RÉPUBLIQUE TUNISIENNE | MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Direction Générale de la Rénovation Universitaire

Commission sectorielle des Sciences Biologiques

Plans d'étude et syllabus

Parcours de la mention Biotechnologies

L'arborescence des parcours

Domaine des Sciences & Technologies

Mention Biotechnologies (BT)
البيوتكنولوجيا

- **Analyses Biologiques et Expérimentation (ABE)** — تحاليل وتجارب بيولوجية
- **Biotechnologies Animales (BTA)** — البيوتكنولوجيا الحيوانية
- **Biotechnologies Végétales (BTV)** — البيوتكنولوجيا النباتية
- **Biotechnologies Microbiennes (BTM)** — البيوتكنولوجيا الجرثومية
- **Biotechnologies en Industrie Pharmaceutique (Biotech-Pharma)** — البيوتكنولوجيا في الصناعة الصيدلية
- **Parcours Contrôle Qualité des Produits Agroalimentaires et Hygiène (CQPAH)** — مراقبة جودة الأغذية وحفظ الصحة

Année universitaire 2020-2021

Maquettes et Syllabus de la 1ère année (tronc commun aux différents parcours)

L1 « Tronc Commun » - SV, Biotech., SVE - Semestre 1

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code des UE Et de leurs éléments constitutifs ECUE		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielles			Nombre de Crédits		Coefficient		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : Maths/ Physique	UEF110	UEF111	Mathématiques appliqués	1h30	1h30		3	6	1,5	3		X
	Comp* : Données fondamentales nécessaires à la Biologie		UEF112	Physique appliquée	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
2	UE : Chimie	UEF120	UEF121	Chimie générale	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3		X
	Comp : Données fondamentales nécessaires à la Biologie		UEF122	Chimie organique	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
3	UE : Biologie cellulaire/Biochimie	UEF130	UEF131	Biologie cellulaire	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Comp : Transmission des gènes et stabilité de l'information génétique		UEF132	Biochimie structurale (Protéines & Acides nucléiques)	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
4	UE : Biologie Animale/ Biologie Végétale	UEF140	UEF141	Reproduction & Développement Animal	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Comp : Bases de l'évolution du vivant		UEF142	Morphologie & Anatomie des Angiospermes	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
5	**UE : au choix de l'établissement**	**UET110**	**UET111**	**Au choix de l'établissement**	1h30			3	6	1,5	3	X	
	Comp : Langue, digitales, entrepreneuriat, autres		**UET112**	**Au choix de l'établissement**	1h30			3		1,5		X	
TOTAL					**27h00**			**30**	**30**	**15**	**15**		

* Compétences acquises lors de l'enseignement des UEs.

L1 « Tronc Commun » - SV, Biotech., SVE - Semestre 2

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE et de l'ECUE		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielles			Nombre de Crédits		Coefficient		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : Biochimie structurale	UEF210	UEF211	Microbiologie générale	1h30		1h30	3	6	1,5	3		X
	Comp : Vision globale de l'unité structurale du vivant et des macromolécules		UEF212	Biochimie structurale (Glucides & Lipides)	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
2	UE : Biologie Animale/Biologie Végétale	UEF220	UEF221	Diversité phylogénétique des Parazoaires aux Protostomiens	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Comp : Phylogénie du vivant		UEF222	Reproduction des Angiospermes	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
3	UE : Génétique/Microbiologie	UEF230	UEF231	Génétique formelle	1h30	1h00	0h30	3	6	1,5	3		X
	Comp : transmission génétique et Diversité microbienne		UEF232	Stabilité et variabilité des génomes	1h30	1h00	0h30	3		1,5			X
4	UEO : Prépare au choix de la Mention : SV, SVE, Biotech.	UEO210	UEO211	**Au choix de l'établissement**				3	6	1,5	3		
	Comp : Prépare au choix de la mention en L2		UEO212	**Au choix de l'établissement**				3		1,5			
5	**UE : au choix de l'établissement**	**UET210**	**UET211**	**Au choix de l'établissement**	1h30			3	6	1,5	3	X	
	Comp : Langue, digitales, entrepreneuriat, autres		**UET212**	**Au choix de l'établissement**	1h30			3		1,5		X	
TOTAL					**27h00**			**30**	**30**	**15**	**15**		

Les UEO doivent préparer au choix de la mention Biotechnologies ; 4 ECUEO sont proposés par UEO
L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de S1-L1

UEF_{110} : Mathématiques - Physique

$ECUEF_{111}$: Mathématiques appliquées

Objectifs

Il s'agit de mettre en place une assise mathématique pour un futur biologiste ou biotechnologue, dans la mesure où il maîtrise certains outils techniques en mathématiques qui lui sont utiles pour sa formation et pour ses recherches.

Programme du cours

Chapitre 1 : Introduction et rappels

1. Les nombres et les ensembles
2. La trigonométrie – le cercle trigonométrique
3. La complétion d'un carré – Le binôme de Newton
4. Formule de Leibniz
5. Règle de l'Hospital

Chapitre 2 : Les Fonctions

1. Le logarithme - La fonction exponentielle - Les fonctions hyperboliques et leurs réciproques
2. Les fonctions circulaires (ou trigonométriques) et leurs réciproques

   Il faut représenter les courbes de toutes ces fonctions, étudier leurs variations, continuité, dérivabilité, la tangente en un point.

3. Développement limité : formule de Taylor, approximation d'une fonction par un polynôme, calcul de limite, position de la courbe par rapport à une tangente.

Chapitre 3 : Statistiques

1. Echantillon – Série statistique – Tableau statistique – Variance – Ecart-type
2. Estimateurs
3. Tests usuels - test d'hypothèse - test du chi2

Chapitre 4 : Probabilités

1. Espaces de probabilité
2. Lois usuelles
3. Indépendance
4. Variables aléatoires
5. Loi des Grands Nombres (LGN)
6. Théorème Limite Centrale (TLC)
7. LGN et TLC : permettent de comprendre comment fonctionnent les tests usuels (test du chi2, test d'indépendance)

ECUEF$_{112}$: Physique appliquée

Programme du cours

Chapitre 1 : Introduction à la physique

1. La physique : ses buts et ses outils
2. Mesure, loi, modèle, théorie
3. Interactions fondamentales

Chapitre 2 : Notions de base en Mécanique

1. Repérage, trajectoire, vitesse, accélération
2. Force -Travail
3. Energie cinétique - Énergie potentielle - Énergie (diverses formes, conservation de l'énergie)

Chapitre 3 : Notions de base en électricité

1. Charge électrique - Loi de Coulomb - Champ électrique
2. Le dipôle électrique et ses applications
3. Potentiel- Énergie potentielle
4. Courant électrique, intensité, tension, Lois d'Ohm-Champ magnétique
5. Force magnétique -Notions sur les propriétés magnétiques de la matière.

Chapitre 4 : Notions de base en optique et atomistique

1. Lumière : Modèle de l'optique géométrique, réflexion, réfraction, dispersion
2. Nature ondulatoire de la lumière, interférences, diffraction, réseaux - Photon, effet photoélectrique
3. Conception actuelle de l'atome -Nombres quantiques-Structure du noyau-radioactivité

UEF_{120} : Chimie

$ECUEF_{121}$: Chimie Générale

Programme du cours

Chapitre 1 : Atomistique et liaison chimique

1. Structure des atomes
2. Classification périodique des éléments
3. Liaison chimique
4. Théorie L.C.A.O.
5. Hybridation sp^3, sp^2, sp de l'atome de carbone

Chapitre 2 : Thermodynamique chimique

1. Système
2. Variable et fonction d'état
3. Transfert
4. Réactions réversibles ou irréversibles
5. Le premier principe : Transfert de travail et transfert de chaleur
6. Condition d'équilibre
7. Le deuxième principe : énoncé, expression et fonction thermodynamique
8. Loi d'action de masse, constante d'équilibre
9. Calcul du PH des solutions aqueuses
10. Etude expérimentale des vitesses de réaction : Réaction d'ordre 1et 2

Chapitre 3 : Cinétique chimique

1. Effet de la température sur la vitesse de réaction
2. Formule d'ARRHENIUS
3. Notion de catalyseur

Programme des TD &TP

1. **Méthodes de calcul**
2. **Préparation de solutions titrées**
   - Acide/base, permanganate de potassium, iode, nitrate d'argent
3. **Acidimétrie**
   - Dosage des sulfites, de l'acidité du vin ou des jus, de l'acidité de la matière grasse
4. **Manganimétrie**
   - Dosage direct de l'acide oxalique et dosage indirect des sucres réducteurs
5. **Iodométrie**
   - Degré colorimétrique de l'eau de Javel et Indice d'Iode de la matière grasse
6. **Argentimétrie**

$ECUEF_{122}$: Chimie Organique

Programme du cours

Chapitre 1 : Analyse élémentaire d'un composé organique

1. Formule brute
2. Formule composée

Chapitre 2 : Représentation spatiale d'un carbone saturé

1. Représentation de CRAM

2. Projection de FISHER et de NEWMAN

Chapitre 3 : Propriétés chimiques des Hydrocarbures
1. Alcanes
2. Alcènes
3. Alcynes

Chapitre 4 : Propriétés des alcools

Chapitre 5. Les amines

Chapitre 6. Les dérivés carbonylés
1. Aldéhydes
2. Cétones

Chapitre 7. Les acides et leurs dérivés

Programme des TP&TD

1. Extraction de produits organiques : Liquide/Liquide

2. Synthèse d'acide salicylique

3. Identification par chromatographie en couche mince

UEF_{130} : Biologie Cellulaire – Biochimie Structurale

$ECUEF_{131}$: Biologie Cellulaire

Objectifs

- Acquérir autant une vision globale des mécanismes fondamentaux des cellules du monde du vivant que de solides bases, à la fois théoriques et pratiques, en Biologie Cellulaire.
- Compartimentation et trafic intracellulaire ; jonctions cellulaires ; adhésion cellulaire, matrice extracellulaire, cytosquelette et motilité intracellulaire.
- Notions fondamentales sur les techniques d'étude de la cellule animale et/ou végétale ;
- Maîtrise des principales techniques de microscopie ;
- Compréhension des grands mécanismes impliqués dans la régulation de la dynamique cellulaire ;
- Connaissances approfondies des techniques de la biologie cellulaire et de leurs applications ;
- Maîtrise des principales techniques de la biologie cellulaire

Programme du cours

Chapitre 1 : Organisation générale de la cellule

1. Propriétés fondamentales communes aux différents types de cellules
2. Classification des cellules
   2.1. Cellules procaryotes : Organisation d'une Bactérie et d'un Procaryote autotrophe.
   2.2. Cellules eucaryotes : organisation de la cellule animale, de la cellule végétale, exemple d'un Eucaryote Unicellulaire)
3. Constituants de base de la cellule et compartiments cellulaires :
   3.1. L'eau
   3.2. Molécules organiques (protéines, glucides, lipides, acides nucléiques)
   3.3. Sels minéraux

Chapitre 2 : Membrane plasmique et Mécanismes de contrôle des échanges

1. Propriétés de la membrane plasmique
   1.1. Structure et ultrastructure
   1.2. Le modèle de la mosaïque fluide
2. Rôle de la membrane plasmique
   2.1. Transport à travers la membrane plasmique
      2.1.1. Simple diffusion
      2.1.2. Diffusion facilitée ou transport passif (les perméases ; les canaux ioniques, les ionophores)
      2.1.3. Transport actif (pompes ATP à Na+ / K+ ; les pompes à Ca++ ; les pompes à protons H+ ; exemples de transports couplés)
   2.2. Pénétration cellulaire par endocytose
      2.2.1. Pinocytose
      2.2.2. Phagocytose
   2.3. L'exocytose
   2.4. L'adhésion cellulaire
   2.5. Les jonctions cellulaires

Chapitre 3 : Le cytosquelette

1. Les microtubules
   1.1. Structure moléculaire
   1.2. Organisation (Centrosome, Centriole, Corpuscules basaux, cils et flagelles)
   1.3. Interaction des microtubules avec les organites cellulaires
2. Les microfilaments

2.1. Structure, composition et localisation
2.2. Fonctions
3. Filaments intermédiaires
3.1. Structure et localisation
3.2. Fonctions

Chapitre 4 : Organites et Compartiments cellulaires

1. Organites à double membrane assurant la conversion d'énergie : les mitochondries et les chloroplastes
1.1. Structure, ultrastructure et principales fonctions des mitochondries
1.2. Structure, ultrastructure et principales fonctions des chloroplastes
2. Le noyau
2.1. Structure et organisation du noyau interphasique
2.1.1. Nombre, taille et forme du noyau
2.1.2. Les chromosomes en interphase
2.1.3. Organisation de la chromatine
2.1.4. Le nucléole
2.1.5. L'enveloppe nucléaire
2.2. La reproduction cellulaire chez les eucaryotes
2.2.1. Reproduction et cycle cellulaire
2.2.2. Déroulement du cycle cellulaire : Phase G1, S, G2 et M ; Les étapes de la mitose ; le caryotype ; Les étapes de la méiose (division réductionnelle et division équationnelle)
3. Le système endomembranaire
3.1. Réticulum endoplasmique : Structure, Rôle physiologique,
3.2. Appareil de Golgi : Structure et Rôle physiologique
3.3. Les lysosomes : Structure et différentes voies d'évolution des lysosomes
4. Les Peroxysomes : Structure et Rôle physiologique

Programme des TP &TD

Travaux pratiques

TP1. Initiation à l'usage du microscope photonique : préparation, coloration et observation de cellules eucaryotes animales et eucaryotes végétales (épithélium buccal, frottis sanguin, amibe, cellule d'oignon…).
TP2. Etude de l'ultrastructure des organites cellulaires (Mitochondrie, Chloroplaste, Réticulum endoplasmique, Appareil de golgi).
TP3. La perméabilité membranaire (phénomènes osmotiques et non osmotiques).
TP4. Le noyau interphasique et la division cellulaire (Mitose).
TP5. La méiose : Etudes des différentes étapes de la division méiotique

Travaux dirigés

TD 1- Microscopie
- Microscope photonique – microscopes électroniques à transmission et à balayage.

TD2- Fractionnement cellulaire
- Fractionnement cellulaire (centrifugations et ultracentrifugation).

TD3- Technique de marquage
- Techniques de marquage radioactif.
- Utilisation des isotopes radioactifs en biologie cellulaire
- Hybridation *in situ*

ECUEF$_{132}$: Biochimie Structurale (Protéines & Acides nucléiques)

Objectifs

Prendre connaissance des particularités structurales des Protéines et des acides nucléiques, deux catégories de macromolécules fortement associées dans les processus liés à l'hérédité, à la différentiation cellulaire et à sa spécialisation. Leur étude structurale, et les méthodes d'études sont une occasion pour connaitre la démarche scientifique et les techniques d'analyses mises en place pour les isoler, les doser, et déterminer leur rôle dans le fonctionnement cellulaire.

Programme du cours

Chapitre 1 : Les Protéines

Introduction générale

1. Les acides aminés

- 1.1. Structure générale
- 1.2. Classification des acides aminés
- 1.3. Propriétés physiques des acides aminés
  - 1.3.1. La stéréochimie des acides aminés
  - 1.3.2. Adsorption à l'Ultraviolet
  - 1.3.3. Les propriétés ioniques des acides aminés
  - 1.3.4. Titrage des acides aminés
- 1.4. Propriétés chimiques des acides aminés.
  - 1.4.1. Réactions dues à la présence du groupement carboxyle
  - 1.4.2. Réactions dues à la présence du groupement aminé.
  - 1.4.3. Réactions nécessitant la présence simultanée d'un α-carboxyle et d'un α-amine
- 1.5. Méthodes d'analyse et de séparation des acides aminés
  - 1.5.1. Séparation des acides aminés
    - Chromatographie
    - Electrophorèse
  - 1.5.2. Analyse des acides aminés

2. Les peptides

- 2.1. Définition
- 2.2. Convention d'écriture et nomenclature
- 2.3. Propriétés physico-chimiques
  - 2.3.1. Les propriétés physiques
  - 2.3.2. Les propriétés chimiques
- 2.4. Etude de quelques peptides biologiquement actifs

3. Les protéines

- 3.1. Conformation des protéines
- 3.2. Etude de la structure primaire des peptides et des protéines
  - 3.2.1. Détermination de la composition globale en acides aminés
  - 3.2.2. Détermination de la séquence en acides aminés
- 3.3. Propriétés physico-chimiques des protéines
  - 3.3.1. Solubilité
  - 3.3.2. Propriétés optiques
  - 3.3.3. Propriétés chimiques
- 3.4. Principaux types de protéines

Chapitre 2 : Solubilisation et précipitation des Protéines

1. L'extraction

- 1.1 A partir d'un type cellulaire isolé à partir du tissu.

1.2 A partir d'un organite particulier
1.3 Influence de la concentration en sel
1.4 Influence des solvants organiques
1.5 Influence du pH

2. Précautions à prendre lors de la préparation des protéines

2.2 la Conservation.
2.2.1 la lyophilisation
2.2.2 Le Dessalage

Chapitre 3 : Les Acides Nucléiques

I. Introduction

Définition et localisation cellulaire

1. Les composants chimiques des acides nucléiques (base azotées, sucre, phosphate)

1.1. Les bases azotées:
Bases pyrimidiques, bases puriques, bases modifiées, dérivés d'intérêt biologique, propriétés importantes, méthodes d'études
1.2. Les pentoses:α-D-Ribose, 2-Désoxy-α-D-Ribose
1.3. Le groupement phosphate

2. Nucléosides, nucléotides

2.1. Liaison pentoses -bases azotées et les différents nucléosides générés
2.2. Liaison phosphoester, nucléosides monophosphate
2.3. Liaison pyrophosphate : nucléosides diphosphate, nucléosides triphosphate
2.4. Nomenclature

3. Polymérisation des nucléotides

3.1. Liaison phosphodiester et formation des polymères nucléotidiques
3.2. Conventions d'écriture

II. L'acide désoxyribonucléique (ADN)

1. Preuves que la structure secondaire de l'ADN est une double hélice :
Relations de Chargaff, complémentarité des bases, Watson et Crick,
2. Caractéristiques de la double hélice d'ADN : brins antiparallèles, pas de l'hélice, sens,…
3. Propriétés physico-chimiques de l'ADN :
Absorbance, Stabilité, hypochromicité, dénaturabilité, expériences d'Hybridation.
4. Structure tridimensionnelle (compaction), suprastructure (nucléoprotéique chez les eucaryotes)

III. Les acides ribonucléiques (ARN)

1. Les ARN messagers : mise en évidence, localisation &propriétés
2. Les ARN de transfert : rôle, structure secondaire
3. Les ARN ribosomiques : organisation des ribosomes

Programme des TP

1ère séance: Les Acides Aminés: propriétés de charge ; identification
pHmétrie (Titration d'un acide aminé) et électrophorèse d'un mélange protéique tel que le blanc d'œuf.

2ème séance: Les Protéines

- Analyse qualitative et quantitative des protéines (chromatographie en couche mince d'un mélange d'acides aminés et dosage protéique par la méthode de Lowry ou Bradford
- Protéines : dosage colorimétrique des protéines solubles dans un extrait alimentaire (levure de boulangerie, œuf, lait…)

3ème séance: L'ADN: extraction dosage, propriétés spectrales

- Mise en évidence des composants de l'ADN (extraction de l'ADN, hydrolyse, dosage du phosphore, identification des sucres et séparation, identification et dosage des bases azotées, calcul des rapports de Chargaff)

4ème séance: contrôle des connaissances 1H30

Programme des TD

Exercices d'application

- La première série de TD est réalisée sous forme d'exercices dont les données porteront sur les méthodes d'identification, d'isolement et de dosage des macromolécules et de leurs constituants, amenant l'étudiant à apprendre à exploiter des informations expérimentales pour en déduire une structure; ou inversement, exploiter les propriétés structurales pour trouver la méthode de purification et de dosage adéquate.
- La deuxième série de TDest réalisée sous forme d'exercices dont les données porteront sur les méthodes d'identification d'isolement et de dosage des acides nucléiques et des protéines ou de leurs constituants, amenant l'étudiant à apprendre à exploiter des informations expérimentales pour en déduire une structure. L'exercice inverse serait d'exploiter les propriétés structurales pour trouver la méthode de purification et de dosage adéquate.

UEF_{140} : Biologie Animale - Biologie Végétale

$ECUEF_{141}$: Biologie Animale
(Modes de Reproduction et de développement animal)

Objectifs

Ce programme comprend deux fonctions vitales des animaux, la reproduction et le développement. Puis, des explications seront développées progressivement pendant les 21 heures qui lui sont consacrées.

Cette introduction générale à la biologie animale est nécessaire car, non seulement, elle nous renseigne sur la diversité des cycles animaux et de leurs adaptations à l'environnement, mais aussi, elle s'ouvre sur l'étude de cette diversité qui prépare le cours de Biologie Animale se rapportant aux aspects phylogénétique et organisationnel du règne animal.

La reproduction et le développement animal sont donc, des disciplines de base nécessaires à tous les parcours existant dans la réforme LMD. C'est la raison pour laquelle le cours s'y rapportant est programmé au premier semestre (S1) de la première année de licence (L1) et se limitera à l'approche descriptive qui prépare à comprendre la classification du règne animal et les liens de parenté entre les groupes (S2 et S3).

Les parties se rapportant aux mécanismes expérimentaux et moléculaires (Biologie de la Reproduction et du Développement) seront proposées en S4 de la L2. Par son essor expérimental et moléculaire actuel, elles ouvrent sur les applications biotechnologiques multiples (parties pouvant être détaillées en L3 selon les parcours).

Programme du cours

Introduction générale : Place de la reproduction et du développement dans les cycles de vie des animaux

Chapitre 1 : Les modes de Reproduction

1. La reproduction asexuée : définition et exemples

2. La reproduction sexuée

- 2.1. Reproduction monoparentale : Parthénogenèse : définition et exemples
- 2.2. Reproduction biparentale (alternance haplophase/diplophase)
  - 2.2.1. Hermaphrodisme : définition et exemples
  - 2.2.2. Gonochorisme : définition et exemples

(L'étude détaillée des processus et mécanismes sera développée en L2)

Chapitre 2 : Les phases du Développement

1. Le Développement embryonnaire : fécondation, segmentation, gastrulation, organogenèse

2. Développement post-embryonnaire :

- 2.1. Le développement direct **:** Croissance différentielle (continue ou discontinue)
- 2.2. Le développement indirect **:** Croissance (continue ou discontinue), Métamorphose

Chapitre 3 : Etude comparative des principaux types de développement

Première partie : Les différentes phases du développement embryonnaire

1. La phase de la fécondation et son rôle

- 1.1. L'ovocyte anisotrope et la première polarisé embryonnaire (PA/PV)
- 1.2. La fécondation et l'activation de l'œuf
- 1.3. Les différents types d'œufs selon la charge vitelline

2. Les modes de production de descendance

- 2.1. Oviparité (éclosion)

2.1.1. Ovuliparité et développement externe, avec et sans rapprochement
2.1.2. Oviparité immédiate après fécondation interne
2.1.3. Ovoviviparité : développement interne sans contact trophique
2.2. Viviparité (naissance, mise-bas)
2.2.1. Viviparité histotrophe: aplacentaire
2.2.2. Viviparité vraie : placentaire : présence d'organes d'échange materno-fœtaux

3. La phase de la segmentation et son rôle

Compartimentation de l'œuf, formation du blastocoele et son rôle

4. La phase de la gastrulation et son rôle

4.1. Formation des feuillets embryonnaires
4.2. Rôle des molécules d'adhérence cellulaire dans ces mouvements
4.3. Notion de carte des territoires présomptifs

5. La phase de l'organogenèse et son rôle

5.1. Rapport entre Organogenèse et Histogenèse
5.1.1. Étape préorganogénétique
5.1.2. Étape organogénétique de différenciation ou histogenèse des feuillets en plusieurs catégories cellulaires (nerveuse, musculaire, épithéliale et conjonctive)
5.2. L'histogenèse des tissus à partir de deux types de structures cellulaires embryonnaires
5.2.1. Les mésenchymes donnant les tissus conjonctifs et leurs dérivés
5.2.2. Les épithéliums donnant les tissus épithéliaux et leurs dérivés
5.3. L'histologie : généralités sur les principaux types de tissus et leurs caractéristiques
5.3.1. Tissus conjonctifs et leur spécialisation
5.3.2. Tissu nerveux
5.3.3. Tissu musculaire
5.3.4. Tissus épithéliaux

Deuxième partie : Exemples types de développement embryonnaire

1. Les différents types de segmentation et de blastula : étude comparée d'exemples

1.1. Segmentation totale radiaire, spirale, rotationnelle. Subégale ou inégale
1.2. Segmentation partielle discoïdale, superficielle
1.3. Coeloblastula régulière / irrégulière, sterroblastula, discoblastula, périblastula
1.4. Cas particulier des Mammifères

2. Les différents types de gastrulation : étude comparée d'exemples

Embolie, épibolie, involution, immigration, délamination

3. Les principales étapes de l'organogenèse : cas de l'oursin et des Vertébrés

3.1. Organogenèse de l'oursin
3.2. Préorganogenèse des Vertébrés. L'exemple traité en détail est celui des Amphibiens : neurulation, compartimentation mésodermique, formation du bourgeon caudal

4. Cas particuliers des Amniotes

4.1. Nécessité des annexes embryonnaires en réponse aux contraintes de la vie terrestre
4.2. Différences entre les annexes des Sauropsidés et des Mammifères
4.2.1. Annexes des Sauropsides: vésicule vitelline, allantoïde, amnios
4.2.2. Annexes des Mammifères : vésicule vitelline, allantoïde, amnios, placenta

Conclusion : Les ouvertures du cours

1. Ouverture sur la classification animale phylogénétique

Introduction au programme de BA2 et BA3 (diversité et phylogénie du Règne Animal)

2. Ouverture sur l'Écologie

2.1. La Reproduction montre la diversité des cycles en relation avec leurs stratégies adaptatives
2.2. Le développement permet de comprendre que certaines ressemblances ne sont pas phylogénétiques mais des adaptations écologiques

Introduction à l'Ecologie et l'Evolution biologique

3. Ouverture sur les aspects moléculaires, cellulaires et Biotechnologiques :
Clonage et transgénèse
Introduction au programme de la Biologie de la reproduction et du développement (mécanismes)
Introduction aux Biotechnologies animales

Programme des TP & TD

Séance 1 : Utilisation du microscope photonique, Présentation des modes de reproduction
- Observations de quelques exemples

Séance 2 : Développement embryonnaire des Échinodermes (l'oursin) et des Amphibiens
- Observation comparée de la segmentation, gastrulation et organogenèse (dessin de pluteus d'oursin et gastrula d'amphibien)
- Tableau comparatif (à domicile annoté)

Séance 3 : Développement embryonnaire des Oiseaux et des Mammifères
- Observation détaillée du développement des Oiseaux (dessin stade 28h ou plus avancé)
- Explication des différences avec les Mammifères (travail personnel annoté)
- Tableau comparatif (à domicile annoté)

Séance 4 : Comparaison de cycle direct et cycle indirect
- Exemples en relation avec la richesse de l'œuf en vitellus et le milieu de vie (exemple des Mollusques marins et terrestres, des Annélides marins et terrestres) (exposés annotés)

Séance 5 et 6 : comparaison entre les 4 types de tissus
- Étude d'exemple d'organes montrant la différence structurale des tissus : épithélial, conjonctif, nerveux, musculaire
  Exemples : coupe transversale de l'intestin, de l'utérus, du spermiducte ou de la peau
- Dessin d'un secteur bien choisi
- Schéma de chaque type cellulaire

ECUEF$_{142}$: Biologie Végétale (Morphologie & Anatomie des Angiospermes)

Objectifs

Cet ECUE montre l'importance du monde végétal dans l'enseignement des sciences biologiques.
- Dans une première étape, on donne un aperçu succinct sur la classification générale des végétaux.
- Ensuite, sera réalisée une étude détaillée de la particularité de la cellule végétale, puis des différents tissus végétaux. Cette étude décrit aussi l'agencement des tissus au sein des différents organes, en dégageant les différentes structures spécifiques à chaque organe et à chaque classe des Angiospermes.
- En outre, cet ECUE mettra l'accent sur la morphologie de chaque organe de la plante (racines, tiges et feuilles) et les modes d'adaptation à l'environnement.

Programme du cours

Introduction : Importance de la lignée verte dans la biosphère et grandes lignes de la classification et de la diversité de la lignée verte(Aperçu succinct)
1. Les Algues Eucaryotes *sensu lato*
2. Les Embryophytes non vasculaires
3. Les Embryophytes vasculaires (vers les Angiospermes)

Chapitre 1. Cellule végétale et différents tissus végétaux

1. Les particularités de la cellule végétale

2. Les tissus végétaux

2.1. Les méristèmes

2.2. Les tissus primaires

2.3. Les tissus secondaires

Chapitre 2. Étude morphologique et anatomique de la tige

1. Organisation morphologique de la tige
2. Ramifications de la tige
3. Adaptations fonctionnelles de la tige
4. Structure anatomique primaire de la tige (*Liliopsida* et *Magnoliopsida*)
5. Structure anatomique secondaire de la tige (*Magnoliopsida*)

Chapitre 3. Étude morphologique et anatomique de la racine

1. Organisation morphologique de la racine
2. Ramifications de la racine
3. Adaptations fonctionnelles de la racine
4. Structure anatomique primaire de la racine (*Liliopsida* et *Magnoliopsida*)
5. Structure anatomique secondaire de la racine (*Magnolopsida*)

Chapitre 4. Étude morphologique et anatomique de la feuille

1. Organisation et diversité morphologique de la feuille
3. Modifications de la structure de la feuille
4. Adaptations fonctionnelles de la feuille (Phyllotaxie)
4. Structure anatomique primaire (*Liliopsida* et *Magnoliopsda*)
5. Structure anatomique secondaire (*Magnoliopsda*)

Programme des TP & TD

TP/TD 1 : Initiation aux techniques des coupes histologiques et Reconnaissance des tissus primaires

TP/TD 2 : Réalisation des coupes histologiques et Reconnaissance des tissus secondaires

TP/TD 3 : Etude morphologique, adaptations fonctionnelles et étude de la structure anatomique de la tige (*Liliopsida* et *Magnoliopsida*)

TP/TD 4 : Etude morphologique, adaptations fonctionnelles et étude de la structure anatomique de la racine (*Liliopsida* et *Magnoliopsida*)

TP/TD 5 : Etude morphologique, adaptations fonctionnelles et étude de la structure anatomique de la feuille (*Liliopsida* et *Magnoliopsida*)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de S2-L1

UEF_{210} : Microbiologie Générale - Biochimie Structurale

$ECUEF_{211}$: Microbiologie Générale

Programme du cours

Chapitre 1 : Introduction à la Microbiologie - le monde microbien Historique et découverte des microorganismes

1. Microorganismes et maladies : La bactériologie médicale
2. Le monde microbien : Diversité et classification

Chapitre 2 : Bactériologie : La cellule bactérienne

1. Constitution chimique globale des bactéries
   - 1.1. Teneur en eau
   - 1.2. Composition chimique élémentaire
   - 1.3. Constituants organiques
2. Formes et associations des bactéries
   - 2.1. Forme sphérique ou coccoïde
   - 2.2. Forme cylindrique ou en bâtonnets
   - 2.3. Forme spiralée ou hélicoïdale
3. Structure et composition de la cellule bactérienne
   - 3.1. Schéma d'une cellule bactérienne
   - 3.2. Structure anatomique d'une bactérie
     - 3.2.1. Les enveloppes
       - 3.2.1.1. Les capsules et les couches muqueuses
       - 3.2.1.2. La paroi bactérienne
         - La paroi des bactéries à Gram positif
         - La paroi des bactéries à Gram négatif
       - 3.2.1.3. Les couches S
       - 3.2.1.4. Les protéines M
       - 3.2.1.5. La membrane cytoplasmique
     - 3.2.2. Les constituants internes
       - 3.2.2.1. Le système membranaire interne
       - 3.2.2.2. Le nucléoïde
       - 3.2.2.3. Le cytoplasme
       - 3.2.2.4. Les ribosomes
       - 3.2.2.5. Les granules de réserves
       - 3.2.2.6. Les vacuoles
       - 3.2.2.7. Les carboxysomes
       - 3.2.2.8. Les tylacoïdes
     - 3.2.3. Les appendices
       - 3.2.3.1. Les flagelles
       - 3.2.3.2. Les fimbriae
       - 3.2.3.3. Les pili
     - 3.2.4. Les cellules quiescentes
       - 3.2.4.1. Les endospores

3.2.4.2. Les exospores
3.2.4.3. Les cystes bactériens

Chapitre 3 : Bactériologie : Nutrition & Croissance bactérienne

1. Besoins nutritifs des microorganismes
   1.1. Source d'énergie
   1.2. Source de carbone
   1.3. Source d'azote
   1.4. Source de soufre et de phosphore
   1.5. Autres éléments minéraux
   1.6. Facteurs de croissance
2. Conditions physico-chimiques de culture
3. Paramètres de la croissance en milieu liquide
   3.1. Temps de génération
   3.2. Taux de la croissance horaire
4. Croissance en milieu liquide non renouvelé ou culture en "Batch"
   4.1. Courbe de croissance
   4.2. Croissance synchrone
   4.3. Croissance diauxique

Chapitre 4 : Bactériologie : Systématique bactérienne

1. Identifications de bactéries
2. Classification des bactéries

Chapitre 5 : Virologie : Composition, Structure & Classification des Virus

Historique et découverte des virus
1. Définition
2. Capside virale
   2.1. Capsides tubulaires à symétrie hélicoïdales
   2.2. Capsides icosaédriques à symétrie cubique
   2.3. Virus complexes
3. Génome viral
4. Enveloppe virale
5. Classification des virus

Programme des TP

TP1: Organisation d'un laboratoire de Microbiologie, techniques de stérilisation et de manipulations stériles et règles d'hygiène et de biosécurité.

TP2: Milieux de culture et techniques d'ensemencement

TP3: Identifications morphologiques des bactéries: caractères culturaux, mobilité, coloration Gram...

TP4: Identifications biochimiques et moléculaires des bactéries: tests enzymatiques, galeries Api, initiation aux techniques de biologie moléculaire

TP5: Etude de la cinétique de la croissance bactérienne

TP6: Techniques d'étude des virus: Techniques d'isolement en culture cellulaire, titrage des virus, séroneutralisation, inhibition de l'hémaglutination...

ECUEF$_{211}$: Biochimie Structurale
(Glucides & Lipides)

Objectifs

Prendre connaissance des particularités structurales de deux catégories de macromolécules fortement liées au métabolisme énergétique de la cellule (les glucides et les lipides) : classement, identification, méthodes de dosage et d'analyse. La classification permet de comprendre la source structurale de la diversité moléculaire et la conséquence sur le rôle essentiel que jouent ces macromolécules, par leur diversité, aux différentes structures et aux différentes fonctions physiologiques des êtres vivants.

Programme du cours

Chapitre 1 : Les Glucides

Introduction : Définition générale et classification

1. Monosaccharides ou oses ou sucres simples
   - 1.1. Structure linéaire
     - 1.1.1. Isomérie
     - 1.1.2. Épimérie
   - 1.2. Structure cyclique
     - 1.2.1. Anomalie de la représentation linéaire des oses
     - 1.2.2. Représentation cyclique de Tollens
     - 1.2.3. Représentation de Haworth
   - 1.3. Propriétés chimiques des oses
     - 1.3.1. Propriétés liées à la présence de la fonction réductrice
     - 1.3.2. Propriétés liées aux fonctions alcools
     - 1.3.3. Propriétés dues à la présence des groupements carbonyle et alcool portés par 2 carbones adjacents 20
   - 1.4. Propriétés physiques des oses
   - 1.5. Nomenclature

2. Les osides

- 2.1. Liaison glycosidique
- 2.2. Les diholosides
  - 2.2.1 Les diholosides réducteurs
  - 2.2.2. Les diholosides non réducteurs
- 2.3. Les triholosides
- 2.4. Les oligosaccharides réducteurs et non rédusteurs
- 2.5. Les polyosides, les polyholosides, les polysaccharides
  - 2.5.1. Les homopolysaccharides :
  - L'amidon
  - Le glycogène
  - La cellulose
  - 2.5.2. Les Hétéropolysaccharides

3. Les hétérosides

- 3.1. Les glycoprotéines
- 3.2. Les glycolipides
- 3.3. Les nucléosides

Chapitre2 : Les Lipides

Introduction générale

1. Les acides gras

- 1.1. Définition

1.2. Classification
    1.2.1. Les acides gras saturés
    1.2.2. Les acides gras insaturés
1.3. Propriétés physiques des acides gras
    1.3.1. Solubilité
    1.3.2. Point de fusion
1.4. Propriétés chimiques
    1.4.1. Propriétés dues à la présence de la fonction acide
    1.4.2. Propriétés dues à la présence de la double liaison
1.5. Séparation et analyse des acides gras

2. Les lipides simples

2.1. Les glycérides ou acyl-glycérols
2.2. Propriétés chimiques :
    2.2.1. Hydrolyse
    2.2.2. Saponification
    2.2.3. Réactions d'addition
    2.2.4. Détermination des indices caractéristiques des Triglycérides
2.3. Séparation des glycérides
    2.3.1. Les stérides
    2.3.2. Les cérides
    2.3.3. Les étholides21

3. Les lipides complexes

3.1. Les glycérophosiphatides ou phosphoglycérolipides ou phosphoglyérides.
    3.1.1. Les acides phosphatidiques
    3.1.2. Les phosphoaminolipides
    3.1.3. Les inositides ou inositophosphatides ou phosphatidylinositol
    3.1.4. Les plasmalogènes
3.2. Glycosyldiglycérides
3.3. Les sphingolipides
    3.3.1. Les céramides
    3.3.2. Les sphingomyélines
    3.3.3. Les cérébrosides
    3.3.4. Les sulfatides

Les vitamines et coenzymes peuvent être ajoutés au programme des lipides et glucides.

Programme des TP

1ère séance TP obligatoire1h 30 : Séance d'introduction sur

- Le matériel en biochimie
- Organisation du travail durant le semestre, contrôle continu et examen
- Rappels des bonnes pratiques de laboratoires
- Rappels sur le principe des dosages colorimétriques : gamme étalon, solution mère et dilutions, traçage des courbes

2ème séance : Les Glucides

- Identification des sucres de l'hydrolysat d'ADN (réaction de Foulger, osazone etc.
- Ou, dosage des sucres réducteurs dans différentes boissons et quelques aliments (jus, coca light, lait, miel etc.)
- Propriétés et réactions caractéristiques des glucides

3ème séance : Les Lipides

- Détermination des indices caractéristiques d'acide gras (Indice d'acide, de saponification, d'ester et d'iode d'une huile vierge et d'une huile partiellement dégradée (relation entre les indices et la structure)

Programme des TD

Exercices d'application :

Les TD sont réalisés sous forme d'exercices dont les données porteront sur les méthodes d'identification, d'isolement et de dosage des macromolécules et de leurs constituants, amenant l'étudiant à apprendre à exploiter des informations expérimentales pour en déduire une structure; ou inversement, exploiter les propriétés structurales pour trouver la méthode de purification et de dosage adéquate.

UEF_{220} : Biologie Animale - Biologie Végétale

$ECUEF_{221}$: Biologie Animale
(Diversité et phylogénie des Parazoaires aux Protostomiens)

Objectifs

Ce programme présentera la diversité du règne animal par une approche d'étude des relations de parenté phylogénétiques actuelles. Cette approche permettra de réviser la relativité des ressemblances phénétiques qui peuvent être dues à des phénomènes de convergence adaptative à un même milieu de vie.

Cette approche, non seulement, elle actualise les connaissances sur la classification du règne animal, mais, elle sensibilise également les étudiants à la compréhension et l'acceptation l'évolution des êtres vivants.

Une introduction des nouvelles méthodes classificatoires est nécessaire.

Programme du cours

Introduction générale

1. La diversité biologique

2. Quelques concepts clés de la classification

2.1. Le caractère

2.2. Le taxon

3. Les méthodes de classification des êtres vivants: entre phénétique et cladistique

1.1. La phénétique: ses principes, ses avantages, et ses faiblesses

1.2. La cladistique: ses principes, ses avantages et ses faiblesses; les notions d'apomorphie, plésiomorphie, symplésiomorphie et synapomorphie

1.3. L'éclectique: synthèse des deux avec l'étude paléontologique et écologique

Chapitre 1 : Place phylogénétique des Métazoaires dans le monde vivant

1. Les animaux ou Métazoaires: Origine ancestrale et synapomorphies
2. Phylogénie des Métazoaires : Présentation générale de l'arbre phylogénétique des Métazoaires (explication dans les chapitres suivants)

Chapitre 2 : Les Parazoaires et leurs relations Phylogénétiques

1. Synapomorphies des Parazoaires

1.1. Organisation générale

1.2. Cycle vital

2. Phylogénie des Parazoaires: éclatement des Spongiaires en groupes séparés: Démosponges, Hexactinellides et Calcisponges.

2.1. Les Desmosponges: caractères dérivés. Ex: Eponges d'eau douce, Eponges de cuisine et Eponges de toilette.

2.2. Les Hexactinellide: caractères dérivés: Ex : Euplectelle

2.3. Les Calcisponges et les caractères qui les rapprochent des Eumétazoaires; Ex : *Leucosolenia* et *Sycon raphanus*.

3. Importance écologique et économique (filtreurs bio-indicateurs, éponges de toilette, extraction de molécules utilisées en pharmaceutique).

Chapitre 3 : Les Eumétazoaires

1. Synapomorphies du taxon

2. Phylogénie des Eumétazoaires

2.1. Les Diploblastiques : les Cnidaires forment le taxon le plus important

2.1.1. Synapomorphies des Cnidaires: Etude de l'organisation de l'hydre verte (*Chlorohydra viridissima*)
2.1.2. Etude d'un cycle avec l'alternance des deux phases fixée et libre : Cycle d'*Obelia geniculata.*
2.1.3. Etude succincte de leur phylogénie insistant sur la dérivation récente de la phase méduse à partir du polype et de l'acquisition du polymorphisme chez les Cnidaires.
2.1.4. Importance écologique et économique (corail, méduses)
2.2. Les Triploblastiques, Bilatériens, Coelomates
2.2.1. Synapomorphies du taxon
2.2.2. Phylogénie du taxon avec les synapomorphies principales
2.2.2.1. Les Protostomiens
2.2.2.2. Les Deutérostomiens

Chapitre 4: Phylogénie des Protostomiens

Ne seront mentionnés que les grands taxons actuels qui appartiennent à deux lignées : les Trochozoaires et les Ecdysozoaires.

