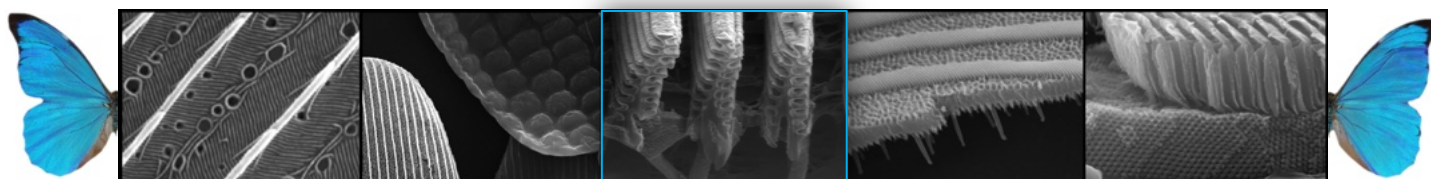


Offre de thèse sur les mécaniques des écailles iridescentes des insectes

Laboratoires IRBI (Tours) + PMMH (Paris) + UA Math (Tucson, Arizona, USA)



iMECHAMORPHO : Mécanique *in silico* de la morphogenèse dans les matériaux biologiques et biomimétiques multifonctionnels

Date limite de dépôt des candidatures : 17 juin 2026

L'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI, UMR 7261, CNRS / Université de Tours) recrute un·e doctorant·e pour une durée de 3 ans à partir du 1er octobre 2026. Le projet de thèse intitulé « iMECHAMORPHO : Mécanique *in silico* de la morphogenèse dans les matériaux biologiques et biomimétiques multifonctionnels » entièrement financé par le CNRS dans le cadre du programme doctoral conjoint entre CNRS et l'Université de l'Arizona soutenu par le [French-Arizona Institute for Global Grand Challenges](#), à l'avant-garde des initiatives scientifiques internationales. Le·a doctorant·e sera co-encadré par [Vinodkumar SARANATHAN](#) au sein de l'équipe INOV de l'IRBI spécialisée en écologie physique et évolutive et [Benoît ROMAN](#) (PMMH) en France et [Shankar VENKATARAMANI](#) (UA Math) en États-Unis. Le projet s'appuiera toutefois sur l'expertise des trois laboratoires (au sein desquels des séjours de recherche sont prévus). Le·a candidat·e travaillera dans un environnement de recherche très vivant, interdisciplinaire, en interaction avec les meilleurs experts mondiaux de la photonique biologique, du biomimétisme et de mécanique et mathématiques appliquées des matériaux mous déformables en théorie qu'en pratique. Tours est une ville moderne et dynamique située au cœur du Val de Loire, classée au patrimoine mondial de l'UNESCO et berceau de la Renaissance française. Elle est très bien desservie par les transports en commun (bus, tramways) et est à 1h de Paris en TGV. Tucson, en Arizona, est reconnue comme Ville de la gastronomie par l'UNESCO pour sa cuisine mexicaine de style Sonore, et réputée pour son climat ensoleillé (> 350 jours par an). À propos à Paris, eh bien, c'est Paris !

DESCRIPTION DU SUJET ET CONTEXTE DE TRAVAIL

La nature a évolué pour produire une diversité étonnante d'architectures poreuses optimisées qui interviennent simultanément dans la coloration, la transparence, la thermorégulation, l'hydrophobicité — mais les mécanismes régissant leur formation commencent tout juste à être compris. Les écailles d'ailes de papillon en sont un exemple paradigmatique : grandes cellules structurées hiérarchiquement (couche par couche) et conçues pour fonctionner après une mort programmée, et offrant le potentiel d'inspirer des approches biomimétiques pour la création de matériaux multifonctionnels à ces échelles (submicroniques) particulièrement exigeantes. Ce projet entreprendra une modélisation multi-échelle, résolue dans le temps, des changements topologiques observés au cours du développement des ailes de papillon, et caractérisera *in silico* l'espace des phases morphologiques des interfaces biologiques et biomimétiques réalisables, en vue d'applications potentielles allant du photovoltaïque/photonique à l'électronique flexible et l'actionneur souples.

