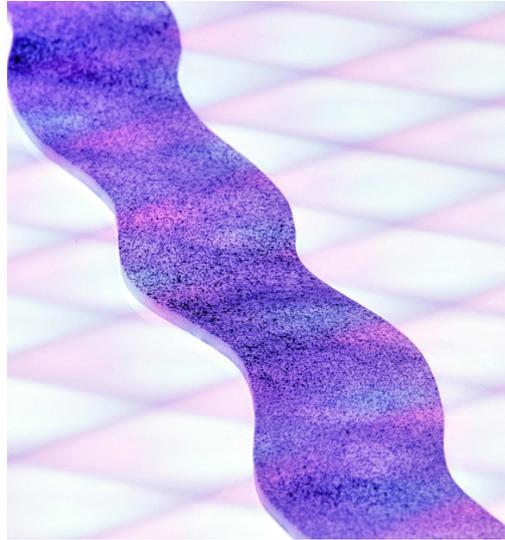


Propagation d'ondes élastiques dans des structures actives

Ondes, mécanique et matière active

Offre de stage avec opportunité de thèse financée



La propagation d'ondes au sein de structure souples est un phénomène bien documenté [1].
Mais comment cette propagation évolue-t-elle lorsque la structure est dotée d'une forme d'activité ?

Contexte. L'émergence de comportements collectifs se manifeste dans des systèmes très différents, comme par exemple des groupes d'animaux [2-3] ou des structures mécaniques [4]. Ce phénomène repose sur deux ingrédients essentiels : des individus actifs et une modalité d'interaction. La transition vers une réponse collective se déroule selon un scénario typique : une perturbation à l'échelle de l'individu— comme par exemple un poisson qui détecte un prédateur — se propage à l'ensemble du système, entraînant une réaction collective rapide, à la manière d'une onde. De nombreuses recherches récentes se sont notamment attachées à décrire la transition vers un ordre global et les échelles spatiales associées [5]. Mais les mécanismes gouvernant la propagation de l'onde transitoire restent encore mal compris. Ce projet vise à explorer cette étape cruciale en s'appuyant sur des systèmes modèles mécaniques simples, constitués d'unités actives connectées par des poutres flexibles. Ce travail constituera une base pour des recherches au niveau doctoral, explorant plus en profondeur la dynamique des systèmes élastiques actifs.

Objectifs. Ce stage offrira permettra d'étudier la propagation d'ondes dans des structures élastiques actives. Notre objectif est de comprendre le rôle de l'activité et celui de la structure spatiale du système sur son état final. Nous nous appuyerons sur des systèmes modèles simples, inspirés d'études récentes [6], se basant sur des assemblages de poutres et plaques flexibles. Ces structures intégreront des éléments actifs, par exemple des marcheurs robotisés. En ajustant les connexions mécaniques locales entre ces éléments et la géométrie globale de la structure, nous chercherons à modifier les caractéristiques de la propagation ainsi que la réponse d'ensemble du système.

Motivations et perspectives. Les systèmes qui nous intéressent peuvent être considérés comme des configurations mécaniques macroscopiques imitant la dynamique des chaînes moléculaires et biologiques. Leur compréhension nous permettra de construire des analogies avec des phénomènes naturels et de décliner des applications pratiques. À terme, ce travail pourrait notamment contribuer à la conception de matériaux avancés et de systèmes robotiques souples s'appuyant sur des comportements collectifs.

Profil du candidat. Le candidat doit être inscrit (ou avoir terminé) un cursus de Master, idéalement en Physique, mais potentiellement en Mécanique, en Ingénierie ou en Mathématiques appliquées. Il devra faire preuve de motivation à l'idée de conduire un travail de recherche expérimental en physique fondamentale. Nous sommes à la recherche d'étudiants curieux, désireux d'acquérir de nouvelles compétences à l'interface entre plusieurs disciplines. L'autonomie, l'esprit d'initiative, ainsi qu'une bonne maîtrise de l'anglais constitueront des atouts

majeurs. Ces travaux constitueront l'occasion de développer des compétences en modélisation et en expérimentation. Le travail expérimental impliquera notamment la conception d'échantillons (moulage et fabrication de structures actives), l'acquisition d'images, la détection et le suivi de particules, ainsi que le traitement du signal. L'étudiant sera également encouragé à contribuer à la rédaction de publications scientifiques et à présenter ses résultats lors de conférences nationales et internationales.

Environnement. Ce stage pourra déboucher sur une thèse de doctorat, dont le financement est déjà assuré par l'école doctorale. L'étudiant mènera ses recherches au Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Mans (LAUM), spécialisé en acoustique et en physique des ondes. Il rejoindra l'équipe "Ondes élastiques en milieux complexes," qui se concentre sur la propagation au sein de structures présentant des comportements atypiques (métamatériaux souples, milieux granulaires, systèmes instables ou multi-stables par exemple). En fonction de la motivation de l'étudiant, une mobilité internationale pourrait être organisée avec une équipe partenaire à l'Université Harvard.

Durée et date : 5 à 6 mois, à partir de février 2025.

Localisation : Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Mans (LAUM), Le Mans, France

Contacts. N'hésitez pas à nous contacter pour toute question ou pour faire acte de candidature :

Maxime Lanoy – maxime.lanoy@univ-lemans.fr

Hadrien Bense – hadrien.bense@univ-lemans.fr

Georgios Theocharis – georgios.theocharis@univ-lemans.fr

References.

- [1] M. Lanoy, F. Lemoult, A. Eddi & C. Prada, Dirac cones and chiral selection of elastic waves in a soft strip. Proceedings of the National Academy of Sciences (2020)
- [2] A. Okubo, Dynamical aspects of animal grouping: swarms, schools, flocks, and herds. Advances in biophysics (1986).
- [3] V. Tereshko, and L. Andreas. Collective decision making in honey-bee foraging dynamics, Computing and information systems (2005)
- [4] C. Hernández-López, P. Baconnier, C. Coulais, O. Dauchot, & G. Düring, Model of Active Solids: Rigid Body Motion and Shape-Changing Mechanisms, Physical Review Letters (2024).
- [5] D. A. Paley, N. E. Leonard, R. Sepulchre, D. Grunbaum, J. K. & Parrish, Oscillator models and collective motion. IEEE Control Systems Magazine (2007)..
- [6] Zheng, E., Brandenbourger, M., Robinet, L., Schall, P., Lerner, E., & Coulais, C. (2023). Self-oscillation and synchronization transitions in elastoactive structures. Physical Review Letters, 130(17), 178202.