

Cell Biology

- The programme consists of a comprehensive theoretical study of 4 fundamental aspects of cellular functioning and regulation (32h CM):
 - **Membranes** (common with “Communication”): lipids and the lipid bilayer, membrane fluidity, transmembrane glycoproteins and transport of small solutes (ions, sugar) across membranes in polarized epithelial cells
 - **Biosynthesis of glycoprotein and lipids:** Glycoprotein and lipid biosynthesis in the endoplasmic reticulum and the Golgi apparatus
 - **Intracellular traffic:** Sorting of lipids and proteins; intracellular traffic of membrane-bound carriers and its regulation; the role of the cytoskeleton and motor proteins
 - **Cellular Signalling:** Membrane receptors and their ligands; protein hardware: small and trimeric G-proteins, kinases, phosphatases, adaptor proteins, structure/function relationship;
 - second messengers: cAMP and cGMP, lipid derived second messengers, Ca²⁺ and Ca²⁺-binding proteins. **Various Applications of Cellular Signalling in physiological and tissular contexts are studied by groups of 6 students and presented orally in English**

Transcription de l'information génétique

- La transcription de l'information génétique chez les procaryotes
- L'ARN polymérase bactérienne.
- L'initiation, l'élongation, la terminaison et l'antiterminaison de la transcription.
- Le contrôle de l'expression des gènes : les opérons lactose, tryptophane et L'atténuation. Les stratégies de régulation de l'expression des gènes chez le phage lambda.
 - La transcription de l'information génétique chez les eucaryotes.
- Chromosome, chromatine et nucléosomes.
- Les ARN polymérases eucaryotiques.
- Les éléments promoteurs et de contrôle des gènes.
- Les facteurs généraux de la transcription.
- Les activateurs et les répresseurs de la transcription.
- Le code des histones. Le remodelage de la chromatine. Acétylation de la chromatine et activation des gènes.
- Méthylation de l'ADN et répression de l'expression des gènes.

Translation of Genetic Information

- **Components of the translation machinery**
- **Genetic code:** Wobble hypothesis and degeneration of the code
- **Activation of aminoacids**

- **Mechanism of translation in prokaryotes and eukaryotes**

Microbiology lectures and practicals

- Basic methods in microbiology
- Enrichment of airborne germs
- Direct isolation of aerobic endospores (*Bacillus megaterium*), methods to determine the Gram behavior
- Enrichment and isolation of saccharolytic *Clostridia*
- Production and analysis of antibiotics
- Cell biology of budding and fission yeasts
- Bacterial motility, chemotaxis
- Direct isolation of *Streptococcus salivarius*, catalase-test
- Microbial reduction of hydrocarbons; cleaning up of environmental oil spills
- Methylation & restriction
- Biotransformation (biotechnologic production of aspartate)

Biologie Structurale

- Repliement et structure des protéines
- Structure des acides nucléiques

Traitement de données

- Nature de l'information numérique
- Sécurité des données informatiques
- Composants d'un système informatique
- Réseaux et communication
- Introduction à la programmation sous PYTHON

Bioinformatique

- Banques de données biologiques
- Présentation des principales banques de séquences et banques apparentées / Systèmes d'interrogation textuelle
- Comparaison de 2 séquences
- Similarité et homologie / Systèmes de score / Matrice de points / Alignements optimaux de 2 séquences / Recherches de similarité
- Alignement multiple
- Principales méthodes et programmes couramment utilisés / Qualité d'un alignement / Utilisations de l'alignement multiple / Recherche de séquences par motifs et profils
- Phylogénie moléculaire
- Généralités et terminologie / Méthodes de construction d'arbres et programmes / Estimation de la robustesse d'un arbre / Limites de la phylogénie moléculaire

Chimie générale

- Chimie générale : propriétés atomiques et moléculaires, hybridations, VSEPR, acides, bases, oxydo-réductions organiques, nucléophilie, électrophilie. Dipôles et interactions non covalentes, profil énergétique des réactions, postulat de Hammond, principe de Curtin-Hammet.
- Stéréochimie : détermination de configurations relatives et absolues, énantiométrie, diastéréoisomérisation, composé méso, prochiralité, notion de stéréosélectivité, analyse conformationnelle.
- Chimie organique descriptive : étude des principales fonctions organiques, de leur formation et de leur réactivité : fonction carbonyle, fonction acide, fonction ester, alcène, alcyne, amineimine, alcool. Réactivité organo-métallique de base (lithiens, Grignards, cuprates). Chimie- et régiosélectivité. Chimie hétérocyclique aromatique.
- Chimie bioorganique de base : sucres, lipides, acides aminés/peptides, nucléotides/nucléosides.