S'inscrivant à l'interface de l'écologie fonctionnelle, de l'évolution, de la morphogenèse, de la mécanique de la matière molle et de l'ingénierie des matériaux, ce projet de thèse vise à développer une compréhension mécanistique du développement des écailles des ailes de papillon. Les objectifs scientifiques s'articulent autour de deux axes complémentaires : (1) étendre notre modèle actuel de la mécanique macroscopique des crêtes, afin de rendre compte de la pleine diversité et de la richesse biologique exhaustive des écailles des

ailles de papillon, et (2) modéliser de manière itérative le comportement de phase des interfaces dans les métamatériaux biologiques et biomimétiques, ouvrant la voie à la conception d'architectures plus riches et tolérantes aux défauts, dont certaines seront réalisées expérimentalement, à titre de preuve de concept, afin de valider les modèles.

Donc les travaux du doctorant ou de la doctorante comprendront des analyses théoriques (l'UA) et numériques (l'IRBI et l'UA) utilisant une modélisation informatique à haute résolution (par exemple, en utilisant des clusters HPC tels que CaSciModOT), des interactions étroites avec d'autres personnels de laboratoire impliqués dans la compréhension du développement à l'échelle des insectes à l'IRBI, et enfin la réalisation expérimentale à l'échelle macroscopique d'un sous-ensemble de morphologies en utilisant des matériaux synthétiques (PMMH). En intégrant théorie et modélisation numérique aux approches expérimentales, ce projet de thèse offrira une formation complète et interdisciplinaire, avec des perspectives à la fois académiques et industrielles. Cela constitue une occasion rare de mobilité internationale entre des pôles scientifiques majeurs et de renommée mondiale dans le domaine des sciences interdisciplinaires, y compris la science des matériaux.

CONTRAINTES ET RISQUES

Aucun risque particulier n'est associé à cette thèse. Cependant, le projet implique des déplacements réguliers entre laboratoires en France et des périodes de mobilité à l'Université de l'Arizona dans le cadre de la collaboration internationale, ce qui nécessite une bonne organisation logistique et une planification anticipée des missions.

CANDIDATURES : QUI RECHERCHONS-NOUS ?

Un·e candidat·e titulaire d'une Master (ou équivalent) en mathématiques appliquées, physique, mécanique ou science et génie des matériaux obtenue avant août 2026. Le·a candidat·e idéal sera familier avec la mécanique des milieux continus (théorie) et s'intéressera à la programmation et aux méthodes numériques (optimisation, simulation, etc.) ainsi qu'au travail expérimental (en mécanique, impression 3D, etc.) – une expérience préalable est un atout sans être indispensable. Et présentant (1) être curieux, créatif, très motivé, désireux d'acquérir de nouvelles compétences et capable de travailler de manière indépendante ; (2) d'excellentes compétences en communication (anglais et français) et en relations interpersonnelles (3) doit être capable et disposé à voyager au niveau national et international.

Les candidatures doivent être envoyées **par courriel, sous la forme d'un fichier PDF unique**, à saranathan@univ-tours.fr (avec l'objet « dossier pour iMECHAMORPHO ») **au plus tard le 17 juin 2025** et doivent inclure un CV complet avec les noms et les coordonnées complètes de 2 ou 3 personnes référentes, une lettre de motivation (max 2 pages) et tous les relevés de notes Master (M1 et M2 ou équivalent). Les entretiens oraux se tiendront à partir du 29 juin 2026.

