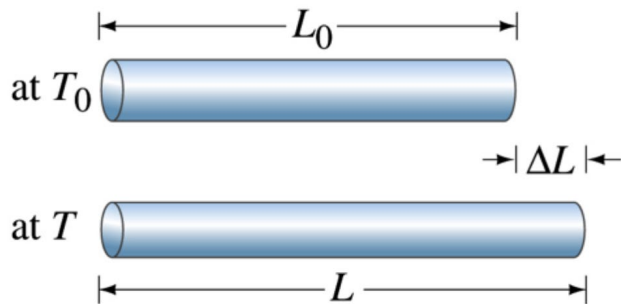




# **TP** **Dilatation** **thermique**

**MSE 215 Introduction à la  
science des matériauxTP  
2025**

Dilatation thermique = Variation de **volume** lors d' une variation de **température**

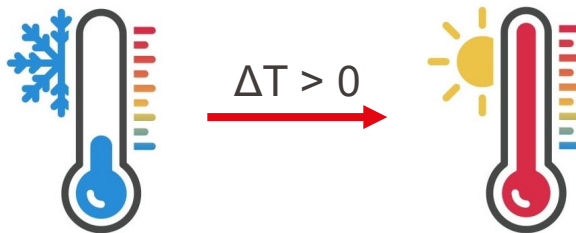


$$l_T = l_{T_0} (1 + \alpha (T - T_0))$$

$$\Delta l = l_{T_0} \alpha \Delta T$$

$\alpha$  = coefficient de dilatation linéaire

exemple : fluide dans un thermomètre



A l' échelle atomique, les atomes **vibrent** autour de leur position moyenne.

Cette position moyenne de vibration est décrite par le potentiel de **Lennard – Jones**, liant la **distance** entre deux atomes ( $r$ ) et l' énergie potentielle d' interaction ( $W$ ).

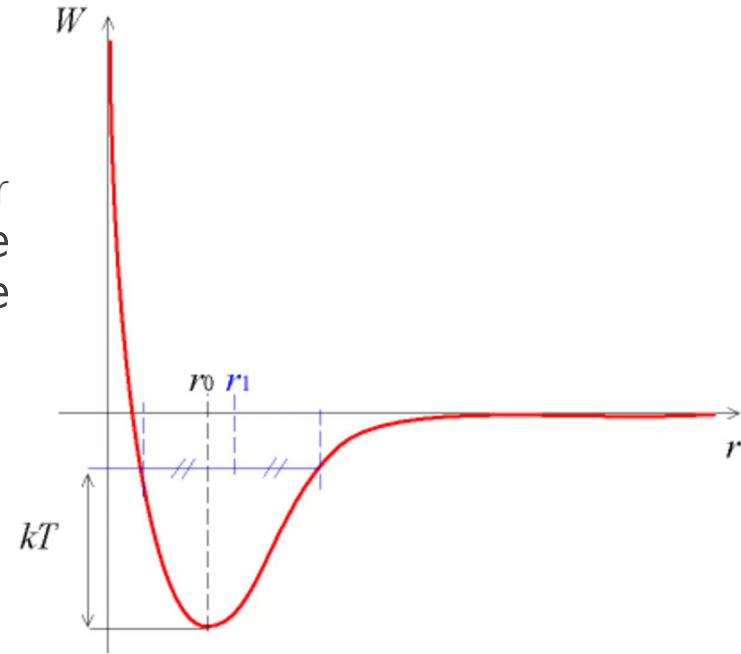
On a donc:

$$T_1 > T_0 \Rightarrow W_1 > W_0 \Rightarrow r_1 > r_0$$

Pour un gaz:

