

MASTER EN GÉNOMIQUE ET PROTÉOMIQUE FONCTIONNELLES**Langue principale d'enseignement :**Français ☒ Anglais ☐ Arabe ☐**Campus où le programme est proposé : CST****OBJECTIFS**

Le Master en génomique et protéomique fonctionnelles est une formation multidisciplinaire d'excellence destinée aux biologistes et aux biochimistes. La formation se base sur un enseignement approfondi par et pour la recherche, par des approches complémentaires de la génomique et de la protéomique structurales et fonctionnelles. Son objectif est de former des professionnels de la recherche scientifique capables de concevoir et de mettre en œuvre des approches méthodologiques et expérimentales pour expliquer, résoudre et concevoir des solutions innovantes à des situations complexes liées aux phénomènes biologiques.

COMPÉTENCES

La formation vise l'acquisition de connaissances théoriques approfondies dans différents domaines de la biologie à savoir : la biologie moléculaire et cellulaire, la biochimie, la biologie structurale, la génétique, l'immunologie et la physiologie. La formation vise également le développement de compétences pratiques et méthodologiques ainsi que de compétences transversales nécessaires pour l'insertion professionnelle des diplômés.

Les diplômés de ce Master peuvent :

- Utiliser des connaissances scientifiques pour résoudre des situations complexes en biologie et biochimie
- Concevoir et appliquer un protocole expérimental
- Gérer un projet de recherche relatif aux secteurs de la biologie et de la biochimie
- Communiquer des informations scientifiques relatives aux domaines de la biologie et de la biochimie.

CONDITIONS D'ADMISSION

L'admission se fait sur étude du dossier du candidat et après entretien avec le jury de sélection.

- Admission au premier semestre du Master (M1) pour les titulaires d'une Licence en sciences de la vie et de la Terre- biochimie de la Faculté des sciences de l'USJ, ou de tout autre diplôme jugé équivalent par la Commission d'équivalence de l'USJ.
- Admission au troisième semestre du Master (M3) pour les étudiants ayant accompli une première année de Master en biologie ou en biochimie jugé équivalent par la Commission d'équivalence de l'USJ.

UE/CRÉDITS ATTRIBUÉS PAR ÉQUIVALENCE

Les équivalences sont basées sur l'étude des dossiers de candidature et en corrélation avec les descriptifs des UE validées par avance.

EXIGENCES DU PROGRAMME

UE obligatoires (120 crédits)

Analyse de la structure des macromolécules (3 Cr.). Bases physiopathologiques des maladies humaines (3 Cr.). Biochimie cellulaire (2 Cr.). Bio-informatique pour l'analyse du transcriptome (3 Cr.). Bio-informatique structurale (3 Cr.). Communication (4 Cr.). Computational Biology (2 Cr.). Culture des cellules animales, cellules souches et ingénierie tissulaire (2 Cr.). DNA Metabarcoding (2 Cr.). Droit et législation (2 Cr.). Étude du génome, de l'épigénome et du transcriptome par des approches à haut débit (3 Cr.). Génétique appliquée (3 Cr.). Génétique des populations et phylogénétique (4 Cr.). Génétique humaine (2 Cr.). Génie génétique (4 Cr.). Génie microbiologique (4 Cr.). Genome Assembly and Annotation (1 Cr.). Genome Editing (2 Cr.). Immunologie appliquée (4 Cr.). Ingénierie des protéines et analyse des protéomes (2 Cr.). Marqueurs moléculaires (2 Cr.). Méthodes d'analyses instrumentales (3 Cr.). Molecular Applications for Forensic Sciences (1 Cr.). Molecular Modeling (2 Cr.). Neurosciences (3 Cr.). Pharmacologie (2 Cr.). Préparation à la vie professionnelle (4 Cr.). Project Management (4 Cr.). Projet de fin

d'études (30 Cr.). Python Programming for Biologists (2 Cr.). Récepteurs de l'immunité innée et transduction des signaux immunologiques (1 Cr.). Regulation of Gene Expression (2 Cr.). Séminaires sur les actualités de la recherche en biologie (2 Cr.). Statistique pour la génomique (1 Cr.). Structure des macromolécules (2 Cr.). Traitement et analyse de données (4 Cr.). Technology Transfer (1 Cr.).

PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

Semestre 1

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048COMTM1	Communication	4
048DRLTM1	Droit et législation- القانون والتشريع	2
048GGCBM1	Génie génétique	4
048GMCBM1	Génie microbiologique	4
048ICTBM1	Immunologie appliquée	4
048MMCBM1	Marqueurs moléculaires	2
048POCBM1	Pharmacologie	2
048PYCBM1	Python Programming for Biologists	2
048SMCBM1	Structure des macromolécules	2
048TASTM1	Traitement et analyse de données	4
	Total	30
048CARCM1 *	Communication en langue arabe - التواصل باللغة العربية	2

* Cours de remise à niveau pour les étudiants qui intègrent le Master à mi-parcours.

Semestre 2

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048ASCBM2	Analyse de la structure des macromolécules	3
048BMCBM2	Bases physiopathologiques des maladies humaines	3
048BCCBM2	Biochimie cellulaire	2
048GACBM2	Génétique appliquée	3
048GPCBM2	Génétique des populations et phylogénétique	4
048BTCBM2	Genome Assembly and Annotation	1
048AINCM2	Méthodes d'analyse instrumentales	3
048NECBM2	Neurosciences	3
048PVPTM2	Préparation à la vie professionnelle	4
048PRMTM2	Project Management	4
	Total	30

Semestre 3

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
o48BATCM3	Bio-informatique pour l'analyse du transcriptome	3
o48BSCBM3	Bio-informatique structurale	3
o48COCBM3	Computational Biology	2
o48CCCBM3	Culture des cellules animales, cellules souches et ingénierie tissulaire	2
o48DNAMM3	DNA Metabarcoding	2
o48NGCBM3	Étude du génome, de l'épigénome et du transcriptome par des approches à haut débit	3
o48GHCBM3	Génétique humaine	2
o48MGCBM3	Genome Editing	2
o48IPCBM3	Ingénierie des protéines et analyse des protéomes	2
o48MFCBM3	Molecular Applications for Forensic Sciences	1
o48MMOBM3	Molecular Modeling	2
o48RICBM3	Récepteurs de l'immunité innée et transduction des signaux immunologiques	1
o48RGCBM3	Regulation of Gene Expression	2
o48SASBM3	Séminaires sur les actualités de la recherche en biologie	1
o48SGCBM3	Statistique pour la génomique	1
o48TETBM3	Technology Transfer	1
	Total	30

Semestre 4

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
o48PFETM4	Projet de fin d'études	30
	Total	30

DESCRIPTIFS DES UE

o48COMTM1	Communication	4 Cr.
------------------	----------------------	--------------

Partie communication orale

De tous les modes d'échange interpersonnel, la communication ressort comme l'activité la plus fréquente. Elle constitue donc l'assise du bon fonctionnement en équipe, en groupe de travail ou au sein d'une entreprise.

Savoir communiquer, c'est :

- Exprimer ses idées
- Écouter et poser des questions
- Maintenir l'échange relationnel
- Donner un feedback.

Partie communication écrite

Le premier objectif de cette partie est de comprendre l'importance de l'efficacité de la communication écrite pour la valorisation de l'image de l'organisation, d'où l'introduction à différentes situations de communication écrite dans l'organisation comme les principaux messages de communication interne (note, compte rendu, rapport, lettre).

Le second objectif de ce cours est de présenter aux étudiants toutes les techniques nécessaires pour rédiger des documents utiles dans le monde professionnel. Du curriculum vitae à la lettre de motivation, en passant par l'email de candidature et l'envoi d'une candidature spontanée, les étudiants auront une idée claire du vocabulaire à employer selon la situation à laquelle ils font face.

048DRLTM1	القانون والتشريع - Droit et législation	2 Cr.
<p>يهدف الجزء الأول من هذا المقرر إلى تعريف الملكية الفكرية التي تشمل جميع الحقوق الحصرية الممنوحة للإبداعات الفكرية: الحق القانوني في فكرة أو اختراع أو إبداع في المجال الصناعي والعلمي والأدبي والفني. يتضمن ذلك عرض مصالح ومزايا هذا المفهوم قبل تقديم شروط تسجيل الاختراع أو المنتج.</p> <p>يهدف الجزء الثاني من هذا المقرر إلى تزويد الطالب بجميع القواعد التي تحكم التعامل مع المواطنين؛ ويغطي قانون المستهلك وقانون الأعمال والقانون الاجتماعي وقانون العمل وقانون البيئة. وهذه القواعد مقننة، ويجب على الطالب أن يعرف كيفية التعرف على النصوص المتعلقة بكل مجال ليعرف كيفية التنقل فيها. وسوف تشمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> - القانون البيئي الدولي وذلك في لبنان. - حق العمل. - قانون الضمان الاجتماعي. - القانون التجاري. 		

