

Propriétés Thermiques des Matériaux

1- Introduction :

Le thermique est le domaine de la physique qui traite des échanges thermiques, dans un système ou entre système, qui entraînent ou non une transformation du matériau et, par ses applications. Nous nous proposons, dans ce chapitre, d'étudier les propriétés thermiques macroscopiques, à savoir la conductivité thermique équivalente et la capacité thermique.

2- Capacité thermique :

La capacité thermique d'un matériau correspond à l'énergie qu'il faut lui apporter pour augmenter sa température d'un degré. La capacité thermique, exprimée en joule par kelvin ($J \cdot K^{-1}$) et désignée par la lettre « C » en majuscule, traduit l'aptitude d'un matériau à absorber une quantité de chaleur (Q) et à s'échauffer de dT :

$$C = \frac{\partial Q}{dT}$$

Cette augmentation de température peut se produire soit à volume constant (C_v), soit à pression constant (C_p).

Remarque :

Dans la pratique, on utilise plus souvent la capacité thermique massique, désignée par la lettre « c » en minuscule, qui s'exprime en $J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$:

$$c = \frac{C}{m} = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial Q}{dT} \right)$$

La capacité thermique massique est également appelée *chaleur massique*.

2.1 Capacité thermique à volume constant (C_v) :

La capacité calorifique à volume constant, C_v , est égale à la dérivée partielle de l'énergie interne par rapport à la température à volume constant :

$$C_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_v$$

2.2 Capacité thermique à pression constant (C_p) :

La capacité calorifique à pression constant, C_p , est égale à la dérivée partielle de l'énergie interne par rapport à la température à pression constant :

$$C_p = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_p$$

Chapitre. 2

2.3 Chaleur massique des solides et liquides :

Pour un liquide ou un solide, la chaleur spécifique à pression constante est égale à la chaleur spécifique à volume constant : $C_p = C_v = c$. Ces propriétés thermodynamique ne dépendent que de la température. Le tableau suivant donne les chaleurs massiques de quelques corps dans les conditions normales de température et de pression : $P = 1 \text{ atm}$: et $T = 0^\circ \text{C}$.

<i>Corps</i>	$c(\text{KJ}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1})$
Argile	0,92
Diament	0,62
Cuivre	0,37
Verre cristal	0,50
Pierre	0,87
Acétone	2,13
Pétrole	2,13
Acool éthylique	2,30
Eau de mer	3,93

Remarque :

Pour évaluer c_v , on considère en première approximation que les atomes d'un solide se comportent comme ceux d'un gaz monoatomique porté à la température T , sous l'effet de l'agitation thermique, ces atomes acquièrent une énergie de vibration de $3k_B T$ par atomes ou de $3RT$ par mole.

2.4 Chaleur massique d'un gaz

Quand on chauffe un gaz, il peut subir une variation de volume et produire un travail extérieur. Ce travail retire au gaz une quantité d'énergie susceptible d'accroître son échauffement. La quantité de chaleur qu'il faut fournir à une masse m de gaz pour élever sa température est fonction de la manière dont s'effectue l'échauffement.

Si la quantité de chaleur Q est fonction des conditions l'échauffement : il en est donc de même pour la chaleur massique c :

- ✓ Si échauffement à volume constant $\rightarrow (Q_v, c_v)$
- ✓ Si échauffement à pression constante $\rightarrow (Q_p, c_p)$

d'où,

la chaleur massique d'un gaz à volume constant est :

$$c_v = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial Q_v}{\partial T} \right)$$

la chaleur massique d'un gaz à volume constant est :

Chapitre. 2

$$c_p = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial Q_p}{dT} \right)$$

Le tableau suivant donne les chaleurs massiques C_p de gaz à pression constante dans les conditions atmosphériques normales.

<i>Corps</i>	<i>Température (°C)</i>	<i>c_p(KJ·K⁻¹·kg⁻¹)</i>
Air sec	0-100	1
Argon	15	0,52
Dioxygène	13-207	0,92
Vapeur d'eau	100	2

✓ **Remarque :**

Dans le cas des gaz parfaits, les chaleurs massiques c_p et c_v sont indépendantes de la température.