

## 2 La pression hydrostatique

### 2.1 Définition

On appelle *pression hydrostatique* la pression qui règne au sein d'un liquide en équilibre et qui est due à son propre poids.

### 2.2 Mise en évidence expérimentale

#### 2.2.1 Existence d'une force pressante sur une surface latérale

La membrane élastique bombée vers l'extérieur indique une *force pressante* :

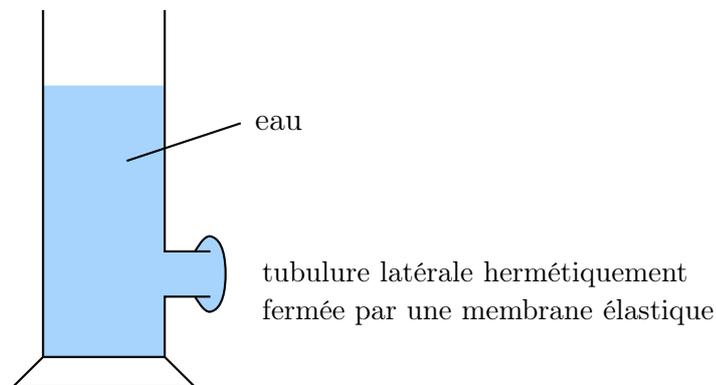


FIGURE II.5 – force pressante sur surface latérale

#### 2.2.2 Existence d'une force pressante à l'intérieur d'un liquide

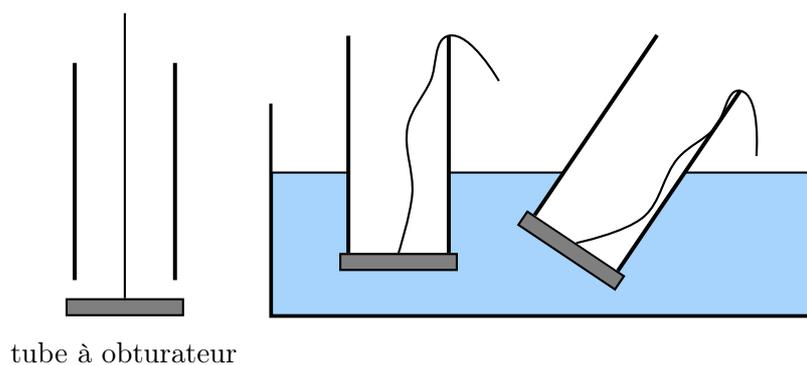


FIGURE II.6 – force pressante à l'intérieur d'un liquide

Le fait que l'obturateur reste appliqué contre le tube cylindrique, quelle que soit l'orientation de celui-ci, montre que le liquide exerce sur lui une *force pressante*, constamment dirigée du liquide vers le tube.

Conclusion : Un liquide en équilibre exerce une *force pressante* sur toute portion de surface en contact avec ce liquide.

### 2.3 La capsule manométrique

Pour mesurer une pression, on peut se servir d'une *capsule manométrique*, raccordée à un *manomètre en U* :

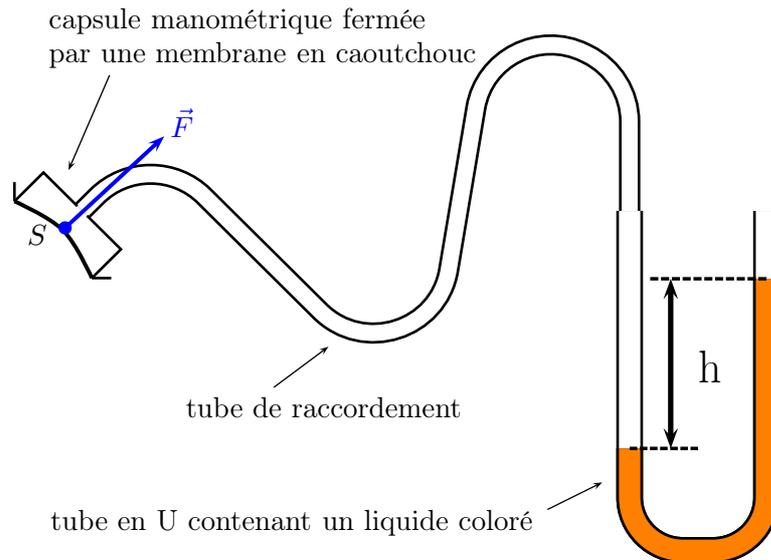


FIGURE II.7 – Capsule manométrique et manomètre en U

Lorsque des forces pressantes s'exercent sur la membrane en caoutchouc, l'air contenu dans le tube de raccordement est comprimée et provoque une *dénivellation* ( $h$ ) du liquide dans le tube en U. La pression  $p$  est alors proportionnelle à cette dénivellation :  $p \sim h$ .