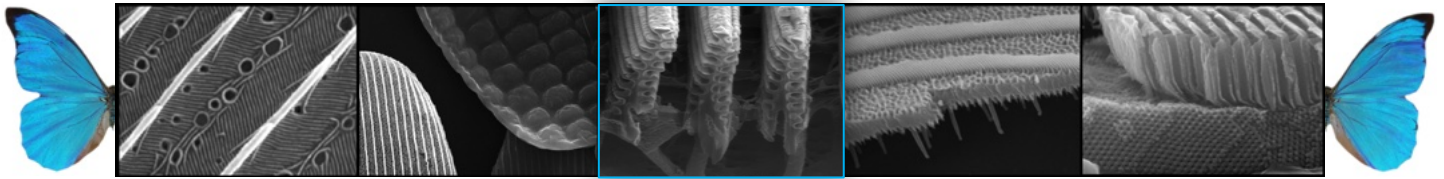
Pour toute demande d'information complémentaire, les candidat·es peuvent directement contacter l'un d'entre nous : saranathan@univ-tours.fr, benoit.roman@espci.fr ou shankar@arizona.edu

Références bibliographiques :

- [1] Saranathan, V. et al. 2010. Structure, function, and self-assembly of single network gyroid (I4(1)32) photonic crystals in butterfly wing scales. PNAS 107, 11676-11681.
- [2] Seah, K. S. and Saranathan, V. 2023. Hierarchical morphogenesis of swallowtail butterfly wing scale nanostructures. eLife 12, 89092.
- [3] Acharya, A., and Venkataramani, S.C. 2020. Mechanics of moving defects in growing sheets: 3-d, small deformation theory. Materials Theory 4, 2.
- [4] Vandeparre, H., Piñeirua, M., Brau, F., Roman, B., Bico, J., et al. 2011. Wrinkling Hierarchy in Constrained Thin Sheets from Suspended Graphene to Curtains. PRL 106, 224301.
- [5] Cerda, E. and Mahadevan, L. 2003. Geometry and physics of wrinkling. PRL 90: 074302.

(English version follows)

Fully-funded PhD Position on the mechanics of iridescent insect scales at IRBI (Tours) + PMMH (Paris) + UA Math (Tucson, Arizona, USA)



iMECHAMORPHO : *in silico* MECHANics of MORPHOgenesis in biological and biomimetic multi-functional materials

Application Deadline : 17 june 2026

The Insect Biology Research Institute (IRBI, UMR 7261, CNRS / University of Tours) is recruiting a PhD candidate for a 3-year term, commencing October 1, 2026. The PhD project entitled "iMECHAMORPHO: *in silico* MECHANics of MORPHOgenesis in biological and biomimetic multifunctional materials" is fully funded by the CNRS as part of a joint doctoral program between the CNRS and the University of Arizona, supported by the [French-Arizona Institute for Global Grand Challenges](#), an initiative at the forefront of international scientific endeavors. The PhD candidate will be co-supervised by [Vinodkumar SARANATHAN](#) (within IRBI's INOV team specializing in physical and evolutionary ecology and insect-environment interactions), [Benoît ROMAN](#) (PMMH) in France, and [Shankar VENKATARAMANI](#) (UA Math) in the United States. The project will draw upon the collective expertise of all three laboratories where research will take place. The successful candidate will work within a vibrant, interdisciplinary research environment, interacting with world-leading experts in biological photonics, biomimetics, and the applied mechanics and mathematics of soft deformable materials, spanning both theoretical and experimental approaches. Tours is a vibrant modern city situated in heart of the UNESCO World Heritage Loire Valley, the cradle of French Renaissance, and connected by very good public transportation (buses, trams and direct high-speed trains connections: 1h to Paris). Tucson, Arizona, is recognized as a UNESCO City of Gastronomy for its Sonoran-style Mexican cuisine and is renowned for its sunny climate (over 350 days per year). As for Paris, need we say more!

PROJECT DESCRIPTION AND WORK ENVIRONMENT

Nature has evolved to produce a stunning diversity of optimized porous architectures that simultaneously perform a variety of functions (for example, coloration, transparency, thermoregulation, hydrophobicity) and yet the mechanisms governing their formation are only just beginning to be understood. A paradigmatic example is butterfly wing scales: large cells that are patterned hierarchically (layer-by-layer) and designed to function upon programmed cell-death. They offer the potential to inspire biomimetic approaches for the creation of multifunctional materials at these particularly demanding (sub-micron) scales. This project will undertake time-resolved, multi-scale modeling of the topological changes observed during butterfly wing development and characterize *in silico* the morphological phase space of achievable biological and biomimetic interfaces, for potential applications ranging from photovoltaics, photonics to flexible electronics and soft actuators.

