Université de Toulouse

Faculté sciences et ingénierie Université de Toulouse

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITE DE TOULOUSE

SYLLABUS MASTER

Mention Bio-informatique

M2 BioInformatique et Biologie des Systèmes

http://www.fsi.univ-tlse3.fr/
https://bioinformatique.univ-tlse3.fr

2026 / 2027

23 NOVEMBRE 2026

SOMMAIRE

PRÉSENTATION 3
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS 3
Mention Bio-informatique 3
Compétences de la mention 3
Parcours 3
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 BioInformatique et Biologie des Systèmes 4
Aménagements des études : 4
RUBRIQUE CONTACTS 6
CONTACTS PARCOURS 6
CONTACTS MENTION 6
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.BioGéo 6
Tableau Synthétique des UE de la formation 7
LISTE DES UE 9
GLOSSAIRE 23
TERMES GÉNÉRAUX 23
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES 23
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS 24

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

MENTION BIO-INFORMATIQUE

Cette formation propose deux parcours :

- Bioinformatique et biologie des Systèmes (**BBS**) s'adressant à des étudiant(e)s de Biologie et d'Informatique
- Bioinformatique et Génomique Environnementale (**BGE**) mutualisé avec le master mention Biologie, Ecologie et Evolution

Elle a pour but de former des étudiant(e)s qui deviendront des scientifiques (chercheur.se.s ou ingénieur.e.s) capables de répondre aux questions de plus en plus complexes soulevées **par les approches globales en biologie** et faire face aux défis, aussi bien scientifiques que techniques, ainsi engendrés. Ceci nécessite donc d'acquérir **des compétences multidisciplinaires, biologie, informatique et mathématiques** , nécessaires pour œuvrer dans le domaine de la **bioinformatique** mais aussi dans ceux plus récents de **la biologie des systèmes** et de **la génomique environnementale** . L'évolution rapide des technologies dans le domaine des sciences de la vie et la généralisation des approches globales dans l'analyse du vivant génèrent dans les laboratoires privés et publics **une demande accrue de jeunes cadres ou chercheur.se.s possédant une vision intégrée** s'appuyant sur des connaissances et des compétences de plusieurs champs disciplinaires.

COMPÉTENCES DE LA MENTION

- Collecter, intégrer et savoir structurer diverses sources de données biologiques hétérogènes et massives au sein d'une base de données en vue de leur exploitation.
- Traiter, intégrer et analyser des données massives, complexes et hétérogènes produites dans différents domaines de la biologie pour extraire des connaissances facilitant l'aide au diagnostic ou à la vérification/proposition d'hypothèse.
- Concevoir les traitements informatiques adaptés à la résolution de questions biologiques liées à l'analyse de données complexes.
- Intégrer différentes sources de données en dégageant et interprétant en terme biologique les associations entre les différents types de données de manière à inférer des réseaux de relations pour analyser et comprendre des processus biologiques.
- Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation.
- Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et dans au moins une langue étrangère.
- Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale.

PARCOURS

Ce parcours de master comprend deux années proposant une solide formation disciplinaire en Bioinformatique et en Biologie des Systèmes. L'accent est mis sur le traitement et l'intégration des différents types de données Omics, et la modélisation mathématique des réseaux de gènes pour étudier *in silico* le comportement dynamique du système biologique.

A l'issue du master, l'étudiant(e) diplômé(e) aura acquis :

- les connaissances en programmation et gestion des données pour accompagner des projets en biologie
- les connaissances en traitements mathématiques des grands jeux de données pour en extraire les informations pertinentes
- les démarches pour dégager, à partir de différentes sources de données hétérogènes, les relations entre objets pour inférer des réseaux biologiques

— les méthodes de modélisation dynamique des réseaux biologiques pour analyser *in silico* leur comportement
— des connaissances pratiques par la réalisation de nombreux projets individuels et collectifs
— l'autonomie nécessaire pour conceptualiser les problèmes liés à l'analyse des données biologiques et pour mettre en place et/ou développer les réponses méthodologiques adaptées pour résoudre la question biologique posée

