

GUIDE PRATIQUE DE LA FORMATION AU NIVEAU DU MASTÈRE DE RECHERCHE EN BIOLOGIE & BIOTECHNOLOGIE

« Recommandations & critères de recevabilité des dossiers de Mastères de Recherche en Biologie & Biotechnologie »

Ce document a été préparé par la commission nationale sectorielle des Sciences Biologiques afin de mieux organiser et harmoniser à l'échelle nationale la formation au niveau du Mastère de Recherche en Biologie et en Biotechnologie. Le document a été élaboré suite à une réflexion approfondie sur l'état de lieu de la formation de troisième cycle qui a connu ces dernières années une nette massification et une inflation du nombre d'étudiants formés dans ce domaine. Ce projet de révision vise essentiellement la consolidation à la fois des récentes recommandations du projet national de la réforme de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifiques (Circulaire ministérielle du 27 Avril 2018) et des textes juridiques en vigueur qui régissent le cadre général des études supérieures du diplôme national du Mastère dans le cadre du système LMD (Décret 1227 du 01 Aout 2012). Il est destiné à tous les établissements universitaires et toutes les universités de la Tunisie concernés par ce genre de formation.

1. La commission du Mastère regroupant les enseignants de l'établissement ou d'autres établissements qui participent à la formation (*Articles 31 et 32 du décret 1227 du 01 Aout 2012*) étant la seule structure pédagogique qui veille sur le bon déroulement de la formation, la sélection des étudiants, l'affectation des sujets de stages et le suivi des diplômés.
2. A l'instar de la formation au niveau de la Licence, 02 Mentions ont été établies pour la formation au niveau du Mastère Recherche : **Biologie Moléculaire, Cellulaire & Biotechnologie (BMC-Biotech)** et **Biologie des Organismes, des Populations & Environnement (BOPE)**. Les parcours sont proposés par les établissements. Le programme au niveau du Semestre 1 (M1-S1) est commun dans chaque mention, il est préparé par la commission nationale sectorielle (Voir Cursus & Programmes ci-joints).
3. **La Sélection** des candidats se fait sur dossiers par calcul d'un score selon une grille préétablie au préalable par la commission du Mastère et affichée aux candidats intéressés par la formation. La grille proposée prend en considération les relevés des notes, les crédits acquis, les mentions obtenues (*Bonus*), les redoublements (*Malus*) du candidat et tout autre genre d'évaluation que la commission du Mastère juge utile (entretien avec les candidats,...).

4. Le nombre d'inscrits maximum est de **15 étudiants par parcours** avec un maximum de **3 parcours par Mention de Mastère**.
5. Un minimum **d'une structure de recherche** (Laboratoire ou Unité) dans la spécialité ou multidisciplinaire par institution demandeuse.
6. Un minimum de **8 enseignants Professeurs et/ou Maîtres de conférences dans la spécialité** dont **4 statutaires** est exigé sauf dans les établissements où ce nombre est faible. Dans ce cas, une étude au cas par cas des demandes avec la nécessité toutefois d'avoir au moins un (1) Professeur ou un (1) Maître de conférences qui participe activement à la formation. Il sera tenu en compte en plus de l'originalité du projet demandé, de sa qualité scientifique, de son adéquation avec la nature du tissu socio-économique de la région et de la garantie de conventions avec d'autres institutions nationales et internationales particulièrement pour les possibilités d'encadrement et l'avenir des étudiants ayant obtenu leur Mastère.
7. La présentation obligatoire des prérequis (Licences disponibles) dans chaque dossier pour pouvoir suivre la logique de la demande. Pour cela, il faut que le dossier mentionne les parcours des licences d'où sont sélectionnés les étudiants en précisant ce qui a été dispensé comme unités optionnelles de mention en L2 et unités optionnelles de parcours en L3 spécifiques aux établissements.
8. Accorder la plus grande importance à la **répartition géographique à l'échelle nationale** de la nature de la Mention au niveau du Mastère. Eviter la redondance de la formation au niveau de la Mention et du Parcours au sein de la même Ecole doctorale et au sein de la même Université (l'Université doit vérifier les mentions et les parcours proposés en son sein avant leur transfert au Ministère).

Cursus & Programmes du Tronc Commun M1-S1

Mastère de Recherche : Biologie & Biotechnologie

Domaine :

Sciences & Technologies

Mention :

**Biologie Moléculaire, Cellulaire & Biotechnologie
(BMC-Biotech)**

Mastère Recherche Mention :								
Biologie Moléculaire, Cellulaire & Biotechnologie (BMC-Biotech).								
M1-S1 : Tronc Commun.								
N	Unités d'Enseignement	ECUE	Horaire/semaine			Crédits	Coeff.	Évaluation
			Cours	TD	TP			
1	UT : Unité Transversale	Anglais scientifique		1h30		2	2	CC
		Bio-informatique & Modélisation Moléculaire		1h30		2	2	CC
		Biostatistique	1h30	0h30	0h30	2	2	CC
2	UF1 : Biologie Moléculaire & Génomique	Régulation de l'expression des gènes	1h30	0h30	0h30	3	3	RM
		Génomique structurale & fonctionnelle	1h30	0h30	0h30	3	3	RM
3	UF2 : Biologie cellulaire, Microbe & Immunité	Communication et transduction des signaux	1h30	0h30	0h45	2	2	RM
		Interactions hôte / Microorganismes	1h30		0h45	2	2	RM
		Immunologie Moléculaire & Cellulaire	1h30		0h45	2	2	RM
4	UF3 : Biotechnologies	Biotechnologie & Applications	1h30	0h45		3	3	RM
		Génie enzymatique et bioconversion	1h30		0h45	3	3	RM
5	UO : Unité Optionnelle	Au choix de l'établissement				3	3	RM
		Au choix de l'établissement				3	3	RM

UT : Unité d'enseignement Transversale

ECUE 1 : Anglais scientifique

1h30 Enseignements dirigés

Objectifs

- Enable the students to communicate in written contexts fluently and adequately.
- Build the students self-confidence in order to defend their projects and look for research fundings.
- Enable students to find solutions to their communication problem and test them before facing the real work place.

Programme (21h)

Chapitre 1. Getting started in research

1. Talking about the student's career path
2. Summarizing a research proposal
3. Organizing and adding details to a resume or a CV
4. Preparing and practicing the presentation of a proposal/ Answering interview questions

Chapitre 2. The Scientific community

1. Recognizing different styles of writing
2. Asking for help using an online forum
3. Reading and note-taking for a critical review
4. Completing and MTA (Material Transfer Agreement)

Chapitre 3. Designing and Describing an experiment

1. Describing an experimental procedure
2. Revising a paper
3. Describing expectations and outcomes of an experiment
4. Describing and reporting problems in an experiment

Chapitre 4. Presenting a research at a conference

1. Helping an audience understand the organization of a presentation
2. Socializing at a conference
3. Organizing a poster
4. Summarizing the content of a poster

Chapitre 5. Supporting students to land projects

1. Supply the students with information on how to set up proper career-search documentation
2. Having hands on real formats of international applications.

