



Goli Jorgan
Sever Vitomir
Groupe 1 B12

TP 7 : Dilatométrie

Il s'agira pour nous dans ce TP d'étudier la dilatation de deux matériaux (le Cobalt et l'époxy) lorsque ceux-ci sont soumis à une rampe de température. Ainsi, nous allons mesurer leur allongement en fonction de la température. A l'aide des résultats obtenus on déduira les températures correspondant à des changements de phases c'est-à-dire les températures de transition vitreuse pour l'époxy et de transition allotropique pour le cobalt.




Manipulations :

La méthode utilisée est la dilatométrie simple. On place l'échantillon contre un poussoir en silice dans un porte échantillon en silice. A la question de savoir pourquoi la silice, on peut répondre que la silice est utilisée ici dans le but de minimiser les erreurs de mesure. En effet, la silice est un matériau possédant un faible coefficient de dilatation linéaire par rapport aux matériaux étudiés. Puis, On referme le four. On établit un programme de mesure grâce au dilatomètre. Pour l'époxy on fait varier la température de 20°C à 150°C. Pour le cobalt on fait varier la température de 150°C à 500°C puis on refroidit jusqu'à 20°C. On chauffe aux différentes températures et on mesure la différence de dilatation linéaire entre le support en silice et le matériau étudié. On utilise le logiciel CaptureSignal_II pour obtenir la courbe de dilatation linéaire en fonction de la température du four.



Présentation et analyse des résultats :

On veut obtenir le coefficient  de dilatation linéaire de l'échantillon $\alpha_{\text{échantillon}}$. Les mesures effectuées nous donnent $\Delta l = f(T)$. L'appareil nous permet de mesurer le déplacement relatif du poussoir par rapport au porte-échantillon. Les deux sont en silice donc ce déplacement est dû à l'échantillon de longueur l qui est remplacé par une longueur l de silice dans le support D'où : $\alpha_{\text{échantillon}} = \alpha_{\text{silice}} + \alpha_{\text{mesuré}}$

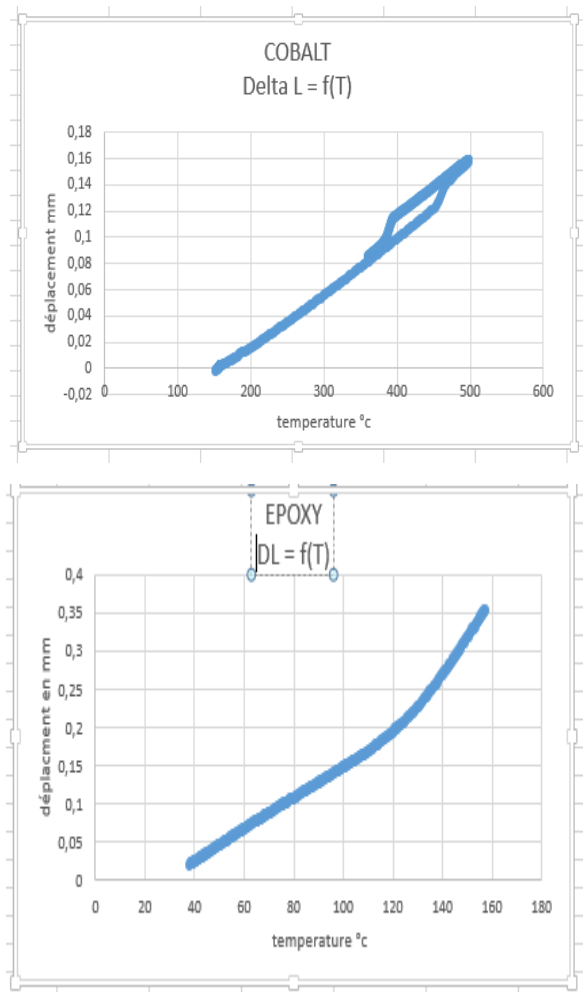
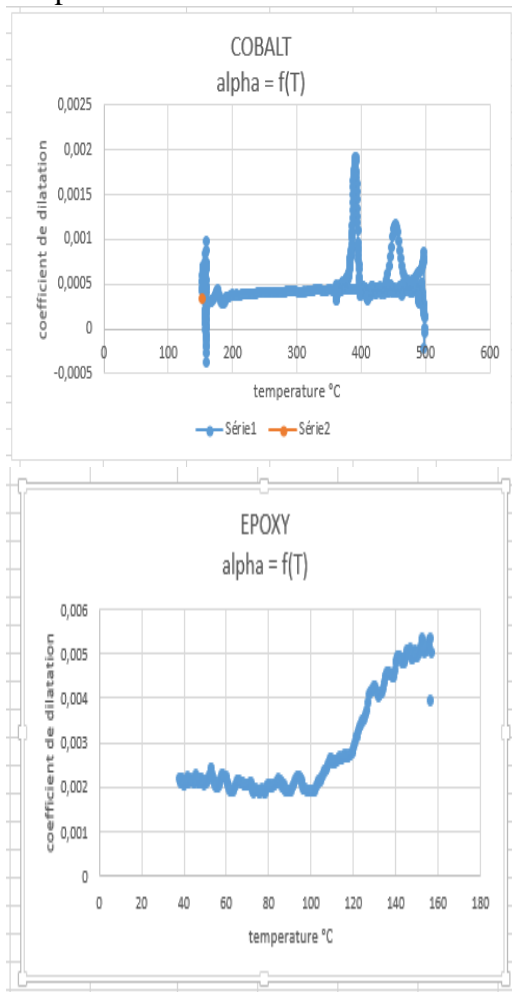
On obtient $\alpha_{\text{mesuré}}$ au moyen de la formule :

