

Dilatation thermique : coefficients des matériaux et formules

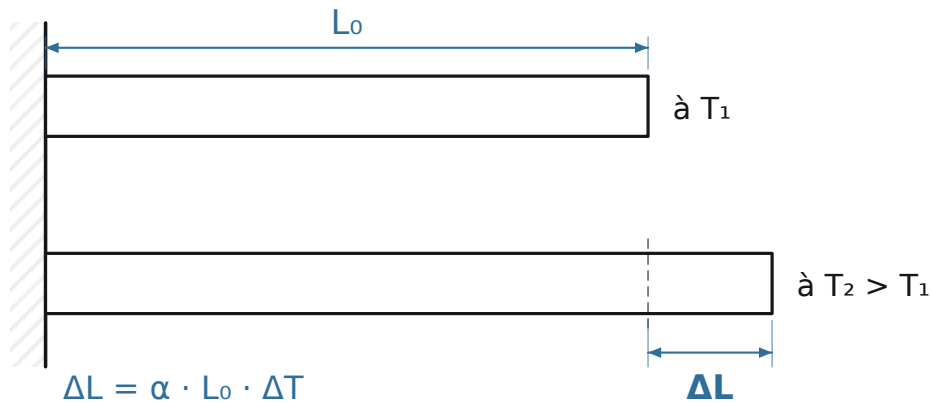
1. Coefficients de dilatation des matériaux

Coefficients de dilatation linéaire moyens entre 20 et 100 °C, en 10^{-6} /K (soit μm par mètre et par degré). Ce sont des valeurs courantes de calcul : la valeur exacte dépend de la nuance, de l'état et de la plage de température, et le coefficient augmente avec la température. Pour une pièce critique, prenez celle de la fiche de la matière.

Matériau	α (10^{-6} /K)	Plage courante	α (10^{-6} /°F)	ΔL pour 1 m et 100 °C (mm)	Remarque
Acier de construction, acier non allié (S235 à S355, C45)	12	11 à 13	6,7	1,20	Valeur de calcul de l'Eurocode 3
Inox austénitique 1.4301 (304), 1.4404 (316L)	16	16 à 17	8,9	1,60	Près de 1,4 fois l'acier
Inox ferritique 1.4016 (430)	10	10 à 11	5,6	1,00	Proche de l'acier
Fonte grise (EN-GJL)	11	10 à 12	6,1	1,10	
Aluminium et alliages	23	20 à 24	12,8	2,30	Valeur de calcul de l'Eurocode 9 ; les alliages de fonderie Al-Si sont plus bas
Cuivre	17	16,5 à 17,5	9,4	1,70	
Laiton (CuZn)	20	18 à 21	11,1	2,00	
Bronze (CuSn)	18	17 à 19	10	1,80	
Titane et Ti-6Al-4V	9	8,5 à 9,5	5	0,90	
Invar (Fe-Ni 36 %)	1,5	1 à 2	0,8	0,15	Pour les montages qui ne doivent pas bouger
Verre sodocalcique (vitrage)	9	9	5	0,90	
Verre borosilicaté 3.3	3,3	3,3	1,8	0,33	Le nom de la nuance donne son coefficient
Béton	10	10 à 14	5,6	1,00	Valeur de calcul de l'Eurocode 2
Plastiques techniques (PA, POM, PC, PMMA, ABS)	—	50 à 120	—	—	5 à 10 fois l'acier : voir la fiche de la matière
PE, PP, PTFE	—	100 à 200	—	—	Jusqu'à 15 fois l'acier

Pour les masses volumiques des mêmes matériaux, voir le tableau des masses volumiques ; pour les nuances d'acier, S235, S275 et S355.