ECUE 2 : Bio-informatique & modélisation moléculaire

1h30 Enseignements dirigés

Objectifs

- Avoir les capacités de fouiller spécifiquement et efficacement les bases de données des séquences nucléotidiques et protéiques.
- Etudier l'homologie et les liens évolutifs entre les séquences.
- Etudier les interactions protéine-protéine par bio-informatique structurale.
- Connaître les structures des fichiers FASTA, GenBank, FASTQ, PDB, SAM/BAM, Uniprot, newick.
- Adapter l'utilisation des outils bioinformatiques aux problématiques rencontrés.

Programme (21h)

Chapitre 1. Structure des données de séquences et base de données

1. Historique de la bioinformatique
2. Le modèle des données NCBI
 - 2.1. Les bases de données nucléotidiques
 - 2.2. Les métadonnées
3. Le modèle des données Uniprot
4. Les bases de données spécialisées
 - 4.1. La base des données des ARNr: SILVA
 - 4.2. La base de données FungiDB
 - 4.3. La base de données EnsemblProtists
 - 4.4. La base de données EnsemblBacteria
 - 4.4. La base de données ViralZone (Viral reference sequences) et Viral Genomes (NCBI)

Chapitre 2. Etude de l'homologie des séquences et méthodes d'alignement

1. Alignement d'une paire de séquence
 - 1.1. Alignement DotPlot
 - 1.2. Alignement par les algorithmes de programmation dynamique
 - 1.2.1. Alignement global
 - 1.2.2. Alignement local
 - 1.2.3. Les matrices de score
2. Alignement multiple des séquences
 - 2.1. Les méthodes exhaustives
 - 2.2. Les méthodes heuristiques
 - 2.2.1. Les méthodes progressives
 - 2.2.2. Les méthodes itératives
3. Les méthodes de recherche d'homologie
 - 3.1. L'algorithme BLAST
 - 3.1.1. Recherche d'homologie avec les séquences des protéines
 - 3.1.2. Recherche d'homologie avec les séquences nucléotidiques
 - 3.1.3. Les modèles statistiques pour la détection de l'homologie entre les séquences
 - 3.2. Méthodes avancées pour la recherche d'homologie des séquences

Chapitre 3. Phylogénies moléculaires

1. Hypothèse de l'horloge moléculaire
2. Théorie neutraliste de l'évolution

3. Anatomie d'un arbre phylogénique
4. Etapes de construction de l'arbre phylogénique
 - 4.1. Choix du marqueur moléculaire
 - 4.2. Alignement multiple des séquences
 - 4.3. Le choix d'un modèle d'évolution et les considérations spécifiques pour les marqueurs moléculaires bactériens et viraux.
 - 4.4. Les méthodes de construction d'un arbre phylogénique
 - 4.4.1. Les méthodes basées sur les distances de caractères
 - 4.4.2. Les méthodes basées sur les états de caractères
 - 4.4.3. Les méthodes probabilistes
 - 4.5. Evaluation de la robustesse des arbres phylogéniques

Chapitre 4. Bioinformatique des méthodes de séquençage à haut débit

1. Les méthodes de séquençage : Première, deuxième et troisième génération
2. La spécificité des données NGS
3. Notion de « pipeline » et le contrôle des flux d'informations dans les analyses NGS
4. Exemple d'un pipeline basique
5. Les analyses down stream : nouvelles perspectives pour l'étude du vivant

Chapitre 5. Les complexes protéine-protéine

1. Rappel sur la biophysique des interactions élémentaires.
2. Le repliement physiologique des protéines
3. Le problème de repliement des protéines.
4. Prédiction des structures des protéines par modélisation moléculaire
5. Anatomie des complexes protéine-protéine
6. Prédiction des complexes protéine-protéine par arrimage moléculaire

ECUE 3 : Biostatistique

1h30 Cours, 0h30 TD, 0h30 TP

Objectifs

Le but de cette unité d'enseignement est d'initier les apprenants aux méthodes basiques d'analyse statistique des données biologiques.

Programme du cours (21h)

Chapitre 1 : Statistiques descriptives

1. Représentation graphique des données
2. Les mesures de tendance centrale
3. Les mesures de variabilité
4. Rappels concernant les notations
5. L'effet de transformations linéaires sur les données

Chapitre 2 : Tests statistiques usuels

1. Données catégorielles et tests du khi-carré
 - 1.1. Le test khi-carré d'ajustement
 - 1.2. Extension du test khi-carré d'ajustement au cas de variables avec plus de deux catégories
 - 1.3. Le test khi-carré d'indépendance : les tables de contingence
 - 1.4. Les conditions d'application du test khi-carré
 - 1.5. Les mesures d'association
2. Tests d'hypothèse sur deux moyennes
 - 2.1. Tester les moyennes de deux échantillons indépendants
 - 2.2. Tester les moyennes de deux échantillons pairés
3. Comparaison de deux variances
 - 3.1. Comparaison de deux variances à partir de leur rapport
 - 3.2. Comparaison de deux variances à partir de leur différence

Chapitre 3 : L'analyse de variance à un critère de classification

1. Un exemple de plan expérimental pour ANOVA à un critère de classification
2. Pourquoi ne pas utiliser des tests t multiples ?
3. La logique de l'analyse de variance
4. Les conditions d'application
5. Calculs de l'analyse de variance
6. La représentation graphique des résultats d'une ANOVA 1
7. Taille de l'effet et tests de puissance
8. Que faire en cas de violation des conditions d'application
9. L'analyse de variance à un critère de classification de Kruskal-Wallis

Chapitre 4 : Corrélations et régressions

1. Distinction entre corrélation et régression
2. Le diagramme de dispersion
3. Corrélation paramétrique
4. Corrélations non paramétriques

TD (7h)

Séries d'exercices en rapport avec chacun des chapitres étudiés

TP (7h)

Initiation à quelques logiciels communs d'analyses de données

UF 1 : Unité d'enseignement Fondamentale Biologie moléculaire & génomique

ECUE 1 : Régulation de l'expression des gènes

1h30 Cours, 0h30 TD, 0h30 TP

Objectifs

Abolir le dogme de Crick qui considérait la linéarité de l'expression des gènes : un gène donne un seul ARNm et celui-ci donne une seule protéine et montrer la complexité de l'expression des gènes par l'influence de l'épigénétique sur cette expression pouvant donner de multiples ARN lesquels pouvant donner de multiples protéines selon leur environnement moléculaire et cellulaire, voire même externe à l'organisme vivant.

NB : Les étudiants doivent avoir une base en génétique formelle et en génétique moléculaire pour suivre cet enseignement sinon, ils ne comprendront rien par manque d'informations.