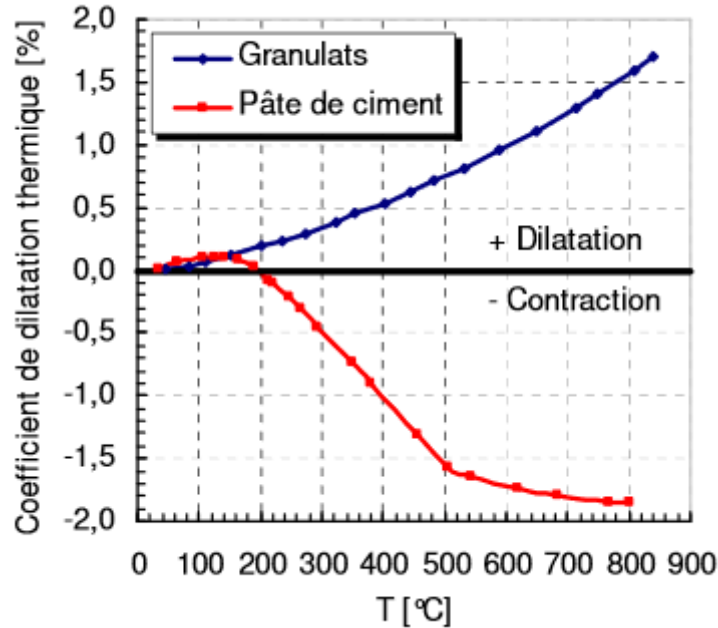
Lors d' un réchauffement, la quantité de mouvement des particules qui le composent augmente.

A **volume constant** la **pression** augmente

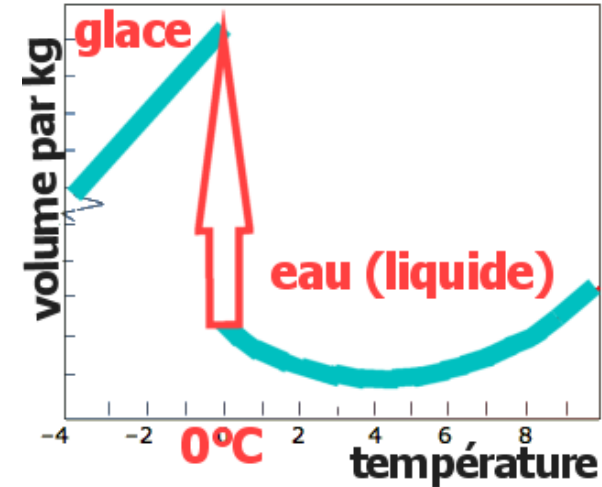


$r_1$ : point médian du mouvement

# Un exemple : la dilatation de la pâte de ciment et de granulats



Le coefficient de dilatation thermique peut-être négatif



Evolution du coefficient de dilatation thermique apparent de la pâte de ciment et des granulats en fonction de la température (Al Nahhas 2004)

# Assemblage de matériaux : des problèmes



TRAFIC FERROVIAIRE

## Canicule: la dilatation des rails engendre des retards

Des lignes de train ont été interrompues cette semaine suite à la montée des températures



