Binôme 6 : DAUNAY - DE SOUZA
3SGM, groupe 1
04/10/2016

Compte rendu de TP(7) :

DILATOMETRIE

Introduction

Dans ce TP, nous avons effectué une expérience de dilatométrie. Celle-ci nous a permis de calculer les coefficients de dilatation linéaire et volumique de deux matériaux : l'époxy (un polymère) et le cobalt (un métal). En effet, lorsqu'ils sont soumis à des changements de températures, les matériaux peuvent se dilater ou se contracter ; il est alors possible d'observer des variations régulières de la longueur ou du volume du matériau mais également des variations brusques dues aux changements de phases. Nous nous sommes donc ici intéressées aux réactions de l'époxy et du cobalt face aux variations de température.

Démarche expérimentale

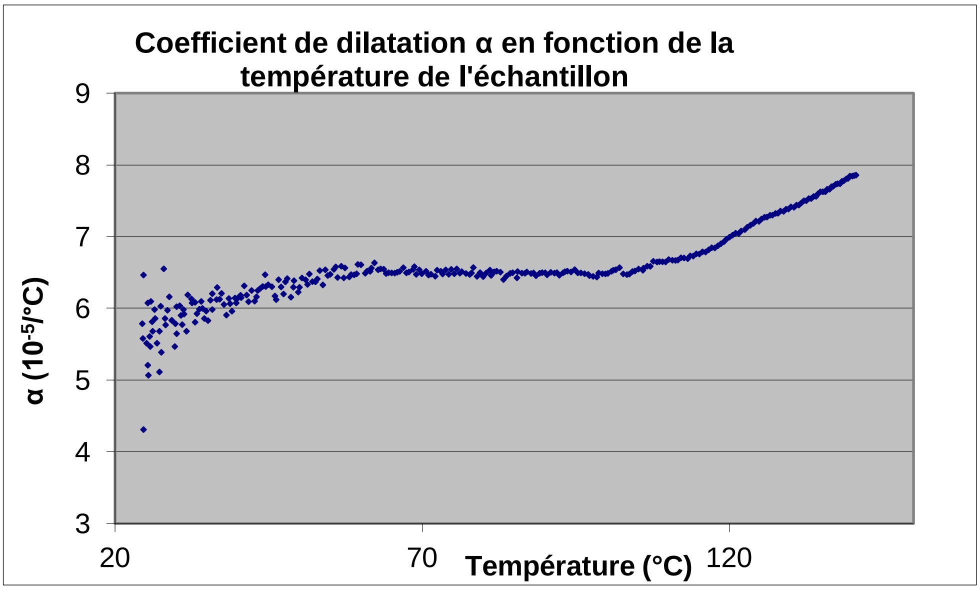
Nous avons donc pour cela effectué une expérience de dilatation simple. Elle consiste à caler l'échantillon à observer contre un poussoir dans un four. Lorsque la température du four augmente, la dilatation du matériau fait pression sur le poussoir, c'est donc ce déplacement que nous avons étudié.

Nous avons effectué deux expériences. La première a consisté à porter l'échantillon d'époxy jusqu'à 140°C et la seconde à chauffer de barreau de cobalt jusqu'à 500°C puis de le laisser refroidir. Dans les deux cas, nous avons obtenu la variation de la longueur de l'échantillon en fonction de a température.