Chapitre 5 : Les Trochozoaires

1. Les synapomorphies principales

1.1 Les Platyzoaires: représentés essentiellement par le taxon des Plathelminthes
1.1.1. Synapomorphies: musculature, protonéphridies, appareil reproducteur très différencié
1.1.2. Phylogénie et détail des taxons suivants:
1.2.2.1. Les Plathelminthes libres (anciens Turbellariés): ex. planaire
1.2.2.2. Les Trématodes: ex. grande douve *Fasciola hepatica*: organisation et cycle vital
1.2.2.3. Les Cestodes: ex. *Taenia saginata*: organisation et cycle vital
1.1.3. Importance de l'hermaphrodisme et de la reproduction asexuée en relation avec le parasitisme
1.2. Les Spiralia: 2 groupes principaux : les Annélides et les Mollusques
1.2.1. Synapomorphies: segmentation spirale, larve trochophore et/ou dérivée (véligère), schizométamérie des Annélides, développement dorsoventral des Mollusques
1.2.2. Les Annélides: ex. *Nereis sp.*
1.2.2.1. Synapomorphies: locomotion, nutrition-digestion, circulation close, métanéphridies, système nerveux ganglioneure ou cordoneure, appareil reproducteur adapté au mode de vie, conquête du milieu terrestre chez deux grandes subdivisions: les Oligochètes et les Achètes.
1.2.2.2. Phylogénie succincte: paraphylie des Oligochètes et des Achètes
1.2.2.3. Importances écologique et économique (sangsue, ver de terre)
1.2.3. Les Mollusques
1.2.3.1. Synapomorphies: tête et bulbe buccal, pied, manteau et cavité palléale, coquille, masse viscérale
1.2.3.2. Diversité des Mollusques: Les grandes subdivisions phylogénétiques (à mettre l'accent surtout sur les Bivalves, Céphalopodes et Gastéropodes)
1.2.3.3. Importances écologique et économique (huître perlière, conchyliculture, médecine…)

Chapitre 6 : Les Ecdysozoaires

1. Synapomorphies principales

2. Phylogénie: clades principaux et détail des clades suivants :

2.1. Les Némathelminthes: ex. *Ascaris lumbricoides*
2.1.1. Synapomorphies et cycle vital
2.1.3. Importance écologique: Parasitisme, aération des sédiments aquatiques, faune du sol
2.2. Les Euarthropodes

2.2.1. Synapomorphies
2.2.1.1. Appendice arthropodien: Archétype et adaptations (crevette)
2.2.1.2. Structure de la cuticule et la mue
2.2.2. Développement post-embryonnaire des Hexapodes: Amétabole, Paurométabole, Hémimétabole, Holométabole (types de larves et nymphes)
2.2.3. Diversité des Euarthropodes : Phylogénie des grands taxons
2.2.3.1. Les Chélicératomorphes: Arachnides et paraphylie des Mérostomes
2.2.3.2. Les Antennates-Mandibulates : Myriapodes (polyphylie avec les Hexapodes), relations phylogénétiques entre Crustacés et Hexapodes
2.2.3.3. Phylogénie des Hexapodes (relation cycle vital avec l'évolution des pièces buccales et des ailes)
2.2.4. Importances écologique et économique

Conclusion générale: ouvertures du cours

Ce cours donne un argument très puissant en faveur de l'évolution biologique qui sera étudiée ultérieurement

Programmes des TP & TD

- Un travail personnel sous forme d'exposés oraux sur les adaptations au parasitisme chez les différents groupes étudiés.
  Des séances de Travaux pratiques subdivisées en:
- **Séance 1 : Les Eponges et les Cnidaires:** dessins d'éponges calcaires (Ascon ou *Sycon*) et observation de Desmosponges, dessin de l'hydre *Chlorohydra viridissima* et d'*Obelia geniculata*. Phylogénie des Cnidaires
- **Séance 2: Les Plathelminthes:** dessin de la petite douve *in toto Dicrocoelium dendriticum* et observation des stades larvaires. Dessin de *Taenia saginata ou T. solium*: scolex et proglottis immature, mature et cucurbitain
- **Séance 3 : Les Némathelminthes**: - Exemple : Ascaris : observation et dessin d'une Coupe transversale)
- **Séance 4 : Les Annélides et les Mollusques:** Morphologie des Polychètes (*Nereis sp*): observation de la région antérieure et parapode (schémas à légender)**:** Morphologie des Gastéropodes ou Céphalopodes (au choix) : dissection et dessin**.** Observation des exemples de Bivalves et de Gastéropodes
- **Séance 5 : Les Euarthropodes:** Observation et comparaison entre les grands groupes : Arachnides (scorpion, araignée), Myriapode (mille-pattes ou scolopendre), Crustacés (crevette) et Insectes (criquet) sous forme d'un tableau.
- **Séance 6 : Les Insectes : Métamorphoses et adaptations aux régimes alimentaires:** Les métamorphoses chez les Insectes**.** Les pièces buccales des Insectes, dissection du criquet, comparaison des régimes alimentaires et adaptations

ECUEF$_{222}$: Biologie Végétale
(La Reproduction chez les Angiospermes)

Objectifs

Cet ECUE montre à l'étudiant l'importance de la reproduction sexuée et de la multiplication végétative chez les Angiospermes. Il décrit tout d'abord, la morphologie de la fleur et les inflorescences en analysant les diagrammes et les formules floraux. Ensuite, l'organogenèse des appareils reproducteurs et la double fécondation sont décrites. Une étude détaillée du fruit (formation et type) et des graines (formation, types, germination) est aussi incluse dans cet ECUE. Finalement, la multiplication végétative est abordée.

Programme du cours

Introduction

Importance de la Reproduction Sexuée et de la multiplication végétative chez les Angiospermes
Quelques exemples d'Angiospermes

Chapitre 1 : La fleur et les organes reproducteurs

1. Formation de la fleur
2. Morphologie de la fleur
3. Différents types d'inflorescences
4. Disposition et nombre des pièces florales
5. Diagramme floral et formule florale

Chapitre 2 : La reproduction sexuée

1. Organogenèse et gamétogenèse mâle et femelle
2. Pollinisation
3. Double fécondation
4. Graine (embryogénèse, types, dissémination, germination)
5. Fruit (formation, types, dissémination)

Chapitre 3 : La multiplication végétative

1. Multiplication végétative naturelle
2. Multiplication végétative artificielle

Programmes des TP&TD

TP/TD 1 : Étude de la fleur d'Angiosperme (pièces florales et disposition, formule florale et diagramme floral) et des inflorescences

TP/TD 2 : Étude des organes mâles et femelle de la fleur (coupe de l'ovaire et coupe de l'anthère) et des différents types d'inflorescences simples et composées)

TP/TD 3 : Étude des différents types de fruits [simple (sec, charnu), multiple, complexe et composé]

TP/TD 4 : Étude des différents types de graines et de germination

TP/TD 5 : Étude des différents types de multiplication végétative

UEF_{230} : Génétique Formelle – Stabilité & Variabilité des Génomes

$ECUEF_{231}$: Génétique Formelle

Objectifs

Permettre à l'étudiant d'acquérir une formation de base sur les divisions cellulaires (Division binaire, mitose et méiose) et l'analyse de la transmission des gènes chez les Procaryotes et les Eucaryotes.

Programme du cours

Chapitre 1 : Introduction à la Génétique

1. Rappels de la mitose et de la méiose
2. Brassage inter et intra chromosomique
3. Notions de caractère héréditaire, gène, allèle, locus

Chapitre 2 : Analyse génétique des procaryotes

1. Par transformation génétique
2. Par conjugaison : Facteur F et mutants Hfr
3. Par Transduction généralisée

Chapitre 3 : Analyse génétique des eucaryotes

1. Ségrégation des caractères héréditaires chez les haploïdes :
   Cas d'un gène, de 2 gènes indépendants et de 2 gènes liés et établissement des cartes génétiques
2. Ségrégation des caractères héréditaires chez les diploïdes :
   - 2.1. Cas d'un couple d'allèles avec dominance absolue, codominance, gène létal, gène multiallélique, gène lié au sexe.
   - 2.2. Cas de 2 couples d'allèles indépendants et de 2 couples d'allèles liés et établissement des cartes génétiques

Programme des TP& TD

Réalisation de croisements et analyse des descendances chez les champignons ascomycètes
Réalisation de croisements et analyse des descendances chez la drosophile

$ECUEF_{232}$: Stabilité & Variabilité des Génomes

Objectifs

Comprendre les mécanismes à l'origine de l'extraordinaire plasticité des génomes qui leur permet de se diversifier et d'évoluer tout en maintenant une certaine stabilité.
Démontrer, approches expérimentales à l'appui, que l'ADN est le support de l'information génétique, formé par un arrangement caractéristique de l'espèce. La précision et la modulabilité de l'organisation structurale des génomes est importante dans les activités métaboliques associées à l'ADN et dans la ségrégation de l'information génétique.

Programme du cours

Chapitre 1 : Introduction et caractéristiques Génétiques du monde vivant

1. Stabilité de l'espèce / variabilité des individus
   - 1.1. Cycles de vie et reproduction sexuée : alternance phase haploïde / phase diploïde
   - 1.2. La méiose et la fécondation assurent la stabilité de l'espèce. Conservation du caryotype
   - 1.3. La méiose et la fécondation assurent la variabilité de l'individu. Brassages génétiques et fécondation aléatoire
2. Les sources de l'innovation génétique

2.1. A l'origine des nouveaux allèles : les mutations
2.1.1. Polymorphisme génétique / phénotypique : notion de polymorphisme
2.1.2. Nature des mutations
2.1.3. Conséquences des mutations : notion de valeur sélective des mutations
2.2. A l'origine des nouveaux gènes : les duplications
2.3. Le génome actuel des espèces témoigne du passé génétique de l'espèce : génome et évolution (exemples d'évolution de familles multigéniques)

Chapitre 2 : Nature du support de l'information génétique : mise en évidence et démarches expérimentales

1. Les travaux préliminaires
1.1. Les travaux de Garrod et la démonstration de la nature chimique du phénotype (exemple de l'alcaptonurie)
1.2. Les travaux de Beadle et Tatum et la démonstration de la relation gène/enzyme
2. Matériel Génétique des procaryotes et des virus
2.1. Les travaux de Griffith et mise en évidence de la transformation
2.2. Les travaux d'Avery *et al.* : l'ADN est bien le support de l'information génétique
2.3. Les travaux de Herschey et Chase et de Fraenkel-Conrat et al. : les acides nuléiques support de l'information génétique virale
3. Matériel Génétique des Eucaryotes
3.1. Les travaux de Sutton et mise en évidence de la relation caractères héréditaires / chromosomes
3.2. Les travaux de Morgan *et al*. et preuves de la théorie chromosomique de l'hérédité

Chapitre 3 : Stabilité structurale du support de l'information génétique

1. L'information génétique *in vitro* : Structures de l'ADN, les propriétés informatives de l'ADN sont liées à sa structure
1.1. Universalité de la structure et de l'enchainement des nucléotides
1.2. Stabilité et reproductibilité de la molécule d'ADN : Les travaux de Chargaff et de Wilkins & Franklin et mise en évidence de la structure secondaire
2. Organisation structurale de l'information génétique et relation structure/fonction
2.1. Organisation structurale *in vivo* de l'information génétique
2.1.1. Organisation du chromosome bactérien
2.1.2. Organisation du chromosome eucaryote
2.2. Précision et modulabilité de l'organisation structurale des chromosomes : importance dans les activités métaboliques associées à l'ADN et dans la ségrégation de l'information génétique

Chapitre 4 : Reproduction et Fonctionnement du matériel génétique

1. Réplication de l'ADN : Perpétuation à l'identique de l'information génétique. Les travaux de Meselson et Stahl et démonstration du modèle semi conservatif : preuve de la stabilité génétique.
2. Expression du matériel génétique : Comment le message porté par la molécule d'ADN est traduit sous forme de protéines ?
2.1. L'ARN un intermédiaire indispensable : la transcription (notion de brin transcrit/non transcrit).
2.2. La traduction de l'ARN messager et code génétique (travaux de Matthaei et Nierenberg).

Programme des TP & TD

TP :

1. Reproduction conforme et mutations (Modèle *E. coli*) : Mise en évidence de la stabilité génétique et preuves des innovations génétiques

2. La Méiose :

- Organisation structurale de l'information génétique : le caryotype
- Ségrégation des chromosomes et diversité

TD :

Séries d'exercices :

1. Caractéristiques génétiques du monde vivant
2. Nature du matériel génétique
3. Structure du support de l'information génétique
4. Reproduction et fonctionnement du matériel génétique

Maquettes et Syllabus de la 2ème année des parcours Biotechnologies

2ème année (L2) du Parcours Contrôle Qualité des Produits Agroalimentaires et Hygiène (CQPAH) مراقبة جودة الأغذية وحفظ الصحة

Fiche de présentation de la Licence

1. Identification de la Licence

Domaine	**Sciences et Technologies**
Mention	**Biotechnologie**
Parcours proposé	Ce parcours peut être choisi après une année de tronc commun de biologie **Contrôle Qualité des Produits Agro-Alimentaires et hygiène (CQPAH)** **مراقبة جودة الأغذية وحفظ الصحة**

2. Métiers visés

Cette licence forme aux métiers suivants :

- Conduite d'équipement de production alimentaire
- Fabrication et affinage de fromages
- Management de département en grande distribution
- Intervention technique en formulation et analyse sensorielle
- Conseil et assistance technique en agriculture
- Intervention technique en laboratoire d'analyse industrielle
- Biologiste de contrôle fabrication en industrie
- Technicien(ne) bactériologiste en laboratoire de contrôle en industrie
- Technicien(ne) biologiste en laboratoire d'analyse industrielle
- Technicien(ne) biologiste en laboratoire de contrôle en industrie
- Technicien(ne) d'analyse industrielle
- Technicien(ne) de contrôle en biotechnologie en industrie
- Technicien(ne) de laboratoire d'analyse industrielle
- Technicien(ne) de laboratoire de contrôle en industrie alimentaire
- Technicien(ne) en biotechnologie en laboratoire d'analyse industrielle
- Technicien(ne) qualité en industrie alimentaire

3. Compétences développées

A la fin de la formation, les participants doivent être capables de :

Compétences cognitives (savoir)

- Normes de management de la qualité et de la sécurité des aliments
- Les procédés et les opérations unitaires dans les industries agroalimentaires
- Bonnes pratiques de Laboratoire – BPL
- Les Normes de qualité dans l'agro-alimentaire
- Analyse physico-chimique environnementale
- Métrologie

Compétences procédurales (savoir-faire)

- Interpréter les référentiels liés à la qualité et à la sécurité des aliments.
- Contrôler la conformité d'étalonnage et de fonctionnement des appareils de mesure et d'analyse
- Contrôler l'application des procédures et règles d'hygiène, sécurité et de qualité.
- Maîtriser les techniques analytiques biochimiques, microbiologiques, physicochimiques…
- Réceptionner les échantillons ou effectuer les prélèvements de matières, de produits pour le contrôle qualité
- Réaliser la maintenance de premier niveau d'équipements de laboratoire
- Maîtriser les techniques de biochimie, de microbiologie et de cultures cellulaires
- Respecter et appliquer une démarche qualité
- Exercer son esprit critique sur ses activités pour valider ses résultats et faire évoluer ses pratiques professionnelles
- Intégrer la démarche d'analyse et de prévention des risques dans toutes ces activités
- Maîtriser les technologies de l'information et de la communication, soit pour gérer des bases de données et des documents fonctionnels relatifs à son activité, soit pour rechercher et transmettre l'information

Compétences comportementales (savoir-être)

- S'adapter à l'activité de l'entreprise
- Gérer le déroulement du processus de fabrication des produits finis dans une industrie Agroalimentaire
- Manager une équipe
- Etre responsable dans la mise en œuvre de projets et atteindre les objectifs fixés
- être autonome tout en ayant la capacité de travailler en équipe
- Communiquer efficacement et gérer les conflits.
- Le programme pédagogique permet aux étudiants d'avoir une vue d'ensemble du potentiel de la biodiversité microbienne, des outils modernes nécessaires à son étude ainsi qu'à la mise en œuvre de ces outils.

4. Principales matières de la première année

Math-Physique
Chimie
Biochimie structurale
Biologie Animale & Végétale
Langues et informatique
Microbiologie
Génétique et Biologie Moléculaire

5. Durée du tronc commun

X 1er Année

6. Conditions d'accès à la formation

Nature du Bac	*Oui*	*Non*
Bac Mathématiques	X	
Bac Sciences expérimentales	X	
Bac Informatique	X	
Bac Technique		

Nature du Bac	*Oui*	*Non*
Bac Economie et Gestion	X	
Bac Lettres		X
Bac Sport		X
Autres (à préciser) :		

Test d'admission : X☐ Non

Maquette du semestre 3 – 2ème année de Licence (L2-S3)

L2- S3- CQPAH (Contrôle Qualité des Produits Agroalimentaires et Hygiène) مراقبة جودة الأغذية وحفظ الصحة

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biochimie et enzymologie**	UEF310	UEF311	Biochimie métabolique	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Métabolisme et enzymologie		UEF312	Enzymologie	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
2	UE : **Physiologie animale et végétale**	UEF320	UEF321	Physiologie de la nutrition humaine	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Comprendre la systémique de la fonction de nutrition		UEF322	Physiologie végétale	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
3	UE : **Génie des procédés, Métrologie**	UEF330	UEF331	Génie des procédés	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		X
	Com : Comprendre et contrôler les procédés de transformation de la matière dans le cadre industriel, maitriser les processus de mesure		UEF332	Métrologie et instrumentation	1h30	0h30	0h30	2		1			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP310	UAP310	**Recherches Bibliographiques ciblant le métier**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO310	UEO311	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3	5	1,5	2,5		
	Com :		UEO312	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			
6	UE : Transversale	UET310	UET311	**Au choix de l'établissement**	2h00			2	4	1	2	X	
	Com :		UET312	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**29h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 3 : contenu préparé par la commission nationale sectorielle, commun à tous les parcours de biologie (voir contenu plus loin).

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S3

UEF 310 : Biochimie / Enzymologie

Les compétences visées par le cours de cette UE seront développées à l'aide :

- D'un cours magistral moyennant des TIC et des outils pédagogiques numériques
- d'exposés magistraux
- de Proposition de sujets de recherche ou de mini-projets qui seront traités par groupe et par thématique à la fin du semestre

ECUE 311 : Biochimie métabolique

Objectifs

- Connaissance générale du métabolisme intermédiaire
- Compréhension approfondie des mécanismes réactionnels des principales voies métaboliques et leurs régulations
- Intégration de ces voies métaboliques dans la compréhension de certaines maladies métaboliques chez l'homme et l'étude de quelques particularités métaboliques chez certains microorganismes

Le contenu de cet ECUE se focalise sur :

- Le Métabolisme des lipides : biosynthèse des acides gras et leurs dégradation (β oxydation) ; les lipoprotéines.
- Le Métabolisme des glucides : La glycolyse et voie des pentoses-phosphates, Le cycle de Krebs, La néoglucogenèse, régulation du métabolisme énergétique et réactions d'oxydoréduction.
- Le Métabolisme des Acides Aminés (AA) : Réactions de Désamination et de Transamination. Cycle de l'Urée.
- Les maladies métaboliques : Exemples de troubles métaboliques; Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme du cours

Chapitre 1: Métabolisme des glucides

1. Glycolyse et Voie des pentoses phosphates
2. Cycle de Krebs
3. Notion de bioénergétique et réactions d'oxydoréduction
4. Néoglucogenèse chez les animaux et cycle glyoxylique chez les oléagineux
5. Métabolisme glucidique chez les microorganismes

Chapitre 2: Métabolisme des lipides

1. Biosynthèse des acides gras
2. Catabolisme des acides gras (β-oxydation)
3. Les lipoprotéines

Chapitre 3: Métabolisme des acides aminés

1. Vue générale du métabolisme des acides aminés
2. Les réactions de Transamination et Désamination
3. Cycle de l'urée

Chapitre 4: Les troubles métaboliques

1. Les maladies métaboliques
2. Exemples de troubles métaboliques : l'obésité

3. Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)
TP1 : Manipulation1: Dosage du glucose
TP2 : Manipulation2: Dosage des triglycérides et du cholestérol
TP3 : Manipulation3: Dosage des transaminases
Travaux Dirigés (TD)
TD1 : Notion de bioénergétique
TD2 : Glycolyse et Cycle de Krebs
TD3 : Catabolisme des acides gras (β-oxydation) et Biosynthèse des acides gras
TD4 : Néoglucogenèse chez les animaux et chez les végétaux
TD5 : Transamination et Désamination et Cycle de l'urée

ECUE 312 : Enzymologie

Objectifs

L'objectif primordial de cet ECUE est d'avoir des connaissances générales sur les enzymes et leur régulation. Le contenu de cet enseignement porte sur la cinétique chimique et la cinétique enzymatique (reconnaissance Enzyme-Substrat; la spécificité de réaction enzymatique, localisation, classification des enzymes, notion d'ordre de réaction …) ; Cinétique des réactions enzymatiques à 1 substrat ; notion de vitesse ; Equation de Michaélis-Menten: représentations graphiques (Michaelis et Menten ; Lineweaver et Burk; Eadie Hofstee; Hanes-Woolf), détermination de K_M , V_m et k_{cat} ; Influence de la température et du pH. ; Notion d'inhibitions simples réversibles (Compétitive, non Compétitive, incompétitive); Exemples d'applications industrielles des enzymes.

Programme du cours

Introduction
Chapitre 1: les propriétés générales des enzymes
1. Structure des enzymes, notion de cofacteurs
2. Spécificité de la catalyse enzymatique
3. Nomenclature et classification des enzymes

Chapitre 2: Cinétique Michaelienne à un seul substrat
1. Rappel de cinétique chimique
2. Unités d'activité enzymatique, Activité spécifique, Turn Over…..
3. Vitesse initiale de la réaction enzymatique
4. Variation de Vi en fonction de [S] et [E]
5. Equation de Michaelis et Menten et constantes cinétiques (Km, V max)
6. Différentes représentations graphiques

Chapitre 3: Les effecteurs de la réaction enzymatique
1. Les différents types d'effecteurs (température, pH, …)
2. Inhibition de l'activité enzymatique

Chapitre 4: Enzymologie Appliquée
1. Les enzymes industrielles
2. Méthodes d'immobilisation des enzymes

Chapitre 5: Applications des enzymes dans l'industrie

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)

TP1. Extraction de l'invertase de la levure de boulangerie
TP 2. Mesure de l'activité en fonction du temps
TP 3. Effet de la concentration du substrat en fonction du temps
TP 4. Détermination des paramètres cinétiques
TP 5. Inhibition de l'invertase

Travaux Dirigés (TD)

TD1 : Cinétique chimique
TD2 : Cinétique enzymatique
TD3 : Les inhibiteurs de l'activité enzymatique

UEF 320 : Physiologie animale (nutrition) / Physiologie végétale

ECUE 321 : Physiologie de la nutrition humaine

Objectifs

Acquérir des compétences en rapport avec la nutrition humaine en :

- Développant de bonnes pratiques d'analyse de la composition d'une diète
- Maitrisant les concepts fondamentaux de la physiologie de la nutrition
- Prenant en charge le contrôle des apports alimentaires tout en ayant connaissance des pathologies inhérentes
- Procurant des Conseils par le développement d'une éducation nutritionnelle

Programme du cours

Chapitre 1 : Physiologie de l'appareil digestif et régulation hormonale et nerveuse

1. Anatomie fonctionnelle du système digestif
1. Physiologie de la digestion et de l'absorption
   - 2.1. Mécanismes de la digestion chimique : hydrolyse chimique
   - 2.2. Absorption : des protéines, des lipides, des acides nucléiques, des vitamines, des électrolytes, de l'eau
   - 2.3. Malabsorption

Chapitre 2 : Notion de ration alimentaire

1. Notion d'aliment – nutriment
2. La ration alimentaire et ses facteurs de variation
   - 2.1. La ration alimentaire : - Moyen d'étude - Etudes statistiques - Régime d'épreuve
     - 2.1.1. Besoin calorique
     - 2.1.2. Besoins spécifiques
       - -Besoins en protides (a. Valeur biologique d'une protéine, b. Dépense azotée basale)
       - - Besoins en lipides
       - - Besoins en glucides
       - - Besoins en substance minérales
       - - Besoins en vitamines
       - - Besoins en fibres alimentaires
   - 2.2. Facteurs de variation de la ration alimentaire : âge, activité physique, sexe, état physiologique
   - 2.3. Détermination qualitative et quantitative de la ration équilibrée selon les types de besoins
   - 2.4. Le déséquilibre alimentaire et énergétique et ses conséquences
   - 2.5. Modèles alimentaires, Diagnostic nutritionnel et prescription diététique

Chapitre 3 : Apport énergétique, métabolisme et thermorégulation

1. Mesure des échanges d'énergie par calorimétrie directe
2. Mesure des échanges d'énergie par calorimétrie indirecte
   - 2.1. Calorimétrie alimentaire
     - 2.1.1. Détermination de la valeur énergétique d'un constituant alimentaire
     - 2.1.2. Notion d'énergie métabolisable
     - 2.1.3. Bilan énergétique alimentaire
   - 2.2. Calorimétrie respiratoire
     - 2.2.1. Valeur énergétique de l'O2
     - 2.2.2. Signification du quotient respiratoire
       - a. Examen des déchets azotés

b. Détermination du quotient respiratoire
c. Utilisation du quotient respiratoire non protidique
2.2.3. Mesure de la consommation d'O2
3. Facteurs de variation de la dépense énergétique
3.1. Activité musculaire et physique
3.2. Température extérieure
3.3. Apport alimentaire
3.3.1. Une première réponse rapide
3.3.2. Une dépense lente appelée ADS
3.4. Emotions
4. Dépense de fonctionnement, dépense de fond
5. Métabolisme de base
6. Contrôle du comportement alimentaire et obésité

Chapitre 4 : Technologie Alimentaire et influence des pratiques technologiques sur la qualité des aliments

Programme des TP/TD

- Dosage des nutriments dans les aliments
- Mesure de la dépense énergétique chez le rat et ses facteurs de variation
- Bioénergétique alimentaire : détermination des apports énergétiques des différentes classes d'aliments
- Dépenses énergétiques
- Syndrome métabolique : Diabète, Obésité, Indice de masse corporelle
- Etude de la malnutrition et des pathologies alimentaires

ECUE 322 : Physiologie végétale : les grandes fonctions : Relations hydriques et nutrition minérale, Photosynthèse et respiration, régulation de la croissance, dormance et germination, floraison

Objectifs

Permettre à l'étudiant d'acquérir une formation sur les grandes fonctions végétales et leur régulation : relations hydriques, nutrition, l'activité photosynthétique, la respiration, la croissance et sa régulation, la dormance, la floraison.

Programme du cours

Chapitre 1 : Relations hydriques et nutrition minérale

1. Relation plante - eau (propriétés de l'eau, potentiel hydrique et ses composantes, absorption et passage de l'eau à travers les membranes cellulaires, transport de l'eau dans la plante, transpiration).
2. Nutrition minérale : macroéléments et microéléments, absorption et transport des minéraux, mécanismes de transport, nutrition azotée.

Chapitre 2 : Photosynthèse et respiration végétale

1. Photosystèmes et absorption de la lumière
1.1. Chaîne de transport des électrons et synthèse d'ATP
1.2. Fixation du CO2 (cycle de Calvin)
1.3. Aspects physiologiques et environnementaux de la photosynthèse
1.4. Types de métabolisme carboné (plantes en C3, C4 et CAM)

1.5. Photorespiration
2 Respiration végétale
2.1. Glycolyse
2.2. Cycle de Krebs
2.3. Oxydation phosphorylante

Chapitre 3 : Régulateurs de croissance végétale (phytohormones)
1. Lieu de synthèse
2. Transport
3. Rôles physiologiques

Chapitre 4 : Dormance et germination
1. Types de dormance
2. Etapes de germination
3. Contrôle phytohormonal (dormance/germination)

Chapitre 5 : Floraison
1. Etapes de floraison
2. Vernalisation
3. Photopériodisme

Programme des TP/TD

Mise en évidence des processus physiologiques des végétaux par des expériences au laboratoire (mesure du potentiel hydrique, mesure de la vitesse de transpiration sous l'effet de différents facteurs, dosage des éléments minéraux dans la plante (notion de carence et de toxicité), extraction, séparation et dosage des pigments photosynthétiques et étude des différentes phases de la germination.
TP &TD 1- Graines et germination
TP &TD 2- Croissance végétale
TP &TD 3- Photosynthèse
TP &TD 4- Respiration
TP &TD 5- Nutrition et équilibre hydrique

UEF 330 : Génie des Procédés / Métrologie

ECUE 331 : Génie des Procédés

Objectifs

Donner aux étudiants des connaissances scientifiques et technologiques sur la conception, le dimensionnement et la conduite d'unités pilotes ou industrielles de transformation de la matière et de l'énergie.

Programme du cours

Chapitre 1 : Transfert de quantité de mouvement ou mécanique de fluide

1. Déformation d'un fluide
2. Hydrostatique (fluide en repos)
3. Application : Manomètres
4. Hydrodynamique (fluide en mouvement)

Equations fondamentales

- *Loi de conservation de la matière, Equation de continuité*
- *Loi de conservation de la quantité de mouvement*
- *Loi de conservation de l'énergie*

Perte de charge

- Evaluation des pertes charge régulières
- Evaluation des pertes charge singulières

Chapitre 2 : Transfert de chaleur

1. Différents modes de transfert de chaleur
   - *Transfert de chaleur par conduction*
   - *Transfert de chaleur par convection*
   - *Transfert de chaleur par rayonnement*
2. Bilans de conservation d'énergie

   Conduction unidirectionnelle en régime permanent : Exemple d'un mur composite
   - Coordonnées rectangulaire
   - Coordonnées cylindriques

Chapitre 3 : Transfert de matière

1. Transfert de matière par diffusion
- *Diffusion moléculaire dans les milieux liquides*
- *Estimation du coefficient de diffusion*
- *Diffusion dans les milieux solides*

2. Transfert de matière par convection
3. Bilans de matière

Programme des TP/TD

Travaux dirigés

Applications directes de la théorie et des concepts vus au cours. Ceci dans l'objectif de s'initier aux procédures de calcul pratique et de se familiariser aux ordres de grandeur.

Travaux pratiques

Ils sont destinés à montrer aux étudiants par des expériences physiques, les phénomènes de transfert ainsi que les techniques de mesure des variables correspondantes.

Mécanique de fluide :

- Comparaison de l'écoulement de quelques fluides : eau, miel, huile : Mise en évidence de la viscosité des fluides réels

• Mise en évidence des différents régimes d'écoulement d'un filet d'eau (laminaire, turbulent)

Transfert de chaleur :
• Exposition de deux tiges de fer et de cuivre sur lesquelles sont déposées des gouttes de cire de bougie solidifiées à une flamme pour mettre en évidence le transfert de chaleur par conduction et les différences de conductivité thermique des milieux.
• Immersion d'un glaçon d'eau colorée dans de l'eau tiède pour prouver les courants de convection

Transfert de matière :
• Mise en évidence du transfert de matière par diffusion par dispersion de couleur de solide coloré dans l'eau
• Exposition d'un solide humidifié à l'air : transfert combiné convectif de matière et de chaleur
• Mesure du coefficient de transfert de matière par estimation de la quantité de solide dissoute

ECUE 332 : Métrologie et instrumentation

Objectifs

Acquisition des principes de la métrologie en entreprise : exigences génériques et guides d'application pour le management du processus de mesure.
Confirmation des équipements de mesure utilisés pour démontrer la conformité des procédés et des produits.
Pour cela, l'étudiant doit :
- Maîtriser la notion d'unité de mesure, et d'erreur de mesure
- Rédiger des constats de mesures
- Déterminer les incertitudes de mesures en adoptant des moyens physiques et des calculs statistiques
- Comprendre la place de la métrologie dans les systèmes qualité

Programme du cours

Chapitre 1 : Problématique de la métrologie et Terminologie
1. Historique des systèmes et des unités de mesure
2. Définition de la métrologie
3. Définition de la chaine de mesure
4. Définition des systèmes de mesure
5. Les types de mesures
6. Vocabulaire de Métrologie (V.I.M.) : la norme NFX07001

Chapitre 2: Métrologie et structures de pilotage
Organisation de la métrologie au plan international et national
METROLOGIE : PLAN INTERNATIONAL
1. Création du Système métrique: Convention du mètre
2. Rôle du C.I.P.M., de la C.G.P.M.
3. Attributions du B.I.P.M.
4. Chaîne d'étalonnage internationale BIPM, - O.I.M.L.

METROLOGIE : PLAN NATIONAL
1. Métrologie légale (bureau de la Métrologie, D.R.I.R.E.)
2. Le Bureau National métrologique, les laboratoires nationaux, laboratoires associés, chaîne d'étalonnage nationale – Traçabilité
3. Chaîne nationale d'étalonnage
4. Raccordement des étalons de l'entreprise aux étalons nationaux. Traçabilité. Gestion des moyens
5. Normes de pilotage de secteur métrologie: ISO (9001, 14001, 22001, 17025, …)

Chapitre3: Etalon et étalonnage

1. Etalon et chaine d'étalonnage
2. Etalonnage et Vérification (circulaire B.N.M.- COFRAC de 1998, examen de Certificats d'étalonnage et de Constats de vérification en entreprise, étude d'une procédure d'étalonnage
3. Informations fournies par un Certificat d'étalonnage ou un constat de vérification (Tableau des résultats)

Chapitre 4: Importance de la métrologie dans la société et fonction métrologie

1. Métrologie et qualité
2. Rôle de système de mesure dans la transféraibilité des produits et des services
3. Métrologie légale et poinçonnage
4. Relation métrologie, instruments et qualité des produits dans une société
5. Analyse de norme: 17025 et 10012
6. Organisation: analyse des besoins, inventaire des moyens, adéquation « besoins moyens» – Choix des équipements, organisation d'un parc d'instruments, gestion du parc (Inventaire, marquage, étalonnage, vérification, fiche de vie, mise en service, planning des étalonnages et vérifications), norme NFX07-010 et conformité d'un instrument de mesure

Chapitre 5: Calcul des incertitudes

1. Rappel de statistique : population, échantillon, loi de distribution, moyenne, écart-type, variance
2. Notion d'incertitude de mesure (type A et type B)
3. Correction des erreurs de mesure
4. Calcul de l'écart-type global et de l'incertitude de mesure à un niveau de confiance donné
5. Recensement des incertitudes: Diagramme causes à effet (5M)
6. Incertitude type – Loi de distribution de l'évènement
7. Recherche des causes d'incertitudes – Bilan
8. Erreurs de mesure (erreur systématique, erreur aléatoire)
9. Loi de propagation des incertitudes
10. L'environnement normatif de la maitrise de mesure : Norme ISO 10012, ISO 19036: Calcul d'incertitude dans le domaine biologie

Chapitre 6 : Les solutions métrologie au sein de l'entreprise

1. La fonction métrologie interne
2. L'externalisation de la fonction métrologie

Programme des TP/TD

TP1 : Vérification et Etalonnage d'instrument de pesage : une balance (justesse, fidélité, exactitude)
TP2 : Vérification Etalonnage d'une micropipette
TP3 : Classification des masses
TD 1: Gestion de parc instruments
TD 2: métrologie des masses
TD 3: Métrologies de volumes
TD 4: Calcul d'incertitude type A
TD 5: Calcul d'incertitude type B

UAP 310 : Activités pratiques
Recherches de documents techniques et scientifiques pour le développement du projet de métier

Compétences visées

- Se familiariser avec les différents métiers et les alternatives professionnelles, en relation avec le parcours
- Acquérir la méthodologie de recherche documentaire
- Maîtriser les outils et techniques de communication nécessaires à une pratique professionnelle
- Savoir établir et rédiger un rapport technique et d'activité professionnelle

Protocole divisé en 5 séances de TD évalués en contrôle continu

1. Choisir un métier d'après la liste proposée dans la fiche de présentation
2. Connaître l'utilité de l'installation pour le propre compte, et la création de son propre projet
3. Savoir situer ce métier dans l'échiquier socio-économique national, et même international
4. Recherche documentaire: Méthodologie de recherche documentaire et aspects précis, visés par cette recherche
5. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
6. Bilan recherche documentaire : Elaborer une carte métier et présenter un Oral collectif: acquisition des connaissances en communication orale et en synthèse bibliographique
7. Rapport individuel avec travail sur les publications et élaboration d'un projet personnel avec constitution d'un document de preuves et de compétences
8. Acquisition des méthodes utiles à l'insertion professionnelle : consolidation des acquis : écrit (expression et compréhension), oral (prise de parole, interaction)
   - Rédaction d'un CV avec mise en valeur des compétences acquises
   - Rédaction d'une lettre de motivation
   - Simulation d'entretien
9. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
10. Bien cerner les aspects liés aux ressources humaines et financières du projet.

Maquette du semestre 4 – 2ème année de Licence (L2-S4)

L2- S4- CQPAH (Contrôle Qualité des Produits Agroalimentaires et Hygiène) مراقبة جودة الأغذية وحفظ الصحة

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biotechnologies microbiennes et sciences des aliments**	UEF410	UEF411	Biotechnologie microbienne et applications	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3		X
	Com : Approche intégrative de manipulation et d'utilisation des microorganismes en agroalimentaire, Etude des aliments et de leur biochimie		UEF412	Sciences des aliments et biochimie alimentaire	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
2	UE : **Opérations unitaires et Analyses physicochimiques alimentaires**	UEF420	UEF421	Opérations unitaires	1h30	0h30	0h30	2	5	1	2,5		X
	Com : Comprendre les techniques d'analyse et les paramètres régissant les procédés de transformation, séparation et purification en industrie agroalimentaire		UEF422	Techniques d'analyse physicochimique des aliments	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
3	UE : **Microbiologie et toxicologie alimentaire**	UEF430	UEF431	Microbiologie alimentaire et contrôle des produits agroalimentaires	1h30	0h30	1h00	3	5	1,5	2,5		X
	Com : Etat des aliments et leur contrôle microbiologique		UEF432	Toxicologie alimentaire	1h00	0h30	0h30	2		1			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP410	UEF410	**Au choix de l'établissement spécifique de la mention**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO410	UEO411	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3	5	1,5	2,5		
	Com :		UEO412	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			
6	UE : Transversale	UET410	UET411	**Au choix de l'établissement**	1h30			2	4	1	2	X	
	Com :		UET412	**Au choix de l'établissement**	1h30			2		1		X	
TOTAL					**29h00**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 4 : au choix de l'établissement mais ciblant la mention biotechnologies. Exemples :

Séances sur les appareillages, l'apport de chacun, leur mode d'emploi, leur maintenance et les risques qu'ils peuvent causer.

Séances d'activités de paillasse ou de visites de plateformes scientifiques ou de centres de recherche…

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S4

UEF 410 : Biotechnologies microbiennes / Sciences des aliments

ECUE 411 : Biotechnologies Microbiennes et applications

Objectifs

Valorisation des activités microbiennes en se basant :

- Dans un premier volet, sur la connaissance du monde microbien et l'exploration de sa biodiversité de différents écosystèmes et ceci en appliquant des approches d'identification phénotypique et moléculaire.
- Dans un second volet, il s'agit d'exploiter et de valoriser les fonctionnalités microbiennes et ceci dans différents domaines (Biologie moléculaire, santé, nutrition, agriculture, environnement, industrie, ..)

Programme du cours

Introduction : Rappel des Caractéristiques générales des micro-organismes

1. Entre classification et diversité
2. Principales caractéristiques des micro-organismes

Chapitre 1 : Technologie d'étude des microorganismes

1. Identification les microorganismes par techniques phénotypiques
   1.1. Morphologiques
   1.2. Chiotaxonomiques : Chimie de la cellule
   1.3. Physiologiques
   1.4. Métaboliques
2. Identification des microorganismes par techniques moléculaires
   2.1. Extraction d'ADNg
   2.2. PCR 16S
   2.3. Séquençage de génome complet

Chapitre 2 : Considérations générales autour des biotechnologies

1. Définitions
2. Historique

Chapitre 3 : Sélection et sources de micro-organismes industriels

1. Techniques de criblage des micro-organismes utiles
2. Techniques d'amélioration des souches
3. Conservation des souches

Chapitre 4 : Croissance industrielle des micro-organismes

1. Besoins nutritionnels des micro-organismes et formulation des milieux de culture
2. Les métabolites primaires, secondaires et mixtes
3. La régulation chez les micro-organismes (exemple répression catabolique)

Chapitre 5. Les applications biotechnologiques des microorganismes

1- Biologie Moléculaire
2- Médecine
3- Nutrition
4- agriculture

5- Industrie
6- Environnement
7- Contre le bioterrorisme
8. Exemples d'application des microorganismes en biotechnologies
   8.1. Dans le secteur alimentaire
   8.2. Dans d'autres secteurs (santé, agriculture, environnement…)

Programme des TP/TD

TP/TD 1- Etude de communauté bactérienne à partir de différents écosystèmes par approche de culture dépendante (isolement, identification phénotypique et moléculaire)
TP/TD 2- Etude de communauté bactérienne à partir de différents écosystèmes par approche de culture indépendante (T-RFLP, DGGE)
TP/TD 3- Mise en évidence de quelques activités enzymatiques des bactéries (amylases, protéases, lipases, phosphatases)
TP/TD 4- La fermentation dans l'industrie agroalimentaire : La fermentation lactique ; les bactéries lactiques
TP/TD 5- Isolement de microorganismes potentiellement capables de dégrader un polluant : exemple dans le traitement des eaux usées, traitement des colorants

Autres exemples de TP/TD

TD:
- Exemple de la production industrielle de Pénicilline G par *Penicillium chrysogenum*
- Biotechnologie de la levure: Le métabolisme énergétique chez *Saccharomyces cerevisiae*

TP :
- Les activités antibactérienne et antifongique des microorganismes
- La résistance des microorganismes vis-à-vis des antibiotiques

ECUE 412 : Sciences des aliments et biochimie alimentaire

Objectifs

Avoir une idée sur les différents constituants nutritionnels et de la biochimie des aliments

Programme du cours

Première partie : Les constituants des aliments

1. Généralités sur la composition des aliments
2. Glucides simples et produits dérivés
3. Les glycannes
4. Les lipides
5. Les protéines
6. Les minéraux
7. L'eau
8. Les vitamines
9. Les pigments

Deuxième partie : Biochimie des principaux aliments

Chapitre 1 : Les céréales-Le pain

1. Introduction
2. Le grain
3. Les protéines de réserve
4. Les gliadines du blé
5. Les gluténines
6. Polymorphisme biochimique des protéines végétales

7. Le pain
8. Les pâtes alimentaires

Chapitre 2 : Les légumineuses-Protéines végétales-Protéines d'organismes unicellulaires
1. Composition
2. Le soja-fractionnement
3. Les constituants de la farine de soja
4. Les globulines du soja
5. La féverole
6. Protéines des feuilles
7. Texturation des protéines végétales
8. Protéines issues de micro-organismes

Chapitre 3 : Les Boissons fermentées
1. Les fermentations
2. Le vin
3. La bière
4. Les aspects biologiques de l'alcool

Chapitre 4 : Les Laits et les produits laitiers
1. Composition
2. Le lactose et les oligoholosides
3. Les lipides : aspects chimiques et état globulaire
4. Les matières azotées. Les caséines
5. Les protéines du lactosérum
6. La coagulation du lait
7. Principes de fromagerie

Chapitre 5 : Les viandes
1. Protéines musculaires
2. Protéines du stroma-Collagène
3. Protéines sarcoplasmiques-la myoglobine
4. Protéines myofibrillaires-la contraction
5. Gélatine alimentaire

Chapitre 6 : Les œufs
1. Le jaune d'œuf
2. Le blanc d'œuf
3. Propriétés fonctionnelles des ovoproduits

Chapitre 7 : Les corps gras
1. Introduction
2. Les huiles
3. La margarine et les graisses émulsifiables

Chapitre 8 : Les additifs
1. Définitions
2. Additifs technologiques
3. Additifs sensoriels
4. Additifs à finalité nutritionnelle

Programme des TP/TD

UEF 420 : Opérations unitaires / Analyses physicochimiques

ECUE 421 : Opérations unitaires

Objectifs

- Comprendre le principe des opérations unitaires et les lois sur lesquelles elles se basent
- Avoir une idée sur les différentes machines utilisées à l'échelle industrielle pour chaque opération unitaire
- Maitriser certaines opérations unitaires les plus utilisées à l'échelle industrielle : réaliser des mesures, des bilans et des calculs en fonction de chaque opération unitaire

Programme du cours

Introduction aux opérations unitaires

Chapitre 1 : Evaporation

1. Définition et but
2. Avantages et inconvénients
3. Evaporateur à simple effet
   3.1. Présentation de la machine
   3.2. Bilan de matière
   3.3. Bilan de chaleur
4. Evaporateur à double effet
   4.1. Présentation de la machine
   4.2. Bilan de matière
   4.3. Bilan de chaleur

Chapitre 2 : Séchage et air humide

1. Introduction
2. L'équilibre d'humidité entre l'air et le produit
3. L'air humide
4. Utilisation du diagramme de l'air humide en séchage
5. Principes physiques du séchage
   5.1. Séchage par entraînement
   5.2. Séchage par ébullition
6. Technologie et calcul des séchoirs

Chapitre 3 : Pasteurisation et Stérilisation

1. Définition
2. Choix du traitement
3. Loi du temps
4. Loi de la température
5. Valeur stérilisatrice et pasteurisatrice
6. Méthode de bigelow
7. Les différentes machines
   7.1. Les stérilisateurs
   7.2. Les pasteurisateurs

Chapitre 4 : Distillation

1. Principes de base et données de calcul
2. Le diagramme d'équilibre liquide vapeur
3. Principe de distillation en colonne (Notion de plateaux théoriques)

4. Bilans de matières et d'énergie

Chapitre 5 : Décantation /Centrifugation

1. Décantation
   1.1. Définition
   1.2. Vitesse de sédimentation
   1.3. Les décanteurs et leurs principes de fonctionnement
      1.3.1. Décanteur vertical
      1.3.2. Décanteur horizontal
2. Centrifugation
   2.1. Définition
   2.2. Vitesse de centrifugation selon la nature du produit et les caractéristiques de la centrifugeuse
   2.3. Les différents types de centrifugeuse
      2.3.1. Centrifugeuse à bol tubulaire
      2.3.2. Centrifugeuse à bol en assiette
      2.3.3. Centrifugeuse à vis convoyeuse

Chapitre 6 : Filtration

1. Variations du débit de filtration
   1.1. Filtration par alluvionnement
      1.1.1. Filtration à pression constante
      1.1.2. Filtration à débit constant
   1.2. Filtration de masse
      1.2.1. Colmatage pur
      1.2.2. Colmatage intermédiaires
2. Les milieux filtrants
   2.1. Les adjuvants de filtration
   2.2. Les filtres épais
   2.3. Les membranes

Chapitre 7 : Lyophilisation

1. Principaux paramètres du cycle de lyophilisation
2. Procédés de lyophilisation (congélation, mise sous vide et chauffage)
3. Diagramme pression température (P,T) et Notion de point triple pour l'eau et
4. Cycle de lyophilisation et interprétation
5. Méthode pour l'établissement de recette de lyophilisation
6. Rendement et Problèmes particuliers de la lyophilisation
7. Les appareils industriels de la lyophilisation et Produits innovants et produits lyophilisés à haute valeur ajouté

Programme des TP/TD

1. S'exercer sur les bilans de matière et d'énergie pour les différentes opérations unitaires traitées en cours, comme :
   - Procédé de lyophilisation (essai et bilan)
   - Distillation eau /éthanol (séparation en fonction de la température)
   - Extraction liquide-liquide (séparation en fonction de la masse volumique)
   - Centrifugation et taux de décantation
   - Filtration membranaire (permeat, concentrât, rendement)
   - Cinétique de séchage d'un solide Caractéristique
   - Microfiltration ultrafiltration (frontale et tangentielle)
2. Visites d'entreprises industrielles

ECUE 422 : Techniques d'analyses physicochimiques

Objectifs

- Expliquer aux étudiants les principaux types de Contrôle qualité physicochimiques des produits agroalimentaires.
- Concrétiser les connaissances théoriques de base des étudiants dans le domaine de la Biochimie en leur présentant les techniques d'extraction, de séparation, d'identification et de dosage des molécules biologiques

Programme du cours

Chapitre 1 : Introduction au contrôle qualité physicochimique

1. Caractérisation Physicochimique
2. Analyse qualitative – Analyse quantitative
3. Choix de la méthode analytique
4. Etapes d'une procédure analytique
5. Interférences
6. Validation et qualification d'une procédure analytique

Chapitre 2 : Méthodes de laboratoire pour fractionnement (Opérations préliminaires)

1. La filtration
2. Centrifugation discontinue
3. La dialyse
4. L'électrophorèse

Chapitre 3 : Introduction à la chromatographie en phase liquide haute performance (HPLC)

1. Principes généraux de la chromatographie en phase liquide
2. Chromatographies à polarité de phases normale et inversée
3. La phase stationnaire : silice et silices greffées
4. La phase mobile : analyse isocratique, influence de la teneur en eau, de la nature du solvant organique, du pH
5. Le gradient d'élution : quelques notions de base
6. Les lois de rétention en chromatographies à polarité de phases normale et inversée
7. Stratégie à adopter en fonction du problème à résoudre
8. Evaluation de la qualité d'une colonne. Dimensionnement des colonnes (scale-up)
9. Critères de choix utilisables pour sélection du meilleur chromatogramme
10. Méthodes d'optimisation de la sélectivité

Chapitre 3. Analyse par Chromatographie en phase Gazeuse (CPG)

1. Paramètres fondamentaux et description de l'appareillage
2. Les phases stationnaires, Les phases mobiles
3. Les colonnes : Les colonnes remplies, les colonnes capillaires
4. Détecteur par ionisation à flamme, Autres types de détecteurs
5. Analyse en chromatographie en phase gazeuse
6. Optimisation d'une analyse par GC

Chapitre 4. Le couplage LC-MS et GC-MS

1. La Spectrométrie de masse (SM)
2. L'ionisation
3. Les Analyseurs de Masse
4. Les ions : énergie interne et fragmentation
5. Description et choix des différentes sources ioniques utilisées

6. Optimisation et mise en œuvre d'une méthode de couplage
7. Etapes à suivre pour l'élaboration d'une méthode LC-MS.
8. Etapes à suivre pour l'élaboration d'une méthode GC-MS

Chapitre 5. Spectroscopie d'analyse Infrarouge

1. Interaction rayonnement – matière. Vibrations moléculaires
2. Instrumentation : fonctionnement des appareils
3. Interprétation des Spectres Infrarouge

Chapitre 6 : Méthodes optiques

1. Photométrie d'émission atomique
2. Absorption moléculaire
3. Polarimétrie
4. Réfractométrie

Chapitre 7: Méthodes d'analyses des constituants alimentaires

1. Méthodes de mesure de la teneur en eau
2. Dosage des minéraux dans les aliments
3. Dosage des glucides
   3.1. Dosage du glucose et des sures réducteurs
   3.2. Dosage de l'amidon
   3.3. Dosage de la cellulose
4. Détermination de la matière grasse
5. Méthodes de dosages des protéines

Programme des TP/TD

Présenter les propriétés d'une molécule, la purifier, la doser et analyser sa structure, tout en effectuant un choix pertinent entre les différentes méthodes présentées ci-dessus.

