
ANALYSES DE QUELQUES ASPECTS CONCERNANT L'ENDOMMAGEMENT ET LA RUPTURE DE MATERIAUX POLYMERES NANOCOMPOSITES

DIRECTEUR DE THESE : Prof. Christian GAUTHIER

INSTITUT CHARLES SADRON, 23 rue du Loess, BP 84047, 67034 STRASBOURG Cedex 2.

TEL : 03 88 41 40 00 ; E-MAIL : christian.gauthier@ics-cnrs.unistra.fr

ENCADRANT DE THESE : SOLAR Mathieu (MdC)

TEL : 03 88 41 40 00 ; E-MAIL : mathieu.solar@ics-cnrs.unistra.fr

COLLABORATION : MEYER Hendrik (DR CNRS)

Sous titre : Simulations numériques semi-discrètes au service de modélisations de structures continues, et quelques confrontations à l'expérience.

La déformation volumique des polymères est un phénomène complexe couplant de la dissipation volumique, comme la plasticité par cisaillement ou encore l'apparition de la cavitation, et de l'extraction de fibrilles (filaments polymériques par reptation forcée mécaniquement ou par rupture de liaisons covalentes). Les mouvements moléculaires et les échelles de temps de la relaxation des molécules corrélées à ces mécanismes de déformation ne sont pas encore complètement compris, en particulier pour un matériau composite pour lequel la décohésion entre la charge et la matrice est une ruine possible.

Ce sujet de thèse concerne l'étude de l'endommagement volumique (cavitation, plasticité...) de PMMA renforcé par des nanoparticules dures de silice fumée. Les matériaux concernés auront des pourcentages de charges allant de 5 à 30% et ces particules de silice pourront être fonctionnalisées, ce qui permettra d'ajuster les affinités physico-chimiques entre la silice et le PMMA.

Déroulé de la thèse : dans un premier temps, le candidat conduira des essais mécaniques standards dans les régimes élastiques puis avec endommagements, dans l'environnement d'un Tomographe RX ce qui permettra d'avoir accès in-situ aux mécanismes d'endommagement. Dans un second temps, il développera un modèle numérique incorporant la rhéologie volumique de la matrice, mais aussi des aspects physico-chimiques prédits par des approches moléculaires. La possibilité de pouvoir changer la nature de la cohésion entre la matrice et le renfort renforce l'intérêt des approches moléculaires.

Environnement scientifique : l'équipe Physique-Mécanique et Tribologie des Polymères a une expérience reconnue dans l'analyse des endommagements mécaniques volumiques et surfaciques avec une expertise pour conduire des expériences avec observations in-situ. Une collaboration de longue date avec l'équipe Théorie et Simulation des Polymères permet de mettre en place des modélisations numériques atomistiques de polymères, enrichissant les modélisations numériques standards de type milieux continus développées dans la première équipe.

Référence « Mechanical behavior of linear amorphous polymers: Comparison between molecular dynamics and finite-element simulations », SOLAR, MEYER, GAUTHIER, FOND, BENZERARA, SCHIRRER and BASCHNAGEL, Physical Review E, Vol. 85 (2012), Issue 2, Part 1.