048GGCBM1	Génie génétique	4 Cr.
<p>Cette unité d'enseignement a pour objectif de présenter les différentes techniques développées pour la manipulation des acides nucléiques. En particulier, elle détaille les outils et les techniques qui permettent l'isolement, le clonage, le séquençage, la mutation dirigée des gènes ou autres séquences de l'ADN ainsi que l'expression des gènes dans des hôtes hétérologues et la production et la purification des protéines recombinantes. À la fin de cette UE, l'étudiant maîtrisera les techniques moléculaires nécessaires à la compréhension et à l'exploitation de la fonction des gènes ainsi que leurs applications.</p>		

048GMCBM1	Génie microbiologique	4 Cr.
<p>Cette unité d'enseignement introduit l'évolution rapide et la plasticité des génomes bactériens ainsi que leurs implications dans la virulence bactérienne. Les thèmes étudiés sont: la conjugaison et la transformation bactériennes, la génétique des bactériophages, les mécanismes de la recombinaison homologe et non homologe, les éléments génétiques transposables, le quorum sensing et son rôle dans la pathogénicité des bactéries, les systèmes à deux composantes, les méthodes d'études du métabolisme bactérien (isolement de mutants auxotrophes et tests de syntrophie, etc.), la mutagenèse chez les bactéries, les méthodes de culture et de conservation des souches microbiennes, pour finir avec les différentes applications de la génétique microbienne, notamment la production industrielle d'enzymes, de vitamines, d'acides aminés et de biopesticides. Cette UE inclut, en plus des cours en classe, des séances de travaux pratiques au laboratoire.</p>		

048ICTBM1	Immunologie appliquée	4 Cr.
<p>Cette unité d'enseignement a pour objectif de présenter et de discuter les pathologies liées au dysfonctionnement ou à la suractivation du système immunitaire. En particulier, elle aborde les réactions d'hypersensibilités et d'inflammation chronique, les maladies auto-immunes et le rejet des greffes ainsi que les immunodéficiences et le développement des tumeurs. Elle couvre également les techniques utilisées pour la recherche en immunologie ainsi que des séances de travaux pratiques permettant aux étudiants d'apprendre la manipulation de souris – modèle, animal le plus utilisé dans la recherche préclinique. Les séances de TP couvrent les méthodes de vaccination, la localisation des organes lymphoïdes primaires et secondaires ainsi que l'isolement de leurs cellules. Celles-ci seront utilisées pour la mise en œuvre de protocoles expérimentaux (ELISA, ELISPOT). À l'issue de cette UE, les étudiants seront capables d'analyser et d'interpréter les résultats d'expérimentation et de recherche en immunologie.</p>		

048MMCBM1	Marqueurs moléculaires	2 Cr.
<p>Cette unité d'enseignement est dédiée à l'exploration et l'exploitation des séquences d'ADN comme outils de base pour révéler la diversité génétique. En particulier, les étudiants seront amenés à comparer les diverses techniques utilisées pour la détection et la caractérisation de ces marqueurs, et à évaluer leurs avantages et leurs limitations. Les progrès de ces techniques ainsi que leurs applications seront abordés dans divers contextes, y compris la caractérisation des ressources génétiques, les sciences forensiques, la phylogénétique et la biologie évolutive.</p>		

o48POCBM1	Pharmacologie	2 Cr.
------------------	----------------------	--------------

Cette unité d'enseignement vise à offrir aux étudiants une compréhension rationnelle des fondements de la thérapie médicamenteuse. De manière spécifique, elle vise à :

- Présenter les différentes étapes du développement des médicaments dans l'industrie pharmaceutique.
- Fournir les connaissances essentielles concernant les principales classes, formulations et voies d'administration des médicaments.
- Cultiver une approche raisonnée de la pharmacologie liée à un médicament, englobant la pharmacodynamie, la pharmacocinétique et la pharmacovigilance.

o48PYCBM1	Python Programming for Biologists	2 Cr.
------------------	--	--------------

This course is designed to equip students with the essential tools for program development, recognizing the relevance of programming across various scientific fields. It is particularly crucial for students aspiring to pursue careers or engage in research in bioinformatics. The primary focus is on Python, a high-level general-purpose programming language. By the end of this course, students will be proficient in utilizing Python for programming tasks, demonstrating real-world application skills, and preparing for advanced topics.

o48SMCBM1	Structure des macromolécules	2 Cr.
------------------	-------------------------------------	--------------

Cette unité d'enseignement a pour objectif de former l'étudiant aux principes fondamentaux de la biologie structurale et de la bioénergétique. Elle vise à lui permettre d'identifier et de caractériser les quatre grandes classes de macromolécules biologiques, en mettant un accent particulier sur les protéines, leur structure tridimensionnelle, leurs fonctions biologiques et leur ingénierie moléculaire. L'UE offre également une introduction approfondie à la protéomique et à l'analyse des interactions macromoléculaires, notamment entre protéines et ADN, ou entre protéines et divers ligands, en abordant les aspects conformationnels, énergétiques et affinitaires de ces interactions.

