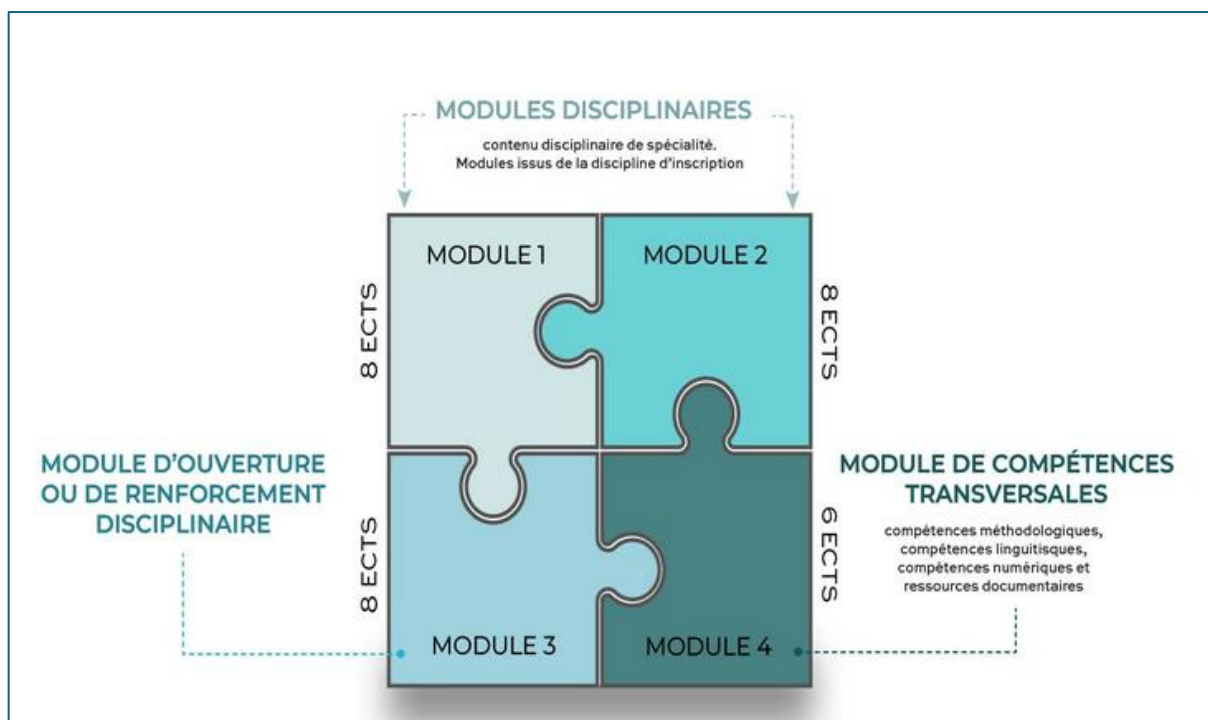


# LICENCE SCIENCES DE LA VIE

## PARCOURS BIODIVERSITE-ECOLOGIE-EVOLUTION



<p><b>Responsable de Licence</b> <b>S Renault</b></p> <p><b>Responsables du Parcours</b> <b>Biodiversité-Ecologie-Evolution :</b> <b>A Petit</b> <b>V Foray- F Dedeine</b></p>	<p><b>Responsables d'année</b></p> <p><b>L1 : F Rouleux</b> <b>L2 : N Peineau</b> <b>L3 : A Petit</b></p>
--	---

# **Licence 1**

## **Semestre 1**

### **Module disciplinaire 1**

#### **M1.1**

**Diversité du vivant 1 – (33 h CM ,13h TD, 6h TP, Coeff 8, 8 ECTS)**

**N Guivarc'h - M Zimmermann**

**Objectifs :** Présenter l'organisation du monde vivant et appréhender sa biodiversité

**Contenu:**

**Cours :** L'objectif de ce module est d'appréhender la diversité du vivant (végétal, animal et microbien) en s'appuyant sur son histoire évolutive. Nous aborderons la systématique phylogénétique, en nous focalisant sur les caractères acquis par les différentes lignées au cours du temps et au gré de leurs adaptations aux différents milieux de vie.

**TD :** Les séances de travaux dirigés permettront de renforcer les connaissances sous une forme plus ludique, tels que des jeux de questions réponse, et au travers d'histoires concrètes.

**TP :** Les séances de travaux pratiques ont pour objectif de renforcer les connaissances acquises en cours et en TD en manipulant, en observant, en disséquant, en comparant certains organismes des différentes lignées abordées en cours et en utilisant la représentation sous forme de dessins de tout ou parties de ces organismes.

### **Module disciplinaire 2**

#### **M1.2 constitué de 2 EP**

**EP1 Biologie cellulaire et Histologie (13 h CM, 14h TD, 5h TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**F Rouleux-Bonnin – G Dubreuil**

**Objectifs**

**L'objectif principal** est de permettre aux étudiants de consolider leurs connaissances en Biologie Cellulaire générale afin de développer leur capacité à comprendre les concepts clés. La biologie y est enseignée de manière intégrée, de la cellule aux tissus (chez les animaux et les végétaux), des procaryotes aux eucaryotes en utilisant un ensemble d'outils allant de l'imagerie, à la biochimie et à la biologie moléculaire. Le cytosquelette, les mouvements cellulaires ainsi que la signalisation seront abordés en L2.

### **Contenu:**

#### **Cours :**

**Biologie Cellulaire :** Introduction à la biologie cellulaire, évolution de la cellule. Il sera décrit l'essentiel de la cellule procaryote, eucaryote animale ou végétale. L'ensemble des structures cellulaires et de leurs fonctions sera abordé sur un modèle type de cellule animale (la membrane plasmique, le système endomembranaire, le noyau, l'énergétique cellulaire). Il sera souligné les différences et similarités entre les procaryotes et les eucaryotes, entre cellules animales et végétales.

**Histologie :** Introduction à l'histologie : présentation des 4 grands types de tissus, leurs grandes fonctions et leur localisation dans le corps animal.

#### **TD :**

**Biologie Cellulaire :** Les TD de Biologie Cellulaire permettent de vérifier la maîtrise de son cours et du vocabulaire par la réponse à des QCM et la rédaction de plan de sujet de synthèse. Une partie des TD sera consacré à l'initiation à la démarche expérimentale pour manipuler les concepts vus en cours en analysant des résultats d'articles – La Présentation des différentes techniques d'étude de la cellule : microscopies, biologie moléculaire, immunocytochimie, centrifugation se fera pendant les TD ou par consultation de documents.

**Histologie :** Etude approfondie des différents types de tissus animaux et de leurs caractéristiques structurales et fonctionnelles. Exercices d'identification des tissus et étude des méthodes de leur préparation en vue d'observation microscopique.

#### **TP :**

**Biologie Cellulaire :** Observation de cellules animales, végétales et procaryotes. Notion d'échelle, de compartimentation et dénombrement cellulaire à la lame de Malassez.

**Histologie :** Etude en microscopie optique des caractéristiques des principaux tissus animaux.

## **EP 2 Démarche Expérimentale et Méthodologie (12 h CM, 20 h TD, 0 H TP, Coeff4, 4 ECTS)**

**J-O De Craene**

### **Objectifs**

L'objectif de cette EP est de sensibiliser les étudiants l'unité de la biologie même si elle est enseignée pour des raisons pratiques en différentes disciplines. C'est aussi de montrer qu'il faut aussi s'intéresser aux autres disciplines scientifiques ainsi que les mathématiques pour faire avancer la connaissance. Finalement qu'il n'y a pas une méthodologie en biologie mais des méthodologies qui sont fonctions de la discipline.

### **Contenu:**

**Cours:** Pour sensibiliser les étudiants à la diversité des disciplines en biologie, c'est un enseignant spécialiste de la discipline qui donne le cours. Les parties sont en interactions au travers de techniques ou de méthodologie. Ce cours s'appuie sur une présentation historique de l'interaction entre les découvertes majeures, l'évolution de la méthodologie et des techniques. Cette présentation permet de mettre en évidence les interconnexions entre les divers champs de la biologie et leurs apports mutuels. Cet enseignement a également pour objectif de montrer comment le développement des connaissances biologiques est intrinsèquement dépendantes des développements techniques des autres disciplines scientifiques (mathématiques, physique et chimie).

**TD:** Les TD permettent de mettre en pratique le lien entre connaissances biologiques et développements techniques. Mise en pratique d'une démarche expérimentale en physiologie, appliqué à l'exemple du cœur. L'étude de cas pathologiques permet de faire le lien avec d'autres techniques et démarches expérimentales des différents domaines de la biologie. Chaque technique, et son intérêt en biologie, fera l'objet d'une préparation par groupe d'étudiants et d'une présentation orale. Celle-ci est précédée d'un enseignement pratique de la méthodologie de la recherche documentaire permettant aux étudiants de réaliser leur exposé. L'exposé comporte une présentation schématique de la technique, les lois la régissant et les domaines d'applications. Il y a aussi une forte insistance sur la citation des sources des informations et des illustrations.

## **Module de renforcement disciplinaire 3 :**

### **M1.3 constitué de 2 EP**

**EP1 Biophysique 1 (10,5h CM , 12h TD , Coeff 4, 4 ECTS)**

## **A Ruyter**

### **Objectifs :**

L'objectif de ce cours est de permettre aux étudiants de comprendre la nécessité d'une approche par la physique pour comprendre un certain nombre de phénomènes naturels liés à l'hydrostatique, l'hydrodynamique, les échanges membranaires (diffusion et osmose).

Une attention particulière sera portée à la mise en place du raisonnement scientifique nécessaire à la compréhension de ces phénomènes (problème/données/outils/résolution).

### **Contenu :**

**CM :** Quatre thèmes seront abordés :

1. Etude de l'hydrostatique afin de comprendre : la notion de fluide compressible ou incompressible, la physique des fluides dans les retenues d'eau (lacs, châteaux d'eau, ...), la physique des corps flottant dans un fluide (baigneur, iceberg,...), le transfert des forces au travers d'un fluide incompressible (pression hydraulique), la notion de densité d'un fluide par rapport à un fluide de référence. La capacité respiratoire sera abordée.
2. Etude de l'hydrodynamique afin de comprendre : la notion de débit (volumique, massique, ...) d'un fluide au travers d'une ou plusieurs sections (débit sanguin), la loi de conservation du débit volumique et la relation de Bernoulli (Pression artérielle dans le corps humain).
3. Etude des phénomènes de diffusion en régime permanent : loi de Fick (diffusion d'un soluté essentiel dans les échanges membranaires passifs des cellules, dialyse, ...), loi de Fourier (diffusion de chaleur, isolation thermique,...) et la loi d'Ohm (détermination, par mesure de la résistivité électrique, de la mobilité des porteurs de charges dans une solution).
4. Etude du phénomène de diffusion à travers une membrane semi-perméable ou sélective pour comprendre : l'osmose (essentiel dans les échanges membranaires passifs, notion de plasma sanguin, montée de sève dans les arbres, ...) et l'osmose inverse par application d'une pression mécanique (désalinisation de l'eau de mer, par ex.)

