

Analyse mécanique dynamique avec le DMA SDTA861

13 septembre 2022, 13:56

L’analyse mécanique dynamique (DMA) permet de déterminer les propriétés mécaniques de matériaux viscoélastiques en les soumettant à une sollicitation cyclique en fonction de la température, du temps et de la fréquence.

Le SDTA861 est caractérisé par une large gamme de fréquence de 0.001 Hz à 1000 Hz, un intervalle de température de -150 °C à 500 °C ainsi que d’ une plage de force s’étendant de 0.01 à 12 N.

Différentes sollicitations sont possibles. Le mode choisi dépend non seulement du problème mais également du type d’échantillon :

Cisaillement : L’avantage de ce mode de mesure est que les échantillons peuvent être mesurés de l’ état visqueux à très dur. Il est approprié pour les élastomères, les thermoplastiques ainsi que pour les thermodurs.

Traction : Ce mode de sollicitation convient notamment aux films, aux fibres et aux barreaux fins.

Compression : Ce type de mesure permet d’établir des conclusions sur des matériaux mous comme les élastomères.

Flexion 3 points : Ce mode est particulièrement adapté à des échantillons très rigides tels que les matériaux composites et ce également en-dessous de la température de transition vitreuse.

Simple encastrement : cette géométrie convient aux échantillons qui s'allongent ou se rétractent lors de la mesure comme les thermoplastiques.

Double encastrement : Ce mode est particulièrement adapté aux échantillons qui ont tendance à fléchir excessivement sous une forte pré-contrainte.

Applications

La DMA peut être utilisé pour de nombreuses applications dans pratiquement tous les secteurs de l'industrie.

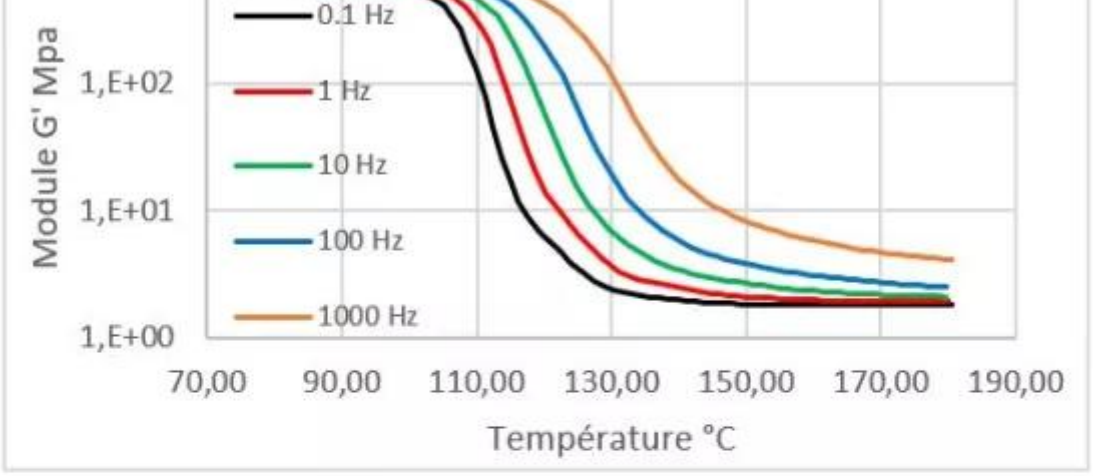
Le tableau ci-dessous montre que le DMA est principalement utilisé pour la mesure de la température de transition vitreuse, l' étude des réactions de durcissement des thermodurcissables [illegible] pour l'étude de