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 BIOINFORMATIQUE ET BIOLOGIE DES SYSTÈMES

La deuxième année (M2) comprend une formation théorique (semestre 3, 30 ECTS) s'articulant autour de 8 UE dont la pédagogie fait appel le plus largement possible au travail en autonomie et/ou en groupe et s'appuie sur l'analyse des processus d'acquisition des connaissances scientifiques, des ateliers pratiques et la réalisation de projets. Deux UE portent sur la gestion de données biologiques complexes et une sur une introduction aux approches d'IA. Une UE aborde l'étude de la relation entre évolution des génomes et adaptation à des environnements différents. Deux UE d'initiation à la **biologie des systèmes** sont organisées sous forme d'ateliers consacrés à différentes problématiques scientifiques d'actualité, abordant, d'une part, les traitements d'intégration des données obtenus par différentes approches à haut débit pour caractériser le système, et d'autre part, les approches de modélisation mathématique pour mieux comprendre son comportement dynamique. La rigueur et la démarche scientifique requises pour réaliser la synthèse de travaux scientifiques et leur présentation sont abordées dans l'UE communication scientifique. Finalement, une UE aborde le développement des compétences transversales nécessaires à une insertion professionnelle réussie.
La formation pratique (semestre 4) consiste en un stage de 6 mois soit en milieu académique, soit en entreprise, en France ou à l'étranger. Il est validé par un rapport écrit et une soutenance orale en fin d'année.
A l'issue des deux années du parcours, les étudiant(e)s auront acquis, en plus des compétences de la mention, les compétences suivantes plus spécifiques au parcours Bioinformatique et Biologie des Systèmes :

— Concevoir, gérer et administrer un système d'informations à travers l'administration de bases de données volumineuses et complexes de manière à extraire des informations pertinentes dans le cadre de projets biologiques.
— Conceptualiser des problèmes liés à l'analyse de données biologiques complexes et concevoir les traitements informatiques adaptés à la résolution des questions biologiques posées.
— Utiliser des infrastructures de calcul intensif, se connecter à des clusters de calculs distants de manière sécurisée, administrer des postes de travail, installer et utiliser de nouveaux programmes.
— Traiter, intégrer et analyser des données massives, complexes et hétérogènes (génomes, données issues d'expériences à haut débit, données environnementales, épidémiologiques, etc.) produites dans différents domaines de la biologie (santé, agronomie ou environnement) pour en extraire des connaissances facilitant l'aide à la décision et/ou au diagnostic.
— Comprendre et prédire le comportement dynamique d'un système ou processus biologique en représentant les connaissances disponibles dans un modèle mathématique et en confrontant simulations numériques et résultats expérimentaux afin d'aider aux développements d'expérimentations plus ciblées.
— Mobiliser des ressources er des savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale.
— Conduire une analyse réflexive et distanciée prenant en compte les enjeux, les problématiques et la complexité d'une demande ou d'une situation afin de proposer des solutions adaptées et/ou innovantes en respect des évolutions de la réglementation.
— Défendre un projet et/ou des résultats en utilisant les moyens de communication adéquats lors de réunions d'équipe, conférences ou jurys.
— Travailler en équipe, dans un environnement pluridisciplinaire (biologistes, bioinformaticien.ne.s, biostatisticien.ne.s, informaticien.ne.s), pour mener à bien un projet collaboratif, tout en faisant preuve d'autonomie et d'initiatives.

AMÉNAGEMENTS DES ÉTUDES :

Etudiant en situation de handicap
Etudiant entrepreneur

Etudiant salarié
Sportif et Artiste de haut niveau
L'année de master 2 est accessible à l'alternance *via* :

- un contrat d'apprentissage
- un contrat de professionnalisation

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

DUBOR Clement
Email : clement.dubor@utoulouse.fr

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION BIO-INFORMATIQUE

FARINAS Jérôme
Email : jerome.farinas@utoulouse.fr Téléphone : 0561558343

FICHANT Gwennaele
Email : gwennaele.fichant@univ-tlse3.fr Téléphone : 05 61 33 58 26

CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.BIOGÉO

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

LORSIGNOL-DESMET Anne
Email : anne.lorsignol@inserm.fr

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

PUSSAULT Elsa
Email : elsa.pussault@utoulouse.fr

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	Cours-TD	Seminaire	TD	TP	Stage*	Stage ne
Premier semestre												
14	KBIA9ADU	BASES DE DONNÉES AVANCÉES	I	3	O		20			10		
11	KBIA9AAU	INTRODUCTION APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE	I	3	O		10			20		
15	KBIA9AEU	GESTION DE DONNÉES NON STRUCTURÉES ET APPLICATIONS POST-GÉNO	I	3	O		14			14		
13	KBIA9ACU	COMMUNICATION SCIENTIFIQUE	I	3	O				20			
12	KBIA9ABU	BIOLOGIE DES SYSTÈMES 1	I	6	O		23		6	28		
16	KBIA9AFU	BIOLOGIE DES SYSTÈMES 2	I	6	O		23		6	28		
17	KBIA9AGU	PHYLOGÉNOMIQUE	I	3	O		14			16		
	KBIA9AHU	OUVERTURE : INTERNATIONAL BIOETHIQUE INSERTION PRO	I	3	O							
18	KBTX9AA1	Ouverture : international, bioéthique, insertion professionnelle				6			12	4		
20	KBTX9AA2	Ouverture : international, bioéthique, insertion professionnelle						6				
Second semestre												
Choisir 1 UE parmi les 2 UE suivantes :												
21	KBIAAAAU	STAGE P	II	30	O						6	
22	KBIAAABU	STAGE R	II	30	O							6

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Stage: en nombre de mois

LISTE DES UE

UE	M1 BI-BBS - SUIVI DES ALTERNANTS	ECTS	
K5BIAALT	Suivi Alternants : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 0 h

[Retour liste des UE]

UE	INTRODUCTION APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE	3 ECTS	1er semestre
KBIA9AAU	Cours-TD : 10h , TP : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FARINAS Jérôme
Email : jerome.farinas@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'apprentissage automatique est un champ d'étude de l'intelligence artificielle qui se fonde sur des approches mathématiques et statistiques pour donner aux ordinateurs la capacité d'« apprendre » à partir de données, c'est-à-dire d'améliorer leurs performances à résoudre des tâches sans être explicitement programmés pour chacune. Les progrès récents de ce champ de l'IA font qu'il s'introduit dans tous les champs scientifiques, et en particulier la biologie et la génétique. Le but du module est donc de donner aux étudiant(e)s un aperçu global de l'apprentissage, à la fois l'apprentissage par renforcement et l'apprentissage à partir d'exemples. Pour ces 2 sous domaines, les principes théoriques sont introduits, des algorithmes sont présentés.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

On développe (d'abord d'un point de vue théorique) l'apprentissage automatique non supervisé puis supervisé. Ensuite on avorde l'apprentissage profond : perceptrons multicouches, CNN, RNN.
La partie pratique consiste en l'implémentation en python de ces algorithmes ainsi que la manipulation des librairies essentielles au domaine (Keras, tensorflow, scikit-learn).

- Principes génériques et fonction de perte
- Minimisation et descente en gradient
- Réseau de neurones
- Réseaux Convolutifs
- Réseaux de neurones récurrents
- Réseaux génératifs
- Problèmes et solutions : vanishing gradient, overfitting, etc.

PRÉ-REQUIS

Probabilités (les fondamentaux seulement)

COMPÉTENCES VISÉES

A la fin du module, les étudiant(e)s sont capables d'analyser un jeu de données, de le préparer, de choisir un algorithme d'apprentissage adapté et de l'implémenter.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Machine learning (1997) Tom M. Mitchel, Publisher : McGraw-Hill

MOTS-CLÉS

Apprentissage automatique ; Réseau de neurones multi-couches

UE	BIOLOGIE DES SYSTÈMES 1	6 ECTS	1er semestre
KBIA9ABU	Cours-TD : 23h , TD : 6h , TP : 28h	Enseignement en français	Travail personnel 93 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FICHANT Gwennaele
Email : gwennaele.fichant@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Initier les étudiants à la biologie des systèmes dont l'objectif est de caractériser les composants élémentaires d'un système biologique (par exemple, une voie de régulation, une cellule, un écosystème etc.) pour mettre à jour les propriétés qui résultent de leurs interactions. Dans cette UE, les problèmes de biologie des systèmes seront abordés *via* l'approche descendante qui s'appuie largement sur les résultats expérimentaux obtenus par les approches à haut débit. La compréhension d'un système va donc nécessiter d'intégrer les données obtenues à partir de différentes approches Omics, en fonction de la question abordée. Les concepts et méthodes nécessaires à l'analyse des différents types de données Omics seront détaillés et accompagnés d'une mise en pratique sur des cas concrets.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Différentes problématiques scientifiques d'actualité en relation avec la biologie des systèmes seront abordées sous forme d'ateliers ce qui requerra une participation active des étudiants comme par exemple la préparation de l'atelier par la lecture et la présentation orale de publications scientifiques sur le sujet, la réalisation de projets personnels ou en groupe, etc.
Parmi les problématiques qui seront abordées, nous pouvons citer l'épigénomique, la métabolomique, l'étude des interactions ADN/protéines à l'échelle du génome, l'organisation spatiale de la chromatine dans la cellule, les approches « single cell ». Cette liste n'est pas exhaustive et pourra évoluer d'année en année en fonction de l'évolution de la discipline. Les concepts et méthodes nécessaires au traitement de ces nouveaux types de données Omics seront détaillés et seront accompagnés par leur mise en pratique pour aborder, par exemple, des questions en recherche biomédicale.

