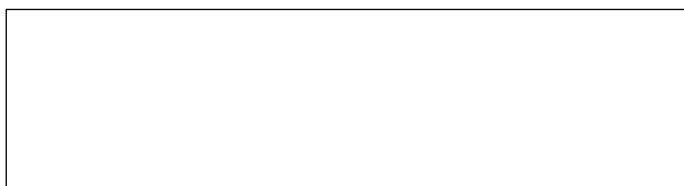
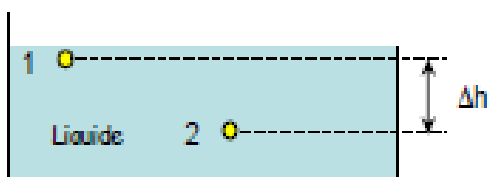
V<sub>2</sub> (volume final de gaz)

Le coefficient de compressibilité d'un gaz est  $\frac{V_1 - V_2}{V_1}$

**II. STATIQUE DES FLUIDES INCOMPRESSIBLES :**

**1) Principe Fondamental de la Statique des Fluides :**

Dans un liquide en équilibre dans le champ de pesanteur, la différence de pression  $\Delta P$  entre deux points distants verticalement de  $h$  est égale au poids de la colonne d'eau :



**Application :**

Soit un fluide homogène, immobile, de masse volumique  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  ; les points A et B du liquide possèdent une différence de profondeur égale à  $h$ .

1. De quoi dépend la pression au point A ?
2. Que dit le principe fondamental de l'hydrostatique ?
3. Le liquide est de l'eau, si  $P_A = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , quelle est la pression au point B ?
4. A quelle différence de pression correspond 1m de colonne d'eau ?
5. A quelle différence de pression correspond 0,5 m de colonne de mercure ?

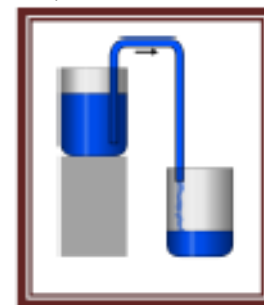
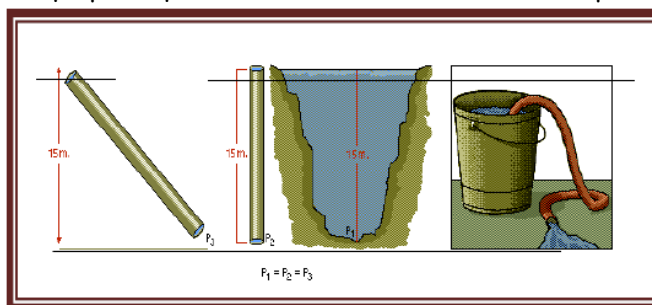
Données :

Masse volumique de l'eau :  $1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

Masse volumique du mercure :  $13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

Accélération de la pesanteur  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

Les lois de la mécanique des fluides s'observent dans de nombreuses situations de la vie quotidienne. Par exemple, la pression  $P_2$  sur la partie inférieure d'un tube de 15 m de longueur et rempli d'eau est identique à celle qui s'exerce au fond d'un lac rempli d'eau de 15 m de profondeur ( $P_1$ ). C'est cette même pression, s'exerçant sur l'extrémité supérieure du tuyau, qui provoque l'écoulement de l'eau dans le siphon (à droite).



**Les différents types de pression :**

La pression absolue : \_\_\_\_\_

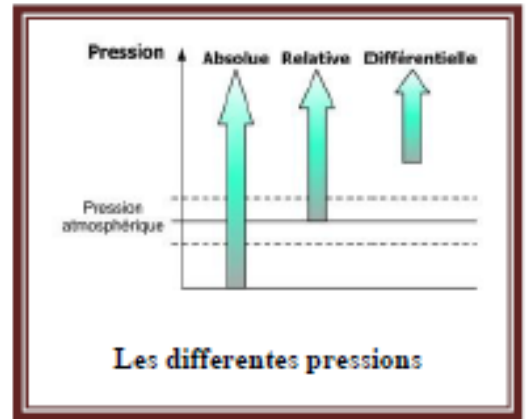
\_\_\_\_\_, dont on tient compte dans les calculs sur les gaz.

La pression atmosphérique ou pression barométrique :

La pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer, à 15 °C, est d'environ 1013 mbar. Elle peut varier, avec la pluie ou le beau temps. Elle est fonction de l'altitude (hydrostatique).

La pression relative : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, c'est donc différence de pression par rapport à la pression atmosphérique. Elle est le plus souvent utilisée, car la plupart des capteurs, sont soumis à la pression atmosphérique. Pour mesurer une pression absolue, il faut faire un vide poussé dans une chambre dite de référence.



**Pression différentielle** : C'est une différence entre deux pressions, dont l'une sert de référence. Une pression différentielle peut prendre une valeur négative.

**Le vide** : Il correspond théoriquement à une pression absolue nulle. Il ne peut être atteint, ni dépassé. Quand on s'en approche, on parle alors de vide poussé.

**Pression de service ou pression dans la conduite** : C'est la force par unité de surface exercée sur une surface par un fluide s'écoulant parallèlement à la paroi d'une conduite.

