

---

# PROGRAMME INGÉNIEUR

2025-2026

2e année / 3e année

---

Option Disciplinaire

**Sciences du numérique pour les  
sciences de la vie et de la santé**

OD BIOSTIC

---

RESPONSABLE DU PROGRAMME

Sophie LIMOU



INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

# 1er Semestre

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 73	12	Tronc commun	BIOCEL BIOMOL SIMCHI STAPRE	Biologie cellulaire Biologie moléculaire et génétique Simulation chirurgicale Statistiques et apprentissage
UE 74	13	Tronc commun	IMMUNO MOQUAN PHYSIO PIAF PROENC1	Immunologie Modélisation probabiliste et analyse quantitative des réseaux biologiques Physiologie Programmation et Infrastructure pour l'Analyse de données biologiques et la création de Figures Projet encadré 1

# 2e Semestre

---

Unité d'Enseignement	Crédits ECTS	Parcours	Acronyme	Libellé
UE 83	14	Tronc commun	BIOGEN CONFER MODIAN PROENC2 SYSBAD	BioInformatique et génomique Conférences Modélisation discrète et analyse qualitative des réseaux biologiques Projet encadré 2 Systèmes et bases de données

# INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

## Biologie cellulaire [BIOCEL]

Responsable(s) du cours : Aurélien SERANDOUR

### Pré-requis

Pas de pré-requis

### Objectifs

Comprendre les mécanismes fondamentaux à l'œuvre dans une cellule eucaryote

### Plan de l'enseignement

Adhésion cellulaire et matrice extracellulaire  
Apoptose  
Cancer  
Cycle cellulaire  
Cytosquelette  
Dégradation des biomolécules  
Expression génétique  
Membrane plasmique et transport membranaire  
Routage des protéines  
Signalisation cellulaire

### Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Cell Biology 3rd Edition, Thomas D. Pollard, Elsevier

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
    - Intermédiaire

### Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

### Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être / Vie aquatique / Vie terrestre

### Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ces enseignements s'inscrivent dans une démarche de développement durable et de responsabilité sociétale, en abordant les enjeux éthiques, sanitaires et sociétaux liés à la biologie cellulaire, à la recherche biomédicale et au cancer.

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	20 hrs	6 hrs	4 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

## Biologie moléculaire et génétique [BIOMOL]

Responsable(s) du cours : Aurélien SERANDOUR / Sophie LIMOU

### Pré-requis

BIOCEL

### Objectifs

Introduction aux grands concepts de biologie moléculaire  
Présentation des challenges et opportunités récentes dans le domaine des biotechnologies

### Plan de l'enseignement

L'introduction à la biologie moléculaire couvre la gamétogénèse et les bases de la reproduction sexuée, les bases de l'hérédité et de la diversité génétique, le développement embryonnaire et la différenciation cellulaire  
Analyses génétiques en recherche biomédicale et en clinique : analyses de liaison, séquençage nouvelle génération, et analyses d'association génome-entier  
Avancées biotechnologiques en génomique et génomique fonctionnelle : régulation de l'expression génique, édition génique, et technologies cellule unique  
Les TD/TP incluent : exploration des bases de données bioinformatiques génomiques, manipulations statistiques sous R, et lecture critique d'articles scientifiques

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
  - C1C2 : Oser
    - Intermédiaire

### Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

### Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être / Vie aquatique / Vie terrestre

### Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Le programme intègre les enjeux éthiques, sociétaux et environnementaux associés aux technologies de génomique et de biologie moléculaire, notamment en recherche biomédicale et en clinique.

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.2)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.8)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	25 hrs	5 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

## Simulation chirurgicale [SIMCHI]

Responsable(s) du cours : Domenico BORZACCHIELLO

### Objectifs

La simulation chirurgicale est une nouvelle discipline issue de l'imagerie médicale, de la robotique et de modélisation. Dans ce cadre, la simulation numérique revêt un rôle essentiel pour la création de modèles fidèles et spécifiques aux patients. SimChi constitue une introduction aux principes fondamentaux de la modélisation en biophysique appliquée à la simulation chirurgicale. Le cours vise à mettre l'étudiant en contact avec les différents aspects de la modélisation 3D basée sur image médicale comme l'anatomie numérique et la modélisation paramétrique.