Exemples :

1/ Contrôle Qualité d'un produit fini : (Caféine dans une boisson énergisante) Choix de la méthode (Normes Tunisiennes) ; Echantillonnage ; Préparation de l'échantillon à analyser ; Extraction (élimination des interférences) ; Analyse de l'échantillon (qualitative et /ou quantitative) ; Jugement : comparaison avec les normes.

2/ Contrôle qualité d'un produit nutraceutique par HPLC : Vitamine C Prise en main d'une chaîne HPLC ; Optimisation des conditions chromatographiques ; Mise au point de la séparation et vérification de l'efficacité de la méthode.

3/ Contrôle qualité d'une huile d'olive : dosage des acides gras par GC-MS: Prise en main d'une chaîne GC-MS ; Comparaison des chromatogrammes ; Comparaison des spectres de masse ; Jugement de la qualité de la matrice.

4/ Qualification d'une chaine chromatographique

UEF 430 : Microbiologie alimentaire /Toxicologie alimentaire

ECUE 431 : Microbiologie alimentaire et contrôle des produits alimentaires

Objectifs

Maitrise des techniques d'identification des microorganismes et des principaux groupes microbiens intervenant dans l'IAA, soit en tant que danger sanitaire, ou agent d'altération, ou agent de fermentation, ou probiotique, ou autre utilité technologique.

Programme du cours

Partie 1 : Microbiologie alimentaire

Chapitre 1 : Microbiologie des principaux produits alimentaires

1. Microbiologie de l'eau
2. Microbiologie du lait
3. Microbiologie des laits fermentés et des fromages
4. Microbiologie du beurre et des matières grasses
5. Microbiologie de la viande et des produits carnés
6. Microbiologie des poissons et des produits aquatiques
7. Microbiologie des boissons
8. Microbiologie des produits végétaux et d'origine végétale
9. Microbiologie des conserves
10. Microbiologie de produits divers (surgelés, déshydratés, plats cuisinés)
11. Recherche des causes d'une intoxication alimentaire : analyse d'un produit suspect

Partie 2. Contrôle des produits alimentaires

Chapitre 1 : Objectifs du contrôle microbiologique

1. Qualité hygiénique
2. Qualité technologique
3. Les niveaux de contrôle

Chapitre 2 : Analyse microbiologique des aliments

1. Les méthodes d'analyse en microbiologie alimentaire
   1.1. Echantillonnage et prélèvements
   1.2. Analyses microscopiques
   1.3. Analyse quantitative
   1.4. Analyse qualitative et recherche des germes pathogènes
   1.5. Analyses complémentaires
   1.6. Interprétation des résultats, règlementation
2. Etude de cas (exemples d'analyses)

Programme des TP/TD

Etudes de cas

ECUE 432 : Toxicologie alimentaire

Objectifs

- Acquérir des notions simples et fondamentales sur la toxicité, le devenir des toxiques dans l'organisme et le mode d'action de toxiques sur l'organisme.
- Connaitre les paramètres toxicologiques suivis lors d'évaluation de toxicité et l'élaboration des mesures réglementaires.

- Expliquer les risques toxicologiques par la connaissance des divers agents toxiques (biologiques, chimiques et physiques) qui peuvent être associés à l'alimentation en étudiant leurs origines et effets ainsi que les mesures de contrôle.

Programme du cours

Chapitre 1 : Les Fondements de Toxicologie

1. Généralités
2. Les voies d'absorption usuelles
3. Evaluation de la Toxicité et du facteur d'incertitude: les différentes doses et leurs effets
4. Relations dose/temps et dose/effet
5. Toxicocinétique et Toxicodynamique

Chapitre 2 : Toxicologie humaine alimentaire

1. Les mécanismes d'action d'un toxique

1.1. La toxicocinétique : rappel de l'ADME
1.2. Action d'un toxique par interférence avec le transport d'oxygène
1.3. Action d'un toxique par interférence avec l'utilisation de l'oxygène et le stockage de l'énergie
1.4. Action d'un toxique au niveau des enzymes
1.5. Toxicité par formation de métabolites réactifs
1.6. Les systèmes enzymatiques de protection
1.7. Les systèmes de détoxification

2. Les modes d'action d'un toxique

2.1. La néphrotoxicité : atteintes tubulaires et atteintes glomérulaires
2.2. La neurotoxicité : neuropathie, axonopathie, myélinopathie, Atteinte de la neurotransmission
2.3. Les atteintes toxiques du sang : cas de l'anémie aplasique et de l'hypoxie
2.4. La reprotoxicité : Atteinte de la reproduction féminine et masculine, fœtotoxicité, tératogenèse
2.5. La génotoxicité
2.6. La mutagénicité
2.7. La cancérogénicité
2.8. L'immunotoxicité

3. Paramètres en Toxicologie Alimentaire

Chapitre 3. Les sources de contamination alimentaire

1. Les contaminants microbiologiques
2. Les contaminants chimiques

2.1. Contamination liée aux pratiques agricoles
2.2. Contamination liée aux résidus de médicaments vétérinaires
2.3. Les métaux lourds
2.4. Contamination liée à la transformation des aliments

Chapitre 4 : Contaminations d'origine microbienne des aliments

1. Les différents contaminants microbiologiques

1.1. Les bactéries
1.2. Les moisissures
1.3. Les parasites
1.4. Les virus

2. Toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)

3. Pouvoir pathogène des bactéries

4. Micro-organismes agissant principalement par leur pouvoir invasif

Shigelloses, Salmonelloses, Yersiniose, Listériose

5. Micro-organismes agissant par la sécrétion d'une entérotoxine
Escherchia coli entérohémorragique, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Vibrio parahaemolyticus*
6. Micro-organismes agissant par la sécrétion d'une toxine neurotrope
Clostridium botulinum et Botulisme
7. Intoxication alimentaire histaminique
8. Infections virales d'origine alimentaire
9. Parasitoses d'origine alimentaire
10. Maladies d'origine alimentaire à agents transmissibles non conventionnels (ATNC)

Chapitre 5 : Contaminations d'origine cryptogamique
1. Les mycotoxines dans l'alimentation animale et humaine
Aflatoxines, Ochratoxines, Zéaralénone…
2. Les phycotoxines dans les produits de la pêche (DSP, PSP, ASP, NSP…)
3. Les cyanotoxines dans l'eau de boisson (Hépatotoxines, Neurotoxines…)

Chapitre 6 : Contaminations d'origine anthropique
1. Les nitrites et les nitrates
2. Les métaux lourds toxiques (Pb, Cd, Hg)
3. Les pesticides / Les Biocides
4. Les Polychlorobiphényles (PCBs) / Les dioxines
5. Les Hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAPs) et Hydrocarbures halogénés
6. Les Additifs aux médicaments et à l'alimentation du bétail
7. Les additifs alimentaires et les auxiliaires technologiques
8. Les Aliments irradiés

Chapitre 7. Introduction à l'hygiène en industrie agroalimentaire
1. Plan de maîtrise sanitaire
2. Détergence et désinfection en industrie agroalimentaire

Programme des TP/TD

Travaux dirigés
- Toxicité (relation dose-effet),
- Toxicocinétique (paramètres et métabolisme)
- Toxicodynamiques (effets et mode d'action)

Travaux Pratiques
- Recherche des mycotoxines dans les céréales
- Dosage des nitrates et nitrites dans l'eau de boisson
- Visite d'unités de toxicologie dans des laboratoires

2ème année (L2) du Parcours
Analyses Biologiques et Expérimentation (ABE)
التحاليل والتجارب البيولوجية

Fiche de présentation de la Licence

1. Identification de la Licence

Domaine	**Sciences et Technologies**
Mention	**Biotechnologie**
Parcours proposés	**Analyses Biologiques et Expérimentation (ABE)** **تحاليل وتجارب بيولوجية**

2. Métiers visés

Cette licence forme aux métiers suivants :

Cette Licence forme des candidats à la maîtrise des méthodes d'analyses biologiques de références mais aussi des nouvelles technologies mis à la disposition de la Biologie. Cette formation forme également des compétences dans le secteur de l'expérimentation et plus particulièrement en RDI "Recherche, Développement et Innovation" dans différents secteurs d'application : Santé humaine et animale, valorisation des ressources animales et végétales, ...

La liste des métiers visés à la sortie de cette formation selon « Référentiel Tunisiendes Métiers et des Compétences » (RTMC): A1303, H1210, H1503, J1302

A1303 : Technicien / Technicienne d'expérimentation ;

H1210 : Agent / Agente de laboratoire de recherche industrielle, Assistant / Assistante de laboratoire de recherche, Assistant / Assistante technique d'études en recherche ; Assistant / Assistante technique d'expérimentation ; Assistant / Assistante technique de recherche ; Préparateur / Préparatrice en laboratoire de recherche ; Technicien / Technicienne analyses et essais en recherche etdéveloppement ; Technicien / Technicienne biologiste en recherche développement ; Technicien / Technicienne d'expérimentation en recherche ; Technicien / Technicienne d'expérimentation en recherche développement ; Technicien / Technicienne de laboratoire de développement analytique ; Technicien / Technicienne de laboratoire de recherche ; Technicien / Technicienne de mesure-essai en recherche et développement ; Technicien / Technicienne de recherche appliquée ; Technicien / Technicienne en développement ; Technicien / Technicienne en expérimentation animale ; Technicien / Technicienne en expérimentation végétale ; Technicien / Technicienne en recherche scientifique ; Technicien / Technicienne en recherche développement ; Technicien / Technicienne laboratoire de recherche développement ;

H1503 : Aide de laboratoire d'analyse industrielle ; Aide-biochimiste d'analyse industrielle ; Aide-biologiste d'analyse industrielle ; Analyste biologie-microbiologie en industrie ; Analyste de laboratoire en industrie pharmaceutique ; Biochimiste en laboratoire d'analyse industrielle ; Biochimiste en laboratoire de contrôle en industrie ; Biologiste de contrôle fabrication en industrie ; Chargé / Chargée d'analyses physico-chimiques deLaboratoire ; Technicien / Technicienne biologiste en laboratoire d'analyse industrielle ; Technicien / Technicienne biologiste en laboratoire de contrôle en industrie ; Technicien / Technicienne bactériologiste en laboratoire de contrôle en industrie

J1302 : Préparateur / Préparatrice de laboratoire d'analyses médicales ; Technicien/Technicienne de

laboratoires d'analyses Médicales.

3. Compétences développées

Compétences cognitives (savoir)

- Posséder des connaissances en biologie cellulaire et moléculaire, en Biologie animale et végétale, en biochimie, en chimie et en physique
- Maitriser les normes de sureté et sécurité
- Maîtriser les outils informatiques
- Maîtriser l'utilisation des appareils et équipements

Compétences procédurales (savoir-faire)

- Effectuer les différentes manipulations d'analyses de laboratoire
- Assurer la maintenance des équipements
- Gérer les stocks de matériel et de produits
- Maitriser la lecture des fiches techniques (Anglais)
- Connaître et appliquer les règles de sécurité et d'hygiène
- Evaluer les risques chimiques et biologiques des produits utilisés

Compétences comportementales (savoir-être)

- *Habileté et curiosité*
- *Minutie et précision*
- *Rigueur et vigilance*
- *Organisation et méthode*
- *Autonomie et esprit critique*
- Initiative
- Travail en équipe

4. Principales matières de la première année

Biologie cellulaire & Génétique
Biologie Animale & Biologie Végétale
Biochimie et Microbiologie
Chimie
Maths et Physique

5. Durée du tronc commun

X 1er Année

6. Conditions d'accès à la formation

Nature du Bac	*Oui*	*Non*
xBac Mathématiques	X	
Bac Sciences expérimentales	X	
Bac Informatique		X
Bac Technique		X

Nature du Bac	*Oui*	*Non*
Bac Economie et Gestion		x
Bac Lettres		X
Bac Sport		X
Autres (à préciser) :		

Test d'admission : ☐ Oui ☒ Non

Maquette du semestre 3 – 2ème année de Licence (L2-S3)

L2- S3- ABE (Analyses Biologiques et Expérimentation) التحاليل والتجارب البيولوجية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biochimie et enzymologie**	UEF310	UEF311	Biochimie métabolique	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : métabolisme et enzymologie		UEF312	Enzymologie	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
2	UE : **Physiologie animale/végétale**	UEF320	UEF321	Physiologie animale	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Comp : Fonctionnement des différents organes animaux/végétaux et Maîtrise de techniques d'analyse		UEF322	Physiologie végétale	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
3	UE : **Biologie moléculaire et immunologie**	UEF330	UEF331	Biologie moléculaire	1h30	0h30	0h30	2	5	1	2,5		X
	Com : Comprendre la biochimie des molécules de l'hérédité et le fonctionnement du système immunitaire		UEF332	Immunologie	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP310	UEF310	**Recherches bibliographiques ciblant le métier**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO310	UEO311	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		
	Com :		UEO312	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			
6	UE : Transversale	UET310	UET311	**Au choix de l'établissement**	1h30			2	4	1	2	X	
	Com :		UET312	**Au choix de l'établissement**	1h30			2		1		X	
TOTAL					**28h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 3 : contenu préparé par la commission nationale sectorielle, commun à tous les parcours de biologie (voir contenu plus loin).

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S3

UEF 310 : Biochimie / Enzymologie

Les compétences visées par le cours de cette UE seront développées à l'aide :

- D'un cours magistral moyennant des TIC et des outils pédagogiques numériques
- d'exposés magistraux
- de Proposition de sujets de recherche ou de mini-projets qui seront traités par groupe et par thématique à la fin du semestre

ECUE 311 : Biochimie métabolique

Objectifs

- Connaissance générale du métabolisme intermédiaire
- Compréhension approfondie des mécanismes réactionnels des principales voies métaboliques et leurs régulations
- Intégration de ces voies métaboliques dans la compréhension de certaines maladies métaboliques chez l'homme et l'étude de quelques particularités métaboliques chez certains microorganismes

Le contenu de cet ECUE se focalise sur :

- Le Métabolisme des lipides : biosynthèse des acides gras et leurs dégradation (β oxydation) ; les lipoprotéines.
- Le Métabolisme des glucides : La glycolyse et voie des pentoses-phosphates, Le cycle de Krebs, La néoglucogenèse, régulation du métabolisme énergétique et réactions d'oxydoréduction.
- Le Métabolisme des Acides Aminés (AA) : Réactions de Désamination et de Transamination. Cycle de l'Urée.
- Les maladies métaboliques : Exemples de troubles métaboliques; Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme du cours

Chapitre 1: Métabolisme des glucides

1. Glycolyse et Voie des pentoses phosphates
2. Cycle de Krebs
3. Notion de bioénergétique et réactions d'oxydoréduction
4. Néoglucogenèse chez les animaux et cycle glyoxylique chez les oléagineux
5. Métabolisme glucidique chez les microorganismes

Chapitre 2: Métabolisme des lipides

1. Biosynthèse des acides gras
2. Catabolisme des acides gras (β-oxydation)
3. Les lipoprotéines

Chapitre 3: Métabolisme des acides aminés

1. Vue générale du métabolisme des acides aminés
2. Les réactions de Transamination et Désamination
3. Cycle de l'urée

Chapitre 4: Les troubles métaboliques

1. Les maladies métaboliques
2. Exemples de troubles métaboliques : l'obésité
3. Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)

TP1 : Manipulation1: Dosage du glucose
TP2 : Manipulation2: Dosage des triglycérides et du cholestérol
TP3 : Manipulation3: Dosage des transaminases

Travaux Dirigés (TD)

TD1 : Notion de bioénergétique
TD2 : Glycolyse et Cycle de Krebs
TD3 : Catabolisme des acides gras (β-oxydation) et Biosynthèse des acides gras
TD4 : Néoglucogenèse chez les animaux et chez les végétaux
TD5 : Transamination et Désamination et Cycle de l'urée

ECUE 312 : Enzymologie

Objectifs

L'objectif primordial de cet ECUE est d'avoir des connaissances générales sur les enzymes et leur régulation. Le contenu de cet enseignement porte sur la cinétique chimique et la cinétique enzymatique (reconnaissance Enzyme-Substrat; la spécificité de réaction enzymatique, localisation, classification des enzymes, notion d'ordre de réaction …) ; Cinétique des réactions enzymatiques à 1 substrat ; notion de vitesse ; Equation de Michaélis-Menten: représentations graphiques (Michaelis et Menten ; Lineweaver et Burk; Eadie Hofstee; Hanes-Woolf), détermination de K_M , V_m et k_{cat} ; Influence de la température et du pH. ; Notion d'inhibitions simples réversibles (Compétitive, non Compétitive, incompétitive); Exemples d'applications industrielles des enzymes.

Programme du cours

Introduction

Chapitre 1: les propriétés générales des enzymes

1. Structure des enzymes, notion de cofacteurs
2. Spécificité de la catalyse enzymatique
3. Nomenclature et classification des enzymes

Chapitre 2: Cinétique Michaelienne à un seul substrat

1. Rappel de cinétique chimique
2. Unités d'activité enzymatique, Activité spécifique, Turn Over…..
3. Vitesse initiale de la réaction enzymatique
4. Variation de Vi en fonction de [S] et [E]
5. Equation de Michaelis et Menten et constantes cinétiques (Km, V max)
6. Différentes représentations graphiques

Chapitre 3: Les effecteurs de la réaction enzymatique

1. Les différents types d'effecteurs (température, pH, …)
2. Inhibition de l'activité enzymatique

Chapitre 4: Enzymologie Appliquée

1. Les enzymes industrielles
2. Méthodes d'immobilisation des enzymes

Chapitre 5: Applications des enzymes dans l'industrie

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)

TP1. Extraction de l'invertase de la levure de boulangerie
TP 2. Mesure de l'activité en fonction du temps
TP 3. Effet de la concentration du substrat en fonction du temps
TP 4. Détermination des paramètres cinétiques
TP 5. Inhibition de l'invertase

Travaux Dirigés (TD)

TD1 : Cinétique chimique
TD2 : Cinétique enzymatique
TD3 : Les inhibiteurs de l'activité enzymatique

UEF 320 : Physiologie animale/végétale

ECUE 321 : Physiologie animale : Grandes fonctions et homéostasie

Objectifs

L'objectif principal est d'assurer la maîtrise des grands principes de physiologie générale qui permettra aux étudiants d'aborder par la suite les autres modules de physiologie animale et expérimentations. Les enseignements pratiques sont réalisés sur du matériel dédié à l'expérimentation animale, par une approche intégrée allant de l'activité cellulaire à la réponse de l'organisme. Les enseignements de cette unité visent à:

- Comprendre les grands principes de l'homéostasie et de la régulation du milieu intérieur.
- Comprendre les échanges membranaires et les échanges entre les différents compartiments de l'organisme animal
- Comprendre le fonctionnement normal et pathologique des niveaux de régulation notamment par le système nerveux et endocrinien.
- Connaître les mécanismes et les bases cellulaires et moléculaires de la contraction musculaire et de l'énergétique de la contraction.
- Connaitre les règles et les méthodes d'expérimentation animale

Programme du cours

Chapitre 1: Milieux intérieurs et Homéostasie

1. Les compartiments liquidiens
   1.1. Définition et caractéristiques du milieu intérieur
   1.2. Classification des compartiments liquidiens de l'organisme
   1.3. Volume des composants liquidiens de l'organisme
2. Propriétés physicochimiques des compartiments liquidiens
   2.1. Compartiment plasmatique
   2.2. Compartiment interstitiel
   2.3. Compartiment lymphatique: organes lymphoïdes et circulation lymphatique
   2.4. Compartiment intracellulaire
3. Les échanges liquidiens entre les compartiments
   3.1. Les gradients osmotiques et ioniques
   3.2. Osmorégulation
   3.3. Les mécanismes homéostatiques

Chapitre 2: Le sang et le système vasculaire

1. Hématologie
   1.1. Etude des éléments figurés du sang ; composition organique et ionique du sang; hématopoïèse, érythropoïèse et facteurs régulateurs
   1.2. Fonctions du sang : Structure et fonction de l'hémoglobine, transport des gaz dans le sang et équilibre acido-basique
2. Structure et caractéristiques des vaisseaux du système vasculaire
   2.1. Structure de la paroi des artères, des veines et des capillaires de la microcirculation
   2.2. Notions de débit sanguin, résistance et pression sanguine: Définitions; Influences de la viscosité du sang, longueur et diamètre des vaisseaux

Chapitre 3: Physiologie Endocrine

1. Structure et biosynthèse des hormones
2. Transport des hormones dans le sang

3. Mécanisme d'action des hormones: Activation des récepteurs membranaires, activation des récepteurs intracellulaires - action *via* les seconds messages – action *via* les facteurs de transcription et activation génique
4. L'axe hypothalamo-hypophysaire – Les cellules neurosécrétrices – Les glandes endocrines périphériques
5. Mécanisme de la rétroaction hormonale (feedback positif ou négatif)
6. Les troubles endocriniens et les pathologies associées
7. Techniques d'endocrinologie: Méthodes de dosage des hormones plasmatiques: RIA, ELISA, expression des récepteurs

Chapitre 4: Physiologie Nerveuse

1. Anatomie du système nerveux: organisation structurale et fonctionnelle du système nerveux central et périphérique
2. Physiologie du neurone: Classification, Excitabilité et fonctions
3. Physiologie du nerf: Classification, Excitabilité, Mode et vitesse de la conduction de l'influx nerveux
4. Système nerveux végétatif: système nerveux somatique, entérique et autonome, structure des voies efférentes, les ganglions du système nerveux autonome, pharmacologie des neurones pré- et post- ganglionnaire.
5. Potentiels membranaires: potentiel de repos, potentiels électrotoniques et potentiel d'action.
6. Les synapses: les synapses électriques, les synapses chimiques, les synapses gazeuses (NO).
7. La neurotransmission: les messagers chimiques, rôles et mécanismes d'action
8. La transmission Neuromusculaire: Mécanisme couplage activité électrique et mécanique du muscle squelettique avec les réflexes médullaires

Chapitre 5 : Physiologie Appliquée à la Bio-expérimentation

1. Comportement animal de laboratoire
   Procédés expérimentaux d'évaluation du comportement animal: évaluation des états de stress, d'algésie, de motricité et d'apprentissage
2. Pharmacodynamique des drogues
   Test de toxicité animale (DL50)
   Pharmacodépendance
   Les différentes cibles des médicaments ou des drogues
3. Hygiène et santé de l'animal
   Statut microbiologique
   Statut parasitologique, infections, conditions de mise en quarantaine
   Conditions d'expérimentation animale: Acclimatation et adaptation de l'animal, Adaptation aux conditions de l'expérimentation, le devenir de l'animal après l'expérimentation (Réutilisation dans une nouvelle procédure ; remise en liberté, Euthanasie)

Programme des TP/TD

Objectifs

Étudier les fonctions physiologiques animales non pathologiques.

Techniques : Manipulation, contention, Dissection. Micromanipulation. Interprétation et mise en forme des résultats expérimentaux. Bases de l'utilisation des petits matériels de laboratoire. Acquisition informatique des données physiologiques: Système Expérimentation Assisté par Ordinateur ExAO.

Programme des travaux dirigés (4 h)

- Séance 1 (TD): Protection de l'animal en expérimentation biologique: Intérêt et objectifs de la bio-expérimentation, Conditions et légalité de l'expérimentation animale: cadre réglementaire et bioéthique, La règle des 3 R: réduire, raffiner, remplacer

- Séance 2 (TD): Physiopathologies des animaux de laboratoire: la douleur au cours de l'expérimentation animale (Physiologie de la douleur), Infections, Thermorégulation, Régulation de la respiration et du rythme cardiaque, contrôle de la sensibilité

Programme des travaux pratiques (17 h)

- Séance 1 (TP): Manipulations et soins des animaux de laboratoire: contention, anesthésie, dissection, prélèvements et conservation des fluides biologiques et organes, euthanasie
- Séance 2 (TP): Frottis sanguin, mesure du volume sanguin et détermination du groupe sanguin et de l'hématocrite chez le rat
- Séance 3 (TP): Etude anatomique et histologique des principales glandes endocrines chez le rat.
- Séance 4 (TP): Etude d'une préparation nerf-muscle chez le rongeur : Contrôle nerveux de la motricité musculaire et étude de la transmission synaptique. Et étude des réflexes médullaires

ECUE 322 : Physiologie végétale : les grandes fonctions : Relations hydriques et nutrition minérale, Photosynthèse et respiration, régulation de la croissance, dormance et germination, floraison

Objectifs

Permettre à l'étudiant d'acquérir une formation sur les grandes fonctions végétales et leur régulation : relations hydriques, nutrition, l'activité photosynthétique, la respiration, la croissance et sa régulation, la dormance, la floraison.

Programme du cours

Chapitre 1 : Relations hydriques et nutrition minérale

1. Relation plante - eau (propriétés de l'eau, potentiel hydrique et ses composantes, absorption et passage de l'eau à travers les membranes cellulaires, transport de l'eau dans la plante, transpiration).
2. Nutrition minérale : macroéléments et microéléments, absorption et transport des minéraux, mécanismes de transport, nutrition azotée.

Chapitre 2 : Photosynthèse et respiration végétale

1. Photosystèmes et absorption de la lumière
   1.1. Chaîne de transport des électrons et synthèse d'ATP
   1.2. Fixation du CO2 (cycle de Calvin)
   1.3. Aspects physiologiques et environnementaux de la photosynthèse
   1.4. Types de métabolisme carboné (plantes en C3, C4 et CAM)
   1.5. Photorespiration

2 Respiration végétale

2.1. Glycolyse

2.2. Cycle de Krebs

2.3. Oxydation phosphorylante

Chapitre 3 : Régulateurs de croissance végétale (phytohormones)

1. Lieu de synthèse
2. Transport
3. Rôles physiologiques

Chapitre 4 : Dormance et germination

1. Types de dormance
2. Etapes de germination
3. Contrôle phytohormonal (dormance/germination)

Chapitre 5 : Floraison

1. Etapes de floraison
2. Vernalisation
3. Photopériodisme

Programme des TP/TD

Mise en évidence des processus physiologiques des végétaux par des expériences au laboratoire (mesure du potentiel hydrique, mesure de la vitesse de transpiration sous l'effet de différents facteurs, dosage des éléments minéraux dans la plante (notion de carence et de toxicité), extraction, séparation et dosage des pigments photosynthétiques et étude des différentes phases de la germination.

TP &TD 1- Graines et germination
TP &TD 2- Croissance végétale
TP &TD 3- Photosynthèse
TP &TD 4- Respiration
TP &TD 5- Nutrition et Equilibre Hydrique

UEF 330 : Biologie moléculaire et Immunologie

ECUE 331 : Biologie moléculaire

Objectifs

Connaitre les processus moléculaires ordonnés et compartimentés impliqués dans la biosynthèse des acides nucléiques et des protéines, connaitre les enzymes et les facteurs protéiques permettant l'initiation, l'élongation et la terminaison de la réplication, de la transcription et de la traduction ainsi que les processus de réparation.

Les pré-requis nécessaires

Biochimie structurale, Biologie cellulaire, Génétique.

Programme du cours

Chapitre 1 : Introduction à la Biologie Moléculaire - Structure des Acides Nucléiques

1. Composition chimique de l'ADN et de l'ARN
2. La molécule d'ADN: Structures primaire et secondaire
3. La molécule d'ARN: Caractéristiques, appariements et les différents types d'ARN

Chapitre 2 : Organisation des gènes et des génomes

1. Les génomes des Eucaryotes (taille, organisation des gènes, familles des gènes...)
2. Les génomes des Procaryotes (génome chromosomique et génome plasmidique)
3. Les génomes des Virus

Chapitre 3 : La réplication de l'ADN

1. Caractéristiques fondamentales de la Réplication de l'ADN
2. Mécanismes de la Réplication de l'ADN chez les Procaryotes (E. coli)
   - 2.1. Initiation de la Réplication
   - 2.2. Elongation ou Polymérisation par l'ADN polymérase
   - 2.3. Terminaison de la Réplication
3. Mécanismes de la correction (édition) et de la réparation de l'ADN

Chapitre 4 : La transcription de l'ADN

1. Mécanismes de la Transcription des gènes Procaryotes
   - 1.1. Initiation de la Transcription
   - 1.2. Elongation de la Transcription
   - 1.3. Terminaison de la Transcription
2. Transcription des gènes des ARNr et des ARNt chez les Procaryotes
3. Mécanismes de la Transcription des gènes Eucaryotes
   - 3.1. Initiation de la Transcription
   - 3.2. Elongation de la Transcription
   - 3.3. Terminaison de la Transcription
4. Modifications post-transcriptionnelles chez les Eucaryotes

Chapitre 5 : La traduction de l'ARNm

1. Eléments nécessaires à la Traduction (ARNt, ribosomes, acides aminés...)
2. Le code génétique
3. Mécanismes de la Traduction chez les Procaryotes et les Eucaryotes
   - 3.1. Initiation de la Traduction
   - 3.2. Elongation de la Traduction
   - 3.3. Terminaison de la Traduction

Programme des TP/TD

TP:

* Extraction de l'ADN chromosomique et de l'ADN plasmidique, quantification par DO et sur gel, contrôle de la qualité (pureté)...
* Réaction de Transcription in vitro, quantification et contrôle de l'intégrité de l'ARN...

TD:

Séries d'exercices basés sur des expériences se rapportant sur la réplication, la transcription et la traduction.

ECUE 332 : Immunologie

Objectifs

Etude des constituants du système immunitaire en relation avec son rôle dans le maintien de l'intégrité de l'organisme

Initiation à l'immunologie appliquée

Programme du cours

Introduction

1. Notion d'antigène et structures de reconnaissance
2. Soi, Non soi, tolérance et auto-immunité
3. Rôles et propriétés du système immunitaire

Chapitre 1 : Les organes, les cellules et les molécules de l'immunité

1. Les organes lymphoïdes : Localisation, structure et fonction
2. Les différentes cellules immunitaires : morphologie, fonction, marqueurs de différentiation
3. Différentiation du système hématopoïétique et ontogénie de lymphocytes B et T
4. La circulation des cellules de l'immunité
5. Les principales molécules : les anticorps, le complément, les cytokines

Chapitre 2 : Les médiateurs de l'immunité

Section I : Les anticorps

1. Structure et fonction
2. Notion d'anticorps polyclonaux et monoclonaux.
   2.1. Principe d'obtention : hybridation cellulaire
   2.2. Banques combinatoires d'anticorps et banques de peptides
   2.3. Production in vitro et in vivo
3. Utilisation des anticorps dans les domaines de l'agroalimentaire et du cosmétique, en clinique et en recherche fondamentale

Section II : Le complément

Structure, classification et fonction

Section III : Les cytokines

1. Structure, classification et fonction
2. Cytokines en thérapie

Chapitre 3 : L'immunité innée

1. Les barrières naturelles
2. La réaction inflammatoire
3. Les cellules de l'immunité innée

Chapitre 4 : L'immunité adaptative

1. Propriétés : notion de spécificité, diversité et mémoire, application à la vaccination et la sérothérapie
2. Les étapes de la réponse : activation, prolifération, différentiation
3. Les étapes effectrices: les étapes de la réponse adaptative : présentation antigénique, reconnaissance spécifique, activation, prolifération, différenciation et phase effectrice

Chapitre 5: Exploration cellulaire et moléculaire du système immunitaire

1. Principe d'obtention : hybridation cellulaire
2. Banques combinatoires d'anticorps et banques de peptides
3. Production d'anticorps *in vitro et in vivo*

Applications

1. Utilisation des anticorps pour la recherche, le diagnostic et l'immunothérapie
2. Utilisation des cytokines en immunothérapie
3. Thérapies cellulaires

Programme des TP/TD

1. Structure et diversité des anticorps : purification des Ig et d'anticorps par chromatographie
2. Préparation d'anticorps monoclonaux
3. Les réactions antigène / anticorps (affinité, avidité, spécificité) et techniques d'étude
4. Le phénotypage lymphocytaire par cytométrie en flux
5. ELISA et immunoempreinte

UAP 310 : Activités pratiques
Recherches de documents techniques et scientifiques pour le développement du projet de métier

Compétences visées

- Se familiariser avec les différents métiers et les alternatives professionnelles, en relation avec le parcours
- Acquérir la méthodologie de recherche documentaire
- Maîtriser les outils et techniques de communication nécessaires à une pratique professionnelle
- Savoir établir et rédiger un rapport technique et d'activité professionnelle

Protocole divisé en 5 séances de TD évalués en contrôle continu

1. Choisir un métier d'après la liste proposée dans la fiche de présentation
2. Connaître l'utilité de l'installation pour le propre compte, et la création de son propre projet
3. Savoir situer ce métier dans l'échiquier socio-économique national, et même international
4. Recherche documentaire: Méthodologie de recherche documentaire et aspects précis, visés par cette recherche
5. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
6. Bilan recherche documentaire : Elaborer une carte métier et présenter un Oral collectif: acquisition des connaissances en communication orale et en synthèse bibliographique
7. Rapport individuel avec travail sur les publications et élaboration d'un projet personnel avec constitution d'un document de preuves et de compétences
8. Acquisition des méthodes utiles à l'insertion professionnelle : consolidation des acquis : écrit (expression et compréhension), oral (prise de parole, interaction)
   - Rédaction d'un CV avec mise en valeur des compétences acquises
   - Rédaction d'une lettre de motivation
   - Simulation d'entretien
9. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
10. Bien cerner les aspects liés aux ressources humaines et financières du projet.

Maquette du semestre 4 – 2ème année de Licence (L2-S4)

L2- S4- ABE (Analyses Biologiques et Expérimentation) التحاليل والتجارب البيولوجية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Analyses immunologiques et génétiques**	UEF410	UEF411	Analyses immunologiques	1H00		1H00	2	5	1	2,5		X
	Com : Maitriser les analyses immunologiques et génétiques		UEF412	Analyses génétiques	1H30		1H00	3		1,5			X
2	UE : **Analyses cellulaires et microbiologiques**	UEF420	UEF421	Analyses cellulaires	1h00	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Maitriser les analyses cellulaires, tissulaires et microbiologiques		UEF422	Analyses microbiologiques	1h00	0h30	1h00	3		1,5			X
3	UE : **Analyses physicochimiques et métrologie**	UEF430	UEF431	Analyses physicochimiques des biomolécules	1h00		1h00	2	4	1	2		X
	Com : maitriser les analyses des biomolécules et les processus de mesure et d'instrumentation		UEF432	Métrologie et instrumentation	1h30	0h30	0h30	2		1			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP410	UAP410	**Au choix de l'établissement Spécifique à la mention**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO410	UEO411	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		
	Com :		UEO412	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3		1,5			
6	UE : Transversale	UET410	UET411	**Au choix de l'établissement**	2h00			2	4	1	2	X	
	Com :		UET412	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**27h00**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 4 : au choix de l'établissement mais ciblant la mention biotechnologies. Exemples :

Séances sur les appareillages, l'apport de chacun, leur mode d'emploi, leur maintenance et les risques qu'ils peuvent causer.

Séances d'activités de paillasse ou de visites de plateformes scientifiques ou de centres de recherche…

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S4

UEF 410 : Analyses immunologiques et génétiques

ECUE 411 : Analyses immunologiques

Objectifs

- Initiation à l'immunologie appliquée et l'utilisation des médiateurs de l'immunité dans les domaines de l'agroalimentaire, du cosmétique, de la clinique et de la recherche fondamentale

Programme du cours

Chapitre 1: Exploration cellulaire et moléculaire du système immunitaire

Chapitre 2: Les anticorps monoclonaux et recombinants

1. Principe d'obtention : hybridation cellulaire
2. Banques combinatoires d'anticorps et banques de peptides
3. Production *in vitro et in vivo*

Chapitre 3 : Applications

1. Utilisation des anticorps pour la recherche, le diagnostic et l'immunothérapie
2. Utilisation des cytokines en immunothérapie
3. Thérapies cellulaires

Programme des TP/TD

1. Purification des Ig et d'anticorps par chromatographie
2. Préparation d'anticorps monoclonaux si possible
3. Les réactions antigène anticorps et techniques d'étude
4. ELISA et Immunoempreinte
5. Utilisation des anticorps en tant qu'outils de recherche et de diagnostic
6. Méthodes de séparation des cellules immunitaires : gradient de densité, immunocapture
7. Marquage et numération des lymphocytes : Immunofluorescence, Cytométrie de flux.

ECUE 412 : Analyses génétiques

Objectifs

Acquérir les différentes méthodes d'nalyse génétique de base

Programme du cours

Introduction Rappel sur la structure de l'ADN, structure de l'ARN et différentes classes,

Chapitre 1 : Propriétés Physico-chimiques

1. Absorption UV
2. Dénaturation/renaturation, hybridation moléculaire
3. Réplication, Transcription, Traduction

Chapitre 2 : Les différents types de mutations

1. Mutations ponctuelles (substitution, frame shift et leurs conséquences)
2. Mutations chromosomiques (polyploidie, aneuploidie, délétion, inversion, translocation)
3. Mutation de répétition (microsatellites, minisatellites)

Chapitre 3 : Méthodes d'analyse génétique

1. Techniques cytologiques (génétique + microscopie) et caryologiques
2. Techniques biochimiques et cellulaires
3. Technologies des acides nucléiques
   3.1. Clonage moléculaire : enzymes, vecteurs, cellules hôtes, banques génomiques et banques cDNA, criblage
   3.2. PCR, RFLP, ISSR, Séquençage
4. Approche d'analyse des populations (structure génétique des pop et Equilibre HW)

Chapitre 4 : Génotypage et empreinte génétique

1. Applications en agriculture : Identification variétale, Certification des semences et des races animales, Détection des OGM
2. Application légale (empreinte génétique et test de paternité)
3. Application médicale (diagnostic anténatal, conseil génétique)

Programme des TP/TD

Les TD/TP sont des applications sur le continu du cours.

UEF 420 : Analyses cellulaires et microbiologiques

ECUE 421 : Analyses cellulaires

Objectifs

L'accent sera mis sur la capacité d'intégration des diverses techniques analytiques courantes et émergentes dans le domaine de la biologie cellulaire.

Connaitre les techniques (Imagerie cellulaire, cytométrie en flux, microtitration) qui permettent d'analyser en parallèle de multiples paramètres cellulaires structuraux et fonctionnels ainsi que techniques dédiées à l'acquisition, à la mesure et à l'analyse du contenu cellulaire à partir de différents supports (cellules in situ, cellules en culture sur lames ou plaques).

