

« PROPOSITION DE STAGE »

Laboratoire: Laboratoire Jean Perrin

Adresse : UPMC, 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

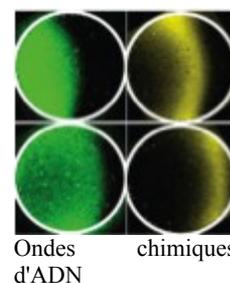
Possibilité de poursuite en thèse : Oui

Financement envisagé : Oui

Titre du stage : Morphogenèse dans des systèmes moléculaires artificiels

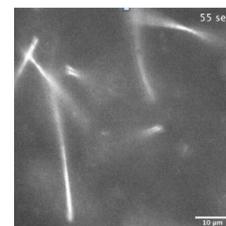
Résumé : Notre groupe de recherche s'intéresse aux mécanismes moléculaires responsables de la génération d'ordre dans le vivant. Pour ce faire nous étudions des programmes moléculaires dissipatifs qui s'auto-organisent selon deux types de mécanismes: réaction-diffusion et matière active. Ces programmes moléculaires synthétiques sont mis au point au laboratoire à l'aide d'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 ? Afin d'étudier cette question nous utilisons une approche *bottom up* qui consiste à mettre au point des programmes moléculaires dissipatifs reproduisant deux types 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.



Concernant les systèmes de réaction-diffusion, nous utilisons une boîte à outils moléculaire très puissante avec laquelle il est aisé de designer et d'implémenter expérimentalement des réseaux de réactions chimiques présentant des comportements dynamiques prévus à l'avance³ (oscillations, bistabilité, seuillage). Cette boîte à outils est composée de simple brins d'ADN courts et de trois enzymes, et encode des mécanismes tels que l'activation, l'inhibition, ou la dégradation. Ils constituent donc un système minimal analogue aux réseaux de régulation génétique. Nous nous posons une question fondamentale, quels sont les règles pour obtenir des structures spatiales complexes, tels que des patterns de Turing, des solitons ou des bandes très fines?, et une question appliquée, peut-on utiliser ces structures de concentration pour contrôler un tissu de cellules vivantes?

Concernant les systèmes de type matière active, nous utilisons des solutions de microtubules, qui sont des bâtonnets rigides, en présence de dimères de kinésine, qui sont des moteurs moléculaires, qui génèrent des écoulements contrôlés de microtubules. 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?



Matière active à base de microtubules et moteurs

Si un de ces sujets vous intéresse n'hésitez pas à nous contacter (M2 ou thèse).

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.
3. Montagne, K.; Plasson, R.; Sakai, Y.; Fujii, T.; Rondelez, Y., Programming an in vitro DNA oscillator using a molecular networking strategy *Mol Syst Biol* **2011**, *7*, 466.