Les connaissances acquises constitueront un pilier essentiel pour la compréhension de l'architecture moléculaire du vivant et l'étude des pathologies associées aux dysfonctionnements protéiques, ouvrant ainsi la voie au développement de nouvelles stratégies thérapeutiques.

o48TASTM1	Traitement et analyse de données	4 Cr.
------------------	---	--------------

Cette unité d'enseignement s'articule autour de deux parties principales.

- La première partie, « Statistique », propose une introduction aux méthodes statistiques appliquées à la biologie, avec une mise en pratique sur logiciel (SPSS). Elle couvre les étapes essentielles de l'analyse de données, depuis la préparation des jeux de données jusqu'aux principales méthodes de modélisation. Elle s'appuie sur un langage pour biologistes, limitant le recours aux formules mathématiques complexes. L'aspect pratique des méthodes est mis en avant, ainsi que de nombreux exemples d'application dans le monde de la recherche en biologie, en l'occurrence, sur les problématiques OMICs.

- La deuxième partie, « Analyse multivariée », consiste à fournir aux étudiants les compétences nécessaires pour l'utilisation des outils statistiques afin d'extraire de l'information et de créer de nouvelles connaissances, à partir de bases de données complexes obtenues par des méthodes analytiques ou par un autre moyen. Il s'agit d'analyser simultanément un ensemble de variables explicatives et de construire de modèles multivariés qui permettent de décrire, de comparer, de classer et de prédire les caractéristiques d'échantillons d'individus. L'analyse multivariée est largement utilisée dans tous les domaines de la science, de l'ingénierie, de la pharmacologie, de la médecine, de l'économie et de la sociologie.

o48CARCM1	Communication en langue arabe - باللغة العربية التواصل	2 Cr.
------------------	---	--------------

من بين جميع أساليب التبادل الإنساني، يبرز التواصل كأكثر الأنشطة تكراراً. وبالتالي، فهو يشكل الأساس للعمل الجماعي الفعال، سواء في فرق العمل أو في مجموعات العمل أو داخل الشركات. القدرة على التواصل بشكل فعال تعني:

- التعبير عن الأفكار.
- الاستماع وطرح الأسئلة.
- الحفاظ على التواصل العلائقي.
- تقديم الردود والملاحظات.

o48ASCBM2	Analyse de la structure des macromolécules	3 Cr.
------------------	---	--------------

Cette unité d'enseignement vise à former l'étudiant aux principales techniques de la biologie structurale, notamment les approches spectroscopiques, utilisées pour explorer la structure des macromolécules biologiques, en particulier celle des protéines.

La compréhension et la maîtrise des principes théoriques de ces méthodes, ainsi que l'interprétation des données expérimentales qui en découlent, permettront à l'étudiant d'analyser les conformations macromoléculaires, de relier structure et fonction, d'étudier les interactions protéines-ligands et de déterminer les affinités ainsi que les énergies d'interaction, afin d'en évaluer la portée biologique et de les exploiter dans diverses applications en biologie moléculaire et ainsi qu'en biochimie.

o48BMCBM2	Bases physiopathologiques des maladies humaines	3 Cr.
------------------	--	--------------

L'objectif général de cette unité d'enseignement est de décrire et d'analyser, à l'échelle cellulaire et moléculaire, d'une part les mécanismes impliqués dans la dérégulation de l'homéostasie, et d'autre part, ceux impliqués dans les différentes réactions de l'organisme face à un stress d'origine organique, en mettant l'accent sur les systèmes cardiovasculaire, nerveux, rénal et musculaire.

o48BCCBM2	Biochimie cellulaire	2 Cr.
------------------	-----------------------------	--------------