Programme du cours (21h)

Chapitre 1. Régulation de l'expression des gènes chez les Procaryotes

1. Opéron lactose (mise en évidence et détails des mutations et gènes impliqués)
2. Opéron arabinose
3. Opéron tryptophane

Chapitre 2. Régulation de l'expression des gènes chez les virus

1. Virus des procaryotes
 - 1.1. Phage T4 : cascade de l'expression des gènes dans les trois phases du cycle
 - 1.2. Phage lambda et régulations en cascade
2. Virus des eucaryotes
 - 2.1. Virus SV40 : phase précoce pour la synthèse de l'antigène T nécessaire à la phase tardive

Chapitre 3. Régulation de l'expression des gènes chez les Eucaryotes

1. Régulation au niveau de la chromatine (accessibilité de l'ADN)
 - 1.1. Hétérochromatine/euchromatine
 - 1.2. Remodelage de la chromatine (complexe swi-snf)
 - 1.3. Modifications des histones
2. Régulation au niveau de la transcription
Régulation cis-trans, promoteurs, enhancers, silencers et facteurs de transcription
3. Régulation au niveau post-transcriptionnel
 - 3.1. Epissage alternatif de l'ARNm
 - 3.2. Editing (exemple: apolipoprotéine b)
 - 3.3. Modification de la stabilité de l'ARNm
 - 3.4. Stabilisation de l'ARNm
 - 3.5. Dégradation des ARNm par les petits ARN (siRNA et miRNA) et mécanisme de l'inhibition traductionnelle
4. Régulation au niveau traductionnel
5. Régulation au niveau post-traductionnel : Phosphorylation et ubiquitination

Programme des TD (7 h) & des TP (7h)

1. Exemple de régulation de l'expression des gènes chez les Procaryotes
- 2- Exemple de régulation de l'expression des gènes chez les virus
- 3- Exemple de régulation de l'expression des gènes chez les Eucaryotes

ECUE 2 : Génomique structurale & fonctionnelle

1h30 cours, 0h30 TD, 0h30 TP

Objectifs

Maîtrise de la structure et dynamique de l'information génétique des génomes procaryotes et eucaryotes animaux et végétaux

Programme du cours (21h)

I Génomique Structurale

1. Stabilité et variabilité de l'information génétique
2. Principaux types de gènes
 - les gènes codant pour des protéines
 - les gènes codant pour des ARN (ARNr et ARNt)
 - les pseudogènes
3. Mutations ponctuelles et effet sur la structure des protéines
- 4- Révertants, Suppresseurs et Transposons
- 5- Systèmes de réparation de l'ADN et instabilité génétique
- 6- L'assemblage de cartes physiques et génétique des génomes
- 7- Les nouvelles approches d'étude de la variation génétique
- 8- La métagénomique

II Génomique Fonctionnelle

La génomique fonctionnelle inclut des approches qui permettent de vérifier les propriétés biochimiques et les rôles cellulaires du produit de chaque gène :

- 1- Les différents types de mutagenèse
- 2- la recombinaison homologe et remplacement d'une copie du gène sauvage par un variant.
- 3- Etude de l'expression d'un gène sous le contrôle des éléments régulateurs d'un autre gène.
- 4- La méthode de double hybride
- 5- Utilisation de la méthode d'ARN interférent ("RNAi") pour la validation de la fonction d'un gène donné.

Programme des TD (7h) & des TP (7h)

- 1- Eléments transposables
- 2- Les marqueurs génétiques
- 3- Les différents types de mutagenèse

UF 2 : Unité d'enseignement Fondamentale Biologie cellulaire, microbe & immunité

ECUE 1 : Communication & transduction des signaux

1h30 Cours, 0h30 TD, 0h30 TP

Objectifs

Le système de la réponse cellulaire biologique suppose des voies de communications intercellulaires et intracellulaires. Les messagers chimiques assurent souvent la médiation de ces systèmes de contrôle. Cet enseignement aborde ainsi les mécanismes fondamentaux, à la fois théoriques et pratiques, en communication cellulaire, transduction des signaux et dynamique moléculaire. Dans ce cours une description des modes d'actions de ces messagers avec leurs cellules cibles, de leurs interactions qui déclenchent des cascades de réactions chimiques aboutissant à la réponse cellulaire.

Dans ce cours l'objectif est de clarifier entre communication intercellulaire de surface et intracellulaire.- Relation ligand-récepteurs; les différentes classes de récepteurs et de donner des exemples bien choisis pour comprendre le fonctionnement des systèmes hormonaux hydrosolubles et liposolubles normaux et en cas de troubles et les éventuelles voies de thérapies par des exemples de choix de l'enseignant qui pourra impliquer un exemple émané de ses propres recherches.

Programme du cours (21h)

Les voies de la communication et de la transduction du signal

Chapitre 1. Signalisation et fonctionnement cellulaire

1. Signalisations cytoplasmiques des messagers hydrosolubles pour la régulation de métabolismes, activation enzymatiques existantes et réponses cellulaires :
Hormones Hydrosolubles, Catécholamines et neurotransmetteurs, Cytokines, photons lumineux, gaz, Autres signaux...
2. Signalisations et récepteurs nucléaires par régulation de l'expression des gènes et synthèses de nouvelles enzymes et réponses cellulaires :
Hormones stéroïdiennes, hormones thyroïdiennes, vitamine D, activateurs de proliférateurs de péroxisomes.

Chapitre 2. Modalités de la communication cellulaire : par un signal chimique

1. Membranaire (HH + C) / protéine G
2. intracellulaire (HL+HT) – Différentes classes de récepteurs, récepteurs enzymes ; tyrosine kinase : ex cas du récepteur à insuline...

Chapitre 3. Voies de signalisation de l'ancrage cellulaire

Les récepteurs protéiques de la matrice extracellulaire (les intégrines), les molécules de la matrice extracellulaire et les molécules de liaisons intracellulaires

Chapitre 4. Trafic intracellulaire et adressage des protéines

- 1- Les différents modes de transport intracellulaire (par portillon, transmembranaire, vésiculaire)

- 2- Mécanismes moléculaires du transport intracellulaire
- 3- Les protéines cytosolique (synthèse, adressage, dégradation)

Chapitre 5. Troubles de la signalisation et communications cellulaires

1. Cas des troubles des récepteurs - enzymes : Troubles de la signalisation et cancers ; Troubles de la signalisation et diabète (ex. cas du diabète type 2).
2. Cas des troubles des RCPG : Mutations : des sous unités α ; Activantes ou entraînant une perte d'activité

Chapitre 6. Voies thérapeutiques

1. Actions sur les récepteurs
2. Actions sur les effecteurs des voies de transductions.

Chapitre 7. Adaptation de la cellule cible et régulation

Amplification du signal ; Interaction des voies de signalisation ; Désensibilisation par régulation de la teneur en ligand ou par modulation de l'activité du récepteur.