Enzymologie

- Introduction et propriétés générales des enzymes
- Historique de l'utilisation des enzymes / Notion de biocatalyseur / Propriétés communes /
- Classification des enzymes.
- Cinétique enzymatique
- Démonstration des équations de Michaelis et Menten et Briggs et Haldane / Représentations graphiques.
- Inhibition enzymatique
- Différents types d'inhibiteurs / Exemples en Biotechnologie.
- Mécanismes enzymatiques
- Catalyse enzymatique vs. catalyse chimique / Trois exemples de mécanismes
- Ingénierie des protéines – Enzymologie Industrielle
- Méthodes pour la modification des enzymes / Modifications recherchées / Cas des phytases

Thermodynamique

- Lois fondamentales de la thermodynamique
- Thermodynamique et équilibres chimiques
- Applications biochimiques de la thermodynamique

Mathématique pour la modélisation de systèmes biologiques

- mathématiques et sciences du vivant : introduction à la modélisation,
- un modèle pour comprendre le système étudié, formuler des hypothèses, prévoir, anticiper et communiquer,
- connaître les éléments de base de la géométrie dans l'espace (vecteurs, bases, produits

- scalaire et vectoriel, coordonnées cartésiennes, sphériques, cylindriques) en Math et en Info (Python),
- savoir utiliser les dérivées et développements limités en modélisations de systèmes
- savoir déterminer une propagation d'incertitude,
- savoir réaliser des études de fonctions appliquées à des systèmes biologiques (écologie, génomique, épidémiologie)
- savoir utiliser l'informatique (Python) pour représenter des données en 2D ou 3D.

Hygiène et Sécurité

- Connaître les bonnes pratiques de laboratoire,
- Hygiène et sécurité dans un laboratoire de biologie
- Gestion des déchets
- Cahier de laboratoire.

Gestion de projet

- Anticiper un projet en amont : l'étude d'opportunité, la faisabilité, les enjeux, le cahier des charges
- Les principaux acteurs et leur rôle : le commanditaire, le chef de projet, l'équipe projet, les contributeurs, les utilisateurs finaux
- L'analyse stratégique des parties prenantes
- Le lancement du projet : organigramme des tâches, matrice des responsabilités, diagramme Pert et diagramme de Gantt
- Le management de l'équipe projet : les réunions, l'écoute active, la délégation, la mobilisation
- Le pilotage du projet : le triangle d'or, le tableau de bord, le reporting, l'analyse de rendement, la communication
- La clôture du projet

Communication

- Reprendre les notions de bases de la communication avec supports visuel et oral
- Exemples et contre-exemples.

Projet Professionnel

- Le monde des biotechnologies
- Panorama des domaines d'application
- Description des carrières
- Expériences de professionnels du secteur, y compris d'anciens étudiants ESBS
- Rédaction de CV

Biotechnologie Moléculaire

- Replication de l'ADN
- Mécanismes moléculaires et structures
- Machineries répliquatives
- Replication et division cellulaire
- Réparation de l'ADN
- Régulation du maintien de l'intégrité du génome
- Importance en biotechnologie

Plant Physiology

- Evolution of plant systems
- Components of a plant cell; plant cell wall
- Functional parts of a plant: roots, shoots, leaves
- Plant reproduction and seed development
- Photosynthesis and respiration
- Lipid metabolism; secondary metabolites (alkaloids, flavonoids, isoprenoids)
- Growth and development of plants: regulation by light and by phytohormones
- Applied use of plant systems – basics for plant biotechnology