Hiver



Eté  
+ 15 cm

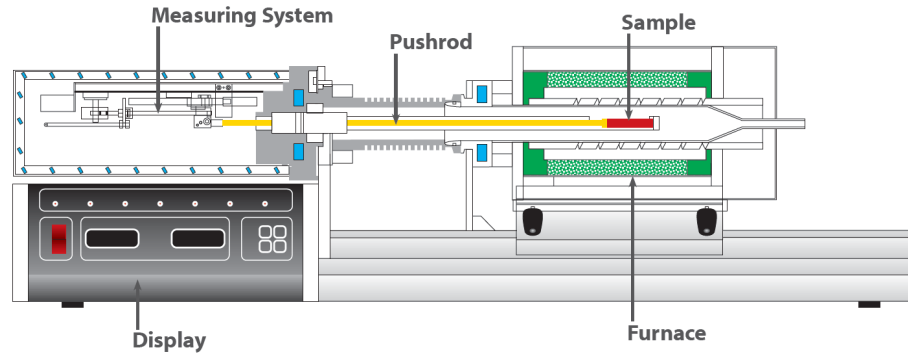


# Assemblage de matériaux : et des solutions

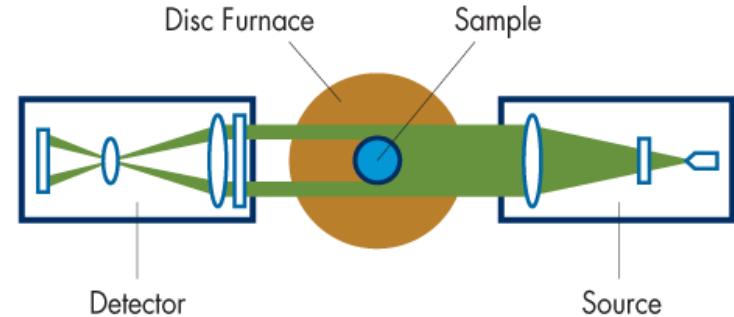
## Joint de dilatation



## Dilatometre à poussoir



## Dilatometre Optique



→ alternative: le bilame

Il suffit de coller le matériau de coefficient de dilatation inconnu sur un matériau de référence et de prendre une photographie précise.



La cuivre et l'acier ont  
la même longueur

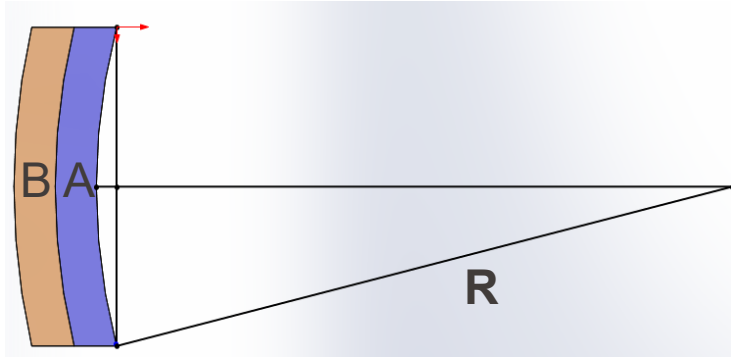


Le cuivre se dilate  
plus que l'acier



La **courbure** dépend des **épaisseurs**, des **modules** et des **coefficients de dilatation** des deux constituants du bilame.



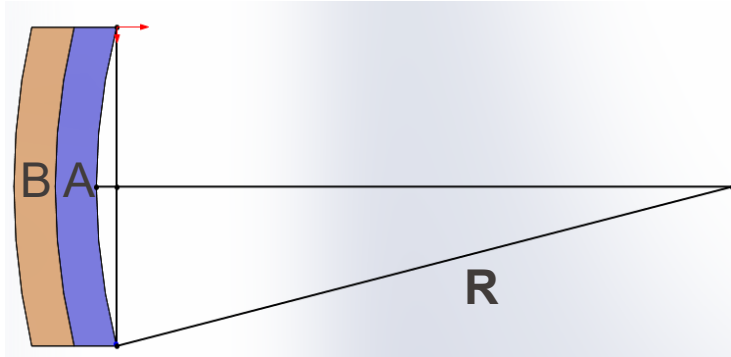


si les deux matériaux ont la même épaisseur  $h$ , la courbure  $\kappa$  s'écrit :

$$\kappa = \frac{12(\alpha_B - \alpha_A)\Delta T}{h\left(\frac{E_A}{E_B} + \frac{E_B}{E_A} + 14\right)}$$