Programme des TD-TP

1. Culture cellulaire primaire selon les moyens de l'institution : cellule adipeuse ; cellule nerveuse ; cellules sanguine ...
2. Réponses cellulaires à la prolifération avec action d'un agent mitogène (insuline, adrénaline)
3. Test MTT : de prolifération (Insuline), d'apoptose (H₂O₂) ; viabilité (test de bleu de Trypan)
4. Méthode de mesure de second messenger (ID) et dosage du calcium intracellulaire (IP, exemple)
5. Articles scientifiques récents à analyser et commenter selon les thématiques abordées.
Exemple : Outils et Méthodes d'étude de la communication cellulaire : Interaction des récepteurs, dynamique et trafic du complexe récepteur-ligand, Principe de la technique du FRAP (*fluorescence recovery after photobleaching*) Principe de la technique du FRET (*fluorescence resonance energy transfer*), Principe de la technique de FLIP (*fluorescence loss in photobleaching*)

ECUE 2 : Interactions hôte / Microorganisme

1h30 Cours, 0h45 TP

Objectifs

- Acquisition des notions de bases concernant les interactions entre les microorganismes (bactéries, virus et parasites) et les animaux: symbiose, commensalisme, pathogénicité. Approfondissement des connaissances sur les mécanismes d'interaction entre le pathogène et l'hôte et de l'échappement aux défenses de l'hôte. Appréhension des réactions de défense. Notion d'infection bactérienne et virale et infestation parasitaire.
- Mise en évidence du phénomène de la colonisation microbienne suite à la caractérisation moléculaire et immunologique.
- Analyse du risque microbien et moyen de lutte.

Programme du cours (21h)

I- Différents types d'interactions hôte-Microorganisme

- . Commensalisme
- . Parasitisme
- . Mutualisme

II- Evolution de l'infection par les pathogènes (Virus, bactérie, champignon et parasite)

1- Interaction virus-cellule

- a. Evolution de l'infection et pathogénèse
- b. Réaction de la cellule et de l'organisme

* Exemples d'infections virales : Virus à transmission entérique, virus à transmission respiratoire, virus à transmission sanguine....

* Infections virales émergentes et ré-émergentes...

2- Interaction bactérie-Hôte

- a. Mécanisme de la pathogénèse
- b. Réaction immunitaire
- c. Résistance

* Exemples d'infections bactériennes

3- Interaction Champignon-hôte et Parasite-hôte

- a. Mécanismes de pathogénicité chez les parasites
- b. Mécanismes de défense de l'hôte
- c. Mécanismes d'échappement parasitaire

* Exemples d'infections parasitaires : Leishmaniose, Paludisme...

Programme des TP (10h30)

- I- Etude d'un exemple d'interaction entre virus et cellule hôte
- II- Etude d'un exemple d'interaction entre bactérie et cellule hôte
- III- Etude d'un exemple d'interaction entre parasite et cellule hôte

ECUE 3 : Immunologie moléculaire & cellulaire

1h30 Cours, 0h45 TP

Objectifs

A la fin de ce programme les étudiants seront capables de répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les principales étapes des réponses immunes innées et adaptatives ?
- Quelles sont les différents types de cytokines et leur contribution à la coopération cellulaire et à l'immunorégulation?
- Quels sont les effecteurs et les régulateurs impliqués dans les réponses immunes et la tolérance ?
- Quels sont les principales réponses immunes anti-infectieuses et anti-tumorales ?

Programme du cours (21h)

Chapitre I : Rappels sur les réponses immunes

1. Réponses innées: cellules présentatrices des antigènes (CPA), Toll-Like-Receptors et inflammation.
2. Réponses adaptatives : genèse de la diversité des répertoires lymphocytaires B et T et médiateurs des réponses immunes

Chapitre 2 : Dynamique des réponses immunes

1. La coopération cellulaire entre l'immunité innée et l'immunité adaptative et les voies d'activation lymphocytaire
2. La fonction helper des lymphocytes T et le déclenchement des réponses immunes adaptatives
3. Orientation des réponses immunes et leur régulation

Chapitre 3 : Cellules et molécules effectrices de l'immunité

1. Cellules cytotoxiques T et NK (activation, médiateurs et rôle dans l'immunité anti-infectieuse et anti-tumorale)
2. Cellules NKT et Innate lymphoid cells (ILCs)
3. Mécanismes effecteurs anticorps-dépendants (complément lytique, cytotoxicité ADCC)
4. Cellules Th17 : cytokines impliquées dans la voie th17, rôle dans les modèles de maladies bactériennes et fongiques

Chapitre 4 : Régulation des réponses immunes et mécanismes de tolérance

1. Ontogénie et fonction des populations régulatrices
2. Tolérance et rupture de la tolérance : mécanismes centraux et périphériques, muqueuse et tolérance orale, maladies auto-immunes
3. Cytokines immunosuppressives et immunothérapie

Chapitre 5 : Réponses anti-infectieuses et anti-tumorales

1. Réponses immunes anti-virales
2. Réponses anti-parasitaires et anti-fongiques
3. Réponses anti-bactériennes
4. Immunité anti-tumorale

Programme des TP (10h30)

- * Techniques d'immunofluorescence et de cytométrie de flux.
- * Techniques immunoenzymatiques
- * Techniques d'immunoblotting...

UF 3 : Unité d'enseignement Fondamentale Biotechnologies

ECUE 1 : Biotechnologies & applications

1h30 Cours, 0h45 TD

Objectifs

Principes liés à la culture de cellules, à la modification des cellules et à la régénération des organismes dans les domaines animal, végétal et microbien.

NB: Les étudiants doivent avoir une base en microbiologie, en biologie et physiologie végétale et biologie et physiologie animale.

Programme du cours (21h)

I- Biotechnologie microbienne

- 1- Sélection des souches
- 2- Cinétique microbienne
- 3- Production des biomolécules à partir des microorganismes

II- Biotechnologie végétale

- 1- Multiplication végétative et la culture *in vitro*
(Totipotence, culture *in vitro*, culture de protoplastes, haploïdes doublés régulation de la croissance et du développement cellulaires).
- 2- Production des biomolécules à partir des plantes

III- Biotechnologie animale

- 1- Notions de mise en culture et de manipulation des cellules souches animales
(Cellules souches, production et manipulation des embryons *in vitro*, cryobanques)
- 2- Production de vaccins et de protéines recombinantes

Programme des TD (10h30)

- 1- Analyse d'articles et de revues scientifiques portant sur les différentes d'applications de la biotechnologie (rouge, verte, bleue, jaune et blanche).
- 2- Présentation de mini projets de valorisation d'idées innovantes...

ECUE 2 : Génie enzymatique & Bioconversion

1h30 cours, 0h45 TP

Objectifs

Approfondir les connaissances des étudiants sur l'utilisation potentielle des enzymes libres et immobilisés dans divers secteurs industriels (cosmétiques, pharmaceutiques, agroalimentaires, pétrochimiques...).

