



Direction Générale de la Rénovation Universitaire

Commission ad hoc de Chimie et de Sciences Biologiques

Parcours de la mention "Chimie-Sciences du Vivant"

Affectation du parcours

Domaine des Sciences & Technologies

Mention Chimie-Sciences du vivant
(ChSV)

كيمياء وعلوم الأحياء

Parcours
Chimie-Biologie
(ChB)

كيمياء وبيولوجيا

Fiche de présentation de la Licence

Identification de la Licence

| | |
|------------------|---|
| Domaine | Sciences et Technologies |
| Mention | Chimie-Sciences du Vivant |
| Parcours proposé | <i>Absence de tronc commun, l'étudiant peut choisir dès sa première année le parcours:</i> Chimie-Biologie (Ch-B) الكيمياء والبيولوجيا |

Métiers visés

La Licence Chimie-Biologie permet l'insertion professionnelle dans des laboratoires d'analyse et secteurs médicaux publics ou privés. Le diplômé de cette licence peut ainsi postuler à des emplois niveau bac. +3 tels que chargé d'études, chargé de mission, technicien, analyste, chimiste dans des entreprises, industries ou structures de recherche en relation avec les domaines d'activité à l'interface de la Physico-chimie et/ou de la Biologie-Biotechnologie tels que la chimie fine, le phytosanitaire, l'agroalimentaire, le pharmaceutique, le cosmétique et le domaine environnemental.

Cette licence forme aux métiers aux codes suivants : A1301, A1302, A1413, K2305, H1503:

- Technicien(ne) en analyse-contrôle en industrie chimique
- Technicien(ne) en gestion de l'environnement : surveillance chimique et biochimique eau/air/sol
- Technicien(ne) en analyses biomédicales aux laboratoires privés médicaux, pharmaceutiques ou centres de recherche
- Technicien(ne) de laboratoire dans les entreprises pharmaceutiques ou cosmétiques, les laboratoires de biologie médicale et les entreprises agroalimentaires.
- Technicien(ne) en analyses biologiques
- Technicien(ne) en agriculture biologique
- Technicien(ne) chimiste en laboratoire d'analyse industrielle
- Technicien(ne) qualité en industrie alimentaire
- Technicien(ne) de laboratoire de contrôle en industrie pharmaceutique
- Technicien(ne) de laboratoire d'analyse des eaux
- Technicien(ne) de la police scientifique
- Technicien(ne) d'études environnementales
- Assistant-ingénieur
- Analyste physico-chimiste en industrie
- Chimiste en laboratoire d'analyse industrielle
- Chimiste en laboratoire de contrôle en industrie
- Technico-commercial
- Contrôle et diagnostic technique

Métiers envisageables si évolution : Après une poursuite d'études en Mastère

- **H1206** - Management et ingénierie études, recherche et développement industriel
- **H1503** - Intervention technique en laboratoire d'analyse industrielle
- **H1501** - Direction de laboratoire d'analyse industrielle et industrie chimique
- **K2402** - Recherche en sciences du vivant, Chimie analytique

La poursuite des études dans le domaine de la recherche scientifique peut aussi conduire à former:

- Des enseignants chercheurs universitaires dans les spécialités de la Biologie et Chimie en relation avec l'organisme dans son environnement.
- Des chercheurs dans des centres de recherches en Biologie

Compétences développées

A la fin de la formation, les compétences qui peuvent être acquises sont de trois types:

Compétences cognitives (Savoir)

Maîtriser et savoir Mobiliser et Adapter les concepts fondamentaux et les méthodes expérimentales de laboratoire et de terrain appris en Chimie, Biologie, Ecologie et leurs applications. Ce qui permettrait D'analyser, de Réfléchir et de Traiter des problématiques complexes pouvant se situer au carrefour de ces savoirs chimiques, biologiques, écologiques, environnementaux voire évolutifs;

De Chercher, d'Analyser et de Discuter des ressources bibliographiques variées informelles et formelles;

De Rédiger des rapports de synthèse, des fiches de protocole, des articles scientifiques et des projets de recherche nationaux et internationaux.

Compétences procédurales (Savoir-faire)

Maîtriser la démarche expérimentale et le travail au laboratoire

Elaborer et/ou mettre au point des méthodes d'analyses et des tests de contrôles biologiques tout en optimisant et en validant les techniques d'analyse

Déterminer et développer les méthodes de recherche, de recueil et d'analyse de données

Réaliser des mesures, étudier et analyser des résultats de recherches, établir des hypothèses et élaborer divers dossiers: protocoles, observation, rapport d'activité, diagnostic, projets...

Développer une démarche expérimentale

Maîtriser des outils informatiques et les données statistiques indispensables à l'exploitation des résultats

Rédiger des rapports, articles et publications, mémoires des travaux de recherche, présentations orales et par affiche...

Être en capacité de réinvestir les connaissances acquises dans un contexte professionnel

Compétences comportementales (Savoir-être)

Etre capable de s'intégrer dans les institutions publiques ou privées qui s'intéressent aux différents domaines mentionnés plus haut

Etre transparent, collaboratif, autonome, responsable dans ses choix, négociateur, et participatif au service d'un projet.

Assurer la gestion en bonne gouvernance d'un travail collectif demandant une organisation matérielle et relationnelle, dans un milieu professionnel public ou privé, national ou international.

Suivre, mettre à jour et diffuser l'information scientifique, technologique, technique, réglementaire...

Identifier des ressources matérielles, documentaires pour réaliser des projets et travaux personnels

Avoir l'esprit d'initiative pour proposer et préparer des projets innovants professionnels ou autres

Avoir des compétences organisationnelles et relationnelles de travail collectif et individuel

Principales matières de la première année

En plus des **Mathématiques** et de la **Physique** indispensables à tout parcours scientifique, la Licence **Chimie-Biologie** appartenant à la mention **Chimie-Sciences du Vivant** correspond à une formation réellement **bi-disciplinaire** où les trois années d'études de Licence (L) (L1, L2, L3) associent à parts égales des connaissances du domaine de la chimie et de celui de la biologie.

▪ **En chimie**, tous les domaines de la chimie-physique (en particulier la caractérisation par des techniques spectroscopiques) et de la chimie de synthèse (en particulier les stratégies de synthèse organique) sont abordés.

En biologie, tous les concepts de base et les méthodes expérimentales de la biologie moléculaire, de la biochimie, de la biologie cellulaire, de la botanique systématique, de la biologie du développement animal, de la génétique et de la microbiologie sont couverts, ainsi que leurs ouvertures aux applications multiples dans les différents champs de la biologie et des technologies.

La première année (licence 1) offre ainsi sous la forme d'**Unités d'Enseignement Fondamentales (UEF)** les bases biologiques et chimiques couvertes par les matières suivantes :

Atomistique et liaisons chimiques

Chimie des Solutions

Thermodynamique et cinétique chimique

Chimie organique générale et réactions

Biologie, Analyse, Dynamique et Technologies Cellulaires

Embryologie et Biologie du Développement animal

Biochimie Structurale

Botanique systématique

Génétique structurale et bases fonctionnelles de l'information génétique

Les Unités d'Enseignement Transversales (UET) apportent un renforcement en langues vivantes étrangères: plusieurs enseignements disciplinaires en anglais, français et communication et en maîtrise des outils informatiques et d'analyses de données ainsi que des compétences entrepreneuriales.

Les Unités d'Activités pratiques (UAP) démarrent également en Première année avec le semestre 1 dédié aux chimistes et le semestre 2 aux biologistes.

Durée du tronc commun

Actuellement, pas de tronc commun puisque cette licence démarre avec un seul parcours Ch-B

Conditions d'accès à la formation

| Nature du Bac | Oui | Non |
|-----------------------------|-----|-----|
| Bac Mathématiques | X | |
| Bac Sciences expérimentales | X | |
| Bac Informatique | | |
| Bac Technique | | |

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

Test d'admission : Oui Non

Plan d'études et Syllabus de la 1^{ère} année

Licence en chimie – Science du vivant – Parcours : Chimie–Biologie (Ch-B) كيمياء وبيولوجيا
Semestre S1 (L1)

| UEF | Unité d'enseignement Compétences | ECUE | Élément constitutif ECUE | Volume horaire | | | Nombre de Crédits | | Coefficient | | Modalité d'évaluation | |
|--------------|--|-----------|---|----------------|------------|-----------|----------------------|----|-------------|-----|--------------------------|----|
| | | | | Cours | TD | TP | ECUE | UE | ECUE | UE | CC | RM |
| UEF 110 | Maths / Physique | ECUEF 111 | Mathématiques 1 | 21 | 21 | - | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 112 | Physique 1 | 21 | 14 | 14 | 3 | | 1,5 | | | X |
| UEF 120 | Atomistique et liaisons chimiques | - | - | 21 | 21 | 7 | - | 4 | - | 2 | | X |
| UEF 130 | Biologie Cellulaire et Biologie du Développement | ECUEF 131 | Biologie Cellulaire | 21 | 7 | 14 | 3 | 7 | 1,5 | 3,5 | | X |
| | | ECUEF 132 | Embryologie & Biologie du Développement Animal | 21 | 7 | 14 | 4 | | 2 | | | X |
| UEF 140 | Thermodynamique et cinétique chimique | - | - | 28 | 21 | 21 | - | 5 | - | 2,5 | | X |
| UAP 150 | Activités Pratiques | - | Chimie | - | 28 | - | - | 4 | - | 2 | x | |
| UET 160 | Enseignements transversaux | ECUET 161 | Anglais (1) | - | 21 | - | 2 | 4 | 1 | 2 | X | |
| | | ECUET 162 | Culture et Compétences Numériques-2CN (D1 ¹) | - | - | 21 | 2 | | 1 | | X | |
| TOTAL | | | | 133 | 140 | 91 | 30 | | 15 | | | |
| | | | | 364 | | | | | | | | |

¹ Domaine de Compétence **D1 Information et données** : Mener une recherche ; Gérer, stocker et organiser des données ; Analyser, traiter et synthétiser des données

Licence en chimie – Science du vivant – Parcours : Chimie–Biologie (Ch-B) كيمياء وبيولوجيا
Semestre S2 (L1)

| UEF | Unité d'enseignement Compétences | ECUE | Élément constitutif ECUE | Volume horaire | | | Nombre de Crédits | | Coefficient | | Modalité d'évaluation | |
|--------------|---|-----------|---|----------------|------------|-----------|----------------------|----|-------------|----|--------------------------|----|
| | | | | Cours | TD | TP | ECUE | UE | ECUE | UE | CC | RM |
| UEF 210 | Maths / Physique | ECUEF211 | Mathématiques 2 | 21 | 14 | - | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 212 | Physique 2 | 21 | 14 | 14 | 3 | | 1,5 | | | X |
| UEF 220 | Chimie des Solutions et chimie organique générale | ECUEF 221 | Chimie des Solutions | 21 | 21 | 14 | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 222 | Chimie organique générale | 21 | 21 | 14 | 3 | | 1,5 | | | X |
| UEF 230 | Biologie végétale et Biochimie structurale | ECUEF 231 | Biologie végétale | 21 | 7 | 14 | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 232 | Biochimie structurale | 21 | 7 | 14 | 3 | | 1,5 | | | X |
| UEF 240 | Génétique : Structure et Variabilité Fonctionnelle | - | - | 21 | 14 | 7 | - | 4 | - | 2 | | X |
| UAP 250 | Activités Pratiques | - | Biologie | - | 28 | - | - | 4 | - | 2 | x | |
| UET 260 | Enseignements transversaux | ECUET 261 | Anglais (2) | - | 21 | - | 2 | 4 | 1 | 2 | X | |
| | | ECUET 262 | Culture et Compétences Numériques-2CN (D2 ²) | - | - | 21 | 2 | | 1 | | X | |
| TOTAL | | | | 147 | 147 | 98 | 30 | | 15 | | | |
| | | | | 392 | | | | | | | | |

² Domaine de compétence **D2 Communication et collaboration** : Interagir, Communiquer et S'insérer dans le monde numérique

Programmes des unités d'enseignement dispensés en L1 – Sem 1

UEF 110 : Maths / Physique

ECUEF 111 : Mathématiques 1

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|----|---------|-------------|
| 21 H | 21 H | - | 3 | 1,5 |

Objectifs

Le cours de mathématiques vise à assurer des bases communes à tous les étudiants, quelle que soit leur formation antérieure. Ces outils mathématiques sont indispensables pour suivre efficacement un enseignement de sciences expérimentales.

Compétences recherchées

Mathématiques : Représentation graphique des fonctions, Calculs élémentaires avec les fonctions, Fonctions de plusieurs variables et applications.

Programme du cours

Chapitre 1. Représentation graphique des fonctions

- Repère cartésien
- Fonction définie par un graphe ou nuage de points.
- Transformation d'un graphe
- Symétries et réciproque d'un graphe.
- Interprétation graphique des équations simples
- Graphes des fonctions usuelles – Échelles et diagrammes logarithmiques

Chapitre 2. Calculs élémentaires avec les fonctions

- Taux d'accroissement
- Calcul de dérivées usuelles,
- Sens de variation
- Recherche d'extrema et optimisation.
- Calcul de tangente ou d'asymptote
- Calcul d'aires

Chapitre 3. Fonctions de plusieurs variables et applications

- Graphe 3D
- Carte des lignes de niveau
- dérivées partielles
- Variation infinitésimales
- Application aux calculs d'incertitudes

ECUEF 112 : Physique 1

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|------|---------|-------------|
| 21 H | 14 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Physique : introduction à la mécanique, électrostatique et électrocinétique

Chapitre 1. Mécanique

- Lois de Newton
- Travail
- Puissance d'une force.

Chapitre 2. Électronique

- De Coulomb à Van Der Wals
- Applications (champ et potentiel électrostatiques, dipôle électrostatique, action d'un champ sur un dipôle, conducteurs ...)

