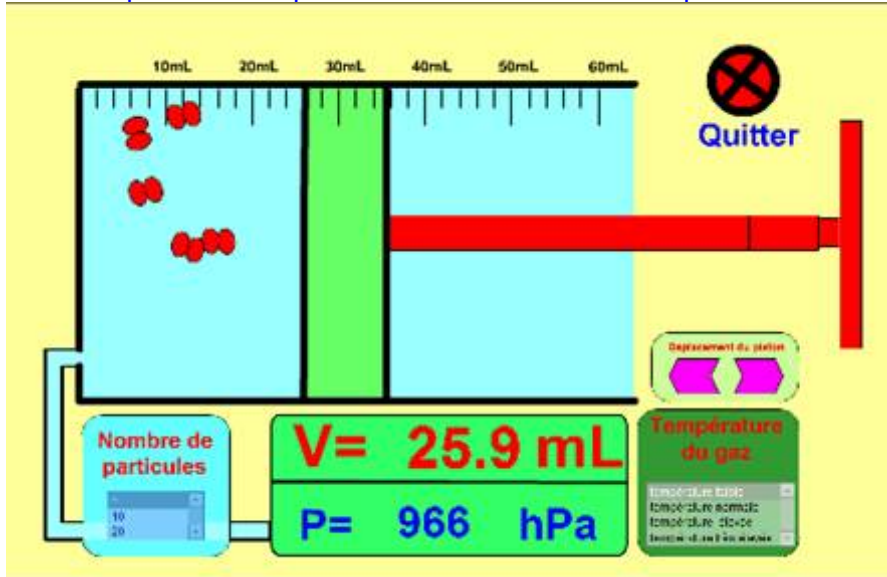


# Chapitre 18 : Pression et température

## I) DESCRIPTION D'UN GAZ

### 1. A l'échelle microscopique

[Animation : pression, température, volume et nombre de particules dans un](#)



### [piston](#)

Un gaz est constitué d'un ensemble de molécules (ou parfois d'atomes dans le cas des gaz rares) assez éloignées les unes des autres. Ces atomes ou ces molécules sont en agitation permanente et désordonnée.

**Exemple :** le gaz dioxygène composé de molécules de dioxygène ( $O_2$ ). Le gaz néon composé d'atome de néon (Ne)

### 2. description d'un gaz à l'échelle macroscopique (échelle humaine)

Il est impossible et trop compliqué, de décrire un gaz à l'échelle microscopique, car les molécules sont en nombre trop important et il faudrait connaître un trop grand nombre de paramètres (vitesse, position, masse etc....).

On utilise alors, pour décrire l'état d'un gaz, des grandeurs macroscopiques, facilement accessibles à la mesure :

- la pression P en pascal (symbole Pa)

- la température T (en kelvin, symbole K)
- le volume V (en mètre cube, symbole  $m^3$ )
- la quantité de matière n de gaz (en **mole**, symbole mol).

Ces grandeurs qui permettent de décrire l'état d'un gaz sont appelées : **variables d'état**.

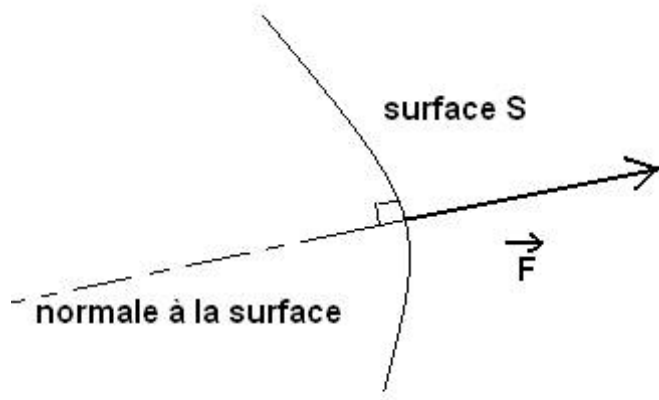
## II) NOTION DE PRESSION :

### 1. Mise en évidence des forces pressantes :

On place un ballon de baudruche contenant très peu d'air sous une cloche à vide (1). On fait ensuite le vide d'air sous la cloche. On observe alors que le ballon se gonfle. Son enveloppe se tend et son volume augmente.

La face interne du ballon est soumise au bombardement par les molécules enfermées dans le ballon. La face externe est soumise à très peu de chocs moléculaires car le vide partiel a été fait dans la cloche. Sous l'action de ce bombardement déséquilibré, le ballon gonfle!

Une surface en contact avec un gaz est soumise à un très grand nombre de **chocs des molécules de gaz (aspect microscopique)**. Il en résulte, sur cette surface, une force appelée **force pressante (aspect macroscopique)**.



