

## Chapitre 9

### Les solides, liquides et la pression

Marcher dans la neige fraîche est délicat puisque l'on y enfonce très profondément; avec des skis, on enfonce beaucoup moins.

La force de pesanteur du personnage, qui n'a pourtant pas changé, est cette fois répartie sur une plus grande surface de contact, ce qui en diminue les effets.

#### Pression au contact de deux solides

Le pression entre deux corps solides est une grandeur qui caractérise le contact entre ces corps.

Les effets de ce contact sont d'autant plus marqués que:

- la force qui provoque le contact (force pressante  $\vec{F}$ ) est intense;
- la surface de contact (surface pressée S) est petite.

On définit dans ce cas la pression p par:  $p = \frac{F}{S}$ .

#### Remarques

La force pressante est la composante perpendiculaire de la force qui agit sur la surface pressée.

Pour augmenter l'effet d'une force pressante, on en diminue la surface de contact (couteau aiguisé, punaise, etc.).

Pour diminuer l'effet d'une force pressante, on en augmente la surface de contact (skis, roues de camions, bretelles de sacs à dos, etc.).

#### Unités

L'unité de mesure de pression est le pascal [Pa], du nom du savant français Blaise Pascal (1623-1662).

Une pression de 1 Pa caractérise l'effet d'une force de 1N uniformément répartie sur une surface de 1 m<sup>2</sup>.

Un multiple du pascal est utilisé: l'hectopascal: 1 [hPa] = 100 [Pa].

#### Notes

Le bar (1 bar = 10<sup>5</sup> Pa) et le millibar (1 millibar = 10<sup>2</sup> Pa) sont encore utilisés mais ne font pas partie du système international d'unités.

On rencontre encore des pressions exprimées en atmosphères, dont la valeur est proche du bar.

Il est utile de savoir ce que ces unités représentent mais il ne faut pas les utiliser.

#### La pression dans les fluides

Une pression règne aussi au sein d'un liquide.

Il en résulte l'existence d'une force pressante sur toute surface en contact avec le liquide.

#### Le principe fondamental de l'hydrostatique

La pression varie au sein d'un liquide. On peut s'en rendre compte en nageant sous l'eau: la force pressante que nous ressentons sur nos tympans est plus forte au fond de la piscine que près de la surface.

Centrons l'obturateur du tube de la figure (voir page suivante) en un point A du liquide. Notons S la surface de l'obturateur et F l'intensité de la force pressante exercée par le liquide. La valeur de la pression  $p_A$  au point A du liquide est donnée par:  $p_A = \frac{F}{S}$ .

L'emploi d'une sonde manométrique<sup>1</sup> montre que cette pression dépend de:

- la profondeur  $h_A$  à laquelle se trouve le point considéré sous la surface libre;
- la masse volumique  $\rho_{liq}$  du liquide;
- l'intensité de la gravitation  $g$ ,

ce qui se traduit algébriquement par:  $p_A = \rho_{liq} \cdot g \cdot h_A$ .

Si on tient compte de la pression  $p_{s.l.}$  exercée sur la surface libre, on a:  $p_A = p_{s.l.} + \rho_{liq} \cdot g \cdot h_A$ .

**Remarque**

La pression d'un liquide ne dépend ni de la forme, ni du volume du récipient qui le contient, mais de la hauteur du liquide.

Le principe fondamental de l'hydrostatique exprime, à partir de la relation ci-dessus, la différence de pression  $\Delta p$  entre deux points A et B d'un même liquide à l'équilibre:

$$\Delta p = \rho_{liq} \cdot g \cdot \Delta h, \text{ où } \Delta h \text{ est la différence d'altitude entre A et B.}$$

**Conditions d'équilibre d'un liquide**

D'après le principe fondamental, deux points d'un même liquide à l'équilibre et situés dans un même plan horizontal doivent être soumis à la même pression.

Si ce n'est pas le cas, le liquide va s'écouler du point où la pression est la plus grande vers le point où elle est la plus petite.

C'est le principe des vases communicants.

**Liquides non miscibles**

Certains liquides différents mis dans un même récipient ne se mélangent pas. C'est le cas du mercure, de l'eau et de l'huile. On dit que de tels liquides sont non miscibles. Ils se placent spontanément dans l'ordre décroissant de leurs masses volumiques depuis le fond du récipient.

