

## UE45 Biophysique

### **ECUE 1 : Biomécanique de la cellule**

**Responsable :** Rachele Allena ([rachele.allena@unice.fr](mailto:rachele.allena@unice.fr))

**Niveau :** M1/M2

**Objectifs :** Comprendre les aspects mécaniques des phénomènes cellulaires et acquérir les outils pour les modéliser mathématiquement.

**Pérequis :** Bases en biologie

**Nombre d'heures :** 28h (CM/TD)

**Intervenant:** Rachele Allena

**Contenu :** La mécanique cellulaire joue un rôle fondamental dans plusieurs phénomènes *mécanobiologiques* tels que le remodelage osseux, le cancer, l'embryogenèse, ou encore la réponse immunitaire. Au cours des dernières décennies, les biologistes ont commencé à explorer le rôle de la mécanique et plus précisément des forces et des contraintes subies ou exercées par les cellules sur leur environnement. Durant ce cours, nous reviendrons sur les principes de base de la mécanique des milieux continus afin de pouvoir aborder la modélisation mathématique de plusieurs processus biologiques tels que l'adhésion, la migration, l'invasion et les interactions cellule-cellule. Diverses approches mathématiques basées sur des EDO, des EDP, en particulier des équations de réaction-diffusion ou autres, seront présentées afin de mettre en évidence comment ces phénomènes peuvent être modélisés et couplés, tout en prenant en compte les aspects multi-échelles dans leur modélisation. Un accent particulier sera mis sur la migration cellulaire, individuelle et collective, ainsi que sur la mécanique du noyau cellulaire.

- Partie I  
Concepts fondamentaux en mécanique des milieux continus. Mécanique du solide.
- Partie II  
Introduction aux propriétés de mécaniques cellulaires.  
Mécanismes extra-, inter- et intra-cellulaires, impliqués dans la motilité cellulaire.
- Partie III  
Différents modèles de migration cellulaire individuelle ou collective : approches physique, mathématique et computationnelle.
- Partie IV  
Mécanique du noyau.

**Modalités du contrôle des connaissances:**

Projet : Travail bibliographique (30%), présentation (40%), réponses aux questions lors de la discussion (30%).

### **ECUE 2 : Techniques physiques pour l'acquisition de données biologiques**

**Responsable :** Gian Luca Lippi ([Gian-Luca.Lippi@inphyni.cnrs.fr](mailto:Gian-Luca.Lippi@inphyni.cnrs.fr))

**Niveau:** M1/M2

**Objectifs :** Connaître les principes physiques sous-jacents aux techniques modernes d'acquisition des biodata

**Prérequis :** Physique de base

**Nombre d'heures :** 16h (CM/TD)

**Intervenants :** GL Lippi

**Contenu :**

*Introduction à la physique des lasers et à ses applications en spectroscopie (4h)*

Principes du laser: pompage, absorption et émission

Caractéristiques et performances

Principes de la spectroscopie

Pincés optiques: manipulation et tri

*Eléments physique de la spectroscopie moléculaire (4h)*

Discrétisation des niveaux d'énergies

Absorption de photons et émission spontanée, processus non radiatif

Diagramme de Kastler et de Jablonski

Potentiel de Morse

Transitions permises et interdites, règles de sélection

Principe de Franck-Condon

*Applications à l'imagerie par fluorescence (2h)*

Absorption et caractéristiques des spectres de fluorescence

Caractérisation quantitative, rendement quantique, force de l'oscillateur, facteurs environnementaux, temps de fluorescence, multiplexage optique

Techniques de mesure

Cytométrie par flux et microfluidique

*Application à la microscopie optique (2h)*

Remarques sur la microscopie optique

Epifluorescence, microscopie confocale, techniques de haute résolution

*Quantifier les déformations cellulaires (3h)*

Mesures avec ou sans contact suivant les contraintes considérées : rhéologiques, mécaniques, hydrodynamiques, ou acoustiques

Sonde, acquisition d'informations et interprétation des données

Exemples d'application et perspectives potentielles

**Modalités du contrôle des connaissances :**

Projet: rédiger une synthèse critique d'un article de recherche