### 2. Définition :

Soit F la valeur de la force pressante s'exerçant sur une surface plane d'aire S. La pression P résultant de cette force est égale au rapport de la force F sur la surface S.

$$P = \frac{F}{S}$$

Unités : P en pascal (Pa) ; F en Newton (N) ; S en mètre carré ( $m^2$ ).

La force pressante est orthogonale à la surface sur laquelle elle s'exerce.

Autres unités de pression :

- le bar: **1 bar =  $10^5$  Pa** (industrie) ;
- l'hectopascal: **1 hPa = 100 Pa** (météorologie) ;
- l'atmosphère: **1 atm =  $1,013 \cdot 10^5$  Pa** ;

**Exemple** : on pose une masse  $m = 1,6$  kg sur une main. La surface de contact est  $S = 16$   $cm^2$ . Calculer la pression exercée par la masse.

1) données :  $g = 9,8$   $N \cdot kg^{-1}$  ;  $S = 16$   $cm^2 = 16 \times (10^{-2})^2 = 16 \times 10^{-4}$   $m^2$  ;  $m = 1,6$  kg

2) formule:  $P = F/S$

$P = m.g/S$

3) calcul

$P = (1,6 \times 9,8) / (16 \times 10^{-4}) = 9,8 \times 10^4 \text{ Pa}$

La pression qui s'exerce sur le livre est de 1 bar environ (l'équivalent de la pression atmosphérique).

### 3. la pression atmosphérique

La **pression atmosphérique** est la pression exercée par l'air qui nous entoure.

Au niveau du sol la pression atmosphérique notée  $P_{\text{atm}}$  est:

$P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$ .

**Activité: (wikipédia):** à partir du tableau suivant, établir comment évolue la pression en fonction de l'altitude? Pour quelle raison?

e	Nom de la couche	Hauteur de la base $h$ (en km)	Pression atmosphérique à la base $p$ (en Pa)
0	<a href="#">Troposphère</a>	0,0	101 325
1	<a href="#">Tropopause</a>	11,000	22 632
2	<a href="#">Stratosphère</a>	20,000	5 474,9
3	Stratosphère	32,000	868,02
4	<a href="#">Stratopause</a>	47,000	110,91
5	<a href="#">Mésosphère</a>	51,000	66,939
6	Mésosphère	71,000	3,9564
7	<a href="#">Mésopause</a>	84,852	0,3734

La pression atmosphérique diminue avec l'altitude. Plus l'altitude s'élève moins il y a de molécules par  $\text{m}^3$  d'air et plus les forces pressantes sont faibles.

### 4. Mesure de la pression d'un gaz :



manomètre relatif



baromètre

La pression se mesure avec un manomètre. Les baromètres mesurent la pression atmosphérique.

**Les manomètres absolus** donnent la valeur de la pression du gaz par rapport au vide. **Les manomètres relatifs** donnent la pression du gaz par rapport à la pression atmosphérique.

[Animation : le manomètre de Bourdon](#)

### III) TEMPERATURE ET AGITATION THERMIQUE

Activité: cliquer sur [l'animation](#), augmenter la température, quelle remarque faites vous sur l'agitation moléculaire quand la température augmente?

#### 1) de quoi dépend la température d'un corps ?

La température d'un corps, à l'état solide, liquide ou gazeux, est liée à l'agitation des molécules qui le constituent. Plus les molécules sont agitées (plus leur vitesse est importante) plus la température est élevée.

#### 2) appareils de mesure de température

La température se mesure avec un **thermomètre**. Il comporte un capteur mettant en jeu un phénomène physique variant avec la température.

Les phénomènes les plus courants sont :

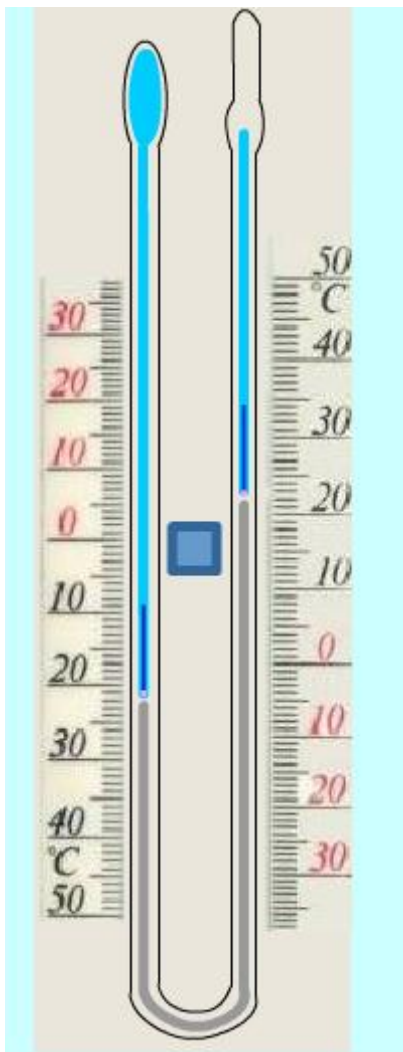
- **La dilatation d'un liquide:** (expérience du ballon) thermomètre usuel à alcool ou à mercure,
- La résistance électrique d'un conducteur : thermomètre électronique
- **L'émission de rayonnement** : thermomètre à rayonnement infrarouge.