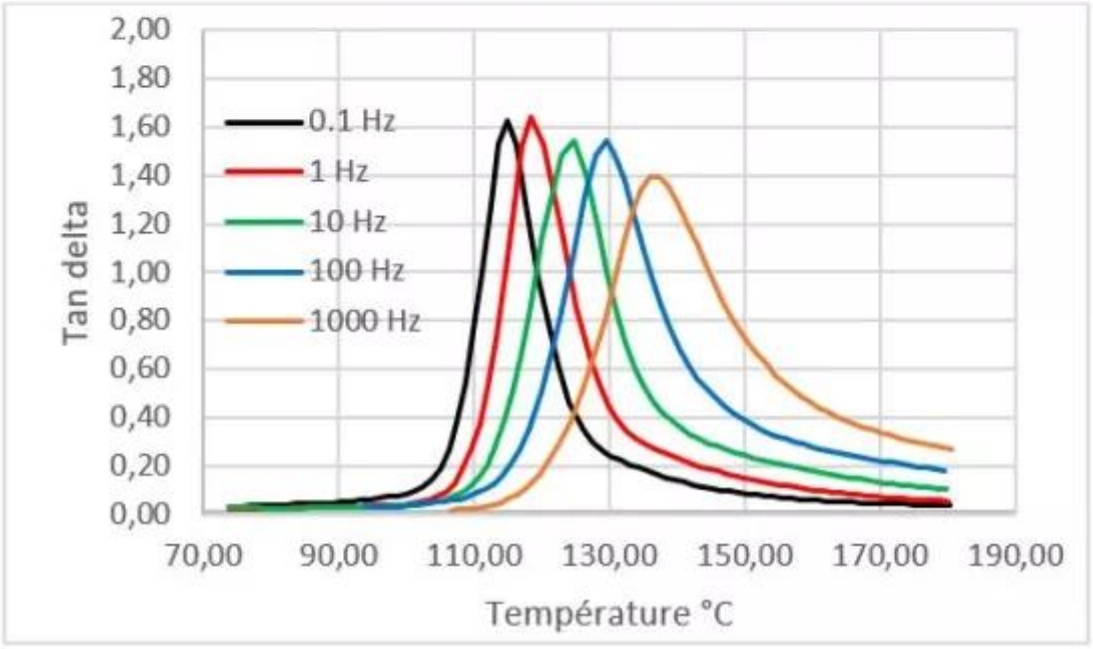
Industrie	Application DMA
Automobile et aérospatiale (composites)	Réaction de réticulation, transition vitreuse, module, amortissement
Produits chimiques	Transition vitreuse, cristallisation, fusion, module
Graisses et huiles	Transition vitreuse, cristallisation, module
Peintures et vernis	Réaction de durcissement
Caoutchoucs (élastomères)	Vulcanisation, transition vitreuse, fusion, propriétés mécaniques, effet des charges, comportement viscoélastique
Plastiques (thermodurcissables, pré-imprégnés, revêtements films, adhésifs, thermoplastiques, emballages et câbles	Réactions de durcissement, réticulation, cristallisation à froid, transition vitreuse, relaxations secondaires, comportement viscoélastique, défauts des matériaux, effets de charge
Céramiques	Nature physique des transitions, module
Produits alimentaires	Transition vitreuse, gélification
Produits pharmaceutiques	Transition vitreuse

Les exemples ci-dessous illustrent les divers domaines d'application du DMA SDTA861

Mesure du module et de la tangente delta d'une résine epoxy polymérisée à différentes fréquences

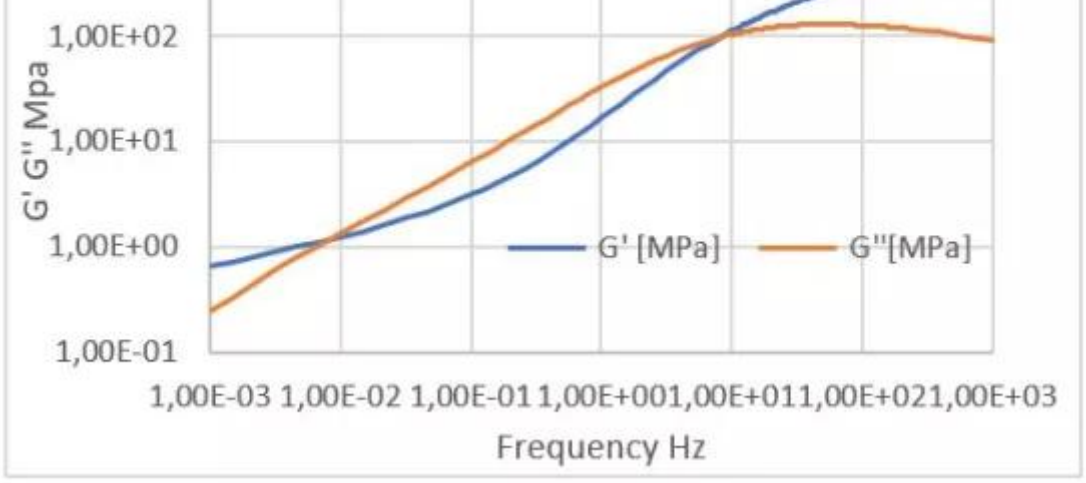
Le module ainsi que la température de transition vitreuse d'une résine epoxy ou d'un matériau composite peuvent être mesurés en fonction de la température par DMA. La tangente delta se déplace vers des température plus élevées lorsque la fréquence augmente. La décroissance du module pendant la transition vitreuse s'accompagne d'un pic dans la tangente delta.