Cette unité d'enseignement apporte à l'étudiant une information importante sur la structure générale des protéines et des membranes cellulaires avec des aspects particuliers concernant les glycoprotéines, les protéines associées aux membranes ainsi que les prédictions des structures protéiques. La translocation des protéines au sein des différents compartiments cellulaires, la biochimie des communications cellulaires et leur régulation sont également illustrées. La dénaturation et renaturation des protéines et leur impact sur la fonctionnalité cellulaire sont argumentés. L'affinité et la spécificité des interactions moléculaires seront analysées dans le cadre d'une étude de la relation structure-fonction des macromolécules biologiques. Les approches biochimiques et spectroscopiques de l'étude des interactions moléculaires seront mises en relief. Finalement, l'épissage des protéines sera abordé comme un nouvel outil de la biotechnologie appliquée.

o48GACBM2	Génétique appliquée	3 Cr.
------------------	----------------------------	--------------

Cette unité d'enseignement vise à développer chez les étudiants les compétences nécessaires pour la compréhension et l'élaboration des stratégies de recherche en génétique. En utilisant la drosophile comme organisme modèle, ce cours présente les différentes stratégies adoptées pour l'identification et la compréhension de la fonction des gènes. En particulier, cette UE aborde les méthodologies utilisées pour la génération de mutants, la cartographie des mutations, la génération de lignées transgéniques en vue de l'exploration de la fonction génique, ou encore les stratégies adoptées pour l'interférence avec l'expression des gènes (ARNi).

o48GPCBM2	Génétique des populations et phylogénétique	4 Cr.
------------------	--	--------------

La génétique des populations est une discipline visant à identifier et à quantifier les différents processus qui influent sur la variabilité et la différenciation génétique des populations, formant ainsi les fondements de l'évolution. La compréhension de ces processus est essentielle pour interpréter de manière évolutive les phénomènes biologiques. Après acquisition des principes de la génétique fondamentale, les étudiants seront initiés, dans le cadre de ce cours, au calcul des fréquences alléliques, génotypiques et phénotypiques au sein des populations. Ils étudieront également les effets des mutations et des migrations et les écarts à la panmixie, ainsi que la dérive génétique et la sélection sur les variations de ces fréquences.

À la fin du cours, l'étudiant devrait être capable de comprendre les divers processus impactant la variabilité d'une population et de maîtriser et d'appliquer les principaux modèles et estimateurs.

La phylogénétique se concentre sur l'étude des liens entre espèces apparentées. À la fin du cours, les étudiants maîtriseront le concept d'espèce, les principes généraux de la reconstruction phylogénétique, et sauront interpréter une phylogénie. Ils comprendront également la relation entre l'histoire évolutive, l'écologie, la biogéographie, la biodiversité et la spéciation.

o48BTCBM2	Genome Assembly and Annotation	1 Cr.
------------------	---------------------------------------	--------------

This course aims to introduce students to various genome analysis tools and applications, with a focus on genome assembly and annotation. Students will be invited to a hands-on application of, first, de novo genome assembly

using Galaxy Tools, and second, genome annotation. Students will apply bioinformatic tools to annotate DNA sequences, interpret the resulting GenBank format, and analyze the detected proteins through database similarity searches, alignments and phylogenetic tree inference.

048AINCM2	Méthodes d'analyse instrumentales	3 Cr.
------------------	--	--------------

Ce cours offre des connaissances théoriques et pratiques qui, une fois complétées par un stage approprié, permettront à l'étudiant d'utiliser la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN), la spectrométrie de masse (SM), la spectroscopie infrarouge (IR), la spectroscopie UV/VIS, la spectroscopie d'absorption atomique et les techniques de séparation pour résoudre des problèmes situés à l'interface chimie/biologie. Il s'agit de techniques analytiques puissantes permettant d'élucider les structures et les conformations moléculaires. Différents exemples d'application, portant surtout sur la caractérisation des protéines, seront abordés en classe afin de permettre à l'étudiant de se familiariser avec ces techniques et de percevoir leur importance. Les séances de travaux pratiques portent sur la mise au point du travail expérimental pour l'analyse d'un échantillon réel.

048NECBM2	Neurosciences	3 Cr.
------------------	----------------------	--------------

Cette unité d'enseignement s'appuie sur la biologie moléculaire et cellulaire pour explorer comment les gènes, les molécules de signalisation et les différents types cellulaires influencent le fonctionnement du système nerveux. Cette vision intégrative permet de mieux comprendre les processus qui sous-tendent les comportements, les émotions et la cognition des animaux et des humains.