Ainsi, ce module permet de dispenser une formation d'excellence en concepts et méthodologies cytomiques (Culture Cellulaire, Microscopie, Imagerie, Cytométrie en flux, Microfluorimétrie…) relatives à l'analyse des activités cellulaire (prolifération, migration, différenciation, métabolisme, inflammation, oxydation, mutagénicité, mort cellulaire) de la dynamique cellulaire et leur application potentielles en bioproduction, toxicologie, pharmacologie, diagnostique…

Programme du cours

Chapitre 1: Données sur la Biologie et la Physiologie Cellulaire

1. Rappel sur l'organisation de la cellule

- Structure et fonctions des compartiments et organistes cellulaires
- Trafic intracellulaire et dynamique du transport membranaire

2. Régulation fonctionnelle de l'Adhésion cellulaire

- Composants moléculaires du cytosquelette
- Molécules d'adhérence cellulaire
- Régulation fonctionnelle de l'expression des récepteurs d'adhésion
- Dynamique du micro environnement cellulaire : La matrice extracellulaire et matrisome – Acteurs moléculaire du dialogue cellule/matrice

3. Les événements du cycle cellulaire

- Régulation du cycle cellulaire
- Réseaux de gènes et protéines (cyclin-Cdk, CKI, E2F, SCF, APC, cdc20, cdc25, cdh1, cdc14)
- Mécanismes de différenciation cellulaire : approche transcriptomique et protéomique
- Notions des cellules souches pluri-toti- et multipotentes

4. Mécanismes cellulaires et moléculaires de la mort cellulaire

- Voies de la mort par apoptose
- Mécanisme moléculaire de la mort nécrotique
- Voie de mitophagie et d'autophagie

Chapitre 2: Méthodologies d'analyse cellulaire

1. Les méthodes d'observation: La Microscopie

1.1. Méthodes et techniques d'observations des cellules

1.1.1. Microscopie optique à lumière transmise

1.1.2. Microscope électronique

1.1.3. Microscopie à fluorescence et ses dérivés (microscope confocal, Microscope 3D spectrale et confocale à balayage laser)

1.2. Techniques de préparation des échantillons et microdissection cellulaire

2. Applications de la microscopie et de l'imagerie

2.1. Etude des interactions moléculaires

2.2. Mise en évidence de l'apoptose

2.3. Etude du trafic cellulaire et de la mobilité moléculaire

Techniques *FRET (fluorescence resonance energy transfer),*
FRAP, *FLIP (fluorescence loss in photobleaching)*

2.4. Le *Live Cell Imaging*

a) Analyse de la division cellulaire
b) Analyse de la différenciation cellulaire
b) Analyse de la migration cellulaire
c) Analyse de la plasticité cellulaire
d) Analyse de la phagocytose
e) Analyse de la cytotoxicité cellulaire
f) Analyse de la formation de la synapse immunologique
g) Analyse de la redistribution des protéines
h) Analyse Microbiologique
i) Analyse de l'inflammation et l'oxydation

Chapitre 3: Technologies d'analyse cellulaire

1. La Cytométrie en Flux

1.1. Principe et concept
1.2. Le choix des anticorps et des fluochromes
1.3. Analyse des résultats : simple, double marquages ou multiples marquage
1.4. Applications de la cytométrie en flux

2. Culture Cellulaire

2.1. Culture cellulaire, fusion cellulaire, transformation virale: Méthodologies et Applications
2.2. Apport de la cytométrie en flux à la culture cellulaire: Tri cellulaire
2.3. Cryopréservation des cellules et lignées cellulaires tumorales et/ou immortalisées
2.4. Lyse cellulaire et isolement d'organite de compartiments cellulaires
2.5. Microtitration et Microfluorimétrie

Programme des TP/TD

- Séance 1 (TP): Réalisation d'une culture cellulaire : Préparation du milieu de culture, dispersion cellulaire mécanique et/ou enzymatique, comptage et observation microscopique (utilisation du bleu de trypan) et mise en culture des cellules. Suivi de la culture et repiquage cellulaire.
- Séance 2 (TP): Méthodes d'étude et d'analyse de la Prolifération et Cytotoxicité cellulaire: Test MTT sur cellules et/ou lignée en culture (déterminer les doses cytotoxiques des molécules/extraits (DL50) Ou Evaluation des effets des molécules ou extraits sur la croissance cellulaire (Applications par cytométrie en flux si possible)
- Séance 3 (TP): Analyse de la Viabilité cellulaire : Test Crystal violet et/ou méthodes d'imagerie à l'aide de marqueurs spécifiques de la viabilité cellulaire
- Séance 4 (TP): Etude de la migration cellulaire : Test de la migration cellulaire à la suite d'une lésion mécanique ou chimique : Observation en microscopie optique et Analyse par Imagerie
- Séance 5 (TP): Extraction et concentration des produits cellulaires: Approches cytomiques : analyse du protéome, du lipidome et métabolome (dosage d'enzymes du métabolisme cellulaire, LDH)

ECUE 422 : Analyses microbiologiques

Objectifs

Analyse des particules microscopiques: Ces analyses consistent à identifier et à dénombrer une série de microorganismes indicateurs dans différentes matrices telles que les denrées alimentaires et les eaux destinées à la consommation humaine.

Programme du cours

Chapitre 1 : Taxonomie et identification microbienne

Rangs taxonomiques, systèmes de classification, caractéristiques principales utilisées en taxonomie, règnes d'organismes

Chapitre 2 : *Proteobacteria* non photosynthétiques

1 Bacilles vibrions et fermentaires : Entérobactéries, *Vibrio* et genres voisins*, Chromobacterium*

2 Bacilles oxydatifs et coques : *Pseudomonas,* Bactéries fixatrices d'azote, bactéries du vinaigre : *Acetobacter* et *Gluconobacter*

Chapitre 3 : Les bactéries Gram-positives : Firmicutes et Actinobactéries

1. Firmicutes *:* Bactéries lactiques : Physiologie et métabolisme, Nutrition et écologie, *Streptococcus, Lactobacillus*, autres genres importants ; Bactéries formant des endospores : *Bacillus* et *Clostridium*
2. Actinobacteria

Chapitre 4 : Analyse des particules microscopiques

Recherche et dénombrement des bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives : méthode par incorporation à la gélose

1. Coliformes fécaux : Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (thermotolérants) et confirmation à l'espèce *Escherichia coli* : méthode par filtration sur membrane
2. Coliformes totaux : Recherche et dénombrement des coliformes totaux : méthode par filtration sur membrane
3. Coliformes totaux et *Escherichia coli :* Recherche et dénombrement simultanés des coliformes totaux et d'*Escherichia coli* dans l'eau potable: méthode par filtration sur membrane
4. Entérocoques : Recherche et dénombrement des entérocoques : méthode par filtration sur membrane
5. Recherche de *Pseudomonas aeruginosa, Salmonella, Staphylococcus aureus* et autres

Programme des TP/TD

TP1. Caractérisations morphologique, microscopique et coloration différentielle.

TP2. Tests Biochimiques et enzymatiques d'identification bactérienne (Oxydase, catalase, uréase, amylase, gélatinase, VP, RM, DNase, réduction des nitrates et des sulfates...)

TP3. Tests métaboliques d'identification bactérienne (Oxydation/fermentation des sucres, diauxie, galeries API...)

TP4. Examen microbiologique des aliments : Dénombrement des germes aérobiques mésophiles totaux GAMT

TP4. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux dans les matrices alimentaires

TP5. Dénombrement et identification de *Staphylococcus aureus* et de *Bacillus cereus* dans les aliments

UEF 430 : Analyses physicochimiques et métrologie

ECUE 431 : Analyses physicochimiques des biomolécules

Objectifs

- Connaissance des différents domaines d'analyses physico-chimiques, pour la caractérisation, le contrôle et l'analyse de biomolécules
- Maitrise de l'utilisation des appareils et des techniques d'analyse de composés organiques et des biomolécules
- Les principales techniques d'extraction, de purification et d'analyse qualitative et quantitative des biomolécules présentes dans des extraits biologiques d'origine végétale ou animale, seront ainsi abordées.

Programme du cours

Chapitre 1 : Les Techniques Spectroscopiques

1. Introduction

1.1. Spectroscopie d'Absorption Moléculaire
1.2. Origine des spectres d'absorption

2. Spectrométrie Ultra-violet -Visible

2.1. Principe du spectrophotomètre et lois générales
2.2. Origine des spectres en relation avec les orbitales moléculaires
2.3. Chromophores des systèmes conjugués ; Groupements chromophores isolés.
2.4. Effets dus aux solvants : solvatochromie
2.5. Effets de la structure
2.6. Appareillage et Dosages des biomolécules : applications de la loi de BEER-Lambert

3. Spectroscopie Infra-Rouge (IR)

3.1. Présentation du spectre IR
3.2. Origine des absorptions dans le moyen IR
3.3. Modes Virationnels
3.4. Influences des liaisons hydrogènes et de la concentration sur la position de la bande d'absorption
3.5. Interprétation des spectres
3.6. Appareillage

4. Spectrométrie de Masse

4.1. Différents modes d'ionisation
4.2. Analyse des petites molécules
4.3. Analyse des protéines : détermination de leur PM

5. Résonnance magnétique nucléaire du proton (RMN ^{1}H)

5.1. Propriétés magnétiques du noyau
5.2. Principes
5.3. Déplacement chimique
5.4. Couplage Spin-Spin
5.5. Système de Spin
5.6. Application et modélisation moléculaire

6. Spectrofluorométrie

6.1. Principe de la fluorescence
6.2. Propriétés spectrales et mode de fonctionnement des fluochromes

Chapitre 2 : Techniques chromatographiques

1. Introduction

1.1. Classification selon la nature des phases
1.2. Classification selon les procédés et phénomènes chromatographiques
2. Les différents types de chromatographie
2.1. Chromatographie sur couche mince (CCM)
2.2. Chromatographie en phase gazeuse CPG
2.3. Chromatographie Liquide (LC-HPLC) : Les caractéristiques et performance des colonnes - Les différents modes de chromatographie liquide
3. Couplage Chromatographie – Spectrométrie : GC- MS : Chromatographie en phase Gazeuse couplée à la Spectrométrie de Masse

Chapitre 3: Techniques électrophorétiques
1. Généralités et principes de fonctionnement
2. Les différents types d'électrophorèse
2.1. Séparation des protéines sériques sur acétate de cellulose
2.2. Electrophorèse en gel de polyacrylamide (PAGE)
2.3. Electrophorèse bidimensionnelle
2.4. Electrophorèse sur agarose
2.5. Electrophorèse en champs pulsés
2.6. Electrophorèse capillaire
3. Les différentes méthodes de révélation

Chapitre 4: Méthodes isotopiques
1. Principe de l'utilisation des radio-isotopes
2. Utilisation et mesure de la radioactivité
3. Radio-protection

Programme des TP/TD

Objectifs spécifiques des TP: Selon les disponibilités des institutions, des séances de travaux pratiques seront réalisées et des exemples ont été proposés (ci-dessous) pour illustrer les enseignements théoriques. A l'occasion d'une même séance, on peut à la fois présenter les propriétés d'une molécule, la purifier, la doser et analyser sa structure, tout en effectuant un choix pertinent entre les différentes méthodes présentées ci-dessus.

TD : Les Méthodes d'extraction, de préparation et de fractionnement : Prélèvement - Conservation (congélation et lyophilisation) - Précipitation, dialyse et filtration - Centrifugation et ultracentrifugation
TP1 : Extraction et analyse du protéome cellulaire à partir *Saccharomyces cerevisiae* ou cellules de mammifères en culture. Dosage du taux de protéine totale par spectrométrie et séparation par des techniques chromatographiques (SDS-PAGE ; HPLC).
TP2 : Extraction et Analyse du lipidome cellulaire (cholestérol et/ou acides gras) par CPG
TP3 : Electrophorèse des protéines sériques et analyse quantitative
TP4: Extraction de la Vaniline de gousse de vanille : Quantification ; dosage spectrophotométrique de la vanilline Contrôle de pureté : CCM Détermination de la longueur d'onde maximale : spectre d'absorption de la vanilline 347 nm
TP 5 : Extraction, analyse et dosage des polysaccarides

ECUE 432 : Métrologie et instrumentation

Objectifs

Acquisition des principes de la métrologie en entreprise : exigences génériques et guides d'application pour le management du processus de mesure.

Confirmation des équipements de mesure utilisés pour démontrer la conformité des procédés et des produits.

Pour cela, l'étudiant doit :

- Maîtriser la notion d'unité de mesure, et d'erreur de mesure
- Rédiger des constats de mesures
- Déterminer les incertitudes de mesures en adoptant des moyens physiques et des calculs statistiques
- Comprendre la place de la métrologie dans les systèmes qualité

Programme du cours

Chapitre 1 : Problématique de la métrologie et Terminologie

1. Historique des systèmes et des unités de mesure
2. Définition de la métrologie
3. Définition de la chaine de mesure
4. Définition des systèmes de mesure
5. Les types de mesures
6. Vocabulaire de Métrologie (V.I.M.) : la norme NFX07001

Chapitre 2: Métrologie et structures de pilotage

Organisation de la métrologie au plan international et national

METROLOGIE : PLAN INTERNATIONAL

1. Création du Système métrique: Convention du mètre
2. Rôle du C.I.P.M., de la C.G.P.M.
3. Attributions du B.I.P.M.
4. Chaîne d'étalonnage internationale BIPM, - O.I.M.L.

METROLOGIE : PLAN NATIONAL

1. Métrologie légale (bureau de la Métrologie, D.R.I.R.E.)
2. Le Bureau National métrologique, les laboratoires nationaux, laboratoires associés, chaîne d'étalonnage nationale – Traçabilité
3. Chaîne nationale d'étalonnage
4. Raccordement des étalons de l'entreprise aux étalons nationaux. Traçabilité. Gestion des moyens
5. Normes de pilotage de secteur métrologie: ISO (9001, 14001, 22001, 17025, …)

Chapitre3: Etalon et étalonnage

1. Etalon et chaine d'étalonnage
2. Etalonnage et Vérification (circulaire B.N.M.- COFRAC de 1998, examen de Certificats d'étalonnage et de Constats de vérification en entreprise, étude d'une procédure d'étalonnage
3. Informations fournies par un Certificat d'étalonnage ou un constat de vérification (Tableau des résultats)

Chapitre 4: Importance de la métrologie dans la société et fonction métrologie

1. Métrologie et qualité
2. Rôle de système de mesure dans la transféraibilité des produits et des services
3. Métrologie légale et poinçonnage
4. Relation métrologie, instruments et qualité des produits dans une société
5. Analyse de norme: 17025 et 10012

6. Organisation: analyse des besoins, inventaire des moyens, adéquation « besoins moyens» – Choix des équipements, organisation d'un parc d'instruments, gestion du parc (Inventaire, marquage, étalonnage, vérification, fiche de vie, mise en service, planning des étalonnages et vérifications), norme NFX07-010 et conformité d'un instrument de mesure

Chapitre 5: Calcul des incertitudes

1. Rappel de statistique : population, échantillon, loi de distribution, moyenne, écart-type, variance
2. Notion d'incertitude de mesure (type A et type B)
3. Correction des erreurs de mesure
4. Calcul de l'écart-type global et de l'incertitude de mesure à un niveau de confiance donné
5. Recensement des incertitudes: Diagramme causes à effet (5M)
6. Incertitude type – Loi de distribution de l'évènement
7. Recherche des causes d'incertitudes – Bilan
8. Erreurs de mesure (erreur systématique, erreur aléatoire)
9. Loi de propagation des incertitudes
10. L'environnement normatif de la maitrise de mesure : Norme ISO 10012, ISO 19036: Calcul d'incertitude dans le domaine biologie

Chapitre 6 : Les solutions métrologie au sein de l'entreprise

1. La fonction métrologie interne
2. L'externalisation de la fonction métrologie

Programme des TP/TD

TP1 : Vérification et Etalonnage d'instrument de pesage : une balance (justesse, fidélité, exactitude)
TP2 : Vérification Etalonnage d'une micropipette
TP3 : Classification des masses
TD 1: Gestion de parc instruments
TD 2: métrologie des masses
TD 3: Métrologies de volumes
TD 4: Calcul d'incertitude type A
TD 5: Calcul d'incertitude type B

2ème année (L2) du Parcours Biotechnologies Végétales (BTV)
البيوتكنولوجيا النباتية

Fiche de présentation de la Licence

1. Identification de la Licence

Domaine	**Sciences et Technologies**
Mention	**Biotechnologie**
Parcours proposés	*Après une année de tronc commun en biologie, l'étudiant peut choisir le parcours* **Biotechnologie Végétale (BTV) بيوتكنولوجيا النبات**

2. Métiers visés

Cette licence forme aux métiers suivants :

- Chargé (e) de biovalorisation des ressources végétales
- Chargé (e) d'études agricoles
- Chargé (e) d'études du patrimoine naturel
- Chargé (e) d'études économiques en agriculture
- Chargé (e) d'études en biodiversité
- Chargé (e) d'études en développement agricole
- Chargé (e) de mission en biodiversité
- Chargé (e) de mission en agriculture
- Chargé (e) de recherche en agriculture
- Expert (e) agricole et foncier (e)
- Expert (e) forestier (e)

3. Compétences développées

A la fin de la formation, les participants doivent être capables de

Compétences cognitives (Savoir)

- Maitriser les bases théoriques et pratiques de la biotechnologie végétale qui ont été dispensées lors des enseignements formels et des ateliers pratiques mais également à l'occasion des stages en laboratoire et/ou en entreprise.

Compétences procédurales (Savoir-faire)

- Maitriser la biologie moléculaire pour la création variétale à savoir: les Notion de diversité génétique, marqueurs génétiques, distances génétiques, amélioration du rendement, amélioration de la qualité des plantes, amélioration de la résistance aux maladies et protection de l'environnement
- Formuler et caractériser de nouveaux produits et sous produits d'origine végétale
- Assurer l'amélioration de la production végétale
- Travailler dans un laboratoire ou sur terrain.

Compétences comportementales (Savoir-être)

- Créer son propre projet
- Identifier les ressources nécessaires pour un projet donné et élaborer le budget correspondant.

- Etre capable de mettre en place un système d'évaluation et d'amélioration en continue de son projet.
- Exploiter les logiciels d'acquisition et d'analyse de données avec un esprit critique
- Etre capable de travailler à la fois individuellement et en équipe.
- Prendre des initiatives pour réaliser ses idées créatives
- Etre capable de prendre les décisions par des preuves factuelles.
- Avoir un esprit de décideur avec une forte personnalité pour intégrer le milieu professionnel.
- Préparer un mastère dans la spécialité ou de poursuivre ses études à l'étranger.

4. Principales matières de la première année

Biologie végétale
Biologie cellulaire
Biologie moléculaire
Génétique
Biochimie
Maths, Physique et Chimie

5. Durée du tronc commun

X 1er Année

6. Conditions d'accès à la formation

Nature du Bac	***Oui***	***Non***
Bac Mathématiques	x	
Bac Sciences expérimentales	x	
Bac Informatique		x
Bac Technique		x

Nature du Bac	***Oui***	***Non***
Bac Economie et Gestion		x
Bac Lettres		x
Bac Sport		x
Autres (à préciser) :		x

Test d'admission : ☐ Oui ☒ Non

Maquette du semestre 3 – 2ème année de Licence (L2-S3)

L2- S3- BTV (Biotechnologies Végétales) البيوتكنولوجيا النباتية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biochimie et enzymologie**	UEF310	UEF311	Biochimie métabolique	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : métabolisme et enzymologie		UEF312	Enzymologie	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
2	UE : **Physiologie animale/végétale**	UEF320	UEF321	Physiologie animale	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Comp : Fonctionnement des différents organes animaux/végétaux et Maîtrise de techniques d'analyse		UEF322	Physiologie végétale	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
3	UE : **Génétique moléculaire et Génie des procédés**	UEF330	UEF331	Génétique moléculaire	1h30	1h00	0h30	3	5	1,5	2,5		X
	Comp : Comprendre le patrimoine génétique à l'échelle moléculaire, Comprendre et contrôler les procédés de transformation de la matière dans le cadre industriel		UEF332	Génie des Procédés	1h30	0h30	0h30	2		1			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP310	UAP310	**Recherches bibliographiques ciblant le métier**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO310	UEO311	**Immuno-immunotechnologie (option obligatoire)**	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		
	Com :		UEO312	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			
6	UE : Transversale	UET310	UET311	**Au choix de l'établissement**	2h00			2	4	1	2	X	
	Com :		UET312	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**29h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 3 : contenu préparé par la commission nationale sectorielle, commun à tous les parcours de biologie (voir contenu plus loin).

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S3

UEF 310 : Biochimie / Enzymologie

Les compétences visées par le cours de cette UE seront développées à l'aide :

- D'un cours magistral moyennant des TIC et des outils pédagogiques numériques
- d'exposés magistraux
- de Proposition de sujets de recherche ou de mini-projets qui seront traités par groupe et par thématique à la fin du semestre

ECUE 311 : Biochimie métabolique

Objectifs

- Connaissance générale du métabolisme intermédiaire
- Compréhension approfondie des mécanismes réactionnels des principales voies métaboliques et leurs régulations
- Intégration de ces voies métaboliques dans la compréhension de certaines maladies métaboliques chez l'homme et l'étude de quelques particularités métaboliques chez certains microorganismes

Le contenu de cet ECUE se focalise sur :

- Le Métabolisme des lipides : biosynthèse des acides gras et leurs dégradation (β oxydation) ; les lipoprotéines.
- Le Métabolisme des glucides : La glycolyse et voie des pentoses-phosphates, Le cycle de Krebs, La néoglucogenèse, régulation du métabolisme énergétique et réactions d'oxydoréduction.
- Le Métabolisme des Acides Aminés (AA) : Réactions de Désamination et de Transamination. Cycle de l'Urée.
- Les maladies métaboliques : Exemples de troubles métaboliques; Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme du cours

Chapitre 1: Métabolisme des glucides

1. Glycolyse et Voie des pentoses phosphates
2. Cycle de Krebs
3. Notion de bioénergétique et réactions d'oxydoréduction
4. Néoglucogenèse chez les animaux et cycle glyoxylique chez les oléagineux
5. Métabolisme glucidique chez les microorganismes

Chapitre 2: Métabolisme des lipides

1. Biosynthèse des acides gras
2. Catabolisme des acides gras (β-oxydation)
3. Les lipoprotéines

Chapitre 3: Métabolisme des acides aminés

1. Vue générale du métabolisme des acides aminés
2. Les réactions de Transamination et Désamination
3. Cycle de l'urée

Chapitre 4: Les troubles métaboliques

1. Les maladies métaboliques
2. Exemples de troubles métaboliques : l'obésité
3. Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)

TP1 : Manipulation1: Dosage du glucose
TP2 : Manipulation2: Dosage des triglycérides et du cholestérol
TP3 : Manipulation3: Dosage des transaminases

Travaux Dirigés (TD)

TD1 : Notion de bioénergétique
TD2 : Glycolyse et Cycle de Krebs
TD3 : Catabolisme des acides gras (β-oxydation) et Biosynthèse des acides gras
TD4 : Néoglucogenèse chez les animaux et chez les végétaux
TD5 : Transamination et Désamination et Cycle de l'urée

ECUE 312 : Enzymologie

Objectifs

L'objectif primordial de cet ECUE est d'avoir des connaissances générales sur les enzymes et leur régulation. Le contenu de cet enseignement porte sur la cinétique chimique et la cinétique enzymatique (reconnaissance Enzyme-Substrat; la spécificité de réaction enzymatique, localisation, classification des enzymes, notion d'ordre de réaction …) ; Cinétique des réactions enzymatiques à 1 substrat ; notion de vitesse ; Equation de Michaélis-Menten: représentations graphiques (Michaelis et Menten ; Lineweaver et Burk; Eadie Hofstee; Hanes-Woolf), détermination de K_M , V_m et k_{cat} ; Influence de la température et du pH. ; Notion d'inhibitions simples réversibles (Compétitive, non Compétitive, incompétitive); Exemples d'applications industrielles des enzymes.

Programme du cours

Introduction

Chapitre 1: les propriétés générales des enzymes

1. Structure des enzymes, notion de cofacteurs
2. Spécificité de la catalyse enzymatique
3. Nomenclature et classification des enzymes

Chapitre 2: Cinétique Michaelienne à un seul substrat

1. Rappel de cinétique chimique
2. Unités d'activité enzymatique, Activité spécifique, Turn Over…..
3. Vitesse initiale de la réaction enzymatique
4. Variation de Vi en fonction de [S] et [E]
5. Equation de Michaelis et Menten et constantes cinétiques (Km, V max)
6. Différentes représentations graphiques

Chapitre 3: Les effecteurs de la réaction enzymatique

1. Les différents types d'effecteurs (température, pH, …)
2. Inhibition de l'activité enzymatique

Chapitre 4: Enzymologie Appliquée

1. Les enzymes industrielles
2. Méthodes d'immobilisation des enzymes

Chapitre 5: Applications des enzymes dans l'industrie

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)

TP1. Extraction de l'invertase de la levure de boulangerie
TP 2. Mesure de l'activité en fonction du temps
TP 3. Effet de la concentration du substrat en fonction du temps
TP 4. Détermination des paramètres cinétiques
TP 5. Inhibition de l'invertase

Travaux Dirigés (TD)

TD1 : Cinétique chimique
TD2 : Cinétique enzymatique
TD3 : Les inhibiteurs de l'activité enzymatique

UEF 320 : Physiologie animale/végétale

ECUE 321 : Physiologie animale : Grandes fonctions, homéostasie

Objectifs

L'objectif principal est d'assurer la maîtrise des grands principes de physiologie générale qui permettra aux étudiants d'aborder par la suite les autres modules de physiologie animale et expérimentations. Les enseignements pratiques sont réalisés sur du matériel dédié à l'expérimentation animale, par une approche intégrée allant de l'activité cellulaire à la réponse de l'organisme. Les enseignements de cette unité visent à:

- Comprendre les grands principes de l'homéostasie et de la régulation du milieu intérieur.
- Comprendre les échanges membranaires et les échanges entre les différents compartiments de l'organisme animal
- Comprendre le fonctionnement normal et pathologique des niveaux de régulation notamment par le système nerveux et endocrinien.
- Connaître les mécanismes et les bases cellulaires et moléculaires de la contraction musculaire et de l'énergétique de la contraction.
- Connaitre les règles et les méthodes d'expérimentation animale

Programme du cours

Chapitre 1: Milieux intérieurs et Homéostasie

1. Les compartiments liquidiens
   1.1. Définition et caractéristiques du milieu intérieur
   1.2. Classification des compartiments liquidiens de l'organisme
   1.3. Volume des composants liquidiens de l'organisme
2. Propriétés physicochimiques des compartiments liquidiens
   2.1. Compartiment plasmatique
   2.2. Compartiment interstitiel
   2.3. Compartiment lymphatique: organes lymphoïdes et circulation lymphatique
   2.4. Compartiment intracellulaire
3. Les échanges liquidiens entre les compartiments
   3.1. Les gradients osmotiques et ioniques
   3.2. Equilibre hydrique et osmolarité du liquide extracellulaire
   3.3. Les mécanismes homéostatiques : équilibre électrolytique et acido-basique

Chapitre 2: Le sang et le système vasculaire

1. Hématologie
   1.1. Etude des éléments figurés du sang ; composition organique et ionique du sang; hématopoïèse, érythropoïèse et facteurs régulateurs
   1.2. Fonctions du sang : Structure et fonction de l'hémoglobine, transport des gaz dans le sang et équilibre acido-basique
2. Structure et caractéristiques des vaisseaux du système vasculaire
   2.1. Structure de la paroi des artères, des veines et des capillaires de la microcirculation
   2.2. Notions de débit sanguin, résistance et pression sanguine: Définitions; Influences de la viscosité du sang, longueur et diamètre des vaisseaux

Chapitre 3: Physiologie Endocrine

1. Structure et biosynthèse des hormones
2. Transport des hormones dans le sang

3. Mécanisme d'action des hormones: Activation des récepteurs membranaires, activation des récepteurs intracellulaires - action *via* les seconds messages – action *via* les facteurs de transcription et activation génique
4. L'axe hypothalamo-hypophysaire – Les cellules neurosécrétrices – Les glandes endocrines périphériques
5. Mécanisme de la rétroaction hormonale (feedback positif ou négatif)
6. Les troubles endocriniens et les pathologies associées
7. Techniques d'endocrinologie: Méthodes de dosage des hormones plasmatiques: RIA, ELISA, expression des récepteurs

Chapitre 4: Physiologie Nerveuse

1. Anatomie du système nerveux: organisation structurale et fonctionnelle du système nerveux central et périphérique
2. Physiologie du neurone: Classification, Excitabilité et fonctions
3. Physiologie du nerf: Classification, Excitabilité, Mode et vitesse de la conduction de l'influx nerveux
4. Système nerveux végétatif: système nerveux somatique, entérique et autonome, structure des voies efférentes, les ganglions du système nerveux autonome, pharmacologie des neurones pré- et post- ganglionnaire.
5. Potentiels membranaires: potentiel de repos, potentiels électrotoniques et potentiel d'action.
6. Les synapses: les synapses électriques, les synapses chimiques, les synapses gazeuses (NO).
7. La neurotransmission: les messagers chimiques, rôles et mécanismes d'action
8. La transmission Neuromusculaire: Mécanisme couplage activité électrique et mécanique du muscle squelettique avec les réflexes médullaires

Chapitre 5 : Physiologie Appliquée à la Bio-expérimentation

1. Comportement animal de laboratoire
   Procédés expérimentaux d'évaluation du comportement animal: évaluation des états de stress, d'algésie, de motricité et d'apprentissage
2. Pharmacodynamique des drogues
   Test de toxicité animale (DL50)
   Pharmacodépendance
   Les différentes cibles des médicaments ou des drogues
3. Hygiène et santé de l'animal
   Statut microbiologique
   Statut parasitologique, infections, conditions de mise en quarantaine
   Conditions d'expérimentation animale: Acclimatation et adaptation de l'animal, Adaptation aux conditions de l'expérimentation, le devenir de l'animal après l'expérimentation (Réutilisation dans une nouvelle procédure ; remise en liberté, Euthanasie)

Programme des TP/TD

Objectifs

Étudier les fonctions physiologiques animales non pathologiques.

Techniques : Manipulation, contention, Dissection. Micromanipulation. Interprétation et mise en forme des résultats expérimentaux. Bases de l'utilisation des petits matériels de laboratoire. Acquisition informatique des données physiologiques: Système Expérimentation Assisté par Ordinateur ExAO.

Programme des travaux dirigés (4 h)

- Séance 1 (TD): Protection de l'animal en expérimentation biologique: Intérêt et objectifs de la bio-expérimentation, Conditions et légalité de l'expérimentation animale: cadre réglementaire et bioéthique, La règle des 3 R: réduire, raffiner, remplacer

- Séance 2 (TD): Physiopathologies des animaux de laboratoire: la douleur au cours de l'expérimentation animale (Physiologie de la douleur), Infections, Thermorégulation, Régulation de la respiration et du rythme cardiaque, contrôle de la sensibilité

Programme des travaux pratiques (17 h)

- Séance 1 (TP): Manipulations et soins des animaux de laboratoire: contention, anesthésie, dissection, prélèvements et conservation des fluides biologiques et organes, euthanasie
- Séance 2 (TP): Frottis sanguin, mesure du volume sanguin et détermination du groupe sanguin et de l'hématocrite chez le rat
- Séance 3 (TP): Etude anatomique et histologique des principales glandes endocrines chez le rat.
- Séance 4 (TP): Etude d'une préparation nerf-muscle chez le rongeur : Contrôle nerveux de la motricité musculaire et étude de la transmission synaptique. Et étude des réflexes médullaires

ECUE 322 : Physiologie végétale : les grandes fonctions : Relations hydriques, nutrition minérale et azotée, Photosynthèse et respiration, régulation de la croissance, germination et dormance, floraison

Objectifs

Permettre à l'étudiant d'acquérir une formation sur les grandes fonctions végétales et leur régulation : relations hydriques, nutrition, l'activité photosynthétique, la respiration, la croissance et sa régulation, la dormance, la floraison.

Programme du cours

Chapitre 1 : Relations hydriques, nutrition minérale et métabolisme

Section 1 : nutrition hydrique

1. L'eau dans la plante
2. Différents états de l'eau dans la plante
3. Principaux rôles de l'eau dans la plante
4. Paramètres caractérisant l'eau dans la plante
5. Le potentiel hydrique et la succion
6. Absorption et translocation de l'eau dans la plante
7. Emission de l'eau par la plante : la transpiration et la guttation

Section 2 : Nutrition minérale

1. Classification des éléments minéraux : critères de nécessité
2. Composition minérale des végétaux
3. Origine et rôle des éléments minéraux
4. Notion de dose optimale
5. Interaction entre éléments (synergie et antagonisme)
6. Absorption minérale
7. Translocation des éléments dans la plante

Section 3 : Nutrition azotée

1. Différentes formes de l'azote
2. Transformation de l'azote atmosphérique (fixation biologique et non biologique) et organique en azote minéral
3. Absorption des différentes formes d'azote minéral (Nitrate, nitrite et ammonium)
4. Assimilation de l'azote par la plante

Chapitre 2 : Photosynthèse et respiration végétale

1. Photosystèmes et absorption de la lumière
   1.1. Chaîne de transport des électrons et synthèse d'ATP
   1.2. Fixation du CO2 (cycle de Calvin)
   1.3. Aspects physiologiques et environnementaux de la photosynthèse
   1.4. Types de métabolisme carboné (plantes en C3, C4 et CAM)
   1.5. Photorespiration

2 Respiration végétale
   2.1. Glycolyse
   2.2. Cycle de Krebs
   2.3. Oxydation phosphorylante

3. Bilan de la respiration et la photosynthèse

Chapitre 3 : Régulateurs de croissance végétale (phytohormones)

1. Lieu de synthèse
2. Transport
3. Rôles physiologiques

Chapitre 4 : Dormance et germination

1. Types de dormance
2. Etapes de germination
3. Contrôle phytohormonal (dormance/germination)

Chapitre 5 : Floraison et effets des facteurs environnementaux

1. Etapes de floraison
2. Vernalisation
3. Photopériodisme

Programme des TP/TD

Mise en évidence des processus physiologiques des végétaux par des expériences au laboratoire (mesure du potentiel hydrique, mesure de la vitesse de transpiration sous l'effet de différents facteurs, dosage des éléments minéraux dans la plante (notion de carence et de toxicité), extraction, séparation et dosage des pigments photosynthétiques et étude des différentes phases de la germination.

TP &TD 1- Etude des paramètres hydriques initiaux des cellules végétales : mesure du potentiel hydrique et de la succion

TP &TD 2- Mise en évidence des éléments minéraux et dosage de l'azote protéique

TP &TD 3- Extraction, séparation et dosage des pigments photosynthétiques

TP &TD 4- Etude de la germination

TP &TD 5- Régulateurs de croissance : dosage des auxines

UEF 330 : Génétique moléculaire et Génie des procédés

ECUE 331 : Génétique moléculaire

Objectifs

Acquisition des méthodologies d'étude de la génétique moléculaire et de l'organisation des gènes et des génomes

Programme du cours

Introduction

Chapitre 1: La définition du gène

1. Mutants d'auxotrophie, chaînes de biosynthèse
2. Relation gène-enzyme
3. La complémentation fonctionnelle
4. La recombinaison

Chapitre 2: Les mutations

1. Propriétés des mutations
2. Notion de mutation germinale et de mutation somatique
3. Les agents mutagènes et leurs modes d'action
   3.1. Agents physiques
   3.2. Agents chimiques
4. Notion d'épigénétique
5. Les différents types de mutations et leurs conséquences
   5.1. Substitution
   5.2. Insertion/délétion/duplication
   5.3. Mutations de Répétition (microsatellites et VNTR)
   5.4. Transposition

Chapitre 3: La réversion et la suppression intra et extracistronique

Chapitre 4: Régulation de l'expression des gènes : Opéron Lactose

Chapitre 5: Organisation des gènes et des génomes

1. Les génomes des Eucaryotes (taille, organisation des gènes, familles de gènes...)
2. Les génomes des Procaryotes (génome chromosomique et génome plasmidique)
3. Les génomes des Virus

Chapitre 6: Génomes extra-chromosomiques

1. Diversité des génomes mitochondriaux
2. Génomes chloroplastiques

Programme des TP/TD

TP/TD 1. Test de complémentation et test de recombinaison
TP/TD 2. Suppressions intra et extracistronique
TP/TD 3. Régulation de l'expression des gènes

ECUE 332 : Génie des Procédés

Objectifs

Donner aux étudiants des connaissances scientifiques et technologiques sur la conception, le dimensionnement et la conduite d'unités pilotes ou industrielles de transformation de la matière et de l'énergie.

Programme du cours

Chapitre 1 : Transfert de quantité de mouvement ou mécanique de fluide

1. Déformation d'un fluide
2. Hydrostatique (fluide en repos)
3. Application : Manomètres
4. Hydrodynamique (fluide en mouvement)

Equations fondamentales

- *Loi de conservation de la matière, Equation de continuité*
- *Loi de conservation de la quantité de mouvement*
- *Loi de conservation de l'énergie*

Perte de charge

- Evaluation des pertes charge régulières
- Evaluation des pertes charge singulières

Chapitre 2 : Transfert de chaleur

1. Différents modes de transfert de chaleur
   - *Transfert de chaleur par conduction*
   - *Transfert de chaleur par convection*
   - *Transfert de chaleur par rayonnement*
2. Bilans de conservation d'énergie

   Conduction unidirectionnelle en régime permanent : Exemple d'un mur composite
   - Coordonnées rectangulaire
   - Coordonnées cylindriques

Chapitre 3 : Transfert de matière

1. Transfert de matière par diffusion

- *Diffusion moléculaire dans les milieux liquides*
- *Estimation du coefficient de diffusion*
- *Diffusion dans les milieux solides*

2. Transfert de matière par convection
3. Bilans de matière

Programme des TP/TD

Travaux dirigés

Applications directes de la théorie et des concepts vus au cours. Ceci dans l'objectif de s'initier aux procédures de calcul pratique et de se familiariser aux ordres de grandeur.

Travaux pratiques

Ils sont destinés à montrer aux étudiants par des expériences physiques, les phénomènes de transfert ainsi que les techniques de mesure des variables correspondantes.

Mécanique de fluide :

- Comparaison de l'écoulement de quelques fluides : eau, miel, huile : Mise en évidence de la viscosité des fluides réels

• Mise en évidence des différents régimes d'écoulement d'un filet d'eau (laminaire, turbulent)

Transfert de chaleur :
• Exposition de deux tiges de fer et de cuivre sur lesquelles sont déposées des gouttes de cire de bougie solidifiées à une flamme pour mettre en évidence le transfert de chaleur par conduction et les différences de conductivité thermique des milieux.
• Immersion d'un glaçon d'eau colorée dans de l'eau tiède pour prouver les courants de convection

Transfert de matière :
• Mise en évidence du transfert de matière par diffusion par dispersion de couleur de solide coloré dans l'eau
• Exposition d'un solide humidifié à l'air : transfert combiné convectif de matière et de chaleur
• Mesure du coefficient de transfert de matière par estimation de la quantité de solide dissoute

UAP 310 : Activités pratiques
Recherches de documents techniques et scientifiques pour le développement du projet de métier

Compétences visées

- Se familiariser avec les différents métiers et les alternatives professionnelles, en relation avec le parcours
- Acquérir la méthodologie de recherche documentaire
- Maîtriser les outils et techniques de communication nécessaires à une pratique professionnelle
- Savoir établir et rédiger un rapport technique et d'activité professionnelle

Protocole divisé en 5 séances de TD évalués en contrôle continu

1. Choisir un métier d'après la liste proposée dans la fiche de présentation
2. Connaître l'utilité de l'installation pour le propre compte, et la création de son propre projet
3. Savoir situer ce métier dans l'échiquier socio-économique national, et même international
4. Recherche documentaire: Méthodologie de recherche documentaire et aspects précis, visés par cette recherche
5. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
6. Bilan recherche documentaire : Elaborer une carte métier et présenter un Oral collectif: acquisition des connaissances en communication orale et en synthèse bibliographique
7. Rapport individuel avec travail sur les publications et élaboration d'un projet personnel avec constitution d'un document de preuves et de compétences
8. Acquisition des méthodes utiles à l'insertion professionnelle : consolidation des acquis : écrit (expression et compréhension), oral (prise de parole, interaction)
   - Rédaction d'un CV avec mise en valeur des compétences acquises
   - Rédaction d'une lettre de motivation
   - Simulation d'entretien
9. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
10. Bien cerner les aspects liés aux ressources humaines et financières du projet.

Maquette du semestre 4 – 2ème année de Licence (L2-S4)

L2- S4- BTV (Biotechnologies Végétales) البيوتكنولوجيا النباتية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biotechnologies animales et végétales** Comp : Approche intégrative de l'organisation pluricellulaire et des procédés biotechnologiques de son amélioration	UEF410	UEF411	Biotechnologies animales	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3		X
			UEF412	Biotechnologies végétales	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
2	UE : **Biotechnologies moléculaires et opérations unitaires** Com : Maitriser les manipulations moléculaires axés sur le monde végétal, Comprendre les paramètres qui régissent les procédés de transformation, séparation et purification à l'échelle industrielle	UEF420	UEF421	Biotechnologies moléculaires	1h30	0h45	0h45	3	5	1,5	2,5		X
			UEF422	Opérations unitaires	1h30	0h30	0h30	2		1			X
3	UE : **Biologie et biochimie des végétaux** Com : Diversité des végétaux d'intérêt biotechnologique et aspects biochimiques importants	UEF430	UEF431	Biochimie des végétaux	1h30	0h30	0h30	2	5	1	2,5		X
			UEF432	Biologie végétale	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP410	UAP410	**Au choix de l'établissement spécifique à la mention**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle Com :	UEO410	UEO411	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2	5	1	2,5		
			UEO412	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3		1,5			
6	UE : Transversale Com :	UET410	UET411	**Au choix de l'établissement**	2h00			2	4	1	2	X	
			UET412	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**29h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 4 : au choix de l'établissement mais ciblant la mention biotechnologies. Exemples :

Séances sur les appareillages, l'apport de chacun, leur mode d'emploi, leur maintenance et les risques qu'ils peuvent causer.

Séances d'activités de paillasse ou de visites de plateformes scientifiques ou de centres de recherche…

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S4

UEF 410 : Biotechnologies animales et végétales

ECUE 411 : Biotechnologies animales

Objectifs

Ce cours se base sur les cours de Biologie et Physiologie de la reproduction et du développement animal. Il se focalise sur les technologies utilisées dans ces domaines étroitement liés et qui peuvent apporter des améliorations en qualité et quantité au niveau agronomique et médicale. Mais, comme il s'agit de technologies qui manipulent le vivant, un autre aspect sera traité en parallèle dans ce cours. C'est l'aspect éthique et règlementaire.