Chapitre 3. Électrocinétique

- Rappels sur les courants continu et alternatif (dipôles électriques, les lois de conservation dans un circuit, association de dipôles, loi d'Ohm, puissance)

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

TP1. Pendule, étude des forces

TP2. Mesures électriques en courant continu ; générateurs et résistances

TP3. Mesures électriques en courant continu : composants non-linéaires

TP4. Charge et décharge d'un condensateur

UEF 120 : Atomistique et Liaisons chimiques

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|-----|---------|-------------|
| 21 H | 21 H | 7 H | 4 | 2 |

Objectifs

Montrer comment la structure électronique des atomes permet de prévoir les propriétés chimiques et physiques des éléments et des molécules. C'est un ECUE d'introduction aux UE de chimie de la suite du cursus.

Programme du cours

Introduction

Chapitre 1. Structure de l'atome

1. Préambule

- 1.1. Atomes, isotopes, abondance isotopique et masse molaire.
- 1.2. Ordres de grandeurs de la taille d'un atome et des masses ; charges de l'électron et du noyau (protons et neutrons).
- 1.3. Postulats de Bohr et les expressions des énergies et du rayon.

2. Atome selon le modèle quantique

- 2.1. Dualité onde-corpuscule
- 2.2. La Fonction d'onde (Ψ)
 - a- Équation de Schrödinger
 - b- Propriétés de la fonction propre
 - c- Notion de recouvrement. Orthogonalité
 - d- Solutions dégénérées
- 2.3. Système monoélectronique
 - a- Équation de Schrödinger
 - b- Nombres quantiques : n , l et m_l
 - c- Fonctions propres ψ_{n,l,m_l}
 - d- Nomenclature des fonctions propres
 - e- Description et représentation graphique conventionnelle d'une fonction propre.
- 2.4. Spin électronique (m_s ou s).
- 2.5. Les atomes polyélectroniques
 - 2.5.1. L'approximation orbitale
 - 2.5.2. Nomenclature et propriétés des orbitales atomiques
 - 2.5.3. Configuration électronique d'un atome :
 - 2.5.3.1. Règles de remplissage
 - Principe d'exclusion de Pauli
 - Règle de Klechkowsky
 - Règle de Hund
 - 2.5.3.2. Électrons de cœur et électrons de valence

Chapitre 2. Liaisons chimiques

1. Liaisons chimiques covalentes

- 1.1. Modèle de Lewis
 - 1.1.1. Liaison covalente localisée (simple ou multiple)
 - 1.1.2. Liaison covalente délocalisée
 - 1.1.3. Notions de mésomérie et formes limites

- 1.2. Géométrie d'un édifice moléculaire, Modèle VSEPR
- 1.3. Polarité d'une molécule
 - 1.3.1. Polarité de la liaison
 - 1.3.2. Moment dipolaire d'une molécule (Molécules polaires et apolaires)

Chapitre 3. Orbitales moléculaires

1. Interaction de deux orbitales atomiques sur deux centres

- 1.1. Approximations
- 1.2. Théorie LCAO
- 1.3. Construction des orbitales moléculaires
- 1.4. Propriétés des OM
- 1.5. Énergie des OM. Diagramme d'interaction

2. Différents types de recouvrement d'OA

- 2.1. Intégrales de recouvrement
- 2.2. Nomenclature des OM
- 2.3. Ordre des énergies des OM
- 2.4. Molécules diatomiques mononucléaires
- 2.5. Molécules diatomiques hétéronucléaires.

UEF 130 : Biologie cellulaire et biologie du développement

ECUE 131 : Biologie cellulaire

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|------|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Objectifs

Acquérir autant une vision globale des mécanismes fondamentaux des cellules des organismes vivants que des bases solides, à la fois théoriques et pratiques, en Biologie Cellulaire :

- Approfondissement des connaissances sur les constituants cellulaires et leurs rôles.
- Compréhension des grands mécanismes de la régulation de la dynamique cellulaire : compartimentation et trafic intracellulaire, jonctions cellulaires, adhérence cellulaire, matrice extracellulaire, cytosquelette et motilité intracellulaire.
- Approfondissement des techniques d'étude en biologie cellulaire et de leurs applications.

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

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

- 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, proposition de thèmes :

- 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*

ECUE 132 : Embryologie et biologie du développement animal

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|------|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 14 H | 4 | 2 |

Objectifs

Le développement animal, toujours en relation avec la reproduction, est non seulement une discipline de base nécessaire à tous les parcours de Biologie, mais, elle l'est encore plus pour la licence Biologie-Chimie pour l'essor qu'elle prend actuellement dans le domaine appliqué.

Le contenu du cours sera limité au développement embryonnaire oogénétique et quelques cas de développement embryonnaire somatique et sera adapté à cette licence en le divisant en deux parties:

- Une première partie synthétisant les aspects généraux du développement embryonnaire des animaux, synthèse nécessaire à la compréhension de la deuxième partie.
- Une deuxième partie se rapportant à certains mécanismes expérimentaux et moléculaires dont l'intérêt est devenu d'importance car permet l'ouverture sur des applications biotechnologiques multiples dans différents domaines particulièrement ceux de la santé humaine et de la zootechnie. Donc, ce deuxième volet sera introductif au cours de Biotechnologies animales qui sera dispensé en L3.

Programme du cours

Introduction générale

1. Place du développement dans le cycle vital des animaux: concepts clés
2. Différentes phases du développement animal: embryonnaire et post-embryonnaire
3. Différents types de développement embryonnaire: oogénétique et somatique

1^{ère} partie. Les différentes phases du développement embryonnaire oogénétique et somatique et leurs significations

Des exemples seront cités dans chaque chapitre sans entrer dans les détails. L'objectif principal est l'intérêt du développement dans les recherches fondamentales et appliquées

Chapitre 1. La phase de la fécondation et sa signification

1. L'ovocyte et signification de sa phase d'accroissement: les synthèses moléculaires
2. La fécondation et signification des phénomènes qui accompagnent l'activation de l'œuf
3. Les différents types d'œufs et influence de la vitellogenèse sur le développement
4. Les modes de production de descendance et intérêt dans le choix des modèles biologiques : modèles ovipares et modèles vivipares

Chapitre 2. La phase de la segmentation et sa signification

1. Disposition des morphogènes maternels dans l'œuf
2. Division, compartimentation des morphogènes et mise en place du plan d'organisation de l'animal
3. Notion de carte des territoires présomptifs et leurs significations

Chapitre 3. La phase de la gastrulation et sa signification: morphogenèse primaire

1. Mouvements morphogénétiques et formation des feuilletts embryonnaires
2. Rôle des molécules d'adhérence cellulaire dans ces mouvements
3. Signification de la morphogenèse primaire et formation d'écosystèmes cellulaires

Chapitre 4. La phase de l'organogenèse et sa signification

1. Rapport entre Organogenèse et Histogenèse

- 1.1. Étape préorganogénétique: morphogenèse secondaire et formation des progéniteurs

1.2. Étape organogénétique de différenciation: morphogenèse définitive ou histogenèse des progéniteurs en tissus agencés en organes, appareils ou systèmes à structure et forme tridimensionnelle polarisée précise.

2. L'histogenèse des tissus à partir de deux types de structures cellulaires embryonnaires

2.1. Les mésenchymes donnant les tissus conjonctifs et leurs dérivés

2.2. Les épithéliums donnant les tissus épithéliaux et leurs dérivés

Chapitre 5. Le développement embryonnaire somatique

1. Signification et répartition chez les animaux

2. Le blastozoïde et son intérêt dans les études embryonnaires somatiques

3. Les modèles à reproduction asexuée

2^{ème} partie: Mécanismes généraux du développement embryonnaire. Dans cette partie, des exemples seront également cités

Introduction: Essor de la biologie du développement

1. L'étape expérimentale cellulaire

2. L'étape moléculaire

3. Les champs d'application: recherche et biotechnologies de l'embryon en santé et agronomie

Chapitre 1. Les différents états des Cellules embryonnaires et leurs potentialités

1. Etat spécifié ou régulateur des territoires présomptifs

1.1. Signification: exemples de régulation (Vrais jumeaux)

1.2. Potentialités: les cellules souches embryonnaires totipotentes et pluripotentes

1.3. Cas des Blastozoïdes

2. Etat déterminé des champs morphogénétiques

2.1. Signification d'un écosystème cellulaire: exemples de chronologie des déterminations embryonnaires (exemple de l'écosystème cardiaque)

2.2. Potentialités: les cellules souches d'organes multipotentes

3. Etat précurseur (progéniteur) des ébauches tissulaires

3.1. Signification de la différenciation cellulaire (exemple de l'œil)

3.2. Potentialités de transdifférenciation

4. Etat différencié

4.1. Signification

4.2. Potentialités de transdifférenciation

5. Mode de reconnaissance de ces différents états

5.1. Cultures cellulaires isolées

5.2. Ablation

5.3. Greffe ectopique

Conclusion: les comportements cellulaires et les potentialités des cellules souches

Chapitre 3. Les mécanismes de passage d'un état à l'autre

1. L'induction

1.1. Signification et mise en évidence

1.2. Différents types

1.2.1. Inducteurs embryonnaires (exemple des Amphibiens)

1.2.2. Inducteurs différenciateurs: études de cas si possible (exemple: différenciation du sexe ou de l'œil des Vertébrés)

1.3. Caractéristiques: limites, contact, compétence, spécificité génétique...

2. Les mécanismes moléculaires des inducteurs (introduction)

2.1. Les gènes du développement

2.2. La signalisation cellulaire

Conclusion: Plasticité du développement et implication dans la Réparation

Enseignement expérimental et travaux dirigés, proposition de thèmes :

- Un travail personnel sous forme d'exposés oraux sur des exemples de développement embryonnaire;
- Des séances de Travaux pratiques

Le travail personnel et pratique sera parallèle et comprendra:

1. Développement embryonnaire oogénétique et somatique

- Exemples de développement blastogénétique (Eponges, Cnidaires, Plathelminthes) (exposés annotés)
- Exemples de développement oogénétique (Mêmes animaux en plus des Vertébrés) (exposés annotés)

2. La segmentation

- Observation comparée de la segmentation d'oursin, d'amphibien
- Tableau comparatif des différents types (annoté)

3. La gastrulation

- Observation comparée de gastrula des différents groupes
- Tableau comparatif (annoté)

4. 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

5. Quelques exercices d'embryologie expérimentale illustrant la notion d'induction

- Ablation, greffe, cultures isolées...

UEF 140 : Thermodynamique et Cinétique chimique

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|------|---------|-------------|
| 28 H | 21 H | 21 H | 5 | 2,5 |

Programme du cours

Thermodynamique chimique (21H de cours)

Chapitre 1. Introduction à la thermodynamique chimique

Définition des systèmes, état d'un système, variables d'état, fonction d'état, système homogène, système hétérogène, phase, différents types d'équilibre, fonction d'état, état standard d'un corps...

Chapitre 2. Premier principe de la thermodynamique et application à la réaction chimique

Premier principe : Énoncé du premier principe, énergie interne et enthalpie, Application à la réaction chimique : notion d'avancement d'une réaction, grandeurs de réaction, enthalpie de réaction, chaleur latente et changement d'état, loi de Hess, relation de Kirchhoff, enthalpie de formation, enthalpie de liaison, enthalpie réticulaire.

Chapitre 3. Deuxième et troisième principe de la thermodynamique

Notion d'entropie, énoncé du deuxième, transformation spontanée, variation d'entropie du milieu extérieur, énoncé du troisième principe, détermination de l'entropie d'une réaction, enthalpie libre et critère de spontanéité d'une transformation.

Chapitre 4. Les équilibres chimiques

Potentiel chimique, enthalpie libre et composition (activité), constante d'équilibre, influence des conditions expérimentales sur l'équilibre.

Cinétique chimique (7H de cours)

1. Introduction générale à la cinétique

- 1.1. Définition de la vitesse d'une réaction chimique d'un système homogène
- 1.2. Facteurs influençant la vitesse d'une réaction
- 1.3. Loi de vitesse et notions d'ordre partiel et global
- 1.4. Méthodes expérimentales de détermination de l'ordre d'une réaction
- 1.5. Influence de la température (relation d'Arrhenius).

2. Notions de mécanismes réactionnels et de catalyse

UAP 150 : Activités pratiques de chimie

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|----|---------|-------------|
| - | 28 H | - | 4 | 2 |

Il est recommandé de répartir les étudiants en petits groupes tournants sur plusieurs enseignants. Ces derniers se chargeront d'une ou de plusieurs activités, chacune d'elles sera comptabilisée à raison de 2H de TD par semestre. Les activités sont réparties comme suit:

| ACTIVITÉS | HORAIRE COMPTABILISÉ POUR L'ÉTUDIANT |
|--|--------------------------------------|
| Activité S1.1. : * Apprentissage de prise de notes écrites. * Préparation aux examens (lecture efficace d'un énoncé, documentation, application, gestion du temps...) | 3x2H+ 1H d'évaluation |
| Activité S1.2. : * Élaboration d'un compte rendu (TP, visite, mémoire...) * Préparation d'un exposé oral (préparer des diapos, gestion du temps, réponses aux questions...) | 3x2H+ 1H d'évaluation |
| Activité S1.3.: Consignes de sécurité et Hygiène au laboratoire (les bons reflexes, lecture d'une étiquette...) | 3x2H+ 1H d'évaluation |
| Activité S1.4. : La chimie au quotidien (santé, environnement, agro-alimentaire...) | 3x2H+ 1H d'évaluation |

Remarques générales :

La présence est obligatoire aux activités pratiques.

La note finale attribuée à l'activité pratique sera la moyenne arithmétique des quatre activités.

Programmes des unités d'enseignement dispensés en L1 – Sem 2

UEF 210 : Mathématiques et Physique

ECUEF211 : Mathématiques 2

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|----|---------|-------------|
| 21 H | 14 H | - | 3 | 1,5 |

Objectifs

Acquérir les outils indispensables en modélisation des phénomènes chimiques ou biologiques.

Compétences recherchées

- Savoir calculer des dérivées et intégrales simples.
- Savoir résoudre des équations différentielles linéaires à coefficients constants.
- Savoir mettre en œuvre ces méthodes pour résoudre des problèmes concrets issus de la chimie ou biologie.

Programme du cours

Chapitre 1. Rappels dérivation et intégration – Domain de définition d'une fonction.

