

BIOLOGY

Paris 7 Denis Diderot

LICENCE 1

- **SEMESTER 2 (Spring)**
 - Développement animal et végétal
 - Biologie moléculaire et génétique
 - De l'atome à la chimie organique

COURSE DESCRIPTION

Développement animal et végétal

Résumé du programme :

Développement chez les animaux

Le développement embryonnaire chez les animaux

- Gamétogenèse et fécondation
- Généralités sur le développement embryonnaire chez les animaux
- Deux exemples de construction du plan d'organisation d'un organisme : développement embryonnaire d'un vertébré et d'un insecte (description et méthodologie)

TD : la neurulation chez les amphibiens : un exemple d'organogenèse

TP1 : la gastrulation chez les amphibiens

TP2 : histologie animale

TP3 : le développement embryonnaire chez la drosophile

Développement chez les Angiospermes

- Rappels sur l'architecture d'une plante à fleur
- Généralités sur le développement embryonnaire
- Développement post-embryonnaire : l'exemple de la tige feuillée
- Hormones végétales et développement

3 TD : Construction de l'appareil racinaire

- Le méristème apical racinaire : centre d'organisation de la racine
- Les racines latérales et les poils absorbants : deux exemples d'organogenèse et de différenciation cellulaire
- L'auxine : une hormone essentielle

3 TP

- Les hormones végétales : quelques exemples
- Les méristèmes de la tige
- Les graines : diversité et développement

Biologie moléculaire et génétique

Résumé du programme :

- Structure biochimiques des nucléotides, de l'ADN et de l'ARN
- Propriétés et synthèse (réplication) de l'ADN.
- 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
- L'analyse génétique. Transmission des caractères à la méiose
- Propriétés et synthèse (transcription) de l'ARN chez les procaryotes et chez les eucaryotes,
- Maturation des ARN eucaryote et importance biologique de l'épissage.
- Maturation des ARN eucaryote et importance biologique de l'épissage.
- La traduction procaryote et eucaryote
- Les outils du génie génétique, applications en biologie et en santé.

De l'atome à la chimie organique

Résumé du programme :

Chapitre 1 : l'atome

-noyau et électrons : composition du noyau, isotopes et élément, A et Z, forme de l'atome, disposition des électrons en couches et sous-couches, configuration électronique, état fondamental, électrons de cœur et électrons de valence.

-masse atomique, rayon atomique, composition isotopique naturelle des éléments, masse molaire élémentaire.

-interaction photon/atome, spectre de l'atome d'hydrogène, niveaux d'énergies, force d'attraction électrique, écrantage des électrons de cœur.

-forme des nuages électroniques s, p, d

-Rayon atomique, énergie d'ionisation, affinité électronique, évolution dans le tableau périodique.

Chapitre 2 : construire une molécule

-Le modèle de Lewis, règle de l'octet, squelette sigma, liaisons pi et doublets libres.

- Energie et longueur de liaison, rayon de covalence, volume occupé par les électrons dans une liaison. *Forme des nuages électroniques sigma et pi.*
- Moments dipolaires
- Électronégativité des atomes, échelle de Pauling et Allred-Rochow, évolution dans le tableau périodique. L'hydrogène, le carbone, l'oxygène et l'azote.
- Mésomérie et conjugaison, charges formelles
- Géométrie des molécules : VSEPR
- hypervalence

Chapitre 3 : Interactions intermoléculaires

- Liaison de Van de Waals, interaction dipôle dipôle, polarisabilité des liaisons.
- Liaison hydrogène
- Condensation des gaz, miscibilité des liquides

Chapitre 4 : Introduction à la chimie organique et stéréochimie

- Nomenclature
- Isomères (de squelette, de position et de fonction)
- Représentation d'une molécule : (formule brute, formule développée plan, formule topologique, représentation de Cram, projections de Fisher et de Newman)
- Chiralité et propriétés optiques d'une molécule (pouvoir rotatoire spécifique)
- Conformation (stabilité des conformères), configuration absolue R et S, Règles CIP
- Stéréoisomérisation (atome stéréogène, éléments de symétrie, isomérisation géométrique, énantiomérisation et diastéréoisomérisation)
- Stéréochimie dynamique (réaction stéréospécifique, réaction stéréosélective, racémisation)