**TD :** Notions et vocabulaire scientifique. Lecture et compréhension d'un énoncé (comprendre la problématique, savoir isoler les données, comprendre la mise en pratique des formules du cours et rédiger une réponse). Calculs de base avec des puissances de 10. Notions de valeur algébrique. Équations aux dimensions et changements d'unité.

**TP :** utilisation d'un tableur (tableaux, données statistiques et graphes).

## **EP 2 Structure chimique de la matière (13 h CM, 11 h TD, 8 H TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**N Berton**

**Objectifs** Maîtriser les bases de la structure et de la réactivité chimique de la matière : éléments d'atomistique et configurations électroniques, géométrie des molécules, systèmes physico-chimiques, thermodynamique chimique, chimie en solution, réactions acide-base, calculs de pH, oxydo-réduction. Maîtriser les bonnes pratiques de laboratoire. Savoir proposer un protocole et réaliser des dosages (pH-métrie, redox), savoir déterminer un potentiel d'électrode.

### **Contenu:**

**Cours** : Structure et propriété des atomes, configuration électronique, classification périodique. Liaison chimique, structure de Lewis et géométrie des molécules (modèle VSEPR). Systèmes physico-chimiques (description et grandeurs), thermodynamique chimique (premier et second principe), évolution des systèmes, équilibre chimique. Chimie en solution : réactions et équilibres acido-basiques, calculs de pH, réactions et équilibres d'oxydo-réduction, potentiels électrochimiques.

**TD** : Exercices en lien avec le cours et les TP.

**TP** : Bonnes pratiques de laboratoire (règles de sécurité, utilisation du matériel, gestion des déchets). Préparation de solutions. Equilibres chimiques (complexation, précipitation). Dosages redox, pH-métrie, préparation et étude de solutions tampons, étude de piles électrochimiques, mesures de potentiel d'électrode.

## **Module de compétences transversales 4**

### **M1.4 constitué de 4 EP**

#### **EP1 Anglais (18 h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

**E Pereira-Nunes**

### **Objectifs :**

L'objectif pédagogique est de rendre l'étudiant toujours plus autonome dans sa maîtrise de l'anglais.

Il est donc donné à chaque étudiant les moyens de consolider et développer ses capacités dans les 5 compétences langagières telles qu'elles sont décrites dans le Cadre européen Commun de Référence des Langues (CECRL) : compréhension écrite, compréhension orale, expression écrite, expression orale en continu, expression orale en interaction.

**Contenu :**

**TD :** L'alternance séances de Travaux Dirigés / séances CRL favorise l'encadrement et l'individualisation des apprentissages.

Les enseignements sont également conçus de façon à fournir les outils nécessaires à la validation de certifications nationales (CLES 2) et internationales (TOEIC par exemple), à l'insertion professionnelle et à la mobilité internationale.

**EP2 Outils mathématiques (6h CM, 10h TD, 2h TP, Coeff 2, 2 ECTS)**

**N Sandier**

**Objectifs :** Acquérir et consolider les bases de mathématiques nécessaires à la biologie

**Contenu :**

**Cours et TD :**

1/ Calcul : fractions, puissances, simplification, résolution des équations du second degré, inégalités, valeur absolue, racines n-ièmes, fractions rationnelles.

2/ Équations de droites : équation réduite, pente, ordonnée à l'origine. Tableaux de proportionnalité (règle de trois).

3/ Fonctions :

(a) Définition d'une fonction  $y=f(x)$ , image, antécédent, maximum, minimum, sens de variation, lecture graphique, résolution graphique d'équations du type  $f(x) = a$ , intersection d'une droite avec l'axe des abscisses.

(b) Dérivation des fonctions, tableau de variation.

4/ Matrices : définition, addition, multiplication matricielle en particulier par une matrice colonne.

**TP :** Introduction au logiciel R, calcul matriciel

### **EP3 Compétences numériques (8h TD, 4h TP, Coeff 1, 1 ECTS)**

**F Dumas**

#### **Objectifs**

L'objectif pédagogique est d'acquérir des connaissances de programmation utiles au biologiste et de mettre en forme des documents texte. Compétences acquises : concevoir des programmes de calcul dans le cadre du tableur. Mettre en forme de longs documents texte dans le cadre du traitement de texte.

#### **Contenu:**

**TD-TP :** Adressages, fonctions logiques, fonctions statistiques. Réalisation de graphiques.

Mise en forme de documents textes.

### **EP4 Outils documentaires (6h TD, QP)**

**M. Meiffren**

#### **Objectif**

Ce module a pour objectif de donner aux étudiants les clés nécessaires pour une recherche documentaire efficace, pertinente et de niveau universitaire.

#### **Contenu**

Les TD auront lieu en présentiel et en distanciel

Découverte des locaux, des services et de l'offre documentaire de la bibliothèque universitaire de Grandmont.

Cours en ligne sur le plagiat. Cours en ligne sur la recherche d'information sur internet.

Evaluation : Sur quitus de présence

## **Semestre 2**

### **Module disciplinaire 1**



## **M2.1 avec 2 EP**

### **EP1 Biochimie Structurale (16 h CM, 8 h TD, 8 h TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**F Lecaille**

**Objectifs** Acquisition des connaissances de base en biochimie.

#### **Contenu:**

**Cours** : Structure et propriété de l'eau - Solutions et tampons - Structure et propriétés des oses simples, des polysaccharides, des protéoglycannes et des glycoprotéines. - Structure et propriétés des acides aminés, peptides et protéines - Structure des lipides - Constituants des acides nucléiques - Structure des nucléotides - Double hélice des acides nucléiques, réplication de l'ADN.

**TD** : Au travers des TD, des exercices d'application du cours magistral seront abordés (acides nucléiques, oses, acides aminés et protéines).

**TP** : Analyse spectrale de protéines, dosage glucidique dans des boissons sucrées.

### **EP2 Génétique mendélienne et moléculaire 1 (18h CM, 14h TD, 0h TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**C Augé - T Josse**

#### **Objectifs**

Révision des notions de base en génétique. Mise en place d'un socle de connaissances solide pour comprendre le fonctionnement moléculaire de la cellule. Cette UE vient en complément de la biologie cellulaire et se poursuit en L2.

#### **Contenu:**

**Cours** : Etude de la structure de l'ADN et des gènes, suivi de l'étude de la transcription et de la traduction chez les procaryotes et les eucaryotes. Effets des mutations de l'ADN sur la protéine et sur le fonctionnement cellulaire. Analyse de la transmission des allèles sauvage et mutant au cours des générations avec déterminisme génétique et cartographie de 2 gènes.

**TD** : exercices d'application sur les notions vues en CM

## **Module disciplinaire 2**

### **M2.2 constitué de 2 EP**

**EP1 Diversité du vivant 2 (20 h CM – 6 h TD – 4 h TP, Coeff 4, ECTS 4)**

**F Guerrieri – N Guivarc’h**

#### **Objectifs**

1. Comprendre la classification phylogénétique des grandes lignées de deutérostomiens et des champignons
2. Analyser la diversité des animaux deutérostomiens : systématique, évolution, distribution, écologie.
3. Obtenir l’information nécessaire en consultant la bibliographie et des ressources en ligne de façon critique.

#### **Contenu:**

##### **Cours :**

Le cours se déroule en deux volets : Zoologie et Botanique.

Les différents embranchements des groupes étudiés seront présentés. Une attention spéciale sera dédiée aux caractères dérivés propres, notamment anatomiques et physiologiques. Ces aspects permettent l’identification de chaque groupe biologique et leurs liens phylogénétiques. Des aspects évolutifs, écologiques et comportementales sont également présentés pour chaque groupe biologique étudié.

Une partie du cours concerne une présentation de la diversité du monde fongique avec un point plus particulier sur les ascomycètes et basidiomycètes.

##### **TD :**

Des exercices et questionnaires sont présentés permettant la révision des contenus, la recherche d’information bibliographique, la discussion et le travail en équipe.

La séance de TD sur les champignons illustrera les particularités de ces organismes vu en cours dont nous tirerons parti pour différents usages.

##### **TP :.**

Nous étudierons des exemples des différents groupes animaux présentés en CM. À partir de l'observation de spécimens conservés, de modèles réels et virtuels, les caractères dérivés propres et d'autres aspects de la biologie seront identifiés pour déterminer les liens phylogénétiques. Les exercices pratiques se basent sur la recherche bibliographique autant imprimée qu'en ligne. Un des objectifs des TP est le développement des capacités à travailler en équipe et de façon collaborative.

## **EP2a – Ecologie (8h CM, 10h TP, Coeff2, ECTS 2)**

**M Zimmermann**

**Objectifs :** Appréhender de manière globale les relations entre les organismes et entre les organismes et leur milieu.

### **Contenu:**

**Cours :** Les enseignements dispensés dans cette EP permettent une première approche des grands thèmes de l'écologie autour de la structure et du fonctionnement des écosystèmes. Nous parlerons d'écologie fonctionnelle, de la circulation de l'énergie et de la matière dans la biosphère, des grands cycles biogéochimiques ainsi que des grandes biocénoses et des relations trophiques qui relient les organismes entre eux.

**TP :** Au cours de ces séances, nous aurons une sortie au cours de laquelle nous réaliserons la cartographie de la végétation d'une parcelle de forêt, ainsi qu'un inventaire de la faune présente et, ce, dans le but de mieux comprendre les relations qui unissent les organismes entre eux dans ce milieu. Les étudiants réaliseront un rapport de TP sur l'écologie de la parcelle étudiée.

## **EP2b Éthologie (8h CM et 6h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

**S Leman**

### **Objectifs:**

Découvrir les champs disciplinaires de l'éthologie et des neurosciences comportementales à travers l'étude des émotions et, en particulier d'une émotion fondamentale et universelle : la peur.

Découvrir quelques recherches expérimentales de neurobiologie de la peur et de l'anxiété chez l'animal et chez l'homme.

### **Contenu :**

## **Cours**

Chapitre 1 : Rôles adaptatifs des émotions

Chapitre 2 : La peur et l'anxiété

Chapitre 3 : Neurobiologie de la peur et de l'anxiété

**TD** : Mesure du comportement animal et Modélisation animale de pathologies – Les formes de conditionnement chez l'animal – Cognition chez les primates non humains

## **Module de renforcement disciplinaire 3**

### **M2.3 constitué de 2 EP**

#### **Choix EP2a ou EP2b**

**EP1 Chimie organique (13,5h CM, 18 h TD, 1,5 H TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**N Joubert**

#### **Objectifs**

Acquérir les notions de bases en chimie organique, adaptées et nécessaires pour la compréhension des phénomènes biologiques, à la fois à l'échelle micro et macroscopique et utilisation de la chimie organique notamment pour la compréhension de la biologie moléculaire et de la biochimie.

#### **Contenu:**

**Rappels** : Hybridation du carbone et géométrie des molécules organiques, nomenclature des grandes fonctions chimiques et biochimiques, oxydo-réduction, écriture des molécules en formule topologique, et en représentation de Cram, Fischer et Newman, isomérisation et stéréoisomérisation, éléments de base des effets électroniques et leurs implications dans les structures des molécules du vivant.