- Limite
- Continuité
- Dérivabilité
- Fonction de classe C^n
- Développement limité à l'ordre n .
- Équivalence simple
- Primitive d'une fonction usuelle
- Intégrale- Intégration par partie

Chapitre 2. Équation différentielle linéaire

- Équations différentielles linéaires du premier ordre à coefficient constants
- Équations différentielles linéaires du premier ordre à coefficient non constants
- Équations différentielles linéaires du second ordre à coefficient constants

ECUEF212 : Physique 2

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|------|---------|-------------|
| 21 H | 14 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Chapitre 1. Optique géométrique

- Le « rayon lumineux »
- Indice,
- Dioptre,
- Réflexion et réfraction,
- Loi de Snell-Décartes,
- Fibre optique,
- Lentilles,

Chapitre 2. Notions de base spectroscopie optique, niveaux d'énergie, fluorescence.

Chapitre 3. Notions de dynamique des fluides

- Débit,
- Équation de Bernoulli,
- Phénomène Venturi,
- Viscosité,
- Loi de Poiseuille
- Turbulence,
- Phénomène de surface,
- Mesures dans les fluides,
- Capillaires,
- Hydrostatique,
- Centrifugation.

Chapitre 4. Thermodynamique physique

- Pression de vapeur saturante,
- Humidité relative,
- Température de rosée,
- Loi de Henry,
- Relations Clausius Clapeyron,
- 1er principe,
- Chaleur,
- Capacité calorifique,
- Chaleur latente.

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

TP1. Capacité calorifique, chaleur latente.

TP2. Fluides

TP3. Optique géométrique (lentilles, imagerie)

TP4. Œil humain et Microscope

UEF 220 : Chimie des Solutions et Chimie organique générale

ECUEF221 : Chimie des Solutions

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|------|---------|-------------|
| 21 H | 21 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Chapitre 1. Les acides et les bases

Les électrolytes en milieux aqueux, le coefficient de dissociation d'un électrolyte, loi de dilution d'Oswald.

Définition des acides et des bases selon la théorie de Bronsted (rappeler brièvement celles d'Arrhenius et de Lewis), force des acides et des bases, effet de nivellement de l'eau (on rappellera les définitions des constantes d'acidité et de basicité des acides et des bases faibles et, sachant que toutes ces notions figurent dans le programme de l'enseignement du secondaire).

Calcul du pH des solutions aqueuses : on rappellera la méthode générale de calcul du pH (écriture des équations chimiques suivie des équations mathématiques décrivant l'état de la solution puis résolution du système d'équations après avoir proposé des approximations qu'il faut vérifier). Baser le calcul sur les réactions prépondérantes avec utilisation du diagramme de prédominances. Présenter quelques applications de calcul de pH parmi les suivantes : acide fort, base forte, acide et base faibles, solutions de sels, polyacides et polybases. Titrages acide-base (les indicateurs colorés), exploitation des courbes de dosage, applications. Les solutions tampons : définition, différentes méthodes de préparation, calcul du pH, propriétés. Notion de pouvoir tampon.

Chapitre 2. Solubilité et réactions de précipitation

Saturation et solubilité (définition de la solubilité, solution saturée, produit de solubilité...), facteurs qui influencent la solubilité et applications (température, ion commun, complexation, pH), réaction de précipitation et analyse qualitative.

Chapitre 3. Les réactions d'oxydo-réduction

Définitions, les cellules électrochimiques (pile et réaction de pile), potentiel de pile et enthalpie libre de réaction, série électrochimique, influence de la concentration sur le potentiel électrochimique, applications des réactions d'oxydo-réduction (l'électrolyse et application, calcul de la constante d'équilibre des réactions rédox, titrage potentiométrique, détermination de la variation d'enthalpie libre, exemples de batteries et de piles commerciales...).

Chapitre 4. Réactions de complexation

1 Couple donneur/Accepteur

2 Nomenclature des complexes

2.1 Nom de quelques ligands usuels

2.2 Applications

3 Constante de formation-constante de dissociation

4 Tableau des valeurs des $\log\beta_i$ à 25°C

5 Domaine de prédominance

6 Applications

6.1 Complexation du cuivre II

6.2 Dosage complexométrique

ECUEF222 : Chimie organique générale

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|------|---------|-------------|
| 21 H | 21 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Objectifs

L'enseignement de la chimie organique dans ce module consiste à faire acquérir les notions de base et les principes fondamentaux en chimie organique :

- Structure des molécules en fonction des liaisons
- Nomenclature dans le système international
- Concepts de base de la stéréochimie

Chapitre 1. Introduction

Notion sur l'atome de carbone : carbone tétraédrique, éthylénique, acétylénique et allénique

Chapitre 2. Règles de nomenclature en chimie organique

On se limitera aux séries aliphatiques et monocycliques sans hétéroatomes et aux fonctions organiques simples

Chapitre 3. Structure des molécules organiques

1. Formules brutes - formules de constitution – nombre d'insaturations
2. Isoméries plane (chaîne, position, fonction et tautomérie)
3. Stéréochimie
 - 3.1. Les différentes représentations des molécules dans l'espace (Cram : syn- et anti-périplanaire, Newman : forme éclipsée et forme décalée, Fischer et perspective : pour le cyclohexane).
 - 3.2. **Stéréoisomérisation conformationnelle**
 - 3.2.1. En série acyclique : éthane et butane (avec leur profil énergétique), 1,2-dibromoéthane (répulsion électrostatique) et éthane-1,2-diol (liaison hydrogène).
 - 3.2.2. En série cyclique : on se limite au cas du cyclohexane (chaise et bateau), mono- et di-substitué.
 - 3.3. **Stéréoisomérisation configurationnelle**
 - 3.3.1. Stéréoisomérisation géométrique Z / E, Cis/Trans (règle séquentielle de Cahn, Ingold et Prelog)
 - 3.3.2. Stéréoisomérisation optique : Notion de chiralité et d'activité optique.
 - Composés optiquement actifs avec un seul carbone asymétrique
 - Les configurations absolues (R et S) et notion d'énantiomères
 - Composés à deux carbones asymétriques (nomenclature thréo, érythro et notion de diastéréoisomères)
 - Composés optiquement actifs sans carbones asymétriques (chiralité axiale : on se limitera au cas des allènes)

Chapitre 4. Effets électroniques, réactivité

1. Liaison covalente polarisée : effet inductif.
2. L'effet mésomère : formules mésomères et hybride de résonance. Systèmes conjugués et énergie de résonance.
3. Notion d'acidité et de basicité des composés organiques (rappels sur les théories d'Arrhenius, Bronsted et Lewis).
4. Les Intermédiaires Réactionnels : carbocations, carbanions et radicaux libres (on étudie leur formation et leur Stabilité).

UEF 230 : Biologie végétale et Biochimie structurale

ECUEF231 : Biologie Végétale

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|------|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Objectifs

Ce programme concerne l'étude des Angiospermes. Ce groupe de végétaux sera positionné dans la classification phylogénétique de la Lignée verte. Le cours traite, dans une première partie des caractéristiques de la cellule végétale (paroi, vacuole, plastes), des différents tissus de la plante, des organes végétatifs (morphologie, adaptations fonctionnelles, anatomie), et de la multiplication végétative. Dans une seconde partie, sont traités l'appareil reproducteur (fleur, inflorescences, organes reproducteurs) et la reproduction sexuée (fécondation, fruits et graines) des Angiospermes.

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

Partie 1 : L'appareil végétatif et la multiplication végétative des Angiospermes

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

3. Les organes végétatifs

- 3.1. La racine
 - 3.1.1. Organisation et diversité morphologique
 - 3.1.2. Adaptations fonctionnelles
 - 3.1.3. Structure primaire
 - 3.1.4. Structure secondaire
- 3.2. La tige
 - 3.2.1. Organisation et diversité morphologique
 - 3.2.2. Ramification
 - 3.2.3. Adaptations fonctionnelles
 - 3.2.4. Structure primaire
 - 3.2.5. Structure secondaire
- 3.3. La feuille
 - 3.3.1. Organisation et diversité morphologique
 - 3.3.2. Phyllotaxie
 - 3.3.3. Adaptations fonctionnelles de la feuille
 - 3.3.4. Structure primaire
 - 3.3.5. Structure secondaire

4. La multiplication végétative

- 4.1. La multiplication végétative naturelle
- 4.2. La multiplication végétative artificielle

Partie 2 : La reproduction sexuée des Angiospermes

1. Etude de la fleur

- 1.1. Organisation de la fleur
- 1.2. La symétrie florale
- 1.3. Règles de l'isométrie et de l'alternance
- 1.4. Répartition des sexes chez les Angiospermes

2. Etude des inflorescences

- 2.1. Les inflorescences racémeuses ou botrytiques
- 2.2. Les inflorescences cymeuses ou cymes

3. Etude de la reproduction sexuée

- 3.1. L'appareil reproducteur mâle
 - 3.1.1. Structure de l'anthère
 - 3.1.2. Organisation du grain de pollen
- 3.2. L'appareil reproducteur femelle
 - 3.2.1. Structure de l'ovaire
 - 3.2.2. Organisation d'un ovule et du sac embryonnaire
 - 3.2.3. Différents types d'ovules
- 3.3. La fécondation
 - 3.3.1. La pollinisation
 - 3.3.2. La germination du grain de pollen
 - 3.3.3. La double fécondation
- 3.4. La graine
 - 3.4.1. Organisation et maturation de la graine
 - 3.4.2. Différents types de graine
 - 3.4.3. Germination de la graine
- 3.5. Le fruit
 - 3.5.1. Formation du fruit
 - 3.5.2. Différents types de fruit
- 3.6. Le cycle de développement d'une Angiosperme

Enseignement expérimental et travaux dirigés, proposition de thèmes :

1. Structure anatomique de la racine (Monocotylédones et Eudicotylédones)
2. Structure anatomique de la tige (Monocotylédones et Eudicotylédones)
3. Structure anatomique de la feuille (Monocotylédones et Eudicotylédones)
4. Etude d'une fleur d'Angiosperme et de quelques inflorescences racémeuses et cymeuses
5. Etude des différents types de fruits, de graines et de germinations

Une sortie d'herborisation d'une journée sera effectuée pour illustrer le cours et pour permettre aux étudiants de confectionner un herbier.

ECUEF232 : Biochimie structurale

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|------|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Objectifs

Le principal objectif de la biochimie est la compréhension au niveau moléculaire de tous les processus chimiques associés aux cellules vivantes. Cet objectif est notamment atteint par l'étude des molécules, par la détermination de leur structure et l'analyse de leur fonctionnement. Cet enseignement doit s'efforcer de :

* Prendre connaissance de la composition macromoléculaire commune à tous les êtres vivants, leurs caractéristiques structurales ainsi que les méthodes d'analyse permettant de les identifier, de les doser et de les purifier. Le rôle biologique est évoqué, en relation avec la structure.

* Prendre connaissance des particularités structurales des 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.

* Prendre connaissance des particularités structurales des Protéines, deux catégories de macromolécules fortement associées dans les processus liés à l'hérédité, à la différenciation cellulaire et à sa spécialisation. Leur étude structurale, et les méthodes d'études sont une occasion pour connaître 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

Introduction générale

- *Organisation moléculaire de l'état du vivant
- *Les éléments de la matière vivante
- *Les liaisons entre les éléments

Chapitre 1. Les glucides, Les Oses, Les Osides

- *Les différentes classes d'oses (Aldoses, Cétooses)
- *Isomérisation des oses (Isomérisation optique : diastéréoisomères, couple d'énantiomères)
- *Pouvoir rotatoire
- *Synthèse de KILIANI-FISHER, Epimères
- *Structure des oses (Forme de FISHER et ses anomalies, Formule de TOLLENS, Pont oxydique, anomères, Formule cyclique de HAWORTH, cycle pyranose, Cycle furanose, Forme Chaise, Forme Bateau)
- *Propriétés chimiques des oses (Propriétés réductrices, Oxydation des oses, Acides Aldoniques, Acides Uroniques, Oxydation par l'Acide Périodique, Action de la Phénylhydrazine, Les Osazones, Combinaison avec divers composés, Formation d'esters, Formation des éthers oxydes)
- *Les différents types d'oses, Nomenclature (les oses neutres, les osamines, les acides uroniques, les composés divers). Les holosides (les diholosides réducteurs, les diholosides non réducteurs, les Triholosides, les polyosides, l'amidon, le glycogène, la cellulose, la chitine,
- *Les hétérosides.

Chapitre 2. Les Lipides

- *Définitions, Nomenclature
- *Les lipides simples : les Glycérides (Le glycérol, Les acides gras saturés et insaturés, Propriétés physiques des glycérides, les propriétés chimiques, La saponification, les réactions d'addition, Addition d'Hydrogène, Addition d'Halogènes, Fixation de l'Oxygène)
- *Les Cérides et les Stérides
- *Les lipides complexes (les glycérophospholipides, les acides phosphatidiques, les phosphoaminolipides, les phosphatidylinositides, les Sphingolipides, les Sphingomyélines, les Cérébrosides, les Gangliosides)

Chapitre 3. Les Acides aminés

- *Formule générale des Acides aminés naturels
- *Stéréoisomérisation des acides aminés
- *Ionisation des acides aminés (Notion Acide/Base, pKa, cas des acides aminés simples, cas des acides aminés dicarboxyliques, cas des acides aminés dibasiques)
- *Propriétés chimiques des acides aminés (Décarboxylation, Désamination, Désamination-Décarboxylation simultanées)
- *Analyse des acides aminés (Electrophorèse, Chromatographie)

Chapitre 4. Les Peptides et les Protéines

- *La liaison peptidique
- *Structure Primaire (Acide aminé N-ter, méthodes enzymatiques, Séquence en acides aminés)
- *Structure Secondaire (Hélice- α Feuillettes plissées- β)
- *Structure Tertiaire (Notion de site actif)
- *Structure Quaternaire (Protomère, Oligomère)
- *Propriétés Physiques et Chimiques des Peptides (ex . de peptides)
- *Méthodes d'analyse des protéines
- *Classification des protéines (Holoprotéines, Hétéroprotéines)

Travaux dirigés, proposition de thèmes :

Les TD sont réalisés 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.