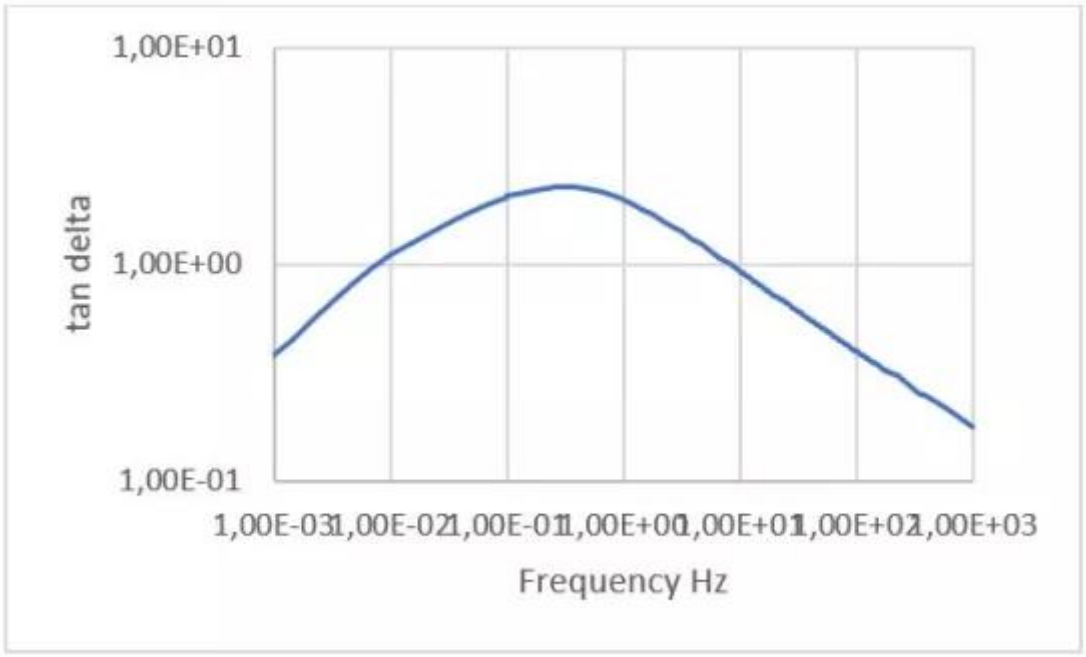




Balayage fréquentiel d'un élastomère

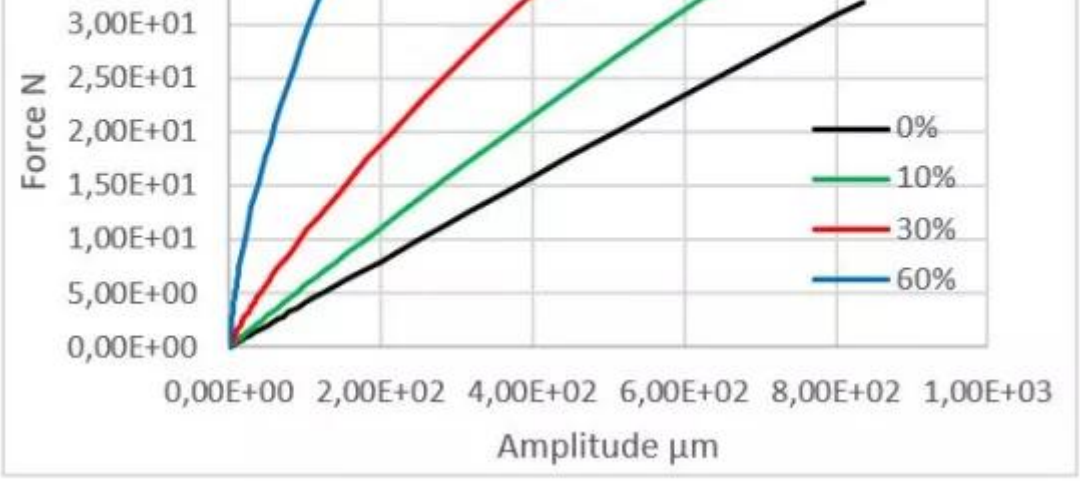
Dans la pratique, les matériaux sont sollicités sur une large plage de fréquence , les propriétés évoluant avec la fréquence. Dans ce cas, le module augmente