

Polymérisation thermique pour la cartographie de température en thermoplasmonique

DIRECTEUR DE THESE : DOMINIQUE BERLING

ENCADRANTE : CELINE MOLINARO

IS2M, 15 RUE JEAN STARCKY, 68057 MULHOUSE

TEL : 03 88 60 88 43

E-MAIL : DOMINIQUE.BERLING@UHA.FR CELINE.MOLINARO@UHA.FR

Lors de leur illumination, les nanoparticules (NPs) d'or génèrent des plasmons localisés de surface, induisant : une forte exaltation de champ, des paires électrons-trous et de la chaleur. La génération de chaleur, aussi appelée thermoplasmonique, est inhérente à toute génération de plasmons. Son impact dépend de l'application visée : si en photothérapie, c'est l'augmentation de température induite par thermoplasmonique qui est recherchée, ce n'est pas le cas en catalyse ou en photovoltaïque où ce sont les paires électrons-trous qui sont exploitées. Si la génération de chaleur contrôlée peut accélérer les réactions chimiques, une température excessive et incontrôlée peut endommager les réactifs, réduisant alors considérablement les performances. Cette dualité souligne le besoin de déterminer et de cartographier la température générée par plasmonique.

Récemment, nous avons développé une nouvelle technique chimique basée sur la polymérisation radicalaire initiée par voie thermique (i.e. thermopolymérisation) pour déterminer la température en thermoplasmonique. La sonde thermique, présentant une température seuil de 130°C, a permis d'observer à l'échelle macroscopique, la température générée par effet collectif, se traduisant par l'observation de plots de polymère millimétrique[1] (Figure 1a). Tandis qu'à l'échelle de la NP unique, nous avons pu former une couche de polymère nanométrique autour de NP d'or,[2] et des lobes de polymères directionnels sur des nanotriangles[3] (Figure 1b et c).

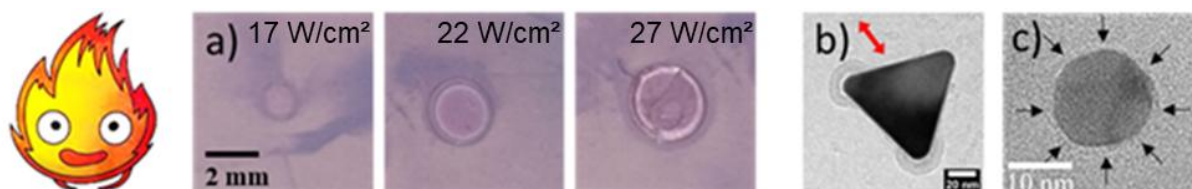


Figure 1 : Thermopolymérisation par thermoplasmonique à l'échelle millimétrique [1] a) et nanométrique [2-3] b) et c).

Le but de cette thèse est de développer la thermopolymérisation en tant que sonde thermique pour la thermoplasmonique. Tout d'abord, il faudra étendre la gamme de température accessibles par thermopolymérisation entre 50 et 300°C en ayant une précision de 5°C. Puis ces formulations thermopolymérisables seront validées pour la cartographie de la température induite par thermoplasmonique à l'échelle macroscopique en utilisant l'effet collectif de génération de chaleur. Enfin, ces sondes thermiques pourront permettre de cartographier la chaleur à l'échelle de la NP unique avec une résolution nanométrique via la microscopie électronique. A cette échelle, un enjeu majeur de la thèse sera de valider l'origine purement thermique des phénomènes observés.

[1] C. Molinaro, A. Khitous, O. Soppera, ACS Appl. Polym. Mater, (2024).

[2] A. Khitous, C. Molinaro *et al.* Unveiling Localized Plasmonic Activation comparing Photochemically and Thermally Initiated Polymerization, Preprint (2025).

[3] C. Molinaro, A. Khitous, M. Bastide, O. Soppera, Plasmonics, (2025).

Candidature

Cette thèse se déroulera à l'Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) à Mulhouse (France) dans l'axe PHOTON.

Cette thèse est à l'interface entre la physique et la chimie. Le candidat recherché sera issu d'un M2/école d'ingénieur dans les domaines de la **physique ou de la physico-chimie**, avec une forte appétence pour l'interdisciplinarité. Des connaissances/compétences en optique et lasers, en nanosciences ou en chimie des polymères seront appréciées.

Pour candidater, merci d'envoyer votre CV, lettre de motivation et relevés de notes M1 et M2 à celine.molinaro@uha.fr.

Date de début de thèse : septembre/octobre 2026

Date limite de candidature : 15/04/2026