

III. Propriétés physiques des céramiques

• Dilatation thermique

▪ Définition

Capacité d'allongement des dimensions de la matière pour une augmentation de température donnée.

▪ Coefficient de dilatation thermique

La dilatation thermique est exprimée par le **coefficient d'expansion thermique linéaire** (α). Pour un matériau **isotrope** (comportement identique dans toutes les directions), Le coefficient est exprimé par la formule suivante :

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta T} \quad [^{\circ}\text{C}^{-1}]$$

Δl la variation de longueur en mètre (m) ;

$\Delta T = T - T_0$ la variation de température en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

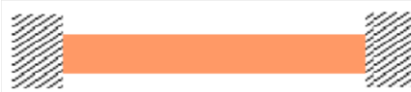
Le coefficient de dilatation thermique isobare (sous pression c^{ste}) du système est exprimé par le **coefficient de dilatation volumique** (β), il décrit le changement de volume à pression constante en fonction de T :

$$\beta = 3\alpha$$

*Remarque : Si le matériau est **anisotrope**, le coefficient de dilatation varie selon la direction considérée. C'est le cas de certains matériaux céramiques qui peuvent avoir un coefficient négatif dans une certaine direction.*

▪ Contraintes thermiques de dilatation

Soit un barreau encastré, extrémités bloquées, soumis à une variation de température ΔT .



Lorsque la dilatation thermique est empêchée mécaniquement, on se retrouve dans le cas d'une déformation imposée (paralysée) par une force extérieure, une contrainte se développe.

Rappelant qu'une déformation thermique est proportionnelle à la variation de température ΔT , par le coefficient de dilatation thermique α .

$$\varepsilon_{thermique} = \varepsilon_{th} = \alpha \cdot \Delta T$$

D'où la contrainte d'origine thermique est donnée par :

$$\sigma_{thermiques} = E \varepsilon_{th} = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

▪ Bilan

❖ Les coefficients de dilatation (à T ambiante) de quelques céramiques usuelles sont donnés dans la tableau.

Matériaux	Polystyrène	Aluminium	Fer	Al_2O_3	SiC	SiO_2 (verre)
Coefficient de dilatation (K^{-1})	$63 \cdot 10^{-6}$	$24 \cdot 10^{-6}$	$12 \cdot 10^{-6}$	$9 \cdot 10^{-6}$	$4.5 \cdot 10^{-6}$	$0.5 \cdot 10^{-6}$

- ❖ Les déformations thermiques peuvent être réversibles si les contraintes développées restent dans le domaine élastique du matériau employé. Mais une déformation permanente ou un endommagement peut en résulter si la limite élastique est dépassée.
- ❖ Pour rendre une céramique plus résistante aux chocs thermiques, on peut par exemple la recouvrir d'une couche protectrice à faible coefficient de dilatation (Ex : Le glaçage de la vaisselle en céramique assure l'imperméabilité et sert de renforcement).
- ❖ L'expansion thermique est utilisée dans des actionneurs (thermostat). Si on fixe deux lames de matériaux différents l'un à l'autre, la différence en expansion résulte dans une flexion de la structure (voir figure). D'autres utilisations sont notamment comme déclencheur d'alarme contre les incendies.

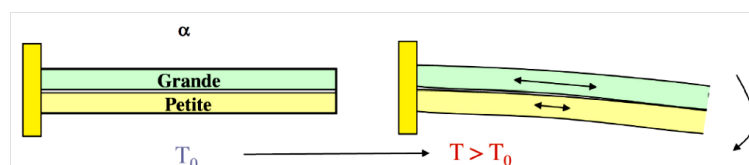


Fig. Actionneur thermique basé sur des bilames avec des coefficients d'expansion thermique différents.