Chapitre 5 : Effets électroniques, intermédiaires réactionnels, notion cinétique

- Effets électroniques inductifs et mésomères, conjugaison et mésomérisation
- Intermédiaires réactionnels et leur stabilité relative (carbocation, carbanion et radical)
- Notion de cinétique : vitesse d'une réaction chimique, ordre, mécanisme réactionnel

Chapitre 6 : Dérivés halogénés : substitutions nucléophiles –éliminations d'ordre 1 ou 2

- Structure des dérivés halogénés aliphatiques
- Mécanisme SN1/SN2 (interconversion des groupes fonctionnels)
- Mécanisme E1/E2
- Orientation des réactions (structure du substrat, choix du solvant, basicité ou nucléophilie du réactif, nucléophile)

LICENCE 2

- **SEMESTER 4 (Spring)**
 - Les grandes fonctions végétales
 - Biologie évolutive
 - Biologie cellulaire et moléculaire
 - Infectiologie : Microbiologie-Virologie-Immunologie
 - Introduction aux Biostatistiques
 - Panorama des géosciences 2
 - Méthodes géophysiques et géochimiques

COURSE DESCRIPTION

Les grandes fonctions végétales

Résumé du programme :

COURS

Bases de la nutrition minérale, redistribution, transport des nutriments et d'eau dans la plante (aspects moléculaires et biophysiques).

Photosynthèse : Chloroplaste : un organe d'origine endosymbiotique. Origine du carbone dans la biosphère. Production d'équivalents réducteurs et d'ATP au niveau des membranes thylacoïdales. Réaction sombres, fixation du carbone inorganique. Photorespiration et mécanismes photosynthétiques des plantes en C4 et CAM.

TD végétal : Distribution intracellulaire de l'eau et des ions : bases théoriques et applications.

TP végétal : Anatomie de la racine – Adaptation des feuilles et systèmes photosynthétiques – Réactions photochimiques de la photosynthèse (réaction de Hill)

Biologie évolutive

Résumé du programme :

- Histoire de la biologie évolutive
- Evolution morphologique et développement
- Espèces et spéciations, rythmes de l'évolution
- Evolution de la variabilité génétique et évolution de l'homme

TD et TP

- Démarche expérimentale : appréhender le principe et la mise en œuvre de la démarche expérimentale en sciences de l'évolution à travers l'analyse d'un article en anglais

- Exercices de génétique des populations
- Simulation sur ordinateur de l'évolution de populations sous diverses conditions (dérive, migration, sélection, ...) au moyen du logiciel Populus
- TP développement et évolution

Biologie Cellulaire et Moléculaire

Résumé du programme :

- Cycle cellulaire
- Apoptose
- Transduction du signal
- Trafic vésiculaire
- Endocytose
- Adressage des protéines
- Régulation de l'expression des gènes au cours de la différenciation
- Modifications post-traductionnelles
- Structure et fonction du nucléole
- Transport d'électrons dans les mitochondries et les chloroplastes

Infectiologie : Microbiologie, Virologie, Immunologie

Résumé du programme :

Ce cours présente aux étudiants l'univers des microorganismes, et les bases du fonctionnement du système immunitaire en réponse à ces microorganismes

❖ Introduction à la Microbiologie

Cours

- Historique et domaines de la Microbiologie
- La cellule procaryote : structure et fonction
- La diversité des microorganismes et les méthodes d'identification
- La diversité du métabolisme microbien : les principaux types trophiques et le rôle des bactéries dans le cycle biogéochimique du carbone
- La croissance bactérienne
- Génétique bactérienne : Mutations, analyse génétique et outils génétiques bactériens

Travaux Dirigés

- Cartographie génétique par transduction et par transformation, marqueurs liés et non liés

❖ Introduction à la Virologie

Cours

- Caractéristiques et variabilités du monde viral
- Infection Virale : Généralités
- Les différents pathogènes et leur équilibre avec notre organisme

