

Prof. Dr.-Ing. David AMANS

Head of the team Luminescence

Institut Lumière Matière (UMR 5306 CNRS)

10 rue Ada Byron

Université Claude Bernard Lyon 1

69622 Villeurbanne cedex

Proposition de stage M2 avec possibilité de poursuite en Thèse (financée).

Cadre Général du sujet :

Cette offre s'inscrit dans le cadre du projet ANR PHASTRACK, financé en 2025 avec démarrage au 1^{er} Janvier 2026, fruit d'une collaboration entre l'Institut Lumière Matière (Univ. Lyon 1/CNRS), l'Unité Matériaux et Transformations (Univ. Lille / CNRS) et le laboratoire MatéIS (INSA Lyon / CNRS).

Résumé du projet PHASTRACK :

Un contrôle complet de la structure d'une nanoparticule (forme, phase cristallographique, composition) est un élément essentiel du développement de leur usage pour des applications technologiques. La température est un paramètre externe décisif qui influence la structure, tant lors de la synthèse que lors d'utilisations pratiques, tel qu'en catalyse. Alors que les mécanismes de fusion et de solidification sont déjà complexes dans un massif, le passage à l'échelle nanométrique amène un degré de complexité supplémentaire. En effet, les considérations thermodynamiques traditionnelles sont mises au défi de la prépondérance des effets de surface et de taille. Dans ce projet, nous allons étudier la cinétique de transitions de phase induites par la température aux échelles nanométriques en utilisant des méthodes de pointe. Nous adopterons une approche en trois volets : (1) la synthèse de nano-alliages par ablation laser dans les liquides (LAL), permettant d'obtenir des compositions chimiques et des morphologies variées ; (2) l'observation in-situ de la fusion et de la solidification à l'aide de la microscopie électronique en transmission (TEM) à haute résolution ; et (3) des simulations en dynamique moléculaire assistées par apprentissage automatique viendront compléter les données expérimentales, et permettront de proposer une interprétation à l'échelle atomique des mécanismes de fusion et de nucléation observés expérimentalement en microscopie électronique.

L'étude se concentrera sur les nano-alliages or-argent et or-fer, choisis pour leur importance technologique et leurs propriétés de miscibilité distinctes (de très miscibles à partiellement miscibles). Les résultats feront progresser de manière significative notre compréhension des transitions de phase et des processus de ségrégation dans les nano-alliages, contribuant à la conception de nanomatériaux aux propriétés contrôlées.

Doctorat (sur financement de l'ANR):

Le doctorant ou la doctorante sera rattaché(e) aux deux laboratoires Lyonnais (ILM et MatéIS), avec pour mission le développement de la synthèse de nano-alliages par ablation laser dans les liquides (volet 1 du projet) et l'observation in-situ de la fusion et de la solidification à l'aide de la microscopie électronique en transmission (TEM) à haute résolution (volet 2 du projet). Le volet 1 sera réalisé à l'institut Lumière Matière, sous la direction du Prof. David AMANS (dir. de thèse). L'ILM est un acteur majeur sur la thématique de l'ablation laser dans les liquides depuis plus de 10 ans. Le volet 2 sera réalisé sous la direction du Prof. Karine Masenelli-Varlot (co-dir. de thèse) et du Dr. Lucian Roiban, deux spécialistes du développement de méthodes expérimentale en microscopie électronique, bénéficiant des instruments de pointes présent au sein du Consortium Lyon Saint-Etienne de Microscopie (CLYM). Le doctorant ou la doctorante aura en charge le développement des protocoles expérimentaux permettant d'observer in situ les transitions de phase induites thermiquement. Enfin, il ou elle sera amené(e) à faire le lien avec l'équipe lilloise en charge de la simulation numérique, ce qui l'amènera à s'acculturer aux techniques de *machine-learning* et de dynamique moléculaire.

Stage de Master 2 (sur financement de l'ANR):

Le stage de master 2 a vocation à préparer l'étude de thèse. Le premier volet portera sur l'évolution du bâti expérimental permettant de réaliser l'ablation laser en liquide. L'objectif est de faire évoluer le système afin d'assurer, de bout en bout, un environnement anhydre lors de la synthèse de matériaux susceptibles de s'oxyder. Un travail sera mené sur le choix des solvants ainsi que sur l'usage de ligands (organiques ou inorganiques) au cours de la synthèse, afin de garantir la stabilité colloïdale des solutions et, par conséquent, la préparation des échantillons destinés à la microscopie électronique. Des nano-alliages Au-Ag seront réalisés en tant qu'objets tests. Le ou la stagiaire sera également formé(e) à l'utilisation du microscope STEM-EDX (*NEO-ARM*) pour la caractérisation de l'alliage à l'échelle atomique (analyse chimique), ainsi qu'à la microscopie électronique en transmission à haute résolution (*Titan Environmental TEM*). L'objectif final est de définir un protocole de synthèse et de préparation d'échantillons présentant des caractéristiques reproductibles.

Plan de Formation :

- Utilisation de source laser et mise en œuvre des synthèses LAL.
- Formation aux méthodes de caractérisation des nanomatériaux (diffraction des rayons X, granulométrie, mesure de potentiel zêta, spectroscopie d'absorption, Raman, FTIR, ATR, spectroscopie de perte d'énergie des électrons, *STEM-EDX* ...).
- Formation à l'utilisation des microscopes électroniques (*NEO-ARM*, *Titan*).

Contact et liens utiles :

- David AMANS (dir. thèse, [ILM](#)) : david.amans@univ-lyon1.fr / [Equipe luminescence](#)
- Karine Masenelli-Varlot (co-dir. thèse, [MatéIS](#)) : Karine.Masenelli-Varlot@insa-lyon.fr
- CLYM : <https://www.clym.fr/>