
Analyse des déformations et de l'endommagement des polymères par corrélation d'images digitales en 2D et 3D

DIRECTEUR DE THESE : PATRICK KEKICHEFF (DR CNRS)

CO ENCADREMENT, THIERRY ROLAND

INSTITUT CHARLES SADRON (ICS), 23, RUE DE LOESS, 67034 STRASBOURG

TEL : 03.88.41.40.09; E-MAIL : PATRICK.KEKICHEFF@ICS-CNRS.UNISTRA.FR

Pour prévoir le comportement mécanique des polymères (déformations, endommagement), la communauté scientifique a souvent recours aux calculs de structures par éléments finis qui nécessite la connaissance d'une loi de comportement adaptée aux spécificités de ces matériaux. Or, cette identification bien maîtrisée pour des comportements isotropes voire orthotropes et pour des matériaux homogènes se heurte aujourd'hui à la complexification des microstructures dans les polymères à fortes valeurs ajoutées (polymères renforcés, nanostructurés). Il devient donc primordial de comprendre et de décrire le comportement mécanique des matériaux à l'échelle de leurs microstructures et d'adapter les essais mécaniques à ces échelles.

Au cours de cette dernière décennie, avec l'essor et le développement des techniques de mesures de champs cinématiques par corrélation d'images, de nouvelles perspectives d'analyses expérimentales sont apparues en mécanique. En particulier, dans le domaine de l'identification du comportement mécanique des matériaux, ces mesures rendent possible l'utilisation d'essais plus complexes menant à des champs cinématiques hétérogènes contenant plus d'information que lors d'essais classiques. Aussi, mise en œuvre dans le cadre de la stéréocorrélation, à partir de deux caméras, une mesure de champs de déplacement 3D de la surface des matériaux est rendue possible. Enfin, couplée à des observations par rayonnement X, comme la tomographie, des mesures de champs de déformations 3D intrinsèques (dans le volume) sont à notre portée et constituent une mécanique expérimentale complètement inédite dans le cadre des polymères.

L'objectif de la présente thèse est donc de développer une analyse couplant méthodes expérimentales de mesures de champs cinématiques à des observations microstructurales dans le visible et en rayonnement X synchrotron.

On s'intéressera en particulier à la déformation de polymères renforcés (micro et nanostructurés) sous contrainte jusqu'à la rupture avec localisation de l'endommagement. Dans une première phase de travail, on s'intéressera à des mesures en stéréocorrélation et on cherchera notamment à appréhender les rôles respectifs des constituants microstructuraux. Cette approche pourra être couplée à des aspects de modélisation numérique par approche inverse. Une seconde phase de travail concernera la mise au point de la technique de mesure par corrélation en volume, à partir d'analyse en tomographie X et ceci dans le cadre du projet LEMAX récemment supporté par la Région Alsace.

Le principal verrou scientifique du sujet est de comprendre comment des microstructures multi-échelles complexes dans les polymères affectent leurs propriétés mécaniques. Le verrou technologique repose quant à lui sur le développement d'outils de mesure de déformations 3D pour une analyse de la déformation aux échelles pertinentes et à l'utilisation d'un équipement de tomographie à rayons X haute résolution.

Mots clés : mesures de champs, tomographie RX, polymères, rupture, endommagement