- Stratégies de lutte contre les pathogènes viraux
- Quelques exemples de réussites virales

Travaux Dirigés

- Epidémiologie virale : Rage et zoonose
- MST et Cancers : les Papillomavirus

❖ Introduction à l'immunologie

Cours

- Pathogènes et immunité
- L'Immunologie, science des lymphocytes
- L'Immunologie, science de la diversité
- L'Immunologie, science du soi et du non soi
- Immunotechnologie ou méthodes immunologiques en biochimie

Travaux dirigés

- L'exemple des infections virales : 1) réponses effectrice ; 2) spécificité de la réponse

Introduction aux Biostatistiques

Résumé du programme :

Rappels de la notion de variables aléatoires, échantillons et populations, calculs de probabilités (loi normale). Procédures d'estimations appliquées aux variables aléatoires quantitatives et tests d'hypothèses associés. Les définitions de règles de décision, de risques et de puissance seront étudiées en détails. Les tests du Chi² et l'étude de la corrélation entre deux variables seront abordés à la fin de l'enseignement.

Panorama des géosciences 2

Résumé du programme :

Ce semestre sera consacré aux processus lithosphérique : tectonique des plaques (structure, cinématique et déformation des plaques) et la vie d'une roche (minéralogie, cristallisation, diagenèse, métamorphisme, altération, érosion). Une introduction à la cartographie géologique est également prévue.

Méthodes géophysique et géochimiques

Résumé du programme :

On expliquera les principales méthodes géophysiques et géochimiques permettant l'exploration de la Terre à l'échelle globale :

Géophysiques : (1) La Sismologie. (2) La thermodynamique, appliquée aux transitions de phase et à la fusion partielle. (3) Connaissance de la Terre grâce aux satellites (avec rappels de gravimétrie). (4) Exploration spatiale.

Géochimiques : (1) Principaux systèmes isotopiques utilisés en géochronologie. (2) Principales applications des isotopes stables en SdT : traçage des réservoirs, paléotempératures, etc.

LICENCE 3

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

BIOLOGY

- **SEMESTER 6 (Spring)**
 - Biologie cellulaire II
 - Physiologie
 - Différenciation cellulaire et fonctionnelle
 - Génétique des organismes modèles
 - Génomique : un outil pour l'étude de l'évolution
 - Immunologie
 - Infectiologie
 - Neurosciences cognitives
 - Neurobiologie cellulaire
 - Réponses des Plantes à l'Environnement

COURSE DESCRIPTION

Biologie cellulaire II

Outils et concepts de la biologie du développement

- Mise en place des axes embryonnaires et de la métamérisation chez les animaux.
- Influence de l'environnement lumineux sur la morphogenèse des plantes.

TD : Méthodologie en Biologie du développement + Photomorphogenèse

TP : Analyse de l'expression des gènes de segmentation de la drosophile + Observation de drosophiles et gènes homéotiques.

Biologie du développement et différenciation cellulaire

- Mise en place des axes embryonnaires et organogenèse post-embryonnaire.
- Les crêtes neurales : à l'origine des dérives périphériques du système nerveux des vertébrés.

TD : Analyses d'articles.

Physiologie

1- Physiologie : cœur, poumons, rein

Cours : Physiologie cardiaque ; Physiologie vasculaire ; Exemple de physiologie intégrée : la régulation de la pression artérielle ; Physiologie de la respiration ; Physiologie rénale ; Régulation des équilibres hydrique.

Travaux dirigés : physiologie rénale, volumes liquidiens, équilibre acido-basique.

Travaux Pratiques : clairance de l'inuline chez le rat.

2- Physiologie métabolique

Objectifs : Connaître la régulation des principales voies métaboliques. Aspects physiologiques de la régulation du métabolisme énergétique. Présentation des principales voies métaboliques, en donnant priorité à la régulation des enzymes clés. Intégration des voies métaboliques dans le contexte d'un tissu ou d'un organisme multicellulaire (ex. des mammifères).

