

« PROPOSITION DE STAGE »

Laboratoire: Laboratoire Jean Perrin

Adresse : Sorbonne Université, 4 place Jussieu, 75005 Paris, tour 32-33, 5eme étage
(<http://www.labos.upmc.fr/ljp/?article13>)

Responsable de stage : André Estévez-Torres et Jean-Christophe Galas

Email : andre.estevez-torres@upmc.fr et jean-christophe.galas@upmc.fr

N° et intitulé de l'Ecole Doctorale de rattachement : ED 564, PIF, Ecole Doctorale Physique en Ile de France

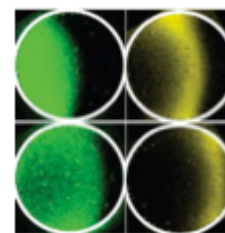
Profil recherché: Physicien/ne, chimiste, biochimiste, ingénieur intéressé/e par le sujet

Possibilité de poursuite en thèse : Oui **Financement envisagé :** Oui

Titre du stage : Matière active programmable

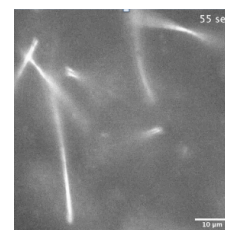
Résumé : Notre groupe de recherche s'intéresse aux mécanismes moléculaires responsables de la génération d'ordre dans le vivant. Avec un double but: comprendre l'émergence de l'ordre moléculaire et l'utiliser pour mettre au point des matériaux novateurs inspirés du vivant. Pour ce faire nous étudions des programmes moléculaires dissipatifs qui s'auto-organisent selon deux types de mécanismes: réaction-diffusion et matière active. Ces programmes moléculaires synthétiques sont mis au point au laboratoire à l'aide d'une biochimie hautement programmable composée d'acides nucléiques et d'enzymes.

Comment se fait-il qu'un organisme constitué de molécules de taille nanométrique s'organise en une structure de taille millimétrique, comme c'est le cas pour un embryon ? Est-ce que l'on peut s'inspirer du développement de l'embryon pour concevoir des matériaux artificiels qui se construisent eux mêmes? Afin d'étudier ces questions nous utilisons une approche *bottom up* qui consiste à mettre au point des programmes moléculaires dissipatifs reproduisant deux types de mécanismes responsables de la génération d'ordre dans le vivant. Des mécanismes de type **réaction-diffusion** qui génèrent de structures spatiales de concentration, telles des ondes chimiques¹ ou encore des générateurs de bandes². Et des mécanismes de type **matière active** qui génèrent des forces localement et donc des structures spatiales d'écoulements.



Ondes chimiques d'ADN

L'objectif du stage est de coupler ces deux grands types de mécanismes dans un système modèle à base d'ADN, de filaments protéiques et de moteurs moléculaires mis au point au laboratoire. La question qu'on se pose est, 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 comprendre le couplage chemo-mechanique et mechano-chimique en biologie?



Matière active à base de filaments et de moteurs

Il s'agit d'un projet expérimental combinant biochimie des acides nucléiques et des protéines du cytosquelette, cinétique chimique, microscopie de fluorescence, analyse d'images, modélisation et qui est inspiré par la théorie des systèmes de réaction-diffusion et de la matière active. C'est aussi un projet interdisciplinaire, à l'interface entre la biophysique, la biologie synthétique, la chimie des systèmes, la matière molle et la programmation moléculaire à base d'ADN.

1. Zadorin AS, Rondelez Y, Galas J-C, & Estevez-Torres A, [Synthesis of programmable reaction-diffusion fronts using DNA catalyzers](#). Phys. Rev. Lett. **2015** 114(6). Highlighted in [Nature nanotech](#), [Physics](#) and [Chemistry world](#).
2 A. Zadorin, Y. Rondelez, G. Gines, V. Dilhas, G. Urtel, A. Zambrano, J.-C. Galas, A. Estevez-Torres, [Synthesis and materialization of a reaction-diffusion French flag pattern](#), Nature chem., **2017**, doi:10.1038/nchem.2770.