

BIOLOGY

Paris 7 Denis Diderot

LICENCE 1

- **SEMESTER 1 (Fall)**

- Biologie cellulaire et moléculaire expérimentale
- Diversité et évolution des organismes vivants
- De la thermodynamique à la chimie des solutions

COURSE DESCRIPTION

Biologie cellulaire et moléculaire expérimentale

Résumé du programme :

Cet enseignement a pour objectifs de définir les bases de la biologie cellulaire et moléculaire et d'aborder les aspects expérimentaux de la biologie cellulaire.

Notions de base :

- Organisations cellulaire et tissulaire, cellule différenciée, modèles d'étude.
- Méthodologies : culture cellulaire, microscopies, électrophorèse –protéines et ADN-, western blot, histochimie et immuno-histochimie, fractionnement cellulaire.
- Structure de l'ADN et des chromosomes. Compaction de l'ADN. Cycle cellulaire. Mitose. Méiose.
- Contrôle de l'expression génique.
- Trafic intracellulaire des protéines, signaux de localisation intracellulaire. Exocytose et endocytose. Transduction de signal.
- Mort cellulaire. La cellule tumorale. Cours, TD et TP seront complémentaires sur les mêmes notions de base (ci-dessus) et méthodologies (culture cellulaire, microscopies, électrophorèse–protéines et ADN, western blot, histochimie et immuno-histochimie, fractionnement cellulaire). La réflexion sur des données expérimentales sera également privilégiée, avec une initiation aux notions de limites de sensibilité, aux contrôles expérimentaux, à la validation statistique des données.

Diversité et évolution des organismes vivants

Résumé du programme :

Introduction à la diversité du monde vivant et présentation des principes de reconstruction phylogénétique. 10h : Biologie et diversité des unicontes : animaux, amébozoa et champignons au sens strict. 10h : Biologie et diversité des bicontes : lignées eucaryotes autotrophes (végétaux) et lignées eucaryotes unicellulaires hétérotrophes ; une attention particulière sera portée aux plantes à fleurs (angiospermes).

Travaux Dirigés et Pratiques :

TD : Approches phylogénétiques du vivant

TP :

- Visite de la Grande Galerie de l'évolution
- Niveaux d'organisation, microbes et champignons
- Les angiospermes – Cellules
- Les angiospermes – Anatomie
- Les angiospermes – Reproduction sexuée
- Origine évolutive des plastes
- Les vertébrés – Dissection de la grenouille et comparaison avec la souris
- Les arthropodes – Dissection de la blatte

De la thermodynamique à la chimie des solutions

Résumé du programme :

Cet enseignement est le 1^{er} enseignement de thermodynamique chimique dans l'Enseignement Supérieur pour les étudiants de 1^{ère} année. Plusieurs notions essentielles y seront abordées en prenant des exemples et des exercices relatifs à thème biologique.

Thermochimie et équilibres chimiques

Les outils de la thermodynamique chimique ou thermochimie. Etat d'un système. Premier Principe de la Enthalpie de formation –Loi de Hess. Energie de liaison. Variation de la chaleur de réaction avec la température. Evolution spontanée d'un système. Deuxième principe de la thermodynamique : notion d'entropie. Troisième principe de la thermodynamique. Critère d'évolution spontanée pour un système quelconque : introduction de l'enthalpie libre G : applications aux réactions chimiques. Variation de l'enthalpie libre par unité d'avancement. Variation de l'enthalpie libre en milieu biologique. Equilibres chimiques. Equilibres en milieu biologique. Loi de déplacement des équilibres.

Réactions acide-base

Acides et bases en solution aqueuse. L'eau amphotère. pKa, force des acides et bases. pH. Echelle de pH, domaine de prédominance (on traitera les polyacides avec l'exemple des acides aminés). Réactions acides-bases : prévision. Loi de dilution d'Ostwald (acides faibles). Calculs de pH : formules approchées et conditions de validité. On insistera sur les mélanges tampons. Mesure du pH. Titrages (acide fort + base forte et acide faible + base forte, acides aminés et ion carbonate traités en TP). Solutions tampon. Tampon phosphate.

Réactions d'oxydoréduction

Oxydant, réducteur, nombre d'oxydation. Ecriture des réactions redox. Potentiel redox, force des oxydants et des réducteurs. Loi de Nernst. Condition d'équilibre ($E_1 = E_2$) et calcul de K .

Application au calcul d'une constante de formation d'un complexe (en TP).

Prévision des réactions. Dismutation. Piles. Influence du pH sur les propriétés redox. Titrages potentiométriques traités en TP.