PRÉ-REQUIS

UE de M1 Traitement des données post-génomiques

MOTS-CLÉS

Biologie des systèmes ; intégration des données ; traitement des données ChIP-Seq ; Chromosome conformation capture ; épigénomique ; métabolomique ; single cell

UE	COMMUNICATION SCIENTIFIQUE	3 ECTS	1er semestre
KBIA9ACU	TD : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FICHANT Gwennaele
Email : gwennaele.fichant@univ-tlse3.fr

LECOMPTE Emilie
Email : emilie.lecompte@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est d'apprendre et de mettre en œuvre la synthèse et la présentation de travaux scientifiques via différents supports de communication.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Elaboration de support de communication : diapositives, présentations interactives, poster. Rédaction d'une synthèse de l'état de l'art sous forme d'une revue en anglais respectant un format de journal international. En pratique, chaque étudiant se verra proposer une publication scientifique en relation avec les thématiques abordées dans les UE de biologie des systèmes 1 et 2 (parcours BBS), méta-génomique écologique et évolutive (parcours BGE) et phylogénomique. L'étudiant devra présenter cette publication à l'oral avec un support écrit en anglais. Le thème de cette publication servira de point de départ pour la synthèse et la rédaction de la mini-revue dont le format suivra celui demandé pour l'écriture d'une revue dans un journal international.

PRÉ-REQUIS

N/A

COMPÉTENCES VISÉES

- Présenter oralement, en français ou en anglais, une publication scientifique en faisant ressortir la problématique abordée, la démarche bioinformatique adoptée, les résultats sous forme synthétisée et la conclusion/discussion.
- Choisir de façon pertinente les figures et résultats les plus importants pour la compréhesion d'une publication lors de sa présentation orale, en français ou en anglais.
- Elaborer une synthèse écrite critique en anglais de la littérature scientifique portant sur une question dans la thématique d'un atelier sur la base d'un travail de recherche bibliographique.

UE	BASES DE DONNÉES AVANCÉES	3 ECTS	1er semestre
KBIA9ADU	Cours-TD : 20h , TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MOKADEM Riad
Email : riad.mokadem@irit.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet enseignement a pour objectif de former les étudiants aux concepts avancés liés aux bases de données relationnelles : évaluation d'une requête relationnelle, interrogation d'une base de données via un langage procédural, administration d'une base de données.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

D'abord, les différentes étapes pour l'évaluation d'une requête relationnelle dans un environnement centralisé sont passées en revue. Ensuite, une introduction à un langage procédural est faite afin d'interroger et d'administrer une base de données.

PRÉ-REQUIS

Les concepts fondamentaux en bases de données (modèles entité/association, modèle relationnel, notions fondamentales en SQL)

COMPÉTENCES VISÉES

Interrogation d'une base de données à travers une sur couche procédurale (PL/SQL)
Optimisation de requetes SQL (procédures) et déclenchement d'évenements (triggers)
Administration et restructuration d'une base de données

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Georges Gardarin - Bases de Données - EYROLLES

MOTS-CLÉS

Bases de données ; Système de gestion de bases de données ; PL/SQL ; Vues relationnelles.

UE	GESTION DE DONNÉES NON STRUCTURÉES ET APPLICATIONS POST-GÉNO	3 ECTS	1er semestre
KBIA9AEU	Cours-TD : 14h , TP : 14h	Enseignement en français	Travail personnel 47 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HUBERT Gilles
Email : hubert@irit.fr

BARRIOT Roland
Email : roland.barriot@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module a pour but d'enseigner aux étudiant·e·s comment modéliser, représenter et exploiter les masses de données complexes et variées disponibles dans les données publiques et/ou issues des approches de post-génomiques.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Introduction aux systèmes de gestion de données non structurées.
Mise en application *via* la modélisation d'une base de données alimentée par des sources de données hétérogènes.
Exploitation de cette base par des exemples de projets de post-génomique comme par exemple la caractérisation d'un ensemble de gènes ou la priorisation de gènes candidats.