et le facteur de perte présente un maximum à 0.32 Hz.

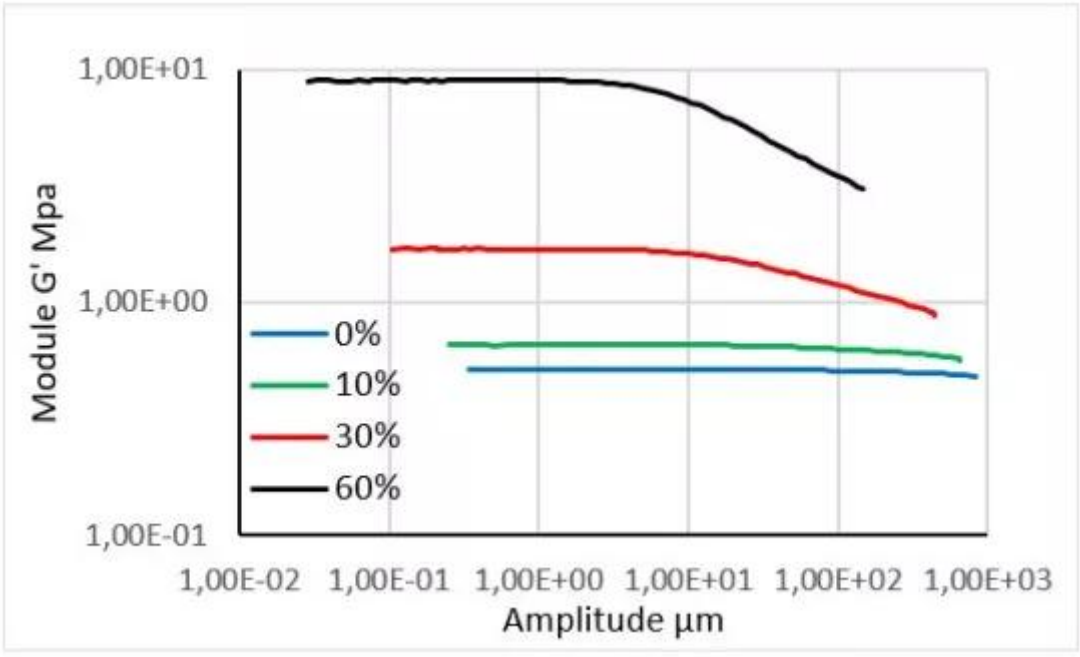




Balayage d'amplitude de déplacement d'un caoutchouc

Le module des polymères chargés augmente avec le taux de charge mais diminue lorsque l'amplitude de la déformation augmente.