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

TP 1 : 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

TP2: Les Glucides

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

TP3: 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)

TP4 : Les Acides Aminés (propriétés de charge ; identification)

pHmétrie (Titration d'un acide aminé) et électrophorèse d'un mélange protéique tel que le blanc d'oeuf.

TP5: 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...)

UEF240 : Génétique : Structure et variabilité fonctionnelle

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|-----|---------|-------------|
| 21 H | 14 H | 7 H | 4 | 2 |

Objectifs

Acquisition par l'étudiant des méthodologies d'étude de la stabilité et de la diversité du monde vivant

Programme du cours

Chapitre 1 : Structure chimique des Acides Nucléiques

1- Introduction : Définition, Localisation cellulaire

2- Structure Chimique des acides nucléiques

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

3-L'acide désoxyribonucléique (ADN) : 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)

Chapitre 2: Introduction et caractéristiques Génétiques du monde vivant

1. Stabilité du monde vivant

2. Variabilité et polymorphisme

Chapitre 3: Nature du matériel génétique

(On se limitera à présenter les expériences qui ont permis de démontrer la nature du MG)

1. Matériel Génétique des bactéries: Expériences de Griffith en 1928, et de Avery McLeod et Mc Carthy en 1944)

2. Matériel Génétique des virus: Expériences de Fraenkel-Conrat et Williams 1955 sur le TMV (expériences de reconstitution *in vitro* à partir de protéines et d'ARN de 2 souches et de Hershey et Chase en 1952 sur le phage T2 (marquage radioactif au S35 et au P32)

3. Matériel Génétique des Eucaryotes (preuves par la théorie chromosomique de l'hérédité et par les chromosomes sexuels)

Chapitre 3: Structure du support de l'Information génétique

1. Les Acides Nucléiques : structure primaire et polarité Structure Tridimensionnelle de l'ADN et des ARN
2. Description des différents degrés d'enroulement de l'ADN jusqu'à la formation du chromosome. Histones, rôle des histones, degrés d'enroulement, nucléosomes...
3. Mise en évidence et signification des hétérochromatines et des euchromatines.
4. Brève comparaison entre les organismes Eucaryotes et Procaryotes au niveau structure chromosomiques.

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

- Mise en évidence de la stabilité génétique et notion de clone bactérien
- Détermination du titre d'une suspension bactérienne
- Mise en évidence de la mutation et variabilité

Travaux dirigés, proposition de thèmes :

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

UAP250 : Activités pratiques de Biologie

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|----|---------|-------------|
| - | 28 H | - | 4 | 2 |

Il est recommandé de répartir les étudiants en petits groupes tournants sur plusieurs enseignants. Ces derniers se chargeront d'une ou de plusieurs activités, chacune d'elles sera comptabilisée à raison de 2H de TD par semestre. Les activités sont réparties comme suit:

| ACTIVITÉS | HORAIRE COMPTABILISÉ POUR L'ÉTUDIANT |
|--|--------------------------------------|
| <p>Activité S1.1. :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Instrumentation et notion de métrologie ▪ Apprentissage des démarches expérimentales en laboratoire de biologie ▪ Validation des méthodes ▪ Élaboration d'un compte rendu (TP, visite, mémoire...) | 4x2H+ 1H d'évaluation |
| <p>Activité S1.2. :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Risques biologiques ▪ Hygiène et Sécurité au laboratoire (les bons réflexes de sécurité, gestion des déchets biologiques, normes...) ▪ Biosécurité | 4x2H+ 1H d'évaluation |
| <p>Activité S1.3.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Biologie et domaines d'application (santé, environnement, agro-alimentaire, pharmaceutiques, cosmétique...) ▪ Introduction à l'éthique : Importance de l'éthique pratique en sciences expérimentales ▪ Préparation d'un rapport sur un projet professionnel ou activités industrielle dans le domaine biologie, biomédicale, biosanté, environnement.... | 4x2H+ 1H d'évaluation |

Remarques générales :

La présence est obligatoire aux activités pratiques.

La note finale attribuée à l'activité pratique sera la moyenne arithmétique des quatre activités.

Plan d'études et Syllabus de la 2^{ème} année

Licence en chimie – Science du vivant – Parcours : Chimie–Biologie (Ch-B) كيمياء وبيولوجيا
Semestre S3 (L2)

| UEF | Unité d'enseignement Compétences | ECUE | Élément constitutif ECUE | Volume horaire | | | Nombre de Crédits | | Coefficient | | Modalité d'évaluation | |
|--------------|--|-----------|---|----------------|-----------|------------|----------------------|----|-------------|----|--------------------------|----|
| | | | | Cours | TD | TP | ECUE | UE | ECUE | UE | CC | RM |
| UEF 310 | Analyses microbiologiques et technologies cellulaires | ECUEF311 | Microbiologie Générale et méthodes d'analyse microbiologiques | 21 | 7 | 14 | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 312 | Dynamique cellulaire et technologies | 21 | - | 14 | 3 | | 1,5 | | | X |
| UEF 320 | Cristallographie des molécules bioactives et Mécanismes réactionnels | ECUEF 321 | Cristallographie des molécules bioactives | 21 | 7 | 14 | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 322 | Mécanismes réactionnels | 21 | 21 | 14 | 3 | | 1,5 | | | X |
| UEF 330 | Métabolisme énergétique et Enzymologie | ECUEF 331 | Métabolisme énergétique | 21 | 7 | 14 | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 332 | Enzymologie | 21 | 7 | 14 | 3 | | 1,5 | | | X |
| UEO 340 | UEO de Chimie et de biologie ^a | ECUEO 341 | Huiles essentielles ^b | 21 | - | 14 | 2 | 4 | 1 | 2 | | X |
| | | ECUEO 342 | Chimie de l'eau et de l'env. ^b | | | | | | 1 | | | X |
| | | ECUEO 343 | Histophysiologie et tech. histo. ^b | 21 | - | 14 | 2 | | 1 | | | X |
| | | ECUEO 344 | Option 2 de biologie | | | | | | | | | |
| UAP 350 | Activités Pratiques | - | Chimie / Biologie | - | 28 | - | - | 4 | | 2 | X | |
| UET 360 | Enseignements transversaux | ECUET 361 | Anglais (3) | - | 21 | - | 2 | 4 | 1 | 2 | X | |
| | | ECUET 362 | Culture et Compétences Numériques-2CN (D3) ³ | - | - | 21 | 2 | | 1 | | X | |
| TOTAL | | | | 168 | 98 | 133 | 30 | | 15 | | | |
| | | | | 399 | | | | | | | | |

^aà choisir obligatoirement une option de chimie et une option de biologie- ^bà titre indicatif

³ Domaine de compétence **D3 Création de contenu** : Développer des documents multimédia, Développer des documents textuels, Programmer et Diffuser

Licence en chimie – Science du vivant – Parcours : Chimie–Biologie (Ch-B) كيمياء وبيولوجيا
Semestre S4 (L2)

| UEF | Unité d'enseignement Compétences | ECUE | Élément constitutif ECUE | Volume horaire | | | Nombre de Crédits | | Coefficient | | Modalité d'évaluation | |
|--------------|--|-----------|---|----------------|------------|------------|----------------------|-----------|-------------|----|--------------------------|----|
| | | | | Cours | TD | TP | ECU E | UE | ECUE | UE | cc | RM |
| UEF410 | Techniques d'analyse spectrale et techniques de séparation | ECUEF411 | Techniques d'analyse spectrale | 21 | 7 | 7 | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 412 | Techniques de séparation | 21 | 14 | 14 | 3 | | 1,5 | | | X |
| UEF 420 | Biologie moléculaire et Immunochimie | ECUEF 421 | Biologie moléculaire | 21 | 7 | 14 | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 422 | Immunochimie | 21 | 7 | 14 | 3 | | 1,5 | | | X |
| UEF 430 | Méthodes électrochimiques et Fonctions en chimie organique | ECUEF 431 | Méthodes électrochimiques | 21 | 7 | 14 | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 432 | Fonctions en chimie organique | 21 | 14 | 14 | 3 | | 1,5 | | | X |
| UEO440 | UEO de Chimie et de biologie ^a | ECUEO 441 | Écobiologie des protistes ^b | 21 | - | 14 | 2 | 4 | 1 | 2 | | X |
| | | ECUEO 442 | Toxicologie ^b | | | | | | 1 | | | |
| | | ECUEO 443 | Chimie pharmaceutique ^b | 21 | - | 14 | 2 | | 1 | | | X |
| | | ECUEO 444 | Option 2 de chimie | | | | | | | | | |
| UAP 450 | Activités Pratiques | - | Chimie / Biologie | - | 28 | - | - | 4 | 2 | X | | |
| UET 460 | Enseignements transversaux | ECUET 461 | Français & Techniques de communication | | 21 | | 2 | 4 | 1 | 2 | X | |
| | | ECUET 462 | Culture et Compétences Numériques-2CN (D4) ⁴ | | - | 21 | 2 | | 1 | | X | |
| TOTAL | | | | 168 | 105 | 126 | | 30 | 15 | | | |
| | | | | 399 | | | | | | | | |

^aà choisir obligatoirement une option de chimie et une option de biologie - ^bà titre indicatif

⁴ Domaine de compétence **D4 Protection et sécurité** : Sécuriser l'environnement numérique

Programmes des unités d'enseignement dispensés en L2 – Sem 3

UEF 310 : Analyses microbiologiques et technologies cellulaires

ECUEF 311 : Microbiologie Générale et méthodes d'analyse microbiologiques

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|------|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Chapitre 1. Étude de la diversité microbienne

1. Diversité /biodiversité microbienne
2. Microorganismes utiles
3. Microorganismes pathogènes
4. Microorganismes altérants

Chapitre 2. Analyses microbiologiques en agroalimentaires : une obligation réglementaire

1. Les produits concernés
2. Les germes recherchés
3. Les critères de sécurité
4. Les critères d'hygiène des procédés et efficacité des mesures d'hygiène
5. Analyses microbiologiques des produits
6. Analyses microbiologiques des surfaces
7. Analyses microbiologiques de l'air

Chapitre 3. Analyses microbiologiques des sols

1. Intérêt des mesures d'activité microbologique
2. Méthodes de mesures de l'activité microbologique
 - 2.1. Techniques microscopiques (à fluorescence...)
 - 2.2. Méthode par comptage des colonies culturales
 - 2.3. Les activités enzymatiques du sol (Phosphatase alcaline d'origine microbienne, uréase...)
 - 2.4. Les mesures de respiration
 - 2.5. Les mesures de détermination de biomasse par fumigation et fumigation –extraction

Chapitre 4. Outils de la biologie moléculaire pour les analyses microbiologiques

Techniques PCR, PCR temps réel, DGGE...

Chapitre 5. Méthodes de mesure des Activités antimicrobiennes

1. Les métabolites secondaires d'origine microbienne : Diversité, Intérêt, les antibiotiques, les enzymes, les toxines...
2. Techniques de détection
 - 2.1. Méthode de dilution
 - 2.2. Méthode de diffusion sur milieu gélosé
3. Détermination de CMI et CMB
4. Activité antibactérienne
5. Activité antifongique

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

1. Diversité microbienne
2. Analyse microbiologique d'un produit fermenté
3. Analyse microbiologique d'un sol
4. Etude des activités antimicrobiennes

ECUEF 312 : Dynamique cellulaire et technologies

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|----|------|---------|-------------|
| 21 H | - | 14 H | 3 | 1,5 |

Objectifs

Cet enseignement a pour objectif de donner aux étudiants une formation théorique et pratique sur les méthodologies d'étude et d'analyse cellulaire. L'accent sera mis sur la capacité :

- D'intégrer diverses techniques analytiques courantes et émergentes dans le domaine de la biologie cellulaire. ;
- D'intégrer les technologies cellulaires permettant d'effectuer des analyses multiparamétriques d'ordre structural (taille, morphologie, complexité...) et fonctionnel (prolifération, migration, différenciation ou mort 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 cytologiques (histologie, cytologie, Culture Cellulaire, Microscopie, Imagerie, Cytométrie en flux, Microfluorimétrie...) relatives à l'analyse des structures et activité cellulaire (prolifération, migration, différenciation, métabolisme, inflammation, oxydation, mutagénicité, mort cellulaire) de la dynamique cellulaire et de leur application potentielle en bioproduction, toxicologie, pharmacologie, diagnostic...

Programme du cours

Chapitre 1. Organisation Cellulaire et dynamique

1. Structure et fonctions des compartiments et organites cellulaires
2. Trafic intracellulaire et dynamique du transport membranaire
3. Composants moléculaires du cytosquelette
4. Dynamique du cytosquelette et polarité cellulaire
5. Les jonctions cellulaires et l'adhérence cellulaire
6. La matrice extracellulaire et son remodelage,
7. Intégration de la dynamique cellulaire *in vivo* au travers de divers exemples : migration cellulaire,...

Chapitre 2. Dynamique Cellulaire

1. Régulation du cycle cellulaire : les étapes du cycle cellulaire et son contrôle, ses dérèglements, l'apoptose
2. Propriétés des cellules souches toti-pluri- et multi-potentes
3. Cellules souches pluripotentes induites et reprogrammation
4. Mécanismes de différenciation cellulaire, mort et sénescence cellulaire
5. Adhérence cellulaire et migration

Chapitre 3. Méthodes d'analyses cellulaire et Technologies cellulaires

1. Méthodes et techniques d'observation des cellules : Microscopie optique à lumière transmise, Microscope électronique – Microscopie à fluorescence et ses dérivés (microscope confocal, Microscopes 3D spectral, confocal à balayage laser)
2. Méthode FRAT et FRAP pour mise en évidence de la compartimentation et du trafic intracellulaire par analyse de l'adressage d'une protéine fluorescente dans une lignée cellulaire
3. Fractionnement subcellulaire
4. Culture cellulaire, fusion cellulaire, transformation virale et lignées cellulaires
5. Cytomique et cytométrie en flux
6. Marquage et Tri cellulaire : utilisation de traceurs métaboliques ou de structure, d'anticorps marqués, immunophénotypage

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

- Initiation à la Culture cellulaire : Réalisation d'une primo-culture, Repiquage cellulaire
- Techniques d'observation microscopique : microscopie optique, électronique, épifluorescence et Fractionnement cellulaire
- 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 évaluation des effets des molécules de synthèse ou extraits naturels sur la croissance cellulaire (Applications par cytométrie en flux si possible). Diagnostic des cellules tumorales
- Analyse de la Viabilité cellulaire : Test Crystal violet et/ou méthodes d'imagerie à l'aide de marqueurs spécifiques de la viabilité cellulaire
- Extraction et concentration des produits cellulaires : Approches cytomiques : Microtitration analyse du protéome, du lipidome et métabolome (dosage d'enzymes du métabolisme cellulaire).

