

**Organisation des UE Compétences - Objectifs, programmes, volumes  
horaires [ CM / TD / TP ] des Eléments Constitutifs (EC)**

**Compétence C1 - Mener une démarche scientifique expérimentale :**

**EC Microbiologie générale [10/12/0]** (responsable : Isabelle Gosselin)

Ce module présente les bases de la microbiologie qui permettront de mieux comprendre la diversité et l'importance de l'univers microbien dans la nature et les activités de l'homme.

Programme :

- Eléments d'histoire du développement et des découvertes de la microbiologie.
- Place des microorganismes dans la classification phylogénétique.
- Anatomie des microorganismes procaryotes et eucaryotes : éléments généraux de la structure des Archées, des Bactéries et des microorganismes Eucaryotes.
- Techniques et méthodes de la microbiologie : la stérilisation, le travail stérile, la culture et la nutrition des microorganismes, les colorations, la microscopie.
- Croissance et métabolisme : formes trophiques, suivi de la croissance des microorganismes, fermentations, respirations anaérobie et aérobie, photosynthèses microbiennes.
- Bases de mycologie.
- Bases de virologie.

**EC Biologie structurale [12/10/0]** (responsable : Nicola d'Amelio)

Le but de cette UE est de donner un point de vue structural pour la compréhension du mécanisme d'action des enzymes ou des processus de reconnaissance moléculaire. Il s'agit d'un aperçu des principales techniques utilisées pour la détermination structurale des macromolécules.

Programme :

Le cours donne une introduction des principales techniques pour la détermination de la structure des macromolécules, en mettant l'accent sur les protéines : Cristallographie aux rayons X, cryo-microscopie électronique, AFM (Microscopie à Force Atomique), DC (Dichroïsme Circulaire), RMN (Résonance Magnétique Nucléaire), outils de modélisation moléculaire *in silico*. Une attention particulière sera dirigée vers la RMN des protéines et la modélisation moléculaire *in silico*. L'importance de la biologie structurale sera démontrée avec des exemples de mécanismes d'action enzymatique et d'interaction de protéines cibles avec des petites molécules (médicaments ou inhibiteurs).

**EC Biologie moléculaire [12/10/8]** (responsable : François Guérineau)

Les objectifs de cette UE sont d'avoir une vision intégrée des mécanismes de l'expression des gènes chez les eucaryotes et de l'évolution des génomes à travers l'étude du génome humain, connaître les techniques d'analyse de l'expression des gènes et réaliser une expérience de clonage moléculaire.

Programme :

- Agencement de l'ADN des eucaryotes et mécanismes de transcription.
  - Maturation et traduction des mRNA.
  - La diversité des activités des molécules d'ARN.
  - Le génome humain : organisation, polymorphisme et santé, évolution.
  - Les techniques du génie génétique et d'analyse de l'expression des gènes.
- d'action enzymatique et d'interaction de protéines cibles avec des petites molécules (médicaments ou inhibiteurs).

**EC Génétique du développement [16/14/0]** (responsable : Géraldine Doury)

Les objectifs de cette UE sont d'aborder le contrôle génétique du développement en étudiant les principes fondamentaux du développement aussi bien chez les organismes et systèmes modèles animaux que végétaux, et d'en présenter les mécanismes moléculaires et cellulaires sous-jacents.

Programme :

- Objectifs et concepts de la génétique du développement ; outils et méthodes d'analyse génétique et moléculaire du développement ; présentation des organismes modèles chez les animaux (cycles de développement, avantages et

inconvenients expérimentaux)

- Mise en place du plan d'organisation du corps chez la drosophile : contrôle des polarités par les gènes maternels et zygotiques; régionalisation spatio-temporelle des territoires et des tissus; gènes homéotiques et acquisition de l'identité cellulaire au sein des unités segmentaires.
- Développement de la vulve chez le nématode *Caenorhabditis elegans* : interactions cellulaires à courte distance et détermination de la destinée cellulaire au sein d'un groupe de compétence.
- Développement comparé de l'aile du poulet et de la drosophile : interactions cellulaires à courte et longue distance ; molécules de signalisation et cascades moléculaires de transduction des signaux à la base de la spécification de la destinée des cellules.
- Spécificités du développement chez les végétaux ; présentation des approches génétiques et moléculaires particulières à l'étude du développement chez le végétal.
- Polarisation et établissement de l'axe apico-basal durant l'embryogenèse végétale.
- Contrôle du maintien et du fonctionnement des méristèmes primaires apicaux végétaux.
- Emergence des organes et phyllotaxie.
- Contrôle du développement des organes floraux.