### Plan de l'enseignement

- Introduction à la simulation chirurgicale
- Génération de maillage à partir d'imagerie médicale
- Mécanique de l'os
- La méthode des éléments finis pour la biomécanique
- Notions d'anatomie computationnelle

### Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Slides du cours  
Selection d'articles fournie par l'enseignant  
Notebooks en Jupyter-Python et R

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
  - C1C1 : Faire émerger
    - Intermédiaire

### Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

### Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être / Industrie, innovation et infrastructures / Partenariats pour la réalisation des objectifs

### Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Le cours de chirurgie computationnelle soutient le développement durable et la responsabilité sociétale en formant à des approches patient-spécifiques basées sur l'imagerie, la modélisation 3D, la robotique et la simulation pour mieux planifier et sécuriser les gestes chirurgicaux. Les modèles biophysiques et les méthodes numériques permettent de tester des scénarios et d'anticiper les risques, ce qui peut réduire les complications, les reprises opératoires et les durées d'hospitalisation. La simulation favorise aussi l'entraînement sans recours systématique à des ressources cliniques, tout en renforçant la qualité et la sécurité des soins. Enfin, l'usage de données d'imagerie et de modèles paramétriques sensibilise aux enjeux d'éthique, de confidentialité et de fiabilité des outils, indispensables à une innovation responsable en santé.

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	22 hrs	8 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 73 / 93

## Statistiques et apprentissage [STAPRE]

Responsable(s) du cours : Mathieu RIBATET

### Objectifs

Introduction aux principes de l'intelligence artificielle et du Machine Learning et approfondissement en statistique

### Plan de l'enseignement

Machine learning:

- + Introduction à la statistique
- + Classification
- + Analyse en composante principale
- + Regression Logistique

Analyse de survie :

- + Cadre théorique et définition
- + Estimation non paramétrique
- + Comparaison de survie
- + Modèle de Cox à risques proportionnels

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - C2C1 : Représenter et modéliser
    - Intermédiaire
    - Compétent

### Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

### Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	25 hrs	5 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

## Immunologie [IMMUNO]

*Responsable(s) du cours : Aurélien SERANDOUR / Sophie LIMOU*

### Objectifs

L'objectif de l'enseignement en immunologie sera de donner aux étudiants une formation de base en biologie portant sur les principaux composants cellulaires et moléculaires de la réponse immunitaire (innée et acquise), la mise en œuvre de cette réponse dans la lutte contre les agents infectieux et son exploitation à des fins vaccinales ou thérapeutiques.

Au terme de l'enseignement d'Immunologie, l'étudiant :

- 1-Positionnera les principaux acteurs cellulaires et moléculaires du système immunitaire au cours d'une réponse immunitaire innée et adaptative.
- 2-Définira et mémorisera la structure et la fonction des différents organes lymphoïdes.
- 3-Associera à chaque acteur sa principale fonction.
- 4-Discutera les bases des principaux succès et des échecs de l'Immunologie (vaccination, SIDA).
- 5-Expliquera les bases des principales techniques d'analyse utilisant des anticorps (cytométrie en flux, ELISA notamment).

### Plan de l'enseignement

Vue d'ensemble du système immunitaire  
Immunité Innée  
Immunité adaptative  
Complexe majeur d'histocompatibilité  
Organes lymphoïdes primaires et secondaires  
Activation des lymphocytes T  
Répertoire des lymphocytes B  
Transplantation  
Déficits immunitaires acquis (SIDA)  
Maladies auto-immunes  
Réponse immunitaire anti tumorale  
Vaccination

Programme des travaux pratiques (1 journée) :

Réalisation et observation d'un frottis sanguin, application au diagnostic d'hémopathies chez l'homme.  
Analyse du phénotype des lymphocytes circulant dans le sang humain en cytométrie de flux multiparamétrique.