UEF 320 : Cristallographie des molécules bioactives et Mécanismes réactionnels

ECUEF 321 : Cristallographie des molécules bioactives

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|------|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Chapitre 1. Introduction et notions de base de la cristallographie

1. États solides de la matière
 - 1.1. État solide cristallin
 - 1.2. État solide amorphe
 - 1.3. Comparaison de quelques propriétés macroscopiques de matériaux cristallisés et amorphes
2. Classification des solides cristallisés : (Cohésion cristalline et propriétés)
3. Notions élémentaires de la cristallographie
 - 3.1. Cristal et Cristallographie, Structures, motifs, nœuds, réseaux, mailles, systèmes cristallins, modes de réseaux cristallins et réseaux de Bravais.
 - 3.2. Nombre de groupements formulaires par maille (Z), multiplicité, Coordinence, Compacité, Masse volumique.
 - 3.3. Rangée réticulaire [u v w], Plan réticulaire (h kl), indices de Miller.
 - 3.4. Expression de la distance inter-réticulaire dhkl dans le cas d'une maille cubique en fonction de h, k et l
4. Rayons X et phénomène de diffraction
 - 4.1. Loi de Bragg
 - 4.2. Règles d'extinction selon le mode de réseau

Chapitre 2. Cristaux métalliques

Assemblages compacts et pseudo-compacts

1. Description du modèle
2. Séquences d'empilements compacts AB et ABC
 - 2.1. Maille cubique à faces centrées compacte (cfc)
 - 2.2. Maille hexagonale compacte (hc)
3. Cubique centré (cc)

Chapitre 3. Cristaux ioniques

1. Modèle du cristal ionique parfait : Description et conditions de stabilité.
2. Cristaux ioniques parfaits : Structures type MX
 - 2.1. Cristaux type CsCl
 - 2.2. Cristaux type NaCl

Chapitre 4. Applications aux molécules bioactives

ECUEF 322 : Mécanismes réactionnels

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|------|---------|-------------|
| 21 H | 21 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Chapitre 1. Les substitutions nucléophiles en série aliphatique

- Introduction
- Le mécanisme S_N1
- Le mécanisme S_N2

Dans chaque cas:

- on traitera des exemples de substitution avec des dérivés halogénés, alcools protonés...
- on abordera la cinétique et la stéréochimie, les effets de solvants, l'aptitude nucléofuge
- dans le cas de S_N1 on présentera les transpositions

Chapitre 2. Les réactions d'élimination

- Introduction
- Le mécanisme E_1
- Le mécanisme E_2

Exemples d'éliminations avec des dérivés halogénés, alcools protonés...

- Cinétique, stéréochimie
- effet de solvants

On traitera aussi les compétitions S_N/E

Chapitre 3. Les substitutions électrophiles en série aromatique

- Introduction : Définition aromaticité (règles de Hukel)
- Exemples de réactions de substitution électrophile du benzène

- Nitration
- Sulfonation (réaction équilibrée)
- Halogénéation
- Alkylation
- Acylation

En plus des 5 réactions de substitution électrophile sur le benzène, on abordera (comme observations en cours ou à l'aide d'exercices en TD) les cas suivants:

- Préparation de l'acide benzoïque par oxydation du toluène
- Préparation de l'aniline par réduction du nitrobenzène
- Préparation du phénol par fusion alcaline de l'acide benzène sulofonique
- Préparation du benzaldéhyde par SE du benzène avec CO (gaz)/HCl, $AlCl_3$ (Gattermann et Koch)
- Exemples de réactions de substitution électrophile du benzène substitué (effets d'activation et d'orientation d'un substituant déjà présent sur le cycle - Les règles de Hollemann)
- Réactivité de la chaîne latérale: Halogénéation (chloration du toluène)

Chapitre 4. Les réactions d'addition

- Introduction
- Exemples de réactions d'addition électrophile
 - Addition des acides protoniques H-X sur les alcènes (*milieu ionique*)
 - Hydratation acido-catalysée des alcènes
 - Halogénéation des alcènes (X_2)
 - Halogénohydroxylation des alcènes : formation d'halohydrines

- Autres exemples de réactions d'addition sur les alcènes et les alcynes
 - Hydroboration suivie de l'oxydation
 - Addition des acides protoniques H-X sur les alcènes (*en présence de peroxydes*)
 - Hydrogénation catalytique sur les alcènes et les alcynes
 - Hydratation des alcynes
 - Oxydation ménagée des alcènes par le KMnO_4 (*traiter également l'oxydation forte*)
 - Action d'un peracide sur les alcènes (*traiter l'ouverture des époxydes en milieu basique et acide*)
 - Ozonolyse (*milieu réducteur ou oxydant – mécanisme hors programme*)

Chapitre 5. Les réactions d'addition nucléophile sur le groupement carbonyle

- Préparation des organomagnésiens mixtes, conditions expérimentales
- Actions sur les composés carbonylés : méthanal, aldéhydes en général, les cétones, les dérivés d'acides carboxyliques (esters et chlorures d'acides)

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

Substitution nucléophile : Synthèse du chlorure de tertiobutyle à partir du tertiobutanol.

Élimination : Déshydratation d'un alcool (cyclohexanol par exemple).

Addition nucléophile : Action d'un organomagnésien sur un dérivé carbonylé

UEF 330 : Métabolisme énergétique et Enzymologie

ECUEF 331 : Métabolisme énergétique

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|------|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Chapitre 1. Généralités sur le métabolisme

1. Définition du métabolisme, relation entre les phases catabolique et anabolique
2. Différentes étapes du catabolisme
3. Anabolisme chez les autotrophes et les hétérotrophes.

Chapitre 2. Bioénergétique

1. Définition (énergie, travail, unité, inter conversion, exemples)
2. Principes de la thermodynamique
3. Enthalpie libre (définition, couplage énergétique et ATP, énergie libre et constante d'équilibre)

Chapitre 3. Transport des électrons et phosphorylation oxydative

1. Définition et objectifs
2. Potentiels d'oxydoréduction
3. Constituants de la chaîne respiratoire
4. Mécanisme de la phosphorylation oxydative

Chapitre 4. Métabolisme des glucides

1. La glycolyse : définition, étapes, bilans moléculaires et énergétique
2. Cycle de Krebs : définition, étapes, bilans moléculaires et énergétique
3. La néoglucogenèse : définition, étapes, bilans moléculaires et énergétique

Chapitre 5. Métabolisme des acides gras

1. Oxydation : définition, étapes, bilans moléculaire et énergétique, cas des acides gras impairs et insaturés
2. Biosynthèse : définition, l'acide gras synthase, étapes, bilan moléculaire, comparaison avec l'oxydation

Chapitre 6. Métabolisme des acides aminés

1. Cycle de l'azote : définition, fixation de l'azote et transamination
2. Familles biosynthétiques des acides aminés
3. Dégradation des acides aminés et cycle de l'urée

ECUEF 332 : Enzymologie

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|------|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Chapitre 1. Introduction générale

1. Structure des enzymes, définitions
2. Classification, Nomenclature des enzymes

Chapitre 2. La catalyse enzymatique

1. Notion de site actif (modèle Clef-Serrure, modèle de l'Ajustement induit)
2. Caractéristique de la catalyse : Théorie de l'état de transition (Energie libre d'activation)
3. Spécificité de l'action enzymatique
4. Influence de la température sur la catalyse
5. Influence du pH sur la catalyse

Chapitre 3. La cinétique enzymatique

1. Définitions, et conditions expérimentales (Unité Enzymatique, Activité spécifique)
2. Principe de la cinétique chimique (La vitesse d'une réaction, Ordre d'une réaction, Notion de vitesse initiale)
3. Applications à la cinétique enzymatique (cinétique Michaelis-Menten, mécanismes et étapes, état pré stationnaire, expression algébrique de la vitesse initiale, Représentations graphiques)
4. Effet des inhibiteurs sur la cinétique enzymatique (Inhibiteurs Compétitifs, Non Compétitifs et Un-Compétitifs, Inhibition par excès de substrat)

Chapitre 4. Cinétique Enzymatique à deux substrats

1. Mécanisme d'Association au hasard (Associations dépendantes, Associations indépendantes)
2. Mécanisme d'Association Ordonnée ou Séquencée
3. Réaction impliquant la formation d'un complexe binaire (mécanisme Ping-Pong)

Chapitre 5. Enzymes allostériques : Modèle de Monod-Wyman-Changeux

1. Notion de coopérativité
2. Conformations R et T
3. Equation et nombre de HILL
4. Modèle concerté de Monod-Wyman-Changeux
5. Modèle Séquentiel de Koshland-Nemethy-Filmer

UEO 340 : Options chimie / Biologie

ECUEO Chimie 341 : Huiles Essentielles

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|----|------|---------|-------------|
| 21 H | - | 14 H | 2 | 1 |

Programme du cours

Chapitre 1. Les plantes aromatiques et médicinales

1. Historique
2. Répartition mondiale des plantes aromatiques et médicinales
3. Principales plantes aromatiques et médicinales en Tunisie
4. Activités de recherche relatives aux plantes aromatiques et médicinales en Tunisie

Chapitre 2. Les huiles essentielles

1. Définition
2. Rôle des huiles essentielles dans les plantes
3. Facteurs qui influencent la composition chimique des huiles essentielles
4. Méthodes d'extraction des huiles essentielles
 - 4.1. L'hydrodistillation
 - 4.2. L'entraînement à la vapeur d'eau
 - 4.3. L'hydrodiffusion
 - 4.4. L'extraction par le CO₂ supercritique
 - 4.5. L'enfleurage
 - 4.6. L'expression
 - 4.7. L'extraction par les solvants organiques volatils
 - 4.8. L'extraction assistée par micro-ondes
5. Conservation des huiles essentielles
6. Dénomination des produits d'extraction
7. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles
8. Principaux constituants chimiques des huiles essentielles
 - 8.1. Les composés d'origine variée
 - 8.2. Les composés aromatiques
 - 8.3. Les terpénoïdes
9. Techniques d'analyse de la composition chimique des huiles essentielles
 - 9.1. La chromatographie en phase vapeur couplée à la spectrométrie de masse
 - 9.2. Méthode d'identification par ajouts dosés

Chapitre 3. Applications

1. Les arômes alimentaires
2. Les antioxydants
3. Les conservateurs

ECUEO Chimie 342 : Chimie de l'eau et de l'environnement

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|----|------|---------|-------------|
| 21 H | - | 14 H | 2 | 1 |

Programme du cours

Chapitre I : Généralités sur les eaux

- I. Introduction : la molécule d'eau, le cycle de l'eau
- II. Ressources en eau en Tunisie
- III. Différents types d'eaux (eaux naturelles et eaux usées)

Chapitre II : Les eaux naturelles

- I. Introduction : les différents types d'eaux naturelles
- II. Analyse des eaux naturelles
 1. Grandeurs et unités en analyse des eaux naturelles
 2. Déterminations des caractères organoleptiques
 3. Mesures physico-chimiques
 - a. Détermination de la densité
 - b. Mesure de la turbidité
 - c. Détermination du pH
 - d. Mesure de la conductivité
 - e. Salinité (minéralisation globale)
 - Résidu sec
 - Conductivité
 4. Détermination de la dureté d'une eau
 5. Détermination de l'alcalinité d'une eau
- III. Les équilibres calco-carboniques : détermination du caractère entartrant ou agressif d'une eau
 1. Test au marbre
 2. Détermination des indices de saturations
 3. Représentation graphique de Legrand et Poirier

Chapitre III : Les eaux usées

- I. Origines des eaux usées
- II. Composition des eaux usées urbaines et industrielles
- III. Critères chimiques indicateurs de pollution
 1. Examen physico-chimique global d'une eau usée : pH, conductivité, turbidité, matières solides décantables, dissoutes et en suspension
 2. Détermination de la demande chimique en oxygène
 3. Détermination de la demande biochimique en oxygène
 4. Dosage du carbone organique total
 5. Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium
 6. Dosage de l'azote sous différentes formes (total, kjeldahl, minéral, organique et ammoniacal)
- IV. Caractéristiques des effluents rejetés : biodégradabilité des effluents, charge polluante, notion d'équivalent habitant et normes de rejet en Tunisie

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

TP 1 : Détermination des paramètres physico-chimiques d'une eau naturelle

TP 2 : Équilibres Calco-carboniques : détermination du caractère entartrant ou agressif d'une eau naturelle

TP 3 : Détermination des paramètres physico-chimiques d'une eau usée

TP4 : Détermination de la demande chimique et biochimique en oxygène (DCO et DBO)

ECUEO Biologie 343 : Histophysiole et techniques histologiques

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|----|------|---------|-------------|
| 21 H | - | 14 H | 2 | 1 |

Objectifs

Ce module se présente en deux volets :

- **Un volet organismique et fonctionnel d'Histophysiole**

Il permet la reconnaissance de la structure des tissus en fonction de leur origine embryonnaire, de leur durée de vie et des rôles qu'ils peuvent assurer dans l'organisme vivant.

- **Un volet technique**

Dans ce volet, seront présentées les différentes techniques qui permettent d'étudier et de reconnaître les différents tissus dans les organes, appareils et systèmes.