Programme du cours

Introduction générale

1. Les Biotechnologies, leurs champs d'intérêt et place des Biotechnologies animales dans ces champs
2. Un des aspects des Biotechnologies animales sera pris comme exemple: les biotechnologies de la reproduction et du développement ou biotechnologies de l'embryon
3. Visées des biotechnologies de l'embryon (rapide)
   - Fondamentales
   - Appliquées aux secteurs de l'agriculture et de la santé humaine
   - Ethiques

Chapitre 1. Biotechnologies de la reproduction chez les animaux : Objectifs d'amélioration génétique et productive de la reproduction animale

Introduction : Rappels sur la reproduction animale

1. Méthodes *in vivo*

1.1. Insémination artificielle (IA) : méthode, collecte et conservation du sperme, avantages et limites

1.2. Ovulation multiple avec transfert d'embryons in vivo (MOET) : méthode, conservation d'ovocytes et d'embryons, avantages et limites

2. Méthodes *in vitro*

2.1. Prélèvement d'ovocytes, maturation in vitro, fécondation in vitro (OPU-FIV) : méthode, avantages et limites

2.2. Sexage : méthode, avantages et limites

3. Manipulations embryonnaires : clonage et transgénèse (voir chapitre 3)

4. Quelques notions sur les Biotechnologies de la reproduction humaine : Objectif génétique et reproducteur

4.1. Prévention des maladies génétiques : méthodes directes et indirectes, avantages et limites

4.2. Procréation médicalement assistée (PMA) en cas de stérilité

4.3. Questionnements éthiques

Chapitre 2. Biotechnologies du développement: clonage, culture et différentiation cellulaire

Introduction : rappels d'embryologie

1. Cycle de développement embryonnaire
2. Différents états cellulaires au cours du développement embryonnaire : les cellules souches

1. Le clonage animal et ses applications

1.1. Définition et bref historique
1.2. Techniques : fission embryonnaire, énucléation et transfert de noyau somatique
1.3. Applications : amélioration, production (autre méthode de reproduction)
1.4. Avantages, limites et questionnement éthique

2. **Biotechnologie cellulaire et tissulaire : Expérimentations des cellules souches**

2.1. Techniques de culture de cellules animales
2.1.1. Milieux de cultures
2.1.2. Les conditions d'incubation
2.1.3. La congélation et décongélation
2.2. Les lignées de cellules animales
2.2.1. Lignées primaires
2.2.2. Lignées secondaires
2.3. Différenciation in vitro et étude des marqueurs de différenciation
2.3.1. Modèle de l'hématopoïèse
2.3.2. Organogenèse in vitro
2.4. Tests fonctionnels in vitro
2.4.1. Croissance
2.4.2. Migration
2.4.3. Adhésion
2.4.4. Apoptose
2.5. La fusion cellulaire et la production d'anticorps monoclonaux
2.6. Utilisation des cellules souches en thérapie cellulaire humaine

Chapitre 3. Biotechnologies du génome embryonnaire : la transgénèse

1. La sélection assistée par marqueurs (SAM) (voir génie génétique)

2. La transgénèse: addition, remplacement ou inactivation de gènes

2.1. Quelques définitions : transgénèse, recombinaison, transgène, thérapie génique, OGM
2.2. Techniques possibles : Fusion cellulaire, transfection, électroporation, microinjection, hybridome, utilisation des vecteurs viraux, vecteurs épisomaux, ou vecteurs à séquences répétées, les transposons, la recombinaison… (voir Biotechnologies moléculaires)

3. Applications

3.1. Etudes fondamentales : percer le rôle et l'expression des gènes
3.2. Elevage
3.2.1. Sélection SAM
3.2.2. Nouvelles lignées d'animaux plus résistants aux maladies
3.2.3. Amélioration de la qualité et quantité de la production animale en nourriture. Exemple le lait
3.2.4. Production de médicament chez l'animal transgénique
3.3. Recherche médicale et thérapie
3.3.1. Modèles animaux transgéniques mimant des pathologies humaines
3.3.2. Thérapie génique : traitement des pathologies humaines
3.3.3. Xénogreffe
3.4. La réduction de l'impact environnemental

4. Limites et aspects éthiques et règlementaires

Programme des TP/TD

1. **Des TD** sont réalisés sous la forme d'exposé oral et de vidéos pour expliquer les cas pratiques. A la fin de chaque séance, les étudiants font **des comptes-rendus**.
   - **TD1. Biotechnologie de l'Embryon** : Définition, Techniques, Cas pratique (IA des bovins)

- **TD2. Les techniques de la Procréation Médicalement Assistée (PMA)** : Techniques, Ethique et Lois qui la régissent dans le monde et surtout en Tunisie.
- **TD3. La Transgénèse et ses Applications** (cas du lait par exemple)

2. Des exposés dans les thèmes

- La reproduction animale artificielle en milieu marin (Exemples et Utilité)
- Transgénèse animale: élevage des poissons et du bétail (Exemples et Utilité)
- PGS ou Screening Génétique Pré-implantation
- Time-Lapse Embryo-Imaging

3. Séance de TP : Culture *in vitro* des cellules rétiniennes de l'œil de bœuf.

5. Sortie au **Centre d'Amélioration Génétique de Sidi Thabet**: observation d'IA des bovins, explication théorique du cas des ovins, suivie d'un compte rendu.

ECUE 412 : Biotechnologies végétales

Objectifs

L'enseignement des Biotechnologies végétales vise la maitrise d'un ensemble de connaissances biologiques appliquées à la mise en œuvre de méthodes et de procédés utilisant des organismes végétaux, des cellules végétales vivantes ou des biomolécules végétales actives.
Ces technologies sont réalisées dans un objectif de production, de service ou de recherche et de développement. Elles trouvent des applications dans les domaines de l'agriculture, de l'environnement, des industries (agro-alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques,...), de la santé,…

Programme du cours

Introduction : Importance des Biotechnologies Végétales

Chapitre 1: Multiplication végétative conforme des végétaux en culture *in vitro*

1. Cultures nodales et micropropagation
2. Rhizogenèse
3. Acclimatation

Chapitre 2: Multiplication végétative non conforme des végétaux en culture *in vitro*

1. Culture de tissus et callogenèse
2. Morphogenèse programmée et organogenèse
   2.1- Caulogenèse
   2.2- Rhizogenèse
3. Mutagenèse et pression de sélection

Chapitre 3: Embryogenèse somatique

1. Embryogenèse à partir de cal
2. Embryogenèse à partir de cultures cellulaires en milieu liquide : souches cellulaires et conservation
3. Bioréacteurs et biosynthèse de molécules bioactives (métabolites secondaires : alcaloïdes et terpénoïdes)
4. Obtention de semences artificielles

Chapitre 4: Haplodiploïdisation

1. Obtention d'haploïdes (androgenèse et gynogenèse)
2. Diploïdisation par la colchicine

Chapitre 5: Fusion de protoplastes
1. Obtention de protoplastes à partir de parenchymes foliaires par attaque enzymatique
2. Fusion somatique et création variétale

Chapitre 6: Transgenèse
1. Technique d'introduction de gènes d'intérêts dans une cellule (voir biotechnologies moléculaires)
2. Domaines d'application de la transgénèse végétale
   2.1- Santé
   2.2- Agriculture
   2.3- Environnement
   2.4- Industries…

Chapitre 7 : Législation et biosécurité

Programme des TP/TD

- Culture *in vitro* de méristèmes
- Androgenèse (culture d'anthères de Tabac)
- Culture de protoplastes
- Transformation génétique
- Visites de laboratoires et de centres spécialisés en vitroplants

UEF 420 : Biotechnologies moléculaires et opérations unitaires

ECUE 421 : Biotechnologies moléculaires

Objectifs
Les différentes techniques utilisées dans les manipulations génétiques. Cours basé sur la génétique et la biologie moléculaire

Programme du cours

Partie 1 : Génie génétique
Chapitre 1. Les Outils enzymatiques du génie génétique
1. Les Enzymes de restriction
   1.1. Définition
   1.2. Différents types d'enzymes
   1.3. Nomenclature
   1.4. Type de coupure
2. Autres enzymes
   Dnase I ; Nucléase S1 ; Terminal transférase ; Ligases ; ADN Pol I, ARN pol ; Phosphatase Alcaline ; T4PK ; Taq Polymérase, TR II.

Chapitre 2. Les vecteurs
1. Plasmides : pBR322 & pUC18
2. Bactériophage
3. Cycle du phage lambda ; Carte génétique du chromosome du phage lambda ; comme vecteur
4. Les cosmides ; Utilisation des cosmides pour la constitution d'une banque.
5. Chromosomes artificiels
6. pYAC ; Carte d'un plasmide YAC. ; Le mini chromosome après ligation
7. pBAC : Chromosome artificiel bactérien, BAC
8. Autres vecteurs (vecteurs viraux eucaryotes...)

Chapitre 3. Les cellules hôtes: Bactéries, Levures, Cellules animales

1. Les Méthodes de clonage

1.1. Vecteurs de clonage, Vecteurs d'expression
1.2. Importance des marqueurs de sélection
1.3. Etapes de clonage

2. Banques génomiques, banques d'ADN complémentaires: Sélection et criblage : Méthodes de sélection de clones recombinants

3. La PCR et le séquençage

Partie 2 : Biotechnologies moléculaires

Chapitre 1 : Les techniques de transfert de gènes chez les animaux

1. Le modèle de la transgenèse chez la souris
2. Les constructions génétiques
3. Les méthodes de transfert
4. Les cellules cibles
5. Contrôle de l'intégration et de l'expression des transgènes

Chapitre 2 : Technologies transgéniques chez les plantes

1. Transgénèse du génome nucléaire
   1.1. Nature du transgène, son Origine et ses Propriétés
   1.2. Stratégies de transfert de gènes chez les plantes
   1.3. Les méthodes de transformation
   1.4. Insertiondu transgène, vérification de son intégration et son expression
   1.5. Problèmes rencontrés
2. Transgénèse du génome chloroplastique
   2.1. Intérêts de la transgénèse chloroplastique
   2.2. Applications de la transformation des chloroplastes
   2.3. Comparaison entre la transformation nucléaire et celle des chloroplastes
   2.4. Limites de la transgénèse chloroplastique

Programme des TD/TP

Méthodes d'étude et de manipulation de l'ADN : Préparation de fragments à cloner, Etude du polymorphisme par RFLP, ou par Southern-Blot. Établissement des cartes de restriction

- Digestion enzymatique d'ADN et visualisation
- Clonage dans un vecteur plasmidique
- Méthodes de Séquençage et PCR

TD : Analyses d'Articles Scientifiques

ECUE 422 : Opérations unitaires

Objectifs

- Comprendre le principe des opérations unitaires et les lois sur lesquelles elles se basent
- Avoir une idée sur les différentes machines utilisées à l'échelle industrielle pour chaque opération unitaire
- Maitriser certaines opérations unitaires les plus utilisées à l'échelle industrielle : réaliser des mesures, des bilans et des calculs en fonction de chaque opération unitaire

Programme du cours

Introduction aux opérations unitaires

Chapitre 1 : Evaporation

1. Définition et but
2. Avantages et inconvénients
3. Evaporateur à simple effet
   3.1. Présentation de la machine
   3.2. Bilan de matière
   3.3. Bilan de chaleur
4. Evaporateur à double effet
   4.1. Présentation de la machine
   4.2. Bilan de matière
   4.3. Bilan de chaleur

Chapitre 2 : Séchage et air humide

1. Introduction
2. L'équilibre d'humidité entre l'air et le produit
3. L'air humide
4. Utilisation du diagramme de l'air humide en séchage
5. Principes physiques du séchage
   5.1. Séchage par entraînement
   5.2. Séchage par ébullition
6. Technologie et calcul des séchoirs

Chapitre 3 : Pasteurisation et Stérilisation

1. Définition
2. Choix du traitement
3. Loi du temps
4. Loi de la température
5. Valeur stérilisatrice et pasteurisatrice
6. Méthode de bigelow
7. Les différentes machines
   7.1. Les stérilisateurs
   7.2. Les pasteurisateurs

Chapitre 4 : Distillation

1. Principes de base et données de calcul
2. Le diagramme d'équilibre liquide vapeur
3. Principe de distillation en colonne (Notion de plateaux théoriques)
4. Bilans de matières et d'énergie

Chapitre 5 : Décantation /Centrifugation

1. Décantation
   1.1. Définition
   1.2. Vitesse de sédimentation
   1.3. Les décanteurs et leurs principes de fonctionnement
      1.3.1. Décanteur vertical
      1.3.2. Décanteur horizontal
2. Centrifugation
   2.1. Définition
   2.2. Vitesse de centrifugation selon la nature du produit et les caractéristiques de la centrifugeuse
   2.3. Les différents types de centrifugeuse
      2.3.1. Centrifugeuse à bol tubulaire
      2.3.2. Centrifugeuse à bol en assiette
      2.3.3. Centrifugeuse à vis convoyeuse

Chapitre 6 : Filtration

1. Variations du débit de filtration
   1.1. Filtration par alluvionnement
      1.1.1. Filtration à pression constante
      1.1.2. Filtration à débit constant
   1.2. Filtration de masse
      1.2.1. Colmatage pur
      1.2.2. Colmatage intermédiaires
2. Les milieux filtrants
   2.1. Les adjuvants de filtration
   2.2. Les filtres épais
   2.3. Les membranes

Chapitre 7 : Lyophilisation

1. Principaux paramètres du cycle de lyophilisation
2. Procédés de lyophilisation (congélation, mise sous vide et chauffage)
3. Diagramme pression température (P,T) et Notion de point triple pour l'eau et
4. Cycle de lyophilisation et interprétation
5. Méthode pour l'établissement de recette de lyophilisation
6. Rendement et Problèmes particuliers de la lyophilisation
7. Les appareils industriels de la lyophilisation et Produits innovants et produits lyophilisés à haute valeur ajouté

Programme des TP/TD

1. S'exercer sur les bilans de matière et d'énergie pour les différentes opérations unitaires traitées en cours, comme :
   - Procédé de lyophilisation (essai et bilan)
   - Distillation eau /éthanol (séparation en fonction de la température)
   - Extraction liquide-liquide (séparation en fonction de la masse volumique)
   - Centrifugation et taux de décantation
   - Filtration membranaire (permeat, concentrât, rendement)
   - Cinétique de séchage d'un solide Caractéristique
   - Microfiltration ultrafiltration (frontale et tangentielle)
2. Visites d'entreprises industrielles

UEF 430 : Biologie et biochimie des végétaux

ECUE 431 : Biochimie des végétaux

Objectifs

Connaissance précise de molécules végétales d'usage industriel du point de vue de leur structure, de leurs voies de biosynthèse et de dégradation, de leur rôle dans la plante et de leur exploitation industrielle.

Programme du cours

Chapitre 1 : Les glucides utilisés en industrie

1. La cellulose

1.1. Structure

1.2. Propriétés et voies de biosynthèse

2. L'amidon

2.1. Composition chimique

2.2. Propriétés physiques

2.3. Enzymes de dégradation et de biosynthèse

3. les extraits sucrants

Chapitre 2 : Les protéines végétales

1. Généralités
2. Analyse protéomique
3. Quelques exemples de protéines végétales d'intérêt

3.1. Les protéines de réserve

3.2. Les protéines membranaires

3.3. Les protéines de stress

Chapitre 3 : La Matière grasse végétale

1. Présentation générale et rôle physiologique des lipides
2. Exploitation des propriétés techno-fonctionnelles et nutritionnelles des huiles végétales

Chapitre 4 : Les pigments végétaux

Présentation de quelques pigments : localisation, structure, rôle physiologique et leur exploitation industrielle

Programme des TP/TD

ECUE 432 : Biologie végétale

Objectifs

Acquérir des connaissances générales sur la biologie de la reproduction et la systématique végétale
Ce cours recouvre donc la taxonomie, en décrivant les caractères diagnostiques et différentiels des différents groupes végétaux, la systématique qui consiste à dénombrer et classifier des taxons dans un certain ordre. Bien sûr tout ceci ne serait possible sans avoir une idée sur la morphologie végétale (description des organes ou parties des végétaux). Ainsi que l'étude de l'évolution du cycle de développement depuis les plantes inferieures jusqu'aux spermaphytes.

Programme du cours

Chapitre 1 : Biologie de la reproduction- Notions générales

Introduction
1. La multiplication asexuée
   1.1. La multiplication par fragmentation
   1.2. La multiplication par formation de cellules spécialisées
   1.3. La multiplication par formation d'organes spécialisés
2. La reproduction sexuée
   2.1. La reproduction mettant en jeu des gamètes non différenciés
   2.2. La reproduction mettant en jeu des gamètes différenciés
      2.2.1. La reproduction mettant en jeu des gamètes flagellés (Planogamie)
      2.2.2. La reproduction mettant en jeu une oosphère et des spermatozoïdes flagellés (Oogamie)
      2.2.3. La reproduction mettant en jeu une oosphère et des spermatozoïdes non flagellés (Siphogamie ; Trichogamie)
3. Cycle de reproduction ou de développement : Alternance de génération

Chapitre 2 : Caractérisation des Thallophytes

1. Les algues
   1.1. Généralités, propriétés
   1.2. Classification générale
   1.3. Les cyanophycées (Algues bleues)
   1.4. Les chlorophycées (Algues vertes)
      1.4.1. Cycle mono-génétique haplo-phasique : Exemple de *Chlamydomonas* et *Spirogyra*
      1.4.2. Cycle di-génétique : exemple *Ulva lactuca*
   1.5. Les phéophycées (Algues brunes)
      Cycle mono-génétique diplo-phasique, exemple : *Fucus*
   1.6. Les rhodophycées (Algues rouges)
      Cycle tri-génétique, exemple : *Antithamnion*

2. Les champignons
   2.1. Généralités, propriétés
   2.2. Classification générale
   2.3. Biologie de reproduction
      2.3.1. Cycle haplo-biontique, Exemple *Rhizopus nigricans*
      2.3.2. Cycle haplo-biontique, Exemple *Candida albicans*
      2.3.3. Cycle diplo-biontique, Exemple *Agaricus* sp. (Basidiomycètes)
      4. Cycle tri-génétique, Exemple *Sordaria macrospora* (Ascomycètes)

3. Les lichens : Généralités, propriétés

Chapitre 3 : Caractérisation des bryophytes

1. Les embryophytes non vasculaires (les bryophytes)
   1.1. Généralités, propriétés
   1.2. Classification générale

1.3. Cycle de reproduction chez les bryophytes : Exemple ; les mousses : *Polytrichum* commune
1.4. Multiplication végétative

Chapitre 4 : Caractérisation des ptéridophytes

1. Les embryophytes vasculaires (Les trachéophytes)
   1.1. Généralités, propriétés
   1.2. Classification générale
2. Plantes vasculaires sans graines
   2.1. Les Lycophytes
   2.2. Les preles
   2.3. Les psilotes
   2.4. Les fougères
   2.5. Cycles de développement chez les trachéophytes sans graine : Etude de cas des Ptéridophytes; Exemple la fougère, *Polypodium vulgare* (Filicophytes)

Chapitre 5 : Caractérisation des préspermaphytes

1. Généralités, caractéristiques
2. Les cycadophytes
3. Les Ginkgophytes
4. Gnétophytes

Chapitre 6 : Caractérisation des spermaphytes

1. Généralités, caractéristiques
2. Classification
3. Les spermaphytes
   3.1. Etude des Gymnospermes
      Appareil végétatif
      Appareil reproducteur
   3.2. Etude des Angiospermes

Programme des TP/TD

2ème année (L2) du Parcours Biotechnologies Animales (BTA)
البيوتكنولوجيا الحيوانية

Fiche de présentation de la Licence

1. Identification de la Licence

Domaine	**Sciences et Technologies**
Mention	**Biotechnologie**
Parcours proposés	*Après une année de tronc commun de Biologie, l'étudiant peut choisir le parcours* **Biotechnologie Animale (BTA) بيوتكنولوجيا الحيوان**

2. Métiers visés

Cette licence forme aux métiers suivants

- Chef d'exploitation de ferme de vaches allaitantes
- Chef d'exploitation de production animale bovine ou équine
- Eleveur / Eleveuse de bovins
- Eleveur / Eleveuse de vaches laitières
- Eleveur / Eleveuse de vaches laitières et de bétail viande
- Eleveur / Eleveuse de veaux de boucherie
- Eleveur / Eleveuse en production bovine
- Sélectionneur / Sélectionneuse en production bovine
- Technicien / Technicienne agricole en production bovine
- Technicien / Technicienne agricole en production laitière
- Technicien / Technicienne d'élevage en production bovine
- Technicien / Technicienne d'élevage en production bovine biologique
- Technicien / Technicienne d'élevage laitier bovin
- Technicien / Technicienne de production bovine
- Producteur / Productrice de lait bovin
- Producteur / Productrice de viande bovine
- Responsable d'élevage bovin
- Responsable de troupeau

3. Compétences développées

A la fin de la formation, les participants doivent être capables de :

Compétences cognitives (Savoir)

- Maitriser les bases théoriques et pratiques de la reproduction animale bovine qui ont été dispensées lors des enseignements formels et des ateliers pratiques mais également à l'occasion des stages en laboratoire, ferme et/ou en entreprise.
- Comprendre les fondements du fonctionnement bio-technique de l'élevage et sa gestion technico-économique, ainsi que l'intégration des facteurs de l'environnement économique et écologique dans le développement de l'élevage.

Compétences procédurales (savoir-faire)

- Surveiller la qualité de produits alimentaires d'origine animale et prendre des responsabilités dans le but d'une amélioration en continu des produits alimentaires.
- Garantir la bonne gestion des races bovines et ovines et les diagnostics de leurs besoins dans les fermes d'élevage
- Assurer l'amélioration de la production animale et effectuer le contrôle hygiénique, physico chimique et sensoriel des produits et sous produits d'origine animale dans l'industrie agroalimentaire.
- Exploiter les logiciels d'acquisition et d'analyse de données avec un esprit critique
- Travailler dans un laboratoire ou sur terrain.

Compétences comportementales (savoir-être)

- Créer son propre projet
- Savoir discuter des cas d'études en relation avec la gestion des risques des races laitières et négocier un contrat et décrocher un poste.
- Identifier les ressources nécessaires pour un projet donné et élaborer le budget correspondant.
- Etre capable de mettre en place un système d'évaluation et d'amélioration en continu de son projet.
- Etre capable de travailler à la fois individuellement et en équipe.
- Prendre des initiatives pour réaliser ses idées créatives.
- Etre capable de prendre les décisions en se basant sur des preuves factuelles.
- Avoir un esprit de décideur avec une forte personnalité pour intégrer le milieu professionnel.
- Préparer un mastère dans la spécialité ou de poursuivre ses études à l'étranger.

4. Principales matières de la première année

Biologie animale
Génétique
Microbiologie
Biologie cellulaire
Biochimie
Maths, physique et chimie

5. Durée du tronc commun

X 1er Année

6. Conditions d'accès à la formation

Nature du Bac	*Oui*	*Non*
Bac Mathématiques	x	
Bac Sciences expérimentales	x	
Bac Informatique		x
Bac Technique		x

Nature du Bac	*Oui*	*Non*
Bac Economie et Gestion		x
Bac Lettres		x
Bac Sport		x
Autres (à préciser) :		x

Test d'admission : ☐ Oui ☒ Non

Maquette du semestre 3 – 2ème année de Licence (L2-S4)

L2- S3- BTA (Biotechnologies Animales) البيوتكنولوجيا الحيوانية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biochimie et enzymologie** Com : métabolisme et enzymologie	UEF310	UEF311	Biochimie métabolique	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
			UEF312	Enzymologie	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
2	UE : **Physiologie animale/végétale** Comp : Fonctionnement des différents organes animaux/végétaux et Maîtrise de techniques d'analyse	UEF320	UEF321	Physiologie animale	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
			UEF322	Physiologie végétale	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
3	UE : **Génétique moléculaire et Immunologie** Comp : Comprendre le fonctionnement des molécules de l'hérédité et du système immunitaire	UEF330	UEF331	Génétique moléculaire	1h30	0h30	0h30	2	5	1	2,5		X
			UEF332	Immunologie/Immunotechnologie	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP310	UAP310	**Recherches bibliographiques ciblant le métier**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle Com :	UEO310	UEO311	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		
			UEO312	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			
6	UE : Transversale Com :	UET310	UET311	**Au choix de l'établissement**	2h00			2	4	1	2	X	
			UET312	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**29h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 3 : contenu préparé par la commission nationale sectorielle, commun à tous les parcours de biologie (voir contenu plus loin).

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S3

UEF 310 : Biochimie / Enzymologie

Les compétences visées par le cours de cette UE seront développées à l'aide :

- D'un cours magistral moyennant des TIC et des outils pédagogiques numériques
- d'exposés magistraux
- de Proposition de sujets de recherche ou de mini-projets qui seront traités par groupe et par thématique à la fin du semestre

ECUE 311 : Biochimie métabolique

Objectifs

- Connaissance générale du métabolisme intermédiaire
- Compréhension approfondie des mécanismes réactionnels des principales voies métaboliques et leurs régulations
- Intégration de ces voies métaboliques dans la compréhension de certaines maladies métaboliques chez l'homme et l'étude de quelques particularités métaboliques chez certains microorganismes

Le contenu de cet ECUE se focalise sur :

- Le Métabolisme des lipides : biosynthèse des acides gras et leurs dégradation (β oxydation) ; les lipoprotéines.
- Le Métabolisme des glucides : La glycolyse et voie des pentoses-phosphates, Le cycle de Krebs, La néoglucogenèse, régulation du métabolisme énergétique et réactions d'oxydoréduction.
- Le Métabolisme des Acides Aminés (AA) : Réactions de Désamination et de Transamination. Cycle de l'Urée.
- Les maladies métaboliques : Exemples de troubles métaboliques; Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme du cours

Chapitre 1: Métabolisme des glucides

1. Glycolyse et Voie des pentoses phosphates
2. Cycle de Krebs
3. Notion de bioénergétique et réactions d'oxydoréduction
4. Néoglucogenèse chez les animaux et cycle glyoxylique chez les oléagineux
5. Métabolisme glucidique chez les microorganismes

Chapitre 2: Métabolisme des lipides

1. Biosynthèse des acides gras
2. Catabolisme des acides gras (β-oxydation)
3. Les lipoprotéines

Chapitre 3: Métabolisme des acides aminés

1. Vue générale du métabolisme des acides aminés
2. Les réactions de Transamination et Désamination
3. Cycle de l'urée

Chapitre 4: Les troubles métaboliques

1. Les maladies métaboliques
2. Exemples de troubles métaboliques : l'obésité
3. Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)

TP1 : Manipulation1: Dosage du glucose
TP2 : Manipulation2: Dosage des triglycérides et du cholestérol
TP3 : Manipulation3: Dosage des transaminases

Travaux Dirigés (TD)

TD1 : Notion de bioénergétique
TD2 : Glycolyse et Cycle de Krebs
TD3 : Catabolisme des acides gras (β-oxydation) et Biosynthèse des acides gras
TD4 : Néoglucogenèse chez les animaux et chez les végétaux
TD5 : Transamination et Désamination et Cycle de l'urée

ECUE 312 : Enzymologie

Objectifs

L'objectif primordial de cet ECUE est d'avoir des connaissances générales sur les enzymes et leur régulation. Le contenu de cet enseignement porte sur la cinétique chimique et la cinétique enzymatique (reconnaissance Enzyme-Substrat; la spécificité de réaction enzymatique, localisation, classification des enzymes, notion d'ordre de réaction …) ; Cinétique des réactions enzymatiques à 1 substrat ; notion de vitesse ; Equation de Michaélis-Menten: représentations graphiques (Michaelis et Menten ; Lineweaver et Burk; Eadie Hofstee; Hanes-Woolf), détermination de K_M , V_m et k_{cat} ; Influence de la température et du pH. ; Notion d'inhibitions simples réversibles (Compétitive, non Compétitive, incompétitive); Exemples d'applications industrielles des enzymes.

Programme du cours

Introduction

Chapitre 1: les propriétés générales des enzymes

1. Structure des enzymes, notion de cofacteurs
2. Spécificité de la catalyse enzymatique
3. Nomenclature et classification des enzymes

Chapitre 2: Cinétique Michaelienne à un seul substrat

1. Rappel de cinétique chimique
2. Unités d'activité enzymatique, Activité spécifique, Turn Over…..
3. Vitesse initiale de la réaction enzymatique
4. Variation de Vi en fonction de [S] et [E]
5. Equation de Michaelis et Menten et constantes cinétiques (Km, V max)
6. Différentes représentations graphiques

Chapitre 3: Les effecteurs de la réaction enzymatique

1. Les différents types d'effecteurs (température, pH, …)
2. Inhibition de l'activité enzymatique

Chapitre 4: Enzymologie Appliquée

1. Les enzymes industrielles
2. Méthodes d'immobilisation des enzymes

Chapitre 5: Applications des enzymes dans l'industrie

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)

TP1. Extraction de l'invertase de la levure de boulangerie
TP 2. Mesure de l'activité en fonction du temps
TP 3. Effet de la concentration du substrat en fonction du temps
TP 4. Détermination des paramètres cinétiques
TP 5. Inhibition de l'invertase

Travaux Dirigés (TD)

TD1 : Cinétique chimique
TD2 : Cinétique enzymatique
TD3 : Les inhibiteurs de l'activité enzymatique

UEF 320 : Physiologie animale/végétale

ECUE 321 : Physiologie animale : Grandes fonctions et homéostasie

Objectifs

L'objectif principal est d'assurer la maîtrise des grands principes de physiologie générale qui permettra aux étudiants d'aborder par la suite les autres modules de physiologie animale et expérimentations. Les enseignements pratiques sont réalisés sur du matériel dédié à l'expérimentation animale, par une approche intégrée allant de l'activité cellulaire à la réponse de l'organisme. Les enseignements de cette unité visent à:

- Comprendre les grands principes de l'homéostasie et de la régulation du milieu intérieur.
- Comprendre les échanges membranaires et les échanges entre les différents compartiments de l'organisme animal
- Comprendre le fonctionnement normal et pathologique des niveaux de régulation notamment par le système nerveux et endocrinien.
- Connaître les mécanismes et les bases cellulaires et moléculaires de la contraction musculaire et de l'énergétique de la contraction.
- Connaitre les règles et les méthodes d'expérimentation animale

Programme du cours

Chapitre 1: Milieux intérieurs et Homéostasie

1. Les compartiments liquidiens
   1.1. Définition et caractéristiques du milieu intérieur
   1.2. Classification des compartiments liquidiens de l'organisme
   1.3. Volume des composants liquidiens de l'organisme
2. Propriétés physicochimiques des compartiments liquidiens
   2.1. Compartiment plasmatique
   2.2. Compartiment interstitiel
   2.3. Compartiment lymphatique: organes lymphoïdes et circulation lymphatique
   2.4. Compartiment intracellulaire
3. Les échanges liquidiens entre les compartiments
   3.1. Les gradients osmotiques et ioniques
   3.2. Equilibre hydrique et osmolarité du liquide extracellulaire
   3.3. Les mécanismes homéostatiques : équilibre électrolytique et acido-basique

Chapitre 2: Le sang et le système vasculaire

1. Hématologie
   1.1. Etude des éléments figurés du sang ; composition organique et ionique du sang; hématopoïèse, érythropoïèse et facteurs régulateurs
   1.2. Fonctions du sang : Structure et fonction de l'hémoglobine, transport des gaz dans le sang et équilibre acido-basique
2. Structure et caractéristiques des vaisseaux du système vasculaire
   2.1. Structure de la paroi des artères, des veines et des capillaires de la microcirculation
   2.2. Notions de débit sanguin, résistance et pression sanguine: Définitions; Influences de la viscosité du sang, longueur et diamètre des vaisseaux

Chapitre 3: Physiologie Endocrine

1. Structure et biosynthèse des hormones
2. Transport des hormones dans le sang

3. Mécanisme d'action des hormones: Activation des récepteurs membranaires, activation des récepteurs intracellulaires - action *via* les seconds messages – action *via* les facteurs de transcription et activation génique
4. L'axe hypothalamo-hypophysaire – Les cellules neurosécrétrices – Les glandes endocrines périphériques
5. Mécanisme de la rétroaction hormonale (feedback positif ou négatif)
6. Les troubles endocriniens et les pathologies associées
7. Techniques d'endocrinologie: Méthodes de dosage des hormones plasmatiques: RIA, ELISA, expression des récepteurs

Chapitre 4: Physiologie Nerveuse

1. Anatomie du système nerveux: organisation structurale et fonctionnelle du système nerveux central et périphérique
2. Physiologie du neurone: Classification, Excitabilité et fonctions
3. Physiologie du nerf: Classification, Excitabilité, Mode et vitesse de la conduction de l'influx nerveux
4. Système nerveux végétatif: système nerveux somatique, entérique et autonome, structure des voies efférentes, les ganglions du système nerveux autonome, pharmacologie des neurones pré- et post- ganglionnaire.
5. Potentiels membranaires: potentiel de repos, potentiels électrotoniques et potentiel d'action.
6. Les synapses: les synapses électriques, les synapses chimiques, les synapses gazeuses (NO).
7. La neurotransmission: les messagers chimiques, rôles et mécanismes d'action
8. La transmission Neuromusculaire: Mécanisme couplage activité électrique et mécanique du muscle squelettique avec les réflexes médullaires

Chapitre 5 : Physiologie Appliquée à la Bio-expérimentation

1. Comportement animal de laboratoire
   Procédés expérimentaux d'évaluation du comportement animal: évaluation des états de stress, d'algésie, de motricité et d'apprentissage
2. Pharmacodynamique des drogues
   Test de toxicité animale (DL50)
   Pharmacodépendance
   Les différentes cibles des médicaments ou des drogues
3. Hygiène et santé de l'animal
   Statut microbiologique
   Statut parasitologique, infections, conditions de mise en quarantaine
   Conditions d'expérimentation animale: Acclimatation et adaptation de l'animal, Adaptation aux conditions de l'expérimentation, le devenir de l'animal après l'expérimentation (Réutilisation dans une nouvelle procédure ; remise en liberté, Euthanasie)

Programme des TP/TD

Objectifs

Étudier les fonctions physiologiques animales non pathologiques.

Techniques : Manipulation, contention, Dissection. Micromanipulation. Interprétation et mise en forme des résultats expérimentaux. Bases de l'utilisation des petits matériels de laboratoire. Acquisition informatique des données physiologiques: Système Expérimentation Assisté par Ordinateur ExAO.

Programme des travaux dirigés (4 h)

- Séance 1 (TD): Protection de l'animal en expérimentation biologique: Intérêt et objectifs de la bio-expérimentation, Conditions et légalité de l'expérimentation animale: cadre réglementaire et bioéthique, La règle des 3 R: réduire, raffiner, remplacer

- Séance 2 (TD): Physiopathologies des animaux de laboratoire: la douleur au cours de l'expérimentation animale (Physiologie de la douleur), Infections, Thermorégulation, Régulation de la respiration et du rythme cardiaque, contrôle de la sensibilité

Programme des travaux pratiques (17 h)

- Séance 1 (TP): Manipulations et soins des animaux de laboratoire: contention, anesthésie, dissection, prélèvements et conservation des fluides biologiques et organes, euthanasie
- Séance 2 (TP): Frottis sanguin, mesure du volume sanguin et détermination du groupe sanguin et de l'hématocrite chez le rat
- Séance 3 (TP): Etude anatomique et histologique des principales glandes endocrines chez le rat.
- Séance 4 (TP): Etude d'une préparation nerf-muscle chez le rongeur : Contrôle nerveux de la motricité musculaire et étude de la transmission synaptique. Et étude des réflexes médullaires

ECUE 322 : Physiologie végétale : les grandes fonctions : Relations hydriques et nutrition minérale, Photosynthèse et respiration, régulation de la croissance, dormance et germination, floraison

Objectifs

Permettre à l'étudiant d'acquérir une formation sur les grandes fonctions végétales et leur régulation : relations hydriques, nutrition, l'activité photosynthétique, la respiration, la croissance et sa régulation, la dormance, la floraison.

Programme du cours

Chapitre 1 : Relations hydriques et nutrition minérale

1. Relation plante - eau (propriétés de l'eau, potentiel hydrique et ses composantes, absorption et passage de l'eau à travers les membranes cellulaires, transport de l'eau dans la plante, transpiration).
2. Nutrition minérale : macroéléments et microéléments, absorption et transport des minéraux, mécanismes de transport, nutrition azotée.

Chapitre 2 : Photosynthèse et respiration végétale

1. Photosystèmes et absorption de la lumière
   1.1. Chaîne de transport des électrons et synthèse d'ATP
   1.2. Fixation du CO2 (cycle de Calvin)
   1.3. Aspects physiologiques et environnementaux de la photosynthèse
   1.4. Types de métabolisme carboné (plantes en C3, C4 et CAM)
   1.5. Photorespiration

2 Respiration végétale

2.1. Glycolyse

2.2. Cycle de Krebs

2.3. Oxydation phosphorylante

Chapitre 3 : Régulateurs de croissance végétale (phytohormones)

1. Lieu de synthèse
2. Transport
3. Rôles physiologiques

Chapitre 4 : Dormance et germination

1. Types de dormance
2. Etapes de germination

3. Contrôle phytohormonal (dormance/germination)

Chapitre 5 : Floraison

1. Etapes de floraison
2. Vernalisation
3. Photopériodisme

Programme des TP/TD

Mise en évidence des processus physiologiques des végétaux par des expériences au laboratoire (mesure du potentiel hydrique, mesure de la vitesse de transpiration sous l'effet de différents facteurs, dosage des éléments minéraux dans la plante (notion de carence et de toxicité), extraction, séparation et dosage des pigments photosynthétiques et étude des différentes phases de la germination.

TP &TD 1- Graines et germination
TP &TD 2- Croissance végétale
TP &TD 3- Photosynthèse
TP &TD 4- Respiration
TP &TD 5- Nutrition et Equilibre hydrique

UEF 330 : Génétique moléculaire et Immunologie

ECUE 331 : Génétique moléculaire

Objectifs

Acquisition des méthodologies d'étude de la génétique moléculaire et de l'organisation des gènes et des génomes

Programme du cours

Introduction

Chapitre 1: La définition du gène

1. Mutants d'auxotrophie, chaînes de biosynthèse
2. Relation gène-enzyme
3. La complémentation fonctionnelle
4. La recombinaison

Chapitre 2: Les mutations

1. Propriétés des mutations
2. Notion de mutation germinale et de mutation somatique
3. Les agents mutagènes et leurs modes d'action
   - 3.1. Agents physiques
   - 3.2. Agents chimiques
4. Notion d'épigénétique
5. Les différents types de mutations et leurs conséquences
   - 5.1. Substitution
   - 5.2. Insertion/délétion/duplication
   - 5.3. Mutations de Répétition (microsatellites et VNTR)
   - 5.4. Transposition

Chapitre 3: La réversion et la suppression intra et extracistronique

Chapitre 4: Régulation de l'expression des gènes : Opéron Lactose

Chapitre 5: Organisation des gènes et des génomes

1. Les génomes des Eucaryotes (taille, organisation des gènes, familles de gènes...)
2. Les génomes des Procaryotes (génome chromosomique et génome plasmidique)
3. Les génomes des Virus

Chapitre 6: Génomes extra-chromosomiques

1. Diversité des génomes mitochondriaux
2. Génomes chloroplastiques

Programme des TP/TD

TP/TD 1. Test de complémentation et test de recombinaison
TP/TD 2. Suppressions intra et extracistronique
TP/TD 3. Régulation de l'expression des gènes

ECUE 332 : Immunologie/Immunotechnologie

Objectifs

L'utilisation des propriétés des réponses immunes, des anticorps et des techniques immunologiques dans divers domaines de recherche, de contrôle, d'analyse biomédicale et de production doit apparaître à travers les exemples et les applications

Programme du cours

Introduction à l'immunologie

1. Notion d'antigène
2. Définition et rôle du système immunitaire

Chapitre 1. Les organes et les cellules de l'immunité

1. Les organes lymphoïdes : localisation, structure et fonction
2. Les différentes cellules immunitaires : morphologie, fonction, marqueurs de différenciation
3. La circulation des cellules de l'immunité

Chapitre 2. L'immunité innée

1. Les barrières naturelles
2. La réaction inflammatoire

Chapitre 3. L'immunité adaptative

1. Propriétés : notion de spécificité, diversité et mémoire, application à la vaccination et la sérothérapie
2. Les étapes de la réponse : activation, prolifération, différenciation
3. Les mécanismes effecteurs

Chapitre 4. Les anticorps monoclonaux et recombinants

1. Principe d'obtention
2. Banques combinatoires d'anticorps et banques de peptides
3. Applications

Programme des TP/TD

1. Structure et diversité des anticorps : purification des Ig et d'anticorps par chromatographie.
2. La réaction antigène anticorps et techniques d'étude (immunoprécipitation et ELISA)
3. Les techniques de western-blot
4. Immunohistochimie, Immunofluorescence et cytométrie de flux
5. Techniques de production d'anticorps (polyclonaux, monoclonaux et recombinants)

UAP 310 : Activités pratiques
Recherches de documents techniques et scientifiques pour le développement du projet de métier

Compétences visées

- Se familiariser avec les différents métiers et les alternatives professionnelles, en relation avec le parcours
- Acquérir la méthodologie de recherche documentaire
- Maîtriser les outils et techniques de communication nécessaires à une pratique professionnelle
- Savoir établir et rédiger un rapport technique et d'activité professionnelle

Protocole divisé en 5 séances de TD évalués en contrôle continu

1. Choisir un métier d'après la liste proposée dans la fiche de présentation
2. Connaître l'utilité de l'installation pour le propre compte, et la création de son propre projet
3. Savoir situer ce métier dans l'échiquier socio-économique national, et même international
4. Recherche documentaire: Méthodologie de recherche documentaire et aspects précis, visés par cette recherche
5. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
6. Bilan recherche documentaire : Elaborer une carte métier et présenter un Oral collectif: acquisition des connaissances en communication orale et en synthèse bibliographique
7. Rapport individuel avec travail sur les publications et élaboration d'un projet personnel avec constitution d'un document de preuves et de compétences
8. Acquisition des méthodes utiles à l'insertion professionnelle : consolidation des acquis : écrit (expression et compréhension), oral (prise de parole, interaction)
   - Rédaction d'un CV avec mise en valeur des compétences acquises
   - Rédaction d'une lettre de motivation
   - Simulation d'entretien
9. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
10. Bien cerner les aspects liés aux ressources humaines et financières du projet.

Maquette du semestre 4 – 2ème année de Licence (L2-S4)

L2- S4- BTA (Biotechnologies Animales) البيوتكنولوجيا الحيوانية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biotechnologies animales et végétales** Comp : Approche intégrative de l'organisation pluricellulaire et des procédés biotechnologiques de son amélioration	UEF410	UEF411	Biotechnologies animales	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3		X
			UEF412	Biotechnologies végétales	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
2	UE : **Génie des procédés et Biotechnologies moléculaires** Com : Comprendre et contrôler les procédés de transformation de la matière et du vivant dans le cadre industriel	UEF420	UEF421	Génie des Procédés	1h30	0h30	0h30	2	5	1	2,5		X
			UEF422	Biotechnologies moléculaires	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
3	UE : **Génie protéique et biologie de l'embryon animal** Com : Reproduction et développement animal aux applications biotechnologiques et génie protéique	UEF430	UEF431	Génie enzymatique et protéique	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3		X
			UEF432	Biologie de la reproduction et du développement animal	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP410	UAP410	**Au choix de l'établissement spécifique à la mention**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle Com :	UEO410	UEO411	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		
			UEO412	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			
6	UE : Transversale Com :	UET410	UET411	**Au choix de l'établissement**	2h00			2	4	1	2	X	
			UET412	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**29h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 4 : au choix de l'établissement mais ciblant la mention biotechnologies. Exemples :

Séances sur les appareillages, l'apport de chacun, leur mode d'emploi, leur maintenance et les risques qu'ils peuvent causer.

Séances d'activités de paillasse ou de visites de plateformes scientifiques ou de centres de recherche…

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S4

UEF 410 : Biotechnologies animales et végétales

ECUE 411 : Biotechnologies animales

Objectifs

Ce cours se base sur les cours de Biologie et Physiologie de la reproduction et du développement animal. Il se focalise sur les technologies utilisées dans ces domaines étroitement liés et qui peuvent apporter des améliorations en qualité et quantité au niveau agronomique et médical. Mais, comme il s'agit de technologies qui manipulent le vivant, un autre aspect sera traité en parallèle dans ce cours. C'est l'aspect éthique et règlementaire.