L'introduction de cette UE présente les différents modèles animaux et techniques expérimentales utilisés en neurosciences et rappelle les notions anatomiques et physiologiques de base au niveau du neurone, de la synapse et de la névroglie. Une deuxième partie, consacrée à l'électrophysiologie, détaille les canaux ioniques intervenant dans les potentielles membranes et les caractéristiques électrophysiologiques de la transmission synaptique. Concernant les fonctions cérébrales complexes, le cours abordera essentiellement la sensation nociceptive, le développement de la sexualité ainsi que l'apprentissage et la mémoire, en étant toujours dans la même perspective intégrative : du gène au comportement. Finalement, la dernière partie du cours développe les maladies neurodégénératives les plus communes, tout en évoquant les réponses neuro-inflammatoires, la réparation neuronale, la neurogenèse et les actualités thérapeutiques sur les cellules souches neuronales.

048PVPTM2	Préparation à la vie professionnelle	4 Cr.
------------------	---	--------------

Cette unité d'enseignement vise à offrir aux étudiants une première expérience dans un laboratoire de recherche. Dans le cadre d'un stage de courte durée, ils sont amenés à participer activement à un projet de recherche sous la supervision d'un chercheur expérimenté. Ils effectuent une recherche exhaustive de la littérature inhérente au projet auquel ils participent, planifient et exécutent au moins une expérience et analysent et interprètent les résultats obtenus. À la fin du stage, les étudiants rédigent un rapport synthétique de leur travail et présentent et discutent les résultats qu'ils ont obtenus ainsi que leurs perspectives, au cours d'une soutenance orale devant un jury composé d'enseignants-chercheurs. Cette UE permet le renforcement des compétences en résolution de problèmes, en analyse critique et en communication scientifique, essentielles pour une carrière réussie dans le domaine de la recherche scientifique.

048PRMTM2	Project Management	4 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

This course is designed to equip students with the skills and knowledge necessary to effectively plan, execute, and manage projects across various disciplines. Through a combination of theoretical concepts and practical applications, students will learn how to navigate the complexities of project management, from start to finish.

048BATCM3	Bio-informatique pour l'analyse du transcriptome	3 Cr.
------------------	---	--------------

Approches de séquençage haut débit – Approches de transcriptomique spatiale et en bulk - Structure et analyse du génome – Expression des gènes et régulation transcriptionnelle - Programmation avec R - Développement de chaînes de traitement avec Galaxy.

048BSCBM3	Bio-informatique structurale	3 Cr.
------------------	-------------------------------------	--------------

Du fait des nouvelles approches de séquençage à haut débit, le nombre de séquences protéiques disponibles dans les bases de données dépasse actuellement le nombre vertigineux de 109 séquences. Ces séquences impliquées dans des fonctions biologiques variées sont annotées par analogie et donc le plus souvent peu caractérisées.

Lors de ce cours, nous verrons comment, dans un premier temps, il convient de bien connaître les séquences primaires et comment accéder aux bases de données majeures. La différence entre la bio-informatique (bioinformatics) et la biologie computationnelle (computational biology) sera mise en avant. Des exemples d'alignements de séquences et d'outils d'analyse seront proposés.

La fonction des protéines est portée directement par leurs structures tridimensionnelles, qui permettent d'appréhender le mécanisme de ces dites fonctions. Malheureusement, du fait d'un coup élevé et de difficultés techniques qui ne sont pas à négliger, le nombre de structures 3D (<http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>) n'était que de 175 602 au 2 octobre 2020. Aussi l'utilisation de la bio-informatique permet parfois de passer de la seule séquence en acides aminés à la proposition de modèles structuraux 3D, utilisables pour faire avancer la recherche fondamentale ou appliquée. Aussi dans un second temps, nous appréhenderons les données structurales disponibles. Ensuite, nous verrons comment, suivant la difficulté de la recherche, il est possible de faire (i) de la modélisation comparative (par homologie), (ii) des techniques d'apprentissage, (iii) les approches ab initio et (iv) les approches de novo ou méta-serveurs.

L'ensemble de ces questions sera illustré d'exemples tirés de la littérature et de recherches propres. Les étudiants ont deux séances de travaux pratiques qui leur permettent (i) de bien prendre en main la recherche de séquences ayant des similitudes de séquences entre elles, et (ii) l'utilisation d'outil online permettant la proposition de modèles structuraux de qualité et leurs évaluations.

048COCBM3	Computational Biology	2 Cr.
------------------	------------------------------	--------------

Computational analysis of cis-regulatory regions + Tutorial suite logicielle RSAT, Impact of DNA methylation on transcriptional regulation networks + Demos logiciels, Logical modelling of cellular regulatory networks + Tutorial suite logicielle GINsim, from molecular data to models for personalised cancer treatments.