LICENCE 2

- **SEMESTER 3 (Fall)**

- Physiologie animale et humaine : de la cellule à l'environnement
- Protéine-enzymologie-métabolisme
- Biologie moléculaire et génétique
- Probabilités et statistiques
- Techniques d'analyse structurale
- Panorama des géosciences
- Biodiversité et Biologie des organismes

COURSE DESCRIPTION

Physiologie animale et humaine : de la cellule à l'environnement

Résumé du programme :

COURS

I – La communication à l'échelle cellulaire : exemple de la neurophysiologie cellulaire

- Les cellules du SN
- Le message nerveux (PA, codage en fréquence)
- Equilibre ionique
- Bases ioniques du potentiel de repos
- Potentiel d'action
- Transmission synaptique

II – Les régulations au sein de l'organisme

- Un exemple de régulation nerveuse : la posture
- Un exemple de régulation endocrine : la glycémie
- Généralisation : la notion et la diversité des boucles de régulations : exemple de la reproduction

III – L'organisme dans son milieu

- Influence de l'environnement : facteurs physiques, chimiques et sociaux
- Adaptations aux conditions extrêmes

TD

- La communication à l'échelle cellulaire : exercices d'applications.
- Etude du potentiel d'action à l'aide d'un logiciel de simulation d'enregistrement de neurone géant de Calmar.

- Régulation nerveuse et endocrine
- Les boucles de régulations
- Relations inter-organismes et influences de l'environnement

TP

- mise en évidence du potentiel de membrane – Histologie comparée des cellules de SN.
- analyse critique de la mesure d'une valeur biologique en fonction des méthodologies utilisées : mesure de la production spermatique.
- transport du glucose : intestin éversé.
- utilisation d'animaux génétiquement modifiés : analyse des données moléculaires chez des souris invalidées pour le récepteur de la FSH.

Protéines-Enzymologie-Métabolisme

Résumé du programme :

Cours et Travaux dirigés

- Caractéristiques générales et méthodes d'analyse des structures protéiques
- Propriétés générales des réactions enzymatiques, cinétique michaëlienne, inhibition de l'activité enzymatique
- Principes de thermodynamique appliqués aux systèmes biologiques, les grandes voies du métabolisme énergétique

Travaux Pratiques

- Cinétique mickaëlienne, influence des concentrations initiales en substrat et en enzyme sur la vitesse initiale de la réaction enzymatique, détermination des paramètres cinétiques de la galactosidase (K_M et V_{max}), dosage de α -galactosidase et notion d'unité d'enzyme
- galactosidase par chromatographie sur résine échangeuse d'ions, dosages de l'activité enzymatique et des protéines (Bradford), calculs de l'activité spécifique, du rendement et du facteur de purification.

Biologie moléculaire et génétique

Résumé du programme :

- L'ADN support de l'information génétique
- Le polymorphisme de l'ADN : De la mutation au phénotype.
- Le maintien et le brassage de l'information génétique
- Le test de complémentation fonctionnelle
- L'analyse génétique. Transmission des caractères à la méiose
- La liaison génétique
- Interactions entre gènes
- Marqueurs moléculaires
- Les OGM
- Eléments de génétique humaine
- Génétique et Cancer

Probabilités et statistiques

Résumé du programme :

Notion de probabilités, probabilités conditionnelles, variables aléatoires discrètes et continues. Notion de population et d'échantillon, estimation ponctuelle et par intervalle de confiance, statistiques descriptives, introduction aux tests d'hypothèses.

Techniques d'analyses structurales

Résumé du programme :

Cet enseignement présente les bases fondamentales des principales techniques d'analyse structurale et quantitative utilisées en Chimie. Pour chacune des techniques présentées, le principe général ainsi que les relations fondamentales seront présentés de façon simple et ludique. Dans cet enseignement, l'accent sera mis sur l'aspect expérimental ainsi que sur des applications pratiques. Une présentation des principales fonctions organiques sera également abordée.

Techniques d'analyse structurale et quantitative présentées : Spectroscopies optiques (UV-Visible, Infra-rouge, fluorescence) et magnétique (RMN) et spectrométrie de masse.

A l'issue de cette formation, les étudiants sauront acquérir et analyser un spectre, regrouper des informations obtenues par différentes techniques, élucider/déterminer une structure chimique d'une molécule ou macromolécule inconnue, quantifier la concentration de cette molécule.