PRÉ-REQUIS

mathématiques ; statistiques ; traitement de graphes ; fouille de données

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Christian Theil Have, Lars Juhl Jensen, *Are graph databases ready for bioinformatics ?* , Bioinformatics, 2013
Polyane Wercelens *et al.* , *Bioinformatics Workflows With NoSQL Database in Cloud Computing* , Evol Bioinform Online, 2019

MOTS-CLÉS

masses de données non structurées ; données hétérogènes ; caractérisation d'un ensemble

UE	BIOLOGIE DES SYSTÈMES 2	6 ECTS	1er semestre
KBIA9AFU	Cours-TD : 23h , TD : 6h , TP : 28h	Enseignement en français	Travail personnel 93 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FICHANT Gwennaele
Email : gwennaele.fichant@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans cette UE, les problèmes de biologie des systèmes seront abordés via l'approche ascendante ou *bottom up* (*versus* l'approche descendante ou *top down*) dont le but est d'intégrer dans un modèle mathématique l'ensemble des données expérimentales obtenues sur un système d'étude pour pouvoir simuler le comportement dynamique de ce système au cours du temps mais aussi dans différentes conditions physiologiques et/ou environnementales. Les différents formalismes mathématiques disponibles pour modéliser un système biologique et le simuler seront décrits du point de vue théorique et mis en pratique sur des cas concrets de modélisation de processus biologiques.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les enseignements aborderont la description des différentes méthodes d'analyse dynamique des réseaux biologiques et de prédiction de leur comportement. Les approches qualitatives ainsi que les approches quantitatives seront abordées. Dans le cas des approches qualitatives, la modélisation par équations différentielles linéaires par morceaux et les modèles logiques seront plus particulièrement développés. Pour les approches quantitatives, les modèles déterministes basés sur les équations différentielles ordinaires seront privilégiés. Les réseaux de Pétri, proposant un formalisme graphique et mathématique permettant de modéliser et simuler le comportement dynamique d'un système par une approche qualitative ou quantitative seront également décrits. Le problème d'estimation des valeurs des paramètres du modèle quand elles ne sont pas connues expérimentalement sera abordé et quelques méthodes d'estimation de ces paramètres seront décrites. Les TP aborderont des cas pratiques issus de divers domaines de la biologie comme : les réactions enzymatiques, la croissance de biomasse, l'analyse de processus périodiques et la modélisation de réseaux de régulation de gènes.

PRÉ-REQUIS

Notions de calcul matriciel ; équations différentielles ordinaires

COMPÉTENCES VISÉES

A l'issue de cette UE, les étudiant(e)s sont capables de construire un modèle, de choisir le bon formalisme mathématique en fonction des données expérimentales disponibles sur le processus (système) étudié et de simuler son comportement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

An introduction to Systems Biology : Design principles of Biological Circuits (2007). Uri Alon. Chapman & Hall/CRC

MOTS-CLÉS

Biologie des systèmes ; systèmes biologiques dynamiques ; réseaux d'interactions ; modélisation ; simulation

UE	PHYLOGÉNOMIQUE	3 ECTS	1er semestre
KBIA9AGU	Cours-TD : 14h , TP : 16h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FICHANT Gwennaele
Email : gwennaele.fichant@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Initier les étudiants aux approches phylogénomiques en détaillant les principes théoriques des méthodes impliquées dans les différentes étapes de l'analyse. La phylogénomique est une nouvelle discipline à l'intersection de l'évolution moléculaire et de la génomique. Elle permet de reconstruire l'histoire évolutive des espèces au travers de leurs génomes et fournit un cadre conceptuel dans lequel l'évolution des gènes et des organismes peut être étudiée. L'analyse des répertoires de gènes d'organismes se développant dans des environnements différents permet d'identifier les gènes impliqués dans l'adaptation à des niches écologiques. Cette approche a une contribution majeure pour comprendre la mise en place de résistances aux antibiotiques et l'adaptation des bactéries à leurs hôtes.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Sélection des génomes étudiés sur la base de leur qualité et de l'optimisation de la diversité.
- Evolution de la structure des génomes par alignements de génomes et par des méthodes basées sur des graphes.
- Evolution du répertoire des gènes (gain, perte)
- Construction de groupes de gènes orthologues entre plusieurs génomes.
- Identification du génome cœur, accessoire, et pangénome pour plusieurs souches d'une même espèce.
- Construction d'un arbre espèce.
- Utilisation de cet arbre pour réconcilier les arbres gènes pour identifier les duplications, pertes et transferts de gènes et pour la reconstruction d'états ancestraux (données discrètes et continues).