3- Physiologie de la reproduction

L'enseignement est consacré à la physiologie de la reproduction, fonction majeure du vivant. L'accent est mis sur les événements biologiques majeurs (gamétogenèse, fécondation, gestation...) et leurs régulations chez les mammifères ainsi que sur la maîtrise de la reproduction dans l'espèce humaine.

Cours : Glandes endocrines et hormones de la reproduction. Les fonctions testiculaires et ovariennes et leur régulation. Fécondation, gestation et parturition. Assistance médicale à la procréation et contraception.

Travaux Pratiques : Etude *in vivo* de la désensibilisation hormonale de la cellule de Leydig.

Travaux dirigés : Analyse de résultats expérimentaux et documents scientifiques, en lien avec le cours.

4- Communication et Signalisation des cellules végétales

Cours - TD: La communication entre plantes, entre organes, entre tissus ou entre cellules au cours du développement des végétaux ou de leur adaptation à leur environnement. Les différentes molécules "signal". La signalisation cellulaire : les différents types de récepteurs.

TP : Les cellules à aleurone : un modèle de signalisation cellulaire.

5- Biotechnologies végétales

Cours : Apport des biotechnologies végétales à l'amélioration des plantes et à la sélection classique - Applications agronomiques et industrielles - Du gène au médicament : production de protéines recombinantes dans les plantes (lipase, collagène, planticorps,...) - Production de métabolites secondaires dans les plantes.

TD : Réalisation et présentation d'un poster

TP: Production d'anticorps recombinants dans des feuilles de *Nicotiana benthamiana* : transformation, détection par western-blot, test d'activité en ELISA, localisation cellulaire visualisée par imagerie.

Différenciation cellulaire et fonctionnelle

L'UE est constituée de 7 cours-conférences portant sur : Les cellules souches cancéreuses. La différenciation musculaire. La différenciation sexuelle. La différenciation cellulaire de la peau. La plasticité cellulaire et la régénération. L'épithélium respiratoire. La différenciation des tissus conducteurs de sève chez les végétaux.

Génétique : Organismes modèles

Cet enseignement décrit les organismes modèles eucaryotes les plus couramment utilisés en laboratoire ainsi que les principaux outils génétiques et moléculaires utilisés spécifiquement dans chacun de ces organismes. L'intérêt d'utiliser de tels modèles, leurs limites et leurs

avantages seront également des thèmes abordés lors de cet enseignement. Les modèles suivants seront traités : drosophile, souris, levure, *Arabidopsis thaliana*, cellules en culture.

Génomique : un outil pour l'étude de l'évolution

Cette UE permet aux étudiants d'une part, de se familiariser avec les outils de la génomique structurale - séquençage et annotation de génomes - et, d'autre part de connaître les grandes caractéristiques des génomes bactériens, animaux et végétaux. La génomique comparée chez les bactéries permet, dans un premier temps, d'appréhender l'évolution de génomes relativement simples. Dans un deuxième temps, le rôle majeur des éléments transposables dans la spéciation et l'évolution des génomes est étudié chez les métazoaires et chez les plantes. Cette UE comporte un TP d'analyse de séquences tant animales que végétales qui permet de visualiser certaines analyses utilisées en génomique.

Immunologie

L'objectif est d'acquérir des connaissances solides sur les bases de la réponse immunitaire non spécifique et spécifique, cellulaire et humorale. Les cellules et les organes impliqués seront abordés ainsi que le fonctionnement et la régulation des principaux récepteurs (BCR, TCR) et des anticorps. Les molécules du CMH et leurs différentes fonctions seront également étudiées.

Une fois ces bases acquises, le cours traitera des dysfonctionnements majeurs de la réponse immunitaire (déficits immunitaires, maladies auto-immunes). Enfin, une partie du cours sera consacrée à la réponse immunitaire chez les plantes et les parallèles possibles entre animal et végétal.

Infectiologie

Cours : Caractéristiques et importance des microorganismes. Structure de la cellule bactérienne et taxonomie. Génétique bactérienne, modifications du génome, génie génétique et génomique. Introduction à la virologie, Bases fondamentales. Picornavirus, ortho et Paramyxovirus : Structure, cycle, classification, pathologie associées et lutte antivirale. Reconnaissance immunitaire naturelle. Reconnaissance immunitaire spécifique d'antigène.