Programme du cours

Introduction générale

1. Quelles sont les caractéristiques d'un tissu ?
2. Structure tissulaire des Animaux

L'étude des tissus

Chapitre 1. Les techniques histologiques topographiques classiques

Étude de la localisation des tissus les uns par rapport aux autres pour repérer l'organisation et les pathologies

1. Les Prélèvements

- 1.1. Les frottis : prélèvement médical au moyen d'un écouvillon stérile, d'une petite brosse ou d'une petite spatule
- 1.2. Les biopsies : prélèvement de très petite taille d'un tissu, à des fins d'étude microscopique
- 1.3. Les résections d'organes en intégralité, suivies de leur étude (dans le cas d'une tumeur, déterminer le caractère bénin ou malin par exemple) ;
- 1.4. Les ponctions de liquides (pleurale, ascitique, péricardique, etc.)

2. La Conservation

- 2.1. La congélation
- 2.2. La fixation : par un produit chimique maintenant la structure proche du vivant
- 2.3. L'inclusion dans des produits d'enrobage et de coupe

3. Amincissement

- 3.1. La réalisation de coupes fines pour l'observation microscopique
- 3.2. Le collage des coupes et leur étalement sur des lames transparentes

4. La Coloration

- 4.1. Le rôle de la coloration
- 4.2. Quelques exemples de colorants
 - 4.2.1. Le trichome et la méthode de Van Gieson (hématoxiline ferrique, acide picrique, fuchsine acide)
 - 4.2.2. La coloration par le PeriodicAcid-Shiff (PAS)
 - 4.2.3. Coloration topographique simple à l'éosine / bleu de toluidine

Chapitre 2. Les techniques Histochimiques : repérage de composés moléculaires des tissus

1. Histochimie enzymatique
2. Historadiographie
3. Immunohistochimie

L'Histophysiologie

Introduction : L'histologie : science d'étude des tissus

1. Les tissus fondamentaux : Organisation et Classification, Répartition et Fonctions, durée de vie et cellules de renouvellement

- 1.1. Les tissus épithéliaux : de revêtement et glandulaires
- 1.2. Les tissus conjonctifs : d'accompagnement et spécialisés
- 1.3. Les tissus musculaires : involontaires et volontaires
- 1.4. Les tissus nerveux : central et périphérique

Chapitre 2. Localisation des tissus dans les appareils et systèmes

1. Différences entre appareils et systèmes
2. Quelques exemples de systèmes (à développer en TP)
3. Quelques exemples d'appareils (à développer en TP)

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

1. Réalisation sur plusieurs séances des différentes étapes des techniques histologiques classiques (compte rendu élaboré sur plusieurs séances)
2. Etude des différents tissus sur les coupes histologiques d'organes variés de commerce
 - 2.1. Les appareils
 - 2.1.1. Un organe creux : voir la convergence de structure : la muqueuse interne et composée d'un épithélium reposant sur un tissu conjonctif. Distinction de la différence des épithéliums selon leur rôle
Exemples différents par groupes d'étudiants : tube digestif, conduit génital, vaisseau sanguin
 - 2.1.2. Exemple de glandes endocrines et exocrines
 - 2.2. Les systèmes
 - 2.2.1. Un organe plein : tissu nerveux, tissu osseux, cartilagineux constituant des systèmes

UAP 350 : Activités Pratiques

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|----|---------|-------------|
| - | 28 H | - | 4 | 2 |

La levure est un microorganisme eucaryote qui présente de nombreux avantages comme la disponibilité d'outils cellulaires, moléculaires, biochimiques et génomiques.

C'est de ce fait un excellent modèle expérimental pour étudier la biologie de la cellule eucaryote mais aussi une plateforme biotechnologique très utilisée pour des applications industrielles et agroalimentaires.

1. Au cours de ce stage pratique, les technologies propres à la manipulation génétique et moléculaire de la levure seront abordées. Il s'agit : des techniques expérimentales couramment utilisées en laboratoire (biologie moléculaire, analyses cellulaires, biochimie des protéines).
2. La levure est aussi couramment exploitée comme outil expérimental dans des approches de type 2-hybride. Cette facette sera abordée en étudiant par 2-hybride les interactions protéine-protéines au sein de la voie de signalisation Hedgehog de la Drosophile.

Ces enseignements, organisés sous la forme d'un stage de 14h/semestre étalé sur 3-4jours successifs au sein de la plateforme technologique PAQ-FST01 du département de Biologie, permettront à l'étudiant de se placer dans des conditions de recherche en laboratoire industrielle. Les étudiants manipuleront :

- des concepts de microbiologie (cultures microbiennes, travail stérile, cultures pures),
- des méthodes génétiques : complémentation fonctionnelle, recombinaison homologue, sélection et croisement de levures, transformations,
- des approches en biologie moléculaire : PCR, extraction de plasmides, digestion, séquençage,
- des approches en biologie cellulaire: marquage à la GFP, microscopie à fluorescence, prolifération et viabilité cellulaire et des approches de biochimie: extraction protéique, SDS-PAGE, Western-blot

Programmes des unités d'enseignement dispensés en L2 – Sem 4

UEF 410 : Techniques d'analyse spectrale et Techniques de séparation

ECUE 411 : Techniques d'analyse spectrale

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|-----|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 7 H | 3 | 1,5 |

Objectifs

Pour chaque technique il sera étudié :

- les phénomènes fondamentaux propres à chaque technique
- le type d'information accessible et les principaux domaines d'application
- la méthodologie à mettre en œuvre pour l'analyse de spectres

Il sera abordé aussi la complémentarité des résultats des différentes techniques d'analyse spectrale en vue de la détermination de la structure spatiale du composé étudié ainsi que sa stabilité

Compétences recherchées

- Avoir une idée concernant les techniques et les phénomènes spectroscopiques et/ou spectrométriques d'analyse objet de ce cours.
- Maîtriser une démarche adéquate d'investigation d'analyse pour la résolution d'un problème donné (analyse qualitative, quantitative ou structurale).
- Mettre en œuvre l'étalonnage externe en analyse quantitative ainsi que les conditions de fiabilité des résultats obtenus.

Programme du cours

Approche et Méthodologie

Pour chacune des techniques mentionnées ci-dessous, aussi bien le principe de la technique spectroscopique, l'obtention du spectre correspondant, que son analyse qualitative et quantitative seront développés.

Chapitre 1. Spectrophotométrie d'absorption dans l'ultraviolet et le visible

- Différents types de transitions électroniques et leurs caractéristiques
- Loi de Beer- Lambert et condition de sa validité
- Chromophore de base, effet bathochrome, effet hypsochrome
- Analyse quantitative par UV : Détermination de composition relative d'un mélange homogène
- **Application** : Caractérisation du squelette du composé organique étudié

Chapitre 2. Spectroscopie d'absorption Infrarouge IR

- Domaine de l'Infrarouge et règle de sélection en IR
- Différents modes de vibration en IR
- Différents types de bandes d'absorption en IR
 - Vibration de valence (ν_{as} et ν_s) ; Vibration de déformation angulaire (δ_p , δ_{np})
 - Bandes harmoniques (caractéristiques + utilité)

* Loi de Hooke

- **Application**

- a/ Détermination des fonctions organiques
- b/ Attribution de spectres IR

Chapitre 3. Spectroscopie de Fluorescence moléculaire

- Obtention de bande d'émission
- Corrélation entre λ , Energie, stabilité du composé étudié
- Complémentarité entre IR, UV et spectroscopie de fluorescence
- **Application** : Etude de différents types de ligands et de complexes métalliques d'intérêt biologique

Chapitre 4. Spectroscopie de résonance magnétique nucléaire

- RMN-¹H
- RMN-¹³C
- Paramètres RMN (δ , $^nJ_{ij}$ et n)
- Double résonance
 - Découplage homonucléaire sélectif
 - Découplage hétéronucléaire total
 - Découplage hétéronucléaire off résonance
- Détermination de structure spatiale de composé à intérêt biologique

Chapitre 5. Spectrométrie de Masse

- Choix du mode d'ionisation
 - Ionisation par Impact Electronique
 - Ionisation Chimique
- Ions isotopiques
 - Ions moléculaires isotopiques
 - Fragment isotopique
- Choix de formule brute
- Détermination de formule brute $C_xH_yO_zN_t$ d'un composé inconnu
- Résolution et fiabilité de la SM
- Détermination de la structure spatiale du composé étudié

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

- Spectroscopie d'absorption IR,
- Spectroscopie UV-VIS
- Spectroscopie de fluorescence moléculaire
- Spectroscopie de RMN

Travaux dirigés, proposition de thèmes :

Résolution de problèmes : pour chacune des techniques étudiées en vue d'être capable :

- de prévoir les caractéristiques du spectre d'un composé de formule développée donnée
- d'extraire le maximum d'informations du spectre d'un composé inconnu
- de déterminer la formule développée du composé étudié
- de se prononcer à propos de la stabilité et/ou la réactivité dudit composé

ECUE 412 : Techniques de séparation

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|------|---------|-------------|
| 21 H | 14 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Chapitre 1. Introduction

1. Présentation des méthodes de séparation

Les différentes méthodes (précipitation, extraction, échange d'ions, distillation, les méthodes chromatographiques, les procédés membranaires), Importance et domaines d'application.

2. Rappel des réactions mises en jeu dans les séparations

Les réactions acide-bases (contrôle du pH, solution tampons), Les réactions de complexation (cas de composés métalliques)

Chapitre 2. Séparation par précipitation sélective

1. Solubilisation-précipitation des Molécules

Solubilisation par effet de complexation, Mise en œuvre des réactions acido-basiques

2. Solubilisation-Précipitation des sels et hydroxyde métalliques

Produit de solubilité conditionnel, Conditions de séparation sélective

3. Applications à des séparations : Exercices et Problèmes

Chapitre 3. Séparation par échange d'ions

1. Les échangeurs d'ions

Structure des échangeurs, Caractéristiques des échangeurs (capacité d'échange, taux de pontage, taux de gonflement)

2. Les équilibres d'échange d'ions

Coefficients de distribution (en l'absence et en présence de complexant), Coefficients de sélectivité, détermination des concentrations à l'équilibre (dans l'échangeur d'ions et dans la solution)

3. Séparation par échange d'ions

Technique du simple équilibre (conditions sur les coefficients de distribution pour réaliser une séparation sélective), Colonne chromatographiques (principe du développement par élution et par permutation)

Chapitre 4. Séparation par extraction liquide-liquide

1. Généralités

Principe, Classifications des méthodes d'extraction

2. Grandeurs utilisées en extraction

Grandeurs indépendantes du volume des phases (Coefficients de distributions, constantes d'extraction), Grandeurs faisant intervenir le volume des phases (Facteur d'extraction, rendement d'extraction)

3. Optimisation du rendement d'une extraction

Extractions multiples

4. Extraction des chélates métalliques

Extraction de chélates en absence de complexant, Variation du rendement d'extraction avec le pH, Prédiction du rendement d'extraction en présence de complexant.

Chapitre 5. Les méthodes chromatographiques

1. Classification des méthodes chromatographiques

Selon la nature physique des phases, Selon le phénomène chromatographique et d'après le procédé utilisé

2. Principes généraux de la chromatographie

Représentation schématique d'une chromatographie, constitution de la colonne chromatographique et fondements théoriques (coefficients de distribution des solutés, grandeurs de rétention)

3. Séparation chromatographique

Résolution, facteur de sélectivité, facteur de capacité

4. Applications : Analyse qualitative et analyse quantitative

UEF 420 : Biologie moléculaire et Immunochimie

ECUE 421 : Biologie moléculaire

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|------|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Chapitre 1. Structure des Acides Nucléiques

1. Définitions, Nucléosides, Nucléotides, Nomenclature (NMP, NDP, NTP)
2. Les bases azotées : bases Puriques (Pu : A, G), bases Pyrimidiques (Py : U, T, C)
3. Tautomérie des bases (Forme lactame, Forme Lactime)
4. Le sucre (Aldopentose)
5. Le groupement Phosphoryle
6. Liaison Base-Ose=Nucléoside
7. Liaison Base-Ose-Groupement Phosphoryle=Nucléotide
8. Associations des Nucléotides=Polynucléotide=Acide Nucléique

Chapitre 2. Les Acides Désoxyribonucléiques (ADN)

1. Structure de l'ADN (Double Hélice, Double brin, Bi-caténaire, Séquence de l'ADN)
2. Propriétés de l'ADN (Solubilité, Absorption UV, Dénaturation thermique, Effet Hyperchrome)
3. Différents types d'ADN (ADN bactérien, ADN viral, ADN des Eucaryotes)

Chapitre 3. Les Acides Ribonucléiques (ARN)

Chapitre 4. Biosynthèse de l'ADN=Réplication

1. Introduction, les différentes formes topologiques natives du DNA
2. Semi-conservatisme de la réplication
3. Les Polymérase, Equation de polymérisation
4. Réplication chez les Procaryotes (les ADN-Pol bactériennes, les D2roulases=Hélicase, les Gyrase : topoisomérase, les protéines SSB, la Primase, l'ADN-ligase, Fourche de réplication, brin avancé, brin retardé)
5. Réplication chez les Eucaryotes (les différentes ADN-Pol, les Protéines accessoires de la réplication)

Chapitre 5. Biosynthèse de l'ARN=Transcription

1. Généralités, les ARN-Polymérase, Notion de Promoteur
2. Transcription chez les Procaryotes (l'ARN-Polymérase bactérienne, sites Promoteurs de la transcription, Initiation, Elongation, Terminaison)
3. Transcription chez les Eucaryotes (Transcription et maturation des gènes codant pour les ARN ribosomiaux=ARNr, Transcription des ARN messagers=ARNm, l'ARN-Polymérase III, les ARN de transfert, ARNt)

Chapitre 6. Biosynthèse des protéines=Traduction

1. Le code génétique (le rapport du code, le code est-il ou non chevauchant ? Combien y-a-t-il de triplets pour chacun des 20 acides aminés ? Déchiffrement du code génétique)
2. t-RNA-Aminoacylation
3. Les Ribosomes
4. Mécanisme de la traduction (Initiation, Elongation, Terminaison).