$E_A, E_B$  = modules d'Young

$$R = \frac{1}{|\kappa|}$$



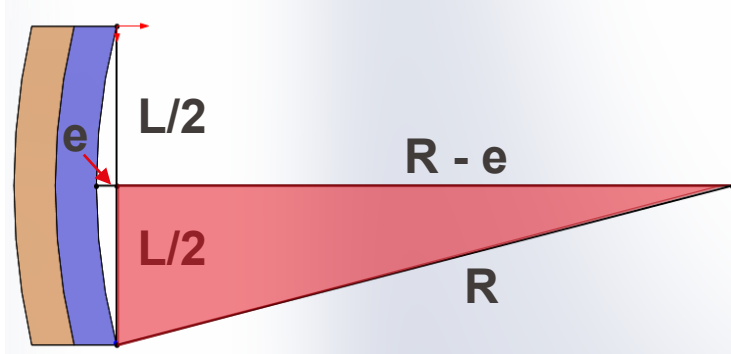
si les deux matériaux ont la même épaisseur  $h$ , la courbure  $\kappa$  s'écrit :

$$\kappa = \frac{12(\alpha_B - \alpha_A)\Delta T}{h\left(\frac{E_A}{E_B} + \frac{E_B}{E_A} + 14\right)}$$



la courbure peut-être positive **ou** négative

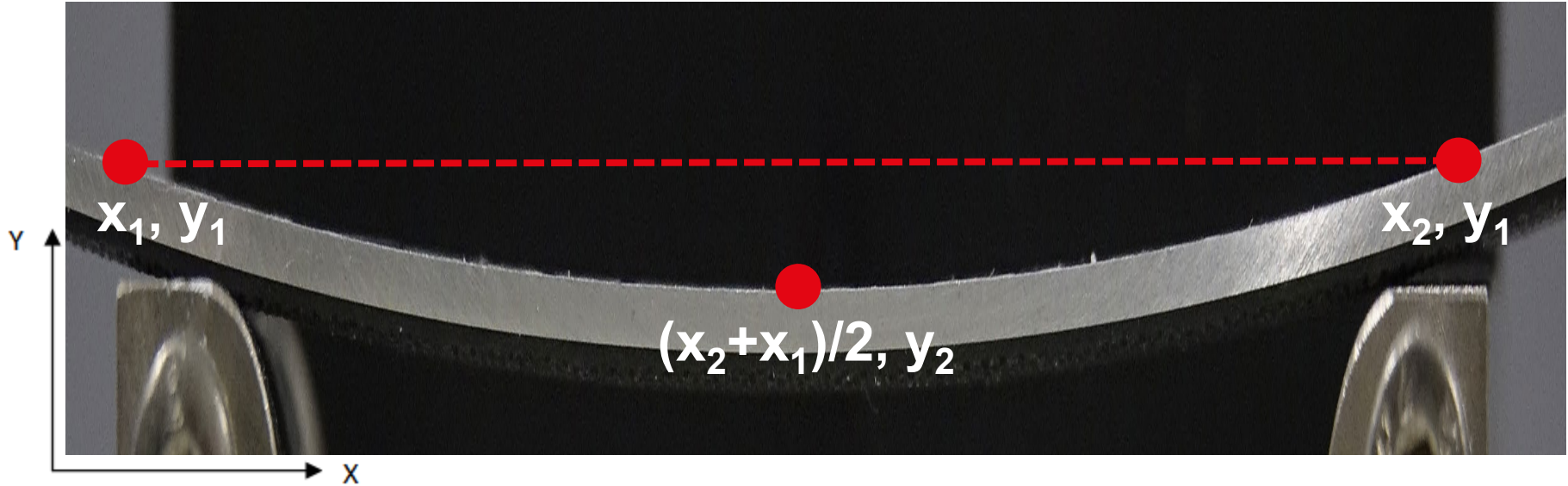
pour le TP, les échantillons ont été collés à 120°C et photographiés à 20°C d'où  $\Delta T = -100^\circ\text{C}$  et donc  $\kappa > 0$  si  $\alpha_A > \alpha_B$