**Chapitre 1 Nomenclature** : Notion d'hybridation du carbone (géométrie) – Écrire une molécule organique en topologique (rappel : formule développée, semi-développée) – Nommer les molécules organiques contenant les grandes fonctions : alcane, alcène, alcyne, composés aromatiques, éther, halogène, alcool, thiol, amine, amide, cétone,

aldéhyde, nitrile, acide carboxylique, ester, lactame, lactone, ester phosphorique, époxyde.

**Chapitre 2 Isomérisation :** Isomérisation plane (de chaîne, de fonction, de position, tautomérisation) – Ecriture de Cram, Fischer (sucres et acides aminés), Newman – Conformation des molécules organiques. Configuration des C=C (cis/trans, E/Z). Configuration des C\* - Notion de stéréoisomérisation (racémique, énantiomère, diastéréoisomérisation, pouvoir rotatoire)

**Chapitre 3 Effets électroniques et structures des protéines :** Introduction aux effets inductifs et effets mésomères – Interactions inter et intramoléculaires

**Chapitre 4 Acides aminés Peptides et Protéines :** Aux origines de la structure des protéines : liaisons peptidiques, liaisons H, interactions hydrophobes, interactions ioniques, pont disulfure : de la structure primaire à la structure tertiaire.

**Chapitre 5 Réactions chimiques :** oxydo-réduction, substitution nucléophile et addition/élimination

**Chapitre 6 Réactions chimiques dans le monde du vivant :** interaction enzyme/substrat, élongation de protéine ou d'ADN, mécanisme d'action d'un médicament, notion de chemical biology

## **EP2a Biophysique 2 (11h CM, 11h TD, 10h TP, Coeff4, 4 ECTS)**

**A Ruyter**

### **Objectifs :**

L'objectif de ce cours est de permettre aux étudiants de comprendre la nécessité d'une approche par la physique pour comprendre un certain nombre de phénomènes naturels liés à la propagation d'une onde mécanique, à la propagation d'une onde lumineuse et la propagation de charges électriques.

Une attention particulière sera portée à la mise en place du raisonnement scientifique nécessaire à la compréhension de ces phénomènes (problème/données/outils/résolution).

Pour ce faire, quatre thèmes seront abordés :

1. Compréhension et conception du schéma d'un circuit électrique basique. Étude du transport de courant électrique dans un circuit électrique comprenant différents dipôles (passifs/actifs comme un générateur parfait de tension, une pile et/ou des résistances). Méthode de mesure d'un courant et d'une tension électrique. Puissance électrique et bilan énergétique (loi d'Ohm et chargement d'une batterie électrique).

2. Étude de la propagation des ondes lumineuses ou mécaniques afin de comprendre : la propagation d'une onde, les propriétés d'une Onde Plane Progressive (OPP), les phénomènes de propagation d'une onde lumineuse (longueur d'onde, vitesse de propagation, changement de milieu, retard/avance dans l'espace et le temps), les phénomènes de superposition de deux ondes (onde stationnaire dans les instruments de musiques à cordes, fréquences propres), l'évaluation de phénomènes acoustiques (puissance, intensité sonore, niveau sonore, ...).
3. Étude de l'optique linéaire afin de comprendre : la notion de stigmatisme, la détermination des images (position, taille, ...) par calcul ou par construction géométrique, le fonctionnement de l'œil humain ainsi que la correction des principaux défauts de la vision (myopie, hypermétropie et presbytie) et de maîtriser la compréhension du fonctionnement d'un microscope optique et son utilisation.

### **Contenu:**

**CM et TD :** Notions et vocabulaire de l'optique géométrique, les propriétés des ondes, notion de valeur algébrique, utilisation, en acoustique, des fonctions  $x=10^y$  et  $y=\log_{10}(x)$ , des fonctions sinus ou cosinus à deux variables indépendantes (en propagation des OPP), notion de spectre d'une onde sonore.

Lecture d'un schéma électrique de base et montage physique du circuit correspondant. Savoir mesurer un courant ou une tension.

Propriété de l'œil parfait et comment calculer les caractéristiques des lunettes de correction. Compréhension du grandissement et du grossissement commercial d'un appareil optique.

**TP :** utilisation d'un tableur (tableaux, données statistiques et graphes).

## **EP2b Processus de surface et évolution de la biosphère (16h CM, 4h TD, 14h TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**M Boussafir- I Gay-Ovejero**

### **Objectifs :**

- Consolider les connaissances de base sur le cycle supergène et la formation des roches sédimentaires. Détailler les processus intervenants au cours du cycle « altération – érosion – transport – dépôts - diagenèse » dans différents contextes sédimentaires
- Présenter l'évolution et le rôle de la biosphère dans les enveloppes externes de la Terre.

### **Contenu**

- *Cours :* Cycle des roches sédimentaires : altération - érosion - transport - sédimentation – diagenèse ; Lignée des roches clastiques terrigènes ; Roches chimiques (évaporites) et biogéniques ; Environnements de dépôt ; Notion de diagenèse ; Evolution de la

Biosphère : témoins et notions de biostratigraphie ; Gisements fossilifères : modalités et intérêts ; Crises biologiques ; Evolution des Hominidés.

- *TD* : Fossiles : définitions, intérêts stratigraphiques et paléoécologiques ; Evolution de la biosphère
- *TP* : Roches sédimentaires : critères de reconnaissance et environnements de dépôt ; Taxons d'intérêt stratigraphique ; Fossiles du Paléozoïque, Mésozoïque et Cénozoïque ; Exemples d'adaptation environnementale : évolution des équidés, dents et régimes alimentaires.

## **Module de compétences transversales 4**

### **M2.4 constitué de 4 EP**

#### **EP1 Anglais (18 h TD, 2 ECTS)**

**É Pereira-Nunes**

##### **Objectifs :**

L'objectif pédagogique est de rendre l'étudiant toujours plus autonome dans sa maîtrise de l'anglais.

Il est donc donné à chaque étudiant les moyens de consolider et développer ses capacités dans les 5 compétences langagières telles qu'elles sont décrites dans le Cadre européen Commun de Référence des Langues (CECRL) : compréhension écrite, compréhension orale, expression écrite, expression orale en continu, expression orale en interaction.

##### **Contenu :**

**TD :** L'alternance séances de Travaux Dirigés / séances CRL favorise l'encadrement et l'individualisation des apprentissages.

Les enseignements sont également conçus de façon à fournir les outils nécessaires à la validation de certifications nationales (CLES 2) et internationales (TOEIC par exemple), à l'insertion professionnelle et à la mobilité internationale

#### **EP2 Outils mathématiques (4h CM, 6 h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

**N Sandier**

**Objectifs :** d'acquérir et à consolider les bases de mathématiques nécessaires à la biologie

**Contenu:**

**Cours et TD :**

- 1/ Dérivées successives. Étude de fonctions avec les points d'inflexion.
- 2/ Fonctions logarithmes (népérien, logarithme en bases 2 et 10) et fonctions exponentielles (écriture en puissances de 10) avec les équations fonctionnelles. Ordre de grandeur. Résolution d'inéquations du type  $q^n \geq a$ .
- 3/ Suites arithmétiques et géométriques

**EP3 Informatique (8h TD, 4h TP, Coeff 1, 1 ECTS)**

**F Dumas**

**Objectifs**

L'objectif pédagogique est d'acquérir des connaissances de programmation utiles au biologiste. Compétences acquises : Concevoir des programmes de calcul dans le cadre du tableur.

**Contenu:**

**TD-TP :** Fonctions de texte, tris et filtres, fonctions de recherche, fonctions de dates et d'heures.

**EP4 Démarche expérimentale et Méthodologie (10 h TD, Coeff 1, 1 ECTS)**

**J-O De Craene**

**Objectifs**

Acquisition de la méthodologie d'analyse de résultats expérimentaux obtenus par certaines des techniques vues au premier semestre.

**Contenu:**

**TD:** 4 séances seront destinées à l'analyse de jeux de données. La première portera sur des problèmes de dilution de solution et de culture, de différence entre ce que l'on mesure et ce que l'on veut déterminer comme concentration, l'analyse dimensionnelle



etc. La seconde portera sur l'analyse graphique de résultats expérimentaux (courbe de calibration ou courbe exponentielle de culture), l'utilisation d'échelles linéaire et semi-logarithmique. Dans ces 2 premières séances seront abordés les notions de données expérimentales, de comment exclure ou pas un point, comment faire une droite pour relier les points expérimentaux, la signification de l'intersection de cette droite avec les axes et le coefficient directeur. La séance 3 sera consacré à l'analyse de d'acide nucléique et de protéines sur gel avec détermination de poids moléculaire de protéines ou de fragments d'ADN. La séance 4 portera sur l'analyse d'images de microscopie où seront abordées les notions d'échelle, de marqueurs cellulaires, de contrôles et de représentativités. Ces 4 séances seront suivies d'un examen final endéans le qui suit la séance 4. La séance 5 qui aura lieu dans le mois qui suit l'examen sera consacrée à sa correction.

## **Licence 2**

### **Semestre 3**

#### **Module disciplinaire 1**

#### **M3.1 constitué de 2 EP**

##### **EP1 Physiologie animale (24h CM, 16h TD, 4h TP, Coeff 5, ECTS 5)**

**N Peineau**

##### **Objectifs**

L'objectif est d'apporter les connaissances de base théoriques et expérimentales de la neurophysiologie et de l'endocrinologie. Les exemples porteront sur les mammifères et notamment sur la physiologie humaine.

##### **Contenu:**

**Cours** : Neurophysiologie : Potentiel de membrane et potentiel d'action ; Synapses et jonction neuro-musculaire ; Physiologie musculaire.

Système endocrinien : Notion d'hormone et de récepteurs hormonaux, production, distribution, mode de sécrétion et d'action. Contrôle hormonal. Rôle des diverses glandes endocriniennes.

**TD**: Apprentissage de la méthodologie en physiologie. Analyse de données électrophysiologiques.

**TP** : Réalisation d'expériences en physiologie nerveuse via le logiciel Neurosim

##### **EP2 Biologie cellulaire et Signalisation (16h CM, 12h TD, Coeff 3, 3 ECTS)**

**F Rouleux - V Bozon**

##### **Objectifs**

Cet enseignement permet d'approfondir l'enseignement reçu en L1. La compréhension et la maîtrise du cours seront essentielles pour aborder l'étude de mécanismes

physiologiques plus complexes. L'objectif est de comprendre la place de la cellule animale dans son environnement et la manière dont elle peut réagir par les modifications de son cytosquelette. Ces notions seront abordées et intégrées dans l'enseignement en prenant comme exemple des processus plus complexes qui pourront être l'inflammation, la coagulation, la réparation tissulaire, les nanotechnologies, les métastases.... Les mécanismes moléculaires mis en jeu dans la perception et la transmission intracellulaire du signal seront appréhendés et illustrés au travers de réponses physiologiques de la cellule animale et végétale. Ce qui permettra aux étudiants d'aborder les bases fondamentales de la signalisation cellulaire.