Exploitation des résultats

L'époxy

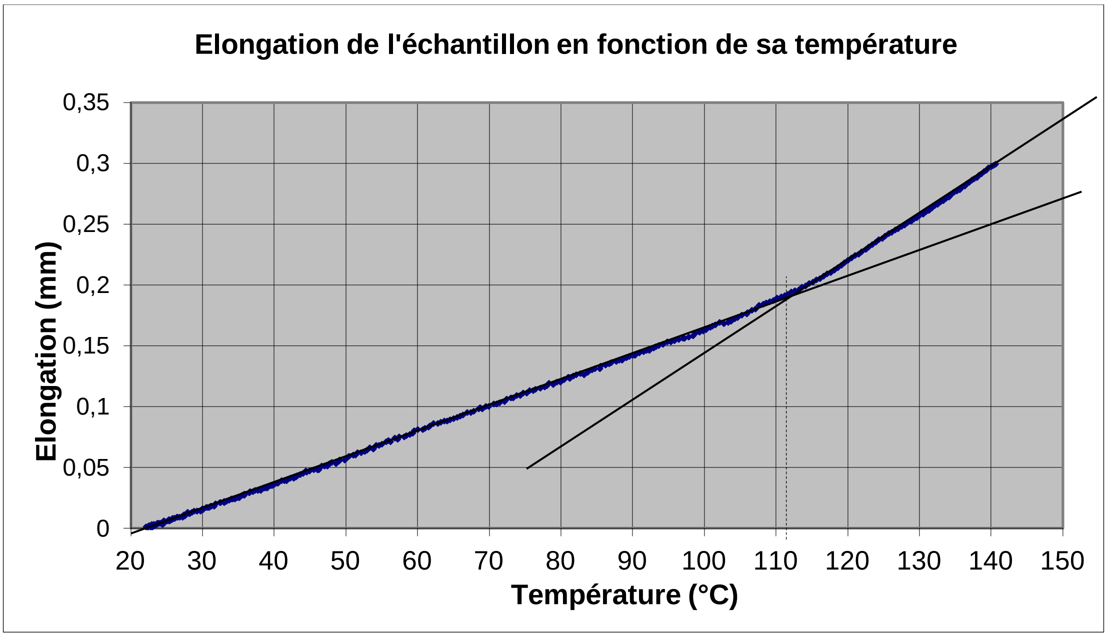
Grâce aux valeurs de l'élongation de la température, nous avons pu tracer deux courbes. La première représente la variation du coefficient de dilatation linéaire de l'époxy en fonction de la température.



Le coefficient de dilatation linéaire s'obtenant ainsi : $\propto_{T_0}^{T} = \frac{1}{T-T_0} \cdot \frac{L-L_0}{L_0}$.

Nous avons alors remarqué qu'entre 60°C et 100°C environ, la courbe obtenue peut être approximée par une droite horizontale. Cela signifie que le coefficient de dilatation de l'époxy ne dépend pas de la température.

Nous avons ensuite tracé l'élongation en fonction de la température. Nous avons alors remarqué que la courbe pouvait se diviser en deux demi-droites de coefficients directeurs différents : une première partie entre la température ambiante (≈22°C) et 112°C et une deuxième partie de 112°C à 140°C.



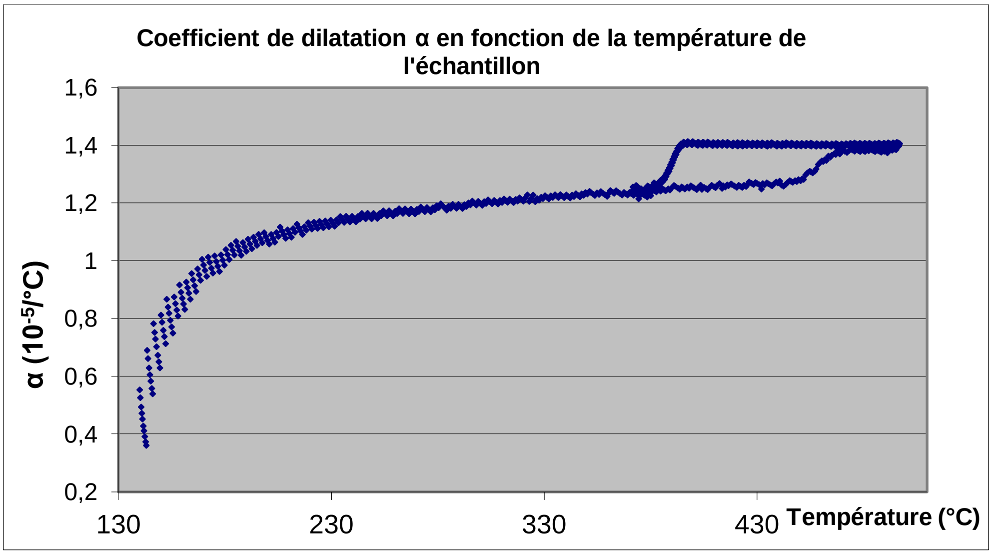
Nous avons donc calculé les coefficients directeurs de ces deux demi-droites qui, grâce à la formule suivante nous ont permis de calculé les coefficients de dilatation linéaires :