[Animation :](#)

- [le thermomètre de Galilée](#) ;

- [le thermomètre à mercure](#)

Pour repérer la température d'un corps la sonde du thermomètre doit être en contact avec le corps suffisamment longtemps : la sonde et le corps doivent être en **équilibre thermique**.



### 3) échelles de température

L'échelle légale de température est l'échelle **de température absolue** dont l'unité est le **Kelvin (K)**.

Une échelle très utilisée est l'échelle **Celsius** dont l'unité est le **degré Celsius (°C)**.

La **température absolue**, notée **T** et la température Celsius notée **θ** sont liées par la relation :

$$T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15$$

En l'absence de toute agitation thermique, la température absolue T est égale à 0 K : c'est le **zéro absolu**. Il n'existe pas de température inférieure à 0 K. A cette température les entités chimiques sont **immobiles**.

**Exemple:** quelle est la température absolue T à la température  $\theta = 0^{\circ}\text{C}$ ? Quelle est la température  $\theta_1$  à la température  $T_1 = 293 \text{ K}$

1)  $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15 \approx 273 \text{ K}$

2)  $T_1(\text{K}) = \theta_1(^{\circ}\text{C}) + 273,15$

$\theta_1(^{\circ}\text{C}) = T_1(\text{K}) - 273,15 = 293 - 273,15 \approx 20^{\circ}\text{C}$

### IV) Relation entre pression P et volume V

#### 1) cas des gaz : loi de Boyle-Mariotte

**Activités:** Reprendre [l'animation](#) du I) faire varier le volume du piston en réglant successivement les valeurs du tableau ci dessous. Noter la pression P et effectuer le produit P.V pour chaque mesure. Remplir le tableau suivant. Quelle conclusion en tirez vous? On prendra 5 particules et une température normale.

P (hPa)	V (mL)	PV (hPa.mL)
	54	
	31	
	6,2	

**Loi de Boyle-Mariotte (1662):** A température constante, pour une quantité donnée de gaz, le produit de la pression P par le volume V occupé par le gaz est constant :

P.V = constante

Application: la plongée

## 2) Relation entre pression P et profondeur h : cas des liquides

**Activités:** cliquer sur l'animation suivante et remplir le tableau suivant.

Animation : pression en fonction de la profondeur de liquide

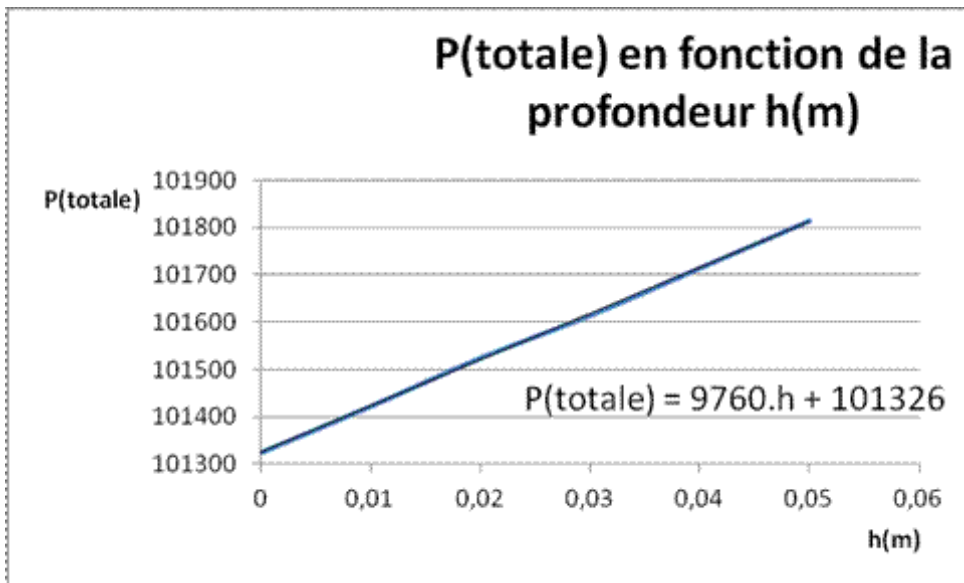
hauteur ou profondeur ( $\times 10^{-2}$ m)	pression hydrostatique P(Pa)	pression totale: $P(\text{totale})= P(\text{atm})+P$ (Pa)
0	0	101325
1,0	98	101423
2,0	$2,0 \times 10^2$	101525
3,0	$2,9 \times 10^2$	101615
4,0	$3,9 \times 10^2$	101715
5,0	$4,9 \times 10^2$	101815

Question:

- Tracer la courbe P(totale) en fonction de la profondeur h(m)

- sachant que la masse volumique p du liquide vaut  $p = 1,00 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$  et que l'intensité du champ de pesanteur terrestre vaut  $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$  donner la relation entre P(totale), P(atm), g et h.