ECUE 422 : Immunochimie

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|------|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Objectifs

- Étude des propriétés chimiques de la réaction antigène -anticorps
- Étude des techniques immunochimiques et des biocapteurs immunoélectrochimiques et leurs applications

Programme du cours

Introduction à l'immunité

Chapitre 1. Les antigènes

1. Immunogénicité et antigénicité
2. Les facteurs liés à l'immunogène
3. Les facteurs liés à l'hôte et au système biologique

Chapitre 2. Les anticorps

1. Modèle structural de l'immunoglobuline
2. Les fonctions des immunoglobulines.

Chapitre 3. La réaction Antigène Anticorps

1. Nature des liaisons entre Ag et Ac
2. Les propriétés de la réaction Ag-Ac

Chapitre 4. Les tests immunochimiques et leurs applications

1. Applications dans l'environnement
2. Applications en cliniques
3. Applications dans le domaine pharmaceutique
4. Applications dans le domaine agroalimentaire

Chapitre 5. Les tests d'immuno-électrochimie et leurs applications

1. Introduction sur les biocapteurs électrochimiques
2. Détermination des composants des biocapteurs
3. Élaboration et évaluation des performances des biocapteurs
4. Applications des biocapteurs en biologie

Enseignement expérimental et/ou travaux dirigés, proposition de thèmes :

1. Principe des tests d'immunochimie
2. Études de modèles d'application des tests d'immunochimie
3. Élaboration d'exposés sur les nouvelles applications des biocapteurs en biologie

UEF 430 : Méthodes électrochimiques et Fonctions en chimie organique

ECUE 431 : Méthodes électrochimiques

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|-----|------|---------|-------------|
| 21 H | 7 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Chapitre 1. Fondements de l'électrochimie

1. Cellules galvaniques et électrolytiques
2. Potentiel d'électrode
3. Équation de Nernst
4. Cellules de concentration
5. Force électromotrice (f.e.m.) d'une cellule galvanique
6. Potentiel standard rédox
7. Constantes d'équilibre des réactions rédox
8. Courbes $i=f(E)$

Chapitre 2. Électrodes et capteurs

1. Electrodes indicatrices
2. Electrodes de référence
3. Electrodes sélectives (l'électrode de verre, détecteurs ioniques spécifiques, électrodes biochimiques)

Chapitre 3. Procédés électro-analytiques et domaines d'application

1. Potentiométrie
2. Voltamétrie
3. Ampérométrie
4. Coulométrie
5. Conductométrie
6. Electrogravimétrie

ECUE 432 : Fonctions en chimie organique

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|------|---------|-------------|
| 21 H | 14 H | 14 H | 3 | 1,5 |

Programme du cours

Chapitre 1. Les hydrocarbures aliphatiques saturés et insaturés : alcanes, alcènes et alcynes.

- Rappel de nomenclature

- Les alcanes

- *Réactivité des alcanes*

- * Combustion
 - * Cyclisation déshydrogénation
 - * Substitution radicalaire (halogénéation)

- Les alcènes

- *Réactivité des alcènes*

- * Réactions d'addition (HX, H₂O, X₂, ROH, XOH, H₂SO₄cc, H₂, B₂H₆)
 - * Réactions d'oxydation (ménagée et forte), ozonolyse et avec les peracides
 - * Addition de Michael
 - * Réaction de Diels-Alder

- Les alcynes

- *Réactivité des alcynes*

- * Hydrogénation catalytique (H₂/cata et H₂/cata. désactivé)
 - * Addition d'un hydracide HX et de X₂
 - * Hydratation acido catalysée par Hg²⁺
 - * Réactions spécifiques d'alcynes vrais (acidité)
 - * Réaction d'oxydation (O₃, KMnO₄ cc et dilué)
 - * Réaction de Diels-Alder

Chapitre 2. Les hydrocarbures aromatiques : benzène et dérivés.

- Rappel de nomenclature

- *Réactivité des hydrocarbures aromatiques*

- * Mono et polysubstitution du benzène
 - * Réaction de diazotation (Sandmyer)
 - * Substitution nucléophile aromatique (S_NAr)

Chapitre 3. Les dérivés halogénés et les organomagnésiens.

- Rappel de nomenclature

- *Réactivité des dérivés halogénés*

- * Substitutions nucléophiles (S_N1 et S_N2)
 - * Éliminations (E1, E2)
 - * Compétitions S_N/E

- *Préparation et réactions des organomagnésiens*

- * Action des magnésiens sur les dérivés carbonylés (cétones et aldéhydes), le gaz carbonique, les nitriles, les amides, les dérivés halogénés, les époxydes (symétriques et non symétriques), les ester

Chapitre 4. Les alcools

- Rappel de nomenclature

- présenter les différentes classes d'alcools

- Principales méthodes de synthèse

- * Hydrolyse des halogénures d'alkyle
- * Hydratation des alcènes
- * Réduction partielle des composés carbonylés (action de H⁻)
- * Action des organomagnésiens sur les composés carbonylés
- * Action des organomagnésiens sur les époxydes
- * Action des hydrures sur les époxydes

- Réactivité des alcools

• Préparation des alcoolates

- * Par l'action de bases fortes (NaH, NaNH₂, NaOH cc)
- * Par l'action des organomagnésiens
- * Par l'action du sodium

• Réactivité due au caractère nucléophile des alcools

- * déshydratation intramoléculaire et intermoléculaire
- * action de SOCl₂ (sans stéréochimie), de PCl₃, PBr₃ et PCl₅
- * action de HX(S_N1/S_N2)
- * Réaction de tosylation (action du chlorure de tosylo suivie d'une substitution nucléophile)
- * Réactions d'estérification

• Oxydation des alcools primaires et secondaires

Chapitre 5. Les aldéhydes et cétones

- Rappel de nomenclature

• Principales méthodes de synthèse

- * À partir des alcènes: Ozonolyse en milieu réducteur
- * À partir des alcynes: hydratation en présence de Hg²⁺
- * À partir des alcools: oxydation
- * À partir des dérivés aromatiques: acylation de Friedel – Crafts
- * Transposition pinacolique des 1,2-diols

• Réactivité due au caractère électrophile

- * Addition des ions cyanure et des acétylures
- * Addition d'un organomagnésien
- * Réduction partielle par LiAlH₄ ou NaBH₄
- * Addition d'une amine primaire
- * Réduction totale (Clemmensen et Wolf Kishner)
- * Protection et déprotection avec l'éthylène glycol
- * Réaction de Wittig (on se limite aux ylures non stabilisés)
- * Oxydation des aldéhydes

• Réactivité de l'hydrogène en α par rapport au groupe carbonyle

- * Aldolisation / cétoalisation et crotonisation
- * monohalogenation et monoalkylation des cétones

• Réaction de Cannizzaro

• Addition d'un organomagnésien sur les cétones α,β insaturées (Additions 1,2 et 1,4)

• Tests caractéristiques des dérivés carbonylés

- * Test des composés carbonylés à la 2,4 D.N.P.H. (réactif de Schiff)
- * Test des aldéhydes à la liqueur de Fehling
- * Test des aldéhydes au réactif de Tollens
- * Test haloforme (caractéristique des carbonyles α méthylés)

CHAPITRE 6: Les acides carboxyliques et leurs dérivés.

- Rappel de nomenclature

- **Réactivité des acides carboxyliques due à l'hydrogène acide avec :**
 - * les organomagnésiens (test de Zerivitinov avec CH_3MgX)
 - * le diazométhane (préparation d'esters méthyliques)
- **Réactivité des acides carboxyliques due au groupement OH**
 - * Préparation d'halogénures d'acyles
 - * Préparation d'anhydrides (déshydratation inter et intra moléculaire ($\text{P}_2\text{O}_5/\Delta$) et avec les chlorures d'acyles)
 - * Préparation des esters
 - * Préparation d'amides
 - * Réaction de PIRIA : action de $\text{Ca}(\text{OH})_2/\Delta$ sur un diacide
- **Réactivité des dérivés d'acides carboxyliques**
 - * Saponification des esters
 - * Condensation de Claisen et de Dieckman
 - * Synthèse malonique
 - * Réaction des halogénures d'acyles avec les alcools et les amines (obtention d'esters et d'amides)
 - * Réduction des anhydrides, des chlorures d'acyles, des esters, des nitriles et amides par LiAlH_4 et NaBH_4
 - * Réaction de Rosenmund

CHAPITRE 7: Les amines

- Rappel de nomenclature

- **Principales méthodes de préparation**
 - * Réduction des nitriles (par LiAlH_4)
- * **Réduction**
 - des imines (par NaBH_3CN)
 - * Réduction des dérivés nitrés (par HCl/Zn)
 - * Dégradation d'Hoffman (NaOH/Br_2)
 - * Synthèse de Gabriel
 - * Alkylation d'Hoffman
- **Réactivité des amines**
 - * Perméthylation
 - * Élimination d'Hoffman

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

- Réaction de Cannizzaro
- Tests caractéristiques des fonctions chimiques
- O-acétylation : Préparation et extraction de l'aspirine
- Préparation de l'oxime de la cyclohexanone
- Synthèse magnésienne : préparation du triphénylméthanol.
- Estérification : préparation d'acétate d'isoamyle
- N- acétylation : Préparation et identification (RMN^1H , ^{13}C) de l'acétanilide
- Préparation du parabromoacétanilide

UEO 440 : Chimie et Biologie

ECUEO Biologie 441 : Ecobiologie des Protistes

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|----|------|---------|-------------|
| 21 H | - | 14 H | 2 | 1 |

Objectifs

Les Protistes représentent un taxon polyphylétiques dont certains ont des affinités animales, d'autres végétales et d'autres champignons.

Ils jouent des rôles primordiaux dans différents réseaux trophiques car ils peuvent malgré leur organisation unicellulaire fragile, pulluler dans les milieux les plus hostiles et peuvent habiter dans d'autres organismes.

Ce programme est une initiation à l'étude de la diversité taxonomique et écologique des Protistes

Programme du Cours

Introduction générale : Place des Protistes dans l'arbre du vivant

1. Les grands taxons du vivant

- 1.1. Les Archées ou Archéobactéries
- 1.2. Les Eubactéries
- 1.3. Les Eucaryotes

2. Place des Protistes parmi les êtres vivants

Chapitre 1. Les Eucaryotes Unicellulaires ou Protistes

1. Signification

2. Problématique de leur phylogénie

3. Organisation et fonctions vitales

- 3.1. Organisation
- 3.2. Fonctions vitales
 - 3.2.1. Nutrition
 - 3.2.2. Locomotion
 - 3.2.4. Inclusions inertes
 - 3.2.5. Défense et attaque
 - 3.2.6. Reproduction
 - 3.2.7. Développement

4. Habitats

Chapitre 2. Analyse phylogénétique des principaux taxons

1. Les Protistes Bicotes aux affinités animales

- 1.1. Les Excavobiontes
 - 1.1.1. Les Métamonadines
 - 1.1.2. Les Discoba
- 1.2. Les Chromoalveolata ou Chromalveolata
 - 1.2.1. Les Rhizariens
 - 1.2.2. Les Alvéolates

2. Les Protistes Bicotes aux affinités Végétales

- 4.1. Les Archéoblastidés (lignée verte)
 - 4.1.1. Glaucophytes

- 4.1.2. Rodobiontes
- 4.1.3. Chlorophytes
- 4.2. Les chromoalvéolés
 - 4.2.1. Hacrobiés
 - 4.2.2. SAR
 - 4.2.2.1. Straménopiles : Phéophycées, Oomycètes, Bacillanophycées
 - 4.2.2.2. Alvéolobiontes : Dinophytes

3. Les Protistes Unicontes aux affinités animales

- 2.1. Les Amoebozoaires
 - 2.1.1. Les Rhizopodes
 - 2.1.2. Les Mycétozoaires
- 2.2. Les Opisthocontes Choanoflagellés

4. Les Protistes Unicontes aux affinités champignons

- 4.1. Les Opisthocontes Holomycètes : Nucléariidés

Chapitre 3. Reproduction et cycles vitaux

1. La reproduction asexuée ou agamogonie

2. La reproduction sexuée ou gamogonie

3. Différents types de cycle de développement

4. Quelques exemples types de cycles vitaux

- 4.1. Cycles asexués exclusifs
 - 4.1.1. Cycle diphasique monoxène d'*Entamoeba histolytica*
 - 4.1.2. Cycle diphasique hétéroxène de *Trypanosoma brucei*
- 4.2. Cycles sexués exclusifs
 - Cycle diphasique monoxène de *Stylocephalus longicollis*
- 4.3. Cycle à alternance de phases sexuée-asexuée
 - 4.3.1. Cycle haplophasique monoxène d'*Eimeria*
 - 4.3.2. Cycle haplophasique dixène de *Plasmodium*
 - 4.3.3. Cycle haplo-diplophasique libre des Foraminifères
 - 4.3.4. Cycle diplophasique avec conjugaison de *Paramecium caudatum*

Chapitre 4. Enjeux écologiques des Protistes

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

- Les Protistes Unicontes aux affinités animales

Organisation, Diversité phylogénétique, Modes et cycles vitaux

- Les Protistes Unicontes aux affinités champignons

Organisation, Diversité phylogénétique, Modes et cycles vitaux

- Les Protistes Bicontes aux affinités animales

Organisation, Diversité phylogénétique, Modes et cycles vitaux

- Les Protistes Bicontes aux affinités Végétales

Organisation, Diversité phylogénétique, Modes et cycles vitaux

- Exposés sur les cycles parasitaires humains

- Exposés sur les cycles parasitaires humains

ECUEO Biologie 442 : Toxicologie

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|----|------|---------|-------------|
| 21 H | - | 14 H | 2 | 1 |

Objectifs

Cette formation est centrée sur la protection de la santé de l'homme et la protection de l'environnement à travers les connaissances et l'expérimentation dans les domaines de la toxicologie expérimentale et appliquée sur l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux associés à l'exposition à des agents physiques, chimiques et biologiques.