En TP les étudiants construiront une chaîne de traitements pour automatiser les différentes étapes d'une analyse phylogénomique en utilisant des données issues de la littérature pour étudier par exemple :

- l' évolution des génomes des espèces de *Prochlorococcus* (cyanobactéries marines photosynthétiques) en lien avec leur adaptation à différentes niches écologiques
- l'évolution des génomes des différentes souches de *Staphylococcus aureus* en lien avec leur capacité à franchir la barrière d'espèce et à acquérir des résistances aux antibiotiques.

PRÉ-REQUIS

Les UE d'Evolution Moléculaire, de Bioinformatique pour la Génomique et de Traitement de graphes et réseaux biologiques.

COMPÉTENCES VISÉES

- Réaliser des études phylogénomiques pour analyser l'évolution de famille de gènes en terme de gain et/ou perte de gène, d'acquisition de gène par transfert vertical ou latéral mais aussi en intégrant des métadonnées, comme des données environnementales, pour interpréter la diversification des systèmes biologiques et le rôle joué par leur capacité adaptative.
- Concevoir une chaîne de traitements informatiques pour automatiser les différentes étapes d'une analyse phylogénomique.
- Utiliser infrastructures de calcul intensif, se connecter à un cluster de calculs distant de manière sécurisée.

MOTS-CLÉS

phylogénomique ; évolution ; orthologie ; génomique comparative

UE	OUVERTURE : INTERNATIONAL BIOETHIQUE INSERTION PRO	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Ouverture : international, bioéthique, insertion professionnelle		
KBTX9AA1	Cours : 6h , TD : 12h , TP : 4h	Enseignement en français	Travail personnel 47 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

POUPOT Remy
Email : remy.poupot@inserm.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les objectifs de cette UE sont, d'une part, ouvrir l'esprit des futurs diplômés à des notions qui ne sont pas leur cœur disciplinaire et, d'autre part, développer les compétences transversales nécessaires à une insertion professionnelle réussie.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les notions suivantes seront abordées à la fois sous forme d'enseignements traditionnels et de séminaires, y compris par des conférenciers internationaux :

- la bioéthique (en particulier nos droits et devoirs envers les organismes vivants, y compris les plus simples, le rapport du scientifique au public) ;
- intelligence artificielle : pouvoir et limites (notamment en matière d'éthique) ;
- les avancées plus récentes dans le domaine des nanobiotechnologies : bases, concepts, applications.

Enfin, en vue de leur insertion professionnelle, des tables rondes seront organisées avec d'anciens diplômés du Master, recrutés dans le monde académique ou dans le secteur privé : recherche d'emploi, stratégies de candidature, intégration, mise en réseau. Les étudiants seront interpellés à la fois par un questionnement personnel sur leurs objectifs professionnels et par des entretiens d'embauche fictifs.

SPÉCIFICITÉS

For the "Biomolecular Science : Mechanisms and Therapeutic Targets" (BSM2T) course, lectures and practical work will be taught in English.

LEARNING OBJECTIVES :
The objectives of this course are, on the one hand, to open the minds of future graduates to notions besides their disciplinary core and, on the other hand, to develop the transversal skills necessary for their successful professional integration.
SUMMARY OF THE CONTENT : The following concepts will be covered both as traditional teachings and as seminars, including international lecturers :
compris par des conférenciers internationaux :

- bio-ethics (in particular our rights and duties towards living organisms, including the simplest ones, the relationship of the scientist to the public) ;
- artificial intelligence : power and limits (in particular regarding ethics) ;
- the most recent advances in the field of nanobiotechnology : concepts, basics, applications.

Finally, with a view to their professional integration, round tables will be organized with former Masters graduates, recruited in the academic world or in the private sector : job search, application strategies, integration, networking. Students will be challenged both through self-questioning on their professional goals, and fictive job interviews.