TD : Dégradation de l'atrazine comme source d'azote. Evolution des virus. Analyse de la reconnaissance immunitaire.

Neurosciences cognitives

Cette UE traite les fondements de l'approche intégrative et cognitive en Neurosciences. Les fonctions du cerveau humain seront illustrées à travers les travaux neurophysiologiques et anatomiques entrepris sur des modèles animaux et à l'aide des méthodes applicables chez l'homme comme l'imagerie cérébrale. Seront abordés :

- Introduction et méthodes applicables chez l'homme
- Mouvements volontaires et système miroir
- Toucher et douleur
- Vision, attention visuelle et illusions visuelles

- Audition, langage et hallucinations verbales
- Conscience

Neurobiologie cellulaire

Le but de l'enseignement est de présenter l'essentiel des connaissances actuelles, au niveau moléculaire et cellulaire, concernant la mise en place du système nerveux, sa plasticité et sa réparation, son interaction avec les cellules gliales ainsi que les mécanismes cellulaires et/ou moléculaires impliqués dans certaines neuropathologies et la mémoire.

Réponses des Plantes à l'Environnement

L'enseignement de cette s'articulera autour des 3 points suivant :

- Réponses à des stress biotiques : interactions bénéfiques (symbioses, mycorhizes)
- Réponses à des stress biotiques : interactions avec des agents pathogènes (nature des agents pathogènes de plantes, mode d'invasion, notion de résistance de la plante, moyens de lutte)
- Réponses à des stress abiotiques ou contraintes physiques : lumière, température, déficit en eau et en oxygène, polluants, vent. Notion d'acclimatation et d'adaptation.

LIFE & EARTH

- **SEMESTER 6 (Spring)**

- Développement des plantes
- Ecologie
- Géodynamique externe
- Orogènes et Bassins
- Ecosystème Mare
- Ecologie évolutive et dynamique de la biodiversité
- Biogéochimie des systèmes aquatiques
- Réponse des plantes à l'environnement

COURSE DESCRIPTION

Développement des plantes

Cours :

- Régulation du développement de l'appareil végétatif (6h)
- Développement de la fleur (6h)
- Auto-incompatibilité et stérilité male (4h)
- Développement de la graine (6h)
- Développement des fruits (4h)

3 TP :

- Gibbérellines et germination (3h + 4h)
- Développement de la fleur et pollinisation (3h)
- Diversité et développement des fruits (4h)

Ecologie

Cours

1) «L'organisme dans son milieu : Interactions organismes – environnement abiotique ». Interactions des communautés avec le climat et le sol. Interactions des individus avec le climat. Interaction des individus avec le sol.

2) « Interactions entre organismes, écologie des peuplements et des communautés, la notion d'écosystème »

Introduction à l'écologie des peuplements et des communautés, typologie des interactions entre organismes et entre espèces. Illustrations : compétitions intra- et inter-spécifique, prédation. Rôle de ces interactions dans la structuration des populations et des communautés. Introduction aux processus écosystémiques : flux de matière et d'énergie. Rôle fondamental du compartiment des décomposeurs et des détritivores. Notion de cycles des nutriments, de cycles biogéochimiques. Le concept d'écosystème.

TP:

TP d'expérimentation avec 2 ateliers :

- a) compétition intra-spécifique et inter-spécifique chez les plantes
- b) croissance et dynamique des populations : application avec micro-organismes d'eau douce soumis à différentes disponibilités d'éléments nutritifs

TP biologie florale et reproduction chez les Angiospermes
Sortie de terrain : floristique, systématique et biodiversité

Géodynamique externe

L'UE est séparée en 4 parties pour les cours:

- Les acteurs du climat terrestre.
- Les variations du climat aux différentes échelles de temps.
- Altération et érosion.
- La géomorphologie (étude des paysages)

Les TD sont des cas appliqués issus des cours.

Les TP présentent la diversité des roches sédimentaires ainsi que leurs milieux de formations (et éventuelles utilisations industrielles).

Orogènes et Bassins

Contexte géodynamique des grandes régions géologiques de la France en se basant sur l'analyse de la carte géologique au millionième.