Panorama des géosciences 1

Résumé du programme :

L'objectif de ce cours est de faire un état des lieux du fonctionnement de notre planète dans une discipline qui a connu de profondes mutations au cours des dernières décennies. Ce semestre est consacré à la formation du système solaire et les premiers instants de la Terre, puis nous irons à la découverte de la structure interne de la Terre et son fonctionnement en utilisant différentes approches.

Biodiversité et Biologie des organismes

Résumé du programme :

Cours magistraux :

Partie métazoaires : diversité, origine, caractéristiques morphologiques et fonctions associées des phyla de métazoaires. Partie thallophytes chlorophylliens (12 h) : origine (théorie endosymbiotique), cycles de vie ; caractéristiques structurales et importance écologique.

Travaux Pratiques

Biologie Animale :

Les séances de Travaux-Pratiques font toutes l'objet d'un compte-rendu (en séance) comprenant dessins d'observation, commentaires et synthèse et/ou exercices de phylogénie basés sur les observations effectuées et permettant l'application des cours.

- Plathelminthes/annélides (comparaison entre lophotrochozoaires et ecdysozoaires)
- Mollusques (dissection limace et moule et comparaison)
- Arthropodes (clef de détermination/ dissection d'un insecte (criquet))
- Chordés (étude coupe transversale d'amphioxus / dissection de la truite, comparaison)
- Vertébrés (dissection d'une souris)

Biologie Végétale :

- Thallophytes 1 : cytologie (comparaison, chlorophycées/ rhodophycées/ phéophycées)
- Thallophytes 2 : reproduction (cycles digénétique et trigénétique)

LICENCE 3

(2 tracks: **Biology and Life & Earth**)

BIOLOGY

- **SEMESTER 5 (Fall)**
 - Biologie moléculaire-Génétique
 - Biologie cellulaire I
 - Régulations endocrines
 - Nutrition et métabolisme chez les plantes
 - Génétique microbienne
 - Enzymologie
 - Structure des Macromolécules

COUSE DESCRIPTION

Biologie moléculaire-Génétique

Biologie moléculaire I

Structure des génomes eucaryotes, Réplication, réparation (Procaryotes et Eucaryotes), Méthodes de Biologie moléculaire et Génie génétique.

Biologie moléculaire II

Transcription et post-transcription (pro- et eucaryotes) et leur régulation. Traduction et maturations post-traductionnelles (pro- et eucaryotes), compartimentation et adressage chez les eucaryotes

Génétique des Eucaryotes

Cet enseignement décrira les principaux outils génétiques et moléculaires utilisés chez les eucaryotes en privilégiant les modèles permettant l'intégration de la génétique et de la physiologie. Raisonnement génétique : cartographie génétique chez les haplo-diplo-biontiques et chez les diploïdes. A travers les analyses génétiques de la levure, de la drosophile nous illustrons les principes de base de la génétique formelle. Sélection et analyse fonctionnelle de mutants chez la levure analyses de tétrades, – Les interactions génétiques, les gènes supresseurs – Les mutations à effet maternel : nucléaire et cytoplasmique. Les modes de raisonnement spécifiques à d'autres organismes sont ensuite présentés: Génétique végétale – Génétique humaine.

Biologie cellulaire I

Biologie cellulaire fondamentale

L'objectif de cette UE est d'acquérir des connaissances de base en biologie cellulaire. Les différents aspects traités seront l'imagerie cellulaire, le cycle cellulaire, la mort cellulaire, l'adhérence et la migration cellulaire. L'ensemble de ces points sera étendu aux cellules végétales lors d'un dernier cycle de cours. Les connaissances acquises lors de ces enseignements seront à mettre en relation avec les travaux pratiques de l'UE de biologie cellulaire expérimentale.

Signalisation cellulaire

Généralités sur les modes de communication intercellulaire et les différents types de récepteurs des cellules animales et végétales. Les récepteurs canaux-ioniques. Les récepteurs à 7 hélices transmembranaires couplés aux protéines G et les principales voies de transduction associées. Les récepteurs à activité enzymatique et les différentes voies des MAP kinases. Les récepteurs sans activité enzymatique et les voies Jak-Stats. Les récepteurs cytoplasmiques et nucléaires. Les interactions entre les différentes voies de signalisation. La régulation physiologique et la pathologie des récepteurs et des protéines transductrices. Les principales spécificités des récepteurs végétaux.