Programme du cours

Introduction générale

1. Les Biotechnologies, leurs champs d'intérêt et place des Biotechnologies animales dans ces champs
2. Un des aspects des Biotechnologies animales sera pris comme exemple: les biotechnologies de la reproduction et du développement ou biotechnologies de l'embryon
3. Visées des biotechnologies de l'embryon (rapide)
   - Fondamentales
   - Appliquées aux secteurs de l'agriculture et de la santé humaine
   - Ethiques

Chapitre 1. Biotechnologies de la reproduction

Introduction : Rappel de reproduction : les phases de la reproduction sexuée

1. Chez les animaux : objectifs d'amélioration génétique et productive de la reproduction animale

1.1. Méthodes *in vivo*

1.1.1. Insémination artificielle (IA) : méthode, collecte et conservation du sperme, avantages et limites

1.1.2. Ovulation multiple avec transfert d'embryons in vivo (MOET) : méthode, conservation d'ovocytes et d'embryons, avantages et limites

1.2. Méthodes *in vitro*

1.2.1. Prélèvement d'ovocytes, maturation in vitro, fécondation in vitro (OPU-FIV) : méthode, avantages et limites

1.2.2. Sexage : méthode, avantages et limites

1.3. Manipulations embryonnaires : clonage et transgénèse (voir chapitre 3)

1.4. Questionnements éthiques

2. Chez l'Homme : objectif génétique et reproducteur

2.1. Prévention des maladies génétiques : méthodes directes et indirectes, avantages et limites

2.2. Procréation médicalement assistée (PMA) en cas de stérilité

2.2.1. Causes de la stérilité

2.2.2. Méthodes avec toujours les avantages, les limites

2.2.2.1. Insémination artificielle in vivo

2.2.2.2. Fécondation in vitro et transfert d'embryon (FIV), culture et conservation

2.2.2.3. Techniques dérivées de la FIV : MIV, GIFT, ZIFT, ICSI et autres

2.2.2.4. Manipulations embryonnaires : clonage et transgénèse (chap. 3 et 4).

2.3. Questionnements éthiques

Chapitre 2. Biotechnologies du développement: le clonage

1. Le clonage animal :

1.1. Définition et bref historique
1.2. Techniques : fission embryonnaire, énucléation et transfert de noyau somatique
1.3. Applications : amélioration, production (autre méthode de reproduction), avantages, limites

2. **Expérimentation des cellules souches animales**

2.1. Techniques de culture de cellules animales
2.1.1. Milieux de cultures
2.1.2. Les conditions d'incubation
2.1.3. La congélation et décongélation
2.2. Les lignées de cellules animales
2.2.1. Lignées primaires
2.2.2. Lignées secondaires
2.3. Différenciation in vitro et étude des marqueurs de différenciation
2.3.1. Modèle de l'hématopoïèse
2.3.2. Organogenèse in vitro
2.4. Tests fonctionnels in vitro
2.4.1. Croissance
2.4.2. Migration
2.4.3. Adhésion
2.4.4. Apoptose
2.5. La fusion cellulaire et la production d'anticorps monoclonaux

2. Le clonage humain : Expérimentations des cellules souches

2.1. Caractéristiques du cycle vital humain en relation avec l'état des cellules du développement
2.2. Découverte des cellules souches humaines
2.3. Rôle, types et sources des cellules souches humaines: germinales, embryonnaires, ombilicales, adultes, carcinomales, induites
2.4. Expérimentation des cellules souches: Objectifs : vers la thérapie cellulaire
2.4.1. Culture, maitrise de la prolifération et maintien de l'état souche
2.4.2. Maitrise de la différenciation cellulaire et de l'état différencié
2.4.3. Maitrise de la dédifférenciation et de la transdifférenciation
2.4.4. Maitrise de la manipulation génétique
2.5. Thérapie cellulaire : allogreffes, autogreffes, clonage thérapeutique, xénogreffes
2.6. Questionnement éthique et réglementation

Chapitre 3. Biotechnologies du génome embryonnaire : la transgénèse

1. La sélection assistée par marqueurs (SAM) (voir génie génétique – Biotechnologie moléculaire)

2. La transgénèse: addition, remplacement ou inactivation de gènes

2.1. Quelques définitions : transgénèse, recombinaison, transgène, thérapie génique, OGM
2.2. Techniques possibles : Fusion cellulaire, transfection, électroporation, microinjection, hybridome, utilisation des vecteurs viraux, vecteurs épisomaux, ou vecteurs à séquences répétées, les transposons, la recombinaison… (**voir génie génétique – Biotechnologie moléculaire**)
2.3. Applications
2.3.1. Etudes fondamentales : percer le rôle et l'expression des gènes
2.3.2. Elevage
2.3.2.1. Sélection SAM
2.3.2.2. Nouvelles lignées d'animaux plus résistants aux maladies
2.3.2.3. Amélioration de la qualité et quantité de la production animale. Exemple le lait

2.3.3. Recherche médicale et thérapie
2.3.3.1. Modèles animaux transgéniques mimant des pathologies humaines
2.3.3.2. Thérapie génique : traitement des pathologies humaines
2.3.3.3. Xénogreffe
2.4. Limites et aspects éthiques et règlementaires

Programme des TP/TD

1. **Des TD** sont réalisés sous la forme d'exposé oral et de vidéos pour expliquer les cas pratiques. A la fin de chaque séance, les étudiants font **des comptes-rendus**.
   - **TD1. Biotechnologie de l'Embryon** : Définition, Techniques, Cas pratique (IA des bovins)
   - **TD2. Les techniques de la Procréation Médicalement Assistée (PMA)** : Techniques, Ethique et Lois qui la régissent dans le monde et surtout en Tunisie.
   - **TD3. La Transgénèse et ses Applications** (cas du lait par exemple)

2. Des exposés dans les thèmes
- La reproduction animale artificielle en milieu marin (Exemples et Utilité)
- Transgénèse animale: élevage des poissons et du bétail (Exemples et Utilité)
- PGS ou Screening Génétique Pré-implantation
- Time-Lapse Embryo-Imaging

3. Séance de TP : Culture *in vitro* des cellules rétiniennes de l'œil de bœuf.

5. Sortie au **Centre d'Amélioration Génétique de Sidi Thabet**: observation d'IA des bovins, explication théorique du cas des ovins, suivie d'un compte rendu.

ECUE 412 : Biotechnologies végétales

Objectifs

L'enseignement des Biotechnologies végétales vise la maitrise d'un ensemble de connaissances biologiques appliquées à la mise en œuvre de méthodes et de procédés utilisant: des organismes végétaux, des cellules végétales vivantes ou des biomolécules actives.
Ces technologies sont réalisées dans un objectif de production, de service ou de recherche et de développement. Elles trouvent des applications dans les domaines de l'agriculture, de l'environnement, des industries (agro-alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques,...), de la santé,…

Programme du cours

Introduction : Importance des Biotechnologies Végétales
Chapitre 1: Multiplication végétative conforme des végétaux en culture in vitro
1. Cultures nodales et micropropagation
2. Rhizogenèse
3. Acclimatation

Chapitre 2: Multiplication végétative non conforme des végétaux en culture in vitro
1. Culture de tissus et callogenèse
2. Morphogenèse programmée et organogenèse
   2.1- Caulogenèse
   2.2- Rhizogenèse
3. Mutagenèse et pression de sélection

Chapitre 3: Embryogenèse somatique

1. Embryogenèse à partir de cal
2. Embryogenèse à partir de cultures cellulaires en milieu liquide : souches cellulaires et conservation
3. Bioréacteurs et biosynthèse de molécules bioactives (métabolites secondaires : alcaloïdes et terpénoïdes)
4. Obtention de semences artificielles

Chapitre 4: Haplodiploïdisation

1. Obtention d'haploïdes (androgenèse et gynogenèse)
2. Diploïdisation par la colchicine

Chapitre 5: Fusion de protoplastes

1. Obtention de protoplastes à partir de parenchymes foliaires par attaque enzymatique
2. Fusion somatique et création variétale

Chapitre 6: Transgenèse

1. Technique d'introduction de gènes d'intérêts dans une cellule
2. Domaines d'application de la transgénèse végétale
   - 2.1- Santé
   - 2.2- Agriculture
   - 2.3- Environnement
   - 2.4- Industries…

Chapitre 7 : Législation et biosécurité

Programme des TP/TD

- Culture *in vitro* de méristèmes
- Androgenèse (culture d'anthères de Tabac)
- Culture de protoplastes
- Transformation génétique
- Visites de laboratoires et de centres spécialisés en vitroplants

UEF 420 : Génie des procédés et Biotechnologies moléculaires

ECUE 421 : Génie des Procédés

Objectifs

Donner aux étudiants des connaissances scientifiques et technologiques sur la conception, le dimensionnement et la conduite d'unités pilotes ou industrielles de transformation de la matière et de l'énergie.

Programme du cours

Chapitre 1 : Transfert de quantité de mouvement ou mécanique de fluide

1. Déformation d'un fluide
2. Hydrostatique (fluide en repos)
3. Application : Manomètres
4. Hydrodynamique (fluide en mouvement)

Equations fondamentales

- *Loi de conservation de la matière, Equation de continuité*
- *Loi de conservation de la quantité de mouvement*
- *Loi de conservation de l'énergie*

Perte de charge

- Evaluation des pertes charge régulières
- Evaluation des pertes charge singulières

Chapitre 2 : Transfert de chaleur

1. Différents modes de transfert de chaleur
   - *Transfert de chaleur par conduction*
   - *Transfert de chaleur par convection*
   - *Transfert de chaleur par rayonnement*
2. Bilans de conservation d'énergie

   Conduction unidirectionnelle en régime permanent : Exemple d'un mur composite
   - Coordonnées rectangulaire
   - Coordonnées cylindriques

Chapitre 3 : Transfert de matière

1. Transfert de matière par diffusion

- *Diffusion moléculaire dans les milieux liquides*
- *Estimation du coefficient de diffusion*
- *Diffusion dans les milieux solides*

2. Transfert de matière par convection
3. Bilans de matière

Programme des TP/TD

Travaux dirigés

Applications directes de la théorie et des concepts vus au cours. Ceci dans l'objectif de s'initier aux procédures de calcul pratique et de se familiariser aux ordres de grandeur.

Travaux pratiques

Ils sont destinés à montrer aux étudiants par des expériences physiques, les phénomènes de transfert ainsi que les techniques de mesure des variables correspondantes.

Mécanique de fluide :

- Comparaison de l'écoulement de quelques fluides : eau, miel, huile : Mise en évidence de la viscosité des fluides réels
- Mise en évidence des différents régimes d'écoulement d'un filet d'eau (laminaire, turbulent)

Transfert de chaleur :
• Exposition de deux tiges de fer et de cuivre sur lesquelles sont déposées des gouttes de cire de bougie solidifiées à une flamme pour mettre en évidence le transfert de chaleur par conduction et les différences de conductivité thermique des milieux.
• Immersion d'un glaçon d'eau colorée dans de l'eau tiède pour prouver les courants de convection
Transfert de matière :
• Mise en évidence du transfert de matière par diffusion par dispersion de couleur de solide coloré dans l'eau
• Exposition d'un solide humidifié à l'air : transfert combiné convectif de matière et de chaleur
• Mesure du coefficient de transfert de matière par estimation de la quantité de solide dissoute

ECUE 422 : Biotechnologies moléculaires

Objectifs

Les différentes techniques utilisées dans les manipulations génétiques. Cours basé sur la génétique et la biologie moléculaire

Programme du cours

Partie 1 : Génie génétique : définition

Chapitre 1. Les Outils enzymatiques du génie génétique

1. Les Enzymes de restriction
- 1.1. Définition
- 1.2. Différents types d'enzymes
- 1.3. Nomenclature
- 1.4. Type de coupure

2. Autres enzymes

Dnase I ; Nucléase S1 ; Terminal transférase ; Ligases ; ADN Pol I, ARN pol ; Phosphatase Alcaline ; T4PK ; Taq Polymérase, TR II.

Chapitre 2. Les vecteurs

1. Les Plasmides : pBR322 & pUC18
2. Les Bactériophages : Cycle du phage lambda ; Carte génétique du chromosome du phage lambda ; comme vecteur
3. Les cosmides ; Utilisation des cosmides pour la constitution d'une banque
4. Les Chromosomes artificiels
5. pYAC ; Carte d'un plasmide YAC ; Le mini chromosome après ligation
6. pBAC : Chromosome artificiel bactérien, BAC
7. Autres vecteurs (vecteurs viraux eucaryotes...)

Chapitre 3. Les cellules hôtes: Bactéries, Levures, Cellules animales

1. Les Méthodes de clonage
- 1.1. Vecteurs de clonage, Vecteurs d'expression
- 1.2. Importance des marqueurs de sélection
- 1.3. Etapes de clonage

2. Banques génomiques, banques d'ADN complémentaires: Sélection et criblage : Méthodes de sélection de clones recombinants

3. La PCR et le séquençage

Partie 2 : Biotechnologies moléculaires

Chapitre 1 : Les techniques de transfert de gènes chez les animaux

1. Le modèle de la transgenèse chez la souris
2. Les constructions génétiques
3. Les méthodes de transfert

4. Les cellules cibles
5. Contrôle de l'intégration et de l'expression des transgènes

Chapitre 2 : Technologies transgéniques chez les plantes

1. Transgénèse du génome nucléaire
   1.1. Nature du transgène, son Origine et ses Propriétés
   1.2. Stratégies de transfert de gènes chez les plantes
   1.3. Les méthodes de transformation
   1.4. Insertion du transgène, vérification de son intégration et son expression
   1.5. Problèmes rencontrés
2. Transgénèse du génome chloroplastique
   2.1. Intérêts de la transgénèse chloroplastique
   2.2. Applications de la transformation des chloroplastes
   2.3. Comparaison entre la transformation nucléaire et celle des chloroplastes
   2.4. Limites de la transgénèse chloroplastique

Programme des TD/TP

Méthodes d'étude et de manipulation de l'ADN : Préparation de fragments à cloner, Etude du polymorphisme par RFLP, ou par Southern-Blot. Établissement des cartes de restriction

- Digestion enzymatique d'ADN et visualisation
- Clonage dans un vecteur plasmidique
- Méthodes de Séquençage et PCR
- Modification des acides nucléiques - La mutagenèse

TD : Analyses d'Articles Scientifiques

UEF 430 : Génie protéique et biologie de l'embryon animal

ECUE 431 : Génie enzymatique et protéique

Objectifs

L'acquisition des connaissances approfondies en génie des protéines permet l'assimilation des activités biologiques en relation avec les protéines et les peptides ainsi que les modifications qui peuvent être portées à une protéine ou un peptide en biotechnologie. L'analyse structurale ainsi que les relations structures fonctions apporteront une meilleure compréhension des mécanismes d'actions des protéines et des peptides et donneront un meilleure vison dans la conception des produits issus de la biotechnologie.

Programme du cours

A revoir

Chapitre 1 : Peptides et protéines d'intérêt biologique

1. Peptides médicaments : Définition, Cible, Exemples
2. Peptides cosmétiques : Définition, Cible, Exemples
3. Peptides probiotiques : Définition, Cible, Exemples
4. Peptides nutraceutique : Définition, Cible, Exemples

Chapitre 2 : Peptides et protéines toxiques

1. Toxine de venin : des scorpions, de serpent, d'araignées, autres
2. Toxine alimentaire : Bactériennes, Fongiques, Algales

Chapitre 3 : Méthodes d'isolement, de purification et de caractérisation des protéines

1. Isolement des protéines
2. Purification des protéines
3. Critères de pureté
4. Méthodes de détermination de la masse moléculaire d'une protéine
5. Détermination de la composition en acides aminés
6. Méthodes de séquençage d'acides aminés
7. Méthodes de dosage protéique

Chapitre 4 : Chimie des protéines

1. Méthodes de synthèse des peptides et des protéines par voie chimique
   - 1.1. Stratégie Boc
   - 1.2. Stratégie Fmoc
   - 1.3. Synthèse en milieu liquide
   - 1.4. Les groupements protecteurs
   - 1.5. Les résines
2. Modification chimique et fixation des protéines
   - 2.1. Les différents types des modifications chimiques
   - 2.2. Les différentes stratégies des modifications chimiques
   - 2.3. Les différents supports de fixation
3. Marquage des protéines
   - 3.1 Notion de marquage
   - 3.2 Les différents marqueurs
   - 3.3 Techniques de marquage
4. Synthèse de Peptides et pseudo-peptides
   - 4.1. Notion de pseudo protéines et pseudo peptides
   - 4.2. Pseudo acides aminés et pseudopeptides
   - 4.3. Les lipopeptides

4.4. Les glucopeptides
4.5. Les lipoglucopeptides

Chapitre 5 : Analyse des structures des molécules bioactives

1. RMN : Principe RMN des peptides et des protéines
   1.2. Relations entre signal RMN et structure
   1.3. Techniques de détermination de la structure
   1.4. Affinement de la structure
   1.5. Choix, validation et analyse du modèle
2. Cristallographie au rayon X : principe
   2.1. Technique de détermination de la structure cristallographique
   2.2. Affinement de la structure cristallographique
   2.3. Validation et analyse du modèle
3. Microscopie électronique haute résolution : Principe

3.1. Différents types de microscope électroniques
3.2. Technique de détermination de la structure par microscopie électronique

Programme des TP/TD

ECUE 432 : Biologie de la reproduction et du développement animal

Objectifs

Les cours (BA1) enseignés en 1ère année comprennent seulement les aspects descriptifs de ces deux fonctions reproduction-développement. Le parcours Biotechnologies animales, étant focalisé sur les manipulations animales d'amélioration de la reproduction et du développement, l'objectif principal du cours est d'expliquer les mécanismes mis en place dans les grandes modalités de la reproduction sexuée et celles du développement embryonnaire.

Programme du cours

Introduction générale

Rappel rapide de la diversité des cycles vitaux des animaux (pour rappeler les concepts généraux de la reproduction-développement et situer le plan du cours)

Chapitre 1 : Les mécanismes de la reproduction sexuée

1. Les étapes de la reproduction sexuée : gamétogenèse et fécondation
   1.1. La gamétogenèse : totipotence du germen, mécanismes de sexualisation des gamètes
   1.2. La fécondation : mécanismes dans la stabilité du caryotype
   1.3. Les anomalies de la gamétogenèse et de la fécondation et leurs conséquences
2. Evolution des modalités de la reproduction sexuée
   2.1. Le gonochorisme et son importance écologique
   2.2. Les cas particuliers de l'hermaphrodisme et de la parthénogenèse et leurs significations écologiques
   2.3. Conclusion : déterminisme du sexe : génétique ou épigénétique

Chapitre 2 : Les mécanismes du développement embryonnaire

Historique rapide de l'embryologie

1. Rappel de l'anisotropie de l'œuf (chapitre reproduction)
2. Relation entre régulation (spécification), détermination et différenciation
   2.1. La régulation ou spécification des territoires présomptifs
   2.2. La détermination des champs morphogénétiques

2.3. La différenciation des tissus fonctionnels
2.4. Etude de cas : Echinodermes (Oursin), Amphibiens, Mammifères
3. Limite spatio-temporelle entre régulation et détermination : l'induction primaire
3.1. Les étapes de la détermination (exemple des Amphibiens)
3.1.1. Les premières déterminations maternelles : les polarités de l'embryon
3.1.2. Les déterminations successives: endodermique, mésodermique, ectodermique
3.2. Le déterminisme de la détermination : les inducteurs primaires ou embryonnaires
3.2.1. Définition des inducteurs embryonnaires
3.2.2. Mise en évidence par des expériences de greffe ectopique
3.2.3. Généralisation des mécanismes inducteurs (exemple de l'oursin)
4. Limite spatio-temporelle entre détermination et différenciation : l'induction secondaire
4.1. Définition de la différenciation
4.2. Le déterminisme de la différenciation : les inducteurs secondaires ou différenciateurs
4.3. Etude de la différenciation de l'œil et de la différenciation du sexe des Mammifères
5. Les caractéristiques des inducteurs : limites, contact, compétence, spécificité de réponse
6. Les mécanismes moléculaires des inducteurs (introduction) : Les gènes du développement
7. Plasticité du développement et implication dans la Réparation et la Spéciation
8. Application de cette plasticité dans la santé et l'environnement. Notion de cellule souche

Conclusion : Les applications biotechnologiques des caractéristiques reproductives et de la plasticité développementale

Programme des TP/TD

TP/TD1 : Etude de la fécondation : Visée : mécanismes de la stabilité du caryotype et facteurs de son instabilité

- Exemple : l'oursin, les amphibiens

TP/TD2 : Rappel des différentes étapes du développement embryonnaire

- Comparaison entre les Amphibiens et les Mammifères

TP/TD3 : Détermination de l'état des cellules souches et de leurs potentialités de développement

- Expériences d'embryologie causale : Culture de tissus embryonnaires, d'Ablation et de greffes ectopiques d'organes à différents âges embryonnaires

TP/TD4 : Les inductions et les déterminations secondaires : la différenciation cellulaire

- Etude de la structure de l'œil des Mammifères et des étapes de sa différenciation

TD5 : Exposés sur les potentialités des cellules souches et leurs applications biotechnologiques

2ème année (L2) du Parcours Biotechnologies Microbiennes (BTM)
البيوتكنوجيا الجرثومية

Fiche de présentation de la Licence

1. Identification de la Licence

Domaine	**Sciences, Technologie et Etudes Technologiques**
Mention	**Biotechnologie**
Parcours proposés	Après un tronc commun d'une année de biologie, l'étudiant peut choisir le parcours **Biotechnologie Microbienne (BTM)** **بيوتكنولوجيا الكائنات المجهرية**

2. Métiers visés

- Attaché / Attachée à l'information médicale
- Délégué / Déléguée à l'information médicale
- Délégué / Déléguée médicopharmaceutique
- Délégué / Déléguée pharmaceutique
- Délégué médical / Déléguée médical(e)
- Délégué médical hospitalier / Déléguée médicale hospitalière
- Visiteur / Visiteuse pharmaceutique
- Visiteur médical / Visiteuse médical(e)
- Visiteur médical hospitalier / Visiteuse médicale hospitalière
- Analyste biologie/microbiologie en industrie
- Analyste de laboratoire en industrie pharmaceutique
- Biologiste de contrôle fabrication en industrie
- Technicien / Technicienne bactériologiste en laboratoire de contrôle en industrie
- Technicien / Technicienne biologiste en laboratoire d'analyse industrielle
- Technicien / Technicienne biologiste en laboratoire de contrôle en industrie
- Technicien / Technicienne d'analyse industrielle
- Technicien / Technicienne de contrôle en biotechnologie en industrie
- Technicien / Technicienne de contrôle en microbiologie en industrie
- Technicien / Technicienne de laboratoire d'analyse industrielle
- Technicien / Technicienne de laboratoire de contrôle en industrie alimentaire
- Technicien / Technicienne de laboratoire de contrôle en industrie pharmaceutique
- Technicien / Technicienne en biotechnologie en laboratoire d'analyse industrielle
- Technicien / Technicienne en microbiologie en laboratoire d'analyse industrielle
- Technicien / Technicienne qualité en industrie alimentaire
- Technicien / Technicienne de biologie médicale
- Technicien / Technicienne de laboratoires d'analyses médicales
- Technicien biologiste médical / Technicienne biologiste médicale

3. Compétences développées

Le parcours ouvre l'accès aux étudiants aux métiers des biotechnologies, de la Santé, de l'Alimentation et de l'Environnement, aux métiers de la recherche et du développement de la Santé, l'Alimentation, l'Environnement, les Biotechnologie.

A la fin de la formation, les participants doivent être capables de :

Compétences cognitives (savoir)

- Connaitre le panorama des microorganismes utiles et pathogènes ainsi que la diversité microbienne en général avec une approche de classification phylogénétique
- Maîtriser les techniques et les méthodologies de détection, d'identification, de caractérisation des microorganismes ainsi que les techniques de production/culture des microorganismes à des fins industrielles ou de santé, ainsi que pour la détection des risques microbiens pour pouvoir intégrer des postes de responsabilité dans la prévention des accidents sanitaires
- Manager les composantes d'un projet de recherche et développement dans les domaines de la Santé, l'Alimentation, l'Environnement, les Biotechnologies

Compétences procédurales (savoir-faire)

- Maitriser les outils modernes de détection, d'identification, de caractérisation et d'utilisation des microorganismes dans les domaines de la Santé, l'Alimentation, l'Environnement, les Biotechnologies
- Exploiter des bases de données scientifiques et technologiques dans les domaines sus cités
- Rédiger des documents et de synthétiser une problématique complexe
- Maitriser des impératifs, en termes de sécurité et gestion de risques, liés à l'utilisation de microorganismes
- Maîtriser des techniques de gestion de projet
- Restituer oralement et par écrit une thématique donnée
- Exploiter les opportunités liées à la biodiversité microbienne

Compétences comportementales (savoir-être)

- Agilité et capacité d'adaptation pour l'adoption de nouvelles approches scientifiques
- Capacité d'initiatives créatrices de valeur
- Responsabilité dans la mise en œuvre de projets et l'atteinte des objectifs fixés
- Autonomie tout en ayant la capacité à travailler en équipe
- Capacité de communication et de traitement des litiges.

4. Principales matières de la première année

Math-Physique- Chimie
Biochimie structurale
Biologie Animale & Végétale
Langues et informatique
Microbiologie
Génétique et Biologie Moléculaire

5. Durée du tronc commun

X 1er Année

6. Conditions d'accès à la formation

Nature du Bac	*Oui*	*Non*
Bac Mathématiques	X	
Bac Sciences expérimentales	X	
Bac Informatique	X	
Bac Technique		X

Nature du Bac	*Oui*	*Non*
Bac Economie et Gestion	X	
Bac Lettres		X
Bac Sport	X	
Autres (à préciser) :		

Test d'admission : ☐ Non

Maquette du semestre 3 – 2ème année de Licence (L2-S3)

L2- S3- BTM (Biotechnologies Microbiennes) البيوتكنوجيات الجرثومية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biochimie et enzymologie**	UEF310	UEF311	Biochimie métabolique	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Métabolisme et enzymologie		UEF312	Enzymologie	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
2	UE : **Physiologie animale/végétale**	UEF320	UEF321	Physiologie animale	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Comp : Fonctionnement des différents organes animaux/végétaux et Maîtrise de techniques d'analyse		UEF322	Physiologie végétale	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
3	UE : **Génétique moléculaire et Génie des procédés**	UEF330	UEF331	Génétique moléculaire	1h30	1h00	0h30	3	5	1,5	2,5		X
	Comp : Comprendre le patrimoine génétique à l'échelle moléculaire et Comprendre et contrôler les procédés de transformation de la matière en industrie		UEF332	Génie des Procédés	1h30	0h30	0h30	2		1			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP310	UAP310	**Recherches bibliographiques ciblant le métier**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5		
5	UE : Optionnelle	UEO310	UEO311	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		
	Com :		UEO312	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			
6	UE : Transversale	UET310	UET311	**Au choix de l'établissement**	2h00			2	4	1	2		
	Com :		UET312	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1			
TOTAL					**29h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 3 : contenu préparé par la commission nationale sectorielle, commun à tous les parcours de biologie (voir contenu plus loin).

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S3

UEF 310 : Biochimie / Enzymologie

Les compétences visées par le cours de cette UE seront développées à l'aide :

- D'un cours magistral moyennant des TIC et des outils pédagogiques numériques
- d'exposés magistraux
- de Proposition de sujets de recherche ou de mini-projets qui seront traités par groupe et par thématique à la fin du semestre

ECUE 311 : Biochimie métabolique

Objectifs

- Connaissance générale du métabolisme intermédiaire
- Compréhension approfondie des mécanismes réactionnels des principales voies métaboliques et leurs régulations
- Intégration de ces voies métaboliques dans la compréhension de certaines maladies métaboliques chez l'homme et l'étude de quelques particularités métaboliques chez certains microorganismes

Le contenu de cet ECUE se focalise sur :

- Le Métabolisme des lipides : biosynthèse des acides gras et leurs dégradation (β oxydation) ; les lipoprotéines.
- Le Métabolisme des glucides : La glycolyse et voie des pentoses-phosphates, Le cycle de Krebs, La néoglucogenèse, régulation du métabolisme énergétique et réactions d'oxydoréduction.
- Le Métabolisme des Acides Aminés (AA) : Réactions de Désamination et de Transamination. Cycle de l'Urée.
- Les maladies métaboliques : Exemples de troubles métaboliques; Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme du cours

Chapitre 1: Métabolisme des glucides

1. Glycolyse et Voie des pentoses phosphates
2. Cycle de Krebs
3. Notion de bioénergétique et réactions d'oxydoréduction
4. Néoglucogenèse chez les animaux et cycle glyoxylique chez les oléagineux
5. Métabolisme glucidique chez les microorganismes

Chapitre 2: Métabolisme des lipides

1. Biosynthèse des acides gras
2. Catabolisme des acides gras (β-oxydation)
3. Les lipoprotéines

Chapitre 3: Métabolisme des acides aminés

1. Vue générale du métabolisme des acides aminés
2. Les réactions de Transamination et Désamination
3. Cycle de l'urée

Chapitre 4: Les troubles métaboliques

1. Les maladies métaboliques
2. Exemples de troubles métaboliques : l'obésité
3. Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)

TP1 : Manipulation1: Dosage du glucose
TP2 : Manipulation2: Dosage des triglycérides et du cholestérol
TP3 : Manipulation3: Dosage des transaminases

Travaux Dirigés (TD)

TD1 : Notion de bioénergétique
TD2 : Glycolyse et Cycle de Krebs
TD3 : Catabolisme des acides gras (β-oxydation) et Biosynthèse des acides gras
TD4 : Néoglucogenèse chez les animaux et chez les végétaux
TD5 : Transamination et Désamination et Cycle de l'urée

ECUE 312 : Enzymologie

Objectifs

L'objectif primordial de cet ECUE est d'avoir des connaissances générales sur les enzymes et leur régulation. Le contenu de cet enseignement porte sur la cinétique chimique et la cinétique enzymatique (reconnaissance Enzyme-Substrat; la spécificité de réaction enzymatique, localisation, classification des enzymes, notion d'ordre de réaction …) ; Cinétique des réactions enzymatiques à 1 substrat ; notion de vitesse ; Equation de Michaélis-Menten: représentations graphiques (Michaelis et Menten ; Lineweaver et Burk; Eadie Hofstee; Hanes-Woolf), détermination de K_M , V_m et k_{cat} ; Influence de la température et du pH. ; Notion d'inhibitions simples réversibles (Compétitive, non Compétitive, incompétitive); Exemples d'applications industrielles des enzymes.

Programme du cours

Introduction

Chapitre 1: les propriétés générales des enzymes

1. Structure des enzymes, notion de cofacteurs
2. Spécificité de la catalyse enzymatique
3. Nomenclature et classification des enzymes

Chapitre 2: Cinétique Michaelienne à un seul substrat

1. Rappel de cinétique chimique
2. Unités d'activité enzymatique, Activité spécifique, Turn Over…..
3. Vitesse initiale de la réaction enzymatique
4. Variation de Vi en fonction de [S] et [E]
5. Equation de Michaelis et Menten et constantes cinétiques (Km, V max)
6. Différentes représentations graphiques

Chapitre 3: Les effecteurs de la réaction enzymatique

1. Les différents types d'effecteurs (température, pH, …)
2. Inhibition de l'activité enzymatique

Chapitre 4: Enzymologie Appliquée

1. Les enzymes industrielles
2. Méthodes d'immobilisation des enzymes

Chapitre 5: Applications des enzymes dans l'industrie

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)

TP1. Extraction de l'invertase de la levure de boulangerie
TP 2. Mesure de l'activité en fonction du temps
TP 3. Effet de la concentration du substrat en fonction du temps
TP 4. Détermination des paramètres cinétiques
TP 5. Inhibition de l'invertase

Travaux Dirigés (TD)

TD1 : Cinétique chimique
TD2 : Cinétique enzymatique
TD3 : Les inhibiteurs de l'activité enzymatique

UEF 320 : Physiologie animale/végétale

ECUE 321 : Physiologie animale : Grandes fonctions et homéostasie

Objectifs

L'objectif principal est d'assurer la maîtrise des grands principes de physiologie générale qui permettra aux étudiants d'aborder par la suite les autres modules de physiologie animale et expérimentations. Les enseignements pratiques sont réalisés sur du matériel dédié à l'expérimentation animale, par une approche intégrée allant de l'activité cellulaire à la réponse de l'organisme. Les enseignements de cette unité visent à:

- Comprendre les grands principes de l'homéostasie et de la régulation du milieu intérieur.
- Comprendre les échanges membranaires et les échanges entre les différents compartiments de l'organisme animal
- Comprendre le fonctionnement normal et pathologique des niveaux de régulation notamment par le système nerveux et endocrinien.
- Connaître les mécanismes et les bases cellulaires et moléculaires de la contraction musculaire et de l'énergétique de la contraction.
- Connaitre les règles et les méthodes d'expérimentation animale

Programme du cours

Chapitre 1: Milieux intérieurs et Homéostasie

1. Les compartiments liquidiens
   1.1. Définition et caractéristiques du milieu intérieur
   1.2. Classification des compartiments liquidiens de l'organisme
   1.3. Volume des composants liquidiens de l'organisme
2. Propriétés physicochimiques des compartiments liquidiens
   2.1. Compartiment plasmatique
   2.2. Compartiment interstitiel
   2.3. Compartiment lymphatique: organes lymphoïdes et circulation lymphatique
   2.4. Compartiment intracellulaire
3. Les échanges liquidiens entre les compartiments
   3.1. Les gradients osmotiques et ioniques
   3.2. Equilibre hydrique et osmolarité du liquide extracellulaire
   3.3. Les mécanismes homéostatiques : équilibre électrolytique et acido-basique

Chapitre 2: Le sang et le système vasculaire

1. Hématologie
   1.1. Etude des éléments figurés du sang ; composition organique et ionique du sang; hématopoïèse, érythropoïèse et facteurs régulateurs
   1.2. Fonctions du sang : Structure et fonction de l'hémoglobine, transport des gaz dans le sang et équilibre acido-basique
2. Structure et caractéristiques des vaisseaux du système vasculaire
   2.1. Structure de la paroi des artères, des veines et des capillaires de la microcirculation
   2.2. Notions de débit sanguin, résistance et pression sanguine: Définitions; Influences de la viscosité du sang, longueur et diamètre des vaisseaux

Chapitre 3: Physiologie Endocrine

1. Structure et biosynthèse des hormones
2. Transport des hormones dans le sang

3. Mécanisme d'action des hormones: Activation des récepteurs membranaires, activation des récepteurs intracellulaires - action *via* les seconds messages – action *via* les facteurs de transcription et activation génique
4. L'axe hypothalamo-hypophysaire – Les cellules neurosécrétrices – Les glandes endocrines périphériques
5. Mécanisme de la rétroaction hormonale (feedback positif ou négatif)
6. Les troubles endocriniens et les pathologies associées
7. Techniques d'endocrinologie: Méthodes de dosage des hormones plasmatiques: RIA, ELISA, expression des récepteurs

Chapitre 4: Physiologie Nerveuse

1. Anatomie du système nerveux: organisation structurale et fonctionnelle du système nerveux central et périphérique
2. Physiologie du neurone: Classification, Excitabilité et fonctions
3. Physiologie du nerf: Classification, Excitabilité, Mode et vitesse de la conduction de l'influx nerveux
4. Système nerveux végétatif: système nerveux somatique, entérique et autonome, structure des voies efférentes, les ganglions du système nerveux autonome, pharmacologie des neurones pré- et post- ganglionnaire.
5. Potentiels membranaires: potentiel de repos, potentiels électrotoniques et potentiel d'action.
6. Les synapses: les synapses électriques, les synapses chimiques, les synapses gazeuses (NO).
7. La neurotransmission: les messagers chimiques, rôles et mécanismes d'action
8. La transmission Neuromusculaire: Mécanisme couplage activité électrique et mécanique du muscle squelettique avec les réflexes médullaires

Chapitre 5 : Physiologie des interactions hôte-microbes

1. Effets du microbiote intestinal sur son hôte
   1.1. Sur le système digestif
   1.2. Sur le système neuroendocrinein
   1.3. Sur le système vasculaire et circulatoire
   1.4. Sur le système immunitaire
2. Interaction hôte-microbe sur le métabolisme
3. Interaction hôte-microbe sur la croissance
4. Hygiène et santé de l'animal
   4.1. Statut microbiologique
   4.2. Statut parasitologique, infections, conditions de mise en quarantaine
   4.3. Conditions d'expérimentation animale: Acclimatation et adaptation de l'animal, Adaptation aux conditions de l'expérimentation, le devenir de l'animal après l'expérimentation (Réutilisation dans une nouvelle procédure ; remise en liberté, Euthanasie)

Programme des TP/TD

Objectifs

Étudier les fonctions physiologiques animales non pathologiques.

Techniques : Manipulation, contention, Dissection. Micromanipulation. Interprétation et mise en forme des résultats expérimentaux. Bases de l'utilisation des petits matériels de laboratoire. Acquisition informatique des données physiologiques: Système Expérimentation Assisté par Ordinateur ExAO.

Programme des travaux dirigés (4 h)

- Séance 1 (TD): Protection de l'animal en expérimentation biologique: Intérêt et objectifs de la bio-expérimentation, Conditions et légalité de l'expérimentation animale: cadre réglementaire et bioéthique, La règle des 3 R: réduire, raffiner, remplacer

- Séance 2 (TD): Physiopathologies des animaux de laboratoire: la douleur au cours de l'expérimentation animale (Physiologie de la douleur), Infections, Thermorégulation, Régulation de la respiration et du rythme cardiaque, contrôle de la sensibilité

Programme des travaux pratiques (17 h)

- Séance 1 (TP): Manipulations et soins des animaux de laboratoire: contention, anesthésie, dissection, prélèvements et conservation des fluides biologiques et organes, euthanasie
- Séance 2 (TP): Frottis sanguin, mesure du volume sanguin et détermination du groupe sanguin et de l'hématocrite chez le rat
- Séance 3 (TP): Etude anatomique et histologique des principales glandes endocrines chez le rat.
- Séance 4 (TP): Etude d'une préparation nerf-muscle chez le rongeur : Contrôle nerveux de la motricité musculaire et étude de la transmission synaptique. Et étude des réflexes médullaires

ECUE 322 : Physiologie végétale : les grandes fonctions : Relations hydriques et nutrition minérale, Photosynthèse et respiration, régulation de la croissance, dormance et germination, floraison

Objectifs

Permettre à l'étudiant d'acquérir une formation sur les grandes fonctions végétales et leur régulation : relations hydriques, nutrition, l'activité photosynthétique, la respiration, la croissance et sa régulation, la dormance, la floraison.

Programme du cours

Chapitre 1 : Relations hydriques et nutrition minérale

1. Relation plante - eau (propriétés de l'eau, potentiel hydrique et ses composantes, absorption et passage de l'eau à travers les membranes cellulaires, transport de l'eau dans la plante, transpiration).
2. Nutrition minérale : macroéléments et microéléments, absorption et transport des minéraux, mécanismes de transport, nutrition azotée.

Chapitre 2 : Photosynthèse et respiration végétale

1. Photosystèmes et absorption de la lumière
   1.1. Chaîne de transport des électrons et synthèse d'ATP
   1.2. Fixation du CO_2 (cycle de Calvin)
   1.3. Aspects physiologiques et environnementaux de la photosynthèse
   1.4. Types de métabolisme carboné (plantes en C3, C4 et CAM)
   1.5. Photorespiration

2 Respiration végétale

2.1. Glycolyse

2.2. Cycle de Krebs

2.3. Oxydation phosphorylante

Chapitre 3 : Régulateurs de croissance végétale (phytohormones)

1. Lieu de synthèse
2. Transport
3. Rôles physiologiques

Chapitre 4 : Dormance et germination

1. Types de dormance
2. Etapes de germination
3. Contrôle phytohormonal (dormance/germination)

Chapitre 5 : Floraison

1. Etapes de floraison
2. Vernalisation
3. Photopériodisme

Programme des TP/TD

Mise en évidence des processus physiologiques des végétaux par des expériences au laboratoire (mesure du potentiel hydrique, mesure de la vitesse de transpiration sous l'effet de différents facteurs, dosage des éléments minéraux dans la plante (notion de carence et de toxicité), extraction, séparation et dosage des pigments photosynthétiques et étude des différentes phases de la germination.

TP &TD 1- Graines et germination
TP &TD 2- Croissance végétale
TP &TD 3- Photosynthèse
TP &TD 4- Respiration
TP &TD 5- Nutrition et Equilibre hydrique

UEF 330 : Génétique moléculaire et Génie des procédés

ECUE 331 : Génétique moléculaire

Objectifs

Acquisition des méthodologies d'étude de la génétique moléculaire et de l'organisation des gènes et des génomes

Programme du cours

Introduction

Chapitre 1: La définition du gène

1. Mutants d'auxotrophie, chaînes de biosynthèse
2. Relation gène-enzyme
3. La complémentation fonctionnelle
4. La recombinaison

Chapitre 2: Les mutations

1. Propriétés des mutations
2. Notion de mutation germinale et de mutation somatique
3. Les agents mutagènes et leurs modes d'action
   3.1. Agents physiques
   3.2. Agents chimiques
4. Notion d'épigénétique
5. Les différents types de mutations et leurs conséquences
   5.1. Substitution
   5.2. Insertion/délétion/duplication
   5.3. Mutations de Répétition (microsatellites et VNTR)
   5.4. Transposition

Chapitre 3: La réversion et la suppression intra et extracistronique

Chapitre 4: Régulation de l'expression des gènes : Opéron Lactose

Chapitre 5: Organisation des gènes et des génomes

1. Les génomes des Eucaryotes (taille, organisation des gènes, familles de gènes...)
2. Les génomes des Procaryotes (génome chromosomique et génome plasmidique)
3. Les génomes des Virus

Chapitre 6: Génomes extra-chromosomiques

1. Diversité des génomes mitochondriaux
2. Génomes chloroplastiques

Programme des TP/TD

TP/TD 1. Test de complémentation et test de recombinaison
TP/TD 2. Suppressions intra et extracistronique
TP/TD 3. Régulation de l'expression des gènes

ECUE 332 : Génie des Procédés

Objectifs

Donner aux étudiants des connaissances scientifiques et technologiques sur la conception, le dimensionnement et la conduite d'unités pilotes ou industrielles de transformation de la matière et de l'énergie.

Programme du cours

Chapitre 1 : Transfert de quantité de mouvement ou mécanique de fluide

1. Déformation d'un fluide
2. Hydrostatique (fluide en repos)
3. Application : Manomètres
4. Hydrodynamique (fluide en mouvement)

Equations fondamentales

- *Loi de conservation de la matière, Equation de continuité*
- *Loi de conservation de la quantité de mouvement*
- *Loi de conservation de l'énergie*

Perte de charge

- Evaluation des pertes charge régulières
- Evaluation des pertes charge singulières

Chapitre 2 : Transfert de chaleur

1. Différents modes de transfert de chaleur
   - *Transfert de chaleur par conduction*
   - *Transfert de chaleur par convection*
   - *Transfert de chaleur par rayonnement*
2. Bilans de conservation d'énergie

   Conduction unidirectionnelle en régime permanent : Exemple d'un mur composite
   - Coordonnées rectangulaire
   - Coordonnées cylindriques

Chapitre 3 : Transfert de matière

1. Transfert de matière par diffusion

- *Diffusion moléculaire dans les milieux liquides*
- *Estimation du coefficient de diffusion*
- *Diffusion dans les milieux solides*

2. Transfert de matière par convection
3. Bilans de matière

Programme des TP/TD

Travaux dirigés

Applications directes de la théorie et des concepts vus au cours. Ceci dans l'objectif de s'initier aux procédures de calcul pratique et de se familiariser aux ordres de grandeur.

Travaux pratiques

Ils sont destinés à montrer aux étudiants par des expériences physiques, les phénomènes de transfert ainsi que les techniques de mesure des variables correspondantes.

Mécanique de fluide :

- Comparaison de l'écoulement de quelques fluides : eau, miel, huile : Mise en évidence de la viscosité des fluides réels
- Mise en évidence des différents régimes d'écoulement d'un filet d'eau (laminaire, turbulent)

Transfert de chaleur :

• Exposition de deux tiges de fer et de cuivre sur lesquelles sont déposées des gouttes de cire de bougie solidifiées à une flamme pour mettre en évidence le transfert de chaleur par conduction et les différences de conductivité thermique des milieux.

• Immersion d'un glaçon d'eau colorée dans de l'eau tiède pour prouver les courants de convection

Transfert de matière :

• Mise en évidence du transfert de matière par diffusion par dispersion de couleur de solide coloré dans l'eau

• Exposition d'un solide humidifié à l'air : transfert combiné convectif de matière et de chaleur

• Mesure du coefficient de transfert de matière par estimation de la quantité de solide dissoute

UAP 310 : Activités pratiques
Recherches de documents techniques et scientifiques pour le développement du projet de métier

Compétences visées

- Se familiariser avec les différents métiers et les alternatives professionnelles, en relation avec le parcours
- Acquérir la méthodologie de recherche documentaire
- Maîtriser les outils et techniques de communication nécessaires à une pratique professionnelle
- Savoir établir et rédiger un rapport technique et d'activité professionnelle

Protocole divisé en 5 séances de TD évalués en contrôle continu

1. Choisir un métier d'après la liste proposée dans la fiche de présentation
2. Connaître l'utilité de l'installation pour le propre compte, et la création de son propre projet
3. Savoir situer ce métier dans l'échiquier socio-économique national, et même international
4. Recherche documentaire: Méthodologie de recherche documentaire et aspects précis, visés par cette recherche
5. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
6. Bilan recherche documentaire : Elaborer une carte métier et présenter un Oral collectif: acquisition des connaissances en communication orale et en synthèse bibliographique
7. Rapport individuel avec travail sur les publications et élaboration d'un projet personnel avec constitution d'un document de preuves et de compétences
8. Acquisition des méthodes utiles à l'insertion professionnelle : consolidation des acquis : écrit (expression et compréhension), oral (prise de parole, interaction)
   - Rédaction d'un CV avec mise en valeur des compétences acquises
   - Rédaction d'une lettre de motivation
   - Simulation d'entretien
9. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
10. Bien cerner les aspects liés aux ressources humaines et financières du projet.