$$R^2 = (L/2)^2 + (R - e)^2$$



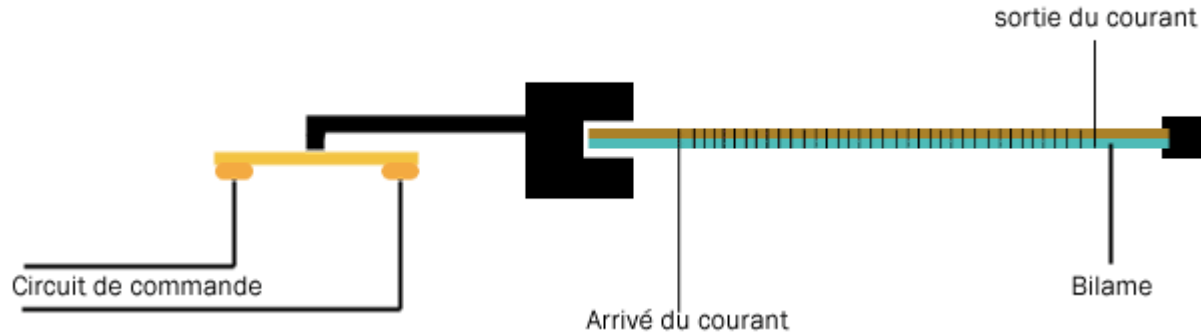
$$R = \frac{1}{2} * \left( \frac{L^2}{4e} + e \right)$$



$$L = x_2 - x_1$$

$$e = y_1 - y_2$$

# Le disjoncteur thermique : un bilame



Lorsque le courant le traversant est supérieur au calibrage du relais thermique, cela crée une élévation de température sur le circuit qui va déformer le bilame et ainsi ouvrir le circuit de commande.

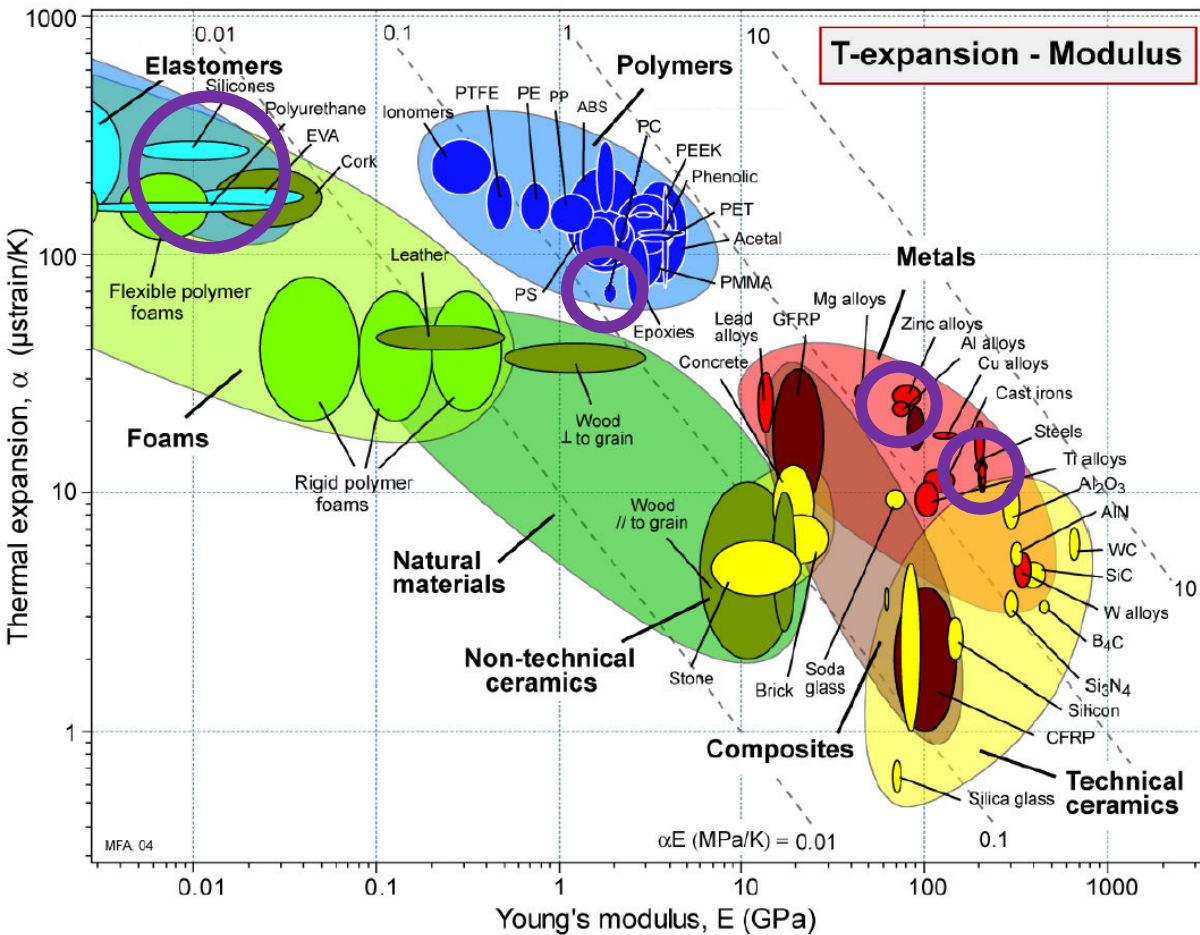
# Determination d'un Acier par la méthode du bilame