### 2.4 Propriétés de la pression hydrostatique

Plongeons la capsule manométrique dans un récipient rempli d'eau : la dénivellation observée confirme l'existence de la *pression hydrostatique*.

Nous constatons également que la pression hydrostatique :

- augmente progressivement avec la profondeur
- est la même en tout point d'un même plan horizontal  $\rightarrow$  *principe fondamental de l'hydrostatique*
- est indépendante de l'orientation de la surface pressée  $\rightarrow$  *principe de Pascal*

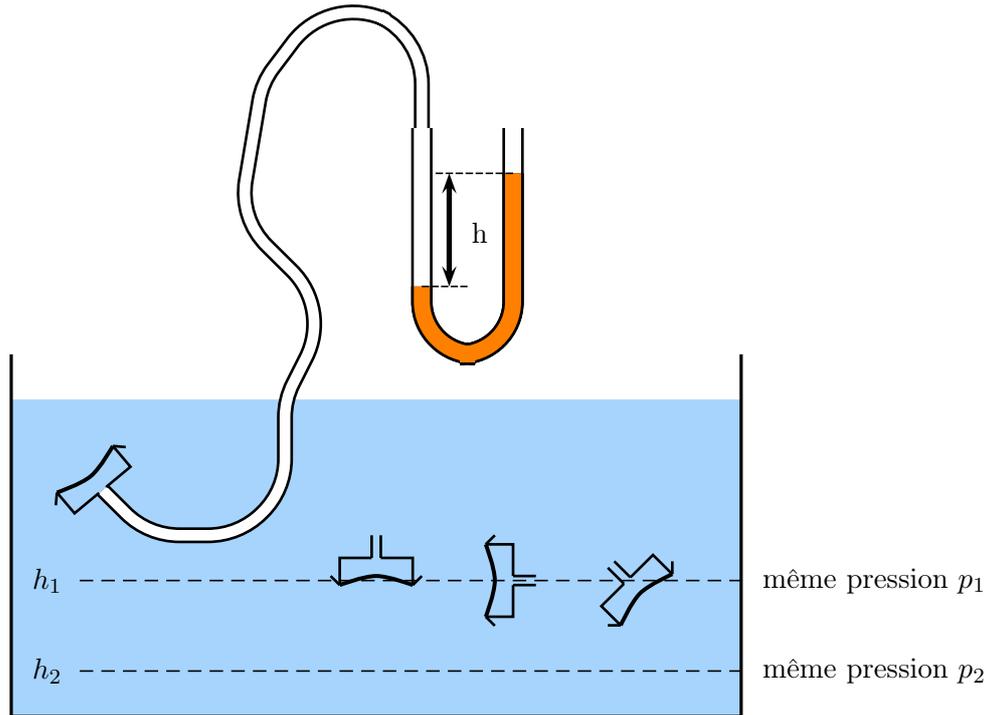
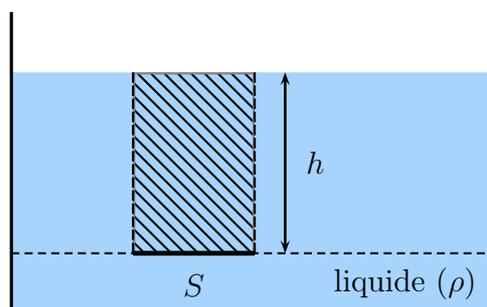


FIGURE II.8 – mesure de la pression hydrostatique

Si enfin nous mesurons la pression hydrostatique régnant à la même profondeur dans trois liquides différents, à savoir l'eau ( $\rho_{H_2O} = 1g/cm^3$ ), l'alcool ( $\rho_{alc.} < \rho_{H_2O}$ ) et la glycérine ( $\rho_{glyc.} > \rho_{H_2O}$ ), nous constatons que *la pression hydrostatique est d'autant plus grande que la **masse volumique** du liquide est plus grande.*

## 2.5 Expression de la pression hydrostatique

Proposons-nous maintenant de calculer la valeur de la pression hydrostatique dans un liquide donné :

FIGURE II.9 – pression hydrostatique agissant sur une surface  $S$  à une profondeur  $h$ 

Considérons une surface  $S$  se trouvant à une profondeur  $h$  dans un liquide en équilibre de masse volumique  $\rho$ .