Maquette du semestre 4 – 2ème année de Licence (L2-S4)

L2- S4- BTM (Biotechnologies Microbiennes) البيوتكنوجيا الجرثومية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biotechnologies animales et végétales** Comp : Approche intégrative de l'organisation pluricellulaire et des procédés biotechnologiques de son amélioration	UEF410	UEF411	Biotechnologies animales	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3		X
			UEF412	Biotechnologies végétales	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
2	UE : **Paramètres et Technologies de transformation de la matière et des molécules du vivant** Comp : Comprendre les paramètres qui régissent les procédés de transformation, séparation et purification en industrie et maîtriser les techniques de manipulation moléculaire d'un organisme	UEF420	UEF421	Opérations unitaires	1h30	0h30	0h30	2	5	1	2,5		X
			UEF422	Biotechnologies moléculaires	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
3	UE : **Immunologie et toxicologie** Comp : Comprendre le fonctionnement du système immunitaire et les interactions entre substances chimiques et systèmes biologiques	UEF430	UEF431	Toxicologie	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
			UEF432	Immunologie/immunotechnologie	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP410	UAP410	**Au choix de l'établissement spécifique à la mention**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle Com :	UEO410	UEO411	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		
			UEO412	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			
6	UE : Transversale Com :	UET410	UET411	**Au choix de l'établissement**	2h00			2	4	1	2	X	
			UET412	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**29h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 4 : au choix de l'établissement mais ciblant la mention biotechnologies. Exemples :

Séances sur les appareillages, l'apport de chacun, leur mode d'emploi, leur maintenance et les risques qu'ils peuvent causer.

Séances d'activités de paillasse ou de visites de plateformes scientifiques ou de centres de recherche…

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S4

UEF 410 : Biotechnologies animales et végétales

ECUE 411 : Biotechnologies animales

Objectifs

Ce cours se base sur les cours de Biologie et Physiologie de la reproduction et du développement animal. Il se focalise sur les technologies utilisées dans ces domaines étroitement liés et qui peuvent apporter des améliorations en qualité et quantité au niveau agronomique. Mais, comme il s'agit de technologies qui manipulent le vivant, un autre aspect sera traité en parallèle dans ce cours. C'est l'aspect éthique et règlementaire.

Programme du cours

Introduction générale

1. Les Biotechnologies, leurs champs d'intérêt et place des Biotechnologies animales dans ces champs
2. Un des aspects des Biotechnologies animales sera pris comme exemple: les biotechnologies de la reproduction et du développement ou biotechnologies de l'embryon
3. Visées des biotechnologies de l'embryon (rapide)
   - Fondamentales
   - Appliquées aux secteurs de l'agriculture et de la santé humaine
   - Ethiques

Chapitre 1. Biotechnologies de la reproduction chez les animaux : Objectifs d'amélioration génétique et productive de la reproduction animale

Introduction : Rappels sur la reproduction animale

1. Méthodes *in vivo*

1.1. Insémination artificielle (IA) : méthode, collecte et conservation du sperme, avantages et limites

1.2. Ovulation multiple avec transfert d'embryons in vivo (MOET) : méthode, conservation d'ovocytes et d'embryons, avantages et limites

2. Méthodes *in vitro*

2.1. Prélèvement d'ovocytes, maturation in vitro, fécondation in vitro (OPU-FIV) : méthode, avantages et limites

2.2. Sexage : méthode, avantages et limites

3. Manipulations embryonnaires : clonage et transgénèse (voir chapitre 3)

4. Quelques notions sur les Biotechnologies de la reproduction humaine : Objectif génétique et reproducteur

1. Prévention des maladies génétiques : méthodes directes et indirectes, avantages et limites
2. Procréation médicalement assistée (PMA) en cas de stérilité
3. Questionnements éthiques

Chapitre 2. Biotechnologies du développement: clonage, culture et différentiation cellulaire

Introduction : rappels d'embryologie

1. Cycle de développement embryonnaire
2. Différents états cellulaires au cours du développement embryonnaire : les cellules souches

1. Le clonage animal et ses applications

1.1. Définition et bref historique
1.2. Techniques : fission embryonnaire, énucléation et transfert de noyau somatique
1.3. Applications : amélioration, production (autre méthode de reproduction)
1.4. Avantages, limites et questionnement éthique

2. **Biotechnologie cellulaire et tissulaire : Expérimentations des cellules souches**

2.1. Techniques de culture de cellules animales
2.1.1. Milieux de cultures
2.1.2. Les conditions d'incubation
2.1.3. La congélation et décongélation
2.2. Les lignées de cellules animales
2.2.1. Lignées primaires
2.2.2. Lignées secondaires
2.3. Différenciation in vitro et étude des marqueurs de différenciation
2.3.1. Modèle de l'hématopoïèse
2.3.2. Organogenèse in vitro
2.4. Tests fonctionnels in vitro
2.4.1. Croissance
2.4.2. Migration
2.4.3. Adhésion
2.4.4. Apoptose
2.5. La fusion cellulaire et la production d'anticorps monoclonaux
2.6. Utilisation des cellules souches en thérapie cellulaire humaine

Chapitre 3. Biotechnologies du génome embryonnaire : la transgénèse

1. La sélection assistée par marqueurs (SAM) (voir génie génétique)

2. La transgénèse: addition, remplacement ou inactivation de gènes

2.1. Quelques définitions : transgénèse, recombinaison, transgène, thérapie génique, OGM
2.2. Techniques possibles : Fusion cellulaire, transfection, électroporation, microinjection, hybridome, utilisation des vecteurs viraux, vecteurs épisomaux, ou vecteurs à séquences répétées, les transposons, la recombinaison… (voir génie génétique)

3. Applications

3.1. Etudes fondamentales : percer le rôle et l'expression des gènes
3.2. Elevage
3.2.1. Sélection SAM
3.2.2. Nouvelles lignées d'animaux plus résistants aux maladies
3.2.3. Amélioration de la qualité et quantité de la production animale en nourriture. Exemple le lait
3.2.4. Production de médicament chez l'animal transgénique
3.3. Recherche médicale et thérapie
3.3.1. Modèles animaux transgéniques mimant des pathologies humaines
3.3.2. Thérapie génique : traitement des pathologies humaines
3.3.3. Xénogreffe
3.4. La réduction de l'impact environnemental

4. Limites et aspects éthiques et règlementaires

Programme des TP/TD

1. **Des TD** sont réalisés sous la forme d'exposé oral et de vidéos pour expliquer les cas pratiques. A la fin de chaque séance, les étudiants font **des comptes-rendus**.
   - **TD1. Biotechnologie de l'Embryon** : Définition, Techniques, Cas pratique (IA des bovins)

- **TD2. Les techniques de la Procréation Médicalement Assistée (PMA)** : Techniques, Ethique et Lois qui la régissent dans le monde et surtout en Tunisie.
- **TD3. La Transgénèse et ses Applications** (cas du lait par exemple)

2. Des exposés dans les thèmes

- La reproduction animale artificielle en milieu marin (Exemples et Utilité)
- Transgénèse animale: élevage des poissons et du bétail (Exemples et Utilité)
- PGS ou Screening Génétique Pré-implantation
- Time-Lapse Embryo-Imaging

3. Séance de TP : Culture *in vitro* des cellules rétiniennes de l'œil de bœuf.

5. Sortie au **Centre d'Amélioration Génétique de Sidi Thabet**: observation d'IA des bovins, explication théorique du cas des ovins, suivie d'un compte rendu.

ECUE 412 : Biotechnologies végétales

Objectifs

L'enseignement des Biotechnologies végétales vise la maitrise d'un ensemble de connaissances biologiques appliquées à la mise en œuvre de méthodes et de procédés utilisant: des organismes végétaux, des cellules végétales vivantes ou des biomolécules actives.
Ces technologies sont réalisées dans un objectif de production, de service ou de recherche et de développement. Elles trouvent des applications dans les domaines de l'agriculture, de l'environnement, des industries (agro-alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques,...), de la santé,…

Programme du cours

Introduction : Importance des Biotechnologies Végétales

Chapitre 1: Multiplication végétative conforme des végétaux en culture in vitro

1. Cultures nodales et micropropagation
2. Rhizogenèse
3. Acclimatation

Chapitre 2: Multiplication végétative non conforme des végétaux en culture in vitro

1. Culture de tissus et callogenèse
2. Morphogenèse programmée et organogenèse
   2.1- Caulogenèse
   2.2- Rhizogenèse
3. Mutagenèse et pression de sélection

Chapitre 3: Embryogenèse somatique

1. Embryogenèse à partir de cal
2. Embryogenèse à partir de cultures cellulaires en milieu liquide : souches cellulaires et conservation
3. Bioréacteurs et biosynthèse de molécules bioactives (métabolites secondaires : alcaloïdes et terpénoïdes)
4. Obtention de semences artificielles

Chapitre 4: Haplodiploïdisation

1. Obtention d'haploïdes (androgenèse et gynogenèse)
2. Diploïdisation par la colchicine

Chapitre 5: Fusion de protoplastes

1. Obtention de protoplastes à partir de parenchymes foliaires par attaque enzymatique
2. Fusion somatique et création variétale

Chapitre 6: Transgenèse

1. Technique d'introduction de gènes d'intérêts dans une cellule
2. Domaines d'application de la transgénèse végétale
   2.1- Santé
   2.2- Agriculture
   2.3- Environnement
   2.4- Industries…

Chapitre 7 : Législation et biosécurité

Programme des TP/TD

- Culture *in vitro* de méristèmes
- Androgenèse (culture d'anthères de Tabac)
- Culture de protoplastes
- Transformation génétique
- Visites de laboratoires et de centres spécialisés en vitroplants

UEF 420 : Paramètres et Technologies de transformation de la matière et des molécules du vivant

ECUE 421 : Opérations unitaires

Objectifs

- Comprendre le principe des opérations unitaires et les lois sur lesquelles elles se basent
- Avoir une idée sur les différentes machines utilisées à l'échelle industrielle pour chaque opération unitaire
- Maitriser certaines opérations unitaires les plus utilisées à l'échelle industrielle : réaliser des mesures, des bilans et des calculs en fonction de chaque opération unitaire

Programme du cours

Introduction aux opérations unitaires

Chapitre 1 : Evaporation

1. Définition et but
2. Avantages et inconvénients
3. Evaporateur à simple effet
   3.1. Présentation de la machine
   3.2. Bilan de matière
   3.3. Bilan de chaleur
4. Evaporateur à double effet
   4.1. Présentation de la machine
   4.2. Bilan de matière
   4.3. Bilan de chaleur

Chapitre 2 : Séchage et air humide

1. Introduction
2. L'équilibre d'humidité entre l'air et le produit
3. L'air humide
4. Utilisation du diagramme de l'air humide en séchage
5. Principes physiques du séchage
   5.1. Séchage par entraînement
   5.2. Séchage par ébullition
6. Technologie et calcul des séchoirs

Chapitre 3 : Pasteurisation et Stérilisation

1. Définition
2. Choix du traitement
3. Loi du temps
4. Loi de la température
5. Valeur stérilisatrice et pasteurisatrice
6. Méthode de bigelow
7. Les différentes machines
   7.1. Les stérilisateurs
   7.2. Les pasteurisateurs

Chapitre 4 : Distillation

1. Principes de base et données de calcul

2. Le diagramme d'équilibre liquide vapeur
3. Principe de distillation en colonne (Notion de plateaux théoriques)
4. Bilans de matières et d'énergie

Chapitre 5 : Décantation /Centrifugation

1. Décantation
   1.1. Définition
   1.2. Vitesse de sédimentation
   1.3. Les décanteurs et leurs principes de fonctionnement
      1.3.1. Décanteur vertical
      1.3.2. Décanteur horizontal
2. Centrifugation
   2.1. Définition
   2.2. Vitesse de centrifugation selon la nature du produit et les caractéristiques de la centrifugeuse
   2.3. Les différents types de centrifugeuse
      2.3.1. Centrifugeuse à bol tubulaire
      2.3.2. Centrifugeuse à bol en assiette
      2.3.3. Centrifugeuse à vis convoyeuse

Chapitre 6 : Filtration

1. Variations du débit de filtration
   1.1. Filtration par alluvionnement
      1.1.1. Filtration à pression constante
      1.1.2. Filtration à débit constant
   1.2. Filtration de masse
      1.2.1. Colmatage pur
      1.2.2. Colmatage intermédiaires
2. Les milieux filtrants
   2.1. Les adjuvants de filtration
   2.2. Les filtres épais
   2.3. Les membranes

Chapitre 7 : Lyophilisation

1. Principaux paramètres du cycle de lyophilisation
2. Procédés de lyophilisation (congélation, mise sous vide et chauffage)
3. Diagramme pression température (P,T) et Notion de point triple pour l'eau et
4. Cycle de lyophilisation et interprétation
5. Méthode pour l'établissement de recette de lyophilisation
6. Rendement et Problèmes particuliers de la lyophilisation
7. Les appareils industriels de la lyophilisation et Produits innovants et produits lyophilisés à haute valeur ajouté

Programme des TP/TD

1. S'exercer sur les bilans de matière et d'énergie pour les différentes opérations unitaires traitées en cours, comme :

- Procédé de lyophilisation (essai et bilan)
- Distillation eau /éthanol (séparation en fonction de la température)
- Extraction liquide-liquide (séparation en fonction de la masse volumique)
- Centrifugation et taux de décantation
- Filtration membranaire (permeat, concentrât, rendement)

- Cinétique de séchage d'un solide Caractéristique
- Microfiltration ultrafiltration (frontale et tangentielle)

2. Visites d'entreprises industrielles

ECUE 422 : Biotechnologies moléculaires

Objectifs

Les différentes techniques utilisées dans les manipulations génétiques. Cours basé sur la génétique et la biologie moléculaire

Programme du cours

Partie 1 : Génie génétique : définition

Chapitre 1. Les Outils enzymatiques du génie génétique

1. Les Enzymes de restriction

1.1. Définition
1.2. Différents types d'enzymes
1.3. Nomenclature
1.4. Type de coupure

2. Autres enzymes

Dnase I ; Nucléase S1 ; Terminal transférase ; Ligases ; ADN Pol I, ARN pol ; Phosphatase Alcaline ; T4PK ; Taq Polymérase, TR II.

Chapitre 2. Les vecteurs

1. Les Plasmides : pBR322 & pUC18
2. Les Bactériophages : Cycle du phage lambda ; Carte génétique du chromosome du phage lambda ; comme vecteur
3. Les cosmides ; Utilisation des cosmides pour la constitution d'une banque
4. Les Chromosomes artificiels
5. pYAC ; Carte d'un plasmide YAC ; Le mini chromosome après ligation
6. pBAC : Chromosome artificiel bactérien, BAC
7. Autres vecteurs (vecteurs viraux eucaryotes...)

Chapitre 3. Les cellules hôtes: Bactéries, Levures, Cellules animales

1. Les Méthodes de clonage

1.1. Vecteurs de clonage, Vecteurs d'expression
1.2. Importance des marqueurs de sélection
1.3. Etapes de clonage

2. Banques génomiques, banques d'ADN complémentaires: Sélection et criblage : Méthodes de sélection de clones recombinants

3. La PCR et le séquençage

Partie 2 : Biotechnologies moléculaires

Chapitre 1 : Les techniques de transfert de gènes chez les animaux

1. Le modèle de la transgenèse chez la souris
2. Les constructions génétiques
3. Les méthodes de transfert
4. Les cellules cibles
5. Contrôle de l'intégration et de l'expression des transgènes

Chapitre 2 : Technologies transgéniques chez les plantes

1. Transgénèse du génome nucléaire
   1.1. Nature du transgène, son Origine et ses Propriétés

1.2. Stratégies de transfert de gènes chez les plantes
1.3. Les méthodes de transformation
1.4. Insertion du transgène, vérification de son intégration et son expression
1.5. Problèmes rencontrés

2. Transgénèse du génome chloroplastique
2.1. Intérêts de la transgénèse chloroplastique
2.2. Applications de la transformation des chloroplastes
2.3. Comparaison entre la transformation nucléaire et celle des chloroplastes
2.4. Limites de la transgénèse chloroplastique

Programme des TD/TP

Méthodes d'étude et de manipulation de l'ADN : Préparation de fragments à cloner, Etude du polymorphisme par RFLP, ou par Southern-Blot. Établissement des cartes de restriction

- Digestion enzymatique d'ADN et visualisation
- Clonage dans un vecteur plasmidique
- Méthodes de Séquençage et PCR
- Modification des acides nucléiques - La mutagenèse

TD : Analyses d'Articles Scientifiques

UEF 430 : Immunologie et Toxicologie

ECUE 431 : Toxicologie

Objectifs

L'objectif du cours de toxicologie est d'aborder les principaux concepts de la toxicologie et expliquer les risques des substances toxiques pour l'homme et l'environnement. On s'intéressera par ailleurs dans ce module aux toxi-infections alimentaires.

Programme du cours

Chapitre 1 Notions générale de la toxicologie

1. Définition de la toxicologie
2. Les voies d'absorption usuelles
3. Evaluation de la toxicité : les doses critiques
   - 3.1. La dose létale 50 (DL50)
   - 3.2. La dose effective 50 (DE50)
   - 3.3. La dose sans effet (NOEL)
   - 3.4. La dose avec l'effet le plus faible (LOAEL)
   - 3.5. La benchmark dose (BMD)
   - 3.6. Le facteur d'incertitude

4- La relation dose-réponse vs la relation dose-effet

5- Les essais de toxicité : aigue, subaigüe et chronique

Chapitre 2 Toxicologie humaine

1. Les mécanismes d'action d'un toxique
   - 1.1. La toxicocinétique : rappel de l'ADME
   - 1.2. Action d'un toxique par interférence avec le transport d'oxygène
   - 1.3. Action d'un toxique par interférence avec l'utilisation de l'oxygène et le stockage de l'énergie
   - 1.4. Action d'un toxique au niveau des enzymes
   - 1.5. Toxicité par formation de métabolites réactifs
   - 1.6. Les systèmes enzymatiques de protection
   - 1.7. Les systèmes de détoxification
2. Les modes d'action d'un toxique
   - 2.1. La néphrotoxicité : Les atteintes tubulaires, Les atteintes glomérulaies
   - 2.2. La neurotoxicité, La neuropathie, L'axonopathie, La myélinopathie, Atteinte de la neurotransmission
   - 2.3. Les atteintes toxiques du sang : cas de l'anémie aplasique et de l'hypoxie
   - 2.4. La reprotoxicité : Atteinte de la reproduction féminine, Atteinte de la reproduction masculine, Action sur le fœtus : la fœtotoxicité, la tératogenese
   - 2.5. La génotoxicité
   - 2.6. La mutagénicité
   - 2.7. La cancérogénicité
   - 2.8 L'immunotoxicité

Chapitre 3 : La toxicologie environnementale

1. Définition de l'écotoxicologie
2. Les phases du processus d'écotoxicité
   - 2.1. La phase d'exposition
   - 2.2. La toxicocinétique
   - 2.3. La toxicodynamique
3. Le devenir des toxiques dans l'environnement
   - 3.1. Les processus biotiques de transformation des toxiques

3.2. Les processus abiotique de transformation des toxiques
4. Les méthodes d'essai d'écotoxicité
5. Notions de bioaccumulation et de bioconcentation
5.1. KOW et BCF
5.2. KOC
6. Phase d'évaluation des effets
6.1. Essais d'écotoxicité aquatiques aigue
6.2. Essais d'écotoxicité aquatiques chronique
6.3. Facteur dévaluation : PNEC aquatique

Chapitre 5 : Les toxi-infections alimentaires
1. Définition et caractères généraux
2. Agents infectieux responsables de toxi-infection (1) : Microorganismes à pouvoir invasif
2.1. Le mode d'action de shigella
2.2. Le mode d'action de salmonella
2.3. Le mode d'action de Yersinia
3. Agents infectieux responsables de toxi-infection (2) : Microorganismes sécrétant une entérotoxine
3.1. Mécanisme d'action d'une entérotoxine
3.2. Mécanisme d'action d'une entérotoxine cholérique
3.3. *Staphylococcus aureus* comme agent causal de toxi-infection par entérotoxine
4. Agents infectieux responsables de toxi-infection (3) : Microorganismes sécrétant une toxine neurotrope
4.1. Mécanisme d'action
4.2. Cibles interneuronale

Programme des TP/TD

ECUE 432 : Immunologie/immunotechnologie

Objectifs
L'utilisation des propriétés des réponses immunes, des anticorps et des techniques immunologiques dans divers domaines de recherche, de contrôle, d'analyse biomédicale et de production doit apparaître à travers les exemples et les applications

Programme du cours

Introduction à l'immunologie
1. Notion d'antigène
2. Définition et rôle du système immunitaire

Chapitre 1. Les organes et les cellules de l'immunité
1. Les organes lymphoïdes : localisation, structure et fonction
2. Les différentes cellules immunitaires : morphologie, fonction, marqueurs de différenciation
3. La circulation des cellules de l'immunité

Chapitre 2. L'immunité innée
1. Les barrières naturelles
2. La réaction inflammatoire

Chapitre 3. L'immunité adaptative
1. Propriétés : notion de spécificité, diversité et mémoire, application à la vaccination et la sérothérapie
2. Les étapes de la réponse : activation, prolifération, différenciation
3. Les mécanismes effecteurs

Chapitre 4. Les anticorps monoclonaux et recombinants

1. Principe d'obtention
2. Banques combinatoires d'anticorps et banques de peptides
3. Applications

Programme des TP/TD

1. Structure et diversité des anticorps : purification des Ig et d'anticorps par chromatographie.
2. La réaction antigène anticorps et techniques d'étude (immunoprécipitation et ELISA)
3. Les techniques de western-blot
4. Immunohistochimie, Immunofluorescence et cytométrie de flux
5. Techniques de production d'anticorps (polyclonaux, monoclonaux et recombinants)

2ème année (L2) du Parcours Biotechnologies en Industrie Pharmaceutique (Biotech-Pharma) البيوتكنولوجيا في الصناعة الصيدلية

Fiche de présentation de la Licence

1. Identification de la Licence

Domaine	**Sciences et Technologies**
Mention	**Biotechnologie**
Parcours proposés	*Après une année de tronc commun de Biologie, l'étudiant peut choisir le parcours :* **Biotechnologies et Industries pharmaceutiques (Biotech-Parma)** البيوتكنولوجيا والصناعات الصيدلانية

2. Métiers visés

Cette licence forme aux métiers suivants

Dans le secteur de l'industrie Pharmaceutique, parapharmaceutique et Cosmétique
Dans le secteur de l'industrie des alicaments et des nutraceutiques
Dans le secteur de la biologie médicale et de la santé Humaine et Vétérinaire
Métiers visés :
Assistant de production
Assistant de procédés biotechnologiques
Assistant de laboratoire de recherche et de développement en sciences biotechnologiques
Assistant de gestion et de qualité.

3. Compétences développées

Cette licence offre une formation complète en biotechnologie appliquée aux produits de santé, mettant en œuvre les organismes vivants et les molécules bioactives. Elle aborde les aspects relatifs à la production, à la valorisation, à la qualité, ainsi que les outils statistique et informatique nécessaires à l'exploitation des résultats, l'interrogation de bases de données et la création d'entreprise.

A la fin de la formation, les participants doivent être capables de :

Compétences cognitives (Savoir)

- Acquérir les connaissances en sciences de biochimie, de biologie cellulaire et moléculaire, de microbiologie, de physiologie, d'immunologie et de chimie.
- Etre capable d'analyser divers types de documents en français et en anglais.
- Acquérir une approche critique, analytique et souple à la résolution de problèmes dans le domaine de la biotechnologie appliquée aux produits de santé.

Compétences procédurales (Savoir-faire)

- Savoir mettre en œuvre et appliquer des procédures d'expérimentation.
- Exercer dans les laboratoires de recherche, des laboratoires d'analyses biologiques moléculaires ainsi que dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique ou parapharmaceutique en qualité d'assistant de

production et assistant recherche et développement

Compétences comportementales (Savoir-être)

- Engagement
- Communication et négociation

4. Principales matières de la première année

Maths et Physique appliqués,
Chimie générale et organique
Biologie cellulaire
Génétique formelle et diversité des génomes
Biologie de la reproduction et développement animal
Biologie de la reproduction et morphologie des angiospermes
Diversité phylogénétique animale
Microbiologie générale
Biochimie structurale

5. Durée du tronc commun

X 1er Année

6. Conditions d'accès à la formation

Nature du Bac	***Oui***	***Non***
Bac Mathématiques	X	
Bac Sciences expérimentales	X	
Bac Informatique		X
Bac Technique		X

Nature du Bac	***Oui***	***Non***
Bac Economie et Gestion		X
Bac Lettres		X
Bac Sport		X
Autres (à préciser) :		X

Test d'admission : ☐ Oui X Non

Maquette du semestre 3 – 2ème année de Licence (L2-S3)

L2- S3- Biotech-Pharma (Biotechnologies en Industrie Pharmaceutique) البيوتكنولوجيا في الصناعة الصيدلية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biochimie et enzymologie** Com : métabolisme et enzymologie	UEF310	UEF311	Biochimie métabolique	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
			UEF312	Enzymologie	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
2	UE : **Physiologie animale et végétale** Com :	UEF320	UEF321	Physiologie animale	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
			UEF322	Physiologie végétale	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
3	UE : **Génétique moléculaire et immunologie** Com : Comprendre le fonctionnement du patrimoine génétique et du système immunitaire	UEF330	UEF331	Génétique moléculaire	1h30	0h30	0h30	2	5	1	2,5		X
			UEF332	Immunologie/immunotechnologie	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP310	UAP310	**Recherches bibliographiques ciblant le métier**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle Com :	UEO310	UEO311	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		
			UEO312	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			
6	UE : Transversale Com :	UET310	UET311	**Au choix de l'établissement**	2h00			2	4	1	2	X	
			UET312	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**29h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 3 : contenu préparé par la commission nationale sectorielle, commun à tous les parcours de biologie (voir contenu plus loin).

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S3

UEF 310 : Biochimie / Enzymologie

Les compétences visées par le cours de cette UE seront développées à l'aide :

- D'un cours magistral moyennant des TIC et des outils pédagogiques numériques
- d'exposés magistraux
- de Proposition de sujets de recherche ou de mini-projets qui seront traités par groupe et par thématique à la fin du semestre

ECUE 311 : Biochimie métabolique

Objectifs

- Connaissance générale du métabolisme intermédiaire
- Compréhension approfondie des mécanismes réactionnels des principales voies métaboliques et leurs régulations
- Intégration de ces voies métaboliques dans la compréhension de certaines maladies métaboliques chez l'homme et l'étude de quelques particularités métaboliques chez certains microorganismes

Le contenu de cet ECUE se focalise sur :

- Le Métabolisme des lipides : biosynthèse des acides gras et leurs dégradation (β oxydation) ; les lipoprotéines.
- Le Métabolisme des glucides : La glycolyse et voie des pentoses-phosphates, Le cycle de Krebs, La néoglucogenèse, régulation du métabolisme énergétique et réactions d'oxydoréduction.
- Le Métabolisme des Acides Aminés (AA) : Réactions de Désamination et de Transamination. Cycle de l'Urée.
- Les maladies métaboliques : Exemples de troubles métaboliques; Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme du cours

Chapitre 1: Métabolisme des glucides

1. Glycolyse et Voie des pentoses phosphates
2. Cycle de Krebs
3. Notion de bioénergétique et réactions d'oxydoréduction
4. Néoglucogenèse chez les animaux et cycle glyoxylique chez les oléagineux
5. Métabolisme glucidique chez les microorganismes

Chapitre 2: Métabolisme des lipides

1. Biosynthèse des acides gras
2. Catabolisme des acides gras (β-oxydation)
3. Les lipoprotéines

Chapitre 3: Métabolisme des acides aminés

1. Vue générale du métabolisme des acides aminés
2. Les réactions de Transamination et Désamination
3. Cycle de l'urée

Chapitre 4: Les troubles métaboliques

1. Les maladies métaboliques
2. Exemples de troubles métaboliques : l'obésité
3. Flore intestinale et maladies métaboliques

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)

TP1 : Manipulation1: Dosage du glucose
TP2 : Manipulation2: Dosage des triglycérides et du cholestérol
TP3 : Manipulation3: Dosage des transaminases

Travaux Dirigés (TD)

TD1 : Notion de bioénergétique
TD2 : Glycolyse et Cycle de Krebs
TD3 : Catabolisme des acides gras (β-oxydation) et Biosynthèse des acides gras
TD4 : Néoglucogenèse chez les animaux et chez les végétaux
TD5 : Transamination et Désamination et Cycle de l'urée

ECUE 312 : Enzymologie

Objectifs

L'objectif primordial de cet ECUE est d'avoir des connaissances générales sur les enzymes et leur régulation. Le contenu de cet enseignement porte sur la cinétique chimique et la cinétique enzymatique (reconnaissance Enzyme-Substrat; la spécificité de réaction enzymatique, localisation, classification des enzymes, notion d'ordre de réaction …) ; Cinétique des réactions enzymatiques à 1 substrat ; notion de vitesse ; Equation de Michaélis-Menten: représentations graphiques (Michaelis et Menten ; Lineweaver et Burk; Eadie Hofstee; Hanes-Woolf), détermination de K_M , V_m et k_{cat} ; Influence de la température et du pH. ; Notion d'inhibitions simples réversibles (Compétitive, non Compétitive, incompétitive); Exemples d'applications industrielles des enzymes.

Programme du cours

Introduction

Chapitre 1: les propriétés générales des enzymes

1. Structure des enzymes, notion de cofacteurs
2. Spécificité de la catalyse enzymatique
3. Nomenclature et classification des enzymes

Chapitre 2: Cinétique Michaelienne à un seul substrat

1. Rappel de cinétique chimique
2. Unités d'activité enzymatique, Activité spécifique, Turn Over…..
3. Vitesse initiale de la réaction enzymatique
4. Variation de Vi en fonction de [S] et [E]
5. Equation de Michaelis et Menten et constantes cinétiques (Km, V max)
6. Différentes représentations graphiques

Chapitre 3: Les effecteurs de la réaction enzymatique

1. Les différents types d'effecteurs (température, pH, …)
2. Inhibition de l'activité enzymatique

Chapitre 4: Enzymologie Appliquée

1. Les enzymes industrielles
2. Méthodes d'immobilisation des enzymes

Chapitre 5: Applications des enzymes dans l'industrie

Programme des TP/TD

Travaux pratiques (TP)

TP1. Extraction de l'invertase de la levure de boulangerie
TP 2. Mesure de l'activité en fonction du temps
TP 3. Effet de la concentration du substrat en fonction du temps
TP 4. Détermination des paramètres cinétiques
TP 5. Inhibition de l'invertase

Travaux Dirigés (TD)

TD1 : Cinétique chimique
TD2 : Cinétique enzymatique
TD3 : Les inhibiteurs de l'activité enzymatique

UEF 320 : Physiologie animale et végétale

ECUE 321 : Physiologie animale : Grandes fonctions et homéostasie 1

Objectifs

L'objectif principal est d'assurer la maîtrise des grands principes de physiologie générale qui permettra aux étudiants d'aborder par la suite les autres modules de physiologie animale et expérimentations. Les enseignements pratiques sont réalisés sur du matériel dédié à l'expérimentation animale, par une approche intégrée allant de l'activité cellulaire à la réponse de l'organisme. Les enseignements de cette unité visent à:

- Comprendre les grands principes de l'homéostasie et de la régulation du milieu intérieur.
- Comprendre les échanges membranaires et les échanges entre les différents compartiments de l'organisme animal
- Comprendre le fonctionnement normal et pathologique des niveaux de régulation notamment par le système nerveux et endocrinien.
- Connaître les mécanismes et les bases cellulaires et moléculaires de la contraction musculaire et de l'énergétique de la contraction.
- Connaitre les règles et les méthodes d'expérimentation animale

Programme du cours

Chapitre 1: Milieux intérieurs et Homéostasie

1. Les compartiments liquidiens
   1.1. Définition et caractéristiques du milieu intérieur
   1.2. Classification des compartiments liquidiens de l'organisme
   1.3. Volume des composants liquidiens de l'organisme
2. Propriétés physicochimiques des compartiments liquidiens
   2.1. Compartiment plasmatique
   2.2. Compartiment interstitiel
   2.3. Compartiment lymphatique: organes lymphoïdes et circulation lymphatique
   2.4. Compartiment intracellulaire
3. Les échanges liquidiens entre les compartiments
   3.1. Les gradients osmotiques et ioniques
   3.2. Osmorégulation
   3.3. Les mécanismes homéostatiques

Chapitre 2: Le sang et le système vasculaire

1. Hématologie
   1.1. Etude des éléments figurés du sang ; composition organique et ionique du sang; hématopoïèse, érythropoïèse et facteurs régulateurs
   1.2. Fonctions du sang : Structure et fonction de l'hémoglobine, transport des gaz dans le sang et équilibre acido-basique
2. Structure et caractéristiques des vaisseaux du système vasculaire
   2.1. Structure de la paroi des artères, des veines et des capillaires de la microcirculation
   2.2. Notions de débit sanguin, résistance et pression sanguine: Définitions; Influences de la viscosité du sang, longueur et diamètre des vaisseaux

Chapitre 3: Physiologie Endocrine

1. Structure et biosynthèse des hormones
2. Transport des hormones dans le sang

3. Mécanisme d'action des hormones: Activation des récepteurs membranaires, activation des récepteurs intracellulaires - action *via* les seconds messages – action *via* les facteurs de transcription et activation génique
4. L'axe hypothalamo-hypophysaire – Les cellules neurosécrétrices – Les glandes endocrines périphériques
5. Mécanisme de la rétroaction hormonale (feedback positif ou négatif)
6. Les troubles endocriniens et les pathologies associées
7. Techniques d'endocrinologie: Méthodes de dosage des hormones plasmatiques: RIA, ELISA, expression des récepteurs

Chapitre 4: Physiologie Nerveuse

1. Anatomie du système nerveux: organisation structurale et fonctionnelle du système nerveux central et périphérique
2. Physiologie du neurone: Classification, Excitabilité et fonctions
3. Physiologie du nerf: Classification, Excitabilité, Mode et vitesse de la conduction de l'influx nerveux
4. Système nerveux végétatif: système nerveux somatique, entérique et autonome, structure des voies efférentes, les ganglions du système nerveux autonome, pharmacologie des neurones pré- et post- ganglionnaire.
5. Potentiels membranaires: potentiel de repos, potentiels électrotoniques et potentiel d'action.
6. Les synapses: les synapses électriques, les synapses chimiques, les synapses gazeuses (NO).
7. La neurotransmission: les messagers chimiques, rôles et mécanismes d'action
8. La transmission Neuromusculaire: Mécanisme couplage activité électrique et mécanique du muscle squelettique avec les réflexes médullaires

Chapitre 5 : Physiologie Appliquée à la Bio-expérimentation et Pharmacologie

1. Pharmacocinétique : Devenir des drogues dans l'organisme
   Biodisponibilité ; Biotransformation et Elimination : Rôle du foie et des reins
2. Pharmacodynamique des drogues
   2.1. Test de toxicité animale (DL50)
   2.2. Pharmacodépendance
   2.3. Les différentes cibles des médicaments ou des drogues
3. Comportement animal de laboratoire
   Procédés expérimentaux d'évaluation du comportement animal: évaluation des états de stress, d'algésie, de motricité et d'apprentissage
4. Hygiène et santé de l'animal
   Statut microbiologique
   Statut parasitologique, infections, conditions de mise en quarantaine
   Conditions d'expérimentation animale: Acclimatation et adaptation de l'animal, Adaptation aux conditions de l'expérimentation, le devenir de l'animal après l'expérimentation (Réutilisation dans une nouvelle procédure ; remise en liberté, Euthanasie)

Programme des TP/TD

Objectifs

Étudier les fonctions physiologiques animales non pathologiques.

Techniques : Manipulation, contention, Dissection. Micromanipulation. Interprétation et mise en forme des résultats expérimentaux. Bases de l'utilisation des petits matériels de laboratoire. Acquisition informatique des données physiologiques: Système Expérimentation Assisté par Ordinateur ExAO.

Programme des travaux dirigés (4 h)

- Séance 1 (TD): Protection de l'animal en expérimentation biologique: Intérêt et objectifs de la bio-expérimentation, Conditions et légalité de l'expérimentation animale: cadre réglementaire et bioéthique, La règle des 3 R: réduire, raffiner, remplacer

- Séance 2 (TD): Physiopathologies des animaux de laboratoire: la douleur au cours de l'expérimentation animale (Physiologie de la douleur), Infections, Thermorégulation, Régulation de la respiration et du rythme cardiaque, contrôle de la sensibilité

Programme des travaux pratiques (17 h)

- Séance 1 (TP): Manipulations et soins des animaux de laboratoire: contention, anesthésie, dissection, prélèvements et conservation des fluides biologiques et organes, euthanasie
- Séance 2 (TP): Frottis sanguin, mesure du volume sanguin et détermination du groupe sanguin et de l'hématocrite chez le rat
- Séance 3 (TP): Etude anatomique et histologique des principales glandes endocrines chez le rat.
- Séance 4 (TP): Etude d'une préparation nerf-muscle chez le rongeur : Contrôle nerveux de la motricité musculaire et étude de la transmission synaptique. Et étude des réflexes médullaires

ECUE 322 : Physiologie végétale : les grandes fonctions : Relations hydriques et nutrition minérale, Photosynthèse et respiration, régulation de la croissance, dormance et germination, floraison

Objectifs

Permettre à l'étudiant d'acquérir une formation sur les grandes fonctions végétales et leur régulation : relations hydriques, nutrition, l'activité photosynthétique, la respiration, la croissance et sa régulation, la dormance, la floraison.

Programme du cours

Chapitre 1 : Relations hydriques et nutrition minérale

1. Relation plante - eau (propriétés de l'eau, potentiel hydrique et ses composantes, absorption et passage de l'eau à travers les membranes cellulaires, transport de l'eau dans la plante, transpiration).
2. Nutrition minérale : macroéléments et microéléments, absorption et transport des minéraux, mécanismes de transport, nutrition azotée.

Chapitre 2 : Photosynthèse et respiration végétale

1. Photosystèmes et absorption de la lumière
   1.1. Chaîne de transport des électrons et synthèse d'ATP
   1.2. Fixation du CO2 (cycle de Calvin)
   1.3. Aspects physiologiques et environnementaux de la photosynthèse
   1.4. Types de métabolisme carboné (plantes en C3, C4 et CAM)
   1.5. Photorespiration

2 Respiration végétale

2.1. Glycolyse

2.2. Cycle de Krebs

2.3. Oxydation phosphorylante

Chapitre 3 : Régulateurs de croissance végétale (phytohormones)

1. Lieu de synthèse
2. Transport
3. Rôles physiologiques

Chapitre 4 : Dormance et germination

1. Types de dormance
2. Etapes de germination

3. Contrôle phytohormonal (dormance/germination)

Chapitre 5 : Floraison

1. Etapes de floraison
2. Vernalisation
3. Photopériodisme

Programme des TP/TD

Mise en évidence des processus physiologiques des végétaux par des expériences au laboratoire (mesure du potentiel hydrique, mesure de la vitesse de transpiration sous l'effet de différents facteurs, dosage des éléments minéraux dans la plante (notion de carence et de toxicité), extraction, séparation et dosage des pigments photosynthétiques et étude des différentes phases de la germination.

TP &TD 1- Graines et germination
TP &TD 2- Croissance végétale
TP &TD 3- Photosynthèse
TP &TD 4- Respiration
TP &TD 5- Nutrition et Equilibre hydrique

UEF 330 : Génétique moléculaire et immunologie

ECUE 331 : Génétique moléculaire

Objectifs

Acquisition des méthodologies d'étude de la génétique moléculaire et de l'organisation des gènes et des génomes

Programme du cours

Introduction

Chapitre 1: La définition du gène

1. Mutants d'auxotrophie, chaînes de biosynthèse
2. Relation gène-enzyme
3. La complémentation fonctionnelle
4. La recombinaison

Chapitre 2: Les mutations

1. Propriétés des mutations
2. Notion de mutation germinale et de mutation somatique
3. Les agents mutagènes et leurs modes d'action
   3.1. Agents physiques
   3.2. Agents chimiques
4. Notion d'épigénétique
5. Les différents types de mutations et leurs conséquences
   5.1. Substitution
   5.2. Insertion/délétion/duplication
   5.3. Mutations de Répétition (microsatellites et VNTR)
   5.4. Transposition

Chapitre 3: La réversion et la suppression intra et extracistronique

Chapitre 4: Régulation de l'expression des gènes : Opéron Lactose

Chapitre 5: Organisation des gènes et des génomes

1. Les génomes des Eucaryotes (taille, organisation des gènes, familles de gènes...)
2. Les génomes des Procaryotes (génome chromosomique et génome plasmidique)
3. Les génomes des Virus

Chapitre 6: Génomes extra-chromosomiques

1. Diversité des génomes mitochondriaux
2. Génomes chloroplastiques

Programme des TP/TD

TP/TD 1. Test de complémentation et test de recombinaison
TP/TD 2. Suppressions intra et extracistronique
TP/TD 3. Régulation de l'expression des gènes

ECUE 332 : Immunologie/immunotechnologie

Objectifs

L'utilisation des propriétés des réponses immunes, des anticorps et des techniques immunologiques dans divers domaines de recherche, de contrôle, d'analyse biomédicale et de production doit apparaître à travers les exemples et les applications

Programme du cours

Introduction à l'immunologie

1. Notion d'antigène
2. Définition et rôle du système immunitaire

Chapitre 1. Les organes et les cellules de l'immunité

1. Les organes lymphoïdes : localisation, structure et fonction
2. Les différentes cellules immunitaires : morphologie, fonction, marqueurs de différenciation
3. La circulation des cellules de l'immunité

Chapitre 2. L'immunité innée

1. Les barrières naturelles
2. La réaction inflammatoire

Chapitre 3. L'immunité adaptative

1. Propriétés : notion de spécificité, diversité et mémoire, application à la vaccination et la sérothérapie
2. Les étapes de la réponse : activation, prolifération, différenciation
3. Les mécanismes effecteurs

Chapitre 4. Les anticorps monoclonaux et recombinants

1. Principe d'obtention
2. Banques combinatoires d'anticorps et banques de peptides
3. Applications

Programme des TP/TD

1. Structure et diversité des anticorps : purification des Ig et d'anticorps par chromatographie.
2. La réaction antigène anticorps et techniques d'étude (immunoprécipitation et ELISA)
3. Les techniques de western-blot
4. Immunohistochimie, Immunofluorescence et cytométrie de flux
5. Techniques de production d'anticorps (polyclonaux, monoclonaux et recombinants)

UAP 310 : Activités pratiques
Recherches de documents techniques et scientifiques pour le développement du projet de métier

Compétences visées

- Se familiariser avec les différents métiers et les alternatives professionnelles, en relation avec le parcours
- Acquérir la méthodologie de recherche documentaire
- Maîtriser les outils et techniques de communication nécessaires à une pratique professionnelle
- Savoir établir et rédiger un rapport technique et d'activité professionnelle

Protocole divisé en 5 séances de TD évalués en contrôle continu

1. Choisir un métier d'après la liste proposée dans la fiche de présentation
2. Connaître l'utilité de l'installation pour le propre compte, et la création de son propre projet
3. Savoir situer ce métier dans l'échiquier socio-économique national, et même international
4. Recherche documentaire: Méthodologie de recherche documentaire et aspects précis, visés par cette recherche
5. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
6. Bilan recherche documentaire : Elaborer une carte métier et présenter un Oral collectif: acquisition des connaissances en communication orale et en synthèse bibliographique
7. Rapport individuel avec travail sur les publications et élaboration d'un projet personnel avec constitution d'un document de preuves et de compétences
8. Acquisition des méthodes utiles à l'insertion professionnelle : consolidation des acquis : écrit (expression et compréhension), oral (prise de parole, interaction)
   - Rédaction d'un CV avec mise en valeur des compétences acquises
   - Rédaction d'une lettre de motivation
   - Simulation d'entretien
9. Découvrir et établir les différents domaines d'activités professionnelles accessibles à l'issue des études
10. Bien cerner les aspects liés aux ressources humaines et financières du projet.