## **EC Techniques de physiologie cellulaire [12/12/6] (responsable : Halima Ouadid-Ahidouch)**

Cette partie décrit les récentes techniques utilisées en physiologie cellulaire. Est abordée une description des techniques et de leur utilisation dans l'étude des processus physiopathologiques.

### Programme :

- Quantification et détection du flux ionique : étude électrophysiologique en utilisant la technique de patch clamp (les différentes configurations, courant global, courant unitaire).
- Etude qualitative et quantitative de la concentration intracellulaire de différents composés, métabolites et ions (imagerie cationique).
- Investigation du processus physiologique d'exocytose et d'endocytose par les techniques d'électrophysiologie et d'imagerie cellulaire.
- Surexpression et extinction d'un gène qui code pour un canal ionique par des stratégies génétiques différentes, techniques de transfection (ARN interférence, shRNA, CRISPR Cas9), différentes méthodes de transfection (nucléofection, infection virale, électroporation).
- Caractérisation fonctionnelle des récepteurs membranaires et des canaux ioniques par expression fonctionnelle dans une cellule hôte (ovocyte de xénope, cellule mammifère).

## **EC Réponse des plantes aux facteurs abiotiques [12/6/12] (responsable : Catherine Rayon)**

Les objectifs sont de décrire la perception de facteurs externes par les plantes et comprendre leurs implications dans la régulation de leur développement.

### Programme :

- La physiologie des plantes soumises aux stress hydrique et osmotique.
- Développement des plantes soumises à un stress thermique (chaud, froid, gel) et à un excès d'exposition à la lumière.
- Réponse des plantes aux pollutions atmosphériques et aux métaux lourds.

### **► saé 1 - Microbiologie générale [0/0/8] (responsable : Isabelle Gosselin)**

Cette Saé se déroule sous la forme de deux séances de TP de 4h chacune. Il s'agira de donner aux étudiants les fondements de la manipulation en microbiologie et les techniques de base de repiquage, d'isolement, de coloration... de microorganismes, en condition de stérilité. Ensuite, ils pourront suivre la cinétique de croissance d'une bactérie, *Escherichia coli*, en milieu non renouvelé et exploiter les courbes de croissance en déterminant plusieurs paramètres cinétiques.

### **► saé 2 – Biologie Structurale [0/0/8] (responsable : Nicola D'Amelio)**

Au cours des travaux pratiques, les étudiants font une expérience de visite d'un spectromètre à résonance magnétique et doivent interpréter des données réelles (4 heures). Dans une deuxième séance, les étudiants effectuent un calcul de la dynamique moléculaire de systèmes complexes tels que l'interaction d'un médicament avec une membrane d'une cellule biologique (4 heures). Dans les deux cas, il s'agit de mettre en pratique les notions étudiées au cours. Si pendant les TD les étudiants font des exercices écrits pour vérifier qu'ils ont bien compris les notions théoriques, dans les travaux pratiques les étudiants ont une expérience pratique du fonctionnement d'un instrument de résonance magnétique nucléaire. De plus, leur tâche est d'interpréter des spectres réels avec toutes les difficultés et les imprévus que comporte le travail réel par rapport au travail théorique. Tout cela teste leur capacité à dépasser les règles théoriques et à faire un saut qualitatif vers la finalisation d'un véritable travail. Dans les travaux pratiques de dynamique moléculaire, les étudiants doivent être capables de préparer le système moléculaire, ce qui implique souvent d'avoir à réfléchir sur le choix des moyens les plus appropriés pour faire une simulation qui puisse représenter au mieux la réalité. Plus généralement, dans les deux cas, les étudiants apprendront à :

- réfléchir aux choix les plus appropriés et non évidents pour aboutir à un résultat fiable et utile ;
- être capable de comprendre des textes qui nécessitent une connaissance approfondie de la physique, en simplifiant et en extrapolant les concepts les plus importants d'un texte complexe ;
- analyser des données réelles et pas toujours similaires à des données théoriques ;
- interpréter les résultats en utilisant la logique et leur connaissance des structures moléculaires.