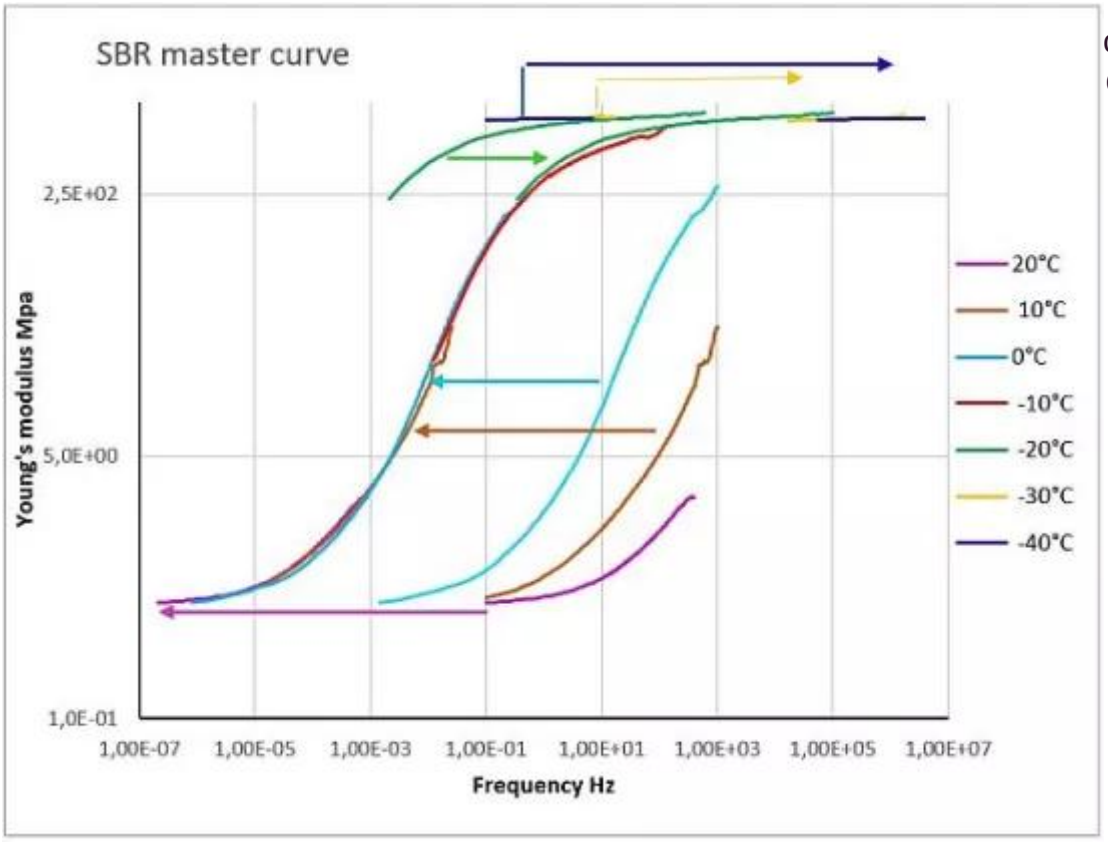


La technique de la courbe maîtresse

La mesure des propriétés viscoélastiques des matériaux à haute fréquence est nécessaire dans de nombreuses applications industrielles telles que prédiction des performances et sécurité des pneus, réduction du bruit et des vibrations dans l'ingénierie mécanique, conception acoustique des véhicules ou encore machines de traitement industriel.

Le comportement viscoélastique dépend de la fréquence et de la température. il existe une équivalence entre le comportement lié à la fréquence et à la température pendant les processus de transition. Cette équivalence est appelée TTS (Time -Température Superposition) et constitue la base théorique de la technique de la courbe maîtresse qui permet de prédire le comportement d'un polymère en dehors de la plage accessible lors d’un essai. En effet :

- Les hautes fréquences sont équivalentes aux basses températures. L'échantillon est à l'état vitreux et a donc un module élevé.
- Les basses fréquences sont équivalentes aux hautes températures. L'échantillon est à l'état caoutchouteux et a donc un faible module.



cades de fréquences
duels sont décalés

Plus d'information sur le Mettler Toledo DMA SDTA861 à nos Sirris Test Labs.

Le DMA SDTA861 est un des 4 équipements de notre nouvelle chaîne d'analyse thermique. Celle-ci compte également un Flash DSC 2+, un TMA SDTA2+ et un DSC.

Time-Temperature Superposition using DMA , Webinar Mettler Toledo 2017

Thermal analysis excellence – Brochure DMA/SDTA861 , Mettler Toledo

Analyse mécanique dynamique , Webinaire Mettler Toledo 2012

Master Curve Construction – Exploiting the TTS Principle , Mettler Toledo Thermal analysis , June, 27 2018

Auteurs