Maquette du semestre 4– 2ème année de Licence (L2-S4)

L2- S4- Biotech-Pharma (Biotechnologies en Industrie Pharmaceutique) البيوتكنولوجيات في الصناعة الصيدلية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Grandes fonctions et Biotechnologies animales** Com : Approche intégrative entre les grandes fonctions animales et les procédés biotechnologiques de leur valorisation	UEF410	UEF411	Grandes fonctions physiologiques	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
			UEF412	Biotechnologies animales	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
2	UE : **Biotechnologies végétales, moléculaires et microbiologiques** Com : Comprendre et Maitriser la manipulation du vivant et de ses molécules en industrie pharmaceutique	UEF420	UEF421	Biotechnologies végétales	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3,5		X
			UEF422	Biotechnologies moléculaires et microbiennes	1h30	0h45	0h45	3		2			X
3	UE : **Génie des procédés et des protéines d'intérêt** Com : Comprendre et contrôler les procédés de transformation de la matière et du vivant en industrie pharmaceutique	UEF430	UEF431	Génie des procédés	1h30	0h30	0h30	2	5	1	2,5		X
			UEF432	Ingénierie des protéines d'intérêt pharmaceutique	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UAP410	UAP410	**Au choix de l'établissement : spécifique à la mention**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle Com :	UEO410	UEO411	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		
			UEO412	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			
6	UE : Transversale Com :	UET410	UET411	**Au choix de l'établissement**	2h00			2	4	1	2	X	
			UET412	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**29h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

4 ECUEO sont proposés par UEO : L'évaluation de L'UEO est laissée au choix de l'établissement : contrôle continu ou évaluation mixte

UAP du semestre 4 : au choix de l'établissement mais ciblant la mention biotechnologies. Exemples :

Séances sur les appareillages, l'apport de chacun, leur mode d'emploi, leur maintenance et les risques qu'ils peuvent causer.

Séances d'activités de paillasse ou de visites de plateformes scientifiques ou de centres de recherche…

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L2-S4

UEF 410 : Grandes fonctions et Biotechnologies animales

ECUE 411 : Grandes fonctions physiologiques et homéostasie 2

Objectifs

1. Approfondir les connaissances sur les deux fonctions étudiées en S3 en relation avec l'équilibre homéostasique (Physiologie endocrine et Echanges membranaires)
2. Continuer l'étude des grands principes de physiologie générale par l'étude de la physiologie de la reproduction. Les enseignements de cette unité visent donc à comprendre:

- La physiologie endocrine en continuité avec le chapitre Hormones et système endocrinien (S3) : le fonctionnement normal et pathologique des niveaux de régulation notamment par le système nerveux et endocrinien
- L'Excrétion et la régulation de l'équilibre hydrominéral en continuité avec le chapitre Le milieu intérieur et homéostasie (S3) : physiologie de la fonction excrétoire et ses régulations.
- La physiologie de la fonction reproductrice et ses régulations

Les enseignements pratiques sont réalisés sur du matériel dédié à l'expérimentation animale, par une approche intégrée allant de l'activité cellulaire à la réponse de l'organisme.

Programme du cours

Chapitre 1. Physiologie Endocrine : Rappel et approfondissements

1. Structure et biosynthèse des hormones
2. Transport des hormones dans le sang
3. Mécanismes d'action des hormones
4. Mécanismes de régulation de la sécrétion hormonale (régulation neuronale, par d'autres hormones et par les [ions] ou [nutriments] plasmatiques
5. Mécanismes de la rétroaction hormonale (feedback positif ou négatif)
6. L'axe hypothalamo-hypophysaire, les cellules neurosécrétrices
7. Méthodes de dosage des hormones plasmatiques : RIA, ELISA.

Chapitre 2.Excrétion et régulation de l'équilibre hydrominéral

1. Organisation fonctionnelle des reins et de l'appareil urinaire
   - 1.1. Disposition générale
   - 1.2. Le néphron : glomérule, tubule et filtration glomérulaire
   - 1.3. Mécanisme général de la formation de l'urine
2. Régulation de l'équilibre hydro électrique du sodium, de l'eau et du potassium
   - 2.1. Régulation du taux de filtration glomérulaire et de réabsorption du sodium (rôle de l'aldostérone, du système rénine-angiotensine, de NAF (hormone cardiaque))
   - 2.2. Régulation rénale de la réabsorption de l'eau (rôle de l'ADH)
   - 2.3. Excrétion et adaptation au stress hydrique
3. Régulation du métabolisme phosphocalcique : Équilibre phosphocalcique
   - 3.1. Réabsorption rénale du calcium
   - 3.2. Réabsorption rénale des phosphates
   - 3.3. Contrôle hormonal de l'homéostasie calcique : rôle de la PTH, de la calcitonine

Chapitre 3. Physiologie de la Reproduction

1. Les appareils reproducteurs : organisation chez les mammifères
2. Mécanismes cellulaires et moléculaires de la gamétogenèse
3. La fonction reproductrice chez le mâle
   3.1. Régulation hormonale de l'activité testiculaire : Cellules cibles et mode d'action des hormones de l'axe gonadotrope et des hormones sexuelles mâles
   3.2. Physiologie de la barrière sang-testicule
4. **La fonction reproductrice chez la femelle**
   4.1. Régulation hormonale de la fonction ovarienne : Cellules cibles et mode d'action des hormones de l'axe gonadotrope et des hormones sexuelles femelles ; facteurs moléculaires de l'arrêt et de la reprise méiotique de l'ovocyte, Contrôle moléculaire des étapes de la folliculogenèse.
   4.2. Modifications physiologiques au cours du cycle sexuel chez la femelle
   4.3. Mécanismes cellulaire et moléculaire de la fécondation
5. Chronologie de la fonction de reproduction chez les mammifères:
   5.1. Contrôle génétique du déterminisme du sexe (Rôle des gènes SRY, SOX9, DAX, SF1, WT1, AMH…)
   5.2. Contrôle hormonal du déterminisme du sexe (Rôle des hormones protéiques, AMH, InsL3, et stéroïdiennes)
   5.3. La différenciation sexuelle chez les mammifères

Programme des TP/TD

Programme des Travaux Pratiques

Séance 1: Etude anatomique et histologique des principales glandes endocrines chez le rat.
Séance 2: Exploration de la fonction reproductrice chez le mâle : cytologie des spermatozoïdes, analyse d'un spermogramme.
Séance 3: Exploration de la fonction reproductrice chez femelle : Etude du cycle sexuel chez la ratte et frottis vaginal
Séance 4 : Mise en évidence de la HCG : test de grossesse.

Programme des Travaux Dirigés

Séance 1: Exemples d'étude de la régulation hormonale et des pathologies associées à leur dérèglement, exemple le diabète de type II
Séance 2: Régulation de la natrémie et de la kaliémie : l'aldostérone.

ECUE 412 : Biotechnologies animales

Objectifs

Ce cours se base sur les cours de Biologie et Physiologie de la reproduction et du développement animal. Il se focalise sur les technologies utilisées dans ces domaines étroitement liés et qui peuvent apporter des améliorations en qualité et quantité au niveau agronomique. Mais, comme il s'agit de technologies qui manipulent le vivant, un autre aspect sera traité en parallèle dans ce cours. C'est l'aspect éthique et règlementaire.

Programme du cours

Introduction générale

1. Les Biotechnologies, leurs champs d'intérêt et place des Biotechnologies animales dans ces champs
2. Un des aspects des Biotechnologies animales sera pris comme exemple: les biotechnologies de la reproduction et du développement ou biotechnologies de l'embryon
3. Visées des biotechnologies de l'embryon (rapide)
   - Fondamentales

- Appliquées aux secteurs de l'agriculture et de la santé humaine
- Ethiques

Chapitre 1. Biotechnologies de la reproduction chez les animaux : Objectifs d'amélioration génétique et productive de la reproduction animale

Introduction : Rappels sur la reproduction animale

1. Méthodes *in vivo*

1.1. Insémination artificielle (IA) : méthode, collecte et conservation du sperme, avantages et limites

1.2. Ovulation multiple avec transfert d'embryons in vivo (MOET) : méthode, conservation d'ovocytes et d'embryons, avantages et limites

2. Méthodes *in vitro*

2.1. Prélèvement d'ovocytes, maturation in vitro, fécondation in vitro (OPU-FIV) : méthode, avantages et limites

2.2. Sexage : méthode, avantages et limites

3. Manipulations embryonnaires : clonage et transgénèse (voir chapitre 3)

4. Quelques notions sur les Biotechnologies de la reproduction humaine : Objectif génétique et reproducteur

1. Prévention des maladies génétiques : méthodes directes et indirectes, avantages et limites
2. Procréation médicalement assistée (PMA) en cas de stérilité
3. Questionnements éthiques

5. Questionnements éthiques

Chapitre 2. Biotechnologies du développement: clonage, culture et différentiation cellulaire

Introduction : rappels d'embryologie

1. Cycle de développement embryonnaire
2. Différents états cellulaires au cours du développement embryonnaire : les cellules souches

1. Le clonage animal et ses applications

1.1. Définition et bref historique

1.2. Techniques : fission embryonnaire, énucléation et transfert de noyau somatique

1.3. Applications : amélioration, production (autre méthode de reproduction)

1.4. Avantages, limites et questionnement éthique

2. **Biotechnologie cellulaire et tissulaire : Expérimentations des cellules souches**

2.1. Techniques de culture de cellules animales

2.1.1. Milieux de cultures

2.1.2. Les conditions d'incubation

2.1.3. La congélation et décongélation

2.2. Les lignées de cellules animales

2.2.1. Lignées primaires

2.2.2. Lignées secondaires

2.3. Différenciation in vitro et étude des marqueurs de différenciation

2.3.1. Modèle de l'hématopoïèse

2.3.2. Organogenèse in vitro

2.4. Tests fonctionnels in vitro

2.4.1. Croissance

2.4.2. Migration

2.4.3. Adhésion

2.4.4. Apoptose

2.5. La fusion cellulaire et la production d'anticorps monoclonaux

2.6. Utilisation des cellules souches en thérapie cellulaire humaine

Chapitre 3. Biotechnologies du génome embryonnaire : la transgénèse

1. La sélection assistée par marqueurs (SAM) (voir génie génétique)

2. La transgénèse: addition, remplacement ou inactivation de gènes

2.1. Quelques définitions : transgénèse, recombinaison, transgène, thérapie génique, OGM

2.2. Techniques possibles : Fusion cellulaire, transfection, électroporation, microinjection, hybridome, utilisation des vecteurs viraux, vecteurs épisomaux, ou vecteurs à séquences répétées, les transposons, la recombinaison… (voir génie génétique)

3. Applications

3.1. Etudes fondamentales : percer le rôle et l'expression des gènes

3.2. Elevage

3.2.1. Sélection SAM

3.2.2. Nouvelles lignées d'animaux plus résistants aux maladies

3.2.3. Amélioration de la qualité et quantité de la production animale en nourriture. Exemple le lait

3.2.4. Production de médicament chez l'animal transgénique

3.3. Recherche médicale et thérapie

3.3.1. Modèles animaux transgéniques mimant des pathologies humaines

3.3.2. Thérapie génique : traitement des pathologies humaines

3.3.3. Xénogreffe

3.4. La réduction de l'impact environnemental

4. Limites et aspects éthiques et règlementaires

Programme des TP/TD

1. Des TD sont réalisés sous la forme d'exposé oral et de vidéos pour expliquer les cas pratiques. A la fin de chaque séance, les étudiants font **des comptes-rendus**.

- **TD1. Biotechnologie de l'Embryon** : Définition, Techniques, Cas pratique (IA des bovins)
- **TD2. Les techniques de la Procréation Médicalement Assistée (PMA)** : Techniques, Ethique et Lois qui la régissent dans le monde et surtout en Tunisie.
- **TD3. La Transgénèse et ses Applications** (cas du lait par exemple)

2. Des exposés dans les thèmes

- La reproduction animale artificielle en milieu marin (Exemples et Utilité)
- Transgénèse animale: élevage des poissons et du bétail (Exemples et Utilité)
- PGS ou Screening Génétique Pré-implantation
- Time-Lapse Embryo-Imaging

3. Séance de TP : Culture *in vitro* des cellules rétiniennes de l'œil de bœuf.

5. Sortie au **Centre d'Amélioration Génétique de Sidi Thabet**: observation d'IA des bovins, explication théorique du cas des ovins, suivie d'un compte rendu.

UEF 420 : Biotechnologies végétales, moléculaires et microbiologiques

ECUE 421 : Biotechnologies végétales

Objectifs

L'enseignement des Biotechnologies végétales vise la maitrise d'un ensemble de connaissances biologiques appliquées à la mise en œuvre de méthodes et de procédés utilisant: des organismes végétaux, des cellules végétales vivantes ou des biomolécules actives.

Ces technologies sont réalisées dans un objectif de production, de service ou de recherche et de développement. Elles trouvent des applications dans les domaines de l'agriculture, de l'environnement, des industries (agro-alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques,...), de la santé,…

Programme du cours

Introduction : Importance des Biotechnologies Végétales

Chapitre 1: Multiplication végétative conforme des végétaux en culture in vitro

1. Cultures nodales et micropropagation
2. Rhizogenèse
3. Acclimatation

Chapitre 2: Multiplication végétative non conforme des végétaux en culture in vitro

1. Culture de tissus et callogenèse
2. Morphogenèse programmée et organogenèse
   - 2.1- Caulogenèse
   - 2.2- Rhizogenèse
3. Mutagenèse et pression de sélection

Chapitre 3: Embryogenèse somatique

1. Embryogenèse à partir de cal
2. Embryogenèse à partir de cultures cellulaires en milieu liquide : souches cellulaires et conservation
3. Bioréacteurs et biosynthèse de molécules bioactives (métabolites secondaires : alcaloïdes et terpénoïdes)
4. Obtention de semences artificielles

Chapitre 4: Haplodiploïdisation

1. Obtention d'haploïdes (androgenèse et gynogenèse)
2. Diploïdisation par la colchicine

Chapitre 5: Fusion de protoplastes

1. Obtention de protoplastes à partir de parenchymes foliaires par attaque enzymatique
2. Fusion somatique et création variétale

Chapitre 6: Transgenèse

1. Technique d'introduction de gènes d'intérêts dans une cellule
2. Domaines d'application de la transgénèse végétale
   - 2.1- Santé
   - 2.2- Agriculture
   - 2.3- Environnement
   - 2.4- Industries…

Chapitre 7 : Législation et biosécurité

Programme des TP/TD

- Culture *in vitro* de méristèmes
- Androgenèse (culture d'anthères de Tabac)
- Culture de protoplastes
- Transformation génétique
- Visites de laboratoires et de centres spécialisés en vitroplants

ECUE 422 : Biotechnologies moléculaires et microbiennes

Partie 1 : Biotechnologies moléculaires

Objectifs

Les différents types de manipulation des génomes

Programme du cours

Introduction : Génie génétique et manipulation et amplification des gènes

1. ADN recombinant
2. Clonage
3. PCR

Chapitre 1 : Considérations générales autour des biotechnologies

1. Définitions
2. Historique

Chapitre 2 : Les techniques de transfert de gènes chez les animaux

1. Le modèle de la transgenèse chez la souris
2. Les constructions génétiques
3. Les méthodes de transfert
4. Les cellules cibles
5. Contrôle de l'intégration et de l'expression des transgènes

Chapitre 3 : Technologies transgéniques chez les plantes

1. Principe de la transgénèse
2. Technologies transgéniques chez les plantes – transgénèse du génome nucléaire
   - 2.1. Nature du transgène
   - 2.2. Origine du transgène
   - 2.3. Propriétés du transgène
   - 2.4. Stratégies de transfert de gènes chez les plantes
   - 2.5. Les méthodes de transformation
   - 2.6. Insertion et expression du transgène
   - 2.7. Problèmes rencontrés
   - 2.8. Vérification moléculaire de l'intégration du transgène et de son expression
3. Technologies transgéniques chez les plantes – transgénèse du génome chloroplastique
   - 3.1. Intérêts de la transgénèse chloroplastique
   - 3.2. Applications de la transformation des chloroplastes
   - 3.3. Comparaison entre la transformation nucléaire et celle des chloroplastes
   - 3.4. Limites de la transgénèse chloroplastique

Chapitre 4 : Les techniques de mutagénèse *in vivo*

1. Mutagénèse dirigée *in vivo* chez les bactéries
   1.1. Par insertion d'un plasmide suicide par simple recombinaison homologue = mutagénèse dirigée insertionnelle
   1.2. Par délétion/remplacement par double recombinaison homologue à l'aide de vecteurs de remplacement (plasmides thermosensibles intégratifs)
   1.3. Applications de la mutagénèse dirigée
2. La mutagénèse aléatoire
   2.1. Les éléments génétiques transposables
   2.2. Applications de la mutagénèse transpositionnelle aléatoire – Le "gene tagging"

TD : Analyses d'Articles Scientifiques

Partie 2 : Biotechnologies microbiennes

Objectifs

Valorisation des activités microbiennes en se basant :

- Dans un premier volet, sur la connaissance du monde microbien et l'exploration de sa biodiversité de différents écosystèmes et ceci en appliquant des approches d'identification phénotypique et moléculaire.
- Dans un second volet, il s'agit d'exploiter et de valoriser les fonctionnalités microbiennes et ceci dans différents domaines (Biologie moléculaire, santé, nutrition, agriculture, environnement, industrie, ..)

Programme du cours

Introduction : Rappel des Caractéristiques générales des micro-organismes

1. Entre classification et diversité
2. Principales caractéristiques des micro-organismes

Chapitre 1 : Technologie d'étude des microorganismes

1. Identification les microorganismes par techniques phénotypiques
   1.1. Morphologiques
   1.2. Chiotaxonomiques : Chimie de la cellule
   1.3. Physiologiques
   1.4. Métaboliques
2. Identification des microorganismes par techniques moléculaires
   2.1. Extraction d'ADNg
   2.2. PCR 16S
   2.3. Séquençage de génome complet

Chapitre 2 : Sélection et sources de micro-organismes industriels

1. Techniques de criblage des micro-organismes utiles
2. Techniques d'amélioration des souches
3. Conservation des souches

Chapitre 3 : Croissance industrielle des micro-organismes

1. Besoins nutritionnels des micro-organismes et formulation des milieux de culture
2. Les métabolites primaires, secondaires et mixtes
3. La régulation chez les micro-organismes (exemple répression catabolique)

Chapitre 4. Les applications biotechnologiques des microorganismes

1- Biologie Moléculaire
2- Médecine

3- Nutrition
4- agriculture
5- Industrie
6- Environnement
7- Contre le bioterrorisme
8. Exemples d'application des microorganismes en biotechnologies
   8.1. Dans le secteur alimentaire
   8.2. Dans d'autres secteurs (santé, agriculture, environnement…)

Programme des TP/TD

TP/TD 1- Etude de communauté bactérienne à partir de différents écosystèmes par approche de culture dépendante (isolement, identification phénotypique et moléculaire)
TP/TD 2- Etude de communauté bactérienne à partir de différents écosystèmes par approche de culture indépendante (T-RFLP, DGGE)
TP/TD 3- Mise en évidence de quelques activités enzymatiques des bactéries (amylases, protéases, lipases, phosphatases)
TP/TD 4- La fermentation dans l'industrie agroalimentaire : La fermentation lactique ; les bactéries lactiques
TP/TD 5- Isolement de microorganismes potentiellement capables de dégrader un polluant : exemple dans le traitement des eaux usées, traitement des colorants

Autres exemples de TP/TD

TD:
- Exemple de la production industrielle de Pénicilline G par *Penicillium chrysogenum*
- Biotechnologie de la levure: Le métabolisme énergétique chez *Saccharomyces cerevisiae*

TP :
- Les activités antibactérienne et antifongique des microorganismes
- La résistance des microorganismes vis-à-vis des antibiotiques

UEF 430 : Génie des procédés et des protéines d'intérêt

ECUE 431 : Génie des procédés

Objectifs

Donner aux étudiants des connaissances scientifiques et technologiques sur la conception, le dimensionnement et la conduite d'unités pilotes ou industrielles de transformation de la matière et de l'énergie.

Programme du cours

Chapitre 1 : Transfert de quantité de mouvement ou mécanique de fluide

1. Déformation d'un fluide
2. Hydrostatique (fluide en repos)
3. Application : Manomètres
4. Hydrodynamique (fluide en mouvement)

Equations fondamentales

- *Loi de conservation de la matière, Equation de continuité*
- *Loi de conservation de la quantité de mouvement*
- *Loi de conservation de l'énergie*

Perte de charge

- Evaluation des pertes charge régulières
- Evaluation des pertes charge singulières

Chapitre 2 : Transfert de chaleur

1. Différents modes de transfert de chaleur
   - *Transfert de chaleur par conduction*
   - *Transfert de chaleur par convection*
   - *Transfert de chaleur par rayonnement*
2. Bilans de conservation d'énergie

   Conduction unidirectionnelle en régime permanent : Exemple d'un mur composite
   - Coordonnées rectangulaire
   - Coordonnées cylindriques

Chapitre 3 : Transfert de matière

1. Transfert de matière par diffusion

- *Diffusion moléculaire dans les milieux liquides*
- *Estimation du coefficient de diffusion*
- *Diffusion dans les milieux solides*

2. Transfert de matière par convection
3. Bilans de matière

Programme des TP/TD

Travaux dirigés

Applications directes de la théorie et des concepts vus au cours. Ceci dans l'objectif de s'initier aux procédures de calcul pratique et de se familiariser aux ordres de grandeur.

Travaux pratiques

Ils sont destinés à montrer aux étudiants par des expériences physiques, les phénomènes de transfert ainsi que les techniques de mesure des variables correspondantes.

Mécanique de fluide :

- Comparaison de l'écoulement de quelques fluides : eau, miel, huile : Mise en évidence de la viscosité des fluides réels
- Mise en évidence des différents régimes d'écoulement d'un filet d'eau (laminaire, turbulent)

Transfert de chaleur :
• Exposition de deux tiges de fer et de cuivre sur lesquelles sont déposées des gouttes de cire de bougie solidifiées à une flamme pour mettre en évidence le transfert de chaleur par conduction et les différences de conductivité thermique des milieux.
• Immersion d'un glaçon d'eau colorée dans de l'eau tiède pour prouver les courants de convection
Transfert de matière :
• Mise en évidence du transfert de matière par diffusion par dispersion de couleur de solide coloré dans l'eau
• Exposition d'un solide humidifié à l'air : transfert combiné convectif de matière et de chaleur
• Mesure du coefficient de transfert de matière par estimation de la quantité de solide dissoute

ECUE 432 : Ingénierie des protéines d'intérêt pharmaceutique

Objectifs

L'acquisition des connaissances approfondies en génie des protéines permet l'assimilation des activités biologiques en relation avec les protéines et les peptides ainsi que les modifications qui peuvent être portées à une protéine ou un peptide en biotechnologie. L'analyse structurale ainsi que les relations structures fonctions apporteront une meilleure compréhension des mécanismes d'actions des protéines et des peptides et donneront un meilleure vison dans la conception des produits issus de la biotechnologie.

Programme du cours

Chapitre 1 : Peptides et protéines d'intérêt biologique
1. Peptides médicaments : Définition, Cible, Exemples
2. Peptides cosmétiques : Définition, Cible, Exemples
3. Peptides probiotiques : Définition, Cible, Exemples
4. Peptides nutraceutique : Définition, Cible, Exemples

Chapitre 2 : Peptides et protéines toxiques
1. Toxine de venin : des scorpions, de serpent, d'araignées, autres
2. Toxine alimentaire : Bactériennes, Fongiques, Algales

Chapitre 3 : Méthodes d'isolement, de purification et de caractérisation des protéines
1. Isolement des protéines
2. Purification des protéines
3. Critères de pureté
4. Méthodes de détermination de la masse moléculaire d'une protéine
5. Détermination de la composition en acides aminés
6. Méthodes de séquençage d'acides aminés
7. Méthodes de dosage protéique

Chapitre 4 : Chimie des protéines
1. Méthodes de synthèse des peptides et des protéines par voie chimique
   1.1. Stratégie Boc
   1.2. Stratégie Fmoc
   1.3. Synthèse en milieu liquide
   1.4. Les groupements protecteurs
   1.5. Les résines
2. Modification chimique et fixation des protéines
   2.1. Les différents types des modifications chimiques
   2.2. Les différentes stratégies des modifications chimiques

2.3. Les différents supports de fixation
3. Marquage des protéines
3.1 Notion de marquage
3.2 Les différents marqueurs
3.3 Techniques de marquage
4. Synthèse de Peptides et pseudo-peptides
4.1. Notion de pseudo protéines et pseudo peptides
4.2. Pseudo acides aminés et pseudopeptides
4.3. Les lipopeptides
4.4. Les glucopeptides
4.5. Les lipoglucopeptides

Chapitre 5 : Analyse des structures des molécules bioactives

1. RMN : Principe RMN des peptides et des protéines
1.2. Relations entre signal RMN et structure
1.3. Techniques de détermination de la structure
1.4. Affinement de la structure
1.5. Choix, validation et analyse du modèle
2. Cristallographie au rayon X : principe
2.1. Technique de détermination de la structure cristallographique
2.2. Affinement de la structure cristallographique
2.3. Validation et analyse du modèle
3. Microscopie électronique haute résolution : Principe
3.1. Différents types de microscope électroniques
3.2. Technique de détermination de la structure par microscopie électronique

Programme des TP/TD

Maquettes de la 3ème année des parcours Biotechnologies

Les syllabus seront proposés prochainement

3ème année (L3) du Parcours
Contrôle Qualité des Produits Agroalimentaires et Hygiène (CQPAH) مراقبة جودة الأغذية وحفظ الصحة

Maquette du semestre 5 – 3ème année de Licence (L3-S5)

L3- S5- CQPAH (Contrôle Qualité des Produits Agroalimentaires et Hygiène) مراقبة جودة الأغذية وحفظ الصحة

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Technologies de transformation des aliments d'origine animale et végétale**	UEF510	UEF511	Technologies de transformation des produits d'origine animale (carné, mer, œufs)	1h30		1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : maitrise des technologies de la transformation alimentaire		UEF512	Technologies de transformation des produits d'origine végétale	1h30		1h00	3		1,5			X
2	UE : **Technologies de transformation des produits lactés et analyse sensorielle et rhéologique des aliments**	UEF520	UEF521	Technologies de transformation des produits d'origine lactée	1h30		1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Maitrise des technologies du lait et de l'Analyse de la qualité alimentaire		UEF522	Caractérisation sensorielle et rhéologique des aliments	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
3	UE : **Législation, certification et initiation au management qualité**	UEF530	UEF531	Normalisation, Certification et législation (cas des Industries Agroalimentaires)	1h30	1h00		2	3	1	1,5		X
	Com : mise en place des notions de base de contrôle qualité		UEF532	Principes et concepts de management intégré qualité/ sécurité/environnement	1h00	0h30		1		0,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UEP510	UEF510	**Au choix de l'établissement**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO510	UEO511	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com :		UEO512	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
6	UE : Transversale	UET510	UET511	**Au choix de l'établissement**	2h00			2	4	1	2	X	
	Com :		UET512	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**28h00**			**30**	**30**	**15**	**15**		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S5

Maquette du semestre 6 – 3ème année de Licence (L3-S6)

L3- S6- CQPAH (Contrôle Qualité des Produits Agroalimentaires et Hygiène) مراقبة جودة الأغذية وحفظ الصحة

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Systèmes de management qualité et traçabilité**	UEF610	UEF611	Traçabilité et audit	1h30	1h00		2	5	1	2,5		X
	Com : Contrôler la qualité et la traçabilité		UEF612	Systèmes de management de la qualité (ISI9001) et sécurité des denrées alimentaires (ISO22000)	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
2	UE : **Conservation, emballage et conditionnement alimentaire**	UEF620	UEF621	Techniques de conservation des aliments	1h30		1h00	2	4	1	2		X
	Com : Maitriser la conservation des aliments		UEF622	Emballage, conditionnement des aliments	1h30		1h00	2		1			X
3	UE : **Stratégies d'innovation et hygiène et sécurité des aliments**	UEF630	UEF631	Hygiène et sécurité alimentaire	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Innovation de formulation et management de l'innovation		UEF632	Stratégies d'innovation de formulation de nouveaux produits	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UEP610	UEF610	**Au choix de l'établissement**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO610	UEO611	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com :		UEO612	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
6	UE : Transversale	UET610	UET611	**Bioéthique et biosécurité**	1h30			2	4	1	2	X	
	Com :		UET612	**Au choix de l'établissement**	1h30			2		1		X	
TOTAL					**28H30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S6

3ème année (L3) du Parcours
Analyses Biologiques et Expérimentation (ABE)
التحاليل والتجارب البيولوجية

Maquette du semestre 5 – 3ème année de Licence (L3-S5)

L3- S5- ABE (Analyses Biologiques et Expérimentation) التحاليل والتجارب البيولوجية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Technologies cellulaires, tissulaires et reproduction/développement**	UEF510	UEF511	Technologies cellulaires et tissulaires et applications	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Maitriser la manipulation de l'embryon		UEF512	Technologies de la reproduction et développement animal	1h30	0h30	0h30	3		1,5			X
2	UE : **Génétique et génie génétique**	UEF520	UEF521	Génétique moléculaire	1h30	0h45	0h45	3	5	1,5	2,5		X
	Com : Comprendre et maitriser le fonctionnement et les technologies du gène		UEF522	Génie génétique	1h30	0h30	0h30	2		1			X
3	UE : **Diagnostic parasito-myco-bactério-virologique**	UEF530	UEF531	Diagnostic parasitologique et mycologique	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Maitriser les méthodes de diagnostic des pathogènes (parasito-myco-bactério-viraux		UEF532	diagnostic bactériologique et virologique	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UEP510	UEF510	**Au choix de l'établissement**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO510	UEO511	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		X
	Com :		UEO512	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			X
6	UE : Transversale	UET510	UET511	**Au choix de l'établissement**	1h30			2	4	1	2	X	
	Com :		UET512	**Au choix de l'établissement**	1h30			2		1		X	
TOTAL					**28h00**			**30**	**30**	**15**	**15**		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S5

Maquette du semestre 6 – 3ème année de Licence (L3-S6)

L3- S6- ABE (Analyses Biologiques et Expérimentation) التحاليل والتجارب البيولوجية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Analyses toxicologiques et pharmacologie**	UEF610	UEF611	Analyses toxicologiques	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Maitriser les analyses toxicologiques et la pharmacologie		UEF612	Pharmacologie	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
2	UE : **Génome/ transcriptome/ métabolome/ protéome**	UEF620	UEF621	Génomique, transcriptomique et diagnostic moléculaire	1h30	0h30	0h45	3	6	1,5	3		X
	Com : Technologies moléculaires et applications		UEF622	Protéomique, métabolomique et applications	1h30	0h30	0h45	3		1,5			X
3	UE : **Normes, certification et management du risque**	UEF630	UEF631	Normes et certification des laboratoires	1h00	1h00		2	3	1	1,5		X
	Com : Gestion des expérimentations et des laboratoires		UEF632	Management des risques	1h00		1h00	1		0,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UEP610	UEF610	**Au choix de l'établissement**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO610	UEO611	**Au choix de l'établissement**	1h30	1h00		3	6	1,5	3		X
	Com :		UEO612	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
6	UE : Transversale	UET610	UET611	**Bioéthique et biosécurité**	2h00			2	4	1	2	X	
	Com :		UET612	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**28h00**			**30**	**30**	**15**	**15**		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S6

3ème année (L3) du Parcours
Biotechnologies Végétales (BTV)
البيوتكنولوجيا النباتية

Maquette du semestre 5 – 3ème année de Licence (L3-S5)

L3- S5- BTV (Biotechnologies Végétales) البيوتكنولوجيا النباتية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biotechnologies microbiennes et algales**	UEF510	UEF511	Biotechnologies microbiennes	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3		X
	Com : Approche intégrative de manipulation, de production et d'amélioration des microorganismes et des algues		UEF512	Biotechnologies algales	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
2	UE : **Interaction plante-environnement et Métabolites secondaires**	UEF520	UEF521	Interaction plantes environnement	1h30	0h45	0h45	3	5	1,5	2,5		X
	Com : Activités biologiques et valorisation des extraits naturels de plantes		UEF522	Métabolites secondaires des plantes	1h30	0h30	0h30	2		1			X
3	UE : **Sélection et conservation des phyto-ressources**	UEF530	UEF531	Amélioration et conservation des phyto-ressources	1h30	1h00	0h30	3	5	1,5	2,5		X
	Com : Les procédés biotechnologiques de sélection, d'amélioration et de conservation		UEF532	Sélection classique, SAM et procédés biotechnologiques	1h30	0h30	0H30	2		1			X
4	UE : Activités Pratiques	UEP510	UEF510	**Au choix de l'établissement**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO510	UEO511	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3	5	1,5	2,5		X
	Com :		UEO512	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			X
6	UE : Transversale	UET510	UET511	**Au choix de l'établissement**	1h30			2	4	1	2	X	
	Com :		UET512	**Au choix de l'établissement**	1h30			2		1		X	
TOTAL					**28h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S5

Maquette du semestre 6 – 3ème année de Licence (L3-S6)

L3- S6- BTV (Biotechnologies Végétales) البيوتكنولوجيا النباتية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Culture végétale**	UEF610	UEF611	Culture *in vitro*	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Développement des plantes d'intérêt		UEF612	Multiplication des plantes ornementales	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
2	UE : **Phytoremédiation et valorisation des coproduits végétaux**	UEF620	UEF621	Phyto-remédiation	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Valorisation des coproduits végétaux		UEF622	Valorisation des coproduits d'origine végétale	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
3	UE : **Normes, législation, Biobanking et labellisation**	UEF630	UEF631	Normes, législation et Biobanking	1h30	1h00		2	4	1	2		X
	Com : Propriétés intellectuelles et législation.		UEF632	Labellisation (AOP, AOC, IP…)	1h30	1h00		2		1			X
4	UE : Activités Pratiques	UEP610	UEF610	**Au choix de l'établissement**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO610	UEO611	**Au choix de l'établissement**	1h30	1h00		2	5	1	2,5		X
	Com :		UEO612	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
6	UE : Transversale	UET610	UET611	**Bioéthique et biosécurité**	1h30			2	4	1	2	X	
	Com :		UET612	**Au choix de l'établissement**	1h30			2		1		X	
TOTAL					**28h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S6

3ème année (L3) du Parcours Biotechnologies Animales (BTA)
البيوتكنولوجيا الحيوانية

Maquette du semestre 5 – 3ème année de Licence (L3-S5)

L3- S5- BTA (Biotechnologies Animales) البيوتكنولوجيا الحيوانية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Biotechnologies microbiennes et aquatiques**	UEF510	UEF511	Biotechnologies microbiennes	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3		X
	Com : Approche intégrative de manipulation et d'amélioration des organismes microbiens et aquatiques		UEF512	Biotechnologies aquatiques	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
2	UE : **Expérimentation, physiopathologie et zoonoses animale et risques sanitaires**	UEF520	UEF521	Expérimentation et physiopathologie animale	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		X
	Com : Gestion de l'expérimentation, des Pathologies animales et des risques sanitaires		UEF522	Zoonoses et risques sanitaires	1h30	0h30	0h30	2		1			X
3	UE : **Biotechnologies de l'embryon animal**	UEF530	UEF531	Biotechnologies de la reproduction et amélioration génétique	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Maitriser les technologies d'Amélioration animale		UEF532	Biotechnologies du développement	1h30	0h30	1H00	3		1,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UEP510	UEF510	**Au choix de l'établissement**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO510	UEO511	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3	5	1,5	2,5		X
	Com :		UEO512	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			X
6	UE : Transversale	UET510	UET511	**Au choix de l'établissement**	1h30			2	4	1	2	X	
	Com :		UET512	**Au choix de l'établissement**	1h30			2		1		X	
TOTAL					**28h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S5

Maquette du semestre 6 – 3ème année de Licence (L3-S6)

L3- S6- BTA (Biotechnologies Animales) البيوتكنولوجيا الحيوانية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Opérations unitaires et biomolécules d'intérêt** Com : Comprendre les paramètres qui régissent les procédés de transformation, séparation et purification de la matière, comprendre les activités biologiques et valoriser les Molécules d'origine animale	UEF610	UEF611	Opérations unitaires	1h00	0h45	0h45	2	5	1	2,5		X
			UEF612	Biomolécules animales d'intérêt	1h30	0h30	0h30	3		1,5			X
2	UE : **Sélection et valorisation des coproduits animaux** Com : Maitriser les procédés biotechnologiques de valorisation des produits animaux	UEF620	UEF621	Sélection classique, SAM et procédés biotechnologiques	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3		X
			UEF622	Valorisation des coproduits d'origine animale	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
3	UE : **Normes, législation, Biobanking et labellisation** Com : Propriétés intellectuelles et législation	UEF630	UEF631	Normes, législation et Biobanking	1h00	1h00		2	4	1	2		X
			UEF632	Labellisation (AOP, AOC, IP…)	1h00	0h30	0h30	2		1			X
4	UE : Activités Pratiques	UEP610	UEF610	**Au choix de l'établissement**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle Com :	UEO610	UEO611	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
			UEO612	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
6	UE : Transversale Com :	UET610	UET611	**Bioéthique et biosécurité**	2h00			2	4	1	2	X	
			UET612	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**28h00**			**30**	**30**	**15**	**15**		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S6

3ème année (L3) du Parcours
Biotechnologies Microbiennes (BTM)
البيوتكنوجيا الجرثومية

Maquette du semestre 5 – 3ème année de Licence (L3-S5)

L3- S5- BTM (Biotechnologies Microbiennes) البيوتكنوجيات الجرثومية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Bactériologie et Virologie**	UEF510	UEF511	Bactériologie	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3		X
	Comp : Connaître les bactéries et virus		UEF512	Virologie	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
2	UE : **Biotechnologies microbiennes et identification et contrôle des microorganismes pathogènes de l'environnement**	UEF520	UEF521	Biotechnologies microbiennes	1h30	0h30	1h00	3	5	1,5	2,5		X
	Comp : Manipulations des microorganismes et maîtrise de ceux pathogènes et vectoriels de l'environnement		UEF522	Identification et contrôle des microorganismes pathogènes et vectoriels dans l'environnement	1h00	0h30	1h00	2		1			X
3	UE : **Microorganismes de l'industrie agroalimentaire et des milieux hospitalier et pharmaceutique et maladies émergentes**	UEF530	UEF531	Identification et contrôle des microorganismes pathogènes dans l'industrie agroalimentaire	1h00	0h30	1h00	2	4	1	2		X
	Comp : Maîtrise des microorganismes et des maladies émergentes dans l'agroalimentaire et en milieu hospitalier et pharmaceutique		UEF532	Identification et contrôle des microorganismes pathogènes en milieu hospitalier et pharmaceutique	1h00	0h30	1h00	2		1			X
4	UE : Activités Pratiques	UEP510	UEF510	Au choix de l'établissement : Exploitation et production de microorganismes utiles en agroalimentaire	3h00= total 42h			5	5	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO510	UEO511	Au choix de l'établissement	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com :		UEO512	Au choix de l'établissement	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
6	UE : Transversale	UET510	UET511	Au choix de l'établissement	1h30			2	4	1	2	X	
	Com :		UET512	Au choix de l'établissement	1h30			2		1		X	
TOTAL					28h30			30	30	15	15		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S5

Maquette du semestre 6 – 3ème année de Licence (L3-S6)

L3- S6- BTM (Biotechnologies Microbiennes) البيوتكنوجيات الجرثومية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Valorisation et contrôle qualité des Microorganismes et de leurs produits**	UEF610	UEF611	Microorganismes producteurs de molécules d'intérêt	1h30	0h45	0h30	3	6	1,5	3		X
	Com : Maitrise et valorisation des microorganismes en santé humaine et environnementale		UEF612	Contrôle qualité des produits microbiologiques	1h30	0h45	0h30	3		1,5			X
2	UE : **Microbiologie industrielle et gestion des risques biotechnologiques**	UEF620	UEF621	Microbiologie industrielle	1h30	0h30	1h00	3	5	1,5	2,5		X
	Com : Approche et gestion des risques dans les industries microbiennes		UEF622	Gestion des risques biotechnologiques en industrie microbiologique	1h30	0h30	0h30	2		1			X
3	UE : **Normes et méthodes en laboratoire de microbiologie**	UEF630	UEF631	Normalisation, certification et législation en biotechnologie microbienne	1h00	1h00		2	4	1	2	X	
	Comp : Acquisition de compétences dans la manipulation des microorganismes selon des normes internationales		UEF632	Application des référentiels d'accréditations en laboratoire de microbiologie		1h30	0H30	2		1		X	
4	UE : Activités Pratiques	UEP610	UEF610	**Au choix de l'établissement**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO610	UEO611	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com :		UEO612	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
6	UE : Transversale	UET610	UET611	**Bioéthique et biosécurité**	2h00			2	4	1	2	X	
	Com :		UET612	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**28h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S6

3ème année (L3) du Parcours
Biotechnologies en Industrie Pharmaceutique
(Biotech-Pharma) البيوتكنولوجيا في الصناعة الصيدلية

Maquette du semestre 5 – 3ème année de Licence (L3-S5)

L3- S5- Biotech-Pharma (Biotechnologies en Industrie Pharmaceutique) البيوتكنولوجيا في الصناعة الصيدلية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Opérations unitaires et management qualité** Com : Comprendre les paramètres qui régissent les procédés de transformation, séparation, purification et du management qualité en industrie pharmaceutique	UEF510	UEF511	Management qualité en industrie pharmaceutique	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		X
			UEF512	Opérations unitaires	1h00	0h45	0h45	2		1			X
2	UE : **Pharmacologie et Toxicologie** Com : Mécanismes d'interaction entre le médicament et l'organisme et risques toxicologiques	UEF520	UEF521	Pharmacologie	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
			UEF522	Toxicologie	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
3	UE : **Thérapeutiques traditionnelles, modernes et post-modernes** Com : Médication entre approches traditionnelles et nouvelles	UEF530	UEF531	Ethnobotanique et phytothérapie	1h30	0h45	0h45	3	6	1,5	3		X
			UEF532	Nouvelles approches thérapeutiques	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
4	UE : Activités Pratiques	UEP510	UEF510	**Au choix de l'établissement**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle Com :	UEO510	UEO511	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3	5	1,5	2,5		X
			UEO512	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	0h30	2		1			X
6	UE : Transversale Com :	UET510	UET511	**Au choix de l'établissement**	1h30			2	4	1	2	X	
			UET512	**Au choix de l'établissement**	1h30			2		1		X	
TOTAL					**28h30**			**30**	**30**	**15**	**15**		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S5

Maquette du semestre 6 – 3ème année de Licence (L3-S6)

L3- S6- Biotech-Pharma (Biotechnologies en Industrie Pharmaceutique) البيوتكنولوجيا في الصناعة الصيدلية

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume horaire de formation présentielle (14 semaines)			Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UE : **Industrie pharmaceutique**	UEF610	UEF611	Plantes aromatiques et médicinales en industrie pharmaceutique	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com : Procédés traditionnels et biotechnologiques de production des médicaments		UEF612	Médicaments issus des biotechnologies	1h30	0h45	0h45	3		1,5			X
2	UE : **Conception du médicament et pharmacotechnie**	UEF620	UEF621	Conception du médicament et industries annexes	1h30	0h30	0h30	2	4	1	2		X
	Com : Techniques de conception et de fabrication des médicaments		UEF622	Pharmacotechnie industrielle	1h30	0h30	0h30	2		1			X
3	UE : **Techniques supports en industrie pharmaceutique**	UEF630	UEF631	Contrôle qualité physicochimique et microbiologique des produits pharmaceutiques	1h30	1h00	0h30	3	5	1,5	2,5		X
	Com : Contrôle qualité des produits biotechnologiques pharmaceutiques		UEF632	Gestion des risques biotechnologiques en industrie pharmaceutique	1h00	0h30	0h30	2		1			X
4	UE : Activités Pratiques	UEP610	UEF610	**Au choix de l'établissement**	3h00= total 42h			5	**5**	2,5	2,5	X	
5	UE : Optionnelle	UEO610	UEO611	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3	6	1,5	3		X
	Com :		UEO612	**Au choix de l'établissement**	1h30	0h30	1h00	3		1,5			X
6	UE : Transversale	UET610	UET611	**Bioéthique et biosécurité**	2h00			2	4	1	2	X	
	Com :		UET612	**Au choix de l'établissement**	2h00			2		1		X	
TOTAL					**29h00**			**30**	**30**	**15**	**15**		

UEO 1 : ECUE /ECUE 2 ; UEO 2 : ECUE 1 /ECUE 2

Les UEO peuvent être évaluées en contrôle continu ou en régime mixte au choix de l'établissement

Les activités pratiques de S5 et S6 peuvent contenir un projet tutoré (PFE)

Syllabus des Eléments constitutifs (ECUEs) des Unités d'enseignement fondamental (UEF) de L3-S6