## Compétences auxquelles forme cet enseignement

---

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - C2C2 : Résoudre et arbitrer
    - Intermédiaire
  - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
    - Intermédiaire

## Compétences observées via cet enseignement

---

Aucune compétence observée

## Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

---

Bonne santé et bien-être / Inégalités réduites / Vie aquatique / Vie terrestre

## Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

---

Cet enseignement met en évidence le rôle central de l'immunologie dans la prévention des maladies, le développement de vaccins et de thérapies innovantes, contribuant directement à l'amélioration durable de la santé humaine et à la réduction de la charge sanitaire mondiale. Il sensibilise également aux enjeux éthiques, sociétaux et économiques liés à l'usage des biotechnologies, au diagnostic, à la vaccination et à l'accès équitable aux soins.

## Évaluation

---

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	18 hrs	8 hrs	4 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

## Modélisation probabiliste et analyse quantitative des réseaux biologiques [MOQUAN]

Responsable(s) du cours : Sophie LIMOU

### Objectifs

Introduction à la modélisation des systèmes biologiques

### Plan de l'enseignement

Introduction à la modélisation des systèmes biologiques / Grandes lois et modélisations à base d'équations différentielles / Approximation de la dynamique à base de modèles probabilistes (PBN et DBN) et analyse asymptotique de modèles : application aux modèles de régulation / Approximation de la dynamique à l'équilibre quasi-stationnaire et analyse à base de contraintes: application aux modèles métaboliques.

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - C2C2 : Résoudre et arbitrer
  - Intermédiaire

### Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

### Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être / Inégalités réduites

### Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours a pour objectif de modéliser les systèmes biologiques complexes pour améliorer notre compréhension des mécanismes biologiques et cliniques.

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	21 hrs	9 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

## Physiologie [PHYSIO]

*Responsable(s) du cours : Aurélien SERANDOUR / Sophie LIMOU*

### Pré-requis

BIOCEL

### Objectifs

Ce cours d'ouverture sur la médecine est destiné à introduire les notions essentielles de la physiologie humaine.

### Plan de l'enseignement

Physiologie générale, physiologie du muscle, de l'os et endocrinologie

Physiologie rénale et pulmonaire

Physiologie cardiovasculaire

Fonctionnement cérébral et principales maladies neurologiques. Causes, mécanisme sous-jacents, méthodes diagnostiques, traitements et perspectives

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
  - C1C2 : Oser
    - Intermédiaire

### Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

### Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être / Inégalités réduites / Vie aquatique / Vie terrestre

### Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Cet enseignement s'inscrit dans le développement durable et la responsabilité sociétale en formant à la compréhension des grandes fonctions physiologiques et des maladies chroniques majeures, au cœur des enjeux de santé publique.

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.3)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.7)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	24 hrs	6 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

## INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

# Programmation et Infrastructure pour l'Analyse de données biologiques et la création de Figures [PIAF]

Responsable(s) du cours : Lucas LESTANDI

## Objectifs

Vous donner les armes pour exploiter des données de grandes taille et d'origine variées telles que celles rencontrées dans les sciences du vivant.

A la fin de ce cours, vous devrez savoir :

- Mettre en place un environnement de travail reproductible et adapté à vos objectifs (Python ou R)
- Écrire des programmes efficaces utilisant les bibliothèques modernes notamment pour l'analyse de données biologiques
- Manipuler, analyser et visualiser des données avec les outils
- Produire des figures de qualité publication respectant les standards
- Structurer et documenter votre code pour assurer sa lisibilité, maintenance et reproductibilité
- Collaborer efficacement en utilisant les outils de contrôle de version

## Plan de l'enseignement

1 Python scientifique : environnement, code et analyse (L. Lestandi - Responsable)

Bien travailler avec python (4h CM/TD)

- choisir un environnement de travail: IDE, notebooks jupyter, environnement python (conda,...)
- philosophie et syntaxe de base de python
- les bases de l'interpréteur python
- bonnes pratiques en programmation python (PEP8,...)

