

Modélisation des mesures des propriétés viscoélastiques de matériaux à la nanoéchelle par microscopie à sonde locale en milieu fluide

Laboratoire de Physique des Nanomatériaux et Energie (LPNE)
Institut Matériaux Université de Mons (UMONS)

Philippe LECLERE
philippe.leclere@umons.ac.be

L'analyse mécanique dynamique (AMD) (*Dynamic Mechanical Analysis - DMA*) est une méthode de mesure de la viscoélasticité. Cette méthode d'analyse thermique permet l'étude et la caractérisation des propriétés mécaniques de matériaux viscoélastiques, tels que les polymères.

Un instrument d'AMD permet de déterminer les grandeurs physiques intrinsèques suivantes :

- Les modules complexes de Young (noté E^*) et de Coulomb (G^*), et la viscosité complexe (η^*);
- Le facteur d'amortissement aussi appelé facteur de perte, tangente delta ($\tan \delta$);
- La température de transition vitreuse (T_v) qui dépend de la fréquence. La DMA est plus sensible que d'autres techniques d'analyse thermique pour la détermination de T_v et la détection de transitions dans les composites.

En analyse mécanique dynamique, un échantillon est soumis à une contrainte ou à une déformation oscillatoire (sinusoïdale). En régime dynamique, les propriétés mécaniques d'un matériau dépendent de la déformation, de la fréquence d'excitation et de la température; ces paramètres sont contrôlés par l'instrument de DMA. Récemment, ces mesures sont possibles à la nanoéchelle grâce à la microscopie à sonde locale (*Scanning Probe Microscopy - SPM*). Une limitation de la technique reste à ce jour l'établissement d'une cartographie quantitative des propriétés viscoélastiques en milieu fluide.

Le stage proposé, essentiellement théorique, vise à modéliser les mesures à la nanoéchelle des propriétés viscoélastiques de matériaux polymères et en particulier d'hydrogels en milieu fluide. Pour ce faire, sur base des équations de la mécanique du contact entre la pointe et l'échantillon analysé et du comportement en milieu fluide du levier, l'objectif principal sera de fournir des cartographies du module de stockage E' , du module de perte E'' et $\tan \delta$ (E''/E') au départ de données expérimentales en tenant compte de la présence d'un fluide (eau) . Les outils de modélisation seront basés sur une analyse par éléments finis (COMSOL Multiphysics).