A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable:

- D'identifier les substances toxiques en se basant sur le spectre de toxicité de la molécule concernée
- De comprendre les modes d'entrée et les mécanismes d'action des substances toxiques
- De maîtriser la toxicocinétique : absorption, métabolisme et élimination
- De maîtriser les techniques toxicologiques
- D'utiliser l'expérimentation *in vivo* et les méthodes *in vitro* en conformité avec les exigences réglementaires et la bioéthique
- D'appliquer les techniques adéquates pour évaluer et gérer les risques pour l'homme et pour l'environnement

Ainsi, ce cours permettra aux étudiants d'acquérir des connaissances théoriques et méthodologiques tant dans le domaine de la toxicologie générale que dans les diverses disciplines associées. De plus, cette formation va faciliter l'orientation des étudiants vers des carrières en Recherche et Développement dans divers secteurs à savoir : pharmaceutiques, agrochimiques, agronomiques, agroalimentaires, et environnementaux et appliqués à la surveillance de l'écosystème.

Programme du Cours

Chapitre 1. Notions générales de la toxicologie

1. Définitions

Toxicologie et Toxiques

Caractère interdisciplinaire de la toxicologie

Intérêt et Missions

2. Évolution d'un effet toxique

2.1. La notion d'exposition

2.2. La gravité de l'intoxication

2.3. Les organes cibles

2.4. La réversibilité et l'irréversibilité

2.5. Les voies d'exposition et d'absorption : respiratoire - cutanée - orale et autres voies

3. Classification des toxiques

3.1. Selon la nature chimique

3.2. Selon le mode d'action

3.3. Selon la nature du danger

4. Évaluation de la toxicité : les doses critiques

4.1. La dose létale 50 (DL50)

4.2. La dose effective 50 (DE50)

4.3. La dose sans effet (NOEL)

4.4. La dose avec l'effet le plus faible (LOAEL)

4.5. La benchmark dose (BMD)

4.6. Le facteur d'incertitude

5. La relation dose-réponse vs la relation dose-effet
6. Les essais de toxicité : aigue, subaigüe et chronique
7. Facteurs modifiant la toxicité

Chapitre 2. Toxicocinétique et toxicodynamique

1. Dispersion et passage des toxiques et des polluants dans la biomasse

- 1.1. Disponibilité
- 1.2. Bioaccumulation
- 1.3. Bioamplification
- 1.4. Biotransformation
- 1.5. Facteurs de transfert

2. Excrétion et Processus de détoxification

3. Toxicodynamique

- Relation concentration / effet toxique
- Intoxications mixtes
- Principaux mécanismes biochimiques

Chapitre 3. Mécanismes d'action des toxiques

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, l'utilisation de l'oxygène et le stockage de l'énergie
- 1.3. Action d'un toxique au niveau des enzymes
- 1.4. Les systèmes enzymatiques de protection et de détoxification

2. Les modes d'action d'un toxique

- 2.1. La néphrotoxicité
- 2.2. La neurotoxicité
- 2.3. Les atteintes toxiques du sang : cas de l'anémie aplasique et de l'hypoxie
- 2.4. La reprotoxicité
 - 2.4.1. Atteinte de la reproduction féminine
 - 2.4.2. Atteinte de la reproduction masculine
 - 2.4.3. Action sur le fœtus : la fœtotoxicité, la tératogenèse
- 2.5. La génotoxicité
- 2.6. La mutagénicité
- 2.7. La cancérogénicité
- 2.8. L'immunotoxicité

Chapitre 4. 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 abiotiques de transformation des toxiques

4. Les méthodes d'essai d'écotoxicité

5. Notions de bioaccumulation et de bioconcentration

- 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. Méthodes d'analyse et étude des principales formes d'intoxication

1. Recueil et analyses cliniques, chimiques et biochimiques des échantillons.

2. Effet des polluants sur les organismes vivants

- 2.1. Notions de danger - d'exposition et de risque.
- 2.2. Evaluation de la toxicité d'un polluant (test, biomarqueur,...) et méthodes d'évaluation des risques écotoxicologiques

3. Etude de divers types d'Intoxications

- 3.1. Médicaments et Dopage
- 3.2. Alcoolisme, Tabagisme et Drogues
- 3.3. Toxines et substances toxiques d'origine végétale et animale (piques d'insectes, Envenimations scorpioniques, morsures de vipère...)

4. Agents infectieux responsables de toxi-infection alimentaire

- 4.1. Microorganismes à pouvoir invasif (*Shigella*, *Salmonella*)
- 4.2. Microorganismes sécrétant une entérotoxine (*Staphylococcus Aureus*, toxine cholérique).

Enseignement expérimental, proposition de thèmes :

1. Toxicologie analytique médicamenteuse

- 1.1. Isolement à partir d'échantillon biologique (urine, sang) après prise médicamenteuse d'un paracétamol
- 1.2. Identification qualitative par HPLC 24 à 48 h après l'ingestion du paracétamol
- 1.3. Dosage du paracétamol sérique par HPLC
- 1.4. Etude de l'interférence médicamenteuse et détermination du seuil de sensibilité
- 1.5. Elaboration du nomogramme de Rumack-Matthew pour la mise en évidence du risque d'intoxication
- 1.6. Etude du risque toxique en fonction de la paracétamolémie
- 1.7. Etude de la demi-vie d'élimination plasmatique du paracétamol

2. Etude de la pharmacocinétique-toxicocinétique d'un paracétamol

- 2.1. Suivi du cycle ADME d'un paracétamol
- 2.2. Etude des métabolites intermédiaires d'un paracétamol : structure et potentiel toxique
- 2.3. Evaluation du mécanisme de la nécrose cellulaire d'un paracétamol

3. Intoxication aux benzodiazépines

- 3.1. Etude de mécanisme d'action des benzodiazépines
- 3.2. Etude de la toxicologie clinique des benzodiazépines
- 3.3. Méthode de recherche des benzodiazépines : colorimétrique, spectrophotométrique, fluorescence, immunoenzymatiques
- 3.4. Méthode de dosage des molécules mères et des résidus hydrolysés et méthylés : HPLC, CPG
- 3.5. Mise en place d'un arbre décisionnel devant une suspicion d'intoxication aux benzodiazépines
- 3.6. Etude des relations dose-réponse des benzodiazépines : détermination de la DL50 pour le rat et classification des doses en fonction de l'échelle de Hodge et Sterner.

ECUE Chimie 443 : Chimie pharmaceutique

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|----|------|---------|-------------|
| 21 H | - | 14 H | 2 | 1 |

Objectifs

Cet enseignement offre aux étudiants une spécialisation poussée en synthèse de produits d'intérêt biologique.

Prérequis : les réactions de base de la chimie organique

Programme du cours

Chapitre 1. Initiation à la connaissance du médicament

Introduction

1. Définition
2. Origine
3. Dénomination
4. Génériques
5. Bioisostères
6. Principes actifs
7. Excipients

Chapitre 2. Relation Structure-Activité

Chapitre 3. Les grandes classes thérapeutiques de médicaments

1. D'origine naturelle
2. De synthèse
3. Quelques exemples de classes thérapeutiques d'intérêt majeur
 - 3.1. LES ANALGESIQUES
 - 3.1.1. Analgésiques centraux morphiniques
 - 3.1.2. Analgésiques centraux non morphiniques
 - 3.1.3. Analgésiques périphériques
 - 3.2. LES ANTIBIOTIQUES
 - 3.2.1. Les b-lactamines
 - * Les pénicillines
 - * Les céphalosporines
 - 3.2.2. Les aminosides ou oligosides
 - 3.2.3. Les tétracyclines
 - 3.2.4. Les phénicolés
 - 3.2.5. Les sulfamides
 - 3.3. LES AFFECTIONS CARDIAQUES
 - 3.3.1. Les anti-hypertenseurs
 - 3.3.2. Les anti-arythmiques
 - 3.4. LES PSYCHOTROPES
 - 3.4.1. Les neuroleptiques
 - 3.4.2. Les anti-dépresseurs

UAP 440 : Activités Pratiques

| Cours | TD | TP | Crédits | Coefficient |
|-------|------|----|---------|-------------|
| - | 28 H | - | 4 | 2 |

Ces activités pratiques ont pour objectifs de former les étudiants dans :

- L'analyse chimique
- L'analyse biologique

Dans cette formation pratique, l'accent sera mis sur la capacité :

- De s'adapter à la diversité des techniques analytiques courantes et émergentes dans les domaines de la chimie et de la biologie et leur(s) mise(s) en œuvre dans un domaine particulier
- De consolider la formation des étudiants en vue d'une insertion professionnelle dans les entreprises nécessitant la double compétence chimie-biologie.

Compétences spécifiques visées:

- Compréhension des méthodes d'analyses chimiques, physico-chimiques et biologiques
- Maîtrise des démarches expérimentales aux différents niveaux d'étude
- Elaboration et mise au point des méthodes d'analyses et des tests de contrôles chimiques et biologiques tout en optimisant et en validant les techniques d'analyses
- Réalisation des mesures, analyse des résultats et élaboration de divers documents : protocoles, rapports d'activité...

Plan d'études de la 3^{ème} année

Licence en chimie – Science du vivant – Parcours : Chimie–Biologie (Ch-B) كيمياء وبيولوجيا
Semestre S5 (L3)

| UEF | Unité d'enseignement Compétences | ECUE | Élément constitutif ECUE | Volume horaire | | | Nombre de Crédits | | Coefficient | | Modalité d'évaluation | |
|--------------|--|-----------|---|----------------|-----------------|-----------|----------------------|----|-------------|-----|--------------------------|----|
| | | | | Cours | TD | TP | ECUE | UE | ECUE | UE | CC | RM |
| UEF 510 | Biologie et Biotechnologies végétales | ECUEF 510 | Biologie et Biotechnologies Végétales | 21 | 14 | 14 | 4 | 4 | 2 | 2 | | X |
| UEF 520 | Chimie organique avancée et Énergétique chimique | ECUEF 521 | Chimie organique avancée | 21 | 21 | 14 | 4 | 7 | 2 | 3,5 | | X |
| | | ECUEF 522 | Chimie macromoléculaire | 21 | 21 | 14 | 3 | | 1,5 | | | X |
| UEF 530 | Systèmes physiologiques et régulation / Biotechnologie animale | ECUEF 531 | Systèmes physiologiques et régulation | 21 | 7 | 14 | 3 | 7 | 1,5 | 3,5 | | X |
| | | ECUEF 532 | Biotechnologie animale | 21 | 7 | 14 | 4 | | 2 | | | X |
| UEO 540 | UEO de Chimie et de biologie ^a | ECUEO 541 | Biocapteurs ^b | 21 | 14 ^c | - | 2 | 4 | 1 | 2 | | X |
| | | ECUEO 542 | Écologie et biodiversité ^b | 21 | 14 ^c | - | 2 | | 1 | | | X |
| UAP 550 | Activités Pratiques | ECUAP 551 | Chimie | - | 14 | - | 2 | 4 | 1 | 2 | x | |
| | | ECUAP 552 | Biologie | - | 14 | - | 2 | | 1 | | | |
| UET 560 | Enseignement transversaux | ECUET 561 | Bio-informatique | - | 21 | - | 2 | 4 | 1 | 2 | X | |
| | | ECUET 562 | Culture et Compétences Numériques-2CN (D5) ⁵ | - | - | 21 | 2 | | 1 | | | |
| TOTAL | | | | 147 | 147 | 91 | 30 | | 15 | | | |
| | | | | 385 | | | | | | | | |

^aà choisir obligatoirement une option de chimie et une option de biologie

^bà titre indicatif

^cpouvant être dispensé en TP ou en TD

⁵ Domaine de compétence **D5 Environnement numérique** : Résoudre des problèmes techniques, Construire un environnement numérique, Travailler en réseau, Communiquer et collaborer

Licence en chimie – Science du vivant – Parcours : Chimie–Biologie (Ch-B) كيمياء وبيولوجيا
Semestre S6 (L3)

| UEF | Unité d'enseignement Compétences | ECUE | Élément constitutif ECUE | Volume horaire | | | Nombre de Crédits | | Coefficient | | Modalité d'évaluation | |
|--------------|---|-----------|---|----------------|-----------------|------------|----------------------|----|-------------|----|--------------------------|----|
| | | | | Cours | TD | TP | ECUE | UE | ECUE | UE | CC | RM |
| UEF 610 | Cinétique, catalyse et phytochimie | ECUEF 611 | Cinétique et catalyse | 21 | 7 | 14 | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 612 | Phytochimie | 21 | 7 | 14 | 3 | | 1,5 | | X | |
| UEF 620 | Chimie de coordination et Chimie macromoléculaire | ECUEF 621 | Chimie de coordination | 21 | 7 | 14 | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 622 | Énergétique chimique | 21 | 7 | 14 | 3 | | 1,5 | | X | |
| UEF 630 | Biotechnologies microbiennes et Analyses génétiques des eucaryotes | ECUEF 631 | Biotechnologies microbiennes | 21 | 7 | 14 | 3 | 6 | 1,5 | 3 | | X |
| | | ECUEF 632 | Analyses génétiques des eucaryotes | 21 | 7 | 14 | 3 | | 1,5 | | X | |
| UEO 640 | UEO de Chimie et de biologie ^a | ECUEO 641 | Chimie industrielle | 21 | 14 ^c | | 2 | 4 | 1 | 2 | | X |
| | | ECUEO 642 | Communication cellulaire et pharmacologie | 21 | 14 ^c | | 2 | | 1 | | X | |
| UAP650 | Activités Pratiques | ECUAP 651 | Chimie | | 14 | | 2 | 4 | 1 | 2 | x | |
| | | ECUAP 652 | Biologie | | 14 | | 2 | | 1 | | | |
| UET 660 | Enseignements transversaux | ECUET 661 | Bio-statistiques | | 21 | | 2 | 4 | 1 | 2 | X | |
| | | ECUET 662 | Stratégies d'entreprises et projet professionnel | | 21 | | 2 | | 1 | | X | |
| TOTAL | | | | 168 | 112 | 112 | 30 | | 15 | | | |
| | | | | 392 | | | | | | | | |

^aà choisir obligatoirement une option de chimie et une option de biologie

^bà titre indicatif

^cpouvant être dispensé en TP ou en TD