Structuration et types de données (4h CM/TD, 4h TP)

- Variables, références et gestion de la mémoire
- Types de données et structures
- Programmation orientée objet (OOP) : les classes
- Écrire du code robuste : architecture, introspection, exceptions, etc.
- les décorateurs

Programmer avec des modules (4h CM/TD, 4h TP)

- la base des modules
- les bibliothèques externes : avec pip ou conda
- Les bibliothèques scientifiques de base: numpy, scipy, matplotlib
- créer ses propres modules

2 Infrastructure de développement : Git, versioning et tests (M. Servières)

3 Introduction à R pour les sciences du vivant (S. Limou)

## Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - C2C1 : Représenter et modéliser
    - Intermédiaire
  - C2C2 : Résoudre et arbitrer
    - Intermédiaire

## Compétences observées via cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - Intermédiaire

## Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Industrie, innovation et infrastructures

## Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours s'inscrit dans les objectifs d'« Industrie, innovation et infrastructure » en formant les étudiants à concevoir des chaînes d'analyse de données biologiques robustes, reproductibles et évolutives. Il met l'accent sur la structuration du code, l'automatisation des analyses et la qualité des infrastructures logicielles utilisées en recherche et en industrie. Les outils présentés (Python, R, gestion de versions, tests) soutiennent l'innovation scientifique, la fiabilité des résultats et la pérennité des productions numériques, notamment pour la visualisation et la publication de données.

## Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.3)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.7)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	14 hrs	0 hrs	16 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 1er Semestre - UE 74 / 94

## Projet encadré 1 [PROENC1]

Responsable(s) du cours : Aurélien SERANDOUR / Sophie LIMOU

### Objectifs

Projet de recherche de septembre à mars dans un laboratoire nantais

### Plan de l'enseignement

Encadrement effectué par des chercheurs et enseignants-chercheurs nantais sur leur thématique de recherche à l'interface mathématique/informatique/physique/biologie

- . Rapports intermédiaires de suivi tout au long de l'année
- . Soutenance intermédiaire (décembre)
- . Mémoire final (mars)
- . Soutenance finale (mars)

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
  - C1C1 : Faire émerger
    - Intermédiaire
- C3 : Conduire des programmes complexes ou de changement de façon responsable
  - C3C1 : Concevoir un projet, un programme
    - Intermédiaire
  - C3C2 : Piloter, conduire
    - Intermédiaire
- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - C2C2 : Résoudre et arbitrer
    - Intermédiaire
  - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
    - Intermédiaire

### Compétences observées via cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
  - Intermédiaire
- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - Intermédiaire

### Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être / Inégalités réduites / Partenariats pour la réalisation des objectifs

### Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce module a pour objectif de mettre en pratique les connaissances théoriques vues en cours (statistiques/data science, modélisation, biologie, bioinformatique) dans le cadre d'un projet de recherche hébergé au sein d'un de nos laboratoires nantais partenaires (objectif 'partenariats pour la réalisation des objectifs') sur une problématique biologique ou

biomédicale/clinique. Ces projets participent ainsi à mieux modéliser, décrire, comprendre, et faire progresser la santé (objectif 'santé et bien-être') pour tous (objectif 'inégalités réduites').

## Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	1	0 hrs	0 hrs	0 hrs	32 hrs	0 hrs

## INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

# BioInformatique et génomique [BIOGEN]

Responsable(s) du cours : Sophie LIMOU

### Objectifs

- . Découvertes de deux approches big data
- . Revue des principaux challenges en bioinformatique
- . Applications dans un projet

### Plan de l'enseignement

- 1) Découvertes de deux approches big data : étude d'associations génétiques génome-entier, et transcriptomique en cellule unique
- 2) Revue des principaux challenges en bioinformatique : principales bases de données, alignement de séquences, phylogénie et bases de l'évolution, structures protéiques
- 3) Applications dans un projet "fil rouge" par binôme: analyses bioinformatiques d'un couple gène/pathologie

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
  - C1C2 : Oser
  - Compétent
- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - C2C2 : Résoudre et arbitrer
  - Compétent

### Compétences observées via cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - Intermédiaire

### Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être / Inégalités réduites

### Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours a pour objectif de montrer comment l'analyse de données moléculaires et le croisement avec des bases de données publiques peuvent contribuer à mieux comprendre les mécanismes physiologiques et de pathogénèse. Ces analyses participent aux leviers innovants pour une médecine de précision, plus personnalisée (objectif 'santé et bien-être') et pour tous (objectif 'inégalités réduites').

### Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.4)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	25 hrs	5 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

## Conférences [CONFER]

*Responsable(s) du cours : Aurélien SERANDOUR / Sophie LIMOU*

### Objectifs

Présentation de différents champs d'application en ingénierie biomédicale par des acteurs des milieux académiques et privés

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
  - C1C2 : Oser
    - Intermédiaire

### Compétences observées via cet enseignement

Aucune compétence observée

### Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être / Inégalités réduites / Vie aquatique / Vie terrestre

### Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

CONFER s'inscrit directement dans les enjeux de développement durable et de responsabilité sociétale en exposant les étudiants à des applications de l'ingénierie biomédicale orientées vers l'amélioration de la santé humaine, la réduction des inégalités d'accès aux soins et l'innovation responsable.

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	30 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

## INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

# Modélisation discrète et analyse qualitative des réseaux biologiques [MODIAN]

Responsable(s) du cours : Morgan MAGNIN

### Pré-requis

Connaissance de base des sciences informatiques : principes de modélisation et problématiques liées à l'implémentation

### Objectifs

En termes de connaissances :

- Réseaux booléens  
Graphes d'interaction et propriétés associées  
Analyse de la dynamique via le calcul du graphe de transitions  
Vérification formelle de propriétés dynamiques grâce au model-checking (LTL/CTL)

- Réseaux de Petri :  
Propriétés discrètes (invariants)  
Extensions temporelles  
Vérification formelle de propriétés dynamiques grâce au model-checking temporel paramétrisé (TCTL et extension paramétrisée)  
Contrôle de modèles hybrides

En termes de compétences :

- Choisir, parmi les différents formalismes discrets et hybrides existants, le plus adapté à l'analyse d'un problème de biologie systémique
- Valider un modèle/une famille de modèles par rapport à un ensemble de propriétés souhaitées (raisonnement logique, vérification formelle)
- Enrichir un modèle par rapport à des questions d'intérêts (par exemple, intégrer une dimension chronométrique dans le modèle quand la composante temporelle joue un rôle crucial dans l'évolution d'un système)
- Confronter un modèle aux données biologiques

### Plan de l'enseignement

1. Réseaux booléens, dynamique, et graphe d'influence
2. Logiques temporelles et vérification de modèle
3. Mutations et reprogrammation cellulaire
4. D'autres modèles discrets pour modéliser les réseaux biologiques : réseaux de Petri et automates
5. Model-checking de modèles temporels

### Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Kauffman, S. (1969). Homeostasis and differentiation in random genetic control networks. *Nature*, 224(5215), 177-178.

Thieffry, D., & Thomas, R. (1997, December). Qualitative analysis of gene networks. In *Pacific Symposium on Biocomputing* (Vol. 3, pp. 77-88).

Folschette, M., Paulevé, L., Magnin, M., & Roux, O. (2015). Sufficient conditions for reachability in automata networks with priorities. *Theoretical Computer Science*, 608, 66-83.

R. Alur, C. Courcoubetis, N. Halbwachs, T. A. Henzinger, P.-H. Ho, X. Nicollin, A. Olivero, J. Sifakis, and S. Yovine. The algorithmic

analysis of hybrid systems. THEORETICAL COMPUTER SCIENCE, 138:3–34, 1995.

Louis-Marie Traonouez, Didier Lime, and Olivier (H.) Roux. Parametric model-checking of stopwatch petri nets. Journal of Universal Computer Science, 15(17):3273–3304, December 2009.

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - C2C1 : Représenter et modéliser
    - Compétent

### Compétences observées via cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - Intermédiaire

### Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être

### Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Le cours de MODIAN propose des mécanismes de modélisation de la dynamique de systèmes dynamiques vivants. Le but de ces modélisations est d'aboutir à une meilleure compréhension des interactions en jeu et, à terme, de pouvoir contribuer soit à la découverte de nouvelles connaissances en santé, soit à des garanties formelles concernant la réaction de composants (protéine, cellule, etc.) à des changements.

### Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	18 hrs	2 hrs	10 hrs	0 hrs	2 hrs

# INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

## Projet encadré 2 [PROENC2]

Responsable(s) du cours : Aurélien SERANDOUR / Sophie LIMOU

### Objectifs

Projet de recherche de septembre à mars

### Plan de l'enseignement

Encadrement effectué par des chercheurs et enseignants-chercheurs nantais sur leur thématique de recherche à l'interface mathématique/informatique/physique/biologie

- . Rapports intermédiaires tout au long de l'année
- . Soutenance intermédiaire (décembre)
- . Rapport final (mars)
- . Soutenance finale (mars)

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
  - C1C1 : Faire émerger
    - Compétent
- C3 : Conduire des programmes complexes ou de changement de façon responsable
  - C3C1 : Concevoir un projet, un programme
    - Compétent
  - C3C2 : Piloter, conduire
    - Compétent
- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - C2C2 : Résoudre et arbitrer
    - Compétent
  - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
    - Compétent

### Compétences observées via cet enseignement

- C1 : Concevoir et prototyper des dispositifs innovants et créateurs de valeur
  - Compétent
- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - Compétent
- C3 : Conduire des programmes complexes ou de changement de façon responsable
  - Compétent

### Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être / Inégalités réduites / Partenariats pour la réalisation des objectifs

### Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce module a pour objectif de mettre en pratique les connaissances théoriques vues en cours (statistiques/data science, modélisation, biologie, bioinformatique) dans le cadre d'un projet de recherche hébergé au sein d'un de nos laboratoires

nantais partenaires (objectif 'partenariats pour la réalisation des objectifs') sur une problématique biologique ou biomédicale/clinique. Ces projets participent ainsi à mieux modéliser, décrire, comprendre, et faire progresser la santé (objectif 'santé et bien-être') pour tous (objectif 'inégalités réduites').

## Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	2	0 hrs	0 hrs	0 hrs	48 hrs	0 hrs

# INGÉNIEUR - OD BIOSTIC

2e année / 3e année - 2e Semestre - UE 103 / 83

## Systemes et bases de données [SYSBAD]

Responsable(s) du cours : Jean-Yves MARTIN

### Objectifs

L'outil informatique est un outil indispensable pour traiter et mémoriser la données.

Pour la partie mémorisation, l'objectif est de comprendre les principaux outils qui seront utilisés pour mémoriser de la donnée : les Bases de données. Comment les construire correctement, les utiliser, que ce soit en direct ou à travers des programmes.

Si la plupart des traitements se font via des bases de données, la manipulation de celle-ci ne se fait pas que par des programmes en python ou en java. On est souvent amenés à faire des prétraitements sur les données. Pour la plupart des manipulations, une simple ligne de commande est souvent suffisante. Cela requiert toutefois des connaissances sur ces commandes et sur ce qu'elles impliquent. C'est pour cela qu'au niveau du cours, nous avons ajouté une partie sur les Systèmes d'Exploitation et les commandes incluses dans ces systèmes.

### Plan de l'enseignement

Le cours se divise en deux parties correspondant aux 2 outils que nous abordons

Pour les aspects Bases de Données

- Modélisation des informations, Le modèle Conceptuel, le modèle Entités-Associations
- Le modèle relationnel
- Notions de modèle physique
- SQL
- Notions de noSQL et BigData

Pour les aspects Systèmes d'Exploitation

- Notions de Systèmes d'exploitation
- Langages de commandes
- Protection des informations
- Notion de batch, planification de tâches

Des travaux pratiques permettent de mettre en oeuvre des scripts Shell pour la première partie, et une base de données et son exploitation pour la seconde partie.

### Compétences auxquelles forme cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et proposer une solution
  - C2C1 : Représenter et modéliser
    - Intermédiaire
  - C2C2 : Résoudre et arbitrer
    - Intermédiaire
  - C2C3 : Penser et agir en environnement incertain
    - Intermédiaire

### Compétences observées via cet enseignement

- C2 : Analyser un système complexe, dans toutes ses dimensions (scientifiques, économiques, humaines, sociale) et

proposer une solution

- Intermédiaire

## Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

---

Éducation de qualité

## Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

---

L'objectif est de fournir à tous les élèves les moyens de modéliser des problématiques de façon efficace et responsable et avoir une idée du coup des infrastructures utilisées.

## Évaluation

---

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1.0)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	3	14 hrs	8 hrs	8 hrs	0 hrs	2 hrs