#### Biologie cellulaire :

**Cours :** Cytosquelette et mouvements cellulaires, Processus de reconnaissance et d'adhésion cellulaire, Relation cellules et matrice extracellulaire, Communication intercellulaire. - Intégration des mécanismes moléculaires intervenant dans la signalisation cellulaire.

**TD :** Analyse de résultats d'article ayant trait à l'inflammation, la coagulation, la réparation tissulaire ou les métastases du point de vue structural et fonctionnel.

#### Signalisation cellulaire :

**Cours-** Perception du signal : notion de récepteurs membranaires et cytoplasmiques, récepteurs couplés aux protéines G, récepteurs avec ou sans activité kinase

- Transduction du signal : les différentes voies de signalisation, les seconds messagers (AMPc, IP3, Calcium), les kinases (MAPkinase, PI3kinase/Akt...)

- Intégration des mécanismes moléculaires intervenant dans la signalisation cellulaire lors de réponses physiologiques et/ou pathologiques

**TD :** Méthodes d'étude des voies de signalisation, analyse de résultats expérimentaux en se basant sur des techniques de biologie cellulaire, de biochimie et d'imagerie cellulaire. Exercices approfondissant les CM.

## **Module disciplinaire 2**

### **M3.2 constitué de 3 EP**

**EP1 Physiologie végétale (22.5 h CM, 7.5 h TD, 12h TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**B St-Pierre**

**Objectifs :** Connaître et comprendre comment les végétaux font l'acquisition 1) d'énergie lumineuse et la transforme en énergie chimique, de minéraux pour la synthèse des constituants organiques, 2) d'eau pour la croissance et le transport des sèves. Les compétences disciplinaires acquises sont les suivantes : Méthodologiques : Analyse des échanges gazeux dans la photosynthèse. Analyse des échanges d'eau dans le continuum sol-plante-atmosphère. - Analyse et interprétations de résultats expérimentaux. Techniques : Techniques d'étude expérimentale des fonctions photosynthétiques, des échanges plante-eau, de l'assimilation de nitrate

**Contenu:**

**Cours :** Nutrition organique des végétaux : la photosynthèse, autotrophie carbonée, autotrophie azotée, autotrophie soufrée - Alimentation en eau et nutrition minérale des végétaux : Le sol, l'eau et la plante – Absorption et circulation de l'eau et des sels minéraux dans la plante –

**TD :** Application des connaissances acquises sur la photosynthèse, l'autotrophie carbonée, l'alimentation en eau et la nutrition minérale des végétaux pour la résolution d'exercices pratiques. Exemples d'application de ces connaissances à l'étude des fonctions de végétaux d'intérêt.

**TP :** Mise en évidence des pigments photosynthétiques - Analyse des échanges plante-eau. Fonctions de la nitrate réductase.

**EP 2 Introduction au développement végétal (10 h CM, 2 h TD, 0h TP, Coeff 2, 2 ECTS)**

**B St-Pierre**

**Objectifs :** Connaître et comprendre comment la croissance cellulaire, les régulateurs de morphogénèse, les facteurs de l'environnement participent au développement des végétaux.

**Contenu:**

**Cours :** Biologie du développement et de la morphogénèse : Rôles des facteurs de l'environnement (tropismes, tactismes, nutrition) et des régulateurs de morphogénèse dans le développement végétal –

**TD :** Application des connaissances acquises à l'étude du développement et de la morphogénèse des végétaux d'intérêt.

### **EP3 Introduction au développement animal (6h CM, 6h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

**D Pillon-Hoarau**

**Objectif** : Acquisition des notions de base de la biologie du développement animal.

**Contenu** :

**Cours** : Description des grandes étapes de l'embryogenèse chez le modèle amphibien, ainsi que des mécanismes fondamentaux de contrôle du développement embryonnaire (induction, régulations...).

**TD** : Remobilisation des concepts vus en cours. Analyse de documents scientifiques simples permettant de faire le lien entre les notions de biologie du développement et les thématiques de santé et d'évolution.

## **Module de renforcement disciplinaire 3**

### **M3.3 constitué de 2 EP**

#### **EP1 Génétique mendélienne et moléculaire 2 (18h CM, 16h TD, Coeff 4, 4 ECTS)**

**C Augé - T Josse**

**Objectifs**

Consolidation et approfondissement des notions développées en L1. L'étudiant acquerra la compréhension fine des mécanismes moléculaires liés à la molécule ADN.

**Contenu:**

**Cours** : Compréhension des mécanismes de régulations des grandes voies vues en L1 : Régulation de la transcription, de la traduction, et du cycle cellulaire. Étude des mécanismes de réparation des lésions de l'ADN. Etude des régulations géniques par les petits ARNs. Cartographie des gènes chez les procaryotes.

**TD** : exercices d'application sur les notions vues en CM

#### **EP2 Microbiologie générale (20h CM - 8h TD - 6h TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

## **A Petit - E. Biquand**

**Objectifs** : S'initier à la Bactériologie et à la Virologie.

### **Contenu**:

Connaissance de la structure d'une bactérie et des principaux groupes de virus, des bases de leur classification et de leurs modes de multiplication. Compréhension de leurs interactions avec le monde vivant, de leurs rôles dans des infections, des moyens de les étudier, de les conserver et de les éliminer. Capacité à travailler stérilement et à cultiver des bactéries en milieu liquide et en milieu gélosé. Aptitude à reconnaître et à différencier les bactéries par divers examens microscopiques et l'observation macroscopique des cultures.

### **Cours :**

**CM Bactériologie** : Rappel de la diversité des unicellulaires en référence au cours de L1  
Diversité du vivant - Structure de la cellule procaryote : éléments constants et inconstants - Principes d'identification et de classification des bactéries - Nutrition et croissance bactérienne ; milieux de culture - Notions de virulence et de pathogénicité - Moyens de conservation et d'élimination.

**CM Virologie** : Définition d'un virus, structures, cycles de réplication et classification. Réponse de l'hôte face à l'infection. Techniques de base en virologie.

**CM Parasitologie** : Présentation de parasites et de leurs cycles.

**TD** : Applications du cours sous forme d'exercices.

**TP** : Transvasement stérile, ensemencement, état frais et Gram, observation.

**EP2b1 Sols : interface fragile (10h CM - 4h TD - 8h TP, Coeff 2, 2 ECTS)**

## **S Salvador-Blanes**

**Objectifs** : Acquérir des connaissances de base sur les sols, qui constituent un compartiment clé de l'écosystème à l'interface entre l'atmosphère, l'hydrosphère, la lithosphère et la biosphère.

### **Contenu**

- *Cours* : Importance des sols dans l'écosystème ; Problématiques environnementales ; Principaux constituants minéraux et organiques ; Modalités de formation et propriétés physico-chimiques.
- *TD et TP en salle* : Familiarisation avec les analyses physico-chimiques des sols et lecture de cartes de sols.
- *TP sur le terrain* : Une demi-journée d'observation de sols in-situ, description et restitution dans leur environnement.

## **EP2b2 Risques Naturels (9h CM - 6h TD , Coeff 2, 2 ECTS)**

**M Desmet & M Janus**

**Objectifs :** Comprendre la notion de risque naturel, appréhender les aléas climatiques et approfondir les méthodes de remédiation et d'adaptation.

### **Contenu**

- *Cours* : Typologie des risques naturels d'origine externe ; Liens entre événements et activités humaines ; Actualité des risques et aléas climatiques ; Rétro-observations et prospective
- *TD* : Prévention et gestions des risques ; Rôle de la société face à l'urgence climatique.

## **Module de compétences transversales 4**

### **M4.4 constitué de 3 EP et du MOBIL**

## **EP1 Anglais (18 h TD, Coeff2, 2 ECTS)**

**M-H Cauchy**

### **Objectifs :**

L'objectif pédagogique est de rendre l'étudiant toujours plus autonome dans sa maîtrise de l'anglais.

Il est donc donné à chaque étudiant les moyens de consolider et développer ses capacités dans les 5 compétences langagières telles qu'elles sont décrites dans le Cadre européen Commun de Référence des Langues (CECRL) : compréhension écrite, compréhension orale, expression écrite, expression orale en continu, expression orale en interaction.

### **Contenu :**

**TD :** L'alternance séances de Travaux Dirigés / séances CRL favorise l'encadrement et l'individualisation des apprentissages.

Les enseignements sont également conçus de façon à fournir les outils nécessaires à la validation de certifications nationales (CLES 2) et internationales (TOEIC par exemple), à l'insertion professionnelle et à la mobilité internationale.

**EP2 Sensibilisation aux Licences et Masters Professionnels (12h CM, 2h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

**N Peineau**

**Objectifs**

Préparation du projet professionnel post 2eme année - Sensibilisation les étudiants de 2eme année aux formations professionnelles par la présentation de différentes problématiques et leur intégration dans une formation professionnelle.

**Contenu:**

**Cours et TD :** Présentation des finalités des formations professionnelles et des compétences requises.

**EP3 Transition écologique et sociétale (18h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

**EP4 MOBIL (2hCM, 2hTD, 0 ECTS, points bonifiants)**

F Ferro

**Objectif :**

Écriture d'un CV et d'une lettre de motivation

**Contenu :**

**CM :**

Présentation MOBIL

Formation sur le CV et informations sur la lettre de motivation

**TD**

Information sur le monde du travail,

Informations et exemples de CV et travail par groupe et/ou individuel

Travail sur leur propre CV pour l'améliorer



# Module disciplinaire 1

## M4.1 constitué de 2 EP

### EP1 Métabolisme et enzymologie (24h CM, 8 h TD, 8 H TP, Coeff 5, 5 ECTS)

S Dallet

**Objectifs :** Appréhender les grandes voies métaboliques et leurs relations avec quelques grandes fonctions physiologiques.

Comprendre les notions fondamentales de la cinétique enzymatique, notamment de la cinétique michaelienne, et de sa régulation par des inhibiteurs.

#### **Contenu:**

#### **Cours :**

**Biochimie métabolique :** Métabolisme des glucides, des lipides, des protéines: (glycolyse, voie des pentoses phosphates, néoglucogenèse, synthèse et dégradation des osides, biosynthèse et  $\beta$ -oxydation des acides gras, cycle de Krebs... Métabolisme énergétique : présentation des divers types de métabolisme énergétique (phototrophie, chimiotrophie : respirations et fermentations), la respiration aérobie organotrophe dans la cellule eucaryote (la chaîne respiratoire mitochondriale, l'ATP-synthase, les phosphorylations oxydatives), la fermentation lactique, la fermentation alcoolique.

**Enzymologie :** Structure et propriétés des enzymes : Notion de catalyseur biologique - Le site actif (de la structure I<sup>aire</sup> à la structure III<sup>aire</sup> des enzymes), notion de spécificité – Cofacteurs - Classification et nomenclature. Cinétique enzymatique : réaction élémentaire et ordre de réaction - Cinétique Michaelienne et détermination des paramètres cinétiques - Régulation de l'activité enzymatique : facteurs du milieu, inhibiteurs

**TD :** Cinétique Michaelienne (calcul des constantes) et exercices d'application du cours illustrant la relation métabolisme cellulaire et physiologie.