COMPÉTENCES VISÉES

S'insérer professionnellement dans une entreprise
Comprendre l'Anglais scientifique à l'oral
Respecter la bio-éthique et l'éthique scientifique

MOTS-CLÉS

UE	OUVERTURE : INTERNATIONAL BIOETHIQUE INSERTION PRO	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Ouverture : international, bioéthique, insertion professionnelle		
KBTX9AA2	Séminaire : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 47 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

POUPOT Remy
Email : remy.poupot@inserm.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les objectifs de cette UE sont, d'une part, ouvrir l'esprit des futurs diplômés à des notions qui ne sont pas leur cœur disciplinaire et, d'autre part, développer les compétences transversales nécessaires à une insertion professionnelle réussie.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les notions suivantes seront abordées à la fois sous forme d'enseignements traditionnels et de séminaires, y compris par des conférenciers internationaux :

- la bioéthique (en particulier nos droits et devoirs envers les organismes vivants, y compris les plus simples, le rapport du scientifique au public) ;
- intelligence artificielle : pouvoir et limites (notamment en matière d'éthique) ;
- les avancées les plus récentes dans le domaine des nanobiotechnologies : bases, concepts, applications.

Enfin, en vue de leur insertion professionnelle, des tables rondes seront organisées avec d'anciens diplômés du Master, recrutés dans le monde académique ou dans le secteur privé : recherche d'emploi, stratégies de candidature, intégration, mise en réseau. Les étudiants seront interpellés à la fois par un questionnement personnel sur leurs objectifs professionnels et par des entretiens d'embauche fictifs.

COMPÉTENCES VISÉES

S'insérer professionnellement dans une entreprise
Comprendre l'Anglais scientifique à l'oral
Respecter la bio-éthique et l'éthique scientifique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Insertion professionnelle, entreprise, éthique

UE	STAGE P	30 ECTS	2nd semestre
KBIAAAAU	Stage : 6 mois	Enseignement en français	Travail personnel 750 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FICHANT Gwennaele
Email : gwennaele.fichant@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le stage professionnel de 6 mois (de janvier à juin) en entreprise ou milieu académique permettra à l'étudiant(e) d'apprendre à travailler en équipe, de gérer un projet de développement logiciel lié à une question biologique et donc d'organiser son travail de manière à répondre aux échéances exigées par l'encadrant(e), de trouver des solutions pour résoudre des problèmes qui n'avaient pas été envisagés au départ. Il permettra aussi de mettre en œuvre les compétences acquises lors de la formation académique pour résoudre des problématiques concrètes.
Le travail réalisé donnera lieu à un rapport écrit et à une soutenance orale.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Développement de chaînes de traitement pour automatiser des analyses de traitement de données obtenues par des approches NGS
Implémetation de solutions informatiques
Travail dans un environnement pluridisciplinaire (biologistes, bioinformaticiens, biostatisticiens, informaticiens) au sein d'une entreprise, d'une plateforme technologique ou d'un laboratoire académique.

COMPÉTENCES VISÉES

- Etablir un cahier des charges et s'y confronter pour la réalisation du projet.
- Produire une synthèse critique de la bibliographie relative au sujet étudié en ayant évalué la pertinence des informations collectées pour proposer de nouveaux développements.
- Mobiliser les ressources et les résultats de ces travaux pour produire de nouvelles connaissances autour des questions biologiques étudiées.
- Concevoir les traitements informatiques adaptés à la résolution de questions biologiques posées.
- Défendre un projet et/ou des résultats en utilisant les moyens de communication adéquats lors de réunions d'équipe, conférences ou jurys.

MOTS-CLÉS

immersion professionnelle

UE	STAGE R	30 ECTS	2nd semestre
KBIAAABU	Stage ne : 6h	Enseignement en français	Travail personnel 750 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FICHANT Gwennaele
Email : gwennaele.fichant@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le stage de recherche de 6 mois (de janvier à juin) en milieu académique permettra à l'étudiant(e) d'apprendre à travailler en équipe, de participer à un projet de recherche en gérant son activité et donc d'organiser son travail de manière à répondre aux échéances exigées par l'encadrant(e), de trouver des solutions pour résoudre des problèmes qui n'avaient pas été envisagés au départ. Il permettra aussi de mettre en œuvre les compétences acquises lors de la formation académique pour résoudre des problématiques concrètes.
Le travail réalisé donnera lieu à un rapport écrit et à une soutenance orale.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cette période de formation à la recherche permet à l'étudiant(e) de conduire un projet de recherche incluant toutes les activités qui y sont liées : synthèse bibliographique sur le sujet, mise en oeuvre d'un protocole voir développement de celui-ci (chaînes de traitement informatique par exemple), respect des règles d'éthique, analyse des données et discussion des résultats.
L'étudiant(e) apprendra à travailler et à interagir au sein d'un environnement pluridisciplinaire (biologistes, bioinformaticiens, biostatisticiens, informaticiens).

