

# Etude multiéchelle de la relation microstructure–propriétés thermophysiques de matériaux polymères et composites

## Localisation :

Centre d’Énergétique et de Thermique de Lyon (CETHIL)  
UMR 5008 CNRS, INSA de Lyon, Université Claude-Bernard Lyon 1

---

**Mots clés :** nanosciences, nanomatériaux, conductivité thermique, températures de changement de phase, microscopie thermique à sonde locale

---

## Sujet de thèse :

Les transferts de chaleur dans les procédés de transformation des matériaux polymères sont étroitement corrélés aux cinétiques de changements de phases et gradients thermiques qui s’y produisent. Au cours de la transformation, les matériaux polymères subissent des modifications structurales et/ou chimiques qui sont toutes thermodépendantes. La modélisation des procédés requiert donc nécessairement des caractérisations expérimentales très complexes.

Ce sujet de thèse vise une analyse expérimentale multiéchelle approfondie de la relation microstructure–propriétés thermophysiques de matériaux polymères en fonction de la cinétique de leur transformation. Il vient renforcer les synergies naissantes entre les activités de recherche « Microscopie thermique à sonde locale (SThM) » et « Transferts thermiques dans des matériaux et procédés de plasturgie » du CETHIL.

La première activité bénéficie d’un appareillage commercial de microscopie thermique à sonde locale (SThM) permettant des analyses thermophysiques à l’échelle submicrométrique. L’application de cette technique aux polymères implique des conditions non usuelles d’utilisation de la méthode et nécessite des développements en terme de mise au point des protocoles de réalisation et de traitement des mesures pour en assurer la fiabilité. La deuxième activité porte sur l’étude des transferts de chaleur dans les matériaux polymères et les procédés de leur transformation, en tenant compte des cinétiques de changements de phases qui s’y produisent.

Les recherches à mener concerneront :

- d’une part, la mise en œuvre et l’interprétation des expériences nécessaires à la caractérisation de la mesure de la conductivité thermique et de l’analyse calorimétrique localisées de polymères par SThM sur des matériaux modèles conçus au laboratoire et par le « National Physical Laboratory » (Teddington, Londres, Grande Bretagne) dans le cadre du projet européen QUANTIHEAT (<http://www.quantihheat.eu/>). La méthodologie expérimentale développée sera aussi appliquée à l’étude à l’échelle submicrométrique de l’évolution de la conductivité thermique et des températures de fusion et de transition vitreuse de matériaux polymères, semi cristallins et/ ou amorphes, en fonction de leur microstructure locale ; laquelle sera caractérisée avec les moyens du laboratoire (AFM, microscopie optique en lumière polarisée, DSC), du Consortium Lyonnais de microscopie (MEB et TEM) et du Groupe de Recherche Pluridisciplinaire en Plasturgie lyonnais.
- L’interprétation de la mesure calorimétrique par microscopie thermique à sonde locale nécessitera le développement d’une modélisation numérique adaptée aux échelles mises en jeu tant au niveau de la nanosonde utilisée pour la mesure que pour le matériau polymère sollicité thermo-mécaniquement à l’échelle submicronique lors des mesures. Cette partie se basera sur les modèles de prédiction des changements structuraux des polymères (cristallisation, réticulation, orientation macromoléculaire, ...), développés au laboratoire, en fonction des cinétiques thermiques et mécaniques variées.
- Par ailleurs, les polymères chargés (composites) seront un autre terrain d’investigation, via l’étude de l’interaction aux interfaces polymères fibre ou polymères charge. Cette technique SThM, originale et développée au CETHIL, permettra une compréhension de ces interactions à l’échelle nano et micro afin de mieux modéliser le comportement macroscopique des ces matériaux (comportement thermique, mécanique, électrique, optique...)



Les résultats des mesures locales et macroscopiques réalisées seront comparés pour analyser l'impact de la microstructure sur les propriétés thermophysiques des polymères. Ce travail permettra des éclairages nouveaux sur le transfert thermique au sein des matériaux polymères, d'apporter de nouvelles données pour alimenter et améliorer des modèles développés au laboratoire et à plus long terme d'apporter des éléments de choix pour l'optimisation des procédés de leur fabrication.

---

**Prérequis :** Le(la) candidat(e) possèdera un master 2 (ou diplôme équivalent). Il(Elle) sera intéressé(e) par, non seulement, les manipulations expérimentales mais également le développement de modèles en appui des expériences pour leur compréhension.

---

**Encadrement de la thèse :**

Séverine Gomès            Chargée de Recherche CNRS ([severine.gomes@insa-lyon.fr](mailto:severine.gomes@insa-lyon.fr) ; 04 72 43 64 28)

Mhamed Boutaous        Maître de Conférence INSA Lyon ([mhamed.boutaous@insa-lyon.fr](mailto:mhamed.boutaous@insa-lyon.fr); 04 72 43 63 14)

---

**Financement :** Thèse pouvant être financée par un contrat doctoral de l'Ecole Doctorale MEGA à l'INSA de Lyon, après audition du candidat par un jury de l'Ecole Doctorale.

---

**Procédure :** Transmettre par e-mail votre CV, votre lettre de motivation ainsi que les noms de références qui pourront vous recommander