## **Compétence C2 - Exploiter des données scientifiques :**

### **EC Immunologie [16/6/8] (responsable : Anas Cherqui)**

La finalité de cet enseignement est de présenter les bases cellulaires et moléculaires qui régissent les mécanismes mis en place lors des réponses immunitaires innée et adaptative. Quelques aspects appliqués aux domaines biologiques et médicaux de l'immunologie seront également traités (immunomarquages, tests sérologiques, immunodosages...).

#### Programme :

- L'immunité innée (barrières tissulaires, cellulaires et humorales) et l'immunité adaptative.
- Les acteurs moléculaires (Immunoglobulines, Complexe Majeur d'Histocompatibilité, Cytokines, Complément...) et cellulaires (cellules présentatrices d'antigènes, Lymphocytes T et B, ...).
- Les tissus et organes lymphoïdes.
- La réaction inflammatoire.
- L'activation des cellules immunitaires et l'induction des réponses spécifiques, cellulaires et humorales.
- Régulation de la réponse immunitaire, immunotolérance et mémoire immunitaire.
- Les maladies infectieuses et vaccination.
- Immunité des Invertébrés et évolution de l'immunité.
- Les outils immunologiques et leur utilisation (TD-TP).

### **EC Physiologie cardiovasculaire et respiratoire [16/6/0] (responsable : Mathieu Gautier)**

L'objectif de l'UE est de connaître les grandes fonctions physiologiques de Respiration et de Circulation chez les mammifères.

#### Programme Respiration :

- Anatomie : voies aériennes supérieures et inférieures : échange thermohydrique
- Mécanique ventilatoire (pressions partielles ; élasticité et compliance)
- Hématose (la barrière alvéolo-capillaire ; échanges gazeux, loi de Fick)
- Transport des gaz (saturation de l'hémoglobine en O<sub>2</sub> et régulation, régulation du pH par CO<sub>2</sub>)
- Régulation de la fonction respiratoire (réflexes respiratoires de protection, réflexe d'Hering-Breuer, chémoréception centrale et périphérique...) ; adaptation à l'altitude
- Organisation générale du réseau respiratoire bulbo-pontique ; concept des centres respiratoires étagés ; centre pneumotaxique, centre apnéustique, centre pontique ; respiration normale et pathologique.

#### Programme Circulation :

- Activation rythmique de la contraction
- L'électrocardiogramme
- Couplage excitation contraction
- La pompe cardiaque
- Le contrôle du débit cardiaque et les adaptations à l'exercice
- Différenciation fonctionnelle des vaisseaux
- Circulation dans le système à haute pression
- Régulation de la pression artérielle
- Contrôle local du débit sanguin
- Circulation dans le système à basse pression.

### **EC Régulateurs de la physiologie des plantes [15/4/11](responsable : David Roger)**

Cette UE a pour objectifs de définir et étudier le rôle des phytohormones dans la régulation des grands processus physiologiques chez les végétaux.

#### Programme :

- Métabolisme des phytohormones.
- Perception/transduction des signaux phytohormonaux et interactions (synergie/antagonisme).
- Régulation hormonale des grands processus physiologiques.

En pratique des effets de l'application de régulateurs de croissance chez le lin et chez le pois seront analysés. Une présentation d'un processus physiologique régulé par des phytohormones sera à réaliser à partir de documents.

## **EC Dérégulation tissulaire et pathologies [20/6/4]**

(responsable : Mathieu Gautier)

Les objectifs pédagogiques de cet enseignement sont de présenter la pathologie du cancer (les principaux types de cancer, données épidémiologiques) et les bases cellulaires et moléculaires des mécanismes impliqués dans l'apparition et dans la progression de cette pathologie.

