

Matériaux biomimétiques inspirés de l'embryogenèse

Nicolas Lobato-Dauzier & Jean-Christophe Galas

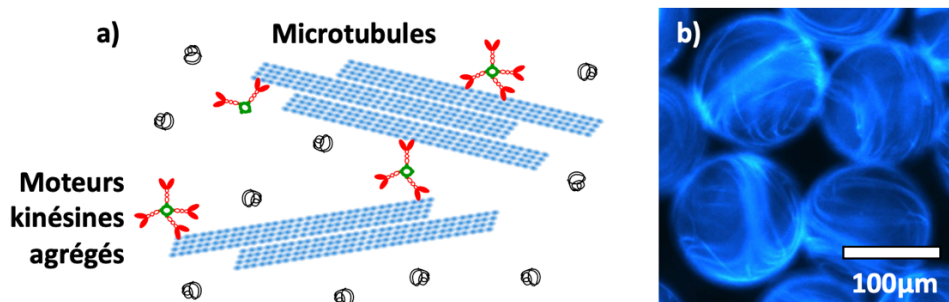
nicolas.lobato-dauzier@sorbonne-universite.fr et jean-christophe.galas@sorbonne-universite.fr

Notre groupe de recherche s'intéresse aux mécanismes responsables de la génération d'ordre dans le vivant. Pour ce faire nous assemblons et étudions des systèmes moléculaires biochimiques capables d'auto-organisation dans l'espace et dans le temps.

En particulier nous développons **un mécanisme de type réaction-diffusion à base d'ADN et d'enzymes** qui génèrent des structures spatiales de concentration, telles des ondes chimiques. Nous mettons en œuvre également **une matière active constituée de filaments et moteurs moléculaires du cytosquelette** (microtubules et kinésine) et qui génère des forces localement et donc des structures spatiales d'écoulements.

Cette approche biomimétique a deux objectifs. D'une part, en étudiant des systèmes moléculaires simples qui miment leurs analogues biologiques nous espérons pouvoir **mieux comprendre l'émergence de l'ordre dans le vivant**, particulièrement lors de la morphogenèse. D'autre part, ces systèmes dynamiques moléculaires peuvent être vus comme un **nouveau type de matériau** ayant des propriétés qui sont classiques dans les organismes vivants mais rares dans les matériaux synthétiques : des matériaux capables de s'auto-organiser, de bouger, de "parler" avec le vivant.

Dans ce contexte et en fonction des intérêts du stagiaire, plusieurs sujets de stage sont envisageables. Un premier sujet concerne l'étude expérimentale de l'apparition de structures spatio-temporelles dans la matière active. Quelles instabilités sont en jeu ? Quels paramètres contrôlent ces instabilités ? Un deuxième sujet vise à coupler ces deux grands types de mécanismes dans un système modèle à base d'ADN, de filaments protéiques et de moteurs moléculaires. Que se passe-t-il quand on couple la matière active à la réaction-diffusion ? Quels types de structures apparaissent ? Peut-on utiliser ce système pour mieux comprendre les couplages chimio-mécanique et mécano-chimique en biologie ?



a) Composants principaux d'une matière active microtubules/moteurs kinésines. b) Matière active confinée dans des gouttes : dans une certaine mesure, une analogie avec le cortex des cellules biologiques peut être faite.

Ce stage expérimental se déroulera au Laboratoire Jean Perrin, à Sorbonne Université. Il s'agit d'un environnement interdisciplinaire, à l'interface entre la biophysique, la biologie synthétique, la physique de la matière molle et la programmation moléculaire. Nos outils pour ces travaux expérimentaux sont variés : biochimie des acides nucléiques et des protéines du cytosquelette, PCR, séquençage nanopore, microscopie de fluorescence, instrumentation, analyse d'images, microfluidique....

Lobato-Dauzier N., Maitra A., Estevez-Torres A., Galas J.C., Confinement Determines Transport of a Reaction-Diffusion Active Matter Front, Physical Review X, 2025

B. Blanc, J. N. Agyapong, I. Hunter, J.-C. Galas, A. Fernandez-Nieves, S. Fraden, Collective chemomechanical oscillations in active hydrogels, PNAS, 2024

Galas J.-C., Estevez-Torres A., Van Der Hofstadt M, Long-Lasting and Responsive DNA/Enzyme-Based Programs in Serum-Supplemented Extracellular Media, ACS Synthetic Biology, 2022

Senoussi A, Galas J.-C., Estevez-Torres A, Programmed mechano-chemical coupling in reaction-diffusion active matter, Science Advances, 2021

Senoussi A, Kashida S, Voituriez R, Galas J.-C, Maitra A, Estevez-Torres A, Tunable corrugated patterns in an active gel sheet, PNAS, 2019



Laboratoire Jean Perrin
CNRS – Sorbonne Université
4, place Jussieu,
75005 Paris