**Principe de Pascal**

Si l'on modifie la pression en un point d'un liquide, cette variation est transmise en tout point du liquide.

Cette propriété est exploitée dans une presse hydraulique. Deux cylindres de sections différentes sont reliés par un canal et remplis de liquide (en général de l'huile); des pistons couissent dans les cylindres.

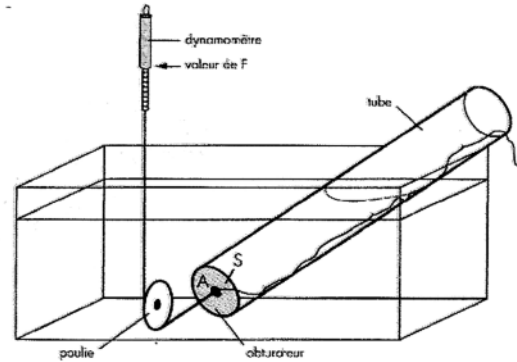
Une lourde charge dont la force de pesanteur a une intensité  $F_p$  est posée sur le grand piston, de section  $S$ ; l'ensemble est équilibré par une force d'intensité  $F$  appliquée sur le petit piston, de section  $S'$ .

Le fardeau provoque une augmentation de pression  $\Delta p = \frac{F_p}{S}$  au sein de tout le liquide, y compris sous le petit piston.

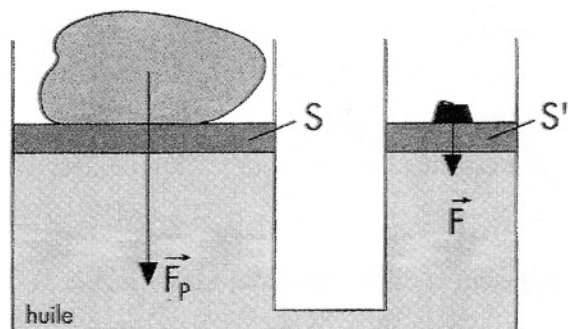
A l'équilibre, cette augmentation de pression est compensée par le petit piston:  $\Delta p = \frac{F}{S'}$ .

L'équilibre de la presse est ainsi donné par  $\frac{F_p}{S} = \frac{F}{S'}$ .

Comme  $S' < S$ , alors  $F < F_p$ . Une force de petite intensité permet d'équilibrer une charge ayant une grande force de pesanteur.



*On tire le dynamomètre vers le haut. A l'ouverture de l'obturateur, le dynamomètre mesure l'intensité de la force pressante.*



*Schéma d'une presse hydraulique.*

<sup>1</sup> Manométrique: qui concerne la mesure des pressions des fluides.

## **Exercices sur le chapitre 9**

### **Les solides, liquides et la pression**

1. Pourquoi un couteau dont le tranchant est émoussé coupe-t-il moins bien qu'un couteau aiguisé ?
  
2. A) Quelle est la pression exercée par les pattes d'un éléphant d'Afrique de 5 tonnes si l'on admet qu'il est immobile et que la surface de contact de chacune de ses pattes avec le sol est un disque de 30 cm de diamètre ?  
  
 B) Comparer cette pression à celle exercée par les sabots d'une vache de 600 kg en admettant que la surface d'un sabot avec le sol est un disque de 10 cm de diamètre.  
  
 C) Comparer cette pression à celle exercée par les talons aiguille d'une femme de 60 kg en admettant que leur surface vaut  $1 \text{ cm}^2$  et qu'ils supportent chacun le quart de la force de pesanteur de la femme.  
 Note: arrondir  $g$  à  $10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .
  
3. Une personne exerce une poussée de 10 N sur la tête d'une épingle. Quel est l'ordre de grandeur de la pression exercée par le pointe de cette épingle si l'on admet que sa surface vaut un centième de millimètre carré ?
  
4. Un bloc d'acier a la forme d'un parallélépipède rectangle de 20 mm sur 20 mm sur 50 mm.  
 A) Quelle est la pression qu'il exerce sur une planche horizontale quand il est posé sur sa face carrée ?  
  
 B) Cette pression varie-t-elle si l'on incline la planche ?

5. La figure représente un réseau de distribution d'eau potable. Quelles sont les pressions, dues à l'eau uniquement, en A, B, C et D, quand tous les robinets sont fermés ?  
 Note: arrondir  $g$  à  $10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