**TP :** Etude de la cinétique Michaelienne : détermination des paramètres cinétique de la phosphatase acide vis-à-vis d'un substrat - Utilisation de la spectrophotométrie en biochimie : détermination du coefficient d'extinction molaire, dosage du glucose par la glucose oxydase. Chromatographie en couches minces de glucides

### EP2 Biologie moléculaire (CM 10h, TD 12h, TP 4h, Coeff 3, ECTS 3)

**G Weber**

**Objectifs :**

Introduire des stratégies fondamentales pour l'analyse et la manipulation de l'ADN et son utilisation comme ADN recombinant (clonage).

Montrer la liaison entre les découvertes en génétique et leurs applications en pratique, et comprendre les principes du travail pratique sur l'ADN.

**Contenu:**

**Cours :** Les acides nucléiques : l'influence de leur structure et leur séquence sur les manipulations en pratique - Les outils : les enzymes utilisés lors de la manipulation et analyse de l'ADN/ARN - Les vecteurs pour le clonage et l'expression de l'ADN recombinante - Les stratégies : comment fait-on pour analyse, isoler, et exprimer un gène - Les perspectives : introduction au séquençage NGS et les analyses haut débit - omics

**TD :** exercices sur les principes de manipulation enzymatique de l'ADN pour le clivage et clonage et caractérisation par analyse de restriction, PCR, et analyse de blots (Southern, Northern, Western)

**TP :** Analyse de restriction d'un plasmide

## **Module disciplinaire 2**

### **M4.2 Choix M4.2a ou M4.2b**

#### **Module M4.2a constitué de 2 EP**

**EP1 Biologie de la reproduction et développement animal (18h CM, 8h TD, 10h TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**V Bozon**

**Objectifs**

Étudier les processus mis en jeu pour la Reproduction et le développement des vertébrés et des invertébrés

## **Contenu:**

### **CM :**

Biologie de la Reproduction animale : Les différents modes de reproduction chez les invertébrés et les vertébrés : reproduction asexuée et sexuée - Le processus de formation et de différenciation des gamètes chez les vertébrés, plus particulièrement chez les mammifères et les amphibiens : lignée germinale et gamétogenèse - Le contrôle endocrinien de la gamétogenèse : hormones hypophysaires et stéroïdiennes - Le mécanisme de la fécondation - L'infertilité mâle et femelle.

Biologie du développement animal : Les grandes étapes de l'embryogenèse chez les oiseaux et chez les mammifères - Les mécanismes de contrôle du développement embryonnaire : induction, régulations, processus morphogénétiques - L'organogenèse - Les annexes embryonnaires.

**TD:** Exercices approfondissant les CM.

**TP :** Mise en évidence des organes de la reproduction chez les vertébrés et les invertébrés. Observation et description du développement embryonnaire chez l'amphibien.

**EP2 Biologie de la reproduction et du développement végétal (19h CM, 0h TD, 17h TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**E Ducos**

## **Objectifs**

Connaitre et comprendre les mécanismes généraux du cycle de vie des Angiospermes, avec la germination de la graine, la mise en place et le fonctionnement de l'appareil végétatif, puis la reproduction avec la floraison et la production des graines et des fruits.

## **Contenu:**

**Cours :** Développement et organisation morphologique des appareils aérien et racinaire. Diversité anatomique et fonctionnelle des différents types tissulaires ou cellulaires formés. Compréhension des mécanismes sous-jacents au développement et au fonctionnement de l'appareil reproducteur des angiospermes couvrant la floraison, les modes de pollinisations, la fécondation, l'organisation des fruits et des graines, ainsi que les stratégies de dissémination des espèces. Introduction aux clés de détermination des grandes familles de plantes.

**TP :** Anatomie des Angiospermes. Restitution graphique de l'observation des organes végétatifs des Monocotylédones et des Dicotylédones. Exploration de la reproduction

des Angiospermes, depuis la fleur jusqu'au fruit et la germination de la graine : suivis morphologique et développemental. Initiation à la botanique à travers l'analyse florale

## **Module M4.2b constitué de 3 EP**

### **EP1 Exploration du vivant : Méthodologie (10 h CM, 8 h TD, 6 h TP, Coeff 2, 2 ECTS)**

**F Lecaille**

**Objectifs :** Notions des principales étapes de purification, d'analyse et de quantification de composés biologiques

**Contenu:**

**Cours :** Principes de purification, de détection et de quantification de composés biologiques. (principales techniques abordées : centrifugations, chromatographies, électrophorèses, Western Blot, dosage ELISA, dosage RIA, spectrophotométrie, spectrofluorimétrie, ...).

**TD :** Application du cours sous forme d'exercices.

**TP :** Analyse protéique de composé biologique après séparation par électrophorèse et analyse par densitométrie.

### **EP2 Exploration du vivant : Outils d'analyse (12h CM, 12h TD, Coeff 3, 3 ECTS)**

**L. Nadal-Desbarats**

**Objectifs :**

Aborder les outils d'analyses pour explorer le vivant d'un point de vue microscopique par imagerie et moléculaire par spectrométrie.

**Contenu:**

**Cours :**

- Méthodes d'analyse spectroscopique : Spectroscopie par résonance magnétique nucléaire appliquées au vivant (in vivo et in vitro), Spectrométrie de masse.
- Méthodes d'imagerie (Microscopie optique et électronique).

**TD :**

- Spectroscopie analytique : analyse de spectres. Exemple d'application en biologie
- Modalités d'utilisation des différents types de microscopie et exercices d'application de la microscopie optique à fluorescence.

### **EP3 Exploration du vivant : Pharmacologie (14 h CM, 10h TD , Coeff 3, ECTS 3)**

**F. Gannier**

**Objectifs :** Comprendre les grands principes de la pharmacocinétique *ie* pouvoir suivre le devenir d'une substance de son lieu d'administration dans l'organisme jusqu'à son élimination. Cela permet d'estimer les variations de concentration d'une substance dues à la distribution d'une substance dans l'organisme, aux biotransformations subies et à son élimination.

**Contenu:**

**Cours :**

Etude des processus de l'ADME (Absorption, Distribution, Métabolisme, et Élimination).  
mots clés : Volume de distribution ; Temps de demi-vie d'absorption, plasmatique et d'élimination ; Interactions médicamenteuses ; Débit de filtration glomérulaire (DFG)...

**TD :**

Les TD s'appuient sur de nombreux exercices d'applications des CM.

## **Module de renforcement disciplinaire 3**

### **M4.3 avec 4 Modules au choix (a, b, c, d)**

#### **Module M4.3a**

**Biotechnologies animales et végétales (24h CM, 12h TD, 18h TP, Coeff 8 , 8 ECTS)**

**C Augé - N Guivarc'h**

**Objectifs**

Il s'agit d'une UE de découverte et d'initiation aux concepts des biotechnologies animales et végétales. L'objectif est de porter à la connaissance des étudiants les différentes

formes des biotechnologies et leurs applications multiples aussi bien en agriculture qu'en santé. Il s'agit également de donner aux étudiants les notions scientifiques permettant d'appréhender de manière critique et éthique des concepts dont il est fait régulièrement mention dans les médias. Accueil limité à 60 étudiants.

### **Contenu:**

**Cours** : Les cours mêlent à la fois les approches théoriques des biotechnologies animales et végétales ainsi que l'étude d'applications concrètes dans l'agriculture aussi bien pour les végétaux que les animaux et dans le domaine de la santé humaine. Seront abordées les notions de : culture *in vitro* de cellules animales et végétales - régénération *in vitro* d'organismes végétaux - transgénèse avec les modalités spécifiques à chaque type d'organismes - application des biotechnologies à la santé (FIV, Thérapie génique, bioproduction de molécules à activité thérapeutique, OGM végétaux) - la place des biotechnologies dans le développement durable (phytoremédiation, recyclage du CO<sub>2</sub>) ainsi que des questions réglementaires et de bioéthique. Un CM est dédié aux métiers des biotechnologies.

**TD** : Un seul groupe de TD. Les étudiants présentent des exposés portant sur des applications biotechnologiques par binôme ou trinôme (15-20 min). Ils sont à la fois évalués et évaluateurs de leurs camarades. Les exposés ont pour but l'approfondissement d'une notion non détaillée en CM.

**TP** : Trois types de TP sont proposés. Des TP de culture cellulaire et de culture *in vitro* végétale incluant une expérience de transgénèse végétale, dont certains sont dispensés en petits groupes de 8 à 10 étudiants ; des TP de biologie moléculaire et des TP de bio-informatique. L'objectif est d'illustrer les différents aspects des CM et TD, de mettre en œuvre une démarche scientifique (hypothèses de travail, témoins expérimentaux, analyse des résultats). Toutes les séances donnent lieu à la rédaction d'un compte-rendu ou d'un carnet de bord.

## **Module M4.3b**

**Physiologie sensorielle et Neurosciences (26h CM, 16 h TD , 12h TP, Coeff 8 , 8 ECTS)**

**N Peineau – S Leman**

### **Objectifs**

L'objectif de cet enseignement est de compléter leur formation en physiologie par une initiation à la physiologie sensorielle et aux neurosciences.

### **Contenu:**

### **Physiologie sensorielle :**

**Cours :** Physiologie neurosensorielle : Caractéristiques d'un système sensoriel – Rôle et fonctionnement de différents systèmes sensoriels

Neurosciences : Bases anatomique du cerveau humain – Neuroanatomie fonctionnelle et clinique du système somato-sensoriel –

**TD :** Méthodes d'études en physiologie et neurologie (ENMG, vitesse de conduction, etc...) –

**TP :** Mesure des activités électriques extracellulaires (ENG, EMG, EEG) – Expériences en physiologie sensorielle (vision, gustation, olfaction) -

### **Neurosciences :**

**Cours :** Connaissance des bases de l'architecture et de l'organisation fonctionnelle du système somato-sensoriel humain (toucher, thermoception, nociception, proprioception) - 1. Généralités sur la sensibilité somatique ; 2. Les récepteurs somatosensoriels ; 3. Les voies somatosensorielles (toucher, proprioception, thermoception et nociception) ; 4. Cas cliniques.

**TD :** Bases complémentaires du cours de neurosciences : 1. Construction d'un encéphale en 3D, 2. Les membres fantômes, 3. Exercices sur le système somatosensoriel

**TP :** Mesure des activités électriques extracellulaires (ENG, EMG, EEG) – Expériences en physiologie sensorielle (vision, gustation, olfaction) -

## **Module M4.3c**

**Ecologie-Ethologie (24h CM, 8h TD, 18h TP Coeff 8, 8 ECTS)**

**S Boyer (Ecologie) - L Marie-Orleach (Ethologie)**

### Objectifs :

**Écologie :** Les étudiants aborderont l'écologie au travers de la biogéographie et de l'évolution des organismes : leurs patrons de répartition et les processus expliquant cette répartition. Pour cela, un certain nombre de concepts fondamentaux autour de l'évolution des espèces des niches écologiques et des successions écologiques seront abordés.