Biologie cellulaire expérimentale - Travaux Pratiques

- Biologie cellulaire animale : Etudes de l'effet des conditions de culture in vitro sur la physiologie cellulaire : influence de la densité et du support matriciel sur le cycle cellulaire et l'expression de gènes du cytosquelette.
- Etiquetage des protéines : construction de plasmides codant pour des protéines auto fluorescentes fusionnées à divers signaux d'adressage sub-cellulaire dans des vecteurs d'expression eucaryote. Transfection des recombinants dans une lignée cellulaire et analyse de la compartimentation des protéines recombinantes par microscopie de fluorescence.
- Biologie cellulaire végétale : Etude la voie de signalisation des cytokinines par transfection de protoplastes d'*Arabidopsis thaliana* avec des vecteurs codant des mutants dominants ou des surexprimeurs de différents acteurs potentiellement impliqués.

Régulations endocrines

L'objectif est de donner des notions sur le mode de fonctionnement de la signalisation endocrine et d'expliquer à l'aide de quelques exemples comment des corrélations hormonales assurent le contrôle d'un phénomène biologique. Les questions seront abordées à l'échelon moléculaire, cellulaire et intégré.

Contenu :

- Place de la signalisation endocrine dans les systèmes d'intégration de l'organisme (3h) : (signaux paracrines, endocrines, neurocrines)
- Diversité des signaux et contrôle de la synthèse et libération des hormones (3h)
- Le complexe Hypothalamo-Hypophysaire (3h)
- Exemples illustrant les modalités de la signalisation endocrine : Régulation de la température corporelle, la croissance et l'équilibre hydro-minéral (6h)

Nutrition et métabolisme chez les plantes

Cet enseignement permettra d'acquies une vision intégrée des principaux mécanismes liés à la nutrition minérale des plantes et des voies métaboliques associées. Les principaux points abordés s'articuleront autour de :

- Transports de nutriments (eau, ions, sucres) à l'échelle cellulaire et de la plante entière (tissus conducteurs et communications intra- et intercellulaire, transports membranaires)
- Métabolismes de l'azote, du soufre et du phosphore
- Interactions métaboliques.

Génétique microbienne

- Notions de base de Génétique procaryote : Mutations, recombinaisons, complémentations. Transferts de matériel génétique et cartes génétiques. Expression concertée des gènes.
- Notion de pathogénie microbienne : Généralités. Un exemple de bactérie à multiplication intracellulaire.
- Les bactériophages : Généralités. Les bactériophages à symétrie simple. Les bactériophages à symétrie combinée.

Enzymologie

Bases fondamentales de l'Enzymologie - Principes de la cinétique michaëlienne à un substrat
Analyse et signification des paramètres cinétiques - Mécanismes de la catalyse enzymatique -
Régulation de l'activité des enzymes - Protéases - Inhibiteurs d'enzymes et rôle thérapeutique -
Identification des résidus essentiels à l'activité enzymatique par marquage chimique et mutagenèse dirigée.

Structure et Interactions des macromolécules biologiques

Physico-Chimie et Structure de quelques macromolécules biologiques - Méthodes thermodynamiques et spectroscopiques dédiés à l'étude de macromolécules et à leurs interactions -
Structure des protéines - Techniques d'électrophorèse - Glucides - Lipides et membranes biologiques.

LIFE & EARTH

- **SEMESTER 5 (Fall)**
 - Nutrition et métabolisme chez les plantes
 - Fungi et Embryophytes
 - Génétique et biologie moléculaire
 - Tectonique
 - Paléontologie
 - Cycles biogéochimiques
 - Pétrologie-Minéralogie
 - Reproduction et développement animal

COURSE DESCRIPTION

Nutrition et métabolisme chez les plantes

Du fait de leur caractère sédentaire et autotrophe les plantes ont développé des mécanismes métaboliques complexes et uniques en comparaison aux animaux. Cet enseignement présente, à travers les principales voies métaboliques liées aux macronutriments et leurs ramifications dans le métabolisme secondaire, la richesse et la complexité du métabolisme végétal dans ses aspects physiologiques, structuraux et métaboliques. Cet enseignement permet aux étudiants d'acquérir une vision intégrée des principaux mécanismes liés à la nutrition minérale des plantes et des voies métaboliques associées. Il permet de comprendre l'importance de "l'arsenal chimique" des plantes dans leur environnement. Cette UE est fortement recommandée aux étudiants désirant s'orienter vers des masters de Biologie et/ou Physiologie Végétale.