Programme du cours (21h)

Chapitre 1 : Les réacteurs enzymatiques

1. Introduction
- 1.2. Les réacteurs à support particulaire
 - 1.2.1. Les réacteurs agités
 - 1.2.2. Les réacteurs à lit fixe
 - 1.2.3. Les réacteurs à lit fluidisé
- 1.3. Les réacteurs à membrane
 - 1.3.1. Les bioréacteurs à membrane d'ultrafiltration
 - 1.3.2. Les bioréacteurs à fibres creuses

Chapitre 2 : les applications pharmaceutiques des biocatalyseurs

- 2.1. Production d'antibiotiques
 - 2.1.1. Production d'acide-6-aminopénicillanique
 - 2.1.2. Modification des céphalosporines
 - 2.1.3. Synthèse de gramicidine
- 2.2. Production des stéroïdes
 - 2.2.1. Introduction
 - 2.2.2. Hydroxylation des stéroïdes
 - 2.2.3. Déshydrogénation en position 1,2
 - 2.2.4. Clivage de la chaine latérale

Chapitre 3 : les applications en chimie fine

- 3.1. Production des acides aminés
 - 3.1.1. L-aminoacides
 - 3.1.2. L-lysine
 - 3.1.3. Acide aspartique
- 3.2. Production d'acide aspartique
 - 3.2.1. Production d'acide malique
 - 3.2.2. Production d'acide gluconique

Chapitre 4 : les applications analytiques, les biocapteurs

- 4.1. Introduction
- 4.2. Principe
- 4.3. Les méthodes d'immobilisation des éléments biologiques
- 4.4. Les électrodes à enzyme
- 4.5. Les électrodes microbiennes

- 4.6. Les capteurs immunologiques
- 4.7. Les systèmes commercialisés

Chapitre 5 : les applications biotechnologiques des enzymes industriels

- 5.1. Les applications biotechnologiques des lipases
- 5.2. Les applications biotechnologiques des amylases
- 5.3. Les applications biotechnologiques des protéases
- 5.4. Les applications biotechnologiques des cellulases et hémicellulases
- 5.5. Les applications biotechnologiques des pectinases

Programme des TP (10h30)

- * Etude comparative de l'activité enzymatique en utilisant différentes méthodes d'immobilisation.
- * Détermination du nombre de cycles de réutilisation des enzymes immobilisés.

Cursus & Programmes du Tronc Commun M1-S1

Mastère de Recherche : Biologie & Biotechnologie

Domaine :

Sciences & Technologies

Mention :

**Biologie des Organismes, des Populations &
Environnement (BOPE)**

Mastère Recherche Mention :								
Biologie des Organismes, des Populations & Environnement (BOPE).								
M1-S1 : Tronc Commun.								
N	Unités d'Enseignement	ECUE	Horaire/semaine			Crédits	Coeff.	Évaluation
			Cours	TD	TP			
1	UT : Unité Transversale	Anglais scientifique		1h30		3	3	CC
		Biostatistique	1h30	0h30	0h30	3	3	CC
2	UF1 : Ecologie	Interactions biotiques	1h30	0h30	0h30	3	3	RM
		Ecologie fonctionnelle	1h30	0h30		3	3	RM
3	UF2 : Analyse de la biodiversité	Phylogénie & Biodiversité	1h30	1h00		3	3	RM
		Techniques moléculaires d'analyse de la biodiversité	1h00	0h30	1h00	3	3	RM
4	UF3 : Ecophysiologie	Ecophysiologie animale	1h30		1h00	3	3	RM
		Ecophysiologie végétale	1h30	0h30	0h30	3	3	RM
5	UO : Unité Optionnelle	Au choix de l'établissement				3	3	RM
		Au choix de l'établissement				3	3	RM

UT : Unité d'enseignement Transversale

ECUE 1 : Anglais scientifique

1h30 Enseignements dirigés

Objectifs

- Enable the students to communicate in written contexts fluently and adequately.
- Build the students self-confidence in order to defend their projects and look for research fundings.
- Enable students to find solutions to their communication problem and test them before facing the real work place.

Programme (21h)

Chapitre 1. Getting started in research

1. Talking about the student's career path
2. Summarizing a research proposal
3. Organizing and adding details to a resume or a CV
4. Preparing and practicing the presentation of a proposal/ Answering interview questions

Chapitre 2. The Scientific community

1. Recognizing different styles of writing
2. Asking for help using an online forum
3. Reading and note-taking for a critical review
4. Completing and MTA (Material Transfer Agreement)

Chapitre 3. Designing and Describing an experiment

1. Describing an experimental procedure
2. Revising a paper
3. Describing expectations and outcomes of an experiment
4. Describing and reporting problems in an experiment

Chapitre 4. Presenting a research at a conference

1. Helping an audience understand the organization of a presentation
2. Socializing at a conference
3. Organizing a poster
4. Summarizing the content of a poster

Chapitre 5. Supporting students to land projects

1. Supply the students with information on how to set up proper career-search documentation
2. Having hands on real formats of international applications

ECUE 2 : Biostatistique

1h30 Cours, 0h30 TD, 0h30 TP

Objectifs

Le but de cette unité d'enseignement est d'initier les apprenants aux méthodes basiques d'analyse statistique des données biologiques.

Programme du cours (21h)

Chapitre 1 : Statistiques descriptives

1. Représentation graphique des données
2. Les mesures de tendance centrale
3. Les mesures de variabilité
4. Rappels concernant les notations
5. L'effet de transformations linéaires sur les données

Chapitre 2 : Tests statistiques usuels

1. Données catégorielles et tests du khi-carré
 - 1.1. Le test khi-carré d'ajustement
 - 1.2. Extension du test khi-carré d'ajustement au cas de variables avec plus de deux catégories
 - 1.3. Le test khi-carré d'indépendance : les tables de contingence
 - 1.4. Les conditions d'application du test khi-carré
 - 1.5. Les mesures d'association
2. Tests d'hypothèse sur deux moyennes
 - 2.1. Tester les moyennes de deux échantillons indépendants
 - 2.2. Tester les moyennes de deux échantillons pariés
3. Comparaison de deux variances
 - 3.1. Comparaison de deux variances à partir de leur rapport
 - 3.2. Comparaison de deux variances à partir de leur différence

Chapitre 3 : L'analyse de variance à un critère de classification

1. Un exemple de plan expérimental pour ANOVA à un critère de classification
2. Pourquoi ne pas utiliser des tests t multiples ?
3. La logique de l'analyse de variance
4. Les conditions d'application
5. Calculs de l'analyse de variance
6. La représentation graphique des résultats d'une ANOVA 1
7. Taille de l'effet et tests de puissance
8. Que faire en cas de violation des conditions d'application
9. L'analyse de variance à un critère de classification de Kruskal-Wallis

Chapitre 4 : Corrélations et régressions

1. Distinction entre corrélation et régression
2. Le diagramme de dispersion
3. Corrélation paramétrique
4. Corrélations non paramétriques

TD (7h)

Séries d'exercices en rapport avec chacun des chapitres étudiés

TP (7h)

Initiation à quelques logiciels communs d'analyses de données

UF 1 : Unité d'enseignement Fondamentale Ecologie

ECUE 1 : Interactions biotiques

1h30 Cours, 0h30 TD, 0h30 TP

Objectifs

Cet ECUE vise à renforcer et approfondir les notions de « facteurs biotiques » déjà vues d'une façon succincte dans le cadre du cours d'Ecologie fondamentale en licence. Il va au delà de la simple description des différentes formes de coactions intra et interspécifiques, pour mettre en exergue et analyser leurs rôles dans la dynamique des populations et des communautés, le fonctionnement des écosystèmes et l'évolution des espèces. Ceci s'avère nécessaire pour comprendre pleinement les processus écologiques et évolutifs à la base du fonctionnement des communautés et des services écosystémiques qui en découlent.

