

1SC2210 - Sciences du vivant

Responsables : **Filipa LOPES**

Département de rattachement : **DÉPARTEMENT MÉCANIQUE ENERGÉTIQUE PROCÉDÉS**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **40**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **19**

Année académique : **2024-2025**

Niveau avancé : **non**

Présentation, objectifs généraux du cours :

Les principes généraux qui définissent le vivant, présenté comme système complexe seront abordés via une approche multi échelle de la cellule à la population : macromolécule, organite intracellulaire, cellule, population de cellules (ex, tissu cellulaire, microorganismes en suspension et immobilisées). L'objectif général de cet enseignement est d'introduire les concepts de base du vivant nécessaires pour mieux le comprendre et enfin pouvoir l'exploiter dans un objectif donné : 1) le réparer (défi santé), 2) épurer un écosystème (défi environnemental) et 3) produire des molécules d'intérêt (défi industriel).

Les principes seront abordés par une approche multidisciplinaire aux interfaces de la biologie, de la biochimie, des bioprocédés, de la mécanique et des mathématiques afin d'obtenir une vision globale et intégrée du vivant.

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

ST2

Prérequis :

aucun

Plan détaillé du cours (contenu) :

- **Partie 1 : La cellule :**

- o Les briques du vivant

- o Cellule procaryote/eucaryote

- o Organites cellulaires

- o Le fonctionnement général de la cellule : du gène à la protéine

- o Métabolisme cellulaire (anabolisme et catabolisme)

- o Approche computationnelle du vivant.

- **Partie 2 : Population de cellules :**

- o Microorganismes en suspension et immobilisées (biofilm). Applications en bioprocédés (production de molécules d'intérêts et applications environnementales).

o Tissu osseux.

Partie 1 : La cellule

Comprendre le vivant est essentiel pour l'ingénieur de demain. Qu'il s'agisse de le manipuler pour produire de façon industrielle des médicaments ou des carburants, ou qu'il s'agisse de guérir des pathologies. La biologie moderne fait appel à toutes les techniques de l'ingénieur (mathématiques, physique de tout type, chimie, thermodynamique, informatique, etc.). Elle est par essence multidisciplinaire. Ce cours est une introduction au vivant. Le vivant tel que nous le définissons n'est qu'un ensemble de réactions chimiques assistées par des enzymes et de l'énergie. Les molécules utilisées dans les cellules viennent de l'océan primitif. Nous verrons comment elles ont été utilisées pour donner les cellules que nous connaissons maintenant, notamment les acides aminés, les sucres, les lipides, jusqu'à l'ADN. Nous verrons qu'il existe différents types de cellules, dont certaines sont déjà utilisées à l'échelle industrielle.

Le cœur du cours sera focalisé sur la façon dont les cellules assurent la fabrication des molécules dont elles ont besoin, en utilisant le codage génétique. Le code génétique peut être manipulé pour utiliser le vivant à des fins spécifiques.

Pour faire tout fonctionner, il faut de l'énergie. Une attention particulière sera portée sur la mitochondrie, véritable usine fournissant l'énergie à de nombreuses cellules.

Enfin, nous découvrirons comment les approches computationnelles sont utilisées pour mieux comprendre et contrôler le vivant.

Partie 2 : Population de cellules

Les microorganismes, tels que des bactéries, des levures et des microalgues sont très utilisés en industrie, en particulier dans les secteurs de l'agroalimentaire, pharmaceutique, cosmétique, traitement de déchets et la production d'énergie. Ils peuvent se trouver en suspension ou immobilisés, agrégés sous forme de floccs ou sur un support (biofilm). Les biofilms constituent le mode de vie microbien par excellence et sont ubiquitaires. Ils se développent en milieu naturel, industriel et hospitalier et sont responsables de l'encrassement des échangeurs de chaleur, des tours de refroidissement et des cathéters. Ils sont également utilisés pour la production de molécules d'intérêt et le traitement des eaux usées.

Dans ce cours, nous aborderons ces deux modes de vie microbienne et les applications associés en industrie et environnement.

Ce cours constitue également une introduction aux bioprocédés. Les principes de base (les différentes étapes de la production en bioréacteur jusqu'à la récupération des produits d'intérêt, les différents modes de conduite des bioréacteurs) seront illustrés avec des exemples et applications industrielles concrets. La modélisation du bioprocédé sera également abordée.

L'os : un tissu biologique en évolution - Le squelette humain est composé de différents types d'os. Ceux-ci sont constitués de deux tissus majoritaires : l'os trabéculaire et l'os cortical qui sont en évolution permanente. En effet sous l'effet de l'environnement mécanique, l'os adapte sa densité et son architecture. Dans ce cours, nous aborderons la microstructure de l'os, son lien avec l'environnement mécanique et le processus de remodelage osseux initié à l'échelle de la cellule. Ensuite nous verrons comment étudier le lien mécanique - biologie peut aider à envisager des thérapies de régénération innovantes.

Déroulement, organisation du cours :

Cours (70%) et TD (30%)

9 cours de 1h30 chacun et 3 TD de 1h30 chacun

Organisation de l'évaluation :

Contrôle continu (sous forme de QCM) (30% de la note finale) et contrôle final écrit (70% de la note finale).

Moyens :

- Equipe enseignante : C. BERNARD, C. PUENTES, E. VENNAT, T. BOUCHEZ et F. LOPES.

- Taille des TD : 30.

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

1. Définir les différentes briques du vivant : acides aminés, sucres, bases et leur mode d'assemblage
2. Décrire le mode de codage des protéines : le code génétique, l'ADN, l'ARN et la transcription et le mode de fabrication des protéines : la translation
3. Expliquer les bases des réactions enzymatiques et des processus énergétiques dans la cellule
4. Lister et expliquer les différentes étapes du bioprocédé
5. Estimer le taux de croissance d'une population microbienne et discuter les facteurs l'impactant
6. Définir les biofilms et lister les impacts associés
7. Ecrire les bilans de matière au sein du bioréacteur

Description des compétences acquises à l'issue du cours

:

C1 - Analyse, design and implement complex systems made up of scientific, technological, social and economic dimensions

Bibliographie :

- Copies des présentations des différents intervenants.
- Ouvrages :
 - Madigan, M. (2007). Brock Biologie des microorganismes ;
 - Meyer, A., Deiana, J., & Bernard, A. (2004). Cours de microbiologie avec problèmes et exercices corrigés-2e édition ;
 - Doran, P. M. (1995). Bioprocess engineering principles. Academic press;
 - Marsily, G., Hydrogéologie quantitative Ed. Masson Paris (1981);
 - Marsily, G., Quantitative Hydrogeology. Groundwater Hydrology for Engineers Ed. Academic Press, New-York (1986);
 - Bear J., Dynamics of Fluids in Porous Media, Elsevier Publishing Company, Inc., New York, 1972.