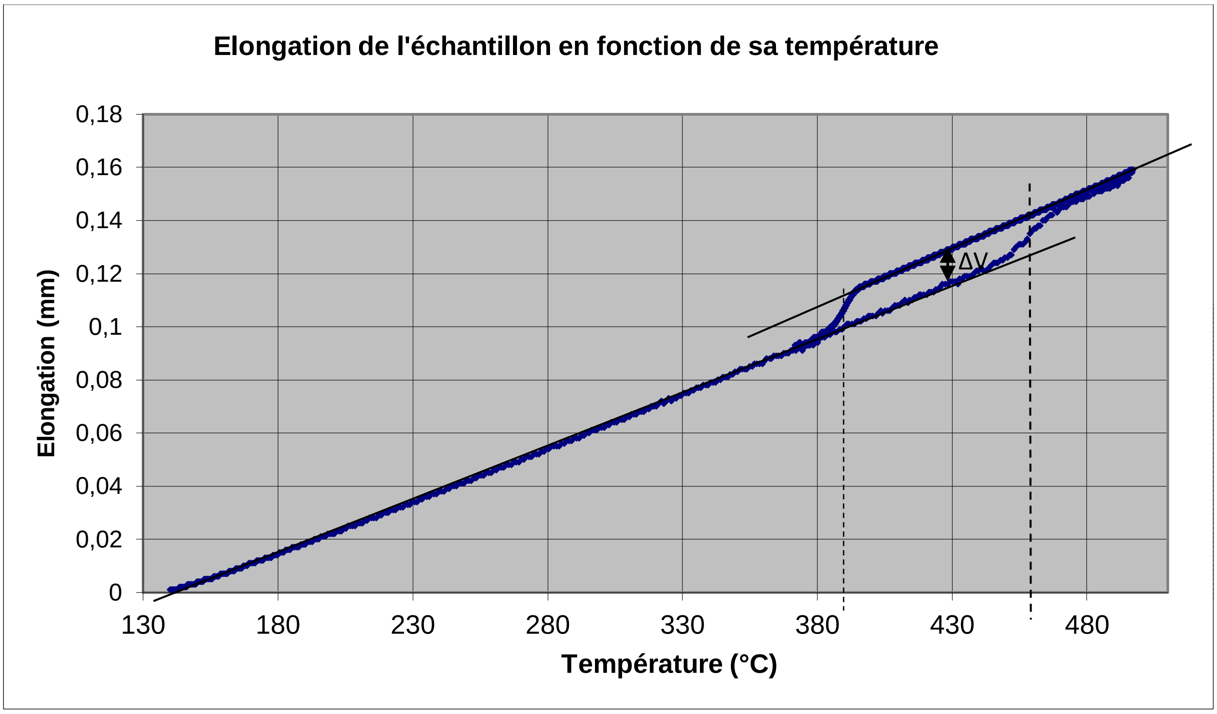
$$\alpha = \frac{1}{L} \cdot \left(\frac{\partial L}{\partial T}\right)_F$$

Nous obtenons donc les coefficients de dilatation suivants : α_1= 66.10^{-6}K^{-1} et α_2= 12.10^{-6}K^{-1}. Ce changement de coefficient de dilatation correspond au passage de l'époxy de l'état vitreux à l'état caoutchouteux.