Programme du cours (21h)

INTRODUCTION

1. Diversité des interactions biotiques (trophiques et non trophiques)
2. Concept de niche écologique
3. Notion de valeur sélective ou « Fitness »

I. INTERACTIONS BIOTIQUES AU SEIN DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES

I. Interaction Plante- Environnement

1. Plante-Sol
2. Plante-Climat
3. Plante-Animal

II. Interaction Plante- Plante

1. Facilitation vs. Compétition
2. Allélopathie:
3. Mutualisme
4. Co-évolution & anthropisation

II. INTERBIOTIQUES AU SEIN DES COMMUNAUTÉS ANIMALES

Introduction

1. Compétition

1. Modalités de la compétition
2. Effets de la compétition sur les niches écologiques
3. Modèle Lotka-Voltera
4. Compétition & croissance des populations

2. Prédation

- Stratégies des proies et réponses des prédateurs (coévolution)
- Cannibalisme
- Application dans la gestion des populations

3. Parasitisme

1. Diversité de microhabitats , des cycles & de la spécificité
2. Co-évolution hôte-parasite
3. Applications

4. Mutualisme

1. Diversité des interactions mutualistes
2. Modèles théoriques sur les effets du mutualisme sur la dynamique des populations
3. Mutualisme & co-évolution

Programme des TD (7h) & des TP (7h)

- Représentation et mesure de l'amplitude des niches trophique, spatiale et temporelle (2h)
- Mesure du degré de chevauchement des niches et intensité de la compétition interspécifique (2h)
- Analyse de cas d'étude sur les réponses fonctionnelles et numériques des prédateurs aux variations des effectifs des proies (2h)
- Etude quantitative de l'effet du transit par le tube digestif des animaux frugivores sur le taux de germination des graines (2h)
- Le rôle des associations symbiotiques entre légumineuses et les bactéries fixatrices de l'azote dans l'enrichissement des sols ; observation de rhizobiums au microscope (3h)
- Diversité des parasites chez un vertébré : Identification et calcul des descripteurs pour caractériser l'infestation (abondance, prévalence et intensité) (3h)
- Sortie écologique au sein d'une communauté végétale (Structure, interaction & composition floristique)

NB. : Des exemples seront pris au niveau du programme des interactions biotiques selon les spécificités de chaque Institution, et plus particulièrement au niveau des Interactions biotiques en milieu marin et en milieu terrestre.

ECUE 2 : Ecologie fonctionnelle

1h30 Cours, 0h30 TD

Objectifs

Cet ECUE vise à approfondir les connaissances des étudiants en écologie fonctionnelle des écosystèmes terrestres et marins, en complément des connaissances acquises dans le cadre de l'ECUE "Ecologie appliquée" en licence. Il serait question de mettre en relief les effets des êtres vivants sur leur environnement (terrestres et aquatiques) et leur rôle dans le fonctionnement de ces écosystèmes. En outre, ce cours permettra d'apporter les éléments de compréhension du fonctionnement biologique des écosystèmes, ainsi que les interactions entre tous les compartiments biotiques et abiotiques. Enfin le programme permettra également d'aborder aussi l'étude des réseaux trophiques et des groupes fonctionnels, caractérisant les flux de matières et d'énergie.

PROGRAMME DU COURS (21h)

I. Introduction

II. Notions de traits de vie :

Traits de vie (sensu lato) = descripteurs biologique, physiologique, phénologique ou morphologique.

III. Notion de traits fonctionnels

1. Traits d'effet
2. Traits de réponse

IV. Notion de groupes fonctionnels

Exemples de groupes fonctionnels :

- Groupes fonctionnels chez les plantes
- Groupes fonctionnels chez les animaux

V. Assemblage des communautés structurant les écosystèmes

VI. Filtres environnementaux et traits de Réponses des espèces

1. Facteurs abiotiques & fonctionnement des écosystèmes:
2. Qu'en est-il de la variabilité intra-spécifique?

VII. Fonctionnement des écosystèmes Biodiversité

1. Erosion de la biodiversité
2. Biodiversité dans le temps
3. Biodiversité dans l'espace
4. Points chauds de la biodiversité (Hot Spots)
5. Fonction des espèces au sein de l'écosystème

VIII. Fonctions des espèces dans les écosystèmes : groupes fonctionnels

1. Complémentarité: assemblage d'espèces issues de groupes fonctionnels différents
2. Redondance: assemblage d'espèces issues du même groupe fonctionnel.
- 3.Érosion de la biodiversité due aux activités humaines
4. Impact de l'érosion de la BD sur les services écosystémiques
5. Lien entre biodiversité et fonctionnement des écosystèmes : les hypothèses
6. organismes ingénieurs

PROGRAMME DES TD (14h)

-Les TD se dérouleront sous forme de sorties sur le terrain. La destination et le programme des sorties dépendront des spécificités de chaque institution. Ainsi, les sorties sur terrain se dérouleront soit en milieu marin ou en milieu terrestre.

NB. : Au sein du cours comme au sein des TP-TD, des exemples d'écosystèmes seront pris au niveau du programme selon les spécificités de chaque Institution, et plus particulièrement au niveau de l'écologie fonctionnelle en milieu marin, ou en milieu terrestre. .

UF 2 : Unité d'Enseignement Fondamentale Analyse de la biodiversité

ECUE1 : Phylogénie & biodiversité

1h30 Cours, 1h TD

Objectifs

Approfondir les concepts généraux nécessaires à la construction et l'analyse des relations de parenté entre les êtres vivants. Ce cours est ainsi divisé en 3 grands chapitres :

- un 1^{er} chapitre synthétisant les concepts de base de toute méthode taxonomique (caractère, taxon, catégorie taxonomique, arbre phylogénétique),
- 2 grands chapitres, le 2^{ème} et le 3^{ème} permettront d'analyser les 2 grandes approches phénétique et phylogénétique avec la précision du principe de base, du protocole de construction, des avantages et inconvénients de chacune d'elles.