Situated at the interface of functional ecology, evolution, morphogenesis, soft matter mechanics, and materials engineering, this thesis project aims to develop a mechanistic understanding of the development of butterfly wing scales. The scientific objectives revolve around two complementary axes: (1) extending our current model of the macroscopic mechanics of ridges to account for the full hierarchical diversity and biological richness of the butterfly wing scale; and (2) iteratively modeling the phase behavior of interfaces in biological and biomimetic metamaterials, paving the way for the design of richer, defect-tolerant architectures, some of which will be realized experimentally as proof-of-concept to validate the models.

Consequently, the thesis work will involve theory (UA) and numerical analyses (conducted at IRBI and UA) utilizing high-resolution computational modeling (for instance, employing high performance computing clusters such as CaSciModOT); close collaboration with other laboratory staff engaged in studying insect scale development at IRBI; and, finally, the experimental macro-scale realization of a subset of the morphologies using synthetic materials (at PMMH). By integrating theory and numerics with experimental approaches, this thesis project offers comprehensive interdisciplinary training with career prospects in both academic and industrial sectors. This represents a rare opportunity for international mobility between major, world-renowned scientific hubs in the field of interdisciplinary sciences.

CONSTRAINTS AND RISKS

No specific risks are associated with this thesis project. However, the project involves regular travel between laboratories in France, as well as periods of mobility at the University of Arizona as part of an international collaboration; this requires strong logistical organization and advance planning skills for travel arrangements.

APPLICATIONS: WHO ARE WE LOOKING FOR?

A scholar with a Master's degree (or equivalent) in Applied Math, Physics, Mechanics or Materials Science and Engineering, obtained prior to August 2026. The ideal candidate will be familiar with continuum mechanics (theory) and have an interest in programming and numerical methods (optimization, simulation, etc.), as well as in experimental work (in mechanics, 3D printing, etc.) – prior experience in these areas would be advantageous but not required. Furthermore, the candidate should: (1) be scientifically curious, creative, highly-motivated, willing to learn new skills, and able to work independently; (3) with excellent communication (English and French - language courses are provided by the University for foreign scholars) and inter-personal skills.

Applications must be sent **via email as a single pdf** to saranathan@univ-tours.fr (with the subject "iMECHAMORPHO application") **no later than 17 June 2025**. Complete applications must include a full CV listing the names and full contact details of 2 or 3 references, a cover letter (max. 2 pages), and all Master's transcripts (M1 and M2 levels, or equivalent). Oral interviews are planned starting 29 June 2026.

For any further information, potential candidates may contact any one of us directly: saranathan@univ-tours.fr, benoit.roman@espci.fr, or shankar@arizona.edu.

Références bibliographiques :

- [1] Saranathan, V. et al. 2010. Structure, function, and self-assembly of single network gyroid (I4(1)32) photonic crystals in butterfly wing scales. PNAS 107, 11676-11681.
- [2] Seah, K. S. and Saranathan, V. 2023. Hierarchical morphogenesis of swallowtail butterfly wing scale nanostructures. eLife 12, 89092.
- [3] Acharya, A., and Venkataramani, S.C. 2020. Mechanics of moving defects in growing sheets: 3-d, small deformation theory. Materials Theory 4, 2.
- [4] Vandeparre, H., Piñeirua, M., Brau, F., Roman, B., Bico, J., et al. 2011. Wrinkling Hierarchy in Constrained Thin Sheets from Suspended Graphene to Curtains. PRL 106, 224301.
- [5] Cerda, E. and Mahadevan, L. 2003. Geometry and physics of wrinkling. PRL 90: 074302.