$$\alpha = \frac{1}{T_0 - T_1} * \frac{L_0 - L_1}{L_0}$$

On calcule le coefficient α pour une plage de 10 mesures. Puis on trace $\alpha = f(T)$. On s'aperçoit que α a une valeur constante jusqu'à une certaine température où l'on observe un palier puis une nouvelle valeur de α . Ces brusques changements de coefficient de dilatation linéaire montrent une variation de la structure du matériau. Dans le cas de l'époxy on peut accéder à la température de transition vitreuse qui correspond au passage du polymère de l'état vitreux à l'état caoutchoutique. Pour le cobalt, on obtient la température à laquelle sa structure cristalline passe de hexagonale compact à cubique faces centrées, c'est ce que l'on appelle une transformation allotropique et on voit que les températures de transition lors de la chauffe et du refroidissement ne sont pas les mêmes. Cela est dû au fait que l'échantillon n'est pas à la



même température que le four : il est plus froid lors de la chauffe et plus chaud lors du refroidissement. On utilise ensuite une macro qui donne la valeur α du silice en fonction de la température du four.



Pour nos calculs nous mesurons L_0 la longueur de l'échantillon à température ambiante à l'aide d'un pied à coulisse.

L_0 époxy = 32,03 mm

L_0 cobalt = 30,34 mm

On peut ainsi calculer α pour chacun des matériaux, pour l'époxy on trouve $\alpha=0,000644995$ (K-1) le T_g (130°C) et $\alpha=0,001480797$ K-1 après. Pour le cobalt, on a $\alpha=2,02 \cdot 10^{-6}$ K⁻¹ mais nos mesures ne nous permettent pas de différencier le coefficient de dilatation avant et après la transformation allotropique

On calcule le coefficient de dilatation grâce à la formule :

$$\alpha = \frac{1}{T_1 - T_2} * \frac{L_1 - L_2}{L_1}$$

D'où
$$\frac{\Delta \alpha}{\alpha} = \frac{\Delta T_1}{T_1 - T_2} + \frac{\Delta T_2}{T_1 - T_2} + \frac{\Delta L_1}{L_1 - L_2} + \frac{\Delta L_2}{L_1 - L_2} + \frac{\Delta L_1}{L_1}$$

On estime $\Delta T = 0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ et $\Delta L = 0,02 \text{ mm}$ car on a une incertitude due à la mesure de L_0 avec le pied à coulisse et une incertitude sur ΔL avec le logiciel.

Au total on a :

$$\frac{\Delta \alpha}{\alpha} = 0.6$$



Ce qui est une incertitude énorme, mais il faut prendre ne compte le fait que l'on calcule α en réalisant la moyenne sur une centaine de valeurs ce qui va fortement réduire cette incertitude.

Conclusion :

Au terme de notre étude, nous pouvons retenir qu'il est important d'étudier la dilatation d'un matériau car cela permet de prévoir les différents comportements que celui-ci peut avoir à une température donnée. En effet, notre étude permet de remonter à la température de changement allotropique (ex : le cobalt) . On peut aussi vérifier les propriétés des polymères en observant la température de transition vitreuse (T_g) (ex : époxy).