

# Guide d'application pour les époxyes

## 7.0 – Analyse thermomécanique (TMA)



Ce guide est un outil pédagogique conçu pour aider les utilisateurs de colle à acquérir une compréhension plus approfondie des adhésifs par des tests définissant ses propriétés. Ce guide est la résultante des efforts combinés de plusieurs départements d'Epoxy Technology, Inc. notamment: la Qualité, la recherche et le développement, le service technique, le service des formulations spécifiques, la fabrication et les services des ventes et du marketing.

Bien que nous ayons fondé notre guide sur les plus récentes données et tests disponibles, les progrès des méthodes d'essai et des matériaux sont en constante évolution.

Merci d'utiliser cet ouvrage seulement comme un guide général et de suivre dans tous les cas les recommandations répertoriées sur des fiches techniques ainsi que toutes les instructions techniques supplémentaires fournies avec votre produit de collage.

Nous espérons que les informations contenues dans ce guide vous seront utile dans le choix du meilleur adhésif pour votre application.

Pour toutes assistances supplémentaires nécessaires, merci de contactez nos experts applications chez John P. Kummer AG, [info@jpkummer.ch](mailto:info@jpkummer.ch); Tél : 041 748 10 80.

### 7.0 Analyse thermomécanique (TMA)

La TMA est une technique de mesure pour de très faibles dilatations ou contractions d'un matériau quand il est chauffé ou refroidi. L'expansion linéaire d'un matériau en réponse à la température est connue sous le nom de coefficient linéaire thermique d'expansion (CTE).

Le CTE peut être mesurée en utilisant le même équipement que pour l'analyse mécanique dynamique (DMA). Toutefois, pour le CTE, le pointeau et les trois points de pliage sont remplacés par une sonde cylindrique et un porte-échantillon à fond plat (comme le montre la figure 1 ci-dessous).

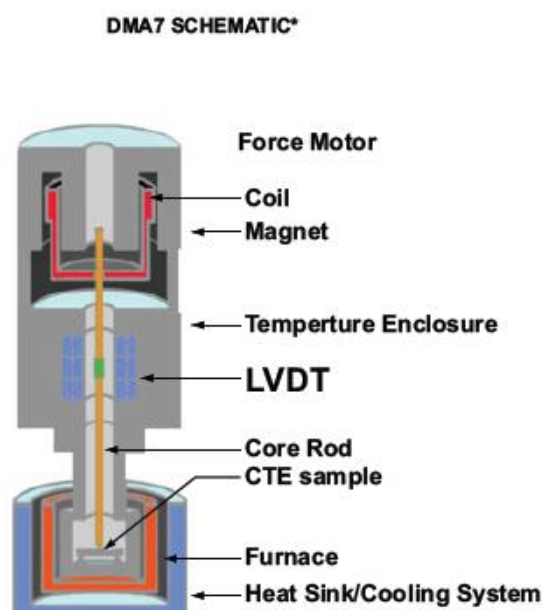


figure 1

\*Courtesy of Perkin Elmer®, Shelton, CT

Typiquement, TMA mesure la dilatation linéaire (ou la contraction) d'un matériau sur la base de la variation de hauteur ( $\Delta z$ ) d'un échantillon de petite taille. L'échantillon est généralement un petit cylindre ou un cube très plat, aux surfaces supérieures et inférieures parallèles. L'échantillon est placé sur la plate-forme porte échantillon au CTE très faible généralement en quartz. Une sonde à fond plat est abaissée jusqu'à ce qu'elle touche la surface de l'échantillon. Une charge très petite est ensuite appliquée pour s'assurer que la sonde est en contact avec l'échantillon de manière contrôlée. Cette charge reste constante tout au long du balayage. La position de la sonde est détectée en utilisant un transducteur différentiel variable linéaire (LVDT).

Comme l'échantillon subit une rampe thermique, il se dilatera (s'il est chauffé) ou se contractera (s'il est refroidi) sous la sonde. Le LVDT suivra cette position avec la sonde par rapport à la température (figure 2).