Le cobalt

Nous avons procédé de même pour le cobalt et obtenu les courbes suivantes :





Nous avons observé deux changements de phase : un lors de l'augmentation de la température et l'autre lors de sa diminution. Ces brusques variations de l'élongation correspondent à la transition allotropique du métal. En effet, la maille de cobalt passe d'hexagonale compacte à une maille cubique faces centrées avant de redevenir hexagonale lors du refroidissement du métal. Nous avons alors déterminé les températures de changement de phase : la première à lieu autour de 460°C et la seconde à environ 390°C.

Nous avons également remarqué en étudiant la courbe que malgré les deux changements de phase, les deux parties principales de la courbes pouvant être approximées par des droites ont en fait le même coefficient directeur. Ce qui signifie que le cobalt possède un coefficient de dilatation linéaire identique avant et après refroidissement et ce dernier vaut : α= $1,3.10^{-6}K^{-1}$.

Le haricot que forment les deux courbes en se séparant avant de se rejoindre témoigne d'une variation du volume de l'échantillon. En effet, comme nous l'avons déterminé ci-dessus, lors de son changement de phase, la maille du cobalt change de forme : sa structure, initialement cubique faces centrées, devient alors hexagonale, son volume se trouve alors modifié.

On a pour le volume, $V_0 = L^3$. Alors $\ln(V) = 3\cdot\ln(L)$ et $\frac{\Delta V}{V_0} = 3\cdot\frac{\Delta L}{L}$.

Sur le graphique de l'élongation en fonction de la température, on lit $\Delta L = 0.012mm$ et on rappelle que $L = 31{,}2\ mm$.

Le coefficient de dilatation volumique moyen est défini selon : $\propto_{vT_0}^{T} = \frac{1}{T-T_0}\cdot\frac{V-V_0}{V_0}$. Alors on obtient : $\propto_{vT_0}^{T} = \ 3{,}98\cdot 10^{-6}\mathrm{K}^{-1}$.

Conclusion

En conclusion, en comparant nos valeurs expérimentales des coefficients de dilatation avec les valeurs théoriques, nous pouvons dire que la méthode de dilatation simple permet une mesure assez fiable de ces coefficients. Cependant, ces valeurs ne sont pas entièrement fiables, en effet, nous avons pu remarquer différentes sources d'incertitudes.

Tout d'abord, nous avons mesuré l'élongation de nos échantillons grâce au déplacement d'un poussoir déplacé par la dilatation du matériau. Mais ce poussoir, ainsi que le porte échantillon ne sont pas fabriqué de la même matière que l'échantillon. Ils vont donc réagir différemment à la variation de température et également se dilater. C'est pourquoi, nous avons dû prendre en compte le coefficient de dilatation de la silice en fonction de la température que nous avons ajouté au coefficient mesuré afin d'obtenir le coefficient de dilatation expérimental de notre échantillon. Le poussoir et le porte-échantillon doivent donc être fabriqués dans un matériau qui se dilate le moins possible pour limiter au maximum les incertitudes, c'est pourquoi ils sont ici en silice, qui possède un coefficient de dilatation nettement inférieur à celui du cobalt ou de l'époxy (α=0,5. $10^{-6}K^{-1}$).

Annexes

Incertitudes

$$\Delta\propto_{T_0}^{T} = \left(\frac{\Delta L}{L-L_0} - \frac{\Delta L_0}{L-L_0} + \frac{\Delta L_0}{L_0} + \frac{\Delta T}{T-T_0} - \frac{\Delta T_0}{T-T_0}\right).\propto_{T_0}^{T}$$

avec ΔL = 0.1 cm l'incertitude sur la mesure du dilatomètre
$\Delta L_0 = 2 \cdot 10^{-3}$ cm l'incertitude du pied à coulisse
$\Delta T_0 = 2 \cdot 10^{-3}$ cm l'incertitude sur la température initiale de l'échantillon