

# Microscopie thermique à sonde locale: mesures thermiques aux échelles nanométriques

Séverine GOMES

*CETHIL (Centre d'Énergétique et de Thermique de Lyon)  
UMR 5008, CNRS, INSA-LYON, Villeurbanne, France*

Au cours des trente dernières années, les nanosciences et les nanotechnologies ont conduit à des besoins croissants de connaissance fondamentale en thermique et en énergétique à des échelles de plus en plus petites, allant du micromètre au nanomètre. En particulier, le développement de nouveaux matériaux et systèmes dépend de progrès significatifs dans la compréhension du transport de l'énergie à ces échelles. Les activités technologiques et commerciales de nombreux secteurs industriels tels que les semi-conducteurs, l'aéronautique, l'aérospatiale et les technologies de l'information sont profondément concernées.

Dans ce contexte, la technique de microscopie thermique à sonde locale<sup>[1,2]</sup>(SThM pour « Scanning Thermal Microscopy » en anglais) fait aujourd'hui partie intégrante du paysage de la micro et nanothermique. Ce cours, dédié à aborder cette technique, sera constitué de trois parties distinctes.

- La première partie donnera une description globale de l'instrumentation et des différents modes utilisés pour l'analyse de matériaux et de composants actifs (composants microélectroniques par exemple). Nous verrons que différents types de sonde SThM sont disponibles : sondes thermocouples, sondes résistives....Ils seront présentés mais le cours se concentrera essentiellement par la suite sur les mesures avec une sonde SThM résistive.
- La deuxième partie du cours exposera les facteurs d'influence sur la mesure SThM, c'est-à-dire sur la réponse de la pointe à son interaction avec l'échantillon ; la discussion sera réalisée sur la base d'un modèle relativement simple. Il sera également question dans cette deuxième partie du cours de présenter les méthodologies utilisées pour étalonner la technique afin de réaliser des mesures thermiques.
- Dans la troisième partie du cours, un cas concret d'analyse SThM d'une nanostructure<sup>[3]</sup> explicitera les principales étapes d'une mesure et montrera que la technique peut permettre d'étudier simultanément différentes propriétés physiques d'objets de dimension nanométrique.

Pour conclure ce cours, les principaux défis du développement de la SThM seront donnés.

## **Références :**

<sup>[1]</sup> Gomès, S., Assy, A., & Chapuis, P. O. (2015). *Scanning thermal microscopy: A review*. *physica status solidi (a)*, 212(3), 477-494.

<sup>[2]</sup> Gomès, S. (2023). *Microscopie thermique à balayage (SThM)*, Techniques de l'Ingénieur, R2770.

<sup>[3]</sup> Sojo-Gordillo, J. M., Gadea-Diez, G., Renahy, D., Salleras, M., Duque-Sierra, C., Vincent, P., ... & Tarancón, A. (2023). *Local Heat Dissipation and Elasticity of Suspended Silicon Nanowires Revealed by Dual Scanning Electron and Thermal Microscopies*. *Small*, 2305831.