**Éthologie :** Les objectifs seront de transmettre aux étudiants (i) les concepts fondamentaux de l'étude du comportement animal, (ii) les enjeux et intérêts sociétaux

actuels du comportement animal, et (iii) la démarche scientifique inhérente à l'étude du comportement animal.

#### Contenu :

#### **Cours :**

Écologie : Concept d'espèce et théorie de l'évolution, Communautés interactions et niches écologiques, Biodiversité et communautés, Réseaux trophiques et successions écologiques, Introduction à la Biogéographie, Biogéographie insulaire, Problématique de l'insularité, endémisme.

Éthologie : Historique de l'étude du comportement, présentation des 4 grandes questions de Tinbergen, causes proximales, Évolution du comportement : bases génétiques et processus de sélection.

Apprentissage et cognition : Apprentissages non-associatifs & associatifs, apprentissage social, Apprentissage cognitif., la motivation.

**TD :** Démarche scientifique, Éthologie appliquée – bien-être animal - Apprentissage et cognition - Empreinte filiale et attachement maternel - Modulation des comportements

**TP :** Réalisation d'une synthèse bibliographique à partir d'un article scientifique récent  
Rédaction d'un rapport sur l'écologie et la phylogénie d'un groupe animal (par bi- ou trinômes). Présentation orale de ce travail.

## **Module M4.3d**

**Communication cellulaire (CM 26h, TD 16h, TP 12h, Coeff 8 , 8 ECTS)**

**ML Zani et F Velge-Roussel**

#### Objectifs

Cette UE permettra d'acquérir les connaissances de base sur les mécanismes moléculaires de la communication cellulaire. Dans cette optique, différents aspects biochimiques du fonctionnement d'une cellule seront abordés. L'analyse des récepteurs membranaires, du trafic intracellulaire des protéines et de leur adressage permettra d'illustrer la relation structure-activité. L'accent sera mis sur la relation entre les éléments structuraux d'une molécule et de sa fonction au sein de la cellule. Des



exemples de dérégulation des voies de signalisation/adressage, conduisant à des pathologies, seront traités.

**Contenu:**

**Cours :**

Les mécanismes moléculaires de la transduction intracellulaire du signal (voie de l'AMPc et des protéines G, la voie du calcium, récepteurs TK (EGFR et cancer))- Trafic intracellulaire, adressage des protéines et pathologies conformationnelles -Interaction et communication entre cellules du système immunitaire. Voies de signalisation qui contrôlent l'expression des gènes. Systèmes sensoriels.

**TD :**

Les travaux dirigés illustreront les cours.

**TP : 12h**

Suivi d'un marqueur plasmatique au cours de la réaction inflammatoire chez le rat. Mise en œuvre de techniques de purification de protéines par chromatographie. Caractérisation par électrophorèse, dosage des protéines par la méthode de Bradford. Découverte d'une unité de recherche : Visite organisée du laboratoire de recherche.

## **Module de compétences transversales 4**

### **M4.4 constitué de 4 EP**

#### **EP1 Anglais (18 h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

**M-H Cauchy**

**Objectifs :**

L'objectif pédagogique est de rendre l'étudiant toujours plus autonome dans sa maîtrise de l'anglais.

Il est donc donné à chaque étudiant les moyens de consolider et développer ses capacités dans les 5 compétences langagières telles qu'elles sont décrites dans le Cadre européen Commun de Référence des Langues (CECRL) : compréhension écrite, compréhension orale, expression écrite, expression orale en continu, expression orale en interaction.

**Contenu :**

**TD :** L'alternance séances de Travaux Dirigés / séances CRL favorise l'encadrement et l'individualisation des apprentissages.

Les enseignements sont également conçus de façon à fournir les outils nécessaires à la validation de certifications nationales (CLES 2) et internationales (TOEIC par exemple), à l'insertion professionnelle et à la mobilité internationale.

**EP 2 Statistiques appliquées à la biologie (2 h CM, 6 h TD, 6 H TP, Coeff 2, 2 ECTS)**

**J Depauw**

**Objectifs** Initiation aux outils statistiques

**Contenu:**

**Cours :** Principales méthodes de statistiques descriptives (moyenne, médiane, variance, écart-type, mode, étendue, histogramme, boîte à moustache, régression linéaire) et inductives (test de Student sur 1 ou 2 échantillons, de corrélation, test du chi-2)

**TD :** Application à des jeux de données

**TP :** Logiciel R

**EP3 Ateliers interdisciplinaires (10h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

**V Courdavault – J Petrignet**

**Objectifs**

Cet enseignement a pour premier objectif de permettre aux étudiants de découvrir les liens qui existent entre les différentes disciplines enseignées en licence de Biologie et d'appréhender l'importance de cette interdisciplinarité dans le traitement de questions biologiques. Le rôle de cette intrication interdisciplinaire sera plus particulièrement illustré à travers des exemples mêlant chimie et biologie. Le second objectif de cette UE est consacré au renforcement des connaissances et de la maîtrise de l'outil numérique par les étudiants. Il sera ainsi proposé aux étudiants de concevoir et réaliser une courte production numérique (vidéo) illustrant l'intérêt de combiner chimie et biologie dans le traitement de problématiques scientifiques et sociétales.

**Contenu:**

**TD :** Les étudiants travailleront autour de projets sélectionnés par l'équipe pédagogique combinant chimie et biologie. La démarche de conception doit impérativement comporter des phases de recherche et d'exploitation d'informations. Ce travail documentaire permet, à son tour, d'affiner la problématique et de décider du traitement le plus cohérent du sujet choisi. Sur cette base, les étudiants concevront un scénario traitant les points essentiels de leur sujet et réaliseront une vidéo de 5 min dans laquelle ils combineront présentation attractive et nouvelle de l'information scientifique avec une explication scientifique adaptée à des connaissances de licence.

Cet enseignement est effectué sous la direction d'enseignants chimistes et biologistes qui seront des personnes ressources tout au long de l'élaboration du projet.

**EP4 Compétences numériques (PIX) (18h TD, Coeff 0, 0 ECTS)**

**FOAD Université**

**Licence 3****Semestre 5****Module disciplinaire 1 : M5.1 constitué de 2 EP et Choix EP2a ou EP2b**

**EP1 Génétique des populations (16h CM, 12h TD, 4h TP, Coeff 4, ECTS 4)**

**F Dedeine**

**Objectifs :**

Cet enseignement a pour objectifs d'initier les étudiants aux principaux concepts de la génétique des populations, et de ses applications dans la recherche scientifique visant notamment à comprendre la structure et la dynamique de la diversité génétique au sein des populations naturelles animales et végétales. Maîtrise des principaux concepts de la génétique des populations, et de ses applications en écologie et biologie de la conservation

Connaissances sur le polymorphisme et certains marqueurs moléculaires : définitions, principes et méthodes d'analyse en biologie moléculaire et génomique

Notions de modèle théorique en écologie, modélisation mathématique, biomathématique, lois de probabilités et statistiques

**Contenu:**

**CM : Les cours se structurent en trois parties :**

**1) Organisation génétique des populations**

Les composantes de la structure génétique des populations, fréquences alléliques et génotypiques, le modèle de Hardy-Weinberg, l'influence du régime de reproduction, panmixie, autogamie, consanguinité et dépression de consanguinité

**2) Forces évolutives des populations**

Modèles de mutation, de migration, modèle de sélection directionnelle de viabilité, la dérive génétique et ses conséquences, étude des équilibres de fréquences alléliques, notion de différenciation génétique entre populations

**3) Mécanismes de maintien du polymorphisme dans les populations**

Importance du polymorphisme, le modèle mutation-sélection, avantage sélectif aux hétérozygotes, valeurs sélectives variables, modèles de sélection fréquence-dépendante et modèles multi-niches, le polymorphisme transitoire, théorie neutre de l'évolution moléculaire

**TD :** Applications des principaux concepts de génétique des populations vus en cours par la résolution d'exercices

**TP :** Analyse des effets de la mutation, la migration, la sélection naturelle et la dérive génétique sur la diversité, la structure et l'évolution de populations théoriques simulées par ordinateur (logiciel informatique de génétique des populations).

**EP2a Ecologie-Biodiversité (16h CM, 8h TD, 16h TP, Coeff 4, ECTS 4)**

**S Boyer – C Suppo**

**Objectifs :** Cet enseignement est une première approche des grands thèmes d'écologie des populations et de biodiversité ainsi que les applications possibles à la conservation des populations.

**Contenu:**

**Cours :** seront abordés les principaux paramètres biodémographiques - la modélisation de la croissance d'une population dans différentes situations de développement en temps discret et continu et les interactions entre populations (par exemple : compétition et prédation). La biologie de la conservation sera abordée par l'étude de concepts liés à l'utilisation des outils génétiques pour recenser la biodiversité et décrire les interactions biotiques. En particulier les méthodes de "code barre" ADN, de metabarcoding ADN et l'utilisation d'ADN environnemental seront abordées. L'impact des espèces invasives ainsi que l'impact de l'anthropisation et la disparition des habitats naturels seront également discutés à travers l'étude de certains projets de recherche.

**TD/TP :** Utilisation des outils mathématiques et statistiques (utilisation du logiciel R) en biologie des populations, construction et interprétation d'une table de vie.

Mise en place de protocoles pour recenser la biodiversité à l'aide d'outils génétiques, utilisation des bases de données génétiques en ligne (BOLD et Genbank), utilisation d'outils informatiques pour l'analyse de données génétiques de type barcode et metabarcodes. Application des indices de biodiversités à des jeux de données génétiques.

**EP2b Réponses des plantes à leur environnement abiotique (24 h CM, 8 h TD, 8h TP, Coeff 4, 4 ECTS )**

**B St-Pierre**

**Objectifs :** Comprendre ce qu'est la plasticité phénotypique, en quoi elle est importante chez les plantes, les facteurs qui peuvent la déclencher et la manière dont elle peut être mise en œuvre, à l'aide d'exemples concrets. 1) Comprendre les mécanismes de perception de la lumière et la façon dont celle-ci impacte certains processus développementaux des plantes. 2) Appréhender les mécanismes physiologiques et moléculaires déclenchés chez les plantes en réponse à des perturbations de leur environnement abiotique (stress hydrique, basse température, salin) et qui leur permettent ou non de tolérer ou s'acclimater à ces contraintes. Être en mesure de proposer des voies d'amélioration de la tolérance aux contraintes abiotiques. 3) Comprendre les différents types d'interaction existant entre les plantes et leurs conséquences sur l'accessibilité aux ressources.

**Contenu:**

Cours : Adaptation de la morphologie, de l'anatomie, du métabolisme et de la phénologie des plantes, i.e. la plasticité phénotypique, en réponse à des perturbations de leur environnement dans le contexte de la réponse à l'ombrage, de l'hétérophylle ou encore de la réponse du système racinaire aux nutriments disponibles. Etude des différents types de photorécepteurs chez les plantes (structure, fonctionnement), ainsi que les différents processus qu'ils contrôlent. Physiologie des stress abiotiques et mécanismes de tolérance et d'acclimatation mis en place en réponse à ces contraintes. Interactions antagonistes (compétition, parasitisme) ou facilitatrices (coopération) entre plantes : exemple des cultures en association.

