

# Réologie solide des polymères et des composites

Plateforme dédiée à l'analyse expérimentale des propriétés thermo-mécaniques des polymères et des composites

## Activité

Nous possédons un parc expérimental polyvalent dédié à l'étude des propriétés thermomécaniques des polymères et des composites. Une grande gamme d'essais est réalisable :

- Spectrométrie mécanique (DMA) en mode traction, compression, flexion ou cisaillement (sur film)
- Essais multi-axiaux (traction-torsion) ;
- Essais de traction ou de flexion en température ;
- Etude des propriétés en fatigue ;
- Essais de relaxation et de fluage.

## Spécificités

- Possibilité de coupler les essais à des mesures de champs cinématiques (déplacements ou déformations) et thermiques à la surface des éprouvettes
- Possibilité de coupler les mesures à des simulations obtenues avec des codes élément finis (Abaqus, FlexPDE), spectraux (Craft) ou « champ de phase »

## Secteurs d'application

- Propriétés thermo-mécaniques des polymères
- Propriétés mécaniques et étude du développement de l'endommagement au sein des composites
- Détermination expérimentale des lois de comportement des matériaux polymères et composites.

## Mots-clés

- Matériaux polymères
- Matériaux composites
- Essais thermo-mécaniques

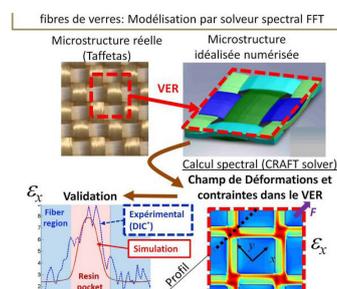
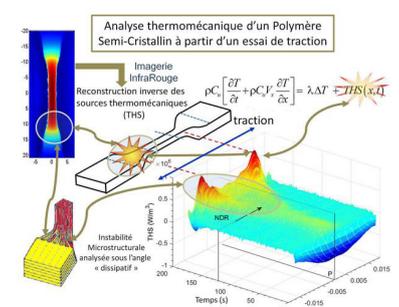
## Savoir-faire

### Caractérisation thermo-mécanique des polymères et des composites

- Mesures des propriétés mécaniques usuelles des polymères : Courbes contraintes vraie-déformation vraie, module de Young, coefficient de Poisson, seuil de fluage, allongement et contrainte à la rupture.
- Mesures des propriétés mécaniques usuelles des composites : Constantes élastiques, seuils d'endommagement, résistances à la traction et à la flexion, résistance au cisaillement inter-laminaire et limite d'endurance.
- Mesure des modules conservatifs et de pertes par spectrométrie mécanique avec balayage température ou fréquence. Analyse des données, détermination de la température de transition vitreuse etc.

Hétérogénéité du champ de déformation à l'échelle du textile au sein d'un composite taffetas verre/ résine acrylate : mesure par corrélation d'images 3D et simulation avec un solveur spectral (Craft) >

Hétérogénéité de la dissipation thermique au sein de d'un semi-cristallin déformé en traction au-delà de la striction. tibles nucléaires ballonnés >



## Exploitation des mesures de champs cinématique et thermiques

- Corrélation d'images 3D : analyse de la localisation de la déformation (striction) pour les polymères déformés en traction, hétérogénéité de la déformation à l'échelle méso pour les composites
- Caméra IR : Etude des propriétés en fatigue des composites par mesures d'auto-échauffement (Caméra IR). Le degré d'endommagement en fatigue des composites est analysé en s'affranchissant du tracé de la courbe de Wöhler. Analyse de l'hétérogénéité de la dissipation thermique (reconstruction des sources).

## Nos équipements phares

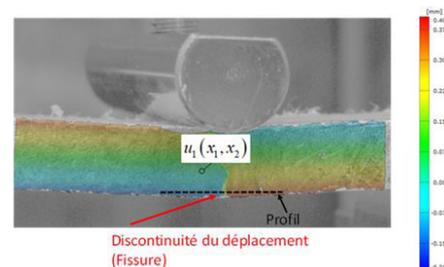
- Presse hydraulique MTS 100kN avec électronique Flextest SE
- Machine traction / torsion MTS Bionix 25kN avec électronique Flextest 60
- Machine Bose 3.3kN : Fatigue, DMA : 0.001-10 Hz, études en température, banc flexion 3 points
- Banc de spectrométrie mécanique Metravib DMA 300  $\pm 150$  N, 7 décades de raideur, modes traction, flexion et cisaillement sur film
- Mini-machine Kammrath&Weiss 5kN : Platine de traction compression pour essais sous bancs optiques ou rayonnement synchrotron sur grands équipements : Soleil (Swing), Swiss Light Source (Tomcat, cSAXS)
- ARAMIS (stéréo-corrélation d'images 3D)
- Système RealTime VideoExtensometry (Développement interne)
- Rétrodiffusion de lumière incohérente polarisée (Développement interne)
- Caméra IR associée à des codes développés en interne pour reconstruire les sources de production de chaleur

## Nos dernières réalisations

### Caractérisation des propriétés mécaniques d'un aérogel "composite bois" destiné à l'isolation thermique

Mesure de la résistance mécanique et analyse des mécanismes d'endommagement d'un aérogel « composite bois » avec un banc de flexion 3 points couplé à un dispositif de corrélation d'images. La mesure des champs cinématiques permet de montrer que la ruine est due à l'apparition de fissures dans les zones de l'éprouvette qui sont en traction.

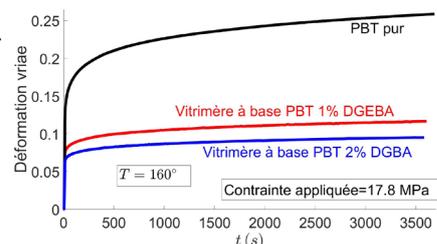
Flexion 3 points sur un aérogel « composite bois » >



### Vitrimères à base PBT : amélioration des propriétés en fluage

Des essais de fluage en température associés à des mesures de corrélation d'images ont permis de montrer que le processus de vitrification améliore considérablement les propriétés en fluage du PBT.

Essai de fluage sur un PBT et sur deux vitrimères à base PBT >



## Contact

Stéphane ANDRÉ  
stephane.andre@univ-lorraine.fr  
03 72 74 42 96

Laurent FARGES  
laurent.farges@univ-lorraine.fr  
03 72 74 42 82

## Localisation

LEMTA  
2 avenue de la Forêt de Haye  
BP 90161  
54505 VANDOEUVRE CEDEX