Programme du cours (21h)

Introduction générale : Le vivant entre diversité et unicité

1. Place de la diversité biologique dans l'environnement
 2. Unicité des êtres vivants malgré leur diversité
 3. Différence entre Diversité Biologique et Biodiversité
- Conclusion : les intérêts de la classification biologique (taxonomie/systematique)

Chapitre 1. Avant la classification de la diversité : Les concepts clés

Introduction : naissance de la taxonomie et ses bases

1. Le caractère taxonomique

- 1.1. Qu'est-ce qu'un caractère? et différents types
- 1.2. Comment étudier les caractères?
 - 1.2.1. Approche quantitative : différences et similitudes (calcul des différences traduites en distances phénétiques)
 - 1.2.2. Approche qualitative : état et origine du caractère (analyse de la dérivation des caractères entre 2 états apomorphe/plésiomorphe)
- 1.3. Quels problèmes dans l'analyse des caractères? et essais de résolution
 - 1.3.1. Problème de la confusion des ressemblances
 - Concepts d'homologie, d'analogie et d'homoplasie (convergence et réversion)
 - Résolution par le Principe de connexion des caractères renseignant sur l'unité du plan d'organisation des taxons apparentés
 - 1.3.2. Problème de la confusion dans l'origine de la dérivation (sens de l'évolution)
 - Résolution par le principe de récapitulation ou ontogénétique renseignant sur l'origine commune du développement: Concept de l'évo-dévo.
 - 1.3.3. Problème de la vitesse de dérivation et notion d'horloge moléculaire
 - Résolution par des analyses multiples dont l'écologie, la géographie, la paléontologie, la génétique

2. Le taxon

- 2.1. Qu'est-ce qu'un taxon? Importance de la taille des taxons formant l'unité taxonomique
- 2.2. Qu'est-ce qu'une catégorie taxonomique? La Hiérarchie linnéenne (Embranchement, classe...) et son utilité

2.3. Qu'est-ce que le taxon « espèce »? Taxon de base de la classification

3. L'arbre phylogénétique

3.1. Qu'est-ce qu'un arbre? Un dendrogramme à nœuds, branches et feuilles

3.2. Les différents types d'arbres: phénogramme, cladogramme et phylogramme

3.3. Nomenclature en relation avec les différentes constructions

3.3.1. Significations des branches nœuds, feuilles... dans les différents arbres

3.3.2. Significations des taxons en phénétique et en phylogénie: unité taxonomique opérationnelle et unité taxonomique évolutive

3.3.3. Concepts à comprendre en phylogénie avec étude d'exemples

- Apomorphie, plésiomorphie, symplesiomorphie, autopomorphie, pseudoapomorphie, synapomorphie...
- Monophylie, paraphylie, polyphylie

Chapitre 2. Les approches phénétiques

1. **Historique: approches traditionnelles aboutissant à la phénétique numérique (moléculaire)**

2. **Principe de base: comparaison entre les phénotypes (ressemblance/différence)**

2.1. Réalisation et analyse d'une matrice de différences de caractères: distance phénétique

2.2. Construction d'un arbre de distance à partir de l'étude de la matrice: phénogramme
Méthodes UPGMA et NJ (principe de base)

2.3. Avantages: facilité de réalisation même manuelle (UPGMA), améliorée avec les données moléculaires

2.4. Inconvénients: confusion entre homologie et homoplasie

Conclusion: approche typologique ne rend pas compte des relations évolutives

Chapitre 3. Les approches évolutives

1. **Historique: de la généalogie darwinnienne à la phylogénie passant par la synthèse et la cladistique**

2. **Principe de base: recherche de la parenté entre les taxons par l'étude des états ancestral ou dérivé de chaque caractère**

2.1. Réalisation et analyse d'une matrice de dérivation ou polarisation des caractères par rapport à un extra-groupe, les homologies primaires

2.2. Construction des arbres possibles de dérivation: Cladogrammes et recherche du plus probable (distinction entre homologie secondaire et homoplasie)

• Méthode du maximum de parcimonie (protocole de base)

• Méthodes du maximum de vraisemblance et de l'inférence bayésienne (**à étudier en S2 et/ou S3 car beaucoup plus difficiles**)

2.3. Avantages: opérationnalisation de la parenté sans recherche d'ancêtre réel

2.4. Inconvénients: longueur des clades (branches) sans signification: ne tient pas compte de la paraphylie, dérivation moléculaire plus délicate à établir.

Conclusion: approches évolutives probabilistes pouvant aboutir à des contradictions

- Nécessité de validation par des explications écologiques, paléontologiques, développementales et géographiques. Concept éco-évo-dévo

Conclusion générale :

- Limites des explications génétiques: l'épigénétique et le concept d'héritabilité
- Plasticité du vivant et difficultés d'analyses phylogénétiques: rôle de l'écologie comportementale et de la génétique quantitative

Programme des TD (14h)

1 séance : étude de quelques exemples qui illustrent les homologies et les différents types d'homoplasie (particulièrement convergence et réversion)

2 séances : analyse des principes de reconnaissance des homologies

- Principe de l'identité de localisation ou de connexion des caractères
- Principe de la récapitulation ou ontogénétique
- Principe de l'évo-dévo et de la génétique du développement

3 séances : initiation à la construction d'arbres : quelques exercices

- Arbres phénétiques à partir de matrices de distances
- Arbres cladistiques à partir de matrices de polarisation de caractères
- Arbres phylogénétiques : principe de l'éco-évo-dévo: interprétation d'arbres différents pour les mêmes taxons et les mêmes données

ECUE 2 : Techniques moléculaires d'analyse de la biodiversité

1h Cours, 0h30 TD, 1h TP

Objectifs

Connaître et maîtriser certaines techniques de Biologie Moléculaire afin d'analyser l'un des niveaux de la biodiversité à savoir la diversité génétique. Les connaissances acquises seront nécessaires pour évaluer la diversité spécifique mais aussi étudier les conséquences génétiques des menaces anthropiques et évaluer les risques d'extinction.