Spectroscopie et Hydrodynamique

- Introduction sur les interactions rayonnement-matière
- Applications des spectroscopies moléculaires en biologie (absorption, fluorescence, ...)
- Principes et applications de la spectrométrie de masse
- Phénomènes de transport

Electronique

- Le cours développera 5 thèmes.
- D'abord nous verrons quelques rappels généraux sur l'électricité, puis l'étude d'un appareil permettant de connaître quelques composants de base de l'appareillage électrique ou électronique.
- L'étude de l'amplificateur opérationnel nous familiarisera avec l'électronique analogique... et ses calculs, pour aborder la technologie électronique numérique qui a un développement fulgurant actuellement.
- En conclusion, nous étudierons quelques exemples de capteurs utilisés pour la mesure de grandeurs physiques diverses.

Allostérie

- Principe généraux / Lien avec le métabolisme / Allostérie et Coopérativité.
- Monod, Wyman et Changeux / Koshland, Néméthý et Filmer / Modèle généralisé
- Hémoglobine: Rôle / Structure / Fonction / Anomalies
- Enzymes du métabolisme glucidique: Métabolisme des sucres / Trois exemples d'enzymes allostériques / Régulation
- Enzymes des voies ramifiées: Description des principes généraux / Exemple dans le métabolisme des acides aminés

Mathématique et Informatique pour la modélisation de systèmes biologiques

- modèle à compartiments : savoir le mettre en oeuvre, écrire le système d'équations qui en découle,
- calcul d'intégrales et de primitives,
- équations différentielles couplées d'ordre 1 : mise en équation et résolution
- équations différentielles couplées d'ordre 2 : mise en équation et résolution
- connaissance de base de méthodes d'analyse numérique appliquées aux fonctions et aux équations différentielles
- savoir utiliser l'outil informatique (Python) pour résoudre des systèmes d'équations différentielles couplées

TP génie génétique

- Travaux pratiques :
 - Techniques de clonage (restriction, PCR, TA cloning, fusion, overlap extension PCR)
 - Extraction d'ADN génomique, Southern blot, système de marquage à le digoxigenin
 - RNA interférence : extraction d'ARN, RT-PCR en temps réel
- Conférences : Présentation des métiers d'ingénieurs en biotechnologie par des anciens élèves ingénieurs de l'ESBS travaillant dans 3 secteurs différents :
 - Dominique Desplancq : recherche publique - ESBS
 - Alexandra Schlachter : directrice du service assurance qualité - IPSEN
 - Géraldine Guerin-Peyrou : responsable du support technique – POLYPLUS

TP Biochimie

- Introduction à la purification de différents composants (protéines et acides aminés) par l'utilisation de techniques de chromatographie
- Techniques utilisées : chromatographie d'affinité, échangeuse d'ions, gel filtration et chromatographie sur couche mince.
- Analyses des composants purifiés par gel SDS-PAGE et coloration au bleu de Coomassie et à l'Argent.
- Réalisation des expériences selon le protocole fourni et les informations glanées dans les fiches techniques (sous supervision d'un enseignant).

TP / TD Enzymologie

- TD : Présentation générale et objectifs
- TD : Les enzymes immobilisées
- TP : Manipulations sur le thème de la bêta-galactosidase
- Caractérisation des propriétés cinétiques
- Immobilisation à petites échelles
- Immobilisation d'une grande quantité / Hydrolyse du lactose du lait
- TD : débriefing et discussion

Instrumentation et de Biophysique

- Règles des bonnes pratiques du laboratoire, hygiène et sécurité
- Principe de fonctionnement et utilisation pratique des petits instruments de laboratoire
- Principes physiques des méthodes d'analyse des biomolécules : phénomènes de transport et spectroscopies (absorption, fluorescence, ...)
- Mesures physiques : capteurs, estimation de l'incertitude, automatismes, gestion des données numériques

Bioéthique

- A partir de sujets d'actualités, de documents législatifs encadrant les biotechnologies, des documents de charte d'éthique de l'ingénieur et de sujets proposés par les étudiants, le cours développera une réflexion sur l'éthique professionnelle, et l'impact des biotechnologies sur la société.