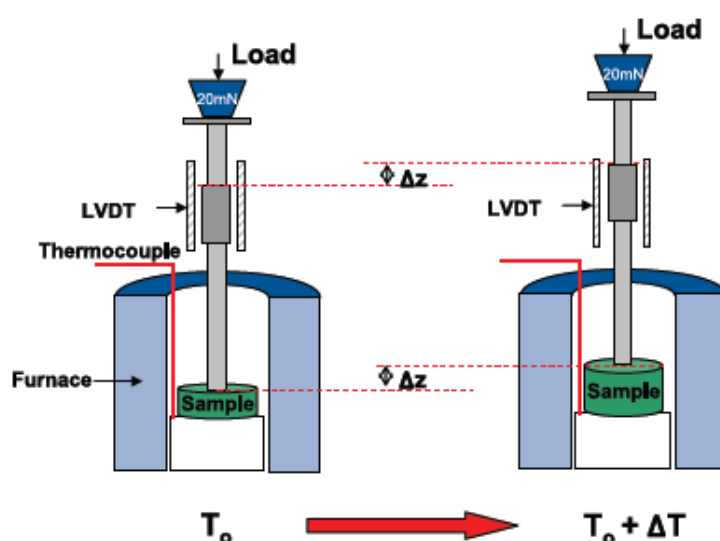


figure 2

La mesure du CTE est effectuée selon la norme ASTM E831 (Méthode normalisée d'essai de dilatation thermique linéaire de matériaux solides par analyse thermomécanique). La figure ci-dessous montre une courbe typique de la TMA position de la sonde par rapport à la température. Le CTE est calculé comme la variation relative de la hauteur de l'échantillon par changement d'un degré de température :

$$\text{CTE } (\alpha) = \text{ppm}/^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = \frac{1}{h_0} * \frac{dh}{dT}$$

Ainsi, le CTE peut être calculé en divisant la pente de la position de la sonde par rapport à la courbe de température ( $dh/dt$ ) et multiplié par la hauteur initiale ( $h_0$ ) de l'échantillon.

### Sample TMA Curve

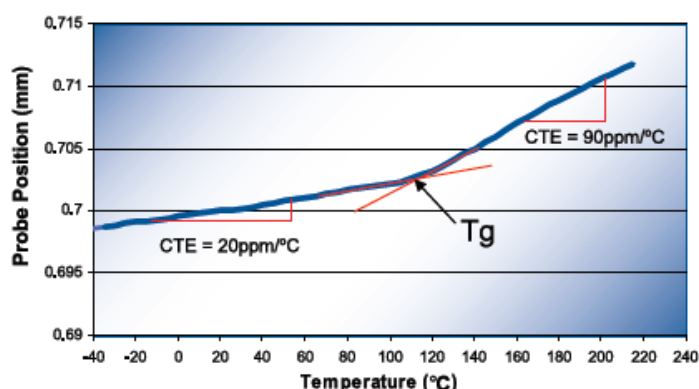


figure 3

Une courbe typique de TMA est montrée dans la figure 3. Elle aura deux progressions différentes; une pente faible à des températures inférieures, et une pente plus forte pour les températures plus hautes.

Le changement d'inclinaison de la pente de la sonde par rapport à la température se fera à la température de transition vitreuse (Tg) du matériau. Dans la région Tg, les chaînes du polymère auront suffisamment d'énergie thermique pour subir des mouvements de plus grande envergure qui permettra un degré plus élevé de dilatation avec la température. Ainsi, la courbe TMA est une méthode pratique pour déterminer la Tg d'un matériau. Il est calculé en trouvant le point auquel les tangentes des deux différentes pentes de la courbe TMA se croisent. En règle générale, le CTE au -dessus de la Tg est de 3 à 4 fois celle du CTE en dessous du Tg.

Du point de vue de la conception technique, il est souvent important de faire correspondre le CTE d'un adhésif le plus étroitement possible aux substrats à coller afin de minimiser le stress au niveau des interfaces. Ainsi, il est important de garder à l'esprit que l'adhésif aura deux coefficients différents d'expansion sur une large plage de température. La température à laquelle cette transition se produit sera également un facteur important. Si la Tg est suffisamment élevée par rapport à la plage d'exploitation du collage, seule la partie inférieure de CTE entrera en jeu. D'autre part, il est également important de garder à l'esprit que le module d'élasticité de l'adhésif chute de manière significative à des températures supérieures à la Tg. Un faible module d'élasticité ou un matériau plus rigide sera en mesure de mieux absorber et de réduire les contraintes encourus par les différences de dilatation thermique.

Voici quelques exemples de valeurs CTE:

<b>Silica Filled:</b>	Lowest	( 5-15 ppm /°C)
<b>Alumina Filled:</b>	Good	( 25-35 ppm /°C)
<b>Silver Filled:</b>	Average	( 40-55 ppm /°C)
<b>Optical (unfilled):</b>	Typical	( 55-1000 ppm /°C)

**John P. Kummer AG, Riedstr. 1, 6330 Cham, Suisse**  
**041 748 10 80 ; [info@jpkummer.ch](mailto:info@jpkummer.ch)**