048CCCBM3	Culture des cellules animales, cellules souches et ingénierie tissulaire	2 Cr.
------------------	---	--------------

Cette unité d'enseignement explore la théorie et les diverses techniques de culture cellulaire, couvrant la culture de cellules normales, de lignées cellulaires, de cellules immortelles spontanées et de cellules immortalisées par génie génétique, tout en abordant les différents types de cellules souches. Elle traite également des bonnes pratiques pour l'isolement et la culture des cellules animale, ainsi que des exigences spécifiques de culture pour chaque type de cellules. De plus, la mise en coculture de différents types de cellules, les cultures en 3D, et leur exploration dans diverses applications médicales sont expliquées.

048DNAMM3	DNA Metabarcoding	2 Cr.
------------------	--------------------------	--------------

Le metabarcoding est une méthode rapide d'évaluation de la biodiversité qui combine deux technologies : l'identification basée sur l'ADN et le séquençage d'ADN à haut débit. Il aide à évaluer la biodiversité à partir de l'ADN environnemental (ADNe, obtenu à partir des sédiments, des sols, de l'eau, etc.). Il a un large éventail d'applications : surveillance de la biodiversité, évaluation du régime alimentaire des animaux, reconstruction des paléo-communautés, etc.

Le metabarcoding de l'ADN nécessite des compétences en bio-informatique et en biostatistiques pour analyser les résultats du séquençage.

Ce cours fournira aux étudiants les connaissances de base et les compétences nécessaires pour appliquer l'approche de metabarcoding à l'ADNe. Il comprendra des informations sur l'échantillonnage sur le terrain et les expérimentations au laboratoire. Les applications sur l'ADN sédimentaire, les analyses du régime alimentaire, les études du paléo-ADN et la métagénomique des communautés microbiennes seront discutées. Ce cours fournira également un aperçu de l'état de la technologie actuelle et des différentes plateformes utilisées. Le programme de cours comprend des conférences et des analyses de données pour fournir aux étudiants une compréhension approfondie de l'utilisation de l'ADNe dans l'écologie moléculaire.

048NGCBM3	Étude du génome, de l'épigénome et du transcriptome par des approches à haut débit	3 Cr.
------------------	---	--------------

Approches de séquençage haut débit – Approches cellules uniques- Structure et analyse du génome et de l'épigénome – Expression des gènes et régulation transcriptionnelle.

048GHCBM3	Génétique humaine	2 Cr.
------------------	--------------------------	--------------

Ce cours permet d'aborder les bases fondamentales de génétique humaine, en s'appuyant sur différents exemples de pathologies humaines.

048MGCBM3	Genome Editing	2 Cr.
------------------	-----------------------	--------------

This course provides an overview of the genome editing techniques with a special focus on the CRISPR Cas9 method that is revolutionizing our way of modifying the genome. Hands-on sessions enable students to design their own experiments using different web tools.

048IPCBM3	Ingénierie des protéines et analyse des protéomes	2 Cr.
------------------	--	--------------

L'enseignement vise, d'une part, à aborder des notions modernes de « druggable génome/protéome » et insiste en parallèle sur des exemples enzymatiques de « drug target ». Ont été étudiés, en particulier, deux exemples de découverte et de mise au point de médicaments visant des enzymes (ACE et PDE5).

À l'échelle du génome humain, un nombre limité de gènes permet la synthèse de systèmes enzymatiques de métabolisation de composés xénobiotiques. La description des systèmes de phase 1, 2 et 3 du métabolisme des xénobiotiques et leur fonctionnement permet de comprendre comment ces systèmes font face à la très grande diversité chimique de l'ensemble de ces molécules qui constituent l'exposome.

Ces éléments permettent d'appréhender les facteurs susceptibles d'impacter la toxicité des xénobiotiques et/ou l'efficacité des traitements médicamenteux sur des bases individuelles. Des notions de pharmacogénomique des enzymes du métabolisme des xénobiotiques (EMX) liée à des polymorphismes génétiques ou des mécanismes de régulation de l'expression ou de l'activité de ces systèmes seront développées. Ces mécanismes couvriront notamment la description de différents facteurs de transcription impliqués dans la régulation de ces gènes en réponse à des facteurs environnementaux et permettant une réponse adaptative face à de telles expositions. Des enseignements inversés permettent aux étudiants de présenter sous forme de séminaire-discussion des exemples récents de cibles thérapeutiques enzymatiques ont également eu lieu. Ces séminaires permettent, entre autres, aux étudiants de se familiariser avec la communication et l'échange scientifique.