### Programme :

- CM : Bases fondamentales de la biologie du cancer ; Fondement génétique (virus, mutations, épigénétique) ; Influence de l'environnement.
- TD : Introduction aux méthodes d'analyse de la physiopathologie des cellules cancéreuses (prolifération, migration, invasion cellulaires).
- TP : Initiation à l'analyse d'images et à la mise en forme de résultats expérimentaux (ImageJ, Origin) sur modèles de migration cellulaire (tests de blessure et chambres de Boyden).

## **EC Métabolisme protéique et lipidique [14/16/0]** (responsable : Albrecht Roscher)

Ce module est une présentation des principales voies cataboliques et anaboliques des lipides et des molécules azotées (urée, acides aminés...). Les exemples d'illustration de ces voies métaboliques seront pris dans le monde microbien, animal et végétal.

### Programme :

- Métabolisme des lipides : voies de synthèse, voies de dégradation
- Cycle de l'urée
- Assimilation de l'azote inorganique
- Biosynthèse des acides aminés
- Renouvellement des protéines
- Rôle régulateur des enzymes.

## **► saé 1 - Physiologie cardiovasculaire et respiratoire [0/0/8]** (responsable : Mathieu Gautier)

Il s'agit de mettre en œuvre les ressources mises à disposition lors des cours magistraux et de la séance de Travaux Dirigés dédiée à la préparation de la SAé afin de pouvoir mener une démarche expérimentale sur un modèle de cœur isolé et perfusé (Langendorff) et de comprendre l'effet de différents modulateurs pharmacologiques sur le couplage excitation-contraction du muscle cardiaque.

Les connaissances et compétences qui seront évaluées au cours de la séance et du rapport écrit seront :

- Savoir lire et comprendre un protocole scientifique rédigé en anglais.
- Savoir préparer une solution physiologique contenant différentes concentrations de produits pharmacologiques (conversion de concentration massique en concentration molaire).
- Savoir appliquer une substance pharmacologique aux concentrations adéquates sur un modèle biologique (calculs de dilutions).
- Connaître les mécanismes moléculaires du couplage excitation-contraction du muscle cardiaque et sa régulation par le système nerveux autonome.
- Connaître les mécanismes moléculaires de l'excitabilité et de l'automatisme cardiaque et sa régulation par le système nerveux autonome.
- Connaître les effets cardiaques des molécules suivantes et ainsi que les mécanismes cellulaires et moléculaires impliqués : adrénaline/noradrénaline, acétylcholine, propranolol, vérapamil, strophantine/ouabaïne.
- Savoir construire une courbe effet-dose et connaître les différences entre un antagoniste compétitif et un antagoniste non-compétitif.
- Savoir analyser et interpréter des résultats scientifiques.
- Savoir rédiger un rapport scientifique.

## **Compétence CT - Construire son projet professionnel :**

### **► EC Anglais [0/20/0] (responsable : Véronique Abdellaoui)**

Les objectifs sont de consolider et approfondir les différentes compétences langagières - en réactivant les acquis, en brassant de nouvelles notions et des faits en langue en contexte - et comprendre un discours oral ou écrit, technique et scientifique, en lien avec la spécialité.

### **► EC Préparation à l'insertion professionnelle [0/15/0] (responsable : Ludovic Boulafrad)**

Technique du CV (3h), de la lettre de motivation (3h), préparation à l'entretien d'embauche (9h).

### **► EC Certification PIX [2/0/3] (référente : Céline Joiron)**

intervenante [EcoBP] : Christine Rusterucci

Travail sur les compétences numériques du référentiel PIX.

### **► EC Enseigner le Français et les Mathématiques à l'Ecole (EFME)**

(responsable : INSPE – Citadelle – Marianne Fabre, Béatrice Finet)

Module de professionnalisation progressive aux métiers de l'éducation et de l'enseignement destiné aux étudiants qui envisagent de devenir professeurs des écoles.

### **► EC Les enjeux de l'apprentissage et de l'enseignement (PPM2E)**

(responsable : INSPE – Citadelle – Christelle Toch)

Module de professionnalisation progressive aux métiers de l'éducation et de l'enseignement destiné aux étudiants qui envisagent de devenir professeurs dans le premier ou le second degré, ou de travailler dans les métiers de l'éducation et de la formation.