Sur la surface  $S$  considérée repose une colonne du liquide de hauteur  $h$ . Le poids de cette colonne vaut :

$$\begin{aligned} P &= m \cdot g \\ \Leftrightarrow P &= \rho_{liq.} \cdot V \cdot g \quad (m = \rho_{liq.} \cdot V) \\ \Leftrightarrow P &= \rho_{liq.} \cdot S \cdot h \cdot g \quad (V = S \cdot h) \end{aligned}$$

Le poids  $\vec{P}$  constitue ainsi une *force pressante*, s'exerçant sur la surface  $S$ . Il provoque ainsi dans la couche observée la pression :

$$\begin{aligned} p &= \frac{P}{S} \\ \Leftrightarrow p &= \frac{\rho_{liq.} \cdot S \cdot h \cdot g}{S} \\ \Leftrightarrow p &= \rho_{liq.} \cdot g \cdot h \end{aligned}$$

La pression hydrostatique dans un liquide de masse volumique  $\rho_{liq.}$  et à une profondeur  $h$ , est donnée par l'expression :

$$p = \rho_{liq.} \cdot g \cdot h$$

## 2.6 Le paradoxe hydrostatique

Mesurons la pression hydrostatique au fond de *réipients de formes diverses*. La pression provoque la déformation d'une membrane en caoutchouc qui ferme le récipient à sa base.

Cette déformation est indiquée par l'intermédiaire d'un levier.

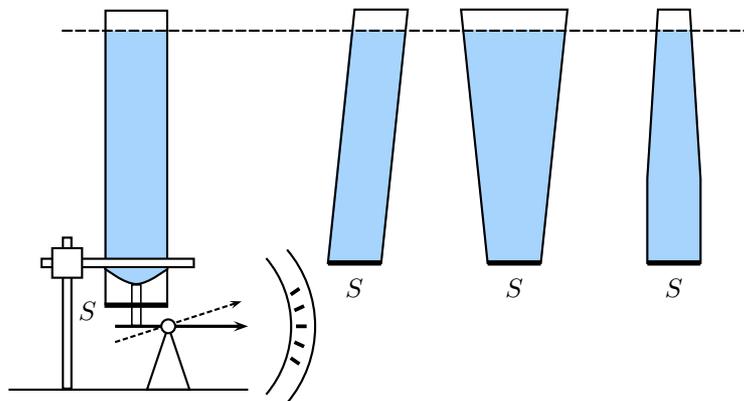


FIGURE II.10 – pression hydrostatique dans des vases de formes différentes

Conclusion : La pression hydrostatique au fond des divers récipients est **indépendante de la forme** de ces récipients. C'est le *paradoxe hydrostatique*.

## 2.7 Vases communicants

On appelle *vases communicants* des vases de *formes quelconques*, ouverts à l'air libre et reliés entre eux.

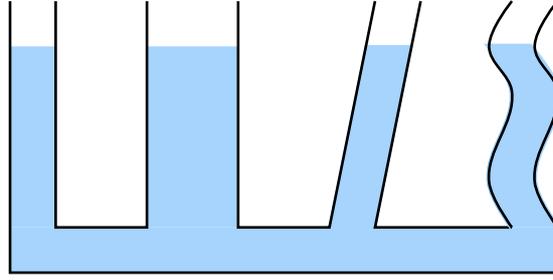


FIGURE II.11 – Vases communicants

Lorsqu'on verse un liquide dans des vases communicants, celui-ci coule dans tous les récipients et les *niveaux libres* du liquide dans les divers récipients se trouvent dans *un même plan horizontal*.

Applications :

- indicateur de niveau
- distribution d'eau dans les villes
- niveau d'arpenteur
- écluse
- siphon
- ...

Explication : Si on verse du liquide supplémentaire dans le tube 2 ci-dessous, on a :

$$p_1 < p_2 \quad \text{car} \quad h_1 < h_2$$

⇒ le liquide s'écoule du vase 2 dans le vase 1. L'écoulement s'arrête lorsque  $p_1 = p_2$ , c.à.d. lorsque  $h_1 = h_2$ , donc lorsque les surfaces libres dans les deux récipients se trouvent dans le même plan horizontal.

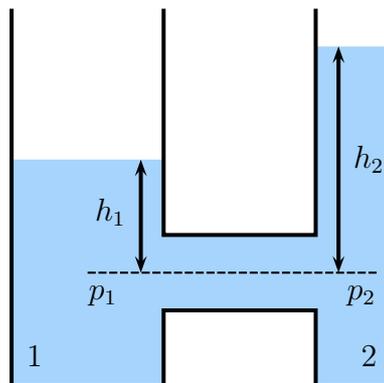


FIGURE II.12 – Ecoulement d'un liquide dans des vases communicants