048MFCBM3	Molecular Applications for Forensic Sciences	1 Cr.
------------------	---	--------------

This course highlights the importance of genetic testing using DNA and its wide applicability to the forensic field. It tackles using DNA for: identifying suspects and confirmation of guilt, exculpation of innocent parties; linking crimes and helping in uncovering serial killers; researching biological filiation, establishing consanguinity in more complex cases, identification of victims of terrorist attacks or natural catastrophes, etc.

048MMOBM3	Molecular Modeling	2 Cr.
------------------	---------------------------	--------------

This course aims to provide M2 students with a solid theoretical and methodological foundation for the selection, application, and rigorous interpretation of advanced computational tools — including quantum mechanics/ molecular mechanics (QM/MM), molecular dynamics (MD), and molecular docking — as applied to complex biological systems such as proteins, DNA, RNA, and in silico drug design.


It is designed to align with the specialized training profile in analytical, modeling, and statistical approaches within the fields of genomics and proteomics.

048RICBM3	Récepteurs de l'immunité innée et transduction des signaux immunologiques	1 Cr.
------------------	--	--------------

Le cours s'intéresse aux mécanismes d'activation du système immunitaire inné qui, par ailleurs, permet l'activation et l'orientation de la réponse immunitaire adaptative chez les vertébrés. Les différentes familles de récepteurs ainsi que leurs ligands respectifs, les voies de signalisations qu'ils activent et les mécanismes effecteurs qu'ils induisent sont exposés. L'implication de ces mécanismes de détection et de signalisation dans les pathologies humaines ainsi que dans le développement de nouvelles stratégies thérapeutiques est également discutée.

048RGCBM3	Regulation of Gene Expression	2 Cr.
------------------	--------------------------------------	--------------

This course delves into the field of regulation of gene expression. It essentially discusses the mechanisms underlying epigenetics, transcriptional and post-transcriptional modes of regulation. This course also allows students to become familiar with the key elements of protein-protein interactions. These play a key role in regulating the activity of several cellular proteins. This course illustrates the different motifs of protein-protein interactions with



a special focus on the methods used for their identification. HIV integrase that catalyzes the integration of viral DNA into the genome of the infected cell is used as a model to explain these molecular interactions.

048SASBM3	Séminaires sur les actualités de la recherche en biologie	1 Cr.
------------------	--	--------------

Le Master en génomique et protéomique fonctionnelles vise une formation approfondie par et pour la recherche scientifique. De ce fait, les séminaires sur les actualités de la recherche en biologie présentent un intérêt particulier pour le développement des compétences visées par le programme d'enseignement. Ainsi, ces séminaires permettent une interaction directe entre les étudiants et des chercheurs de différents secteurs de la biologie/biochimie qui exposent leurs projets de recherche et en discutent les résultats. Les séminaires sont suivis de séances de débat animées qui favorisent le questionnement des étudiants ainsi que leur initiation aux difficultés rencontrées au cours d'un travail de recherche. La panoplie des stratégies de recherche exposée, ainsi que les différentes technologies discutées permettent le développement des compétences requises pour mieux réfléchir et appliquer un projet de recherche.

048SGCBM3	Statistique pour la génomique	1 Cr.
------------------	--------------------------------------	--------------

Cette unité d'enseignement propose une introduction aux distributions de probabilité continues et à leur utilisation dans le contexte de la génomique. Après une révision des notions fondamentales de probabilités et de statistiques, les étudiants apprendront à utiliser des tests statistiques tels que le t-test de Student et l'ANOVA à un facteur, ainsi que l'ANOVA à deux facteurs, si le temps le permet. Le cours se conclura par une partie pratique où les étudiants analyseront des données protéomiques issues de cancers (du sein et du glioblastome) disponibles dans la base TCGA.

048TETBM3	Technology Transfer	1 Cr.
------------------	----------------------------	--------------

This course aims to familiarize students with the principles, stakeholders, and mechanisms of technology transfer from academic research to the socio-economic sector.

It covers key concepts such as intellectual property, research valorization, patents, startup creation, and industry partnerships, with a focus on the strategic role of Technology Transfer Offices (TTOs) in translating scientific results into practical innovations.

048PFETM4	Projet de fin d'études	30 Cr.
------------------	-------------------------------	---------------

Cette UE consiste en un stage de 4 à 7 mois en industrie ou en laboratoire de recherche. À la fin de ce stage, l'étudiant rédigera un rapport détaillé sur le travail effectué et le soutiendra devant un jury composé d'enseignants du Master et de représentants du monde professionnel.