Trois matériaux au choix pour le bilame:

- Aluminium 6082
- Polycarbonate (PC)
- Caoutchouc Butyl (Elastomer)

	E [GPa]	$\alpha$ [ $10^{-6} \cdot K^{-1}$ ]	Température [°C]
<b>Acier 1.2312</b>	<b>205</b>	<b>12.8</b>	<b>[20;200]</b>
<b>Acier Inox 1.4310</b>	<b>200</b>	<b>17.5</b>	<b>[20;300]</b>
<b>Aluminium 6082</b>	<b>70</b>	<b>-</b>	<b>[20;200]</b>
<b>Polycarbonate</b>	<b>2.3</b>	<b>-</b>	<b>[-40;149]</b>
<b>Caoutchouc butyl</b>	<b><math>2.6 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b>-</b>	<b>[20;150]</b>





$$\kappa = \frac{12(\alpha_B - \alpha_A)\Delta T}{h(E_A/E_B + E_B/E_A + 14)}$$

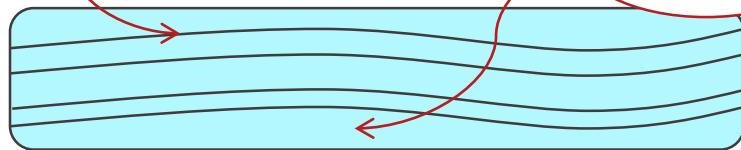
$$R = \frac{1}{|\kappa|} \quad 0.3 < R < 2 \text{ m}$$

- Aluminium 6082
- Polycarbonate (PC)
- Caoutchouc Butyl (Elastomer)

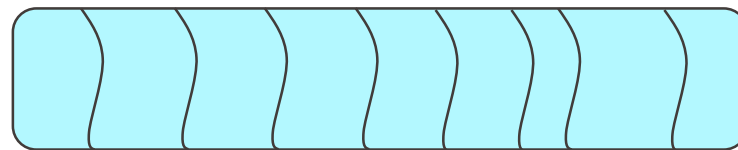
Bilame			
Matériau 1	[mm]	Matériau 2	[mm]
Alu	0.9	Composite 0°	0.55
Alu	0.9	Composite 90°	0.55
Alu	0.9	Polycarbonate	1
PC	1	Acier Inox	0.25

Fibre de  
Carbone

Résine  
Epoxy



Composite 0°



Composite 90°