Réponse:



La pression dans un liquide augmente avec la profondeur. A une profondeur  $h(m)$ , dans un liquide de masse volumique  $\rho(kg/m^3)$  la pression  $P$  est donnée par la formule :

$$P = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h$$

$g$  : intensité du champ de pesanteur terrestre  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

$P_{atm}$  (pression atmosphérique) =  $10^5 \text{ Pa}$

Dans le cas où le liquide est l'eau, sa masse volumique étant  $\rho(eau) = 1,00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , la relation devient:

$$P = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h = 101325 + 1,00 \times 10^3 \times 9,8 \times h$$

$$P = 101325 + 9,8 \times 10^3 \times h$$

**Exemple** : un plongeur se trouve à  $h = 10 \text{ m}$  de profondeur. La masse volumique de l'eau est  $\rho(eau) = 1,00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Calculer la pression  $P$  à cette profondeur

La pression à cette profondeur est:

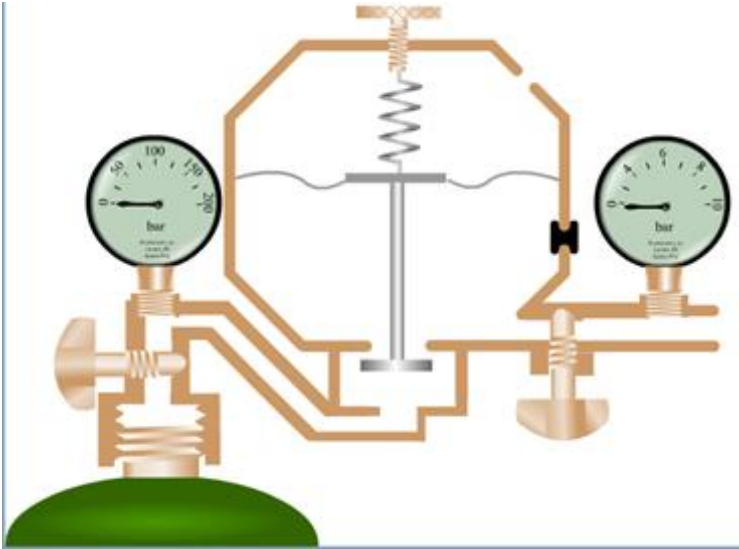
$$P = P_{atm} + \rho \cdot g \cdot h = 1,0 \times 10^5 + 1,0 \times 10^3 \times 9,8 \times 10 = 2,0 \times 10^5 \text{ Pa} = 2 \text{ bar environ.}$$

A 10 m de profondeur la pression est deux fois plus forte qu'à la surface. A 20 m elle est 3 fois supérieure, etc

## V) application au sport

### 1) la plongée

## Animation : le détendeur de pression



Lors d'une plongée subaquatique, la pression de l'eau augmente avec la profondeur, dans les bouteilles le gaz est stocké sous haute pression. Le détendeur permet d'égaliser la pression de l'air que respire le plongeur avec celle du milieu extérieur.

### 2 dangers de la plongée :

1) L'air respiré par le plongeur se retrouve dans les cavités de volume  $V_1$  du poumon. A haute profondeur on note la pression  $P_1$ . Lorsque le plongeur remonte à la surface la pression diminue on la note  $P_2$ ,  $P_2 < P_1$ .

Or d'après la loi de Boyle Mariotte  $P.V = \text{constante}$ . Par conséquent le volume des cavités noté  $V_2$  va être supérieure à  $V_1$  :

$$P_1.V_1 = P_2.V_2$$

Le volume des cavités va augmenter avec des risques de détérioration.

2) la quantité d'air dissous dans le sang augmente avec la pression : sa solubilité augmente avec la pression. Au cours de la remontée de l'air repasse sous forme gazeuse, on retrouve du gaz dans le sang et sont évacuées par la respiration, mais peuvent également bloquer le cœur ou les veines.

### 2) en altitude

La pression atmosphérique diminue quand l'altitude augmente.

Au niveau de la mer,  $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5$  Pa une inspiration de 5 litre d'air fait entrer 0,042 mol de dioxygène dans le sang.

A 2200 m,  $P_{\text{atm}} = 0,775 \times 10^5$  Pa, une inspiration de 5 L fait entrer uniquement 0,032 mol de dioxygène dans les poumons. Les performances des sportifs faisant du fond sont moins élevées.