

### Dilatation thermique des liquides :

Comme les solides, les liquides subissent aussi des dilatations thermiques quand on les chauffe. Il faut noter que les liquides épousent la forme du récipient dans lequel ils se trouvent, la dilatation thermique du liquide est une fraction du volume initialement rempli. La dilatation thermique des liquides est aussi utilisée pour les thermomètres et dans la fabrication de commutateurs (thermostats) dépendant de la température.

Lorsqu'ils sont soumis à une élévation de température, les molécules accumulent de l'énergie sous forme cinétique (le mouvement de translation) et de rotation : les liquides augmentent de volume. L'accumulation d'énergie avec la température augmente l'importance du mouvement brownien. Il en résulte une dilatation du volume. On dira que le liquide possède un coefficient de dilatation thermique. Ce coefficient exprime l'augmentation  $\Delta V$  d'un volume  $V$  pour une élévation de  $1^\circ\text{C}$ . Ou encore :

$$V = V_0(1 + \beta \cdot T)$$

avec,

$V$  : volume à la température  $T$ ,

$V_0$  : volume à  $0^\circ\text{C}$ ,

$\beta$  : coefficient de dilatation thermique volumique ( $^\circ\text{C}^{-1}$ ),

$T$  : Température ( $^\circ\text{C}$ )

Le liquide le plus important en construction, dont nous devons connaître la capacité de dilatation, est l'eau. Le coefficient de dilatation de l'eau varie fortement en fonction de la température.

Température ( $^\circ\text{C}$ )	La densité	Coefficient de dilatation thermique ( $^\circ\text{C}^{-1}$ )
10	0,9997	$6,00 \cdot 10^{-5}$
20	0,9982	$1,50 \cdot 10^{-4}$
40	0,9922	$3,00 \cdot 10^{-4}$
80	0,9718	$5,84 \cdot 10^{-4}$
100	0,9543	$6,82 \cdot 10^{-4}$

**Tableau : Dilatation thermique de l'eau.**

Remarque :

Quand on mesure la dilatation d'un liquide dans un récipient, on prend en compte la dilatation du liquide (dilatation absolue), mais aussi la dilatation du solide constituant le récipient : on observe la dilatation apparente du liquide.

Au cours de l'élévation de température, la variation :

- ✓ du volume du récipient :  $\Delta V^{rec} = V_0 k \cdot \Delta T$
- ✓ du volume du liquide :  $\Delta V_{liq}^{réelle} = V_0 \beta \cdot \Delta T$
- ✓ apparente du volume du liquide est :  $\Delta V_{liq}^{app} = V_0 \beta' \cdot \Delta T$
- ✓ les trois variations sont liées par :  $\Delta V_{liq}^{app} = \Delta V_{liq}^{réelle} - \Delta V^{rec}$

on obtient ;

$$\beta' = \beta - k$$

Exemple :

Un ballon de verre de  $50000 \text{ cm}^3$  est rempli de mercure à  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Quel volume de mercure débordera du ballon si la température est portée à  $38 \text{ }^\circ\text{C}$  ?

$\beta'$  (verre) =  $7 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  ;  $\beta$  (mercure) =  $17 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

### Dilatation thermique des gaz :

Les dilatations des solides et des liquides ont été implicitement supposées produites par une élévation de température à pression constante. Pour les gaz une variation du volume entraîne nécessairement une variation de la pression et de la température.

- ✓ à pression constante,
- ✓ à volume constant.

### Coefficient de dilatation thermique à pression constante :

Soit  $V_0$  le volume à  $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ , et  $V$  le volume à la température  $T$ . Le coefficient de dilatation thermique du gaz à pression constante  $\alpha_{0 \rightarrow T}$  quand la température passe de  $0^\circ\text{C}$  à  $T \text{ }^\circ\text{C}$ , par degré est donnée par :

$$\alpha_{0 \rightarrow T} = \frac{1}{T} \frac{V - V_0}{V_0} = \frac{1}{V_0} \frac{V - V_0}{T}$$

De même entre  $T$  et  $T'$ , on peut écrire :

$$\alpha_{T \rightarrow T'} = \frac{1}{V} \frac{V' - V}{T' - T}$$

Si,  $T' = T + \Delta T$  et  $V' = V + \Delta V$ , on obtient ;

d'où,

$$\alpha_{T \rightarrow T+\Delta T} = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

Lorsque  $\Delta T \rightarrow 0$ , on aura :

$$\alpha_T = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$$

### Coefficient de dilatation thermique à volume constant :

Soit  $p_0$  la pression à  $T = 0^\circ\text{C}$ , et  $p$  la pression à la température  $T$ . Le coefficient de dilatation thermique du gaz à volume constant  $\beta_{0 \rightarrow T}$  quand la température passe de  $0^\circ\text{C}$  à  $T^\circ\text{C}$ , par degré est donnée par :

$$= \frac{1}{p_0} \frac{p - p_0}{T}$$

De même entre  $T$  et  $T'$ , on peut écrire :

$$\beta_{T \rightarrow T'} = \frac{1}{p} \frac{p' - p}{T' - T}$$

Si,  $T' = T + \Delta T$  et  $p' = p + \Delta p$ , on obtient ;

d'où,

$$\beta_{T \rightarrow T+\Delta T} = \frac{1}{p} \frac{\Delta p}{\Delta T}$$

d'où,

$$\beta_{T \rightarrow T+\Delta T} = \frac{1}{p} \frac{\Delta p}{\Delta T}$$

Lorsque  $\Delta T \rightarrow 0$ , on aura :

$$\beta_T = \frac{1}{p} \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v$$

### ✓ Loi de Gay-Lussac

Les coefficients de dilatation thermique à volume constant:  $\alpha_{0 \rightarrow T}$  et à pression constante :  $\beta_{0 \rightarrow T}$  sont égaux et valent :  $\alpha_{0 \rightarrow T} = \beta_{0 \rightarrow T} = \frac{1}{273,15} = 3,661 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Cette loi est d'autant plus vraie que la pression est faible.