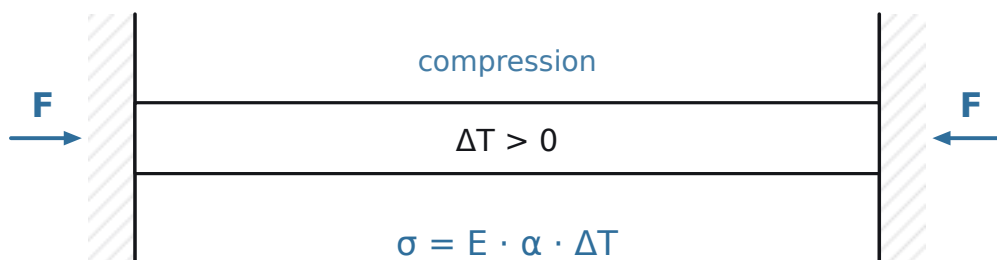
2. Les formules de la dilatation



Grandeur	Formule	Remarque
Allongement	$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$	$\Delta T = T_2 - T_1$; même unité pour ΔL et L_0
Longueur finale	$L = L_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$	Négatif si la pièce refroidit
Surface	$\Delta A \approx 2\alpha \cdot A_0 \cdot \Delta T$	Matériau isotrope, ΔT modéré
Volume	$\Delta V \approx 3\alpha \cdot V_0 \cdot \Delta T$	Coefficient volumique $\beta \approx 3\alpha$
Contrainte, dilatation empêchée	$\sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$	Pièce bridée aux deux bouts, domaine élastique
Variation d'un jeu	$\Delta j = (\alpha_{\text{alésage}} - \alpha_{\text{arbre}}) \cdot D \cdot \Delta T$	Deux matériaux à la même température
Chauffe pour frettage	$\Delta T = (s + j_m) / (\alpha \cdot D)$	s : serrage maxi ; j_m : jeu de montage

Exemple : une barre d'acier de 1 000 mm passe de 20 à 70 °C. $\Delta L = 12 \times 10^{-6} \times 1\,000 \times 50 = \mathbf{0,6\,mm}$. La même barre en aluminium s'allonge de $23 \times 10^{-6} \times 1\,000 \times 50 = \mathbf{1,15\,mm}$.

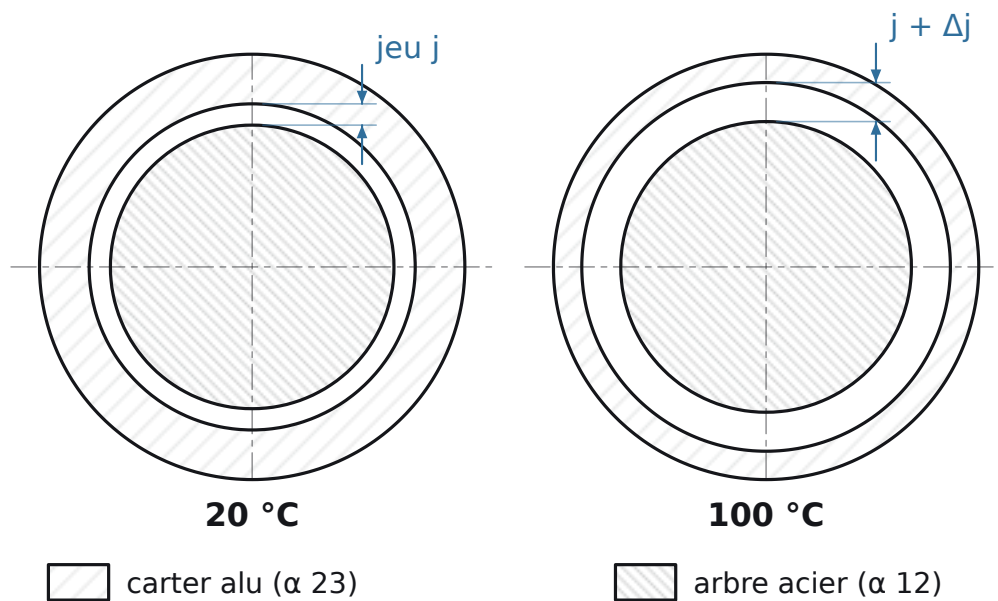
3. Dilatation empêchée : la contrainte thermique



Contrainte d'une pièce bridée aux deux bouts, dans le domaine élastique, pour un écart de 50 °C. E : 210 GPa pour l'acier (Eurocode 3), 200 GPa pour l'inox austénitique, 70 GPa pour l'aluminium (Eurocode 9).

Matériau	E (GPa)	α (10^{-6} /K)	σ pour $\Delta T = 50$ °C (MPa)	σ par degré (MPa/K)
Acier	210	12	126	2,52
Inox austénitique	200	16	160	3,2
Aluminium	70	23	80,5	1,61

4. Jeux entre deux matériaux et frettage



Situation	Jeu mini	Jeu maxi
À 20 °C (cotes du plan)	0,009	0,050
À 100 °C, carter alu, arbre acier	0,053	0,094
À 100 °C, carter acier, arbre alu	-0,035	0,006

Valeurs de référence reprises de l'article <https://www.baouch.fr/blog/dilatation-thermique-coefficient-materiaux/>, qui détaille les hypothèses, les formules et les cas limites. Pour un usage critique, vérifiez dans la norme en vigueur ou la documentation du fabricant. Libre d'impression et de diffusion avec mention de la source.