Cours : - Transports de nutriments (eau, ions, sucres) à l'échelle cellulaire et de la plante entière (tissus conducteurs et communications intra- et intercellulaire, transports membranaires)

- Métabolismes de l'azote, du soufre et du phosphore

TD : Nutrition minérale, Transports des sucres, Effets de l'environnement sur les mécanismes de transport, Interactions métaboliques C/N

Fungi et Embryophytes

- Fungi : systématique, reproduction, modes de vie. 2 TP : Cycles de reproduction, modes de vie.
- Embryophytes : systématique, organisation et cycle de reproduction des principaux taxons. Conquête du milieu terrestre par les Embryophytes. 5 TP : Bryophytes ; Ptéridophytes ; Gymnospermes ; Angiospermes ; Anatomie.

Génétique et biologie moléculaire

Cet enseignement porte sur l'étude des génomes et de leur fonctionnement : organisation, transmission, brassage, modalités de la régulation de leur expression...

Différents aspects méthodologiques sont présentés qui incluent la présentation des principaux organismes modèles ainsi que le génie génétique. Enfin, une partie sur le brassage génétique recouvre les approches de génétique formelle et débouche sur une première analyse de la complexité des relations entre gènes ainsi que sur leurs interactions avec l'environnement.

Tectonique

Cours:

- Tectonique des plaques: de la structure des océans aux déformations continentales.
- Description des grandes structures actuelles et passées de la lithosphère terrestre en contexte convergent (chaines de montagne), divergent (grabens et rifts) et décrochant (les grands décrochements).
- Sismotectonique associée aux mouvements actuels.
- Notions de contrainte et déformation et structures géologiques associées.

TP/TD:

Cartographie géologique; lecture et interprétation structurale des cartes géologiques; levé de coupes géologiques.

Paléontologie

Cette UE donne les bases nécessaires en Paléontologie pour l'étudiant se préparant au Master de l'enseignement (MEEF). Une première partie définit les objets, méthodes et buts de la Paléontologie. Ensuite les informations données par les fossiles sont analysées depuis la reconstruction des paléoenvironnements jusqu'aux datations relatives en passant par les modalités de l'évolution et la reconstruction de l'histoire de la vie sur terre.

En parallèle du cours, les TP/TD assurent l'apprentissage de la reconnaissance des grands groupes clés de fossiles et illustrent à travers des exercices les méthodes de la paléontologie abordées en cours.

Le cours intitulé "origine de l'homme" a pour but de donner aux étudiants de L3 à la fois des connaissances sur la systématique du genre *Homo* au sein des mammifères en général et des primates en particulier, ainsi que les grandes étapes de l'évolution de la lignée qui a donné naissance à l'homme à partir des données paléontologiques, génétiques et écologiques les plus récentes.

Cycles biogéochimiques

- Cycle biogéochimique du carbone et ses liens avec ceux de l'oxygène et du fer au cours de l'histoire de la Terre.

- Utilisation des isotopes stables du carbone comme traceurs : (i) des métabolismes dans les environnements actuels et passés et (ii) de l'évolution du cycle du carbone au cours des temps géologiques.

Pétrologie-Minéralogie

Pétrologie Magmatique. Cette partie du cours présentera tout d'abord les principaux minéraux puis abordera les principaux types de roches magmatiques en relation avec leur cadre géodynamique : magmatisme océanique (roches du manteau et basalte) et magmatisme continental (fusion crustale et granitoïdes).

Pétrologie Métamorphique. Cette partie du cours abordera les principes nécessaires à la compréhension des processus métamorphiques. Il abordera la description des principaux types de roches métamorphiques (metabasites, metasédiments) et leur signification dans le cadre géodynamique sur la base des diagrammes de phase spécifiques à ces systèmes.

Les 10 séances de TD/TP comprendront : (1) Symétrie et optique cristalline ; (2) microscope polarisant ; (3) roches magmatiques : basaltes, péridotites, fusion partielle ; (4) roches magmatiques : gabbros, trachytes, cristallisation fractionnée ; (5) roches magmatiques : granitoïdes ; (6) révisions 1 ; (7) processus métamorphiques et déformation ; (8) roches métamorphiques et lithosphère continentale (métapélites); (9) roches métamorphiques et lithosphère océanique: metabasites ; (10) révisions 2.

Reproduction et développement animal

- Reproduction dans le monde animal. Reproductions sexuée et asexuée, notion de cycle de reproduction, stratégies de reproduction, parthénogenèse, cycle de reproduction des parasites
- Physiologie de la reproduction chez les mammifères. Gamétogenèse, fécondation, gestation, parturition et lactation. Activité endocrine et boucles de rétro-contrôle. Maîtrise de la reproduction humaine.
- Développement embryonnaire et post-embryonnaire des animaux. Notion de développement direct et indirect, métamorphose et son contrôle. Les annexes embryonnaires des vertébrés.