Chapitre 1

Dilatation thermique d'un matériau isotrope

A la fin de ce chapitre, vous serez capable de :

- définir et utiliser le coefficient de dilatation thermique linéique
- définir et utiliser le coefficient de dilatation thermique volumique

Nous allons considérer dans ce chapitre uniquement des matériaux **isotropes**. Dans le cas où le matériau n'est pas isotrope, la dilatation n'est pas la même dans toutes les directions et il est alors nécessaire d'introduire le tenseur de dilatation thermique.

1.1 Le coefficient de dilatation thermique linéique

La figure 1.1 montre l'expérience que nous allons considérer pour introduire le coefficient de dilatation linéique. Nous chauffons une barre de longueur L_0 à la température T pour l'amener à une température $T + dT$ en gardant la pression constante. La longueur de la barre augmente de la quantité dL pendant le chauffage. Nous pouvons caractériser la dilatation thermique du matériau par le coefficient de dilatation linéique défini par :

$$\boxed{\alpha = \frac{1}{L_0}\left(\frac{\partial L}{\partial T}\right)_P} \tag{1.1}$$

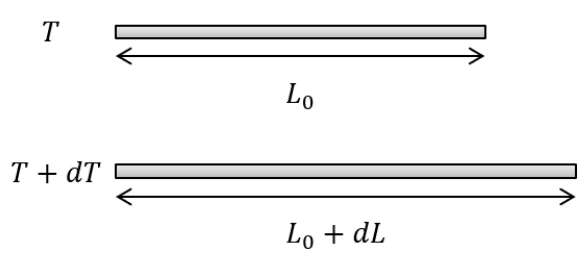

FIGURE 1.1: Notations utilisées pour exprimer le coefficient de dilatation linéique.

Dans le cas où α est constant, une variation macroscopique ΔL du matériau est donnée par :

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

C'est cette dernière formule que nous allons concrètement utiliser car nous allons considérer α constant sur la plage de température considérée.

La dilatation est un phénomène important à prendre en compte dans la fabrication des bâtiments et ouvrages d'art. Il existe ainsi plusieurs types de joints de dilatation dont l'emplacement est calculé pour permettre à la structure de se déformer sans rompre.

FIGURE 1.2: Exemple de joint de dilatation -appelée joint de chaussée - avant le tablier d'un pont.

✍ **Vous pouvez maintenant faire les exercices 1, 2 et 3.**

1.2 Coefficient de dilatation thermique volumique

La figure 1.3 montre l'expérience que nous allons considérer pour introduire le coefficient de dilatation volumique. Nous chauffons un parallélépipède rectangle de dimension L_1, L_2 et L_3 à la température T pour l'amener à une température $T + dT$ en gardant la pression constante. La longueur de chaque coté augmente des longueurs dL_1, dL_2 et dL_3 pendant le chauffage. Nous pouvons caractériser la dilatation thermique du matériau par le coefficient de dilatation volumique définit par :

$$\boxed{\beta = \frac{1}{V_0}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P} \tag{1.2}$$

Nous pouvons exprimer le coefficient de dilatation volumique en fonction du coefficient de dilatation linéique dans le cas d'un matériau isotrope. Nous avons en effet $dV = (L_1+dL_1)(L_2+dL_2)(L_3+dL_3)-L_1L_2L_3 = L_1L_2dL_3+L_1L_3dL_2+L_2L_3dL_1$ à l'ordre 1 en dL. Ainsi $dV = \alpha dT(L_1L_2L_3 + L_1L_3L_2 + L_2L_3L_1) = V_0 3\alpha dT$ d'où :

$$\boxed{\beta = 3\alpha} \tag{1.3}$$

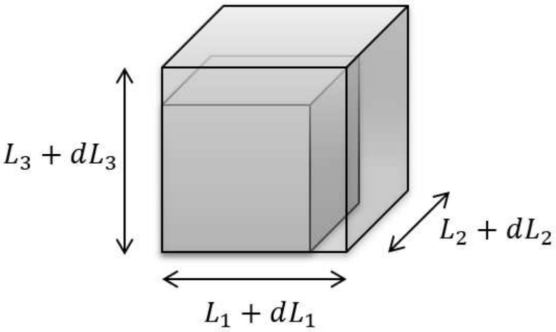

FIGURE 1.3: Notations utilisées pour exprimer le coefficient de dilatation volumique.

✍ **Vous pouvez maintenant faire les exercices 4 et 5.**

Exemple

Une tête de robinet thermostatique est souvent utilisée dans le fonctionnement des radiateurs à eau. Un tel robinet contient une capsule qui se dilate ou se contracte avec la température et qui assure la diminution ou l'augmentation du débit d'eau chaude en fonction des variations de températures de la pièce.