Orogènes : Principales chaînes de montagnes (anciennes et récentes) dans le cadre de la mobilité des plaques lithosphériques.

Bassins : Dynamique des bassins sédimentaires en rapport avec les facteurs tectoniques et climatiques qui les contrôlent. Principaux bassins mésozoïques et cénozoïques français dans leur contexte tectono-sédimentaire.

Ecosystème Mare

Cette UE se base sur les observations effectuées sur le terrain : il s'agira dans un premier temps d'étudier concrètement un plan d'eau et de faire une analyse détaillée des composantes essentielles du milieu : composition chimique de l'eau, plancton, macrophytes, macro-invertébrés.

Cours : Présentation d'un écosystème aquatique

Partie terrain : Observation d'un plan d'eau en région parisienne : présentation, prélèvements, répartition des communautés (zonation), prélèvements

TP-TD/Cours en salle : Analyse des échantillons prélevés (eau, plancton, macroflore, macrofaune). Phase de tri, d'observation (adaptations), d'identification et mesures chimiques

Synthèse : Les données issues des analyses précédentes seront replacées dans le contexte global de l'écosystème aquatique au cours d'une séance collective de travail.

Restitution par les étudiants sous forme d'un rapport synthétique et d'un exposé oral.

Ecologie évolutive et dynamique de la biodiversité

La première partie présente des notions fondamentales en écologie et évolution, avec une explication des mécanismes, déterministes ou aléatoires, qui régissent la (sur-)vie des populations et l'évolution de leurs traits.

La deuxième partie présente des éléments de réponse à quelques grandes questions biologiques telles que l'évolution des comportements altruistes, l'évolution du sexe, l'origine des différences entre mâles et femelles, ainsi qu'une explication de dérives idéologiques (eugénisme) de données et théories biologiques.

La troisième partie présentera des chiffres concernant les variations de biodiversité dans l'espace et dans le temps ainsi que des idées sur les enjeux associés à ces variations. Les nombreux concepts présentés dans le cours sont abondamment illustrés par des exemples. Les travaux dirigés/pratiques visent à mieux comprendre, par des exercices ou des simulations sur ordinateur, les mécanismes écologiques et évolutifs qui interviennent dans les populations naturelles.

Biogéochimie des systèmes aquatiques

Ce cours détaille le traitement quantitatif des processus chimiques dans les systèmes aquatiques comme les lacs, océans, rivières, estuaires, eaux souterraines, et des eaux usées. Il comprend une brève revue de la thermodynamique chimique qui est suivie d'une discussion d'acide-base, précipitation-dissolution, la coordination, et la réduction-oxydation des réactions. L'accent est mis sur les calculs d'équilibre comme un outil pour la compréhension des variables qui régissent la composition chimique des systèmes aquatiques et le devenir des polluants inorganiques. Pour ce faire, les thèmes suivants seront abordés : réactions acide-base, complexation, réactions de dissolution et de précipitation, les surfaces minérales et leur interaction avec les solutions, processus rédox et cinétique chimique, métrologie des milieux aquatiques.

Le cours sera complété par 6 séances de TD consistant à étudier des systèmes particuliers permettant aux étudiants d'appréhender la complexité d'un système naturel mais aussi son application pratique. Une initiation à l'utilisation de code de calcul géochimie sur ordinateur sera effectuée.

Au cours de TP sur le terrain et en laboratoire, les étudiants appréhenderont l'ensemble des problèmes rencontrés au cours de mesures de divers paramètres physicochimiques et chimiques en milieu naturel.

Réponse des plantes à l'environnement

Thèmes abordés :

- Réponses à des stress biotiques : interactions bénéfiques (symbioses, mycorhizes)
- Réponses à des stress biotiques : interactions avec des agents pathogènes (nature des agents pathogènes de plantes, mode d'invasion, notion de résistance de la plante, moyens de lutte)
- Réponses à des stress abiotiques ou contraintes physiques : température, déficit en eau (objet du TP) et en oxygène, polluants, vent.

Notion d'acclimatation et d'adaptation.