

*Proposition de stage de **master 2**
Interface physique - biologie - calcul scientifique*

Caractérisation des propriétés mécaniques du fuseau mitotique et modélisation à l'échelle de la cellule.

Approche de l'équipe

Comment un système biologique peut-il remplir sa tâche avec une extraordinaire efficacité et robustesse malgré sa grande complexité et variabilité ? L'équipe s'intéresse à cette question dans le cadre de la division cellulaire. Elle vise à la comprendre et à la modéliser, avec un intérêt particulier pour la mécanique des divisions asymétriques et ce, en partant des propriétés des composants élémentaires tels les microfilaments, leurs régulateurs et les moteurs moléculaires. L'équipe est interdisciplinaire : elle combine biologie, microscopie et modélisation biophysique basée sur une quantification des expériences par la physique expérimentale, l'analyse d'image et du signal.

L'un des projets de l'équipe applique une telle approche à la compréhension du fuseau mitotique comme système physique complexe, se focalisant sur ses propriétés mécaniques en lien avec sa fonction biologique.

Contexte du stage

L'utilisation de transformées de Fourier à fenêtre glissante suggère un comportement mécanique globalement invariant au cours du temps malgré les changements de structure importants du fuseau. Toutefois, la transition métaphase-anaphase, liée à la séparation des chromatides soeurs reste très marquée. Par contre aucune modélisation ne rend compte de ces premières caractéristiques.

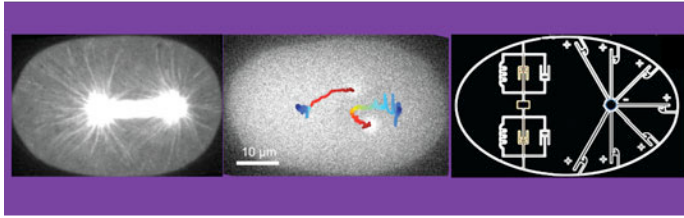
Cadre et compétences pour le stage

L'objectif du stage sera défini précisément avec l'étudiant en fonction de ses compétences et de ses attentes. Il comprendra par exemple certains des thèmes suivants :

- l'exploitation de données expérimentales, en particulier des micro-mouvements du fuseau, par le calcul scientifique (*compétences : programmation, analyse du signal, mathématiques appliquées, analyse de Fourier, analyse de corrélation*),
- modélisation et/ou simulation numérique (*compétences : mécanique, physique statistique, programmation, calcul différentiel et optimisation numérique*) visant à explorer quel comportement du fuseau peuvent émerger des interactions des composants microscopiques, eux-mêmes caractérisés individuellement par ailleurs.
- effectuer les expériences elles-mêmes, en modulant les composants microscopiques afin de comparer les prédictions théoriques avec le comportement mécanique observé expérimentalement (*compétences : microscopie optique, biologie*).

Ce stage pourra déboucher sur une thèse à dominante modélisation ou expérimental.

Contact: Jacques Pécreaux : jacques.pecreaux@univ-rennes1.fr (pecreaux.openwetware.org)
IGDR, CNRS UMR 6061 - Faculté de Médecine (Univ. Rennes 1)
2 avenue du Pr L. Bernard, 35000 Rennes cedex, France



master 2 practical training

Interface physics - biology - scientific computing

Characterizing mechanical properties of the mitotic spindle and modeling at cell scale.

Multidisciplinary approach of the lab

How does a biological system perform with such an extraordinary efficiency and robustness despite its complexity and variability? We investigate this issue in the context of cell division. We aim to understand the mechanics of asymmetric divisions. To do so, we model it based on the properties of elementary components such as microfilaments, their regulators and molecular motors. The team is interdisciplinary: it combines biology, microscopy, and biophysical modeling based on quantitative data obtained through experimental physics, image and signal processing.

One of the projects of the team aims to use this approach to understand the mitotic spindle as a complex physical system, focusing on its mechanical properties in connection with its biological function.

Context of the proposed practical

The use of short time Fourier transforms suggests that the spindle displays a mechanical behavior globally invariant over time despite significant changes in its structure. Furthermore, metaphase-anaphase transition, related to the separation of sister chromatids, is strongly visible on the results. However, no model can account yet for these early results.

Framework and skills

The practical project will be defined precisely together with the student according to its skills and expectations. It will include, for example, some of the following topics:

- analyze the experimental data, especially micro-movements of the spindle through scientific computing (*skills: programming, signal processing, applied mathematics, Fourier analysis, correlations analysis*)
- carry out the experiments themselves by depleting microscopic components to compare theoretical predictions with the experimentally observed mechanical behavior (*skills: light microscopy, biology*).
- modeling and/or numerical simulation (*skills: mechanics, statistical physics, programming, applied mathematics and numerical optimization*) to explore how the observed spindle behavior can emerge from interactions of the microscopic components, which are themselves individually characterized elsewhere.

This practical training may be prolonged by a PhD thesis focused either on modeling or experiments.

Contact: Jacques Pécreaux : jacques.pecreaux@univ-rennes1.fr (pecreaux.openwetware.org)
 IGDR, CNRS UMR 6061 - Faculté de Médecine (Univ. Rennes 1)
 2 avenue du Pr L. Bernard, 35000 Rennes cedex, France