TD : Approfondissement des cours par l'analyse de publications scientifiques sur des végétaux d'intérêts.

TP : Analyse des perturbations géniques déclenchées par les stress abiotiques via une analyse bioinformatique de bases de données

## **Module disciplinaire 2 : M5.2 constitué de 2 EP**

**EP1 Relations Plantes-organismes (RPO) (26h CM, 14 h TD, 8h TP, Coeff 5, 5 ECTS)**

**M Durand**

**Objectifs :** Cet enseignement propose une approche intégrative des concepts cellulaires, biochimiques et moléculaires afin de permettre aux étudiants de saisir les processus physiologiques sous-jacents à l'adaptation des plantes face aux pressions biotiques de leur environnement. Nous explorerons la coévolution entre les plantes et les animaux, comme l'imitation de la femelle d'un insecte par une fleur pour attirer les pollinisateurs, ainsi que les mécanismes de défense des plantes contre les micro-organismes pathogènes, en abordant les gènes de résistance et les stratégies de lutte biologique. Nous nous pencherons également sur les mécanismes de défense contre les herbivores, notamment les mécanismes moléculaires associées à cette interaction. Ce cours vise à développer les compétences d'analyse intégrative en biochimie et en biologie moléculaire, ainsi que la maîtrise des techniques de dosage physicochimique telles que la chromatographie en phase gazeuse. Dans le cadre des TP, une attention sera portée sur l'utilisation de l'outil informatique R pour l'analyse avancée des données. Les étudiants auront ainsi l'opportunité d'acquérir une expertise approfondie dans ces domaines, renforçant ainsi leurs compétences analytiques et leur capacité à interpréter les résultats de manière rigoureuse et précise.

### **Contenu:**

**Cours :** Les cours seront dédiées à l'exploration approfondie des relations complexes entre les plantes, les microorganismes phytopathogènes, les champignons, les animaux et les insectes. Une attention particulière sera accordée aux mécanismes moléculaires qui régissent spécifiquement les interactions entre les plantes et les microorganismes phytopathogènes. Parallèlement, l'étude des relations entre les plantes et les insectes servira de cadre pour

examiner les mécanismes moléculaires associées aux phytohormones qui gouvernent ces interactions.

**TD :** Les TD auront pour objectif de clarifier les concepts abordés en cours, de préparer les travaux pratiques et de se préparer aux examens terminaux.

**TP :** Les TP seront consacrés à l'étude des marqueurs métaboliques associés aux mécanismes de défense des plantes dans le cadre des relations plantes – microorganismes. Au cours de ce TP, les étudiants utiliseront des techniques de dosage physicochimique telles que la chromatographie en phase gazeuse. Une attention particulière sera portée sur l'analyse avancée des données grâce au logiciel R.

## **EP2 Projet expérimental transdisciplinaire (2h CM, 0h TD, 18h TP, Coeff 3, 3 ECTS)**

**G Dubreuil et S Besseau**

### **Objectifs**

Cet enseignement pratique immersif de 3 jours vise à développer les compétences expérimentales des étudiant.e.s mais aussi leur capacité à s'approprier un sujet de recherche, de s'impliquer dans les choix expérimentaux en fonction des problématiques traitées et enfin de travailler sur la mise en forme et l'interprétation de leurs résultats. Les connaissances acquises tout au long du cursus de licence seront exploitées dans cet enseignement qui se veut transdisciplinaire (terrain et collecte de spécimens adaptée à la question biologique, biologie moléculaire, biochimie, physiologie, approches haut débit, utilisation de bases de données publiques...).

### **Contenu:**

**Cours :** Présentation du thème développer dans le TP sur les interactions des plantes avec les insectes en tant que vecteur de dispersion des virus. Le contexte scientifique sera exposé afin d'identifier des problématiques d'intérêts liées à ce sujet de recherche. Enfin, les diverses possibilités et le choix des outils expérimentaux qui seront mise en œuvre pendant le TP pour répondre à ces problématiques seront discutés.

**TP :** Mise en œuvre des outils expérimentaux retenus pendant le cours (ex : Barcoding, ELISA...), mise en forme des résultats et interprétation.

## **Module de renforcement disciplinaire 3 M5.3 constitué de 2 EP**

## **EP1 Anatomie et Physiologie animale (12h CM, 6 h TD, 12 H TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**F Guerrieri - C Lazzari**

### **Objectifs**

Connaitre les structures anatomiques et les grandes fonctions chez les animaux, afin de comprendre la relation entre structure et fonction. Étudier l'anatomie et la physiologie de manière comparée.

### **Contenu:**

**Cours :** Présentation des structures associées à des fonctions principales : circulation, respiration, digestion, locomotion, soutien. Les structures anatomiques et les fonctionnalités seront étudiées de manière comparée et évolutive.

**TD :** Une des séances TD se tiendra au Muséum d'Histoire Naturelle de Tours où les aspects professionnels du travail au Muséum seront présentés : fonctionnement administrative, aspects juridiques, conservation du matériel, pédagogie. Les autres TD seront consacrés à la discussion sur les aspects comparatives et fonctionnelle de l'organisation anatomique des animaux.

**TP :** Appliquer les connaissances dans les travaux pratiques. Observation des spécimens conservés et vivants, afin de comparer leur anatomie et comprendre celle-ci en termes de phylogénie et le mode de vie des différents groupes d'animaux.

## **EP 2 Écologie Sensorielle (16 h CM, 10 h TD, 12H TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**C Lazzari - F Guerrieri**

### **Objectifs**

L'objectif du module est de comprendre comment les organismes obtiennent, traitent, intègrent et utilisent les informations provenant de leur environnement pour localiser des ressources importantes pour leur survie.

### **Contenu :**



**Cours :** Présentation des principes généraux de l'organisation morphologique, fonctionnement et évolution des divers systèmes sensoriels (visuel, chimique, mécanique, thermique, électrique, magnétique).

**TD :** Discussion et questionnaires pour réviser et consolider les connaissances acquis en CM.

**TP :** Expériences en laboratoire pour illustrer et consolider les principes de fonctionnement des divers systèmes sensorielles, en particulier sur l'Homme et des modèles animaux choisis.

## **Module de compétences transversales 4**

### **M5.4 constitué de 4 EP**

#### **EP1 Anglais (18 h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

**B Barreira**

##### **Objectifs**

L'objectif pédagogique est de rendre l'étudiant toujours plus autonome dans sa maîtrise de l'anglais.

Il est donc donné à chaque étudiant les moyens de consolider et développer ses capacités dans les 5 compétences langagières telles qu'elles sont décrites dans le Cadre européen Commun de Référence des Langues (CECRL) : compréhension écrite, compréhension orale, expression écrite, expression orale en continu, expression orale en interaction.

##### **Contenu**

**TD :** L'alternance séances de Travaux Dirigés / séances CRL favorise l'encadrement et l'individualisation des apprentissages.

Les enseignements sont également conçus de façon à fournir les outils nécessaires à la validation de certifications nationales (CLES 2) et internationales (TOEIC par exemple), à l'insertion professionnelle et à la mobilité internationale.

#### **EP2 Statistiques appliquées à la biologie (3h CM, 4h TD, 5h TP, Coeff 2, 2 ECTS)**

**C Suppo**

**Objectifs :** A partir de données récoltées, par exemple lors de stages, d'expériences en TP ou de sortie de terrain, les étudiants devront savoir quel test statistique appliquer en fonction du type de données obtenues (quantitatives, qualitatives, ...) et comment l'utiliser pour pouvoir valider ou non leurs hypothèses et répondre à une question posée.

**Contenu:**

**Cours :** Test du  $X^2$  - Tests non paramétriques de comparaison de 2 échantillons indépendants : Test des médianes, Mann-Whitney, Kolmogorov-Smirnov.

**TD :** Applications de ces tests non paramétriques à des jeux de données.

**TP :** Utilisation du logiciel R pour ces tests non paramétriques.

**EP3 Outils moléculaires (6h CM, 14h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

**G Dubreuil – S Renault**

**Objectifs**

Cet EP a pour objectif que les étudiants acquièrent les bases de biologie cellulaire et moléculaire en continuité des modules de L2SV et les techniques de biologie moléculaire nécessaires à l'étude des écosystèmes.

**Contenu**

**Cours :** Notions nécessaires à la compréhension des mécanismes de la régulation transcriptionnelle (3h) – Outils de biologie moléculaire : PCR, RT-PCR, Western-blot, ELISA, NGS (RNAseq-Métagénomique-DNA environnemental) (3h)

**TD :** Exercices d'applications des notions vues en cours et analyse de résultats expérimentaux issus de publications scientifiques. Présentation de résultats expérimentaux et communication scientifique.

**EP4 MOBIL (2h CM, 2h TD, points bonifiants)**

**L Nadal-Desbarats**

**Semestre 6**

## **Module disciplinaire 1 M6.1 constitué de 2 EP**

### **EP 1 Génétique et évolution (20h CM, 8h TD, 4H TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**F Dedeine**

#### **Objectifs**

Cet enseignement a pour objectif d'initier les étudiants aux principales approches de la génétique évolutive, et de ses applications dans la recherche scientifique visant à comprendre les mécanismes impliqués dans l'évolution de la biodiversité.

Maîtrise des principaux concepts de la génétique des populations, et de ses applications en génétique/génomique évolutive. Connaissances sur le polymorphisme et certains marqueurs moléculaires : définitions, principes et méthodes d'analyse en biologie moléculaire et génomique. Notions de modèle théorique en écologie, modélisation mathématique, biomathématique, lois de probabilités et statistiques

#### **Contenu**

##### **CM : Les cours se structurent en trois parties :**

- 1) Analyse approfondie du rôle de la sélection naturelle  
Modèles de sélection complexe, évolution des modes de reproduction, conflits génétiques, niveaux de sélection, sélection de parentèle, vision gène-centrée de l'évolution
- 2) Introduction à la génétique quantitative  
Évolution à plusieurs loci, Les composantes génétiques et non-génétiques de la variance phénotypique, plasticité phénotypique, héritabilité, et sélection multi-traits
- 3) Évolution moléculaire et phylogénie  
Théorie neutre de l'évolution moléculaire, les principaux modèles de substitutions nucléotidiques, signature moléculaire de la sélection, génomique comparative, principe de reconstruction phylogénétique, maximum de parcimonie, maximum de vraisemblance.

**TD :** Applications des principaux concepts de génétique évolutive vus en cours par la résolution d'exercices

**TP :** Analyse de données de génétique quantitative, analyses statistiques

### **EP1 Développement du vivant, Évolution, Adaptation (22h CM, 9h TD, 9h TP, 4 ECTS)**

**É Ducos et F Friocourt**

**Objectifs :** Comprendre les mécanismes moléculaires de l'organogenèse animale et végétale. Identifier les convergences du développement des organismes dans ces deux règnes et illustrer les liens entre évolutions des espèces et développement.