COMPÉTENCES VISÉES

- Produire une synthèse critique de la bibliographie relative au sujet étudié en ayant évalué la pertinence des informations collectées pour proposer de nouveaux développements.
- Mobiliser les ressources et les résultats de ces travaux pour produire de nouvelles connaissances autour des questions biologiques étudiées.
- Concevoir les traitements informatiques adaptés à la résolution de questions biologiques posées.
- Défendre un projet et/ou des résultats en utilisant les moyens de communication adéquats lors de réunions d'équipe, conférences ou jurys.

MOTS-CLÉS

immersion professionnelle

GLOSSAIRE

TERMES GÉNÉRAUX

SYLLABUS

Dans l'enseignement supérieur, un syllabus est la présentation générale d'un cours ou d'une formation. Il inclut : objectifs, programme de formation, description des UE, prérequis, modalités d'évaluation, informations pratiques, etc.

DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignantes et enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions.

UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel sont associés des ECTS.

UE OBLIGATOIRE / UE FACULTATIVE

L'UE obligatoire fait référence à un enseignement qui doit être validé dans le cadre du contrat pédagogique. L'UE facultative vient en supplément des 60 ECTS de l'année. Elle est valorisée dans le supplément au diplôme. L'accumulation de crédits affectés à des UE facultatives ne contribue pas à la validation de semestres ni à la délivrance d'un diplôme.

ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS constituent l'unité de mesure commune des formations universitaires de licence et de master dans l'espace européen. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement, 60 par an). Le nombre d'ECTS varie en fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart des formations de l'UT3 relèvent du domaine « Sciences, Technologies, Santé ».

MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Il s'agit du niveau principal de référence pour la définition des diplômes nationaux. La mention comprend, en général, plusieurs parcours.

PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant·e au cours de son cursus.

LICENCE CLASSIQUE

La licence classique est structurée en six semestres et permet de valider 180 crédits ECTS. Les UE peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Le nombre d'ECTS d'une UE est fixé sur la base de 30 ECTS pour l'ensemble des UE obligatoires et à choix d'un semestre.

LICENCE FLEXIBLE

À la rentrée 2022, l'université Toulouse III - Paul Sabatier met en place une licence flexible. Le principe est d'offrir une progression "à la carte" grâce au choix d'unités d'enseignement (UE). Il s'agit donc d'un parcours de formation personnalisable et flexible dans la durée. La progression de l'étudiant·e dépend de son niveau de départ et de son rythme personnel. L'inscription à une UE ne peut être faite qu'à condition d'avoir validé les UE pré-requises. Le choix de l'itinéraire de la licence flexible se fait en concertation étroite avec une direction des études (DE) et dépend de la formation antérieure, des orientations scientifiques et du projet professionnel de l'étudiant·e. L'obtention du diplôme est soumise à la validation de 180 crédits ECTS.

DIRECTION DES ÉTUDES ET ENSEIGNANT·E RÉFÉRENT·E

La direction des études (DE) est constituée d'enseignantes et d'enseignants référents, d'une directrice ou d'un directeur des études et d'un secrétariat pédagogique. Elle organise le projet de formation de l'étudiant·e en proposant une individualisation de son parcours pouvant conduire à des aménagements. Elle est le lien entre l'étudiant·e, l'équipe pédagogique et l'administration.

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiantes et d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphithéâtres. Ce qui caractérise également le cours magistral est qu'il est le fait d'une enseignante ou d'un enseignant qui en définit les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations avec l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte donc la marque de la personne qui le crée et le dispense.

TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiantes et étudiants selon les composantes), animées par des enseignantes et enseignants. Les TD illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations et les groupes de TP sont constitués de 16 à 20 étudiantes et étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés ou peuvent ne pas être encadrés du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à une enseignante ou un enseignant pour quatre étudiantes et étudiants).

PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition de compétences.

TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.

SESSIONS D'ÉVALUATION

Il existe deux sessions d'évaluation : la session initiale et la seconde session (anciennement appelée "session de rattrapage", constituant une seconde chance). La session initiale peut être constituée d'examens partiels et terminaux ou de l'ensemble des épreuves de contrôle continu et d'un examen terminal. Les modalités de la seconde session peuvent être légèrement différentes selon les formations.

SILLON

Un sillon est un bloc de trois créneaux de deux heures d'enseignement. Chaque UE est généralement affectée à un sillon. Sauf cas particuliers, les UE positionnées dans un même sillon ont donc des emplois du temps incompatibles.


Université
de Toulouse