## 2) La transmission de la pression dans un liquide

Un liquide est incompressible, il transmet intégralement une variation de pression en l'un de ses points à tous les autres points, d'où la relation :

### Application :

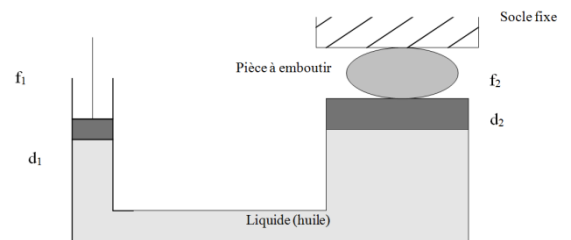
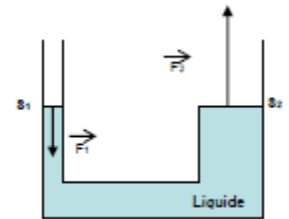
Soit le schéma de principe d'une presse hydraulique,

On donne  $f_1 = 100 \text{ N}$  et  $d_1 = 10 \text{ cm}$  (diamètre du piston)

Le petit piston descend d'une hauteur  $h_1 = 1 \text{ m}$

6. Si le diamètre du grand piston est  $d_2 = 1 \text{ m}$ , quelle est l'intensité de la force  $f_2$  exercée sur le grand piston ?

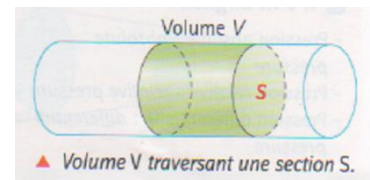
7. De quelle hauteur  $h_2$  monte le grand piston ?



## 3) Généralités : Comment étudier l'écoulement d'un fluide incompressible ?

Si dans une canalisation, la vitesse du fluide en différents points n'évolue pas en fonction du temps, l'écoulement est **stationnaire ou permanent**.

Lors d'un écoulement, pendant une durée  $t$ , le volume  $V$  de masse  $m$  traverse une section droite  $S$  d'un tuyau



## 4) Le débit volumique

Un fluide s'écoule à l'intérieur d'un tube, l'écoulement est permanent si les lignes de courant ne varient pas au cours du temps.

Le débit volumique  $Q$  est le volume  $V$  de fluide écoulé par unité de temps, il s'exprime par la relation :

Pour un écoulement permanent, le débit volumique  $Q$  d'un fluide qui s'écoule par une section  $S$ , à une vitesse  $v$  est égal au produit de cette vitesse par la section, ainsi :

### Application :

Un jardinier remplit son arrosoir de 10 litres en 3 minutes.

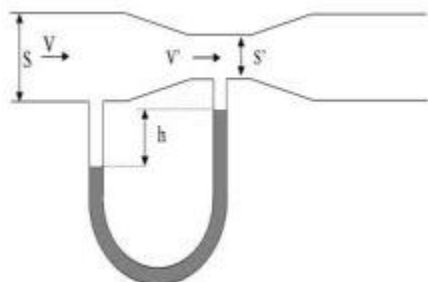
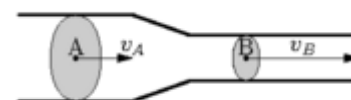
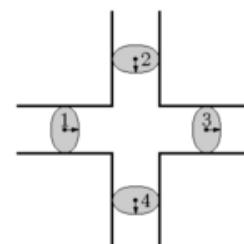
8. Calculer le débit volumique du robinet.

9. Sachant que la section du robinet a un diamètre de 2 cm, calculer la vitesse d'écoulement en sortie du robinet.

### 5) Conservation du débit volumique

Lors d'un écoulement d'un liquide incompressible dans un réseau de canalisation, il y a conservation des débits volumique et massique.

Le fluide s'écoule à l'intérieur d'un tube qui passe d'une section  $S_1$  à une section  $S_2$ , il passe également d'une vitesse d'écoulement  $v_1$  à la vitesse  $v_2$ . Le débit volumique est le même à travers toute section d'un circuit, donc le débit  $Q_1$  au niveau de la première section est égal au débit  $Q_2$ . L'équation de la conservation du débit s'exprime par la relation :



### Application :

Un embout d'arrosage de diamètre intérieur  $d_2 = 3$  cm, est fixé sur un tuyau de diamètre intérieur  $d_1 = 8$  cm. La vitesse d'écoulement de l'eau avant l'embout est  $c_1 = 8$  m.s<sup>-1</sup>.

10. Calculer la vitesse  $c_2$  à la sortie de l'embout d'arrosage ;

11. Calculer le débit volumique du tuyau.

### 6) Débit massique :

Le débit massique  $Q$  est la masse de fluide écoulé par unité de temps, il s'exprime par la relation :

➤ **Auto-évaluez votre niveau de connaissance en cochant la case correspondante : je sais ...**

- Définir la masse volumique et la densité d'un corps
- Choisir et utiliser les unités de pression
- Énoncer le principe fondamental de la statique des fluides
- Définir les différents types de pression
- Définir le débit volumique et le débit massique
- Exprimer la relation de conservation du débit volumique dans une canalisation