Programmes (14h Cours, 7h TD, 14h TP)

Introduction : Importance de la diversité génétique

Chapitre 1. Diversité génétique intraspécifique et interspécifique

Chapitre 2. Les principaux marqueurs moléculaires : principe et modèle évolutif (TP)

1. Techniques d'étude de base des marqueurs moléculaires

- 1.1. Extraction d'ADN
- 1.2. Amplification de l'ADN
- 1.3. Séquençage de l'ADN

2. Principaux marqueurs moléculaires

- 2.1. PCR-RFLP
- 2.2. RAPD / ISSR / AFLP
- 2.3. Microsatellites
- 2.4. SNP

Chapitre 3. Analyses des données génétiques (Travaux dirigés)

1. Données de type présence/absence ou ressemblance/différence
2. Données de type fréquences alléliques
3. Alignement et Analyses des séquences

Chapitre 4. Applications des Marqueurs moléculaires (Travaux dirigés)

1. Le barcoding et le metabarcoding

2. Phylogénie moléculaire

- 2.1. Méthodes phénétiques: réalisation, analyse des matrices des distances et construction et analyse de phénogrammes: UPGMA et NJ
- 2.2. Méthodes cladistiques: réalisation et analyse des matrices de polarisation des caractères et construction et analyse des arbres par: Maximum de parcimonie, de vraisemblance et inférence bayésienne
- 2.3. Etude de la robustesse des arbres: Bootstrap

3. Utilisation des marqueurs moléculaires en génétique de la conservation

Conclusion générale: ouvertures

UF 3 : Unité d'Enseignement Fondamentale Ecophysiologie

ECUE 1 : Ecophysiologie animale

1h30 Cours, 1h TD

Objectifs

Comprendre comment les animaux s'adaptent à leurs environnements par les moyens physiologiques et comportementaux pour y survivre et comment leurs capacités physiologiques influencent leurs distributions dans l'espace et dans le temps.

Des pré-requis sont indispensables :

- En écologie générale avec l'évolution par sélection naturelle des écosystèmes, de la dispersion des individus, de la dynamique des populations et des relations entre les organismes ...
- En physiologie Animale pour connaître et comprendre les grandes activités physiologiques d'un organisme; le processus physiologiques avec le métabolisme et l'homéostasie, les mécanismes de contrôle biologique et neurophysiologie; les systèmes de l'organisme et leurs interactions : régulation nerveuse et endocrinienne, circulation, respiration, nutrition, thermorégulation, excrétion et osmorégulation, reproduction, en milieu intérieur et son équilibre
- En Zoologie avec les formes et les fonctions en fonction de l'évolution de la vie sur terre permettant aux organismes d'effectuer des fonctions communes à tous les êtres vivants/ acquisition de la matière et de l'énergie, le maintien de l'homéostasie, la sensation du milieu ambiant et la reproduction ...

Plan du cours (21h)

Chapitre 1. Bilan aqueux

1. Flux entrant et sortant d'eau
2. Taux de renouvellement hydrique
3. Perte d'eau par évaporations cutanée et pulmonaire
4. Eau métabolique
5. Méthodes de mesures
6. Allométrie et adaptations des animaux aux environnements extrêmes

Chapitre 2. Concentration urinaire et excrétion des déchets azotés

1. Adaptations aux milieux désertiques: Tube de Malpighi des insectes, rein des mammifères
2. Relation structure/Fonction et adaptation aux milieux

Chapitre 3. Bilan énergétique

1. Dépenses quotidienne d'énergie
2. Coût de la locomotion
3. Réserves lipidiques
4. Migration et adaptation au froid
5. Exemples en cas de perturbations de bilan énergétique et apparitions de troubles métaboliques

Chapitre 4. Consommation et distribution d'oxygène

Respiratoire, pulmonaire et cutanée

Chapitre 5. Thermorégulation

1. Régulation de la température corporelle
2. Hibernation, métabolisme, hypothermie et adaptations des homéothermes au froid, à la chaleur.

Chapitre 6. Sensibilité et systèmes sensitifs spécifiques

1. Exemple de la vision diurne et nocturne et adaptation aux milieux. Cas de rongeurs désertiques
2. D'autres exemples aux choix en fonction des activités des recherches dispensées dans les structures de recherches des institutions

Travaux dirigés (14h)

1. Rythmes biologiques : Rythme nyctéméral Animal nocturne – Animal diurne : horloge biologique
2. Flux entrant et flux sortant d'eau –taux de renouvellement hydrique – eau métabolique – Traçage de la courbe allométrique chez les mammifères : établir la fonction des valeurs d'une large gamme des poids corporels en fonction des valeurs du flux hydrique des mêmes mammifères, établir l'équation et analyser leurs répartitions par rapport à la courbe en fonction de leurs adaptation où non à la restriction hydrique.
3. Dépense énergétique chez le rat en fonction de la température externe (système de cloche renversée reliée à un tube en U et présence de chaux sodée ...) – prélèvement de la consommation d'oxygène et calcul de la DE en fonction des conditions froid/chaleur; activité/repos.
4. Pression osmotique, hémocrite, Mesures : animaux désertiques (ex : Meriones, gerbilles) par rapport aux rats du laboratoire.
5. Histologie chez les mêmes animaux (prélèvement rein, rétine ; autres tissus...) : fixation, coupe au microtome; montage et observations microscopiques; différence structure-fonction – animal adapté/ non adapté à la chaleur.

ECUE 2 : Ecophysiologie végétale

1h30 Cours, 1h TD

Objectifs

L'écophysiologie végétale est la science des interactions entre les organismes végétaux et leurs environnements. Elle a un aspect descriptif et fonctionnel des réponses des organismes végétaux aux conditions ambiantes et une analyse causale des mécanismes physiologiques et des facteurs écologiques correspondants, à tout niveau d'organisation. Il s'agit d'une discipline scientifique qui cherche à comprendre (réponses comportementales et physiologiques) dans un contexte environnemental, et notamment comment les populations végétales font face aux contraintes de leur milieu. L'objectif de ce cours serait donc donner à l'étudiant une formation relative à la réponse physiologique des végétaux aux facteurs de leur environnement. Cette réponse concerne donc la réponse des processus physiologiques : - Croissance – Photosynthèse – Conductance stomatique – Potentiel hydrique foliaire – Fluorescence de la chlorophylle et les facteurs environnementaux : - Température – Altitude – Lumière (ensoleillement) – Précipitations (humidité) – CO₂ – Nutriments.

Programme du cours (21h)

Chapitre 1 : Introduction :

Chapitre 2 : Effets des facteurs environnementaux sur les végétaux :

Effet de la Température : Stress thermique

Effet de la sécheresse : Stress hydrique

Effets de la salinité : Stress salin

Chapitre 2 : Relations hydriques chez les végétaux – Potentiel hydrique foliaire

Etat hydrique de la plante

Etat hydrique du sol

Relation état hydrique de la plante et état hydrique du sol

Chapitre 3 : Photosynthèse et Conductance Stomatique

Chapitre 4 : Régulation non-stomatique (métabolique)

Chapitre 5 : Ecophysiologie de la Germination

Programme des TD (14h)

-Mesures de l'eau du sol : Méthode gravimétrique, Méthode neutronique, Usage des biocapteurs

-Mesures du Potentiel hydrique de la plante : Méthode de la Chambre à pression

-Mesures “*in situ*” des échanges gazeux au niveau de la plante :

.Photosynthèse

.Conductance stomatique

-Relation entre le Potentiel hydrique et le potentiel osmotique & la germination des semences

NB. : Des exemples seront pris au niveau du programme selon les spécificités de chaque Institution, et plus particulièrement au niveau de l'écophysiologie la végétation en milieu marin, et de la végétation en milieu Aride et saharien.