**Contenu :**

**Cours :** Édification de l'appareil végétatif des plantes, changement de phase et induction florale, organogenèse florale. Origine et évolution des gènes associés à ces processus dans le règne végétal. Mise en place du plan d'organisation et organogenèse chez les animaux. Conservation, diversification et évolution des gènes associés au développement embryonnaire animal. Compréhension des mécanismes génétiques et moléculaires du développement conservé entre les règnes végétal et animal : gènes homéotiques, protéines polycomb, divisions des cellules-souches (méristèmes). Ces aspects seront illustrés à travers l'étude de mutants d'organogenèse et différents exemples d'adaptation développementale au milieu de vie des organismes.

**TD :** Exercices d'application inspirés de résultats expérimentaux publiés visant à élargir les champs abordés dans la partie cours. Analyse de publications scientifiques sur les thématiques d'évolution-développement et présentation orale.

**TP :** Analyse de promoteurs organes-spécifiques grâce au suivi *in vivo* de l'expression de gènes rapporteurs, contrôle hormonal du développement végétatif en culture *in vitro*. Observations de mutants homéotiques floraux chez Arabidopsis. Suivi de l'organogenèse chez un modèle oiseau.

## **Module disciplinaire 2**

### **M6.2**

**Interactions : des gènes aux écosystèmes (24 h CM, 18 h TD, 18 h TP, Coeff 8, 8 ECTS)**

**E Huguet – J-O De Craene - V Courdavault**

**Objectifs**

L'enseignement portera sur les apports de la biologie cellulaire et de la génétique moléculaire pour comprendre les relations entre les organismes et leur environnement physique et biologique (interactions entre espèces). L'objectif est d'illustrer de façon concrète et plus accessible comment la compréhension des mécanismes moléculaires à la base de ces

interactions peut permettre d'aborder les mécanismes d'adaptation des espèces à leur environnement. Ces thèmes seront illustrés par des exemples issus de l'ensemble du monde vivant et de différents écosystèmes.

### **Contenu:**

**Cours :** Le cours présentera les approches de biologie cellulaire et moléculaire permettant d'étudier d'un point de vue fonctionnel des interactions entre espèces et entre espèces et leur environnement. Le cours sera centré sur des exemples issus de l'ensemble du monde vivant et de différents écosystèmes.

**TD :** Travail en petits groupes sur des articles scientifiques en anglais. Une synthèse des articles sera présentée sous la forme d'un exposé oral lors d'un symposium scientifique organisé par les étudiants. L'objectif est de comprendre la démarche expérimentale mise en œuvre pour répondre à une question scientifique en écologie.

**TP :** Le TP sera basé sur l'étude d'interactions entre espèces à l'échelle moléculaire. Les étudiants travailleront sur la mise au point du protocole expérimental. L'objectif est d'apprendre à mettre en œuvre un protocole à partir d'une question scientifique.

## **Module de renforcement disciplinaire 3 M6.3 au choix M6.3 a ou M6.3b constitué de 2 EP (a et b)**

**M6.3a Biologie du comportement et conservation (34h CM, 20h TD, 18h TP, Coeff 8, 8 ECTS)**

**M Goubault**

### **Objectifs**

Les étudiants acquerront des connaissances dans les grands domaines de l'étude du comportement animal. Cela leur permettra ensuite de mieux comprendre comment la prise en compte du comportement des animaux participe à la conservation des espèces menacées.

Ils apprendront également les bases pour mener eux-mêmes une étude sur le comportement animal.

### **Contenu:**

**Cours :**

- Introduction à l'étude du comportement animal & fitness, sélection, optimisation
- Développement des comportements (ontogénèse)
- Apprentissage et empreinte
- Contrôle du comportement, rythme biologique
- Communication et perception
- Exploitation des ressources alimentaires
- Relations prédateurs- proies : courses aux armements
- Régimes d'appariement et soins parentaux
- Organisation sociale, coopération et altruisme
- Dispersion, migration, orientation

L'implication de ces différents comportements dans la conservation d'espèces menacées sera ensuite développée

#### **TD :**

Présentation de la démarche scientifique dans le cadre d'études du comportement animal. Ces séances seront mises en regard des TP.

- Travail bibliographique (en petit groupe) sur les méthodes de protection d'une espèce menacée : Qu'apporte l'étude du comportement à la conservation de cette espèce ?
- Rencontre avec des professionnels (e.g. éthologue du Parc Zoologique de la Haute-Touche) : comment le comportement des animaux est pris en compte pour améliorer le bien-être des animaux en captivité ?

**TP :** TP par petits groupes (2-3 étudiants) :

- 3 séances de TP guidés : étude possible des différents types de comportements tels que les comportements sexuels, sociaux, de dominance, de ponte, alimentaires, etc.. chez différentes espèces animales (9h TP)
- 3 séances de TP-projet : les étudiants développent et mènent une étude comportementale sur le sujet de leur choix. (9hTP)

#### **M6.3 b**

**EP1 Evolution de la nutrition carbonée et des substances végétales chez les plantes (12 h CM, 4 h TD, 6 H TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**C Dutilleul**

#### **Objectifs**

Par l'étude de l'évolution de la phototrophie et de l'autotrophie carbonée chez les organismes photosynthétiques, comprendre comment et pourquoi la fonction photosynthétique s'est diversifiée, et les intérêts évolutifs/adaptatifs des différents types de photosynthèse (C4 et

CAM). Acquisition de connaissances sur les métabolismes spécialisés (aussi dits secondaires), impliqués dans l'adaptation des plantes à leur environnement. Par des exemples concrets, comprendre leur rôle dans la plante, comprendre certaines notions relatives à l'évolution de ces métabolismes, et acquérir des connaissances quant à leur valorisation par l'homme.

### **Contenu:**

#### **Cours :**

Evolution de la phototrophie et de l'autotrophie carbonée chez les organismes photosynthétiques. Description des différents types de phototrophie, des bactéries photosynthétiques jusqu'aux végétaux. Propriétés enzymatiques de la RUBISCO, enzyme critique pour l'assimilation du CO<sub>2</sub>, et limitation des performances photosynthétiques des plantes C<sub>3</sub>. Description de la photorespiration, voie métabolique initiée par l'activité oxygénase de la RUBISCO : avantages et inconvénients. Description des photosynthèses de type C<sub>4</sub> et CAM dans lesquelles la photorespiration est réduite, voire abolie, via des stratégies métaboliques et anatomiques : fonctionnements et limites.

Descriptions des principaux métabolites spécialisés produits par les plantes depuis les alcaloïdes (ex : vincristine), les composés terpéniques et leur dérivés (ex : THC) ou les composés phénoliques (ex : resvératrol). Evolution de ces métabolismes : origine des gènes recrutés dans ces synthèses ; diversifications d'activité des enzymes qu'ils codent ; organisation spatiale de ces voies de biosynthèse dans les différents organes/tissus de la plante (ex : cellules spécialisés) ; organisation génomique en cluster des gènes de ces voies.

**TD :** Certaines des notions vues en cours seront approfondies par l'analyse de publications scientifiques.

**TP :** Régulation par la lumière de l'activité phosphoénolpyruvate carboxylase (PEPC) chez une plante à photosynthèse de type C<sub>4</sub>, le maïs. Détection de la PEPC à l'aide d'un anticorps sur des coupes de feuilles de maïs afin de mettre en évidence sa localisation spécifique dans certains tissus.

### **M6.3b**

**EP2 Biotechnologies vertes (26h CM, 4h TD, 20h TP, Coeff 4, 4 ECTS)**

**V Courdavault – S Besseau**

### **Objectifs**

Cet enseignement a pour objectif d'illustrer les principales techniques et les principaux concepts associés aux biotechnologies végétales employées dans des secteurs variés allant de la pharmacie (production de molécules/protéines d'intérêt), agronomie (acquisition accélérée

de nouveaux caractères, amélioration des espèces) jusqu'au développement durable (phytoremédiation des sols/eaux, productions à impact environnemental limité). Cet EP abordera les diverses approches de transgénèse (agrobacterium, protoplastes...), d'intégration contrôlée de l'ADN transformant dans les génomes (TALENs, CRISPR/Cas9) mais aussi de sélection des individus transformés et du contrôle de l'expression des transgènes. Les notions de gènes rapporteurs, surexpression transitoire et d'utilisation de vecteurs viraux seront également abordées dans un contexte spécifique aux végétaux. Une part importante de ces enseignements se concentrera sur la valorisation des plantes à travers la présentation de nouvelles méthodes de culture comme les fermes verticales, ou bien leur utilisation en phytoremédiation pour la dépollution organique et inorganique des sols et de l'eau ou pour la production de protéines selon le principe du « molecular pharming ».

### **Contenu:**

**Cours :** approches de transgénèse directes et indirectes – transformation stable et transitoire – utilisation des gènes marqueurs et des gènes rapporteurs – plateforme de production végétales (de la cellule à la plante entière) – optimisation de la production – CRISPR/Cas9 - mécanismes physiologiques permettant la remédiation des composés organiques et inorganiques et procédés biotechnologiques.

**TD :** GM – préparation TP – révisions examens

**TP :** Silencing de gènes par la technique du virus-induced gene silencing (VIGS) et modifications métaboliques engendrées - Production en masse de molécules/protéines d'intérêt par transformation transitoire de *Nicotiana benthamiana*

## **Module de compétences transversales 4**

### **M6.4 constitué de 3 EP**

**EP1 Anglais (18 h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

**B Barreira**

### **Objectifs :**

L'objectif pédagogique est de rendre l'étudiant toujours plus autonome dans sa maîtrise de l'anglais.

Il est donc donné à chaque étudiant les moyens de consolider et développer ses capacités dans les 5 compétences langagières telles qu'elles sont décrites dans le Cadre



européen Commun de Référence des Langues (CECRL) : compréhension écrite, compréhension orale, expression écrite, expression orale en continu, expression orale en interaction.

### **Contenu :**

**TD :** L'alternance séances de Travaux Dirigés / séances CRL favorise l'encadrement et l'individualisation des apprentissages.

Les enseignements sont également conçus de façon à fournir les outils nécessaires à la validation de certifications nationales (CLES 2) et internationales (TOEIC par exemple), à l'insertion professionnelle et à la mobilité internationale.

## **EP2 Statistiques appliquées à la biologie (5h CM, 5h TD, 8h TP, Coeff 2, 2 ECTS)**

### **C Suppo**

### **Objectifs :**

A partir de données récoltées, par exemple lors de stages, d'expériences en TP ou de sortie de terrain, les étudiants devront savoir quel test statistique appliquer en fonction du type de données obtenues (quantitatives, qualitatives, ...) et comment l'utiliser pour pouvoir valider ou non leurs hypothèses et répondre à une question posée.

### **Contenu:**

**Cours :** Tests non paramétriques de comparaison de deux échantillons appariés – de comparaison de plus de deux échantillons indépendants et appariés – de comparaison d'échantillons avec des données qualitatives : tests des Signes, Wilcoxon, Kruskal-Wallis, Friedman, Mac Nemar, Cochran.

**TD :** Applications de ces tests non paramétriques à des jeux de données.

**TP :** Utilisation du logiciel R pour ces tests non paramétriques.

## **EP3 CERCIP (18h TD, Coeff 2, 2 ECTS)**

A choisir parmi ceux proposés par l'Université